

**TUGAS AKHIR**  
**PERBANDINGAN PERILAKU SAMBUNGAN KOLOM**  
***BASE PLATE* YANG MENGGUNAKAN DAN TANPA**  
***STIFFNERS***

Diajukan Untuk Memenuhi Syarat-Syarat Memperoleh  
Gelar Sarjana Teknik Sipil Pada Fakultas Teknik  
Universitas Muhammadiyah Sumatera

**Disusun Oleh:**  
**ALDRIN DHIO PRATAMA**  
**1607210001**



**FAKULTAS TEKNIK**  
**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL**  
**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA**  
**MEDAN**  
**2020**



**MAJELIS PENDIDIKAN TINGGI PENELITIAN & PENGEMBANGAN  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA  
FAKULTAS TEKNIK**

Jalan Kapten Mukhtar Basri No. 3 Medan 20238 Telp. (061) 6622400 – EXT. 12

Website : <http://fatek.umsu.ac.id> Email : [fatek@umsu.ac.id](mailto:fatek@umsu.ac.id)

Bila menjawab surat ini agar disebutkan  
Nomor dan tanggalnya

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

**LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING**

Tugas Akhir ini diajukan oleh:

Nama : Aldrin Dhio Pratama

NPM : 1607210001

Program Studi : Teknik Sipil

Judul Skripsi : Perbandingan Perilaku Sambungan Kolom *Base Plate* Yang  
Menggunakan Dan Tanpa *Stiffeners*

Bidang Ilmu : Struktur

**DISETUJUI UNTUK DISAMPAIKAN KEPADA  
PANITIA UJIAN SKRIPSI**

Medan, 9 November 2020

Dosen Pembimbing

Tondi Amirsyah Putera, S.T, M.T

## HALAMAN PENGESAHAN

Tugas akhir ini diajukan oleh:

Nama : Aldrin Dhio Pratama

NPM : 1607210001

Program Studi : Teknik Sipil

Bidang Ilmu : Struktur

Judul Skripsi : Perbandingan Perilaku Sambungan Kolom *Base Plate* Yang Menggunakan Dan Tanpa *Stiffners*

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Tim Penguji dan diterima sebagai salah satu syarat yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Fakultas Teknik, Program Studi Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Medan, 9 November 2020

Mengetahui dan menyetujui:

Dosen Pembimbing

  
Tondi Amirsyah Putera, S.T, M.T

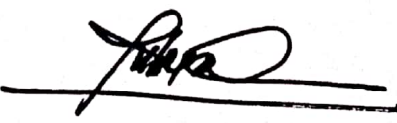
Dosen Pembimbing I

  
Dr. Fahrizal Zulkarnain

Dosen Pembimbing II

  
Dr. Josef Hadipramana

Ketua Program Studi Teknik Sipil

  
Dr. Fahrizal Zulkarnain



## SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama Lengkap : Aldrin Dhio Pratama  
Tempat, Tanggal Lahir : Pekanbaru, 16 Oktober 1998  
NPM : 1607210001  
Fakultas : Teknik  
Program Studi : Teknik Sipil

Menyatakan dengan sesungguhnya dan sejujurnya, bahwa laporan Tugas Akhir saya yang berjudul:

“Perbandingan Perilaku Sambungan Kolom *Base Plate* Yang Menggunakan dan Tanpa *Stiffners*”.

Bukan merupakan plagiarisme, pencurian hasil karya milik orang lain, hasil kerja orang lain untuk kepentingan saya karena hubungan material dan non-material, ataupun segala kemungkinan lain, yang pada hakekatnya bukan merupakan karya tulis Tugas Akhir saya secara orisinil dan otentik.

Bila kemudian hari diduga kuat ketidaksesuaian antara fakta dengan kenyataan ini, saya bersedia diproses oleh Tim Fakultas yang dibentuk untuk melakukan verifikasi, dengan sanksi terberat berupa pembatalan kelulusan/kesarjanaan saya.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan kesadaran sendiri dan tidak atas tekanan ataupun paksaan dari pihak manapun demi menegakkan integritas akademik di Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Medan, 9 November 2020

Saya yang menyatakan



Aldrin Dhio Pratama



## ABSTRAK

### PERBANDINGAN PERILAKU SAMBUNGAN KOLOM *BASE PLATE* YANG MENGGUNAKAN DAN TANPA *STIFFNERS*

Aldrin Dhio Pratama

1607210001

Tondi Amirsyah Putera, S.T, M.T

Dalam merencanakan bangunan tingkat tinggi diperlukan material yang sangat kuat yaitu baja. Salah satu komponen penting dari struktur baja ialah *base plate* yang berfungsi sebagai penghubung antara kolom baja dengan pondasi beton. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh momen-rotasi, klasifikasi, tegangan-regangan, nilai tarik angkur, dan retak pedestal beton pada *base plate*. *Base plate* terdiri dari tiga model, yaitu *base plate* tanpa *stiffners*, *base plate* dengan *stiffners*, dan *base plate* dengan *stiffners* + balok. Dimensi *base plate* 650 x 700 dan pedestal 800 x 750 untuk model *base plate* tanpa *stiffners* dan *base plate* dengan *stiffners*, dimensi *base plate* 2000 x 750 dan pedestal 2100 x 850 untuk model *base plate* dengan balok + *stiffners*. Ketiga model tersebut dibandingkan dengan variasi tebal plat 35 mm, 40 mm, dan 45 mm, variasi jumlah angkur sebanyak 4 buah dan 6 buah, dan variasi model *base plate* yang di analisis menggunakan bantuan software FEM. Dari hasil analisis menunjukkan bahwa *base plate* tanpa *stiffners* dan dengan *stiffners* berdasarkan variasi berbeda dapat mempengaruhi momen-rotasi, tetapi pada *base plate* dengan *stiffners* + balok dengan variasi tebal hanya berpengaruh terhadap rotasi. Pada ketiga model *base plate* termasuk kedalam klasifikasi *pinned* dan *semi-rigid*. Tegangan-regangan *base plate* dengan variasi yang berbeda akan sangat berpengaruh terhadap daktilitasnya. Nilai tarik angkur berbeda untuk setiap model *base plate*, dan retak pedestal berpengaruh terhadap tarik dari angkur serta dimensi pedestal beton.

**Kata kunci:** *base plate*, *stiffners*, tebal, angkur, model

## **ABSTRACT**

### **COMPARISON BEHAVIOR OF CONNECTION COLUMN BASE PLATE USING AND WITHOUT STIFFNERS**

Aldrin Dhio Pratama

1607210001

Tondi Amirsyah Putera, S.T, M.T

*In planning a high-rise building, a very strong material is needed, namely steel. One of the important components of the steel structure is the base plate which functions as a link between the steel column and the concrete foundation. This study aims to determine the effect of moment-rotation, classification, stress-strain, anchor tensile value, and concrete pedestal cracks on the base plate. The base plate consists of three models, namely base plate without stiffeners, base plate with stiffeners, and base plate with stiffeners + beam. Dimensions base plate 650 x 700 and pedestal 800 x 750 for models base plate without stiffeners and base plates with stiffeners, dimensions base plate 2000 x 750 and pedestal 2100 x 850 for model base plate with beam + stiffeners. The three models were compared with variations in plate thickness of 35 mm, 40 mm, and 45 mm, variations in the number of anchors 4 and 6, and variations in the model base plate which were analyzed using FEM software. From the analysis results show that the base plate without stiffeners and with stiffeners based on different variations can affect the moment rotation, but on the base plate with stiffeners + beam with thickness variations only affect rotation. The three models are base plate classified as pinned and semi-rigid. The stress-strain of the base plate with different variations will greatly affect its ductility. The tensile value of the anchor is different for each model of the base plate, and the crack of the pedestal affects the tensile strength of the anchor and the dimensions of the concrete pedestal.*

**Keywords:** *base plate, stiffeners, thickness, anchor, model*

## KATA PENGANTAR

*Assalamu'Alaikum Warrahmatullahi Wabarakatuh*

Dengan nama Allah Yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang. Segala puji dan syukur penulis ucapkan kehadiran Allah SWT yang telah memberikan karunia dan nikmat yang tiada terkira. Salah satu dari nikmat tersebut penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini yang berjudul “Perbandingan Perilaku Sambungan Kolom *Base Plate* yang Menggunakan dan Tanpa *Stiffeners*” sebagai syarat untuk meraih gelar akademik Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara (UMSU), Medan.

Banyak pihak telah membantu dalam menyelesaikan Laporan Tugas Akhir ini, untuk itu penulis menghaturkan rasa terimakasih yang tulus dan dalam kepada:

1. Bapak Munawar Alfansury Siregar, S.T, M.T selaku Dekan Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
2. Ibu Hj. Irma Dewi S.T, M.Si selaku Sekretaris Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
3. Bapak Tondi Amirsyah Putera, S.T, M.T selaku Dosen Pembimbing yang telah banyak membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
4. Bapak Dr. Fahrizal Zulkarnain selaku Penguji I sekaligus Ketua Program Studi Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang telah banyak memberikan koreksi dan masukan kepada penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
5. Bapak Dr. Josef Hadipramana, selaku Penguji II yang telah banyak memberikan koreksi dan masukan kepada penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
6. Seluruh Bapak/Ibu Dosen di Program Studi Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang telah banyak memberikan ilmu keteknik sipil kepada penulis.
7. Bapak/Ibu Staff Administrasi di Biro Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.




8. Terima kasih yang teristimewa kepada Ibunda saya Zulaica, S.E, dan adik saya Diantra Dwitaviany atas dukungan serta memberi semangat selama ini kepada penulis.
9. Dewi Mentari, A.Md.I.Kom, Rahayu Mega Sari, Tyo Firmansyah, Sinta Mardiah, Teguh Jaya Permana dan Said Syukra Alhamdi selaku orang terdekat saya yang selama ini memberi dukungan dan semangat kepada saya.

Saya menyadari bahwa Tugas Akhir ini tentunya masih jauh dari kesempurnaan, untuk itu penulis berharap kritik dan masukan yang konstruktif untuk menjadi bahan pembelajaran berkesinambungan penulis di masa depan.

Akhir kata saya ucapkan terima kasih dan rasa hormat yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah membantu dalam penyelesaian tugas akhir ini. Semoga Tugas Akhir ini bisa memberikan manfaat bagi kita semua terutama bagi penulis dan juga bagi temann-teman mahasiswa Teknik Sipil khususnya.

*Wassalamu'Alaikum Warrahmatullahi Wabarakatuh.*

Medan, 12 Oktober 2020



Aldrin Dhio Pratama

## DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN PEMBIMBING	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN	iii
ABSTRAK	iv
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	xvi
DAFTAR GAMBAR	xxiii
DAFTAR SIMBOL DAN SINGKATAN	xxxvii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar belakang	1
1.2 Rumusan masalah	2
1.3 Tujuan	2
1.4 Batasan masalah	2
1.5 Manfaat	3
1.6 Sistematika penulisan	3
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 <i>Base plate</i>	5
2.1.1 Kuat tumpu beton	5
2.1.2 Tekan konsentrik	6
2.1.3 Tegangan beton persegi-ultimate	7
2.1.3.1 Momen kecil tanpa angkur	7
2.1.3.2 Momen besar dengan angkur	8
2.2 Baut Angkur	10
2.2.1 Kuat jebol ( <i>breakout</i> ) beton terhadap tarik	12
2.2.2 Kuat baut angkur terhadap geser	14
2.2.3 Kuat jebol ( <i>breakout</i> ) beton terhadap geser	15
2.2.4 Kuat rompal ( <i>pryout</i> ) beton terhadap geser	17
2.3 Spasi dan jarak tepi minimum pada baut angkur	17
2.4 Pola retak	18

2.5	Metode <i>Newton-Rahpson</i>	18
2.6	Tegangan-Regangan	19
2.7	Tegangan <i>von mises</i>	21
2.8	Klasifikasi sambungan Berdasarkan AISC 360-10	21
2.9	<i>Bilinier isotropic hardening</i>	22
2.10	Daktilitas	23
BAB 3	METODOLOGI PENELITIAN	24
3.1	Metode penelitian	24
3.2	Pembebanan pada struktur gedung	25
3.2.1	Beban mati	25
3.2.2	Beban hidup	25
3.2.3	Beban angin	25
3.2.4	Beban gempa	25
3.2.5	Kombinasi beban	26
3.3	Pemodelan struktur gedung	26
3.4	Pengecekan struktur gedung	27
3.4.1	Simpangan antar lantai	27
3.4.2	P-delta	28
3.4.3	Torsi	28
3.4.4	Ketidakteraturan horizontal	29
3.4.5	Ketidakteraturan vertikal	31
3.5	Desain <i>base plate</i>	33
3.6	Pemodelan <i>base plate</i>	35
3.6.1	Dimensi kolom	35
3.6.2	Dimensi <i>base plate</i>	36
3.6.3	Dimensi <i>stiffners</i>	37
3.6.4	Jarak angkur dan dimensi angkur	38
3.6.5	Bentuk-bentuk <i>base plate</i>	39
3.7	Input pemodelan	40
3.7.1	Definisi material	40
3.7.2	Input model <i>base plate</i>	43
3.7.3	Definisi <i>contact</i>	44



3.7.4	<i>Meshing</i>	46
3.7.5	Pembebanan dan tumpuan <i>base plate</i>	47
3.7.6	<i>Step control</i> dan <i>large deflection</i>	48
3.7.7	<i>Newton rahpson</i>	49
BAB 4	HASIL DAN PEMBAHASAN	50
4.1	Hasil analisis momen-rotasi	50
4.1.1	Perbandingan momen-rotasi berdasarkan ketebalan <i>base plate</i>	52
4.1.1.1	Perbandingan Momen-Rotasi Berdasarkan Ketebalan <i>Base Plate</i> tanpa <i>Stiffners</i>	52
4.1.1.1.1	Pengaruh ketebalan terhadap momen ultimate pada <i>base plate</i> tanpa <i>stiffners</i>	53
4.1.1.1.2	Pengaruh ketebalan terhadap rotasi pada <i>base plate</i> tanpa <i>stiffners</i>	54
4.1.1.2	Perbandingan momen-rotasi berdasarkan ketebalan <i>base plate</i> dengan <i>stiffners</i>	55
4.1.1.2.1	Pengaruh ketebalan terhadap momen ultimate pada <i>base plate</i> dengan <i>stiffners</i>	56
4.1.1.2.2	Pengaruh ketebalan terhadap rotasi pada <i>base plate</i> dengan <i>stiffners</i>	57
4.1.1.3	Perbandingan momen-rotasi berdasarkan ketebalan <i>base plate</i> dengan <i>stiffners</i> + balok	57
4.1.1.3.1	Pengaruh ketebalan terhadap momen ultimate pada <i>base plate</i> dengan <i>stiffners</i> + balok	59
4.1.1.3.2	Pengaruh ketebalan terhadap rotasi pada <i>base plate</i> dengan <i>stiffeners</i> + balok	60
4.1.2	Perbandingan momen-rotasi berdasarkan jumlah angkur	60
4.1.2.1	Perbandingan momen-rotasi berdasarkan jumlah angkur pada <i>base plate</i> tanpa <i>stiffners</i>	60

4.1.2.1.1	Pengaruh jumlah angkur terhadap momen ultimate pada <i>base plate</i> tanpa <i>stiffners</i>	62
4.1.2.1.2	Pengaruh jumlah angkur terhadap rotasi pada <i>base plate</i> tanpa <i>stiffners</i>	63
4.1.2.2	Perbandingan momen-rotasi berdasarkan jumlah angkur pada <i>base plate</i> dengan <i>stiffners</i>	64
4.1.2.2.1	Pengaruh jumlah angkur terhadap momen ultimate pada <i>base plate</i> dengan <i>stiffners</i>	66
4.1.2.2.2	Pengaruh jumlah angkur terhadap rotasi pada <i>base plate</i> dengan <i>stiffners</i>	66
4.1.2.3	Perbandingann momen-rotasi berdasarkan jumlah angkur pada <i>base plate</i> dengan <i>stiffners</i> + balok	67
4.1.2.3.1	Pengaruh jumlah angkur terhadap momen ultimate pada <i>base plate</i> dengan <i>stiffners</i> + balok	69
4.1.2.3.2	Pengaruh jumlah angkur terhadap rotasi pada <i>base plate</i> dengan <i>stiffners</i> + balok	70
4.1.3	Perbandingan momen-rotasi berdasarkan model <i>base plate</i>	71
4.1.3.1	Pengaruh model <i>base plate</i> terhadap momen ultimate	76
4.1.3.2	Pengaruh model <i>base plate</i> terhadap rotasi	78
4.2	Klasifikasi <i>base plate</i>	79
4.3	Tegangan-regangan	81
4.3.1	Tegangan-regangan pada <i>base plate</i> tanpa <i>stiffners</i>	81
4.3.1.1	Tegangan-regangan pada <i>base plate</i> tanpa <i>stiffners</i> TP 45 B 4	82
4.3.1.2	Tegangan-regangan pada <i>base plate</i> tanpa <i>stiffners</i> TP 40 B 4	85

4.3.1.3	Tegangan-regangan pada <i>base plate</i> tanpa <i>stiffners</i> TP 35 B 4	90
4.3.1.4	Tegangan-regangan pada <i>base plate</i> tanpa <i>stiffners</i> TP 45 B 6	94
4.3.1.5	Tegangan-regangan pada <i>base plate</i> tanpa <i>stiffners</i> TP 40 B 6	99
4.3.1.6	Tegangan-regangan pada <i>base plate</i> tanpa <i>stiffners</i> TP 35 B 6	103
4.3.2	Tegangan-regangan pada <i>base plate</i> dengan <i>stiffners</i>	108
4.3.2.1	Tegangan-regangan pada <i>base plate</i> dengan <i>stiffners</i> TP 45 B 4	109
4.3.2.2	Tegangan-regangan pada <i>base plate</i> dengan <i>stiffners</i> TP 40 B 4	112
4.3.2.3	Tegangan-regangan pada <i>base plate</i> dengan <i>stiffners</i> TP 35 B 4	116
4.3.2.4	Tegangan-regangan pada <i>base plate</i> dengan <i>stiffners</i> TP 45 B 6	120
4.3.2.5	Tegangan-regangan pada <i>base Plate</i> dengan <i>stiffners</i> TP 40 B 6	125
4.3.2.6	Tegangan-regangan pada <i>base plate</i> dengan <i>stiffners</i> TP 35 B 6	130
4.3.3	Tegangan-regangan pada <i>base plate</i> dengan <i>stiffners</i> + balok	134
4.3.3.1	Tegangan-regangan pada <i>base plate</i> dengan <i>stiffners</i> + balok TP 45 B 4	135
4.3.3.2	Tegangan-regangan pada <i>base plate</i> dengan <i>stiffners</i> + balok TP 40 B 4	138
4.3.3.3	Tegangan-regangan pada <i>base plate</i> dengan <i>stiffners</i> + balok TP 35 B 4	142
4.3.3.4	Tegangan-regangan pada <i>base plate</i> dengan <i>stiffners</i> + balok TP 45 B 6	146
4.3.3.5	Tegangan-regangan pada <i>base plate</i> dengan <i>stiffners</i> + balok TP 40 B 6	151
4.3.3.6	Tegangan-regangan pada <i>base plate</i> dengan <i>stiffners</i> + balok TP 35 B 6	156



4.3.4	Perbandingan tegangan-regangan pada <i>base plate</i> terhadap tebal	161
4.3.4.1	Perbandingan tegangan-regangan pada <i>base plate</i> tanpa <i>stiffners</i> terhadap tebal	162
4.3.4.2	Perbandingan tegangan-regangan pada <i>base plate</i> dengan <i>stiffners</i> terhadap tebal	163
4.3.4.3	Perbandingan tegangan-regangan pada <i>base plate</i> dengan <i>stiffners</i> + balok terhadap tebal	164
4.3.5	Perbandingan tegangan-regangan pada <i>base plate</i> terhadap jumlah angkur	166
4.3.5.1	Perbandingan tegangan-regangan pada <i>base plate</i> tanpa <i>stiffners</i> terhadap jumlah angkur	166
4.3.5.2	Perbandingan tegangan-regangan pada <i>base plate</i> dengan <i>stiffners</i> terhadap jumlah angkur	168
4.3.5.3	Perbandingan tegangan-regangan pada <i>base plate</i> dengan <i>stiffners</i> + balok terhadap jumlah angkur	171
4.3.6	Perbandingan tegangan-regangan pada <i>base plate</i> terhadap model	173
4.4	Retak pedestal	177
4.4.1	Retak pedestal pada <i>base plate</i> tanpa <i>stiffners</i>	177
4.4.1.1	Retak pedestal pada <i>base plate</i> tanpa <i>stiffners</i> TP 45 B 4	177
4.4.1.2	Retak pedestal pada <i>base plate</i> tanpa <i>stiffners</i> TP 40 B 4	179
4.4.1.3	Retak pedestal pada <i>base plate</i> tanpa <i>stiffners</i> TP 35 B 4	182
4.4.1.4	Retak pedestal pada <i>base plate</i> tanpa <i>stiffners</i> TP 45 B 6	184
4.4.1.5	Retak pedestal pada <i>base plate</i> tanpa <i>stiffners</i> TP 40 B 6	186
4.4.1.6	Retak pedestal pada <i>base plate</i> tanpa <i>stiffners</i> TP 35 B 6	188

4.4.2	Retak pedestal pada <i>base plate</i> dengan <i>stiffners</i>	190
4.4.2.1	Retak pedestal pada <i>base plate</i> dengan <i>stiffners</i> TP 45 B 4	190
4.4.2.2	Retak pedestal pada <i>base plate</i> dengan <i>stiffners</i> TP 40 B 4	192
4.4.2.3	Retak pedestal pada <i>base plate</i> dengan <i>stiffners</i> TP 35 B 4	194
4.4.2.4	Retak pedestal pada <i>base plate</i> dengan <i>stiffners</i> TP 45 B 6	196
4.4.2.5	Retak pedestal pada <i>base plate</i> dengan <i>stiffners</i> TP 40 B 6	198
4.4.2.6	Retak pedestal pada <i>base plate</i> dengan <i>stiffners</i> TP 35 B 6	200
4.4.3	Retak pedestal pada <i>base plate</i> dengan <i>stiffners</i> + balok	202
4.4.3.1	Retak pedestal pada <i>base plate</i> dengan <i>stiffners</i> + balok TP 45 B 4	202
4.4.3.2	Retak pedestal pada <i>base plate</i> dengan <i>stiffners</i> + balok TP 40 B 4	204
4.4.3.3	Retak pedestal pada <i>base plate</i> dengan <i>stiffners</i> + balok TP 35 B 4	207
4.4.3.4	Retak pedestal pada <i>base plate</i> dengan <i>stiffners</i> + balok TP 45 B 6	209
4.4.3.5	Retak pedestal pada <i>base plate</i> dengan <i>stiffners</i> + balok TP 40 B 6	211
4.4.3.6	Retak pedestal pada <i>base plate</i> dengan <i>stiffners</i> + balok TP 35 B 6	213
4.4.4	Perbandingan retak pedestal terhadap model <i>base plate</i>	215
BAB 5	KESIMPULAN DAN SARAN	217
5.1	Kesimpulan	217
5.2	Saran	218
	DAFTAR PUSTAKA	219
	LAMPIRAN 1 BEBAN MATI TAMBAHAN & HIDUP	221
	LAMPIRAN 2 BEBAN GEMPA	224

LAMPIRAN 3 BEBAN ANGIN	234
LAMPIRAN 4 DESAIN <i>BASE PLATE</i>	236
LAMPIRAN 5 DESAIN ANGKUR	239
LAMPIRAN 6 TABEL TEGANGAN-REGANGAN <i>BASE PLATE</i>	244
LEMBAR ASISTENSI	254
DAFTAR RIWAYAT HIDUP	263



## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1:	Properti material baut angkur (Dewobroto 2016)	11
Tabel 2.2:	Properti baut angkur (Dewobroto 2016)	11
Tabel 2.3:	Jarak tepi minimum, dari pusat lubang standart ke tepi dari bagian yang disambung (Anonim 2015)	17
Tabel 2.4:	Faktor modifikasi, $\lambda$ (Anonim 2019)	18
Tabel 3.3:	Pengecekan simpangan antar tingkat arah X	27
Tabel 3.4:	Pengecekan simpangan antar tingkat arah Y	27
Tabel 3.5:	Pengecekan P-delta arah X	28
Tabel 3.6:	Pengecekan P-delta arah Y	28
Tabel 3.7:	Torsi pada arah Y + eksentrisitas	28
Tabel 3.8:	Torsi pada arah X + eksentrisitas	29
Tabel 3.9:	Torsi pada arah Y – eksentrisitas	29
Tabel 3.10:	Torsi pada arah X – eksentrisitas	29
Tabel 3.11:	Ketidakteraturan horizontal 1a arah Y + eksentrisitas	29
Tabel 3.12:	Ketidakteraturan horizontal 1a arah X + eksentrisitas	30
Tabel 3.13:	Ketidakteraturan horizontal 1a arah Y – eksentrisitas	30
Tabel 3.14:	Ketidakteraturan horizontal 1a arah X – eksentrisitas	30
Tabel 3.15:	Ketidakteraturan horizontal tipe 1b arah Y + eksentrisitas	30
Tabel 3.16:	Ketidakteraturan horizontal tipe 1b arah X + eksentrisitas	31
Tabel 3.17:	Ketidakteraturan horizontal tipe 1b arah Y – eksentrisitas	31
Tabel 3.18:	Ketidakteraturan horizontal tipe 1b arah X – eksentrisitas	31
Tabel 3.19:	Ketidakteraturan vertikal tipe 1a arah Y	31
Tabel 3.20:	Ketidakteraturan vertikal tipe 1a arah X	32

Tabel 3.21:	Ketidakteraturan vertikal tipe 1b arah Y	32
Tabel 3.22:	Ketidakteraturan vertikal tipe 1b arah X	32
Tabel 3.23:	Ketidakteraturan vertikal tipe 2	33
Tabel 3.24:	<i>Base shear</i> pada tiap <i>joint</i> arah X	33
Tabel 3.25:	<i>Base shear</i> pada tiap <i>joint</i> arah Y	33
Tabel 3.26:	Kombinasi beban untuk mendesain <i>base plate</i>	35
Tabel 3.27:	Dimensi kolom H 500 x 500	36
Tabel 3.28:	Model tanpa <i>stiffeners</i>	43
Tabel 3.29:	Model dengan <i>stiffeners</i>	43
Tabel 3.30:	Model dengan <i>stiffeners</i> + balok	43
Tabel 3.31:	<i>Contact</i> untuk <i>base plate</i> tanpa <i>stiffeners</i>	44
Tabel 3.32:	<i>Contact</i> untuk <i>base plate</i> dengan <i>stiffeners</i>	45
Tabel 3.33:	<i>Contact</i> untuk <i>base plate</i> dengan <i>stiffeners</i> + balok	45
Tabel 4.1:	Hasil momen-rotasi tiap model	52
Tabel 4.2:	Klasifikasi <i>base plate</i>	80
Tabel 4.3:	Nilai beban tarik yang terjadi pada angkur 1 <i>base plate</i> tanpa <i>stiffeners</i> TP 45 B 4	83
Tabel 4.4:	Nilai beban tarik yang terjadi pada angkur 2 <i>base plate</i> tanpa <i>stiffeners</i> TP 45 B 4	85
Tabel 4.5:	Nilai beban tarik yang terjadi pada angkur 1 <i>base plate</i> tanpa <i>stiffeners</i> TP 40 B 4	87
Tabel 4.6:	Nilai beban tarik yang terjadi pada angkur 2 <i>base plate</i> tanpa <i>stiffeners</i> TP 40 B 4	89
Tabel 4.7:	Nilai beban tarik yang terjadi pada angkur 1 <i>base plate</i> tanpa <i>stiffeners</i> TP 35 B 4	91
Tabel 4.8:	Nilai beban tarik yang terjadi pada angkur 2 <i>base plate</i> tanpa <i>stiffeners</i> TP 35 B 4	93

Tabel 4.9:	Nilai beban tarik yang terjadi pada angkur 1 <i>base plate</i> tanpa <i>stiffners</i> TP 45 B 6	95
Tabel 4.10:	Nilai beban tarik yang terjadi pada angkur 2 <i>base plate</i> tanpa <i>stiffners</i> TP 45 B 6	97
Tabel 4.11:	Nilai beban tarik yang terjadi pada angkur 3 <i>base plate</i> tanpa <i>stiffners</i> TP 45 B 6	98
Tabel 4.12:	Nilai beban tarik yang terjadi pada angkur 1 <i>base plate</i> tanpa <i>stiffners</i> TP 40 B 6	101
Tabel 4.13:	Nilai beban tarik yang terjadi pada angkur 2 <i>base plate</i> tanpa <i>stiffners</i> TP 40 B 6	102
Tabel 4.14:	Nilai beban tarik yang terjadi pada angkur 3 <i>base plate</i> tanpa <i>stiffners</i> TP 40 B 6	103
Tabel 4.15:	Nilai beban tarik yang terjadi pada angkur 1 <i>base plate</i> tanpa <i>stiffners</i> TP 35 B 6	105
Tabel 4.16:	Nilai beban tarik yang terjadi pada angkur 2 <i>base plate</i> tanpa <i>stiffners</i> TP 35 B 6	106
Tabel 4.17:	Nilai beban tarik yang terjadi pada angkur 3 <i>base plate</i> tanpa <i>stiffners</i> TP 35 B 6	108
Tabel 4.18:	Nilai beban tarik yang terjadi pada angkur 1 <i>base plate</i> dengan <i>stiffners</i> TP 45 B 4	110
Tabel 4.19:	Nilai beban tarik yang terjadi pada angkur 2 <i>base plate</i> dengan <i>stiffners</i> TP 45 B 4	112
Tabel 4.20:	Nilai beban tarik yang terjadi pada angkur 1 <i>base plate</i> dengan <i>stiffners</i> TP 40 B 4	114
Tabel 4.21:	Nilai beban tarik yang terjadi pada angkur 2 <i>base plate</i> dengan <i>stiffners</i> TP 40 B 4	116
Tabel 4.22:	Nilai beban tarik yang terjadi pada angkur 1 <i>base plate</i> dengan <i>stiffners</i> TP 35 B 4	118
Tabel 4.23:	Nilai beban tarik yang terjadi pada angkur 2 <i>base plate</i> dengan <i>stiffners</i> TP 35 B 4	120
Tabel 4.24:	Nilai beban tarik yang terjadi pada angkur 1 <i>base plate</i> dengan <i>stiffners</i> TP 45 B 6	122

Tabel 4.25:	Nilai beban tarik yang terjadi pada angkur 2 <i>base plate</i> dengan <i>stiffeners</i> TP 45 B 6	124
Tabel 4.26:	Nilai beban tarik yang terjadi pada angkur 3 <i>base plate</i> dengan <i>stiffeners</i> TP 45 B 6	125
Tabel 4.27:	Nilai beban tarik yang terjadi pada angkur 1 <i>base plate</i> dengan <i>stiffeners</i> TP 40 B 6	127
Tabel 4.28:	Nilai beban tarik yang terjadi pada angkur 2 <i>base plate</i> dengan <i>stiffeners</i> TP 40 B 6	128
Tabel 4.29:	Nilai beban tarik yang terjadi pada angkur 3 <i>base plate</i> dengan <i>stiffeners</i> TP 40 B 6	130
Tabel 4.30:	Nilai beban tarik yang terjadi pada angkur 1 <i>base plate</i> dengan <i>stiffeners</i> TP 35 B 6	132
Tabel 4.31:	Nilai beban tarik yang terjadi pada angkur 2 <i>base plate</i> dengan <i>stiffeners</i> TP 35 B 6	133
Tabel 4.32:	Nilai beban tarik yang terjadi pada angkur 3 <i>base plate</i> dengan <i>stiffeners</i> TP 35 B 6	134
Tabel 4.33:	Nilai beban tarik yang terjadi pada angkur 1 <i>base plate</i> dengan <i>stiffeners</i> + balok TP 45 B 4	136
Tabel 4.34:	Nilai beban tarik yang terjadi pada angkur 2 <i>base plate</i> dengan <i>stiffeners</i> + balok TP 45 B 4	138
Tabel 4.35:	Nilai beban tarik yang terjadi pada angkur 1 <i>base plate</i> dengan <i>stiffeners</i> + balok TP 40 B 4	140
Tabel 4.36:	Nilai beban tarik yang terjadi pada angkur 2 <i>base plate</i> dengan <i>stiffeners</i> + balok TP 40 B 4	142
Tabel 4.37:	Nilai beban tarik yang terjadi pada angkur 1 <i>base plate</i> dengan <i>stiffeners</i> + balok TP 35 B 4	144
Tabel 4.38:	Nilai beban tarik yang terjadi pada angkur 2 <i>base plate</i> dengan <i>stiffeners</i> + balok TP 35 B 4	146
Tabel 4.39:	Nilai beban tarik yang terjadi pada angkur 1 <i>base plate</i> dengan <i>stiffeners</i> + balok TP 45 B 6	148
Tabel 4.40:	Nilai beban tarik yang terjadi pada angkur 2 <i>base plate</i> dengan <i>stiffeners</i> + balok TP 45 B 6	149

Tabel 4.41:	Nilai beban tarik yang terjadi pada angkur 3 <i>base plate</i> dengan <i>stiffners</i> + balok TP 45 B 6	151
Tabel 4.42:	Nilai beban tarik yang terjadi pada angkur 1 <i>base plate</i> dengan <i>stiffners</i> + balok TP 40 B 6	153
Tabel 4.43:	Nilai beban tarik yang terjadi pada angkur 2 <i>base plate</i> dengan <i>stiffners</i> + balok TP 40 B 6	154
Tabel 4.44:	Nilai beban tarik yang terjadi pada angkur 3 <i>base plate</i> dengan <i>stiffners</i> + balok TP 40 B 6	156
Tabel 4.45:	Nilai beban tarik yang terjadi pada angkur 1 <i>base plate</i> dengan <i>stiffners</i> + balok TP 35 B 6	158
Tabel 4.46:	Nilai beban tarik yang terjadi pada angkur 2 <i>base plate</i> dengan <i>stiffners</i> + balok TP 35 B 6	159
Tabel 4.47:	Nilai beban tarik yang terjadi pada angkur 3 <i>base plate</i> dengan <i>stiffners</i> + balok TP 35 B 6	161
Tabel 4.48:	Besarnya beban monotonik saat terjadi retak pada <i>base plate</i> tanpa <i>stiffners</i> TP 45 B 4	179
Tabel 4.49:	Besarnya beban monotonik saat terjadi retak pada <i>base plate</i> tanpa <i>stiffners</i> TP 40 B 4	181
Tabel 4.50:	Data pembebanan saat terjadi keretakan pada <i>base plate</i> tanpa <i>stiffners</i> TP 35 B 4	183
Tabel 4.51:	Data pembebanan saat terjadi keretakan pada <i>base plate</i> tanpa <i>stiffners</i> TP 45 B 6	185
Tabel 4.52:	Data pembebanan saat terjadi keretakan pada <i>base plate</i> tanpa <i>stiffners</i> TP 40 B 6	187
Tabel 4.53:	Data pembebanan saat terjadi keretakan pada <i>base plate</i> tanpa <i>stiffners</i> TP 35 B 6	189
Tabel 4.54:	Data pembebanan saat terjadi keretakan pada <i>base plate</i> dengan <i>stiffners</i> TP 45 B 4	191
Tabel 4.55:	Data pembebanan saat terjadi keretakan pada <i>base plate</i> dengan <i>stiffners</i> TP 40 B 4	193
Tabel 4.56:	Data pembebanan saat terjadi keretakan pada <i>base plate</i> dengan <i>stiffners</i> TP 35 B 4	195

Tabel 4.57:	Data pembebanan saat terjadi keretakan pada <i>base plate</i> dengan <i>stiffners</i> TP 45 B 6	197
Tabel 4.58:	Data pembebanan saat terjadi keretakan pada <i>base plate</i> dengan <i>stiffners</i> TP 40 B 6	199
Tabel 4.59:	Data pembebanan saat terjadi keretakan pada <i>base plate</i> dengan <i>stiffners</i> TP 35 B 6	201
Tabel 4.60:	Data pembebanan saat terjadi keretakan pada <i>base plate</i> dengan <i>stiffners</i> + balok TP 45 B 4	203
Tabel 4.61:	Data pembebanan saat terjadi keretakan pada <i>base plate</i> dengan <i>stiffners</i> + balok TP 40 B 4	206
Tabel 4.62:	Data pembebanan saat terjadi keretakan pada <i>base plate</i> dengan <i>stiffners</i> + balok TP 35 B 4.	208
Tabel 4.63:	Data pembebanan saat terjadi keretakan pada <i>base plate</i> dengan <i>stiffners</i> + balok TP 45 B 6.	210
Tabel 4.64:	Data pembebanan saat terjadi keretakan pada <i>base plate</i> dengan <i>stiffners</i> + balok TP 40 B 6.	212
Tabel 4.65:	Data pembebanan saat terjadi keretakan pada <i>base plate</i> dengan <i>stiffners</i> + balok TP 35 B 6.	214
Tabel L2.1:	Faktor keutamaan gempa.	224
Tabel L2.2:	Kategori desain seismik untuk periode pendek	226
Tabel L2.3:	Kategori desain seismic untuk periode 1 detik.	226
Tabel L2.4:	Prosedur analisis pembebanan gempa.	229
Tabel L2.5:	Penentuan nilai $C_t$ dan $x$	229
Tabel L2.6:	Penentuan nilai $C_u$	230
Tabel L2.7:	Gaya lateral gempa pada arah X dan Y	230
Tabel L2.8:	<i>Story Shears</i> arah X dan Y	230
Tabel L2.9:	Modal pada arah X dan Y	231
Tabel L6.1:	Data tegangan-regangan <i>base plate</i> tanpa <i>stiffners</i> TP 45 B 4	244
Tabel L6.2:	Data tegangan-regangan <i>base plate</i> tanpa <i>stiffners</i> TP 40 B 4	244

Tabel L6.3:	Data tegangan-regangan <i>base plate</i> tanpa <i>stiffners</i> TP 35 B 4	245
Tabel L6.4:	Data tegangan-regangan <i>base plate</i> tanpa <i>stiffners</i> TP 45 B 6	245
Tabel L6.5:	Data tegangan-regangan <i>base plate</i> tanpa <i>stiffners</i> TP 40 B 6	246
Tabel L6.6:	Data tegangan-regangan <i>base plate</i> tanpa <i>stiffners</i> TP 35 B 6	246
Tabel L6.7:	Data tegangan-regangan <i>base plate</i> dengan <i>stiffners</i> TP 45 B 4	247
Tabel L6.8:	Data tegangan-regangan <i>base plate</i> dengan <i>stiffners</i> TP 40 B 4	247
Tabel L6.9:	Data tegangan-regangan <i>base plate</i> dengan <i>stiffners</i> TP 35 B 4	248
Tabel L6.10:	Data tegangan-regangan <i>base plate</i> dengan <i>stiffners</i> TP 45 B 6	248
Tabel L6.11:	Data tegangan-regangan <i>base plate</i> dengan <i>stiffners</i> TP 40 B 6	249
Tabel L6.12:	Data tegangan-regangan <i>base plate</i> dengan <i>stiffners</i> TP 35 B 6	249
Tabel L6.13:	Data tegangan-regangan <i>base plate</i> dengan <i>stiffners</i> + balok TP 45 B 4	250
Tabel L6.14:	Data tegangan-regangan <i>base plate</i> dengan <i>stiffners</i> + balok TP 40 B 4	250
Tabel L6.15:	Data tegangan-regangan <i>base plate</i> dengan <i>stiffners</i> + balok TP 35 B 4	251
Tabel L6.16:	Data tegangan-regangan <i>base plate</i> dengan <i>stiffners</i> + balok TP 45 B 6	252
Tabel L6.17:	Data tegangan-regangan <i>base plate</i> dengan <i>stiffners</i> + balok TP 40 B 6	252
Tabel L6.18:	Data tegangan-regangan <i>base plate</i> dengan <i>stiffners</i> + balok TP 35 B 6	253



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1:	Komponen sambungan pelat dasar kolom (Olii, Handono, dan Pandaleke 2018)	5
Gambar 2.2:	Piramida terpacung terkait $A_1$ dan $A_2$ (Dewobroto 2016)	6
Gambar 2.3:	<i>Base plate</i> terhadap beban konsentris (Dewobroto 2016)	7
Gambar 2.4:	Distribusi tegangan persegi eksentrisitas kecil (Dewobroto 2016)	8
Gambar 2.5:	Distribusi tegangan persegi eksentrisitas besar (Dewobroto 2016)	9
Gambar 2.6:	Angkur tanam cor ditempat: a). kepala baut hex dengan ring, b). baut L, c). Baut J, dan d) kepala stud di las. (Anonim 2019)	10
Gambar 2.7:	Angkur tanam pascacor: a). angkur adhesif, b). angkur ujung diperlebar, c). angkur ekspansi terkontrol torsi, c1). tipe selongsong, c2). tipe stud, dan d) angkur ekspansi terkontrol perpindahan tipe <i>drop-in</i> (Anonim 2019)	11
Gambar 2.8:	Prosedur inkremental beban pada metode Newton-Raphson (Sumiri dan Noriji 2015)	19
Gambar 2.9:	Grafik tegangan-regangan baja	20
Gambar 2.10:	Definisi kekakuan, kekuatan, dan karakteristik daktilitas momen-rotasi (Anonim 2010)	21
Gambar 2.11:	Klasifikasi momen-rotasi dengan batas <i>fully restrained</i> (FR), <i>partially restrained</i> (PR), dan <i>simple</i> (Anonim 2010)	22
Gambar 2.12:	Kurva <i>bilinier isotropic hardening</i> (Cornelis 2017)	23
Gambar 3.1:	Diagram alir pembuatan dan analisis pada <i>base plate</i>	24
Gambar 3.2:	Model gedung 3D	27
Gambar 3.3:	<i>Joint label</i> pada tingkat <i>base</i>	34
Gambar 3.4:	<i>Joint</i> pada grid 3B untuk desain <i>base plate</i>	34
Gambar 3.5:	Tinggi kolom untuk model	35

Gambar 3.6:	Dimensi kolom H 500 x 500	35
Gambar 3.7:	Dimensi <i>base plate</i> tanpa <i>stiffners</i>	36
Gambar 3.8:	Dimensi <i>base plate</i> dengan <i>stiffners</i>	36
Gambar 3.9:	Dimensi <i>base plate</i> dengan <i>stiffners</i> + balok	37
Gambar 3.10:	Dimensi <i>stiffners</i> pada model <i>base plate</i> dengan <i>stiffners</i> dan penempatannya	37
Gambar 3.11:	Dimensi <i>stiffners</i> pada model <i>base plate</i> dengan <i>stiffners</i> + balok dan penempatannya	37
Gambar 3.12:	Jarak tepi minimum	38
Gambar 3.13:	Diameter angkur	38
Gambar 3.14:	Jarak tanam angkur ke beton	38
Gambar 3.15:	Model 1 <i>base plate</i> tanpa <i>stiffners</i>	39
Gambar 3.16:	Model 2 <i>base plate</i> dengan <i>stiffners</i>	39
Gambar 3.17:	Model 3 <i>base plate</i> dengan balok + <i>stiffners</i>	40
Gambar 3.18:	Input material BJ-41 pada software	41
Gambar 3.19:	Input material ASTM A449 pada software	41
Gambar 3.20:	Grafik <i>bilinier isotropic hardening</i>	42
Gambar 3.21:	Input material $f_c'25$ pada software	42
Gambar 3.22:	Input model <i>base plate</i> ke <i>software</i>	44
Gambar 3.23:	Mengatur <i>contact</i> pada <i>base plate</i>	45
Gambar 3.24:	<i>Generate mesh</i> pada model <i>base plate</i>	46
Gambar 3.25:	<i>Meshing</i> pada <i>base plate</i> tanpa <i>stiffners</i>	46
Gambar 3.26:	<i>Meshing</i> pada <i>base plate</i> dengan <i>stiffners</i>	47
Gambar 3.27:	<i>Meshing</i> pada <i>base plate</i> dengan <i>stiffners</i> + balok	47
Gambar 3.28:	Penerapan beban aksial dan beban monotik serta mendefinisikan beban	48

Gambar 3.29:	Penerapan tumpuan jepit pada <i>base plate</i>	48
Gambar 3.30:	Pengaturan <i>time step</i> dan <i>large deflection</i>	49
Gambar 3.31:	Pengaturan <i>newton raphson</i>	49
Gambar 4.1:	Rotasi pada <i>base plate</i> tanpa <i>stiffners</i> TP 40 B 4	50
Gambar 4.2:	Rotasi pada <i>base plate</i> dengan <i>stiffners</i> TP 40 B 4	50
Gambar 4.3:	Rotasi pada <i>base plate</i> dengan <i>stiffners</i> + balok TP 40 B 4	51
Gambar 4.4:	Grafik momen-rotasi <i>base plate</i> tanpa <i>stiffners</i> yang memiliki ketebalan berbeda dan jumlah angkur 4 buah	52
Gambar 4.5:	Grafik momen-rotasi <i>base plate</i> tanpa <i>stiffners</i> yang memiliki ketebalan berbeda dan jumlah angkur 6	53
Gambar 4.6:	Pengaruh ketebalan <i>base plate</i> tanpa <i>stiffners</i> terhadap momen ultimate	54
Gambar 4.7:	Pengaruh ketebalan <i>base plate</i> tanpa <i>stiffners</i> terhadap rotasi	54
Gambar 4.8:	Grafik momen-rotasi <i>base plate</i> dengan <i>stiffners</i> yang memiliki ketebalan berbeda dan jumlah angkur 4	55
Gambar 4.9:	Grafik momen-rotasi <i>base plate</i> dengan <i>stiffners</i> yang memiliki ketebalan berbeda dan jumlah angkur 6	56
Gambar 4.10:	Pengaruh ketebalan <i>base plate</i> dengan <i>stiffners</i> terhadap momen ultimate	56
Gambar 4.11:	Pengaruh ketebalan <i>base plate</i> dengan <i>stiffners</i> terhadap rotasi	57
Gambar 4.12:	Grafik momen-rotasi <i>base plate</i> dengan <i>stiffners</i> + balok yang memiliki ketebalan berbeda dan jumlah angkur 4	58
Gambar 4.13:	Grafik momen-rotasi <i>base plate</i> dengan <i>stiffners</i> + balok yang memiliki ketebalan berbeda dan jumlah angkur 6	58
Gambar 4.14:	Pengaruh ketebalan <i>base plate</i> dengan balok+ <i>stiffners</i> terhadap momen ultimate	59
Gambar 4.15:	Pengaruh ketebalan <i>base plate</i> dengan balok + <i>stiffners</i> terhadap rotasi	60

Gambar 4.16:	Grafik momen-rotasi <i>base plate</i> tanpa <i>stiffners</i> yang memiliki ketebalan plat 45 mm dan jumlah angkur berbeda	61
Gambar 4.17:	Grafik momen-rotasi <i>base plate</i> tanpa <i>stiffners</i> yang memiliki ketebalan plat 40 mm dan jumlah angkur berbeda	61
Gambar 4.18:	Grafik momen-rotasi non <i>stiffners</i> yang memiliki ketebalan plat 35 mm dan jumlah angkur berbeda	62
Gambar 4.19:	Pengaruh jumlah angkur pada <i>base plate</i> dengan tanpa <i>stiffners</i> terhadap momen ultimate	63
Gambar 4.20:	Pengaruh jumlah angkur pada <i>base plate</i> dengan tanpa <i>stiffners</i> terhadap rotasi	63
Gambar 4.21:	Grafik momen-rotasi dengan <i>stiffners</i> yang memiliki ketebalan plat 45 mm dan jumlah angkur berbeda	64
Gambar 4.22:	Grafik momen-rotasi <i>base plate</i> dengan <i>stiffners</i> yang memiliki ketebalan plat 40 mm dan jumlah angkur berbeda	65
Gambar 4.23:	Grafik momen-rotasi <i>base plate</i> dengan <i>stiffners</i> yang memiliki ketebalan plat 35 mm dan jumlah angkur berbeda	65
Gambar 4.24:	Pengaruh jumlah angkur pada <i>base plate</i> dengan <i>stiffners</i> terhadap momen ultimate	66
Gambar 4.25:	Pengaruh jumlah angkur pada <i>base plate</i> dengan dengan <i>stiffners</i> terhadap rotasi	67
Gambar 4.26:	Grafik momen-rotasi <i>base plate</i> dengan <i>stiffners</i> + balok yang memiliki ketebalan plat 45 mm dan jumlah angkur berbeda	68
Gambar 4.27:	Grafik momen-rotasi <i>base plate</i> dengan <i>stiffners</i> + balok yang memiliki ketebalan plat 40 mm dan jumlah angkur berbeda	68
Gambar 4.28:	Grafik momen-rotasi <i>base plate</i> dengan <i>stiffners</i> + balok yang memiliki ketebalan plat 35 mm dan jumlah angkur berbeda	69
Gambar 4.29:	Pengaruh jumlah angkur pada <i>base plate</i> dengan balok + <i>stiffners</i> terhadap momen ultimate	70

Gambar 4.30:	Pengaruh jumlah angkur pada <i>base plate</i> dengan dengan <i>stiffners</i> terhadap rotasi	70
Gambar 4.31:	Grafik momen-rotasi <i>base plate</i> dengan tebal plat 45 mm dan jumlah baut angkur 4	71
Gambar 4.32:	Grafik momen-rotasi <i>base plate</i> dengan tebal plat 45 mm dan jumlah baut angkur 6	72
Gambar 4.33:	Grafik momen-rotasi <i>base plate</i> dengan tebal plat 40 mm dan jumlah baut angkur 4	72
Gambar 4.34:	Grafik momen-rotasi <i>base plate</i> dengan tebal plat 40 mm dan jumlah baut angkur 6	73
Gambar 4.35:	Grafik momen-rotasi <i>base plate</i> dengan tebal plat 35 mm dan jumlah baut angkur 4	74
Gambar 4.36:	Grafik momen-rotasi <i>base plate</i> dengan tebal plat 35 mm dan jumlah baut angkur 6	74
Gambar 4.37:	Diagram pengaruh model <i>base plate</i> terhadap momen ultimate	76
Gambar 4.38:	Diagram pengaruh model <i>base plate</i> terhadap rotasi	78
Gambar 4.39:	Tegangan pada <i>base plate</i> tanpa <i>stiffners</i> TP 45 B 4	82
Gambar 4.40:	Grafik tegangan-regangan pada <i>base plate</i> tanpa <i>stiffners</i> TP 45 B 4	82
Gambar 4.41:	Tegangan yang terjadi pada angkur 1 <i>base plate</i> tanpa <i>stiffners</i> TP 45 B 4	83
Gambar 4.42:	Tegangan yang terjadi pada angkur 2 <i>base plate</i> tanpa <i>stiffners</i> TP 45 B 4	84
Gambar 4.43:	Tegangan pada <i>base plate</i> tanpa <i>stiffners</i> TP 40 B 4	86
Gambar 4.44:	Grafik tegangan-regangan pada <i>base plate</i> tanpa <i>stiffners</i> TP 40 B 4	86
Gambar 4.45:	Tegangan yang terjadi pada angkur 1 <i>base plate</i> tanpa <i>stiffners</i> TP 40 B 4	87
Gambar 4.46:	Tegangan yang terjadi pada angkur 2 <i>base plate</i> tanpa <i>stiffners</i> TP 40 B 4	88

Gambar 4.47:	Tegangan pada <i>base plate</i> tanpa <i>stiffners</i> TP 35 B 4	90
Gambar 4.48:	Grafik tegangan-regangan pada <i>base plate</i> tanpa <i>stiffners</i> TP 35 B 4	90
Gambar 4.49:	Tegangan yang terjadi pada angkur 1 <i>base plate</i> tanpa <i>stiffners</i> TP 35 B 4	91
Gambar 4.50:	Tegangan yang terjadi pada angkur 2 <i>base plate</i> tanpa <i>stiffners</i> TP 35 B 4	92
Gambar 4.51:	Tegangan pada <i>base plate</i> tanpa <i>stiffners</i> TP 45 B 6	94
Gambar 4.52:	Grafik tegangan-regangan pada <i>base plate</i> tanpa <i>stiffners</i> TP 45 B 6	94
Gambar 4.53:	Tegangan yang terjadi pada angkur 1 <i>base plate</i> tanpa <i>stiffners</i> TP 45 B 6	95
Gambar 4.54:	Tegangan yang terjadi pada angkur 2 <i>base plate</i> tanpa <i>stiffners</i> TP 45 B 6	96
Gambar 4.55:	Tegangan yang terjadi pada angkur 3 <i>base plate</i> tanpa <i>stiffners</i> TP 45 B 6	98
Gambar 4.56:	Tegangan pada <i>base plate</i> tanpa <i>stiffners</i> TP 40 B 6	99
Gambar 4.57:	Grafik tegangan-regangan pada <i>base plate</i> tanpa <i>stiffners</i> TP 40 B 6	100
Gambar 4.58:	Tegangan yang terjadi pada angkur 1 <i>base plate</i> tanpa <i>stiffners</i> TP 40 B 6	100
Gambar 4.59:	Tegangan yang terjadi pada angkur 2 <i>base plate</i> tanpa <i>stiffners</i> TP 40 B 6	101
Gambar 4.60:	Tegangan yang terjadi pada angkur 3 <i>base plate</i> tanpa <i>stiffners</i> TP 40 B 6	102
Gambar 4.61:	Tegangan pada <i>base plate</i> tanpa <i>stiffners</i> TP 35 B 6	104
Gambar 4.62:	Grafik tegangan-regangan pada <i>base plate</i> tanpa <i>stiffners</i> TP 35 B 6	104
Gambar 4.63:	Tegangan yang terjadi pada angkur 1 <i>base plate</i> tanpa <i>stiffners</i> TP 35 B 6	105

Gambar 4.64:	Tegangan yang terjadi pada angkur 2 <i>base plate</i> tanpa <i>stiffners</i> TP 35 B 6	106
Gambar 4.65:	Tegangan yang terjadi pada angkur 3 <i>base plate</i> tanpa <i>stiffners</i> TP 35 B 6	107
Gambar 4.66:	Tegangan pada <i>base plate</i> dengan <i>stiffners</i> TP 45 B 4	109
Gambar 4.67:	Grafik tegangan-regangan pada <i>base plate</i> dengan <i>stiffners</i> TP 45 B 4	109
Gambar 4.68:	Tegangan yang terjadi pada angkur 1 <i>base plate</i> dengan <i>stiffners</i> TP 45 B 4	110
Gambar 4.69:	Tegangan yang terjadi pada angkur 2 <i>base plate</i> dengan <i>stiffners</i> TP 45 B 4	111
Gambar 4.70:	Tegangan pada <i>base plate</i> dengan <i>stiffners</i> TP 40 B 4	113
Gambar 4.71:	Grafik tegangan-regangan pada <i>base plate</i> dengan <i>stiffners</i> TP 40 B 4	113
Gambar 4.72:	Tegangan yang terjadi pada angkur 1 <i>base plate</i> dengan <i>stiffners</i> TP 40 B 4	114
Gambar 4.73:	Tegangan yang terjadi pada angkur 2 <i>base plate</i> dengan <i>stiffners</i> TP 40 B 4	115
Gambar 4.74:	Tegangan pada <i>base plate</i> dengan <i>stiffners</i> TP 35 B 4	117
Gambar 4.75:	Grafik tegangan –regangan pada <i>base plate</i> dengan <i>stiffners</i> TP 35 B 4	117
Gambar 4.76:	Tegangan yang terjadi pada angkur 1 <i>base plate</i> dengan <i>stiffners</i> TP 35 B 4	118
Gambar 4.77:	Tegangan yang terjadi pada angkur 2 <i>base plate</i> dengan <i>stiffners</i> TP 35 B 4	119
Gambar 4.78:	Tegangan pada <i>base plate</i> dengan <i>stiffners</i> TP 45 B 6	121
Gambar 4.79:	Grafik tegangan-regangan pada <i>base plate</i> dengan <i>stiffners</i> TP 45 B 6	121
Gambar 4.80:	Tegangan yang terjadi pada angkur 1 <i>base plate</i> dengan <i>stiffners</i> TP 45 B 6	122

Gambar 4.81:	Tegangan yang terjadi pada angkur 2 <i>base plate</i> dengan <i>stiffners</i> TP 45 B 6	123
Gambar 4.82:	Tegangan yang terjadi pada angkur 3 <i>base plate</i> dengan <i>stiffners</i> TP 45 B 6	124
Gambar 4.83:	Tegangan pada <i>base plate</i> dengan <i>stiffners</i> TP 40 B 6	126
Gambar 4.84:	Grafik tegangan-regangan pada <i>base plate</i> dengan <i>stiffners</i> TP 40 B 6	126
Gambar 4.85:	Tegangan yang terjadi pada angkur 1 <i>base plate</i> dengan <i>stiffners</i> TP 40 B 6	127
Gambar 4.86:	Tegangan yang terjadi pada angkur 2 <i>base plate</i> dengan <i>stiffners</i> TP 40 B 6	128
Gambar 4.87:	Tegangan yang terjadi pada angkur 3 <i>base plate</i> dengan <i>stiffners</i> TP 40 B 6	129
Gambar 4.88:	Tegangan pada <i>base plate</i> dengan <i>stiffners</i> TP 35 B 6	130
Gambar 4.89:	Grafik tegangan-regangan pada <i>base plate</i> dengan <i>stiffners</i> TP 35 B 6	131
Gambar 4.90:	Tegangan yang terjadi pada angkur 1 <i>base plate</i> dengan <i>stiffners</i> TP 35 B 6	131
Gambar 4.91:	Tegangan yang terjadi pada angkur 2 <i>base plate</i> dengan <i>stiffners</i> TP 35 B 6	132
Gambar 4.92:	Tegangan yang terjadi pada angkur 3 <i>base plate</i> dengan <i>stiffners</i> TP 35 B 6	133
Gambar 4.93:	Tegangan pada <i>base plate</i> dengan <i>stiffners</i> + balok TP 45 B 4	135
Gambar 4.94:	Grafik tegangan-regangan pada <i>base plate</i> dengan <i>stiffners</i> + balok TP 45 B 4	135
Gambar 4.95:	Tegangan yang terjadi pada angkur 1 <i>base plate</i> dengan <i>stiffners</i> + balok TP 45 B 4	136
Gambar 4.96:	Tegangan yang terjadi pada angkur 2 <i>base plate</i> dengan <i>stiffners</i> + balok TP 45 B 4	137
Gambar 4.97:	Tegangan pada <i>base plate</i> dengan <i>stiffners</i> + balok TP 40 B 4	139



Gambar 4.98: Grafik tegangan terhadap beban pada <i>base plate</i> dengan <i>stiffners</i> + balok TP 40 B 4	139
Gambar 4.99: Tegangan yang terjadi pada angkur 1 <i>base plate</i> dengan <i>stiffners</i> + balok TP 40 B 4	140
Gambar 4.100: Tegangan yang terjadi pada angkur 2 <i>base plate</i> dengan <i>stiffners</i> + balok TP 40 B 4	141
Gambar 4.101: Tegangan pada <i>base plate</i> dengan <i>stiffners</i> + balok TP 35 B 4	143
Gambar 4.102: Grafik tegangan terhadap beban pada <i>base plate</i> dengan <i>stiffners</i> + balok TP 35 B 4	143
Gambar 4.103: Tegangan yang terjadi pada angkur 1 <i>base plate</i> dengan <i>stiffners</i> + balok TP 35 B 4	144
Gambar 4.104: Tegangan yang terjadi pada angkur 2 <i>base plate</i> dengan <i>stiffners</i> + balok TP 35 B 4	145
Gambar 4.105: Tegangan pada <i>base plate</i> dengan <i>stiffners</i> + balok TP 45 B 6	147
Gambar 4.106: Grafik tegangan-regangan pada <i>base plate</i> dengan <i>stiffners</i> + balok TP 45 B 6	147
Gambar 4.107: Tegangan yang terjadi pada angkur 1 <i>base plate</i> dengan <i>stiffners</i> + balok TP 45 B 6	148
Gambar 4.108: Tegangan yang terjadi pada angkur 2 <i>base plate</i> dengan <i>stiffners</i> + balok TP 45 B 6	149
Gambar 4.109: Tegangan yang terjadi pada angkur 3 <i>base plate</i> dengan <i>stiffners</i> + balok TP 45 B 6	150
Gambar 4.110: Tegangan pada <i>base plate</i> dengan <i>stiffners</i> + balok TP 40 B 6	152
Gambar 4.111: Grafik tegangan-regangan pada <i>base plate</i> dengan <i>stiffners</i> + balok TP 40 B 6	152
Gambar 4.112: Tegangan yang terjadi pada angkur 1 <i>base plate</i> dengan <i>stiffners</i> + balok TP 40 B 6	153
Gambar 4.113: Tegangan yang terjadi pada angkur 2 <i>base plate</i> dengan <i>stiffners</i> + balok TP 40 B 6	154

Gambar 4.114: Tegangan yang terjadi pada angkur 3 <i>base plate</i> dengan <i>stiffners</i> + balok TP 40 B 6	155
Gambar 4.115: Tegangan pada <i>base plate</i> dengan <i>stiffners</i> + balok TP 35 B 6	157
Gambar 4.116: Grafik tegangan-regangan pada <i>base plate</i> dengan <i>stiffners</i> + balok TP 35 B 6	157
Gambar 4.117: Tegangan yang terjadi pada angkur 1 <i>base plate</i> dengan <i>stiffners</i> + balok TP 35 B 6	158
Gambar 4.118: Tegangan yang terjadi pada angkur 2 <i>base plate</i> dengan <i>stiffners</i> + balok TP 35 B 6	159
Gambar 4.119: Tegangan yang terjadi pada angkur 3 <i>base plate</i> dengan <i>stiffners</i> + balok TP 35 B 6	160
Gambar 4.120: Perbandingan tegangan-regangan terhadap tebal <i>base plate</i> tanpa <i>stiffners</i> B 4	162
Gambar 4.121: Perbandingan tegangan-regangan terhadap tebal <i>base plate</i> tanpa <i>stiffners</i> B 6	162
Gambar 4.122: Perbandingan tegangan-regangan terhadap tebal <i>base plate</i> dengan <i>stiffners</i> B 4	163
Gambar 4.123: Perbandingan tegangan-regangan terhadap tebal <i>base plate</i> dengan <i>stiffners</i> B 6	164
Gambar 4.124: Perbandingan tegangan-regangan terhadap tebal <i>base plate</i> dengan <i>stiffners</i> + balok B 4	165
Gambar 4.125: Perbandingan tegangan-regangan terhadap tebal <i>base plate</i> dengan <i>stiffners</i> + balok B 6	165
Gambar 4.126: Perbandingan tegangan-regangan terhadap jumlah angkur pada <i>base plate</i> tanpa <i>stiffners</i> TP 45	166
Gambar 4.127: Perbandingan tegangan-regangan terhadap jumlah angkur pada <i>base plate</i> tanpa <i>stiffners</i> TP 40	167
Gambar 4.128: Perbandingan tegangan-regangan terhadap jumlah angkur pada <i>base plate</i> tanpa <i>stiffners</i> TP 35	168
Gambar 4.129: Perbandingan tegangan-regangan terhadap jumlah angkur pada <i>base plate</i> dengan <i>stiffners</i> TP 45	169

Gambar 4.130: Perbandingan tegangan-regangan terhadap jumlah angkur pada <i>base plate</i> dengan <i>stiffners</i> TP 40	169
Gambar 4.131: Perbandingan tegangan-regangan terhadap jumlah angkur pada <i>base plate</i> dengan <i>stiffners</i> TP 35	170
Gambar 4.132: Perbandingan tegangan-regangan terhadap jumlah angkur pada <i>base plate</i> dengan <i>stiffners</i> + balok TP 45	171
Gambar 4.133: Perbandingan tegangan-regangan terhadap jumlah angkur pada <i>base plate</i> dengan <i>stiffners</i> + balok TP 40	171
Gambar 4.134: Perbandingan tegangan-regangan terhadap jumlah angkur pada <i>base plate</i> dengan <i>stiffners</i> + balok TP 35	172
Gambar 4.135: Perbandingan tegangan-regangan terhadap model <i>base plate</i> TP 45 B 4	173
Gambar 4.136: Perbandingan tegangan-regangan terhadap model <i>base plate</i> TP 40 B 4	174
Gambar 4.137: Perbandingan tegangan-regangan terhadap model <i>base plate</i> TP 35 B 4	174
Gambar 4.138: Perbandingan tegangan-regangan terhadap model <i>base plate</i> TP 45 B 6	175
Gambar 4.139: Perbandingan tegangan-regangan terhadap model <i>base plate</i> TP 40 B 6	176
Gambar 4.140: Perbandingan tegangan-regangan terhadap model <i>base plate</i> TP 35 B 6	176
Gambar 4.141: Analisis retak pedestal pada <i>base plate</i> tanpa <i>stiffners</i> TP 45 B 4	178
Gambar 4.142: Retak pedestal yang terjadi pada bagian angkur <i>base plate</i> tanpa <i>stiffners</i> TP 45 B 4	178
Gambar 4.143: Analisis retak pedestal pada <i>base plate</i> tanpa <i>stiffners</i> TP 40 B 4	180
Gambar 4.144: Retak pedestal yang terjadi pada bagian angkur <i>base plate</i> tanpa <i>stiffners</i> TP 40 B 4	180
Gambar 4.145: Analisis retak pedestal pada <i>base plate</i> tanpa <i>stiffners</i> TP 35 B 4	182

Gambar 4.146: Retak pedestal yang terjadi pada bagian angkur <i>base plate</i> tanpa <i>stiffners</i> TP 35 B 4	182
Gambar 4.147: Analisis retak pedestal pada <i>base plate</i> tanpa <i>stiffners</i> TP 45 B 6	184
Gambar 4.148: Retak pedestal yang terjadi pada bagian angkur <i>base plate</i> tanpa <i>stiffners</i> TP 45 B 6	184
Gambar 4.149: Analisis retak pedestal pada <i>base plate</i> tanpa <i>stiffners</i> TP 40 B 6	186
Gambar 4.150: Retak pedestal yang terjadi pada bagian angkur <i>base plate</i> tanpa <i>stiffners</i> TP 40 B 6	186
Gambar 4.151: Analisis retak pedestal pada <i>base plate</i> tanpa <i>stiffners</i> TP 35 B 6	188
Gambar 4.152: Retak pedestal yang terjadi pada bagian angkur <i>base plate</i> tanpa <i>stiffners</i> TP 35 B 6	188
Gambar 4.153: Analisis retak pedestal pada <i>base plate</i> dengan <i>stiffners</i> TP 45 B 4	190
Gambar 4.154: Retak pedestal yang terjadi pada bagian angkur <i>base plate</i> dengan <i>stiffners</i> TP 45 B 4	191
Gambar 4.155: Analisis retak pedestal pada <i>base plate</i> dengan <i>stiffners</i> TP 40 B 4	192
Gambar 4.156: Retak pedestal yang terjadi pada bagian angkur <i>base plate</i> dengan <i>stiffners</i> TP 40 B 4	193
Gambar 4.157: Analisis retak pedestal pada <i>base plate</i> dengan <i>stiffners</i> TP 35 B 4	194
Gambar 4.158: Retak pedestal yang terjadi pada bagian angkur <i>base plate</i> dengan <i>stiffners</i> TP 35 B 4	195
Gambar 4.159: Analisis retak pedestal pada <i>base plate</i> dengan <i>stiffners</i> TP 45 B 6	196
Gambar 4.160: Retak pedestal yang terjadi pada bagian angkur <i>base plate</i> dengan <i>stiffners</i> TP 45 B 6	197
Gambar 4.161: Analisis retak pedestal pada <i>base plate</i> dengan <i>stiffners</i> TP 40 B 6	198

Gambar 4.162: Retak pedestal yang terjadi pada bagian angkur <i>base plate</i> dengan <i>stiffeners</i> TP 40 B 6	199
Gambar 4.163: Analisis retak pedestal pada <i>base plate</i> dengan <i>stiffeners</i> TP 35 B 6	200
Gambar 4.164: Retak pedestal yang terjadi pada bagian angkur <i>base plate</i> dengan <i>stiffeners</i> TP 35 B 6	201
Gambar 4.165: Analisis retak pedestal pada <i>base plate</i> dengan <i>stiffeners</i> + balok TP 45 B 4	202
Gambar 4.166: Retak pedestal yang terjadi pada bagian angkur <i>base plate</i> dengan <i>stiffeners</i> + balok TP 45 B 4	203
Gambar 4.167: Analisis retak pedestal pada <i>base plate</i> dengan <i>stiffeners</i> + balok TP 40 B 4	205
Gambar 4.168: Retak pedestal yang terjadi pada bagian angkur <i>base plate</i> dengan <i>stiffeners</i> + balok TP 40 B 4	205
Gambar 4.169: Analisis retak pedestal pada <i>base plate</i> dengan <i>stiffeners</i> + balok TP 35 B 4	207
Gambar 4.170: Retak pedestal yang terjadi pada bagian angkur <i>base plate</i> dengan <i>stiffeners</i> + balok TP 35 B 4	207
Gambar 4.171: Analisis retak pedestal pada <i>base plate</i> dengan <i>stiffeners</i> + balok TP 45 B 6	209
Gambar 4.172: Retak pedestal yang terjadi pada bagian angkur <i>base plate</i> dengan <i>stiffeners</i> + balok TP 45 B 6	209
Gambar 4.173: Analisis retak pedestal pada <i>base plate</i> dengan <i>stiffeners</i> + balok TP 40 B 6	211
Gambar 4.174: Retak pedestal yang terjadi pada bagian angkur <i>base plate</i> dengan <i>stiffeners</i> + balok TP 40 B 6	211
Gambar 4.175: Analisis retak pedestal pada <i>base plate</i> dengan <i>stiffeners</i> + balok TP 35 B 6	213
Gambar 4.176: Retak pedestal yang terjadi pada bagian angkur <i>base plate</i> dengan <i>stiffeners</i> + balok TP 35 B 6	213
Gambar 4.177: Diagram perbandingan retak pedestal terhadap model <i>base plate</i>	215

Gambar L2.1:	Peta parameter $S_s$ untuk daerah Yogyakarta	224
Gambar L2.2:	Peta parameter $S_1$ untuk daerah Yogyakarta	225
Gambar L2.3:	Peta transisi periode panjang, $T_L$ untuk daerah Yogyakarta	228
Gambar L2.4:	Spektrum respon desain untuk daerah Yogyakarta	228

## DAFTAR SIMBOL DAN SINGKATAN

$a$	= Deformasi maksimum
$A_1$	= Luas beton yang dibebani oleh tekan konsentrik
$A_2$	= Luas bawah piramida terpancung dengan luas atasnya $A_1$ , dan sisi miringnya mempunyai rasio horizontal terhadap vertikal sebesar 2:1 ( $\text{mm}^2$ ).
$A_g$	= Luas penampang angkur
$A_{NC}$	= Luas proyeksi maksimum kerusakan angkur kelompok
$A_{NCO}$	= Luas proyeksi maksimum kerusakan angkur tunggal
$A_{se,V}$	= Luas penampang efektif terhadap geser
$B$	= Lebar <i>base plate</i> (mm) = Jumlah angkur
$b$	= Deformasi minimum
$b_f$	= Lebar sayap kolom
$c_{a1}$	= Jarak terpanjang as angkur ke tepi beton
$c_{a2}$	= Jarak terpendek as angkur ke tepi beton
$c_{amin}$	= Jarak as angkur ke tepi beton minimum
$C_d$	= Faktor pembesaran simpangan lateral
$C_p$	= Koefisien tekanan dinding
$c_s$	= Koefisien respons seismik
$D$	= Beban mati
$d$	= Tinggi penampang kolom
$E$	= Modulus elastisitas (MPa)
$E_T$	= <i>Tangent</i> modulus
$E_x$	= Beban gempa arah x
$E_y$	= Beban gempa arah y
$e$	= Eksentrisitas
$\{F^a\}$	= Vektor beban yang bekerja
$F_a$	= Faktor amplifikasi getaran percepatan pada getaran periode pendek
$FR$	= <i>Fully restrained</i>
$F_v$	= Faktor amplifikasi getaran percepatan pada getaran periode 1 detik

$f_c'$	= Kuat tekan beton (MPa)
$f_{p(max)}$	= Tegangan tumpuan nominal maksimum
$f_p, f$	= Tegangan tumpuan nominal
$f_r$	= Modulus retak beton (MPa)
$F_u$	= Kuat tarik ultimate baja
$f_{uta}$	= Kuat tarik baut angkur
$F_y$	= Kuat leleh baja
$G$	= Faktor hambusan angin
$G_{cpi}$	= Koefisien tekanan internal
$h_{ef}$	= Tinggi tanam angkur ke beton
$h_s$	= Tinggi gedung per lantai
$I$	= Momen inersia (mm <sup>4</sup> )
$l$	= Nilai terbesar dari $m$ , $n$ , dan $\lambda_n'$
$I_e$	= Faktor keutamaan gempa
$[K]$	= Matriks kekakuan perpindahan
$KDS$	= Kategori desain seismik
$k_{cp}$	= Faktor pengali $V_{cp}$
$kd$	= Faktor arah angin
$k_e$	= Faktor elevasi permukaan tanah
$kh, kz$	= Koefisien eksposur tekanan kecepatan
$K_S$	= Kekakuan garis potong (N.mm/rad)
$k_{zt}$	= Faktor topografi
$L$	= Beban hidup
$l_e$	= Panjang tumpu angkur terhadap geser
$M$	= Momen (KN.m)
$M_{pl}$	= Kuat perlu pada plat landasan
$M_S$	= Moment saat terjadi beban layan (N.mm)
$m$	= Jarak bersih dari tepi plat ke sisi sayap kolom arah sumbu kuat
$N$	= Panjang base plate (mm)
$N_b$	= Kuat dasar jebol ( <i>breakout</i> ) beton angkur tunggal terhadap tarik
$N_{cb}$	= Kuat jebol angkur tunggal
$N_{cbg}$	= Kuat jebol angkur kelompok



$n$	= Jarak bersih dari tepi plat ke sisi sayap kolom arah sumbu lemah
	= Jumlah angkur
$P/P_u$	= Gaya aksial (KN)
$P_p$	= Kuat tumpu nominal
PR	= <i>Partially restrained</i>
$q_{max}$	= Tegangan beton persegi
R	= Koefisien modifikasi respon
$S_1$	= Percepatan gempa untuk periode 1 detik
$s_1$	= Jarak terpanjang as-as angkur
$s_2$	= Jarak terpendek as-as angkur
$S_{DS}$	= Parameter percepatan spektral desain untuk periode pendek
$S_{D1}$	= Parameter percepatan spektral desain untuk periode 1 detik
$S_{MS}$	= Parameter respon spektral percepatan pada periode pendek
$S_{M1}$	= Parameter respon spektral percepatan pada periode 1 detik
$S_s$	= Percepatan gempa untuk periode pendek
T	= Periode
$T_L$	= Periode panjang transisi
TP, tp	= Tebal <i>base plate</i>
$T_u$	= Gaya baut angkur
$\{u\}$	= Vektor nilai DOF ( <i>degree of freedom</i> ) perpindahan yang tidak diketahui
V	= Gaya geser (KN)
$V_x$	= <i>Story shear</i> arah X (KN)
$V_y$	= <i>Story shear</i> arah Y (KN)
$V_b$	= Kuat dasar jebol beton terhadap gaya geser dari baut angkur tunggal pada beton
$V_{cb}$	= Kuat jebol beton rencana terhadap geser dari baut angkur tunggal
$V_{cbg}$	= Kuat jebol beton rencana terhadap geser dari baut angkur kelompok
$V_{cp}$	= Kuat rompal beton rencana baut angkur tunggal
$V_{cpg}$	= Kuat rompal beton rencana baut angkur kelompok
$V_{sa}$	= Kuat geser rencana baut angkur
$V_t$	= Gaya geser dasar hasil analisis ragam

$W$	= Beban angin
$X$	= Faktor pengali untuk $\lambda$
$x$	= Panjang <i>base plate</i> yang mengalami deformasi
$Y/ Y_{\min}$	= Jarak bidang kontak beton dibawah pelat
$z$	= Ketinggian di atas permukaan tanah
$z_g$	= Elevasi tanah diatas permukaan laut
$\Delta$	= Simpangan antar tingkat
$\Delta_a$	= Simpangan antar tingkat izin
$\Delta_u$	= Perpindahan maksimum
$\Delta_y$	= Perpindahan leleh
$\varepsilon/\varepsilon_{\max}, e_{\text{kritis}}$	= Jarak resultan kolom tumpu beton terhadap pusat berat kolom
$\varepsilon$	= Regangan
$\varepsilon_u$	= Regangan maksimum
$\varepsilon_y$	= Regangan leleh
$\theta$	= Koefisien stabilitas
$\theta_s$	= Rotasi saat terjadi beban layan (rad)
$\lambda$	= Faktor pengali untuk $\lambda_n'$
$\lambda_a$	= Faktor modifikasi untuk material beton ringan
$\lambda_c$	= Faktor modifikasi retak beton
$\lambda_n'$	= Nilai untuk $l$
$\rho$	= Redudansi
$\varphi_u$	= Sudut kelengkungan maksimum
$\varphi_y$	= Sudut kelengkungan leleh
$\phi$	= Faktor reduksi kaut jebol beton
	= Faktor reduksi baut angkur terhadap kuat geser
	= Faktor reduksi kuat rompal beton terhadap geser dari baut angkur
	= Rotasi (rad)
$\phi_c$	= Faktor reduksi kuat tumpu beton
$\sigma$	= Tegangan (MPa)
$\mu_\varepsilon$	= Daktilitas regangan
$\mu_\varphi$	= Daktilitas kelengkungan
$\mu_\Delta$	= Daktilitas perpindahan

$\Psi_{c.N}$	= Faktor modifikasi untuk retak dan tidak retak
$\Psi_{c.V}$	= Faktor modifikasi retak beton pada beban kerja mempengaruhi kuat geser baut angkur
$\Psi_{cp.N}$	= Faktor modifikasi
$\Psi_{ec.N}$	= Faktor modifikasi kuat tarik baut angkur kelompok dengan beban yang eksentrisitas
$\Psi_{h.V}$	= Faktor modifikasi kuat geser baut angkur
$\Psi_{ec.V}$	= Faktor modifikasi kuat geser baut angkur kelompok dengan beban eksentrisitas
$\Psi_{ed.N}$	= Faktor modifikasi untuk memperhitungkan pengaruh baut angkur di bagian pinggir pondasi
$\Psi_{ed.V}$	= Faktor modifikasi untuk memperhitungkan pengaruh baut angkur di pinggir pondasi
$\Omega_o$	= Faktor kuat lebih sistem

# BAB 1

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar belakang

Pada umumnya sudah banyak bangunan tingkat tinggi di zaman modern ini. Dalam merencanakan bangunan tingkat tinggi tersebut memerlukan material yang sangat kuat, salah satunya baja. Baja lebih sering digunakan pada gedung tingkat tinggi karena memiliki kekuatan yang besar dalam menahan beban-beban yang sangat berat. Komponen yang paling utama dalam merencanakan konstruksi baja ialah penggunaan *base plate*. *Base plate* merupakan penghubung antara kolom baja dengan pondasi beton. Adapun bagian-bagian pada *base plate* yaitu baut angkur, kolom dari baja, beton, las, serta *stiffeners*. Detail *base plate* tergantung gaya yang dialihkan. Jika hanya gaya tekan maka cukup terdiri dari pelat landasan saja. Selain gaya tekan juga terdapat momen yang menyebabkan *base plate* terangkat (*up-lift*) maka baut angkur perlu ditambahkan. Jika ada gaya geser maka diatasi dengan gaya friksi pada pelat landasan, tetapi jika mencukupi maka gunakan juga baut angkur, khususnya pada sisi desak.

Menurut Som, Biswaji dkk (2015) “Ditemukan kolom *base plate* menggunakan *stiffeners* cocok untuk momen dan beban aksial yang sangat besar, ketebalan *base plate* tanpa *stiffeners* menjadi sangat tinggi yang terkadang tidak ekonomis dan tidak tersedia”. Sedangkan menurut Wiryanto Dewobroto (2016) “*Base plate* pada konstruksi berat, kadangkala memerlukan pelat landas yang luas agar tegangan beton dibawahnya relatif kecil. Itu menyebabkan perilakunya seperti pelat dengan beban terpusat sehingga perlu pelat landasan yang tebal. Untuk menghindari pelat yang tebal, dapat saja diberikan sirip-sirip pengaku. Pada kondisi normal atau umum, pemakaian sirip-sirip pengaku seperti diatas tentu tidak diperlukan. Untuk bangunan gedung, konstruksi *base plate* biasanya cukup terdiri dari pelat landasan yang dilas dengan profil kolomnya dan baut angkur.

Dalam perencanaan sambungan *base plate* ada beberapa perilaku diantaranya momen-rotasi dimana *base plate* akan mengalami deformasi (terangkat) dan terjadi rotasi serta diklasifikasikan menjadi 3 perilaku sambungan, yaitu *rigid*, *semi-rigid*,

dan sendi. Perilaku lainnya yaitu tegangan-regangan, tarik dari angkur dan retak pada pedestal beton. Dari permasalahan diatas. maka penulis ingin membahas tentang “Perbandingan Perilaku Sambungan Kolom *Base Plate* yang menggunakan dan tanpa *stiffners*”.

## 1.2 Rumusan masalah

Mengenai *base plate* ini, maka rumusan masalah yang akan dibahas ialah:

1. Bagaimana pengaruh momen rotasi ( $M-\phi$ ) pada *base plate* dengan jumlah baut angkur, ketebalan plat, dan model yang berbeda?
2. Bagaimana klasifikasi kekakuan sambungan *base plate* ?
3. Bagaimana pengaruh tegangan-regangan pada *base plate* dengan jumlah baut angkur, ketebalan plat, dan model yang berbeda?
4. Bagaimana nilai tarik yang terjadi pada angkur?
5. Bagaimana pengaruh retak yang terjadi pada pedestal beton?

## 1.3 Tujuan

Ada pun tujuan dalam menganalisis *base plate*, yaitu:

1. Untuk mengetahui pengaruh momen rotasi ( $M-\phi$ ) pada *base plate* dengan jumlah baut angkur, ketebalan plat, dan model yang berbeda.
2. Untuk mengetahui klasifikasi kekakuan sambungan *base plate*.
3. Untuk mengetahui pengaruh tegangan-regangan pada *base plate* dengan jumlah baut angkur, ketebalan plat, dan model yang berbeda.
4. Untuk mengetahui nilai tarik yang terjadi pada angkur.
5. Untuk mengetahui pengaruh retak yang terjadi pada pedestal beton.

## 1.4 Batasan masalah

Agar penulisan tugas akhir ini tidak menyimpang, maka dibatasi hanya membahas:

1. Mutu beton yang digunakan sebesar 25 MPa.
2. Asumsi las sudah memadai
3. Spesifikasi material untuk baut angkur menggunakan ASTM A449

4. Diameter baut angkur yang akan digunakan  $\phi 24$
5. Jumlah baut angkur yang akan digunakan 4 buah dan 6 buah.
6. Ketebalan plat 35 mm, 40 mm, 45 mm
7. Tebal *stiffners* 15 mm
8. Mutu baja yang digunakan ialah BJ-41
9. Analisis menggunakan bantuan dari beberapa software.
10. Bentuk *base plate* yang akan digunakan ialah *base plate* tanpa *stiffners*, *base plate* dengan *stiffners*, dan *base plate* dengan balok + *stiffners*.
11. Kolom yang digunakan ialah H 500 x 500.
12. Beban yang diterapkan ialah beban aksial konstan dan beban monotonik pada arah horizontal.
13. Jenis angkur yang digunakan ialah angkur cor ditempat.
14. Tidak menggunakan tulangan pada pedestal beton.

### **1.5 Manfaat penelitian**

Dengan menggunakan FEM dalam meneliti perilaku pada *base plate* dapat menghemat biaya dan waktu dibandingkan dengan melakukan tes eksperimen.

### **1.6 Sistematika penulisan**

Proposal atau skripsi ini terdiri dari lima bab yang disusun sesuai dengan topik yang akan dibahas, yaitu:

#### **BAB 1 PENDAHULUAN**

Pada bab ini di bahas mengenai latar belakang, rumusan masalah, tujuan, batasan masalah, manfaat penelitian, dan sistematika penulisan proposal atau skripsi ini.

#### **BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA**

Pada bab ini di bahas mengenai teori-teori umum tentang *base plate*, material yang akan digunakan, pembebanan, serta ketentuan-ketentuan dalam desain yang harus di penuhi.

### BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN

Pada bab ini di bahas mengenai prosedur atau cara untuk menyelesaikan permasalahan pada proposal atau skripsi ini.

### BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini menguraikan hasil dan pembahasan analisis yang dilakukan untuk memperoleh jawaban yang sesuai dengan permasalahan.

### BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN

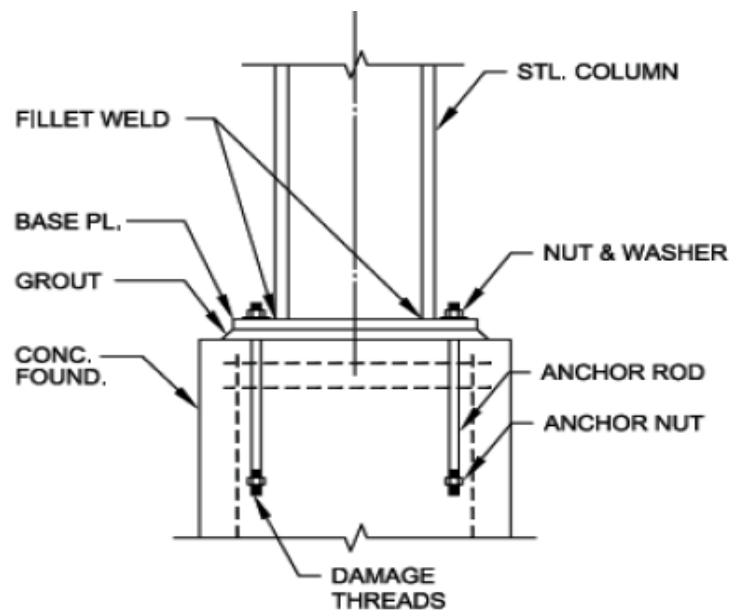
Bab ini menjelaskan kesimpulan yang di dapat dari hasil dan menjawab permasalahan yang sesuai serta saran untuk pengembangan lebih lanjut di masa yang akan datang.

## BAB 2

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 *Base plate*

*Base plate* yang biasa, umumnya terdiri dari pelat landasan dan baut angkur. Adapun pelat landasan tersambung ke kolom baja dengan las. Secara teoritis bisa saja baut angkur tidak diperlukan, tetapi dalam pelaksanaan harus dipasang. Minimal 2 buah, untuk antisipasi momen tidak terduga selama masa konstruksi. Fungsi baut angkur bisa untuk *leveling* dan yang pasti adalah untuk menahan gaya geser. *Base plate* dirancang untuk mengalihkan gaya geser ( $V$ ), tekan ( $P$ ) dan momen ( $M$ ) dari kolom ke beton pondasi dibawahnya. Detail *base plate* yang standar adalah seperti Gambar 2.1 (Dewobroto 2016)



Gambar 2.1: Komponen sambungan pelat dasar kolom (Olii, Handono, dan Pandaleke 2018)

##### 2.1.1 Kuat tumpu beton

Kuat tumpu rencana yaitu  $\phi_c \cdot P_p$  dengan  $\phi_c = 0,65$ . Adapun kuat tumpu nominal  $P_p$  tergantung dari luasan beton tumpuan yang tersedia, sebagai berikut:

- Luas beton tumpuan = luas pelat landasan, maka:



$$P_p = 0,85f_c'A_1 \quad (1)$$

Atau dalam format tegangan tumpuan nominal maka

$$f_{p(\max)} = \phi_c 0,85f_c' \quad (2)$$

- Luas beton tumpuan > luas pelat landasan yang besarnya merata pada semua sisi. Untuk itu kuat tumpu beton dapat ditingkatkan maksimum sampai dua kalinya:

$$P_p = 0,85f_c'A_1\sqrt{\frac{A_2}{A_1}} \leq 1,7f_c'A_1 \quad (3)$$

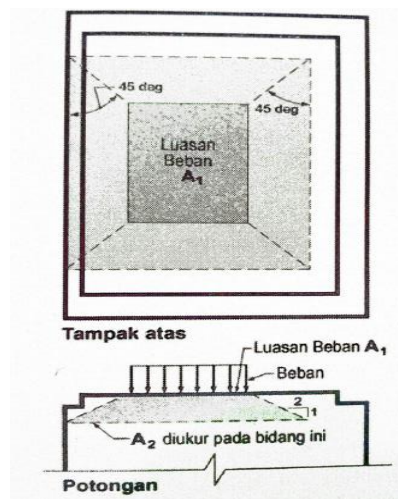
$$f_{p(\max)} = \phi_c 0,85f_c'\sqrt{\frac{A_2}{A_1}} \leq 1,7f_c' \quad (4)$$

Dimana:

$f_c'$  = kuat tekan beton (MPa)

$A_1$  = luas beton yang dibebani oleh tekan konsentrasi ( $\text{mm}^2$ )

$A_2$  = luas bawah piramida terpancung dengan luas atasnya  $A_1$ , dan sisi miringnya mempunyai rasio horizontal terhadap vertikal sebesar 2:1 ( $\text{mm}^2$ ).

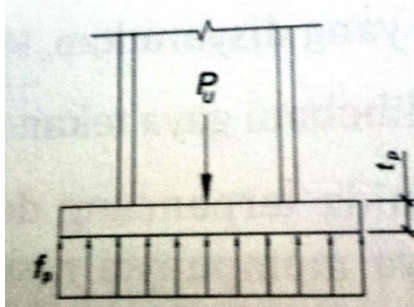


Gambar 2.2: Piramida terpancung terkait  $A_1$  dan  $A_2$  (Dewobroto 2016)

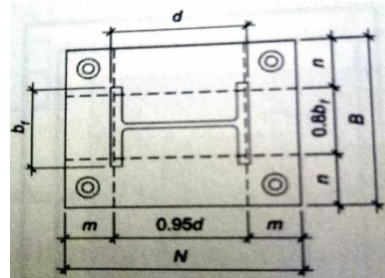
### 2.1.2 Tekan konsentrik

Jika base plate bertumpu langsung pada permukaan beton pondasi, maka dimensi pelat landasan ( $B \times N$ ) harus dipilih agar beton dibawahnya tidak rusak, dengan memenuhi ketentuan berikut:

$$f_p = \frac{P_u}{BN} \leq f_{p(\max)} \quad (38)$$



a). Tegangan tumpu beton



b) Anggapan garis lurus pelat

Gambar 2.3: *Base plate* terhadap beban konsentris (Dewobroto 2016)

Akibat tegangan tumpu merata, dianggap tegangan kritis pelat terjadi pada garis lentur (gambar ). Ketiganya akan ditinjau sekaligus dengan prosedur berikut: Kuat perlu pada pelat landasan dapat ditentukan berikut:

$$M_{pl} = \frac{1}{2} \cdot f_p \cdot l^2 \quad (5)$$

Dimana  $l$  adalah nilai sebesar dari  $m$ ,  $n$ , dan  $\lambda'_n$

$$m = \frac{N - 0,95d}{2} \quad (6)$$

$$n = \frac{B - 0,8b_f}{2} \quad (7)$$

$$\lambda'_n = \frac{1}{4} \lambda \sqrt{db_f} \quad (8)$$

$$\lambda = \frac{2\sqrt{X}}{1 + \sqrt{1 - X}} \leq 1 \quad (9)$$

$$X = \left( \frac{4 \cdot d \cdot b_f}{(d - b_f)^2} \right) \cdot \frac{P_u}{\phi_c P_p} \quad (10)$$

### 2.1.3 Tegangan beton persegi-ultimate

#### 2.1.3.1 Momen kecil tanpa angkur

Jika beban bertambah terus sampai kondisi batas, perilaku elastis terlewati dan masuk kondisi inelastis, yaitu beton pada kondisi batas (*ultimate*). Kasusnya seperti

Notasi hitungan mengikuti Fisher-Kloiber (2006) dimana tegangan beton persegi diubah dalam format berikut.

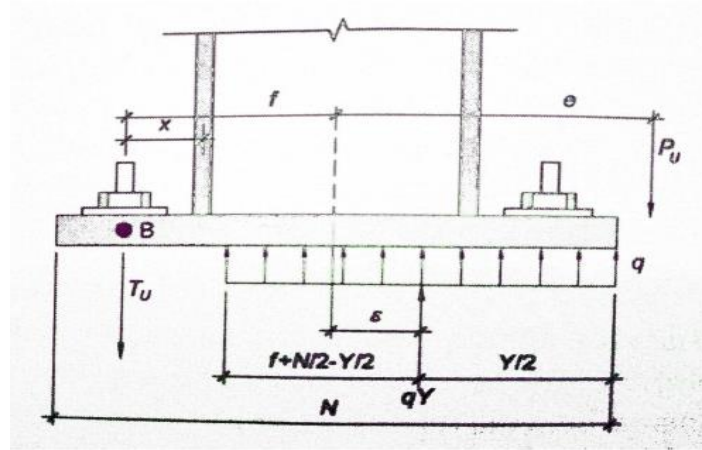
$$Y_{min} = \frac{P_u}{q_{max}} \quad (12)$$

$$\varepsilon_{max} = \frac{N}{2} - \frac{Y_{min}}{2} = \frac{N}{2} - \frac{P_u}{2q_{max}} \quad (13)$$

$$e_{kritis} = \varepsilon_{max} = \frac{N}{2} - \frac{P_u}{2.q_{max}} \quad (14)$$

### 2.1.3.2 Momen besar dengan angkur

8



Gambar 2.5: Distribusi tegangan persegi eksentrisitas besar (Dewobroto 2016)

Ada dua parameter yang belum diketahui terkait keseimbangan gaya-gaya pada *base plate* pada gambar, yaitu  $T_u$  dan  $Y$  atau gaya baut angkur dan jarak bidang kontak beton dibawah pelat. Tinjau keseimbangan gaya vertikal.

$$T_u + P_u = qY \quad (15)$$

Juga keseimbangan momen terhadap titik B pada gambar

$$q_{max}Y \left( \frac{N}{2} - \frac{Y}{2} + f \right) - P_u \cdot (e + f) = 0 \quad (16)$$

Setelah pengaturan diperoleh persamaan kuadrat berikut

$$Y^2 - 2 \left( \frac{N}{2} + f \right) \cdot Y + \frac{2P_u(e + f)}{q_{max}} = 0$$

Dan penyelesaian untuk  $Y$  adalah

$$Y = \left( \frac{N}{2} + f \right) \pm \sqrt{\left( \frac{N}{2} + f \right)^2 - \frac{2P_u(e+f)}{q_{max}}} \quad (17)$$

Pada suatu kombinasi gaya, momen dan ukuran base plate tidak diperoleh penyelesaian, sehingga dimensi base plate perlu diperbesar. Agar persamaan bisa diselesaikan maka:

$$\left( \frac{N}{2} + f \right)^2 \geq \frac{2P_u(e+f)}{q_{max}} \quad (18)$$

Gaya pada angkur adalah

$$T_u = qY - P_u \quad (19)$$

Untuk kondisi batas leleh, tebal minimum pelat landasan adalah

$$t_p = \sqrt{\frac{4M_{pl}}{\phi F_y}} \quad (20)$$

Pada sisi desak: momen terjadi akibat tegangan reaksi beton pada kantilever m dari tumpuannya. Jika  $Y \geq m$ , maka:

$$t_p \geq \sqrt{\frac{4M_{pl}}{\phi \cdot F_y}} = \sqrt{\frac{4\left(\frac{1}{2}f_p m^2\right)}{0,9F_y}} = 1.5m \sqrt{\frac{f_p}{F_y}} \quad (21)$$

Untuk  $Y < m$ , maka:

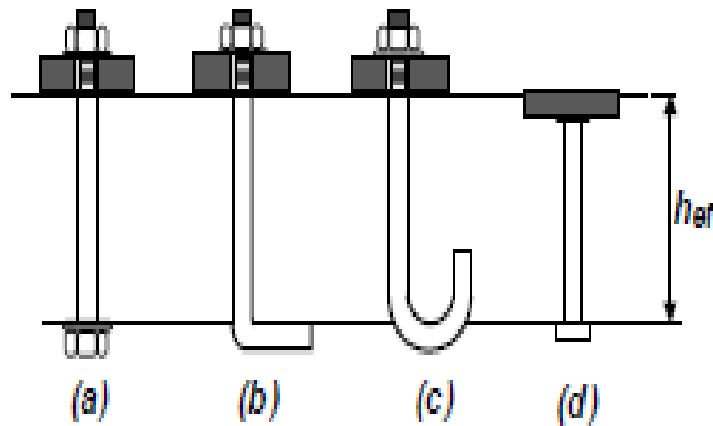
$$t_p \geq \sqrt{\frac{4M_{pl}}{\phi \cdot F_y}} = \sqrt{\frac{4\left(f_p Y\left(m - \frac{Y}{2}\right)\right)}{0,9F_y}} = 2.11 \sqrt{\frac{f_p Y\left(m - \frac{Y}{2}\right)}{F_y}} \quad (22)$$

Dimana

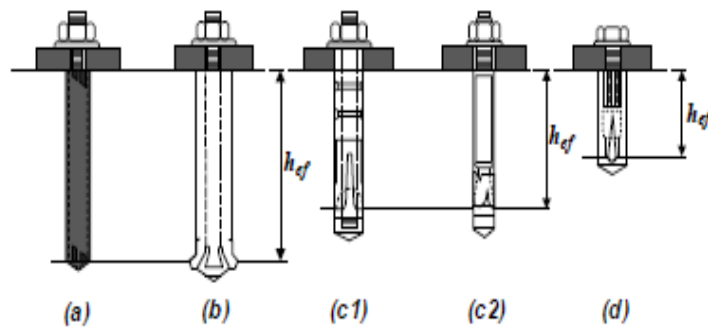
$$f_p = \frac{P_u}{B_Y} \quad (23)$$

## 2.2 Baut angkur

Pemasangan baut angkur untuk base plate adalah keharusan. Meskipun teoritis tidak perlu, misalnya beban tekan konsentris, tetapi baut angkur harus dipasang untukantisipasi gaya tarik atau geser tidak terduga selama konstruksi (Dewobroto, 2016). Dalam SNI 2847 (2019) tentang beton, berdasarkan cara pemasangannya baut angkur terbagi 2, yaitu:



Gambar 2.6: Angkur tanam cor ditempat: a). kepala baut hex dengan ring, b). baut L, c). Baut J, dan d) kepala stud di las. (Anonim 2019)



Gambar 2.7: Angkur tanam pascacor: a). ankur adhesif, b). ankur ujung diperlebar, c). ankur ekspansi terkontrol torsi, c1). tipe selongsong, c2). tipe stud, dan d) ankur ekspansi terkontrol perpindahan tipe *drop-in* (Anonim 2019)

Adapun spesifikasi baut ankur dan properti baut ankur berdasarkan pada Tabel 2.1 dan Tabel 2.2, yaitu:

Tabel 2.1: Properti material baut ankur (Dewobroto 2016)

Spesifikasi material	Grade mutu	Dia. (in)	Fu desain ksi (MPa)	Fu min. (ksi)	Fy min. ksi (MPa)	Elongasi min. %	Reduksi A min. %
AWS D1.1	B	½-1	60 (414)	60	50 (345)	20	50
ASTM A307	A	≤ 4	60 (414)	60	-	19	-
	C	≤ 4	58 (400)	58-80	36 (248)	23	-
ASTM A354	BC	≤ 4	125 (865)	125	109 (752)	16	50
	BD	≤ 4	125 (862)	150	130 (896)	14	40
ASTM A449	1	≤ 1	120 (827)	120	92 (693)	14	35
		1-1,5	105 (724)	105	81 (558)	14	35
		> 1,5	90 (620)	90	58 (400)	14	40
ASTM F1554	36	≤ 2	58 (400)	58-80	36 (248)	23	40
	55	≤ 2	75 (517)	75-95	55 (379)	21	30
	105	≤ 2	125 (862)	125-150	105 (724)	15	45

Catatan: 1 Ksi = 6.895 MPa (N/mm<sup>2</sup>)

Tabel 2.2: Properti baut ankur (Dewobroto 2016)

Φ ankur d <sub>a</sub> (in)	A <sub>g</sub> in <sup>2</sup>	n <sub>t</sub> ulir/in	A <sub>se,N</sub> , A <sub>se,V</sub> in <sup>2</sup>	Luasan tumpu kepala baut atau nut, A <sub>brg</sub> (in <sup>2</sup> )			
				<i>Square</i>	<i>Heavy Sq.</i>	<i>Hex</i>	<i>Heavy H.</i>
1/4	0.049	20	0.032	0.142	0.201	0.117	0.167
3/8	0.110	16	0.078	0.280	0.362	0.164	0.299
½	0.196	13	0.142	0.464	0.569	0.291	0.467
5/8	0.307	11	0.226	0.693	0.822	0.454	0.671
3/4	0.442	10	0.334	0.824	1.121	0.654	0.911
7/8	0.601	9	0.462	1.121	1.465	0.891	1.188
1	0.785	8	0.606	1.465	1.855	1.163	1.501
1 1/8	0.994	7	0.763	1.854	2.291	1.472	1.851
1 1/4	1.227	7	0.969	2.228	2.773	1.817	2.237

Tabel 2.2: *Lanjutan*

1 3/8	1.485	6	1.160	2.769	3.300	2.199	2.659
1 1/2	1.767	6	1.410	3.295	3.873	2.617	3.118
1 3/4	2.405	5	1.900	-	-	-	4.144
2	3.142	4.5	2.500	-	-	-	5.316

Catatan: 1 in<sup>2</sup> = 645.16 mm<sup>2</sup>

### 2.2.1 Kuat jebol (*breakout*) beton terhadap tarik

Kuat jebol rencana terhadap tarik dari baut angkur adalah  $\phi N_{cb}$  (tunggal) atau  $\phi N_{cbg}$  (kelompok). Adapun kuat jebol beton nominal terhadap tarik dari baut angkur dihitung tidak kurang dari:

Baut angkur tunggal

$$N_{cb} = \frac{A_{NC}}{A_{NCO}} \psi_{ed.N} \cdot \psi_{c.N} \cdot \psi_{cp.N} \cdot N_b \quad (24)$$

Baut angkur kelompok

$$N_{cbg} = \frac{A_{NC}}{A_{NCO}} \psi_{ec.N} \cdot \psi_{ed.N} \cdot \psi_{c.N} \cdot \psi_{cp.N} \cdot N_b \quad (25)$$

Dimana:

$\phi$  = faktor reduksi kuat jebol beton baut angkur cor ditempat adalah 0,75 untuk yang ada tulangan dan 0,70 untuk yang tanpa tulangan.

Baut angkur tunggal dengan  $c_{a1} < 1.5h_{ef}$ , maka

$$A_{Nc} = (2 \times 1.5h_{ef}) \times (c_{a1} + 1.5h_{ef}) \quad (26)$$

Baut angkur ganda dengan  $c_{a1} < 1.5h_{ef}$  dan  $s_1 < 3h_{ef}$  maka

$$A_{Nc} = (2 \times 1.5h_{ef}) \times (c_{a1} + s_1 + 1.5h_{ef}) \quad (27)$$

Baut angkur kelompok dengan  $c_{a1} < 1.5h_{ef}$  dan  $s_1 < 3h_{ef}$  maka

$$A_{Nc} = (c_{a1} + s_1 + 1.5h_{ef}) \times (c_{a2} + s_2 + 1.5h_{ef}) \quad (28)$$

Luas proyeksi maksimum kerusakan angkur tunggal,  $A_{Nco}$  (mm<sup>2</sup>) dipakai untuk membatasi  $A_{Nc}$  sehingga  $A_{Nc} \leq n A_{Nco}$  dengan  $n$  adalah jumlah angkur. Untuk perhitungannya dengan pers 63.

$$A_{Nc} = (2 \times 1.5h_{ef}) \times (c_{a1} + 1.5h_{ef}) = 9h_{ef}^2 \quad (29)$$

Faktor modifikasi kuat tarik baut angkur kelompok dengan beban yang eksentrisitas,  $\Psi_{ec.N}$  dihitung sebagai berikut:

$$\psi_{ec,N} = \frac{1}{(1+\frac{2e'N}{3h_{ef}})} \leq 1,0 \quad (30)$$

Faktor modifikasi untuk memperhitungkan pengaruh baut angkur di bagian pinggir pondasi,  $\Psi_{ed,N}$  dan berlaku terhadap baut angkur tunggal maupun baut angkur dalam kelompok.

Jika  $c_{a,min} \geq 1,5h_{ef}$  maka

$$\psi_{ed,N} = 1.0 \quad (31)$$

Jika  $c_{a,min} \leq 1,5h_{ef}$  maka

$$\psi_{ed,N} = 0.7 + 0.3 \frac{c_{amin}}{1.5h_{ef}} \quad (32)$$

Jika terjadi retak, maka

$$\psi_{c,N} = 1.0 \quad (33)$$

Bila baut angkur dipasang pada elemen beton yang pada kondisi beban kerjanya tidak mengalami retak, maka kuat tarik dapat ditingkatkan lagi dengan faktor modifikasi, yaitu

$$\psi_{c,N} = 1.25 \quad \text{untuk baut angkur cor ditempat} \quad (34)$$

$$\psi_{c,N} = 1.4 \quad \text{untuk baut angkur pasca pasang} \quad (35)$$

Baut angkur pasca pasang pada beton polos, tanpa tulangan kondisi tidak retak, maka perlu memperhitungkan adanya tegangan tarik belah (*splitting*) saat pemasangannya. Untuk memperhitungkannya dipergunakan faktor modifikasi  $\Psi_{cp,N}$ .

Jika  $c_{amin} \geq c_{ac}$  maka

$$\psi_{cp,N} = 1.0 \quad (36)$$

Jika  $c_{amin} < c_{ac}$  maka

$$\psi_{cp,N} = \frac{c_{amin}}{c_{ac}} \leq \frac{1.5h_{ef}}{c_{ac}} \quad (37)$$

Untuk baut angkur cor di tempat

$$\psi_{cp,N} = 1.0 \quad (38)$$

Kuat dasar jebol (*breakout*) beton angkur tunggal terhadap tarik pada kondisi beton retak,  $N_b$  dapat dihitung sebagai berikut.

$$N_b = k_c \lambda_a \sqrt{f'c'} h_{ef}^{1.5} \quad (39)$$



Dimana:

$k_c = 10$  (untuk baut angkur cor ditempat)

$k_c = 7$  (untuk baut angkur tipepasca pasang)

$\lambda_a$  = faktor modifikasi untuk material beton ringan, untuk angkur cor ditempat maka  $\lambda_a = \lambda$ . Beton normal  $\lambda = 1$ , untuk beton ringan  $\lambda = 0,75 - 0.85$

Untuk baut angkur kepala segi enam dan stud tipe cor ditempat, dimana  $280 \text{ mm} \leq h_{ef} \leq 635 \text{ mm}$ , maka kuat dasar jebol beton angkur tunggal terhadap tarik  $N_b$  dapat dihitung sebagai berikut

$$N_b = 3,9\lambda_a\sqrt{f_c'}h_{ef}^{5/3} \quad (40)$$

### 2.2.2 Kuat baut angkur terhadap geser

Kuat geser rencana baut angkur,  $\phi V_{sa}$  tergantung bahan material dan dimensinya. Kuat geser angkur stud di cor dibagian pinggir:

$$\phi V_{sa} = \phi A_{se,V} f_{uta} \quad (41)$$

Baut angkur stud mempunyai kuat geser lebih besar dibandingkan baut angkur kepala segi enam atau angkur kait. Itu dikarenakan adanya efek jepit dari stud yang dilas ke pelat bajanya. Untuk baut angkur berkepala jenis cor ditempat maka:

$$\phi V_{sa} = \phi 0.60 A_{se,V} f_{uta} \quad (42)$$

Dimana:

$V_{sa}$  = kuat geser nominal baut angkur.

$\phi$  = faktor reduksi kuat baut angkur terhadap geser.

0,65 (baja daktail)

0,60 (baja getas)

$A_{se,V}$  = Luas penampang efektif terhadap geser. Untuk tipe pasca pasang  $A_{se,N}$  sesuai spesifikasi pabrik. Untuk angkur berulir dapat dihitung sebagai

$$A_{se,V} = \frac{\pi}{4} \left( d_a - \frac{0.9743}{n_t} \right)^2 \quad (43)$$

$$A_{se,V} = \frac{\pi}{4} (d_a - 0.9382P)^2 \quad (44)$$

$n_t$  = jumlah (ulir/mm).

P = *pitch*, (mm/ulir).

$f_{uta}$  = kuat tarik baut angkur yang disyaratkan, tidak lebih dari nilai terkecil  $1.9f_{ya}$  atau 860 MPa.

### 2.2.3 Kuat jebol (*breakout*) beton terhadap geser

Kuat jebol beton rencana terhadap geser dari baut angkur adalah  $\phi V_{cb}$  (tunggal) atau  $\phi V_{cbg}$  (kelompok). Adapun kuat jebol beton nominal baut angkur dihitung dari pers. 45 dan pers 46.

Baut angkur tunggal.

$$V_{cb} = \frac{A_{vc}}{A_{vco}} \psi_{ed.V} \psi_{c.V} \psi_{h.V} \cdot V_b \quad (45)$$

Baut angkur kelompok

$$V_{cb} = \frac{A_{vc}}{A_{vco}} \psi_{ec.V} \psi_{ed.V} \psi_{c.V} \psi_{h.V} \cdot V_b \quad (46)$$

Dimana:

$\phi$  = faktor reduksi kuat rompal beton terhadap geser dari baut angkur  
0,75 untuk kondisi dipasang tulangan tambahan.  
0,70 untuk kondisi hanya beton saja tanpa tulangan.

$A_{vco}$  = luas proyeksi kerusakan beton terhadap geser dari baut angkur tunggal untuk perhitungan jika tidak dibatasi oleh pengaruh posisi pinggir atau pojokan, spasi dan ketebalan beton ( $\text{mm}^2$ ).

$A_{vc}$  = Luas proyeksi kerusakan beton terhadap geser dari baut angkur tunggal atau kelompok, untuk perhitungan kuat geser ( $\text{mm}^2$ ).

Faktor modifikasi kuat geser baut angkur kelompok dengan beban eksentrisitas,  $\Psi_{ec.V}$  dihitung dengan pers 47:

$$\psi_{ec.V} = \frac{1}{\left(1 + \frac{2e'y}{3c_{a1}}\right)} \leq 1.0 \quad (47)$$

Faktor modifikasi untuk memperhitungkan pengaruh baut angkur di pinggir pondasi,  $\Psi_{ed.V}$  dan berlaku untuk nilai terkecil dari  $c_{a2}$ .

Jika  $c_{a2} \geq 1.5c_{a1}$  maka

$$\psi_{ed.V} = 1.0 \quad (48)$$

Jika  $c_{a2} < 1.5c_{a1}$  maka

$$\psi_{ed,V} = 0.7 + 0.3 \frac{c_{a2}}{1.5c_{a1}} \quad (49)$$

Adanya retak beton pada beban kerja mempengaruhi kuat geser baut angkur, dan retak adalah kondisi yang tidak ideal. Kondisi itulah yang diapakai code untuk memperhitungkan kuat geser baut angkur sehingga:

$$\psi_{c,V} = 1.0 \quad (50)$$

Untuk baut angkur pada elemen beton yang belum retak saat kondisi beban kerja, maka kuat gesernya dapat ditingkatkan dengan faktor modifikasi:

$$\psi_{c,V} = 1.4 \quad (51)$$

Faktor modifikasi kuat geser baut angkur,  $\Psi_{h,V}$  jika dipasang pada elemen beton dengan tebal  $h_a \leq 1.5c_{a1}$ , maka

$$\psi_{h,V} = \sqrt{\frac{1.5c_{a1}}{h_a}} \geq 1.0 \quad (52)$$

Kuat dasar jebol beton terhadap gaya geser dari baut angkur tunggal pada beton yang telah mengalami retak adalah nilai terkecil dari dua persamaan berikut:

$$V_b = 0,6 \left( \frac{l_e}{d_a} \right)^{0.2} \sqrt{d_a} \lambda_a \sqrt{f'c'} (c_{a1})^{1.5} \quad (53)$$

Atau

$$V_b = 3,7 \lambda_a \sqrt{f'c'} (c_{a1})^{1.5} \quad (54)$$

dimana:

$I_e$  = panjang tumpu angkur terhadap geser

$I_e = h_{ef}$  untuk panjang dengan kekakuan konstan

$I_e = 2d_a$  untuk angkur pasca pasang control torsi

$I_e \leq 8d_a$  untuk semua kasus

Baut angkur tipe cor ditempat yang dilas menerus pada pelat penghubung dengan tebal minimum 10 mm atau  $\frac{1}{2}$  diameter baut angkur maka pers 53 dapat diganti dengan pers 55 ssebagai berikut:

$$V_b = 0,66 \left( \frac{l_e}{d_a} \right)^{0.2} \sqrt{d_a} \lambda_a \sqrt{f'c'} (c_{a1})^{1.5} \quad (55)$$

#### 2.2.4 Kuat rompal (*pryout*) beton terhadap geser

Kuat rompal beton rencana baut angkur tunggal,  $\phi V_{cp}$  atau kelompok  $\phi V_{cpg}$  terhadap geser dan kuat nominal baut angkur tunggal:

$$V_{cp} = k_{cp} N_{cp} \quad (56)$$

Dengan baut angkur kelompok:

$$V_{cpg} = k_{cpg} N_{cpg} \quad (57)$$

Dengan

$\phi$  = faktor reduksi kuat rompal beton terhadap geser

0,75 untuk tulangan tambahan

0,70 untuk tanpa tulangan beton

$k_{cp}$  = 1.0 untuk  $h_{ef} < 65$  mm

$k_{cp}$  = 2.0 untuk  $h_{ef} > 65$  mm

Untuk angkur cor ditempat dan pasca pasang jenis mekanik seperti tipe bertakik atau tipe terkontrol perpindahan, maka

$N_{cp} = N_{cb}$  (dari pers.24)

$N_{cpg} = N_{cbg}$  (dari pers 25)

#### 2.3 Spasi dan jarak tepi minimum pada baut angkur

Dalam SNI 1729-2015 untuk spasi minimum, jarak antara pusat-pusat standar, ukuran-berlebih, atau lubang-lubang slot tidak boleh kurang dari 2 2/3 kali diameter atau jarak 3d yang lebih disukai dan untuk jarak tepi minimum harus tidak boleh kurang dari nilai yang berlaku pada Tabel 2.3.

Tabel 2.3: Jarak tepi minimum, dari pusat lubang standart ke tapi dari bagian yang disambung (Anonim 2015)

Diameter Baut (mm)	Jarak Tepi Minimum
16	22
20	26
22	28
24	30
27	34
30	38
36	46
Diatas 36	1,25d

## 2.4 Pola retak

Retak merupakan jenis kerusakan yang paling sering terjadi pada beton, dimana terjadi pemisahan antara massa beton yang relatif panjang dengan yang sempit (Chelcea, Parung, dan Amiruddin 2017). Untuk modulus retak pada beton di rumuskan dengan pers. 58 (Anonim 2019).

$$f_r = 0,62\lambda_c\sqrt{f_c'} \quad (58)$$

Dimana:

$f_r$  = Modulus retak beton (MPa)

$f_c'$  = Kuat tekan beton (MPa)

$\lambda_c$  = Faktor modifikasi retak beton (lihat pada tabel 2.4)

Ada tiga hal mengenai retak pada beton, yaitu:

- Ketika tegangan tarik  $f_t > f_r$ , maka beton akan retak
- Ketika tegangan tarik  $f_t < f_r$ , maka beton tidak mengalami retak
- Ketika tegangan tarik  $f_t = f_r$ , maka retak pada beton mulai timbul

Tabel 2.4 Faktor modifikasi,  $\lambda$  (Anonim 2019)

Beton	Komposisi agregat	$\lambda_c$
Beton ringan dengan semua agregat ringan	Halus: ASTM C330M Kasar: ASTM C330M	0,75
Beton ringan, agregat halus campuran	Halus: kombinasi ASTM C330M dan C330M Kasar: ASTM C33M	0,75 s/d 0,85 <sup>(1)</sup>
Beton ringan dengan pasir ringan	Halus: ASTM C33M Kasar: ASTM C330M	0,85
Beton ringan dengan pasir ringan dan agregat kasar campuran	Halus: ASTM C33M Kasar: kombinasi ASTM C330M dan C33M	0,85 s/d 1 <sup>(2)</sup>
Beton normal	Halus: ASTM C33M Kasar: ASTM C33M	1

<sup>(1)</sup> Interpolasi linier dari 0,75 hingga 0,85 diizinkan berdasarkan perbandingan dari volume absolut agregat halus dan normal dan total volume absolut agregat halus.

<sup>(2)</sup> Interpolasi linier dari 0,85 hingga 1 diizinkan berdasarkan perbandingan dari volume absolut agregat kasar normal dan total volume absolut agregat kasar.

## 2.5 Metode *newton-raphson*

Metode iterasi merupakan metode yang sering digunakan untuk menyelesaikan persamaan kesetimbangan nonlinier, disamping metode inkremental. Metode iterasi yang digunakan adalah metode Newton-Raphson dengan solusi linier pada

pendekatan pertama. Untuk iterasi selanjutnya, tegangan dan regangan yang sesungguhnya di tentukan dengan menghitung baik linier maupun kontribusi nonlinier dari pendekatan sebelumnya. Proses diskritisasi elemen hingga memberikan sejumlah persamaan simultan:

$$[K]\{u\} = \{F^a\} \quad (59)$$

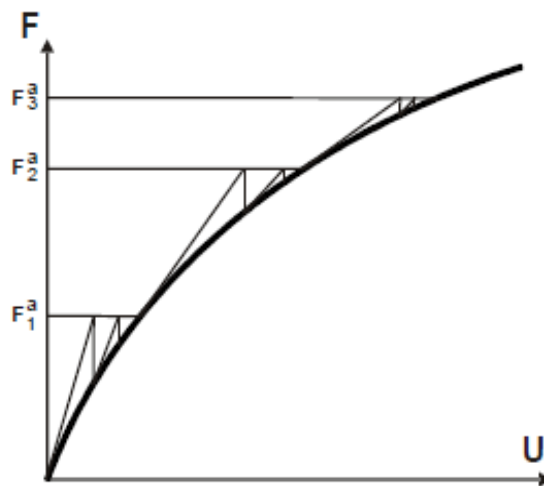
Dimana:

$[K]$  = matriks kekakuan perpindahan

$\{u\}$  = vektor nilai DOF (*degree of freedom*) perpindahan yang tidak diketahui

$\{F^a\}$  = vektor beban yang bekerja

Solusi tahapan beban pada Newton-Raphson dengan langkah iterasi pada setiap tambahan beban diilustrasikan pada Gambar 2.8.



Gambar 2.8: Prosedur inkremental beban pada metode Newton-Raphson (Sumiri dan Noriji 2015)

## 2.6 Tegangan-regangan

Hubungan antar tegangan-regangan dideskripsikan oleh Robert Hooke dapat diekspresikan dengan pers 60 sebagai berikut:

$$\sigma = E \cdot \varepsilon \quad (60)$$

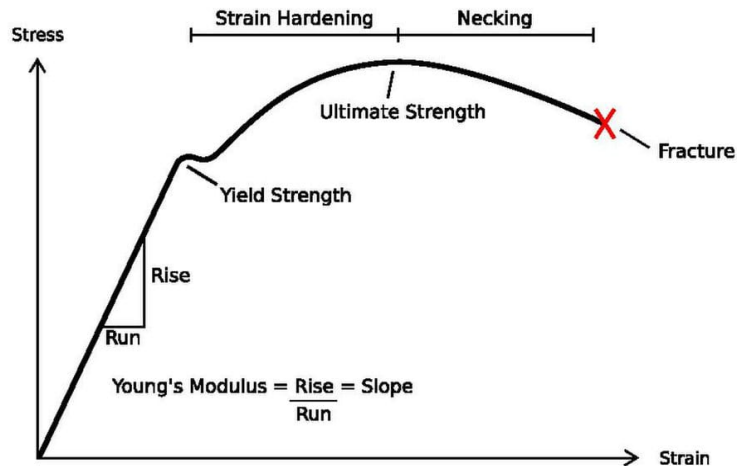
Dimana:

$\sigma$  = tegangan (MPa)

$E$  = modulus elastisitas (MPa)

$\epsilon$  = regangan

Terdapat grafik hubungan tegangan-regangan yang terjadi pada material baja pada Gambar 2.9.



Gambar 2.9: Grafik tegangan-regangan baja

Beberapa karakteristik material dapat dilihat dari grafik diatas (Wijaya 2008):

- 1) *Perilaku elastis*: perilaku elastis terjadi apabila tegangan yang terjadi masih dalam area elastis. Dimana pada daerah elastis ini kurva yang terbentuk adalah garis linier. Jadi pada daerah ini tegangan yang terjadi proporsional terhadap regangan yang terjadi. Titik akhir dari garis linier ini disebut dengan batas elastis.
- 2) *Leleh*: tegangan yang terjadi sedikit diatas area elastis akan menyebabkan material berdeformasi secara permanen. Perilaku ini disebut dengan leleh. Peristiwa leleh ini terjadi pada dua buah titik antara tegangan leleh bawah dimana tegangan tidak berubah tetapi regangan terus maningkat hingga titik leleh atas.
- 3) *Strain hardening*: ketika material telah mencapai titik leleh atas tegangan dapat ditingkatkan dan menghasilkan kurva yang terus meningkat tetapi semakin datar hingga mencapai tegangan ultimate.
- 4) *Necking*: setelah melewati tegangan ultimate kurva menurun hingga mencapai tegangan patah. Pada area kurva ini tegangan turun kemudian regangan bertambah tetapi luas permukaan berkurang pada sebuah titik.

## 2.7 Tegangan von mises

Tegangan efektif von mises didefinisikan sebagai tegangan tarik uniaksial yang dapat menghasilkan energi distorsi yang sama dengan yang dihasilkan oleh kombinasi tegangan yang bekerja (Imran dan Kadir 2017).

$$\sigma' = \sqrt{\sigma_1^2 + \sigma_2^2 + \sigma_3^2 - \sigma_1\sigma_2 - \sigma_2\sigma_3 - \sigma_1\sigma_3} \quad (61.1)$$

$$\sigma' = \sqrt{(\sigma_x - \sigma_y)^2 + (\sigma_y - \sigma_z)^2 + (\sigma_z - \sigma_x)^2 + 6(\tau_{xy}^2 + \tau_{yz}^2 + \tau_{zx}^2)} \quad (61.2)$$

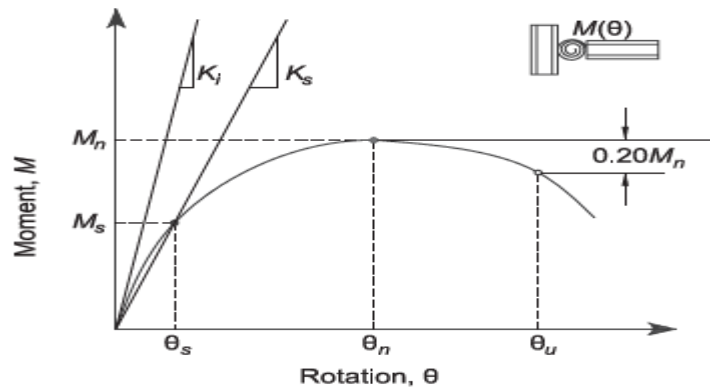
Untuk kasus tegangan 2 dimensi  $\sigma_2 = 0$ , maka:

$$\sigma' = \sqrt{\sigma_1^2 - \sigma_1\sigma_3 + \sigma_3^2} \quad (62.1)$$

$$\sigma' = \sqrt{\sigma_x^2 + \sigma_y^2 - \sigma_x\sigma_y + 3\tau_{xy}^2} \quad (62.2)$$

## 2.8 Klasifikasi sambungan berdasarkan AISC 360-10

Asumsi dasar yang dibuat dalam mengklasifikasikan sambungan adalah bahwa perilaku karakteristik sambungan dapat di modelkan dengan kurva momen-rotasi (M- $\theta$ ). Pada Gambar 2.10 menunjukkan kurva momen-rotasi (M- $\theta$ ).



Gambar 2.10: Definisi kekakuan, kekuatan, dan karakteristik daktilitas momen-rotasi (Anonim 2010)

Pada kekakuan sambungan untuk kekakuan garis potong (*secant stiffness*),  $K_s$ , saat beban layan diambil sebagai indeks dari kekakuan sambungan, dapat dirumuskan sebagai berikut:



$$K_S = \frac{M_S}{\theta_S} \quad (63)$$

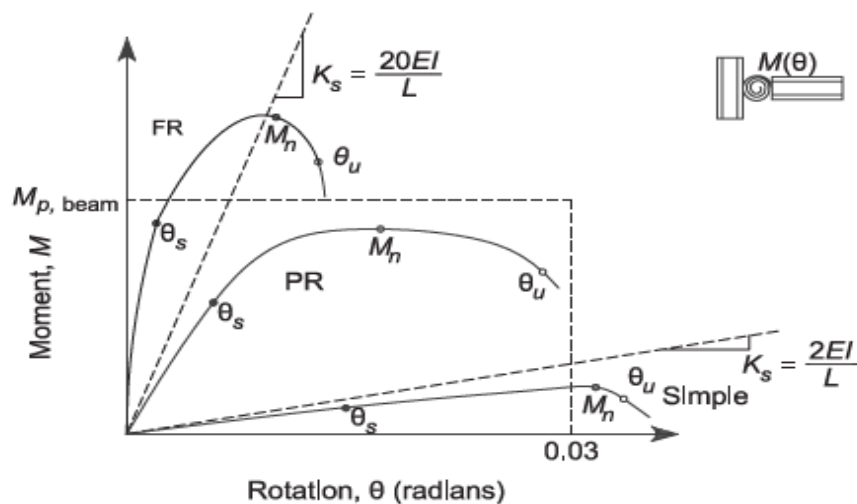
Dimana:

$K_S$  = kekakuan garis potong (N.mm/rad)

$M_S$  = moment saat terjadi beban layan (N.mm)

$\theta_S$  = rotasi saat terjadi beban layan (rad)

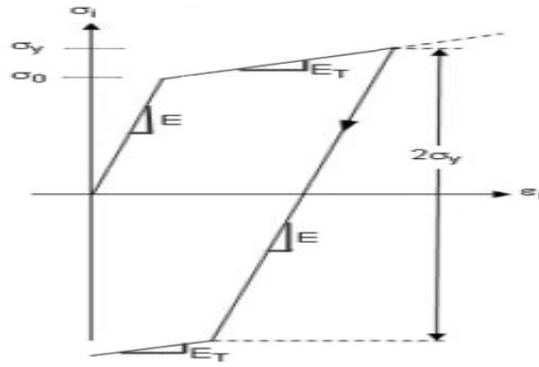
Jika  $K_S.L/EI \geq 20$ , maka dapat dianggap sebagai sambungan *fully restrained* atau *rigid*. Dan jika  $K_S.L/EI \leq 2$ , maka dapat dianggap sebagai sambungan *simple*. Sambungan dengan kekakuan yang berada di antara 2 batas tersebut dianggap sebagai *partially restrained* atau *semi-rigid*. Kondisi tersebut terdapat pada Gambar 2.11.



Gambar 2.11: Klasifikasi momen-rotasi dengan batas *fully restrained* (FR), *partially restrained* (PR), dan *simple* (Anonim 2010)

## 2.9 Bilinier isotropic hardening

*Bilinier isotropic hardening* dapat dideskripsikan sebagai kurva *stress strain* menggunakan modulus elastis ( $E$ ) dan *tangent* modulus ( $E_T$ ). Slope awal dari kurva digambarkan dengan modulus elastis, setelah melewati *yield stress* ( $\sigma_s$ ) regangan plastis terjadi tegangan vs total regangan terus terjadi dan dinyatakan dengan slope yang didefinisikan sebagai *tangent modulus* ( $E_T$ ) yang diinput. *Tangent modulus* tidak boleh bernilai negatif atau lebih besar dari modulus elastisitas.



Gambar 2.12: Kurva *bilinier isotropic hardening* (Cornelis 2017)

Untuk semua jenis baja, modulus elastis (E) adalah 200.000 MPa dan tangent modulus kondisi *strain-hardening*, sekitar 1/30-an kali kondisi elastisnya, yaitu 6700 MPa.(Dewobroto 2016).

## 2.10 Daktilitas

Menurut Paulay & Priestly (1992) daktilitas terbagi dalam (Paingi, Parung, dan Amiruddin 2017):

- Daktilitas regangan (*strain ductility*)

Daktilitas regangan adalah perbandingan regangan maksimum dengan regangan leleh pada balok yang mengalami beban aksial tarik atau tekan.

$$\mu_{\varepsilon} = \frac{\varepsilon_u}{\varepsilon_y} \quad (64)$$

- Daktilitas kelengkungan (*curvature ductility*)

Daktilitas kelengkungan adalah perbandingan antara sudut kelengkungan (putaran sudut per unit panjang) maksimum dengan sudut kelengkungan leleh dari suatu elemen struktur akibat gaya lentur.

$$\mu_{\varphi} = \frac{\varphi_u}{\varphi_y} \quad (65)$$

- Daktilitas perpindahan (*displacement ductility*)

Daktilitas perpindahan adalah perbandingan antara perpindahan maksimum pada arah lateral terhadap perpindahan struktur saat leleh.

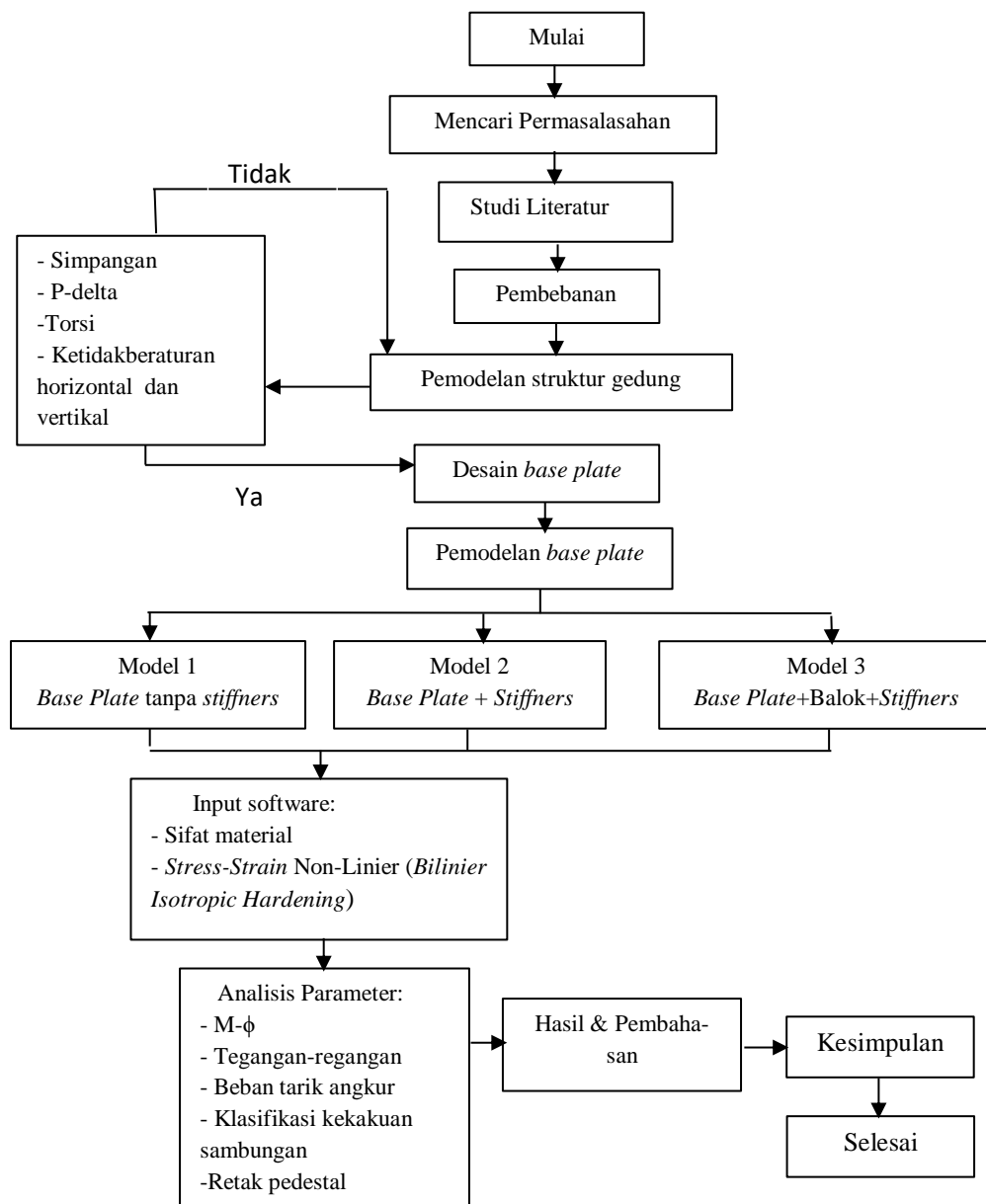
$$\mu_{\Delta} = \frac{\Delta_u}{\Delta_y} \quad (66)$$

## BAB 3

### METODOLOGI PENELITIAN

#### 3.1 Metode penelitian

Langkah-langkah yang dilakukan dalam menganalisis perbandingan pada *base plate* dilakukan beberapa tahapan seperti pada Gambar 3.1 dibawah ini:



Gambar 3.1: Diagram alir pembuatan dan analisis pada *base plate*

### **3.2 Pembebanan pada struktur gedung**

Perhitungan pada struktur gedung berpedoman dalam peraturan PPIUG (1987) untuk beban mati, SNI 1726 (2019) untuk beban gempa, dan RSNI 1727 (2018) untuk beban angin dan kombinasi beban.

#### **3.2.1 Beban mati**

Beban mati merupakan berat struktur itu sendiri maupun tambahan, seperti kolom, balok, keramik, dinding, dan lain-lain. Beban mati yang digunakan dalam struktur gedung ini terdapat pada lampiran 1.

#### **3.2.2 Beban hidup**

Beban hidup merupakan beban yang terjadi akibat penghunian pada bangunan gedung. Pada struktur gedung ini difungsikan sebagai gedung sekolah dan untuk perhitungan beban hidup terdapat di lampiran 1.

#### **3.2.3 Beban angin**

Beban angin merupakan beban yang timbul akibat alam itu sendiri. Angin sangat penting untuk di perhitungkan dalam struktur gedung. Untuk data kecepatan angin didapat dari BPS (Badan Pusat Statistik) untuk daerah yogyakarta memiliki kecepatan angin sebesar 15,48 km/jam. Untuk data angina terdapat pada lampiran 3

#### **3.2.4 Beban gempa**

Metode yang digunakan dalam analisis beban gempa ialah dengan analisis spektrum respons ragam. Beban gempa di perhitungkan berdasarkan SNI 1726 (2019) dan dapat dilihat pada lampiran 2

### 3.2.5 Kombinasi beban

Kombinasi beban dihitung berdasarkan RSNI 1727 (2018) tentang beban desain minimum dan kriteria terkait untuk bangunan gedung dan struktur lain. Kombinasi beban yang digunakan dalam struktur gedung ini ialah:

- $1,4D$
- $1,2D + 1,6L$
- $1,2D + L$
- $1,2D + 0,5W$
- $1,2D + W + L$
- $0,9D + W$
- $1,53D + L + 0,39Ex + 1,3Ey$
- $1,53D + L + 0,39Ey + 1,3Ex$
- $0,74D + 0,39Ex + 1,3Ey$
- $0,74D + 0,39Ey + 1,3Ex$

Ket:

D = Beban mati

L = Beban hidup

W = Beban angin

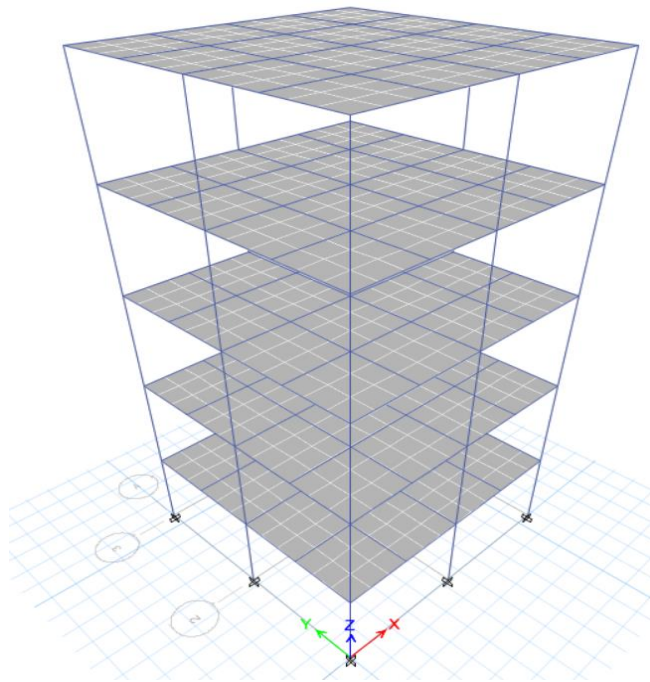
Ex = Beban gempa arah X

Ey = Beban gempa arah Y

### 3.3 Pemodelan struktur gedung

Struktur gedung yang di buat dengan pemodelan 3D dengan data struktur gedung sebagai berikut:

Tinggi gedung	= 17 m
Lebar Gedung	= 8 m
Tinggi antar lantai	= 3,5 m
Tinggi <i>base</i> ke lantai pertama	= 3 m



Gambar 3.2: Model gedung 3D

### 3.4 Pengecekan struktur gedung

#### 3.4.1 Simpangan antar lantai

Dalam menentukan simpangan antar lantai harus dihitung sebagai perbedaan simpangan pada pusat massa diatas dan dibawah tingkat. Dalam SNI 1726 (2019) Simpangan antar tingkat ( $\Delta$ ) tidak boleh melebihi simpangan antar tingkat yang diizinkan ( $\Delta_a$ ). Pada Tabel 3.3 dan Tabel 3.4 dapat dilihat pengecekan simpangan antar tingkat pada struktur gedung ini.

Tabel 3.3 Pengecekan simpangan antar tingkat arah X

Story	Load Case/Combo	delta Total	delta xe	cd	delta x	Tinggi Tingkat	Delta Izin	Cek
5	RS X Max	29.153	5.67	5.5	20.8	3500	26.9	OK
4	RS X Max	23.483	6.705	5.5	24.6	3500	26.9	OK
3	RS X Max	16.778	6.975	5.5	25.6	3500	26.9	OK
2	RS X Max	9.803	6.725	5.5	24.7	3500	26.9	OK
1	RS X Max	3.078	3.078	5.5	11.3	3000	23.1	OK

Tabel 3.4 Pengecekan simpangan antar tingkat arah Y

Story	Load Case/Combo	delta Total	delta xe	cd	delta x	Tinggi Tingkat	Delta Izin	Cek
5	RS Y Max	29.132	5.816	5.5	21.3	3500	26.9	OK

Tabel 3.4: *Lanjutan*

4	RS Y Max	23.316	6.73	5.5	24.7	3500	26.9	OK
3	RS Y Max	16.586	6.97	5.5	25.6	3500	26.9	OK
2	RS Y Max	9.616	6.625	5.5	24.3	3500	26.9	OK
1	RS Y Max	2.991	2.991	5.5	11.0	3000	23.1	OK

### 3.4.2 P-delta

Berdasarkan SNI 1726 (2019) untuk pengaruh P-delta pada geser tingkat dan momen, gaya dan momen elemen struktur yang dihasilkan, dan simpangan antar tingkat yang diakibatkannya tidak perlu diperhitungkan bila koefisien stabilitas ( $\theta$ ) lebih kecil dari 0,1. Pada Tabel 3.5 dan Tabel 3.6 dapat dilihat pengecekan terhadap P-delta.

Tabel 3.5: Pengecekan P-delta arah X

Story	Px	Delta	Ie	Vx	hsx	Cd	$\theta$	Cek
5	675.8777	20.8	1.5	135.0998	3500	5.5	0.0081	OK
4	2142.8863	24.6	1.5	301.6754	3500	5.5	0.0136	OK
3	3661.2737	25.6	1.5	425.5586	3500	5.5	0.0171	OK
2	5184.4698	24.7	1.5	502.8988	3500	5.5	0.0198	OK
1	6781.9699	11.3	1.5	535.5159	3000	5.5	0.0130	OK

Tabel 3.6: Pengecekan P-delta arah Y

Story	Py	Delta	Ie	Vy	hsy	Cd	$\theta$	Cek
5	675.8777	21.3	1.5	135.0998	3500	5.5	0.0083	OK
4	2142.8863	24.7	1.5	301.6754	3500	5.5	0.0137	OK
3	3661.2737	25.6	1.5	425.5586	3500	5.5	0.0171	OK
2	5184.4698	24.3	1.5	502.8988	3500	5.5	0.0195	OK
1	6781.9699	11.0	1.5	535.5159	3000	5.5	0.0126	OK

### 3.4.3 Torsi

Berdasarkan SNI 1726-2019, torsi memiliki dua hal, diantaranya torsi bawaan dan torsi tidak terduga. Pada Tabel 3.7, Tabel 3.8, Tabel 3.9 dan Tabel 3.10 dapat dilihat pengecekan terhadap torsi:

Tabel 3.7 Torsi pada arah Y + eksentrisitas

Story	Delta Max	Delta Min	Delta avg	Ay	Cek
Atap	26.636	23.098	24.867	1	OK
4	21.359	18.475	19.917	1	OK
3	15.216	13.132	14.174	1	OK
2	8.814	7.595	8.2045	1	OK

Tabel 3.7: *Lanjutan*

1	2.744	2.361	2.5525	1	OK
---	-------	-------	--------	---	----

Tabel 3.8 Torsi pada arah X + eksentrisitas

Story	Delta Max	Delta Min	Delta avg	Ax	Cek
Atap	26.715	23.177	24.946	1	OK
4	21.542	18.657	20.0995	1	OK
3	15.397	13.314	14.3555	1	OK
2	8.988	7.766	8.377	1	OK
1	2.825	2.441	2.633	1	OK

Tabel 3.9 Torsi pada arah Y – eksentrisitas

Story	Delta Max	Delta Min	Delta avg	Ay	Cek
Atap	26.636	23.098	24.867	1	OK
4	21.359	18.475	19.917	1	OK
3	15.216	13.132	14.174	1	OK
2	8.814	7.595	8.2045	1	OK
1	2.744	2.361	2.5525	1	OK

Tabel 3.10 Torsi pada arah X - eksentrisitas

Story	Delta Max	Delta Min	Delta avg	Ax	Cek
Atap	26.715	23.177	24.946	1	OK
4	21.542	18.657	20.0995	1	OK
3	15.397	13.314	14.3555	1	OK
2	8.988	7.766	8.377	1	OK
1	2.825	2.441	2.633	1	OK

#### 3.4.4 Ketidakberaturan horizontal

Dalam SNI 1726 (2019) untuk ketidakberaturan horizontal tipe 1a dikatakan ada jika simpangan antar tingkat maksimum lebih dari 1,2 kali simpangan antar tingkat rata-rata di kedua ujung. Terdapat pada Tabel 3.11, Tabel 3.12, Tabel 3.13, dan Tabel 3.14, dibawah ini:

Tabel 3.11: Ketidakberaturan horizontal 1a arah Y + eksentrisitas

Story	Delta Max	1.2xDelta avg	Cek
Atap	26.636	29.8404	Tidak Ada
4	21.359	23.9004	Tidak Ada
3	15.216	17.0088	Tidak Ada
2	8.814	9.8454	Tidak Ada
1	2.744	3.063	Tidak Ada



Tabel 3.12: Ketidakberaturan horizontal 1a arah X + eksentrisitas

Story	Delta Max	1.2xDelta avg	Cek
Atap	26.715	29.9352	Tidak Ada
4	21.542	24.1194	Tidak Ada
3	15.397	17.2266	Tidak Ada
2	8.988	10.0524	Tidak Ada
1	2.825	3.1596	Tidak Ada

Tabel 3.13: Ketidakberaturan horizontal 1a arah Y – eksentrisitas

Story	Delta Max	1.2xDelta avg	Cek
Atap	26.636	29.8404	Tidak Ada
4	21.359	23.9004	Tidak Ada
3	15.216	17.0088	Tidak Ada
2	8.814	9.8454	Tidak Ada
1	2.744	3.063	Tidak Ada

Tabel 3.14: Ketidakberaturan horizontal 1a arah X – eksentrisitas

Story	Delta Max	1.2xDelta avg	Cek
Atap	26.715	29.9352	Tidak Ada
4	21.542	24.1194	Tidak Ada
3	15.397	17.2266	Tidak Ada
2	8.988	10.0524	Tidak Ada
1	2.825	3.1596	Tidak Ada

Dari pengecekan diatas dapat disimpulkan bahwa struktur tidak memiliki ketidakberaturan tipe 1a.

Untuk ketidakberaturan horizontal tipe 1b dikatakan ada jika simpangan antar tingkat maksimum lebih dari 1,4 kali simpangan antar tingkat rata-rata di kedua ujung. Terdapat pada Tabel 3.15, Tabel 3.16, Tabel 3.17, dan Tabel 3.18, dibawah ini:

Tabel 3.15: Ketidakberaturan horizontal tipe 1b arah Y + eksentrisitas

Story	Delta Max	1.4xDelta avg	Cek
Atap	26.636	34.8138	Tidak Ada
4	21.359	27.8838	Tidak Ada
3	15.216	19.8436	Tidak Ada
2	8.814	11.4863	Tidak Ada
1	2.744	3.5735	Tidak Ada

Tabel 3.16: Ketidakberaturan horizontal tipe 1b arah X + eksentrisitas

Story	Delta Max	1.4xDelta avg	Cek
Atap	26.715	34.9244	Tidak Ada
4	21.542	28.1393	Tidak Ada
3	15.397	20.0977	Tidak Ada
2	8.988	11.7278	Tidak Ada
1	2.825	3.6862	Tidak Ada

Tabel 3.17: Ketidakberaturan horizontal tipe 1b arah Y – eksentrisitas

Story	Delta Max	1.4xDelta avg	Cek
Atap	26.636	34.8138	Tidak Ada
4	21.359	27.8838	Tidak Ada
3	15.216	19.8436	Tidak Ada
2	8.814	11.4863	Tidak Ada
1	2.744	3.5735	Tidak Ada

Tabel 3.18: Ketidakberaturan horizontal tipe 1b arah X – eksentrisitas

Story	Delta Max	1.4xDelta avg	Cek
Atap	26.715	34.9244	Tidak Ada
4	21.542	28.1393	Tidak Ada
3	15.397	20.0977	Tidak Ada
2	8.988	11.7278	Tidak Ada
1	2.825	3.6862	Tidak Ada

Dari pengecekan diatas dapat di simpulkan bahwa struktur tidak memiliki ketidakberaturan horizontal tipe 1b.

### 3.4.5 Ketidakberaturan vertikal

Dalam SNI 1726 (2019) untuk ketidakberaturan vertikal tipe 1a dikatakan ada jika terdapat suatu tingkat yang kekakuan lateralnya kurang dari 70% kekakuan tingkat diatasnya atau kurang dari 80% kekakuan rata-rata tiga tingkat diatasnya. Terdapat pada Tabel 3.19 dan Tabel 3.20, di bawah ini:

Tabel 3.19: Ketidakberaturan vertikal tipe 1a arah Y

Tingkat	K	70%	Cek
Atap	27294.068	-	-
4	52487.937	48.00	Tidak Ada
3	71369.786	26.46	Tidak Ada

Tabel 3.19: *Lanjutan*

2	88948.594	19.76	Tidak Ada
1	209524.76	57.55	Tidak Ada

Tabel 3.20: Ketidakberaturan vertikal tipe 1a arah X

Tingkat	K	70%	Cek
Atap	27851.192	-	-
4	52498.932	46.95	Tidak Ada
3	71187.083	26.25	Tidak Ada
2	87562.407	18.70	Tidak Ada
1	203481.359	56.97	Tidak Ada

Dari pengecekan diatas dapat disimpulkan bahwa struktur tidak memiliki ketidakberaturan vertikal tipe 1a.

Untuk ketidakberaturan vertikal tipe 1b dikatakan ada jika terdapat suatu tingkat yang kekakuan lateralnya kurang dari 60% kekakuan tingkat diatasnya atau kurang dari 70% kekakuan rata-rata tiga tingkat diatasnya. Terdapat pada Tabel 3.21 dan Tabel 3.22, di bawah ini:

Tabel 3.21: Ketidakberaturan vertikal tipe 1b arah Y

Tingkat	K	60%	
Atap	27294.068	-	-
4	52487.937	48.00	Tidak Ada
3	71369.786	26.46	Tidak Ada
2	88948.594	19.76	Tidak Ada
1	209524.76	57.55	Tidak Ada

Tabel 3.22: Ketidakberaturan vertikal tipe 1b arah X

Tingkat	K	60%	
Atap	27851.192	-	-
4	52498.932	46.95	Tidak Ada
3	71187.083	26.25	Tidak Ada
2	87562.407	18.70	Tidak Ada
1	203481.359	56.97	Tidak Ada

Dari pengecekan diatas dapat disimpulkan bahwa struktur tidak memiliki ketidakberaturan vertikal tipe 1b.

Untuk ketidakberaturan vertikal tipe 2 dikatakan ada jika massa efektif disebarkan tingkat lebih dari 150% massa efektif tingkat di dekatnya. Atap yang lebih ringan dari lantai dibawahnya tidak perlu ditinjau. Terdapat pada Tabel 3.23 di bawah ini:

Tabel 3.23: Ketidakberaturan vertikal tipe 2

Tingkat	Massa (Kg)	150%	Cek
Atap	53914.76	-	-
4	85642.84	96.69	Tidak Ada
3	88578.65	99.77	Tidak Ada
2	88782.96	101.37	Tidak Ada
1	87580.21	-	-

Dari pengecekan diatas dapat disimpulkan bahwa struktur tidak memiliki ketidakberaturan vertikal tipe 2.

### 3.5 Desain *base plate*

Sebelum mendesain *base plate*, perlu ditinjau *joint* yang memiliki nilai *base shear* akibat gempa terbesar. Dapat dilihat pada Tabel 3.24 dan Tabel 3.25 dibawah ini:

Tabel 3.24: *Base shear* pada tiap *joint* arah X

<i>Joint Label</i>	<i>Load</i>	<i>Base Shear (KN)</i>
1	RS X Max	48.9391
2	RS X Max	101.3741
3	RS X Max	48.9391
4	RS X Max	78.3767
5	RS X Max	70.5532
6	RS X Max	78.3767
7	RS X Max	48.9391
8	RS X Max	101.3741
9	RS X Max	48.9391

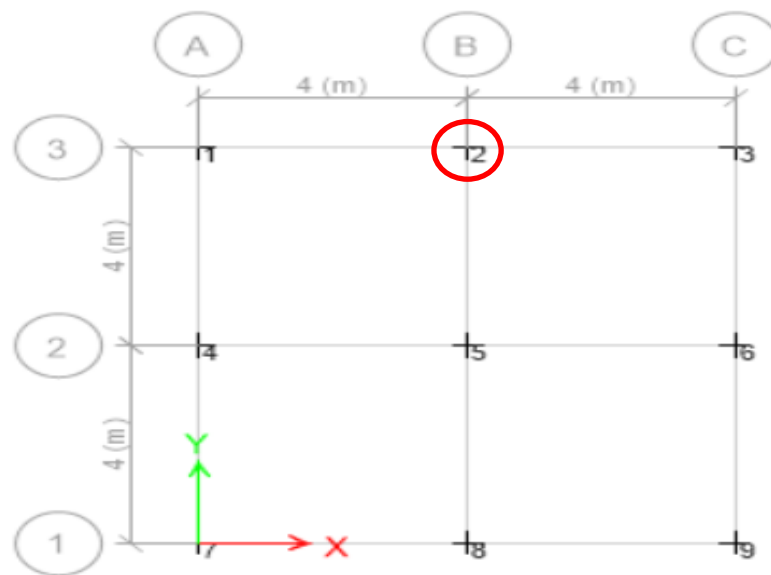
Tabel 3.25: *Base shear* pada tiap *joint* arah Y

<i>Joint Label</i>	<i>Load</i>	<i>Base Shear (KN)</i>
1	RS Y Max	74.7931
2	RS Y Max	46.9374
3	RS Y Max	74.7931
4	RS Y Max	67.5733
5	RS Y Max	97.5373
6	RS Y Max	67.5733
7	RS Y Max	74.7931

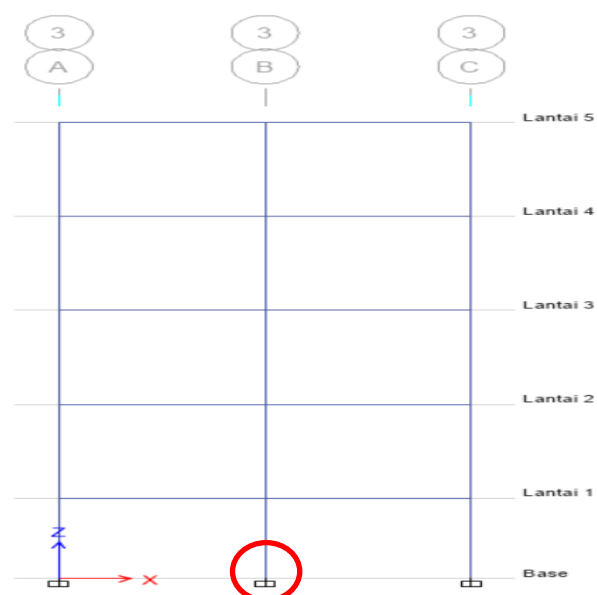
Tabel 3.25: *Lanjutan*

8	RS Y Max	46.9374
9	RS Y Max	74.7931

Dari Tabel 3.24 dan Tabel 3.25, maka *joint* yang akan digunakan untuk mendesain *base plate* ialah terdapat pada *joint label 2* grid 3B. Dapat dilihat pada Gambar 3.3 dan Gambar 3.4 dibawah ini.



Gambar 3.3: *Joint label* pada tingkat *base*



Gambar 3.4: *Joint* pada grid 3B untuk desain *base plate*

Dalam mendesain *base plate* beban yang akan digunakan ialah nilai maksimum geser ( $V_u$ ) dari tiap kombinasi. Dibawah ini terdapat Tabel 3.26 kombinasi beban pada bagian *base plate* (lihat Gambar 3.3).

Tabel 3.26: Kombinasi beban untuk mendesain *base plate*

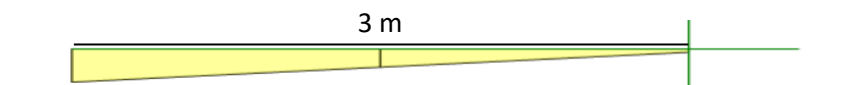
Kombinasi Beban	$V_u$	$M_u$	$N_u$
	KN	KN.m	KN
1,4D	0	0	621,21
1,2D + 1,6L	0	0	847,96
1,2D + L	0	0	729,65
1,2D + 0,5W	0,11	0,29	532,66
1,2D + W + L	0,22	0,58	730,04
0,9D + L	0,22	0,58	399,74
1,53D + L + 0,39Ex + 1,3Ey	33,83	94,58	1136,38
1,53D + L + 0,39Ey + 1,3Ex	112,75	315,25	954,17
0,74D + 0,39Ex + 1,3Ey	33,23	94,58	588,65
0,74D + 0,39Ey + 1,3Ex	112,75	315,25	406,44

Dari kombinasi diatas, diambil kombinasi beban  $1,53D + L + 0,39Ey + 1,3Ex$  yang digunakan untuk desain *base plate* dan angkur. Maka didapat tebal *base plate* sebesar 40 mm dengan ukuran angkur D24. Untuk perhitungan *base plate* dan angkur terdapat pada lampiran 4 dan lampiran 5.

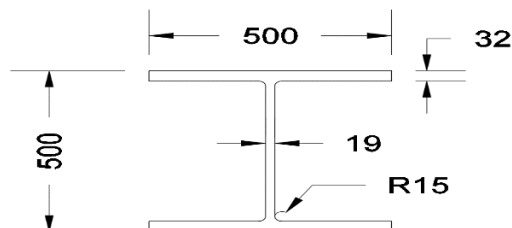
### 3.6 Pemodelan *base plate*

#### 3.6.1 Dimensi kolom

Dalam memodelkan *base plate* profil yang digunakan untuk kolom yaitu H 500 x 500 dengan tinggi yang didapat dari momen pada gedung.



Gambar 3.5: Tinggi kolom untuk model



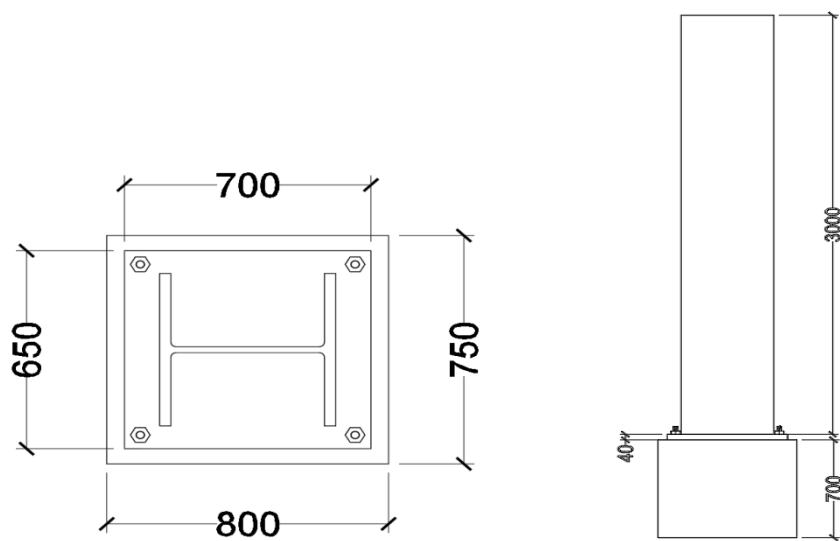
Gambar 3.6: Dimensi kolom H 500 x 500

Tabel 3.27: Dimensi kolom H 500 x 500

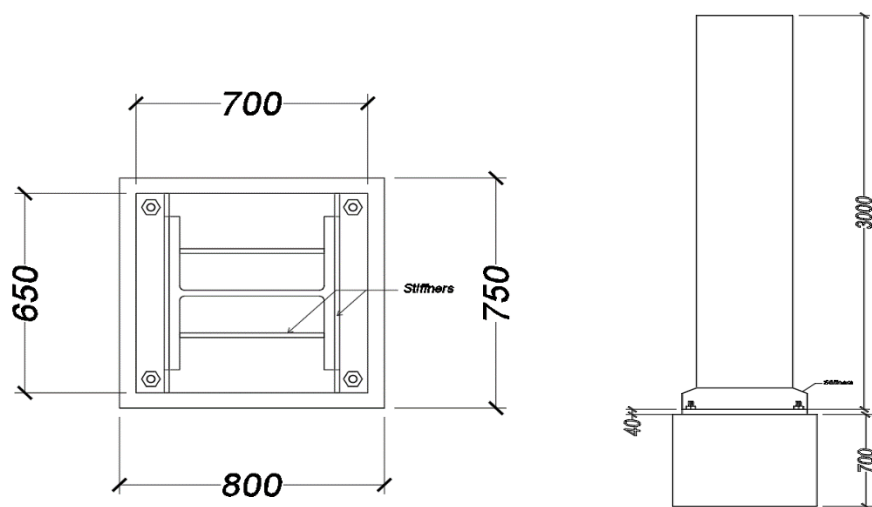
Tinggi	Lebar	Tebal <i>web</i>	Tebal <i>flange</i>	<i>Fillet</i>
500 mm	500 mm	19 mm	32 mm	15 mm

### 3.6.2 Dimensi *base plate*

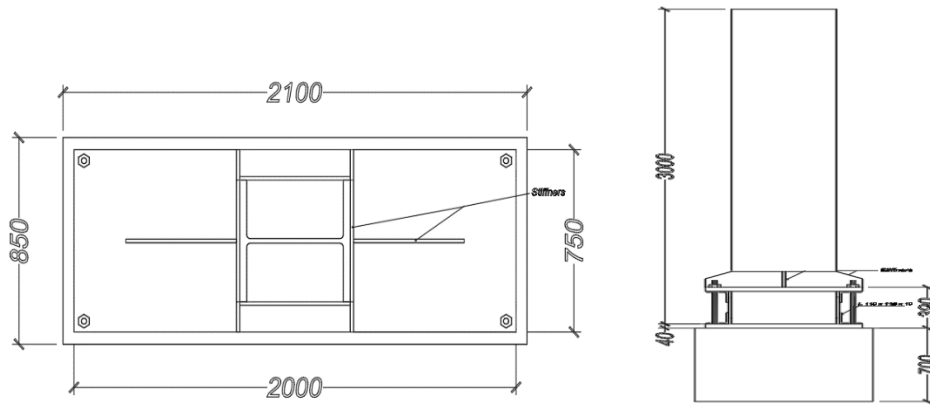
Dimensi pada tiap-tiap model *base plate* terdapat pada Gambar 3.7, Gambar 3.8 dan Gambar 3.9 dibawah ini:



Gambar 3.7: Dimensi *base plate* tanpa *stiffners*



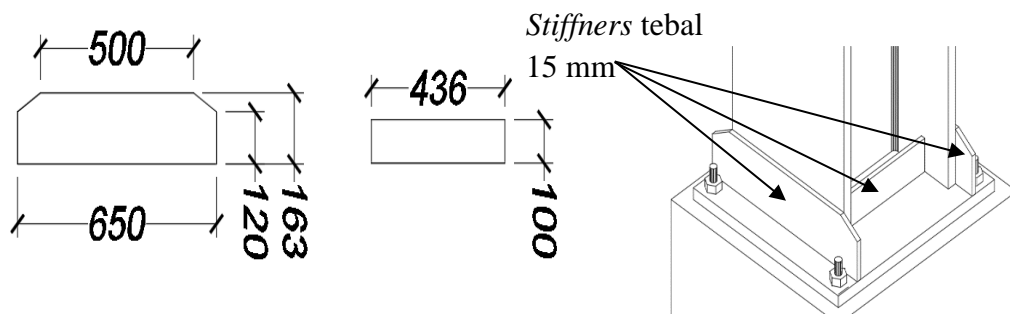
Gambar 3.8: Dimensi *base plate* dengan *stiffners*



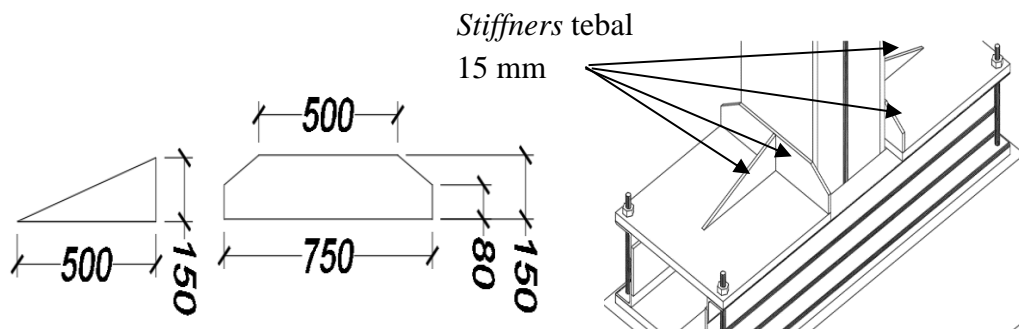
Gambar 3.9: Dimensi *base plate* dengan *stiffners* + balok

### 3.6.3 Dimensi *stiffners*

Dimensi dari *stiffners* yang terdapat pada model *base plate* dengan *stiffners* dan model *base plate* dengan *stiffners* + balok terdapat pada Gambar 3.10 dan 3.11 dibawah ini.



Gambar 3.10: Dimensi *stiffners* pada model *base plate* dengan *stiffners* dan penempatannya

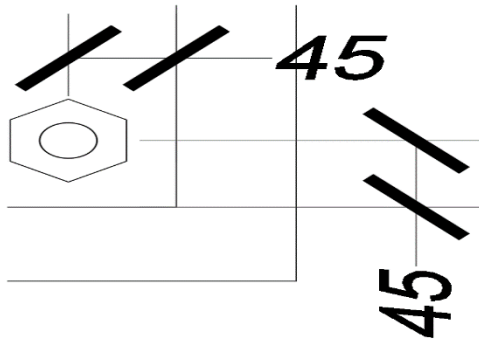


Gambar 3.11: Dimensi *stiffners* pada model *base plate* dengan *stiffners* + balok dan penempatannya

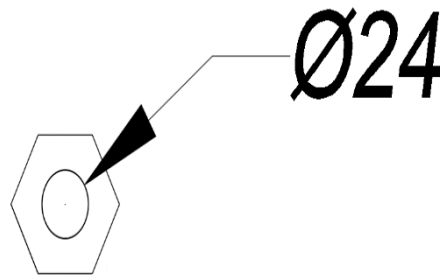


#### 3.6.4 Jarak angkur dan dimensi angkur

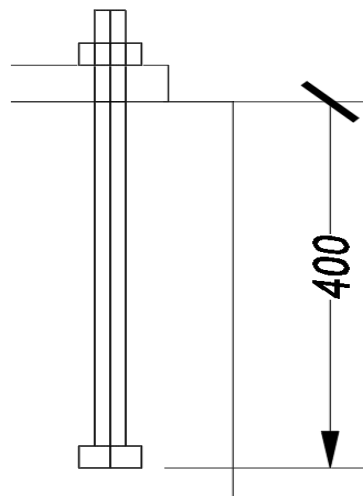
Berdasarkan SNI 1729-2015 untuk diameter 24 mm jarak tepi minimum angkur sebesar 30 mm, maka dari desain diambil 45 mm serta jarak tanam angkur pada beton seperti pada Gambar 3.12, 3.13, dan 3.14 di bawah ini:



Gambar 3.12: Jarak tepi minimum



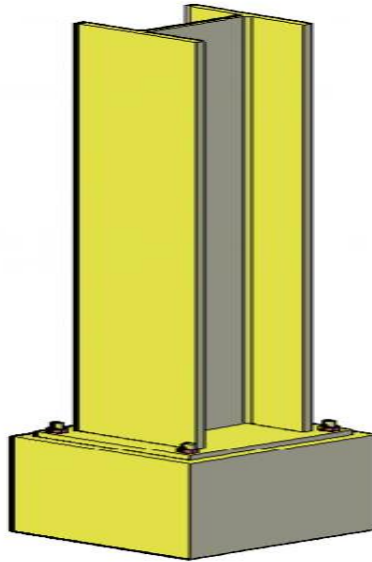
Gambar 3.13: Diameter angkur



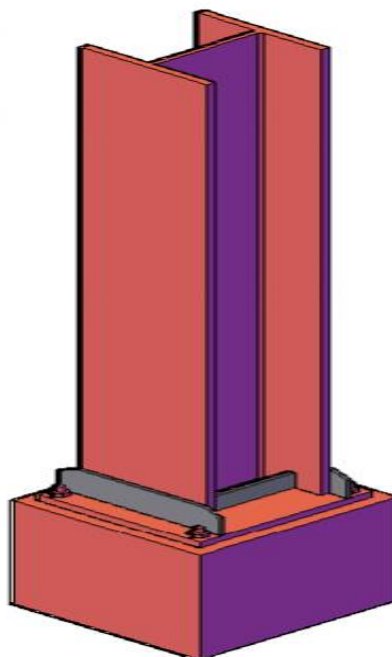
Gambar 3.14: Jarak tanam angkur ke beton

### 3.6.5 Bentuk-bentuk *base plate*

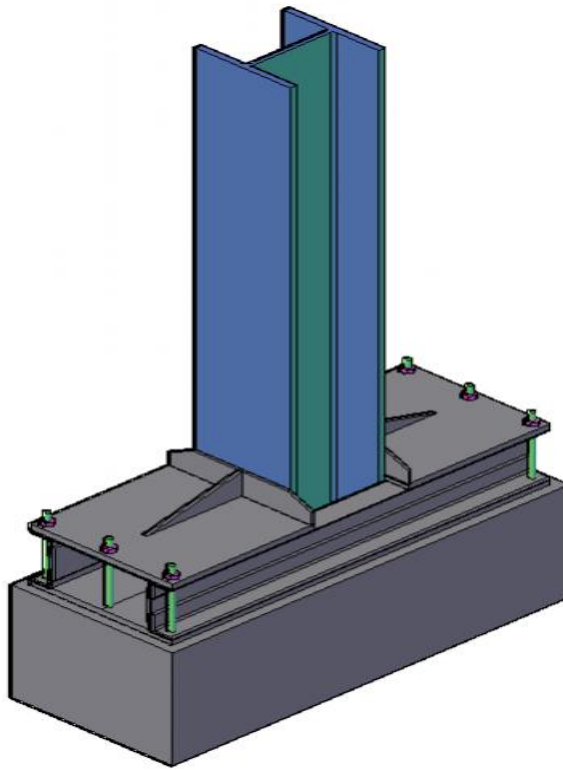
Ada tiga bentuk *base plate* yang akan di analisis sesuai dengan parameter-parameter yang di tinjau, diantaranya:



Gambar 3.15: Model 1 *base plate* tanpa *stiffners*



Gambar 3.16: Model 2 *base plate* dengan *stiffners*



Gambar 3.17: Model 3 *base plate* dengan balok + *stiffners*

### 3.7 Input pemodelan

#### 3.7.1 Definisi material

Sebelum melakukan analisis *base plate* yang harus di input terlebih dahulu ialah spesifikasi material pada *Engineering Data*. Dibawah ini merupakan spesifikasi material yang digunakan pada *base plate* yang akan di analisis, sebagai berikut:

##### 1. Spesifikasi baja

- Mutu Baja : BJ-41
- *Density* : 7850 kg/m<sup>3</sup>
- *Young's Modulus* : 200.000 MPa
- *Poisson's Ratio* : 0,3
- *Tangen Modulus* : 6700 MPa (*Billinear Isotropic Hardening*)
- *Tensile Yield Strength* : 250 MPa
- *Tensile Ultimate Strength* : 410 MPa

▼ A

- Engineering Data
- Engineering Data ✓

Engineering Data

Properties of Outline Row 4: BJ-41

	A	B	C	D	E
1	Property	Value	Unit		
2	Material Field Variables	Table			
3	Density	7850	kg m <sup>-3</sup>		
4	Isotropic Elasticity				
5	Derive from	Young's Modul...			
6	Young's Modulus	2E+05	MPa		
7	Poisson's Ratio	0.3			
8	Bulk Modulus	1.6667E+11	Pa		
9	Shear Modulus	7.6923E+10	Pa		
10	Bilinear Isotropic Hardening				
11	Yield Strength	250	MPa		
12	Tangent Modulus	6700	MPa		
13	Tensile Yield Strength	250	MPa		
14	Tensile Ultimate Strength	410	MPa		

Gambar 3.18: Input material BJ-41 pada software

## 2. Spesifikasi angkur

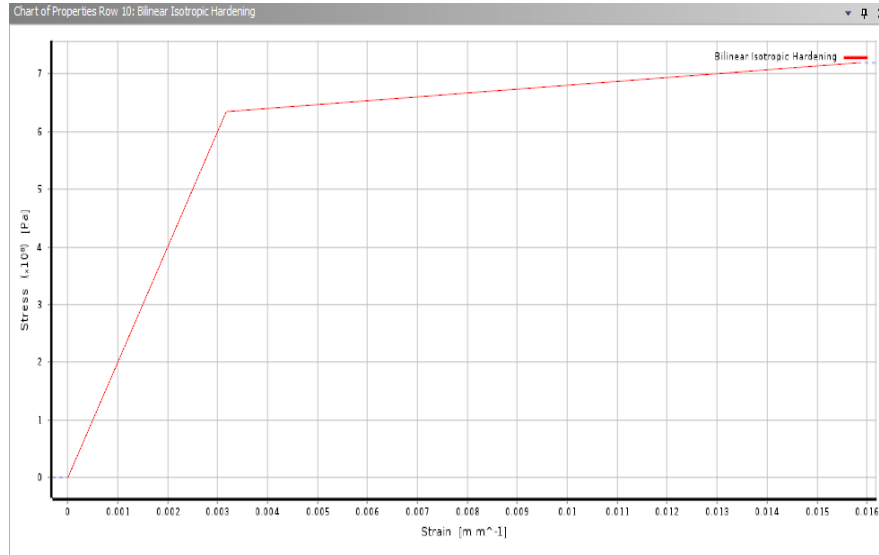
- Mutu Angkur : ASTM A449
- *Density* : 7850 kg/m<sup>3</sup>
- *Young's Modulus* : 200.000 MPa
- *Poisson's Ratio* : 0,3
- *Tangen Modulus* : 6700 MPa (*Billinear Isotropic Hardening*)
- *Tensile Yield Strength* : 634 MPa
- *Tensile Ultimate Strength* : 827 MPa

Properties of Outline Row 3: ASTM A449

	A	B	C	D	E
1	Property	Value	Unit		
2	Material Field Variables	Table			
3	Density	7850	kg m <sup>-3</sup>		
4	Isotropic Elasticity				
5	Derive from	Young's Modul...			
6	Young's Modulus	2E+05	MPa		
7	Poisson's Ratio	0.3			
8	Bulk Modulus	1.6667E+11	Pa		
9	Shear Modulus	7.6923E+10	Pa		
10	Bilinear Isotropic Hardening				
11	Yield Strength	634	MPa		
12	Tangent Modulus	6700	MPa		
13	Tensile Yield Strength	634	MPa		
14	Tensile Ultimate Strength	827	MPa		

Gambar 3.19: Input material ASTM A449 pada software

Dari kedua material tersebut diinput material non linier pada *engineering* data dengan menggunakan *bilinier isotropic hardening* seperti pada gambar 3.16



Gambar 3.20: Grafik *bilinier isotropic hardening*

### 3. Spesifikasi beton

- Mutu Beton : fc' 25
- *Density* : 2400 kg/m<sup>3</sup>
- *Young's Modulus* : 23500 MPa
- *Poisson's Ratio* : 0,2
- *Compressive Ultimate Strength* : 25 MPa

Properties of Outline Row 5: Fc' 25				
	A	B	C	D E
1	Property	Value	Unit	
2	Material Field Variables	Table		
3	Density	2400	kg m <sup>-3</sup>	
4	Isotropic Elasticity			
5	Derive from	Young's Modul...		
6	Young's Modulus	23500	MPa	
7	Poisson's Ratio	0.2		
8	Bulk Modulus	1.3056E+10	Pa	
9	Shear Modulus	9.7917E+09	Pa	
10	Compressive Ultimate Strength	25	MPa	

Gambar 3.21: Input material fc'25 pada software

### 3.7.2 Input model *base plate*

Model yang digunakan dalam analisis *base plate* terdapat pada sub bab 3.6.5. Dibawah ini merupakan nama model serta penginputan model ke software yang akan digunakan dalam analisis diantaranya.

Tabel 3.28: Model tanpa *stiffners*

No	Nama Model
<b>1</b>	<b>Tanpa <i>stiffners</i></b>
A	Tp 16 B 4
B	Tp 20 B 4
C	Tp 24 B 4
D	Tp 16 B 6
E	Tp 20 B 6
F	Tp 24 B 6

Tabel 3.29: Model dengan *stiffners*

No	Nama Model
<b>2</b>	<b><i>Stiffners</i></b>
A	Tp 16 B 4
B	Tp 20 B 4
C	Tp 24 B 4
D	Tp 16 B 6
E	Tp 20 B 6
F	Tp 24 B 6

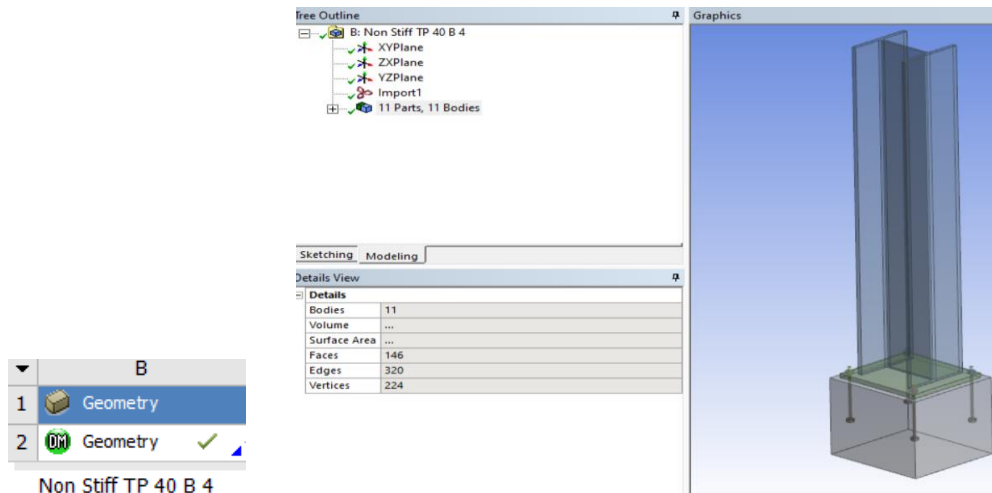
Tabel 3.30: Model dengan *stiffners* + balok

No	Nama Model
<b>3</b>	<b><i>Stiffners</i> + Balok</b>
A	Tp 16 B 4
B	Tp 20 B 4
C	Tp 24 B 4
D	Tp 16 B 6
E	Tp 20 B 6
F	Tp 24 B 6

Ket:

Tp = Tebal Plat

B = Jumlah Angkur



Gambar 3.22: Input model *base plate* ke software

### 3.7.3 Definisi *contact*

*Contact* merupakan penghubung antara dua geometri yang memiliki fungsi tersendiri sesuai dengan perilaku material tersebut. Dalam analisis *base plate* ini digunakan empat tipe *contact* yang berbeda, diantaranya ialah *bonded*, *frictional*, *rough*, dan *frictionless*.

- *Bonded* berfungsi sebagai penghubung yang saling melekat ketika diberi beban material, yang terhubung dengan tipe kontak ini akan terikat sesuai dengan arah beban yang diterapkan. Dengan kontak *bonded* tidak mengizinkan terjadinya *sliding* maupun *gap*.
- *Frictional* berfungsi sebagai penghubung yang saling menempel tetapi tidak bersentuhan. Pada analisis model *base plate*, *contact* ini digunakan untuk menghubungkan *base plate* dengan pedestal beton. *Contact* ini pun mengizinkan terjadi *sliding* maupun *gap*.
- *Frictionless* merupakan tipe *contact* yang koefisien friksinya nol atau *contact* tanpa gesekan. *Contact* ini mengizinkan terjadinya *sliding* dan *gap*.
- *Rough* mirip dengan *frictionless*, *contact* ini memiliki gesekan yang sangat kasar dimana *contact* ini tidak mengizinkan terjadinya *sliding*.

Tabel 3.31: *Contact* untuk *base plate* tanpa *stiffners*

Contact	Target	Koef Friksi	Contact Type
Kolom	Base Plate	-	Bonded

Tabel 3.31: *Lanjutan*

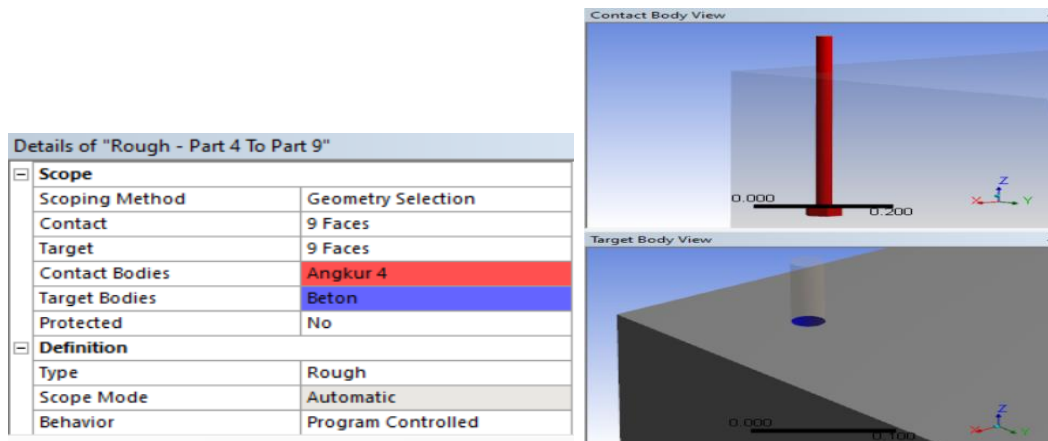
Pedestal	<i>Base Plate</i>	0,2	<i>Frictional</i>
Pedestal	Angkur	-	<i>Rough</i>
<i>Base Plate</i>	Angkur	-	<i>Frictionless</i>
<i>Base Plate</i>	Nut	-	<i>Bonded</i>
Nut	Angkur	-	<i>Bonded</i>

Tabel 3.32: *Contact untuk base plate dengan stiffners*

Contact	Target	Koef Friksi	Contact Type
Kolom	<i>Base Plate</i>	-	<i>Bonded</i>
Pedestal	<i>Base Plate</i>	0,2	<i>Frictional</i>
Pedestal	Angkur	-	<i>Rough</i>
<i>Base Plate</i>	Angkur	-	<i>Frictionless</i>
<i>Base Plate</i>	Nut	-	<i>Bonded</i>
Nut	Angkur	-	<i>Bonded</i>
<i>Stiffners</i>	Kolom	-	<i>Bonded</i>
<i>Stiffners</i>	<i>Base Plate</i>	-	<i>Bonded</i>

Tabel 3.33: *Contact untuk base plate dengan stiffners + balok*

Contact	Target	Koef Friksi	Contact Type
Kolom	<i>Base Plate</i>	-	<i>Bonded</i>
Pedestal	<i>Base Plate</i>	0,2	<i>Frictional</i>
Pedestal	Angkur	-	<i>Rough</i>
<i>Base Plate</i>	Angkur	-	<i>Frictionless</i>
<i>Base Plate</i>	Nut	-	<i>Bonded</i>
Nut	Angkur	-	<i>Bonded</i>
<i>Stiffners</i>	Kolom	-	<i>Bonded</i>
<i>Stiffners</i>	Plate	-	<i>Bonded</i>
Profil L	Plate	-	<i>Bonded</i>
Plate	Angkur	-	<i>Frictionless</i>
Profil L	Angkur	-	<i>Frictionless</i>
Profil L	<i>Base Plate</i>	-	<i>Bonded</i>

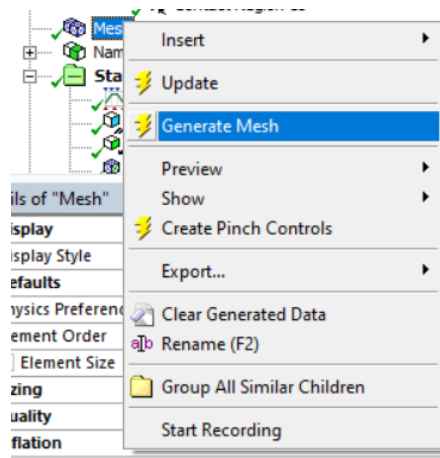


Gambar 3.23: Mengatur *contact* pada *base plate*

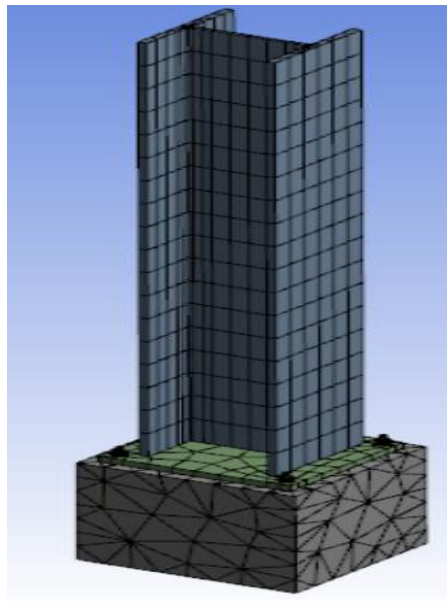


### 3.7.4 Meshing

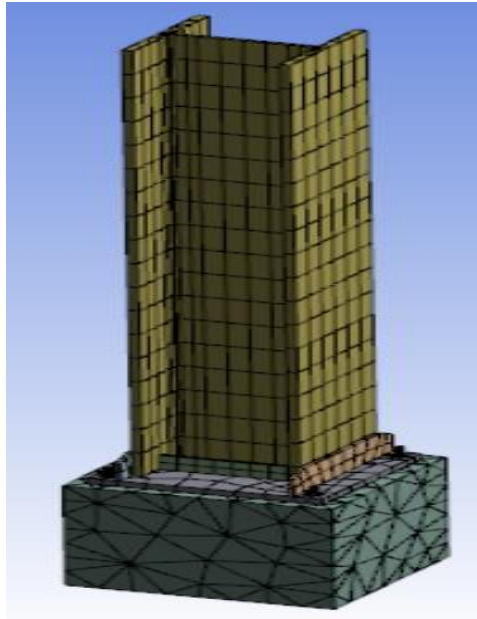
*Meshing* merupakan proses simulasi yang membagi geometri menjadi elemen-elemen sederhana. *Meshing* juga dapat mempengaruhi akurasi serta kecepatan saat melakukan running analisis. Semakin kecil *meshing* yang dibuat maka semakin bagus pula akurasi yang di dapat saat melakukan running analisis. Dalam analisis *base plate* ini meshing yang dilakukan secara *default* tanpa mengatur ukuran maupun tipe dari *meshing* tersebut. Dibawah ini merupakan *meshing* pada tiap model serta cara melakukan *generate mesh*.



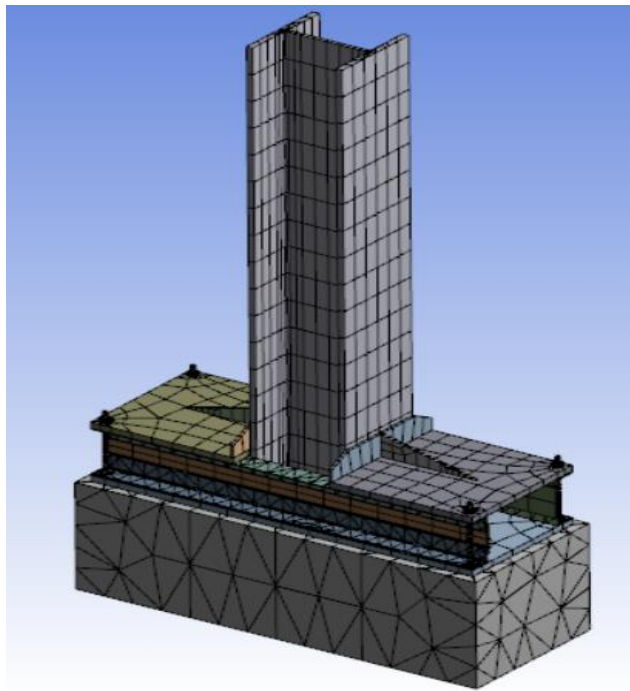
Gambar 3.24: *Generate mesh* pada model *base plate*



Gambar 3.25: *Meshing* pada *base plate* tanpa *stiffeners*



Gambar 3.26: *Meshing* pada *base plate* dengan *stiffners*

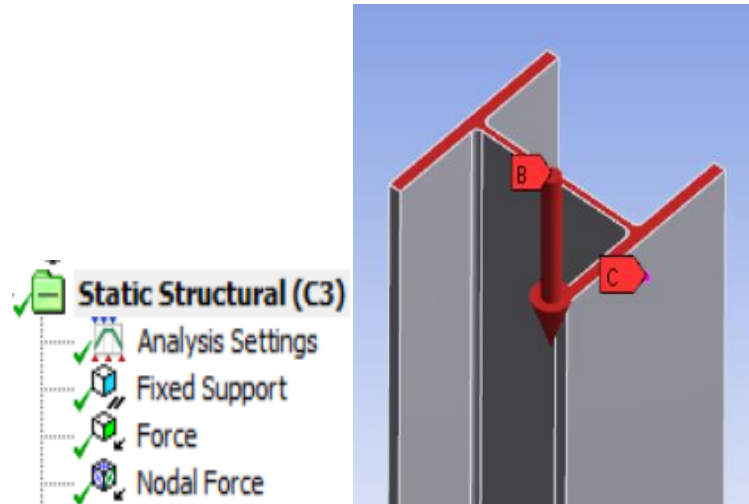


Gambar 3.27: *Meshing* pada *base plate* dengan *stiffners* + balok

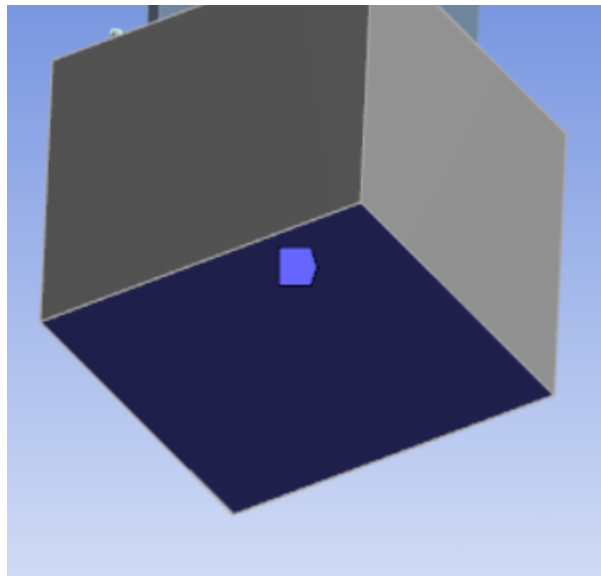
### 3.7.5 Pembebanan dan tumpuan *base plate*

Beban yang di terima dalam melakukan analisis *base plate* ialah beban aksial sebesar 954170 N dan beban monotonik yang berupa beban horizontal. Pada

Gambar 3.28 dan Gambar 3.29 terdapat cara mendefinisikan beban dan tumpuan pada model.



Gambar 3.28: Penerapan beban aksial dan beban monotik serta mendefinisikan beban



Gambar 3.29: Penerapan tumpuan jepit pada *base plate*

### 3.7.6 *Step control dan large deflection*

Pengaturan *time step* dan *large deflection* sangat penting untuk melakukan analisis non linier. Pada Gambar 3.30 merupakan pengaturan *time step* dan *large deflection* pada software.

Details of "Analysis Settings"			
[-] <b>Step Controls</b>		<b>Solver Controls</b>	
Number Of Steps	5.	Solver Type	Program Controlled
Current Step Number	1.	Weak Springs	Off
Step End Time	1. s	Solver Pivot Checking	Program Controlled
Auto Time Stepping	On	Large Deflection	On
Define By	Substeps	Inertia Relief	Off
Initial Substeps	5.		
Minimum Substeps	5.		
Maximum Substeps	10.		

Gambar 3.30: Pengaturan *time step* dan *large deflection*

### 3.7.7 Newton raphson

Sebelum melakukan running analisis perlu mengatur dahulu nilai pada *newton raphson* sebesar  $10^{-7}$ . *Newton Raphson* berguna untuk mengatasi error saat melakukan *solve* pada software. Pada Gambar 3.31 merupakan pengaturan *newton raphson*.

Details of "Solution Information"	
[-] <b>Solution Information</b>	
Solution Output	Solver Output
Newton-Raphson Residuals	0
Identify Element Violations	0
Update Interval	2.5 s
Display Points	All
[-] <b>FE Connection Visibility</b>	
Activate Visibility	Yes
Display	All FE Connectors
Draw Connections Attached To	All Nodes
Line Color	Connection Type

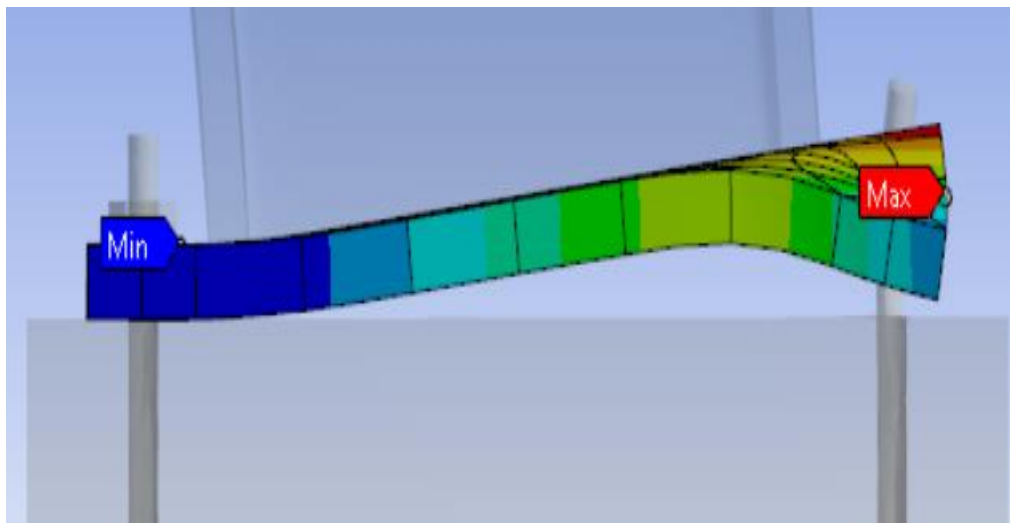
Gambar 3.31: Pengaturan *newton raphson*

## BAB 4

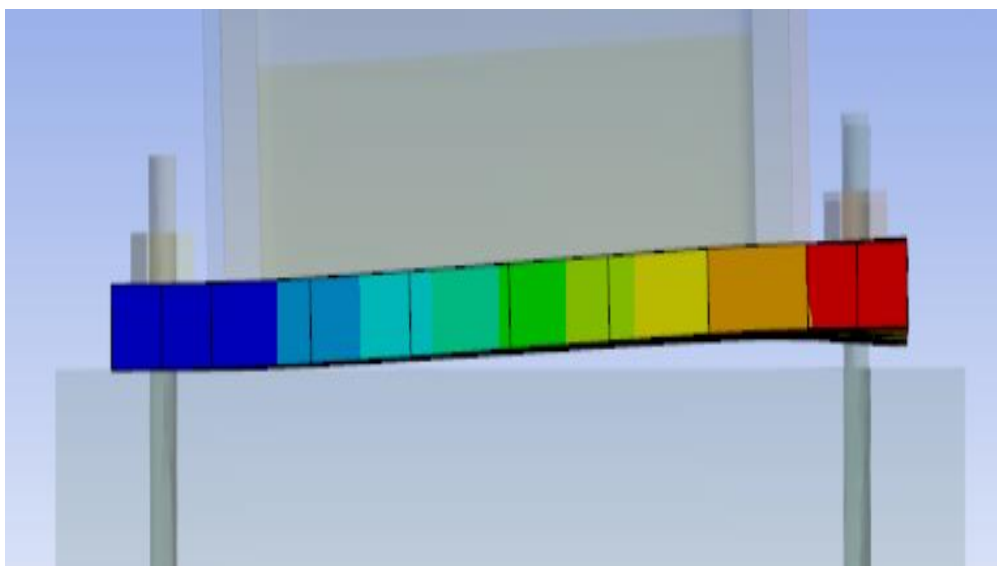
### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 4.1 Hasil analisis momen–rotasi

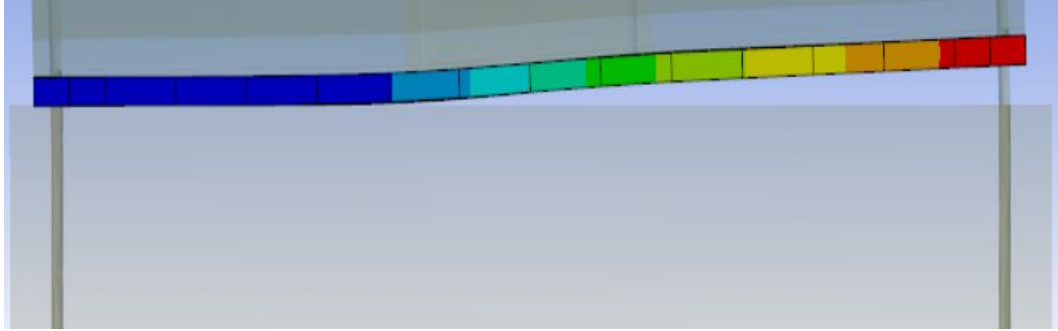
Dibawah ini merupakan rotasi yang terjadi pada tiap model *base plate* serta perhitungan yang di dapat dari analisis software. Dapat dilihat pada Gambar 4.1, Gambar 4.2 dan Gambar 4.3 serta Tabel 4.1.



Gambar 4.1: Rotasi pada *base plate* tanpa *stiffners* TP 40 B 4



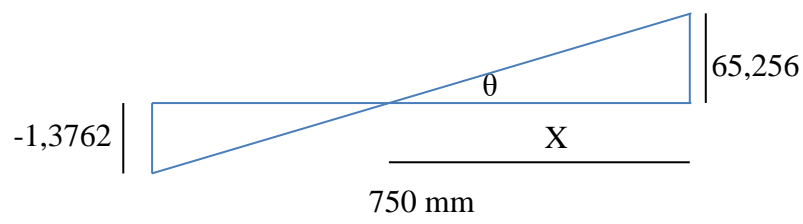
Gambar 4.2: Rotasi pada *base plate* dengan *stiffners* TP 40 B 4



Gambar 4.3: Rotasi pada *base plate* dengan *stiffners* + balok TP 40 B 4

Berdasarkan perhitungan momen-rotasi dari Olii, Marwan dkk (2018), maka dihitung hasil analisis dari salah satu model, yaitu *base plate* tanpa *stiffners* dengan TP 40 B 4.

Deformasi maksimum (a)	= 65,256 mm
Deformasi minimum (b)	= -1,3762 mm
Lengan momen	= 3000 mm
Beban ultimate	= 400000 N
Momen ultimate	= 3000 mm x 400000 N
	= 1200000000 N.mm
	= 1200 KN.m
Lebar <i>base plate</i>	= 750 mm



$$\frac{a - b}{750} = \frac{a}{x}$$

$$x = \frac{750 \times a}{a - b} = \frac{750 \times 65,256}{65,256 - (-1,3762)} = \frac{48942}{66,6322} = 734,51 \text{ mm}$$

$$\text{Rotasi} = \tan^{-1} \left( \frac{a}{x} \right) = \tan^{-1} \left( \frac{65,256}{734,51} \right) = 5,08^\circ \times \frac{\pi}{180}$$

$$= 0,0886 \text{ rad}$$

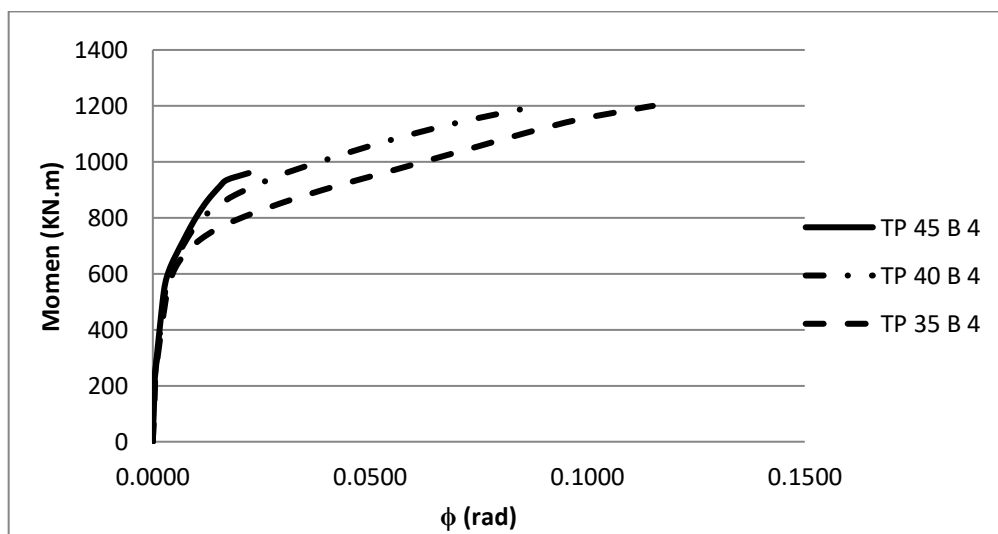
Tabel 4.1: Hasil momen-rotasi tiap model

Model	Kode	Tebal Plate (mm)	Jumlah Angkur	Beban ultimate (KN)	Momen ultimate (KN.m)	Rotasi (rad)
Tanpa <i>stiffners</i>	TP 45 B 4	45	4	320	960	0,0221
	TP 40 B 4	40	4	400	1200	0,0886
	TP 35 B 4	35	4	400	1200	0,1150
	TP 45 B 6	45	6	460	1380	0,0235
	TP 40 B 6	40	6	400	1200	0,0166
	TP 35 B 6	35	6	336	1008	0,0103
<i>Stiffners</i>	TP 45 B 4	45	4	344	1032	0,0185
	TP 40 B 4	40	4	328	984	0,0168
	TP 35 B 4	35	4	296	888	0,0143
	TP 45 B 6	45	6	480	1440	0,0249
	TP 40 B 6	40	6	396	1188	0,0120
	TP 35 B 6	35	6	384	1152	0,0113
<i>Stiffners + Balok</i>	TP 45 B 4	45	4	1000	3000	0,0325
	TP 40 B 4	40	4	1000	3000	0,0332
	TP 35 B 4	35	4	1000	3000	0,0453
	TP 45 B 6	45	6	1008	3024	0,0154
	TP 40 B 6	40	6	1008	3024	0,0170
	TP 35 B 6	35	6	1008	3024	0,0180

#### 4.1.1 Perbandingan momen-rotasi berdasarkan ketebalan *base plate*

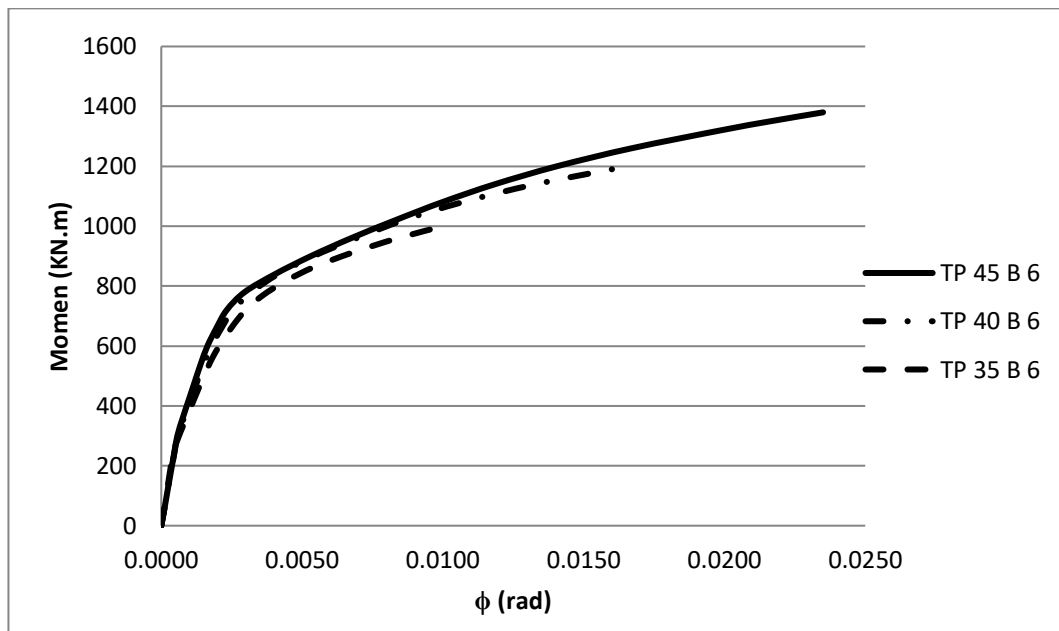
##### 4.1.1.1 Perbandingan momen-rotasi berdasarkan ketebalan *base plate* tanpa *stiffners*

Perbandingan momen-rotasi berdasarkan ketebalan plat yang berbeda pada *base plate* tanpa *stiffners* terdapat pada Gambar 4.4 dan Gambar 4.5.



Gambar 4.4: Grafik momen-rotasi *base plate* tanpa *stiffners* yang memiliki ketebalan berbeda dan jumlah angkur 4 buah

Dari Gambar 4.4 dapat diketahui bahwa *base plate* dengan tebal 45 mm, mampu menahan momen sebesar 960 KN.m dengan rotasi yang mencapai 0,0221 rad, *base plate* dengan tebal 40 mm, mampu menahan momen sebesar 1200 KN.m dengan rotasi yang mencapai 0,0886 rad, dan *base plate* dengan tebal 35 mm, mampu menahan momen sebesar 1200 KN.m dengan rotasi yang mencapai 0,1136 rad.



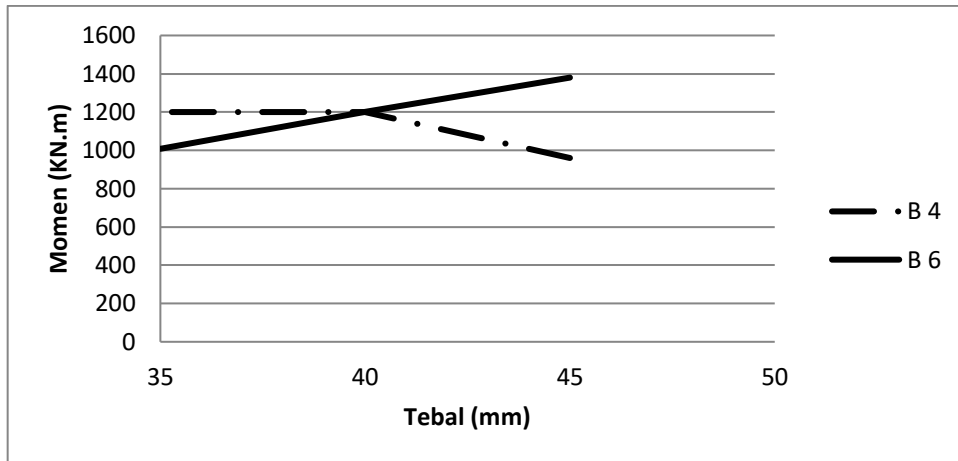
Gambar 4.5: Grafik momen-rotasi *base plate* tanpa *stiffners* yang memiliki ketebalan berbeda dan jumlah angkur 6

Dari Gambar 4.5 dapat diketahui bahwa *base plate* dengan tebal 45 mm, mampu menahan momen sebesar 1380 KN.m dan rotasi yang mencapai 0,0235 rad, *base plate* dengan tebal 40 mm, mampu menahan momen sebesar 1200 KN.m dengan rotasi yang mencapai 0,0166 rad, dan *base plate* dengan tebal 35 mm, mampu menahan momen sebesar 1008 KN.m dengan rotasi yang mencapai 0,0103 rad.

#### 4.1.1.1.1 Pengaruh ketebalan terhadap momen ultimate pada *base plate* tanpa *stiffners*

Pada Gambar 4.6 dibawah ini merupakan grafik hubungan ketebalan *base plate* terhadap momen.



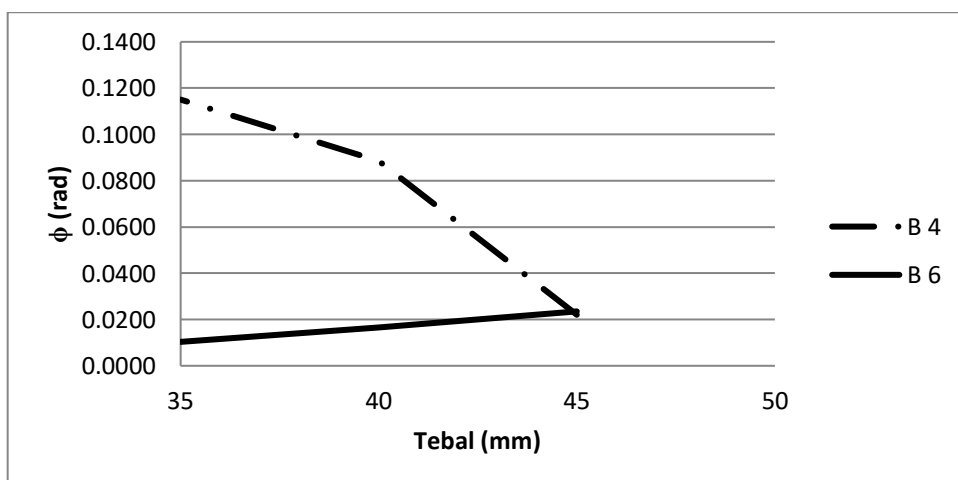


Gambar 4.6: Pengaruh ketebalan *base plate* tanpa *stiffeners* terhadap momen ultimate

Dari Gambar 4.6 diatas dapat disimpulkan bahwa *base plate* tanpa *stiffeners* saat jumlah angkur 4 buah ketahanan momen menurun ketika tebal plat bertambah dari tebal 40 mm ke 45 mm. Ini dikarenakan kemampuan dari angkur berjumlah 4 buah tidak mampu menstabilkan momen. Sedangkan saat jumlah angkur 6 buah ketahanan momen semakin meningkat saat bertambahnya tebal plat. Ini dikarenakan kemampuan dari angkur berjumlah 6 buah mampu menstabilkan momen.

#### 4.1.1.1.2 Pengaruh ketebalan terhadap rotasi pada *base plate* tanpa *stiffeners*

Pada Gambar 4.7 dibawah ini merupakan grafik hubungan ketebalan *base plate* terhadap rotasi.

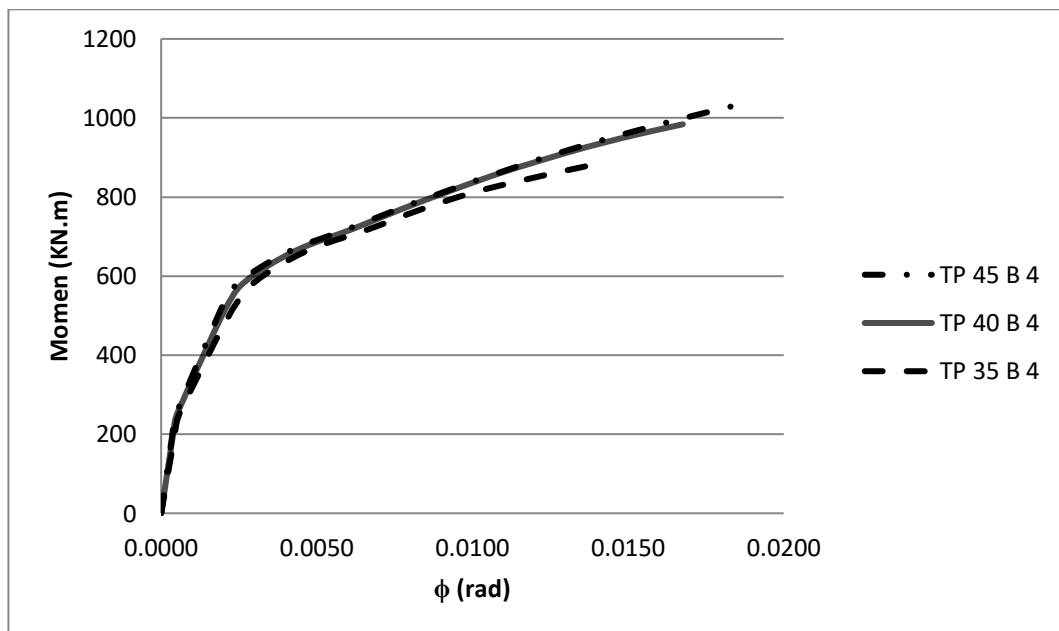


Gambar 4.7: Pengaruh ketebalan *base plate* tanpa *stiffeners* terhadap rotasi

Dari Gambar 4.7 diatas dapat disimpulkan bahwa saat *base plate* tanpa *stiffners* dengan jumlah angkur 4 buah, rotasi yang terjadi menjadi mengalami penurunan saat bertambahnya tebal plat dikarenakan dengan kemampuan dari jumlah angkur 4 buah rotasi tidak stabil. Sedangkan untuk *base plate* dengan jumlah angkur 6 buah, rotasi yang terjadi mengalami peningkatan saat bertambahnya tebal *base plate* dikarenakan dengan kemampuan dari jumlah angkur 6 buah rotasi menjadi stabil.

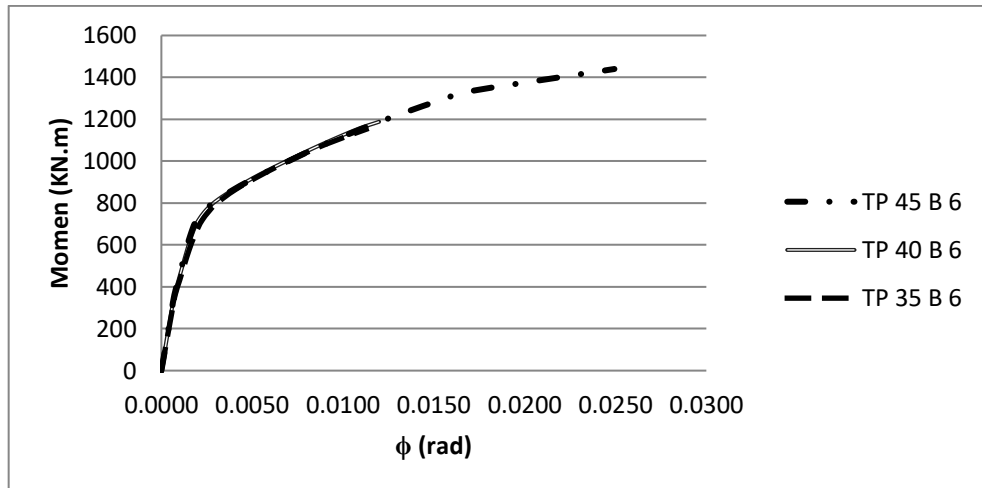
#### 4.1.1.2 Perbandingan momen-rotasi berdasarkan tebal *base plate* dengan *stiffners*

Perbandingan momen-rotasi berdasarkan ketebalan plat yang berbeda pada *base plate* dengan *stiffners* terdapat pada Gambar 4.8 dan Gambar 4.9.



Gambar 4.8: Grafik momen-rotasi *base plate* dengan *stiffners* yang memiliki ketebalan berbeda dan jumlah angkur 4

Dari Gambar 4.8 dapat diketahui bahwa *base plate* dengan tebal 45 mm, mampu menahan momen sebesar 1032 KN.m dan rotasi yang mencapai 0,0185 rad, *base plate* dengan tebal 40 mm, mampu menahan sebesar 984 KN.m dan rotasi yang mencapai 0,0168 rad, dan *base plate* dengan tebal 35 mm, mampu menahan momen sebesar 888 KN.m dan rotasi yang mencapai 0,0143 rad.

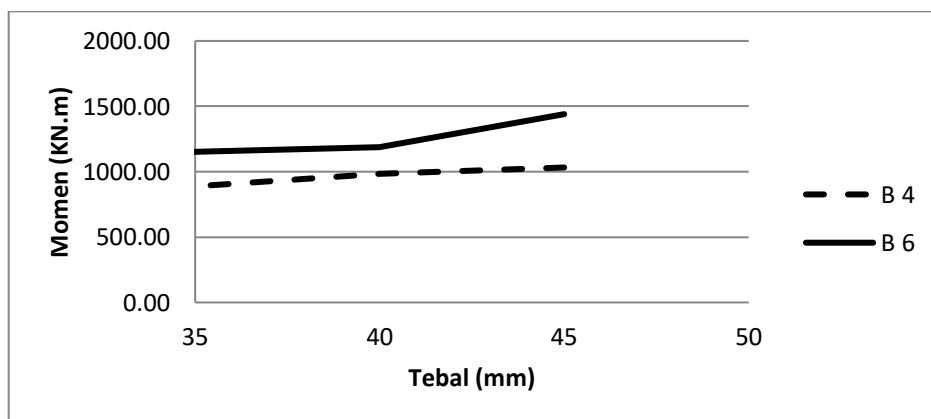


Gambar 4.9: Grafik momen-rotasi *base plate* dengan *stiffners* yang memiliki ketebalan berbeda dan jumlah angkur 6

Dari Gambar 4.9 dapat diketahui bahwa *base plate* dengan tebal 45 mm, mampu menahan momen sebesar 1440 KN.m dan rotasi yang mencapai 0,0249 rad, *base plate* tebal 40 mm, mampu menahan momen sebesar 1188 KN.m dan rotasi yang mencapai 0,0120 rad, dan *base plate* dengan tebal 35 mm, mampu menahan momen sebesar 1152 KN.m dan rotasi yang mencapai 0,0113 rad.

#### 4.1.1.2.1 Pengaruh ketebalan terhadap momen ultimate pada *base plate* dengan *stiffners*

Pada Gambar 4.10 dibawah ini merupakan grafik hubungan ketebalan *base plate* terhadap momen.

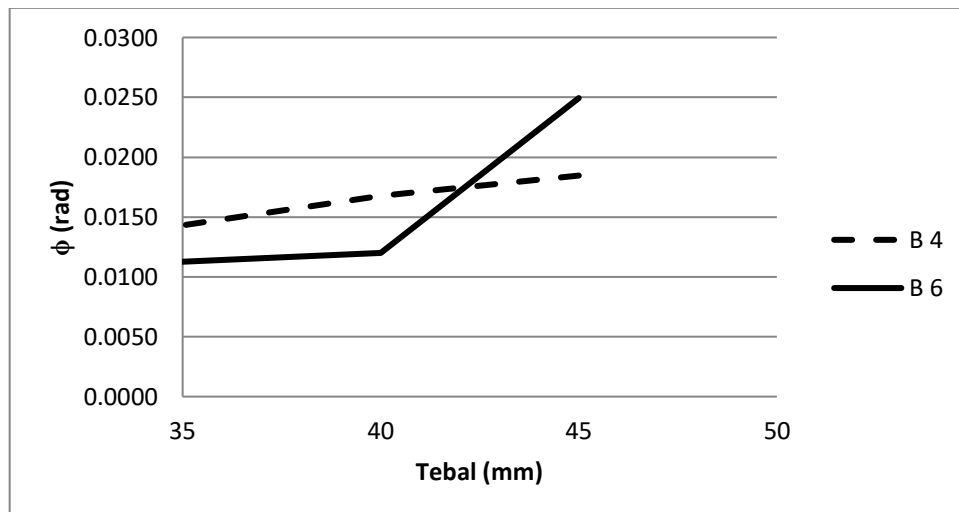


Gambar 4.10: Pengaruh ketebalan *base plate* dengan *stiffners* terhadap momen ultimate

Dari Gambar 4.10 diatas dapat disimpulkan bahwa untuk *base plate* yang menggunakan *stiffners* dengan jumlah angkur 4 buah dan 6 buah, terjadi peningkatan ketahanan momen saat bertambahnya tebal plat. Ini dikarenakan adanya *stiffners*, sehingga ketahanan momen menjadi stabil dan meningkat seiring bertambahnya tebal plat.

#### 4.1.1.2.2 Pengaruh ketebalan terhadap rotasi pada *base plate* dengan *stiffners*

Pada Gambar 4.11 dibawah ini merupakan grafik hubungan ketebalan *base plate* terhadap rotasi.

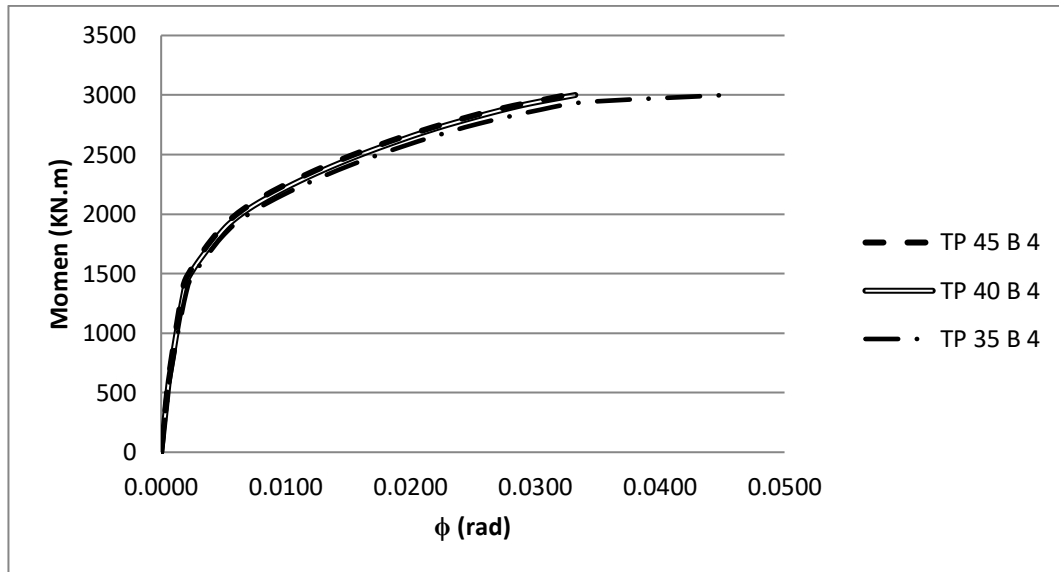


Gambar 4.11: Pengaruh ketebalan *base plate* dengan *stiffners* terhadap rotasi

Dari Gambar 4.11 dapat disimpulkan bahwa untuk *base plate* menggunakan *stiffners* dengan jumlah angkur 4 buah dan 6 buah, terjadi peningkatan rotasi saat bertambahnya tebal plat. Ini dikarenakan adanya *stiffners*, sehingga rotasi menjadi stabil dan meningkat seiring bertambahnya tebal plat.

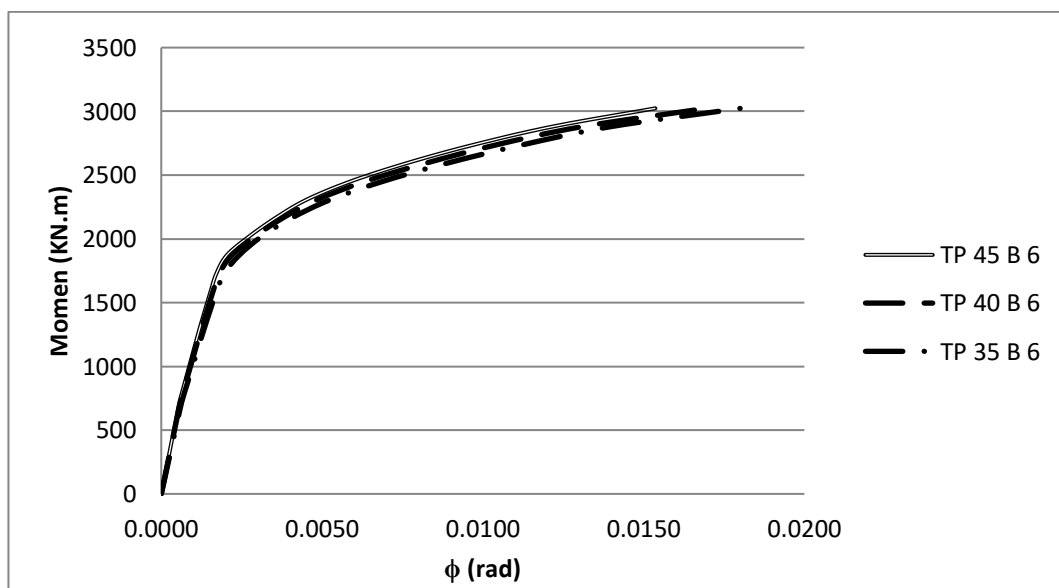
#### 4.1.1.3 Perbandingan momen-rotasi berdasarkan ketebalan *base plate* dengan *stiffners* + balok

Perbandingan momen-rotasi berdasarkan ketebalan plat yang berbeda pada *base plate* dengan *stiffners* + balok terdapat pada Gambar 4.12 dan Gambar 4.13.



Gambar 4.12: Grafik momen-rotasi *base plate* dengan *stiffners* + balok yang memiliki ketebalan berbeda dan jumlah angkur 4

Dari Gambar 4.12 diatas dapat diketahui bahwa *base plate* dengan tebal plat 45 mm, mampu menahan momen sebesar 3000 KN.m dan rotasi yang mencapai 0,0325 rad, *base plate* dengan tebal 40 mm, mampu menahan momen sebesar 3000 KN.m dan rotasi yang mencapai 0,0332 rad, dan *base plate* dengan tebal 35 mm, mampu menahan momen sebesar 3000 KN.m dan rotasi yang mencapai 0,0453 rad.

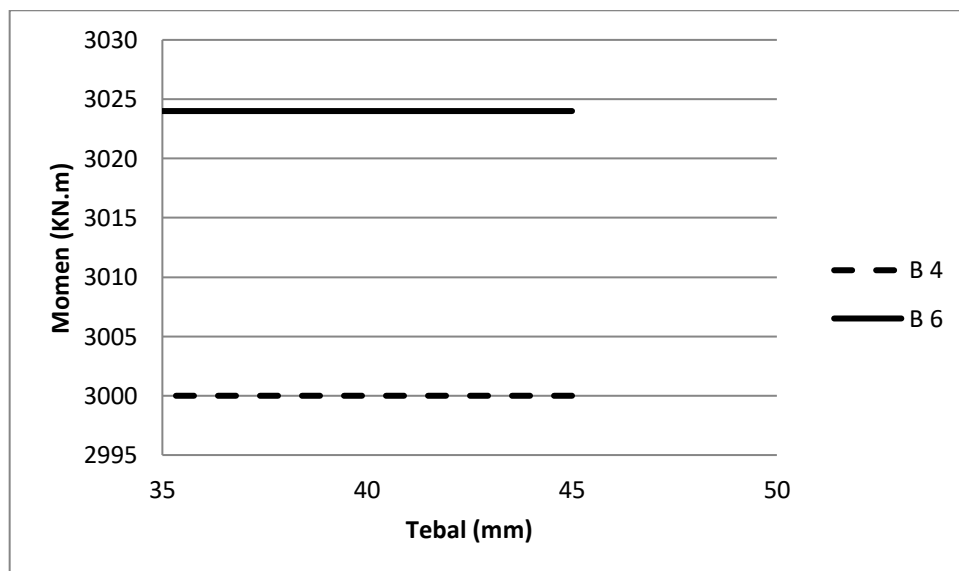


Gambar 4.13: Grafik momen-rotasi *base plate* dengan *stiffners* + balok yang memiliki ketebalan berbeda dan jumlah angkur 6

Dari Gambar 4.13 diatas dapat diketahui bahwa *base plate* dengan tebal 45 mm, mampu menahan momen sebesar 3024 KN.m dan rotasi yang mencapai 0,0154 rad, *base plate* dengan tebal 40 mm, mampu menahan momen sebesar 3024 KN.m dan rotasi yang mencapai 0,0170 rad, dan *base plate* dengan tebal 35 mm, mampu menahan momen sebesar 3024 KN.m dan rotasi yang terjadi mencapai 0,0180 rad.

#### 4.1.1.3.1 Pengaruh ketebalan terhadap momen ultimate pada *base plate* dengan *stiffners* + balok

Pada Gambar 4.14 dibawah ini merupakan grafik hubungan ketebalan *base plate* terhadap momen.

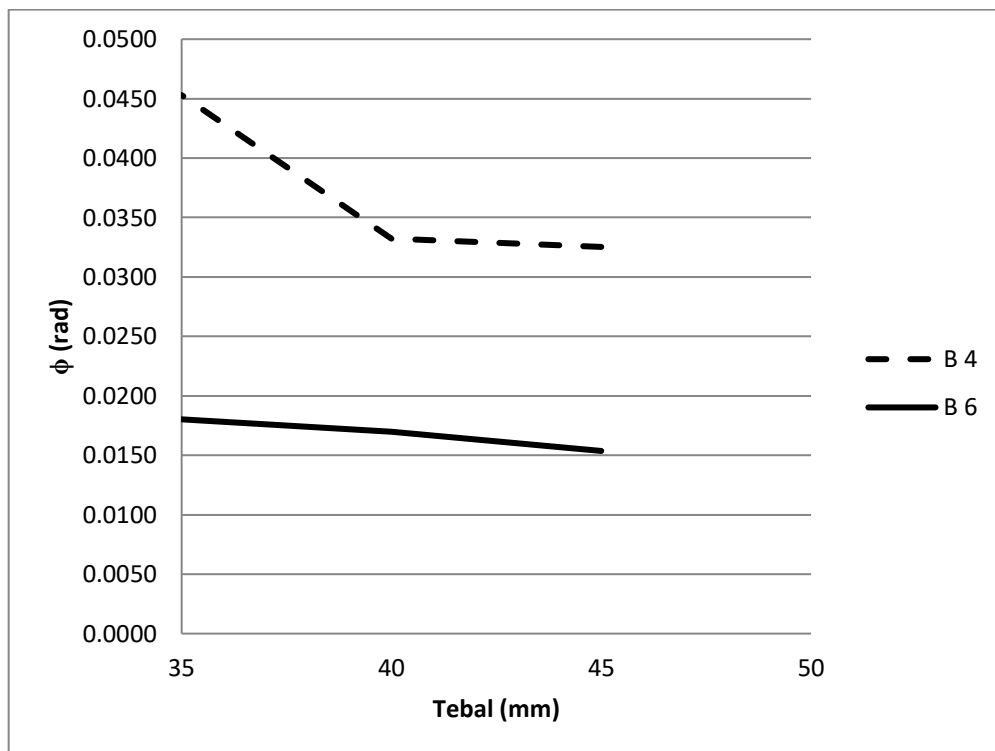


Gambar 4.14: Pengaruh ketebalan *base plate* dengan balok+ *stiffners* terhadap momen ultimate

Dari Gambar 4.14 diatas dapat disimpulkan bahwa untuk *base plate* yang menggunakan balok + *stiffners* dengan jumlah angkur 4 buah dan 6 buah, tidak terjadi peningkatan maupun penurunan ketahanan momen saat bertambahnya tebal plat. Ini dikarenakan dimensi plat yang panjang, sehingga momen yang mampu ditahan sama.

#### 4.1.1.3.2 Pengaruh ketebalan terhadap rotasi pada *base plate* dengan *stiffners* + balok

Pada Gambar 4.15 dibawah ini merupakan grafik hubungan ketebalan *base plate* terhadap rotasi.



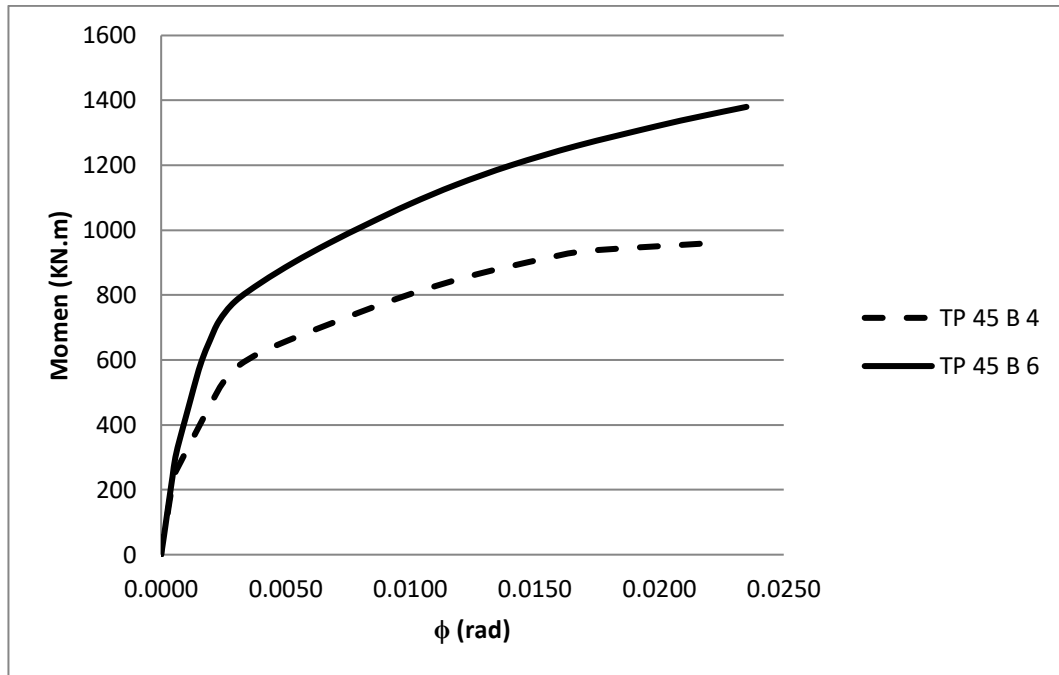
Gambar 4.15: Pengaruh ketebalan *base plate* dengan balok + *stiffners* terhadap rotasi

Dari Gambar 4.15 dapat disimpulkan bahwa untuk *base plate* menggunakan balok + *stiffners* dengan jumlah angkur 4 buah maupun 6 buah, kemampuan *base plate* dalam menahan rotasi mengalami penurunan, ini dikarenakan dimensi plat yang panjang, mengakibatkan rotasi menurun seiring tebal platnya bertambah.

#### 4.1.2 Perbandingan momen-rotasi berdasarkan jumlah angkur

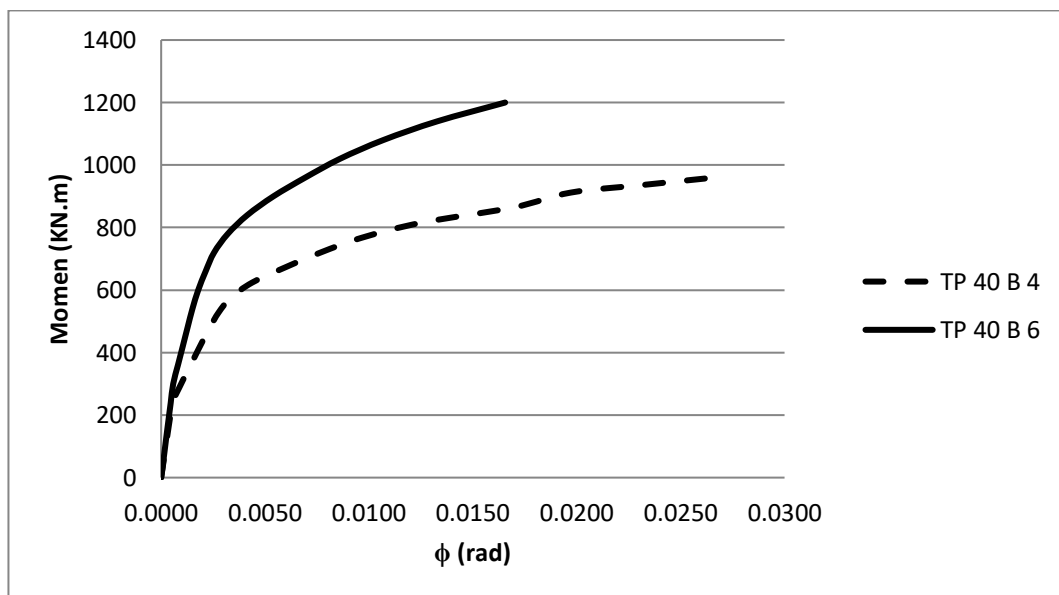
##### 4.1.2.1 Perbandingan momen-rotasi berdasarkan jumlah angkur pada *base plate* tanpa *stiffners*

Perbandingan momen-rotasi berdasarkan jumlah angkur yang berbeda pada *base plate* tanpa *stiffners* terdapat pada Gambar 4.16 sampai Gambar 4.18.



Gambar 4.16: Grafik momen-rotasi *base plate* tanpa *stiffners* yang memiliki ketebalan plat 45 mm dan jumlah angkur berbeda

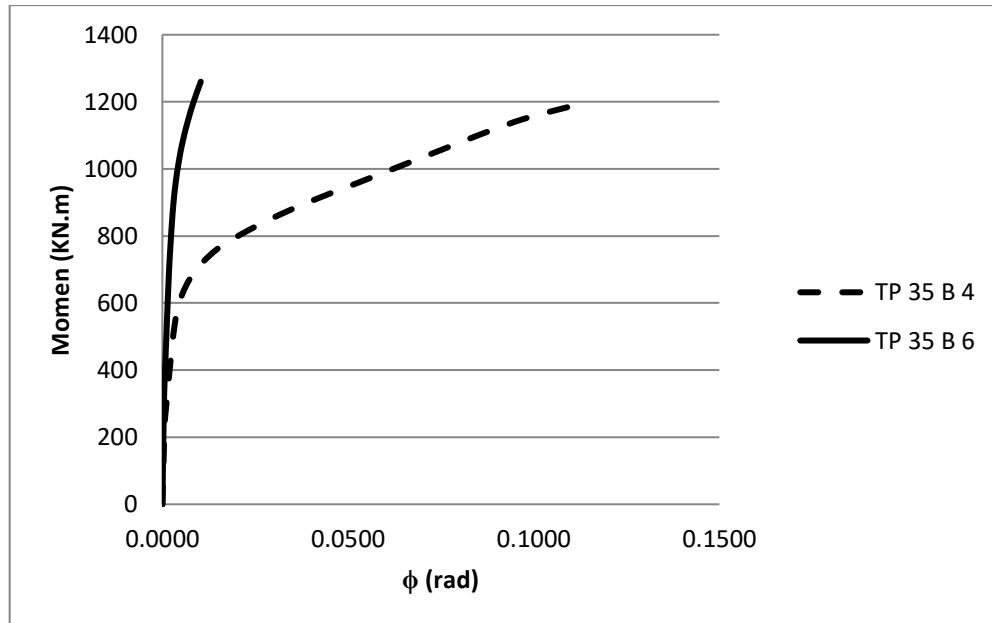
Dari Gambar 4.16 diatas dapat diketahui bahwa *base plate* dengan jumlah angkur 4 buah, mampu menahan momen sebesar 960 kN.m dengan rotasi yang mencapai 0,0221 rad dan *base plate* dengan jumlah angkur 6 buah, mampu menahan momen sebesar 1380 kN.m dan rotasi yang mencapai 0,0235 rad.



Gambar 4.17: Grafik momen-rotasi *base plate* tanpa *stiffners* yang memiliki ketebalan plat 40 mm dan jumlah angkur berbeda.



Dari Gambar 4.17 diatas dapat diketahui bahwa *base plate* dengan jumlah angkur 4 buah, mampu menahan momen sebesar 960 KN.m dengan rotasi mencapai 0,0266 rad dan *base plate* dengan jumlah angkur 6 buah, mampu menahan momen sebesar 1200 KN.m dengan rotasi yang terjadi mencapai 0,0166 rad.

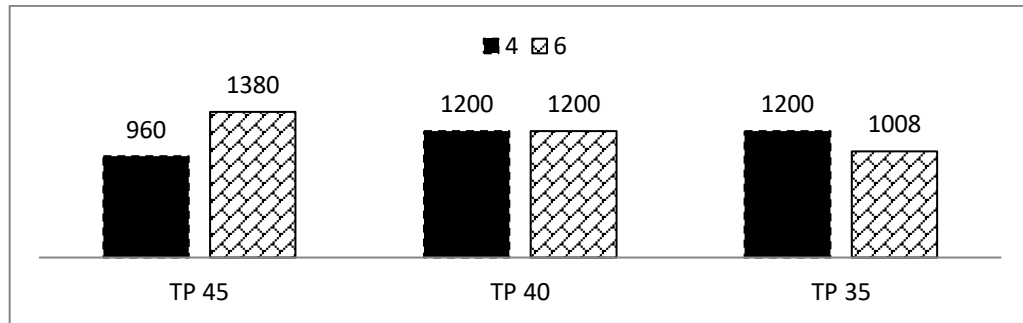


Gambar 4.18: Grafik momen-rotasi non *stiffeners* yang memiliki ketebalan plat 35 mm dan jumlah angkur berbeda.

Dari Gambar 4.18 diatas dapat diketahui bahwa *base plate* dengan jumlah angkur 4 buah, mampu menahan momen sebesar 1200 KN.m dengan rotasi yang terjadi mencapai 0,1150 rad dan *base plate* dengan jumlah angkur 6 buah, mampu menahan momen sebesar 1260 KN.m dengan rotasi yang terjadi mencapai 0,0103 rad.

#### 4.1.2.1.1 Pengaruh jumlah angkur terhadap momen ultimate pada *base plate* tanpa *stiffeners*

Pada Gambar 4.19 dibawah ini merupakan grafik hubungan ketebalan *base plate* terhadap momen.

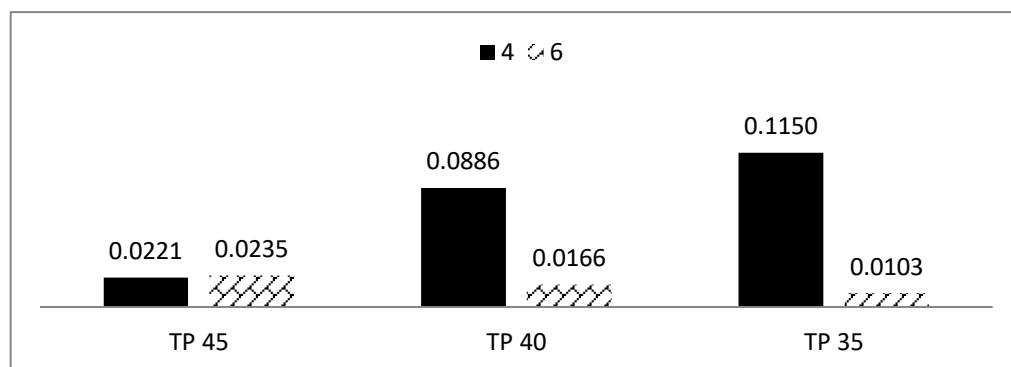


Gambar 4.19: Pengaruh jumlah angkur pada *base plate* dengan tanpa *stiffners* terhadap momen ultimate

Dari Gambar 4.19 diatas dapat disimpulkan bahwa untuk *base plate* tanpa *stiffners* dengan tebal plat 45 mm, terjadi peningkatan ketahanan momen saat jumlah angkur bertambah, untuk tebal plat 40 mm, tidak terjadi peningkatan maupun perubahan ketahanan momen saat jumlah angkur bertambah dan untuk tebal plat 35 mm, terjadi penurunan ketahanan momen saat jumlah angkur bertambah. Ini dikarenakan saat jumlah angkur 4 buah *base plate* tidak stabil sehingga kemampuan menahan momen menurun seiring bertambahnya tebal plat. Ketika jumlah angkur bertambah menjadi 6 buah *base plate* menjadi stabil, sehingga kemampuan menahan momen meningkat seiring bertambahnya tebal plat.

#### 4.1.2.1.2 Pengaruh jumlah angkur terhadap rotasi pada *base plate* tanpa *stiffners*

Pada Gambar 4.20 dibawah ini merupakan grafik hubungan jumlah angkur terhadap rotasi.

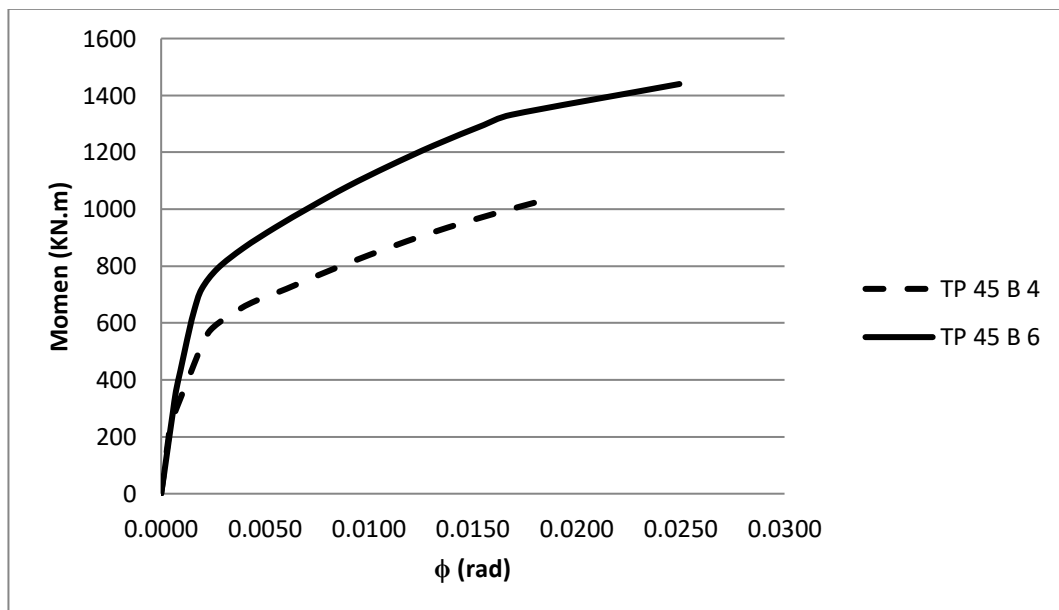


Gambar 4.20: Pengaruh jumlah angkur pada *base plate* dengan tanpa *stiffners* terhadap rotasi

Dari Gambar 4.20 dapat disimpulkan bahwa untuk *base plate* tanpa *stiffners* dengan tebal plat 45 mm, rotasi yang terjadi mengalami peningkatan saat bertambahnya jumlah angkur, untuk tebal plat 40 mm dan 35 mm, rotasi yang terjadi mengalami penurunan saat bertambahnya jumlah angkur. Ini dikarenakan saat jumlah angkur 4 buah rotasi tidak stabil, sehingga seiring meningkatnya tebal plat maka rotasi mengecil. Ketika ditambah angkurnya menjadi 6 buah, rotasi menjadi stabil, sehingga seiring meningkatnya tebal plat maka rotasi membesar tetapi tidak signifikan.

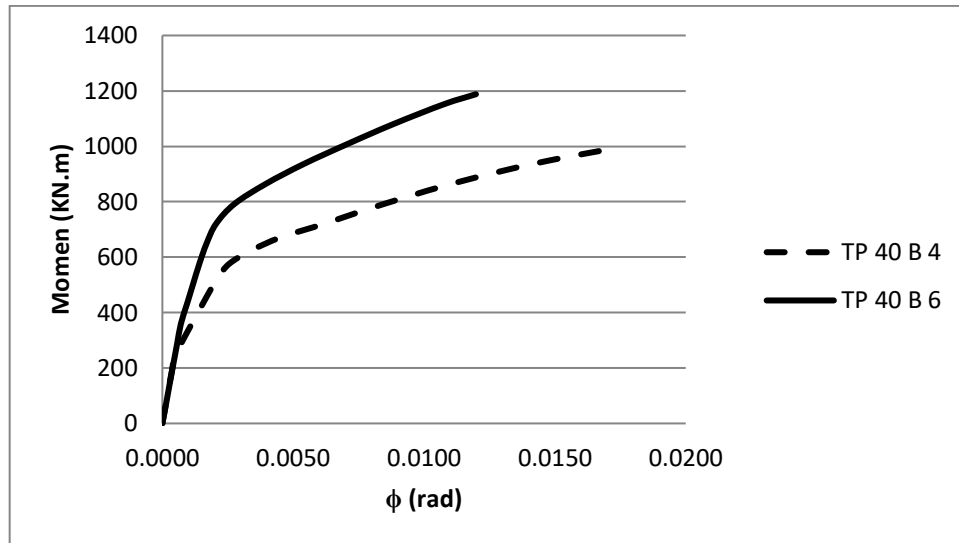
#### 4.1.2.2 Perbandingan momen rotasi berdasarkan jumlah angkur pada *base plate* dengan *stiffners*

Perbandingan momen–rotasi berdasarkan jumlah baut angkur yang berbeda pada *base plate* dengan *stiffners* terdapat pada Gambar 4.21 sampai Gambar 4.23.



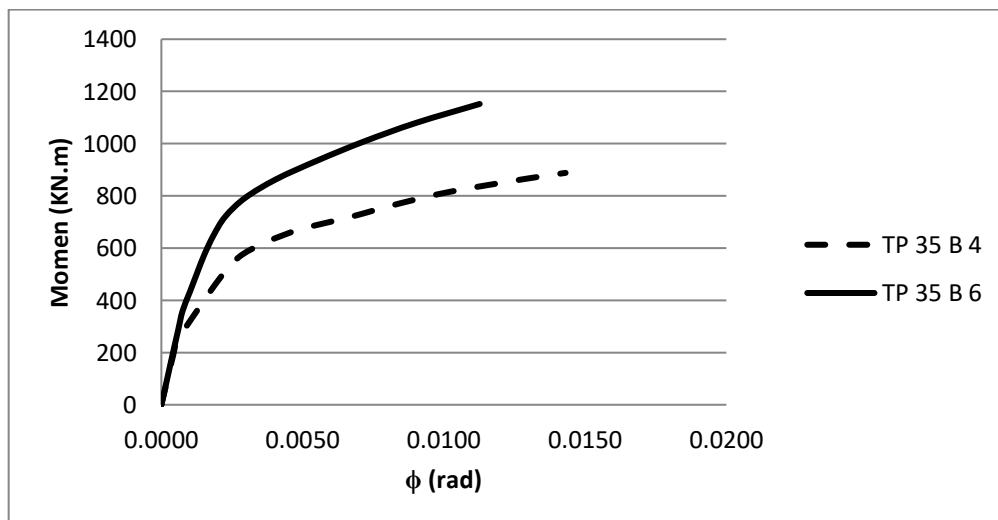
Gambar 4.21: Grafik momen-rotasi dengan *stiffners* yang memiliki ketebalan plat 45 mm dan jumlah angkur berbeda

Pada Gambar 4.21 dapat diketahui bahwa *base plate* dengan jumlah angkur 4 buah, mampu menahan momen sebesar 1032 KN.m dengan rotasi yang mencapai 0.0185 rad dan *base plate* dengan jumlah angkur 6 buah, mampu menahan momen sebesar 1440 KN.m dengan rotasi yang mencapai 0,0249 rad.



Gambar 4.22: Grafik momen-rotasi *base plate* dengan *stiffners* yang memiliki ketebalan plat 40 mm dan jumlah angkur berbeda

Pada Gambar 4.22 diatas dapat diketahui bahwa *base plate* dengan jumlah angkur 4 buah, mampu menahan momen sebesar 984 KN.m dengan rotasi yang terjadi mencapai 0,0168 rad dan *base plate* dengan jumlah angkur 6 buah, mampu menahan momen sebesar 1188 KN.m dengan rotasi yang terjadi mencapai 0,0120 rad.



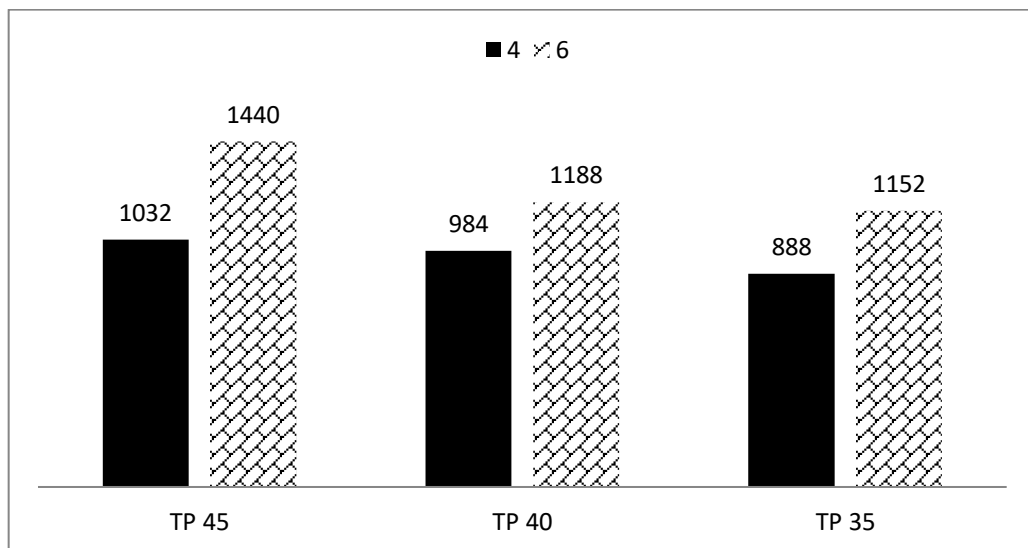
Gambar 4.23: Grafik momen-rotasi *base plate* dengan *stiffners* yang memiliki ketebalan plat 35 mm dan jumlah angkur berbeda

Pada Gambar 4.23 diatas dapat diketahui bahwa *base plate* dengan jumlah angkur 4 buah, momen yang mampu ditahan mencapai 888 KN.m dengan rotasi

yang mencapai 0,0143 rad dan untuk base plate dengan jumlah angkur 6 buah, momen yang mampu ditahan mencapai 1152 KN.m dan rotasi yang terjadi mencapai 0,0113 rad.

#### 4.1.2.2.1 Pengaruh jumlah angkur terhadap momen ultimate pada *base plate* dengan *stiffners*

Pada Gambar 4.24 dibawah ini merupakan grafik hubungan ketebalan *base plate* terhadap momen.

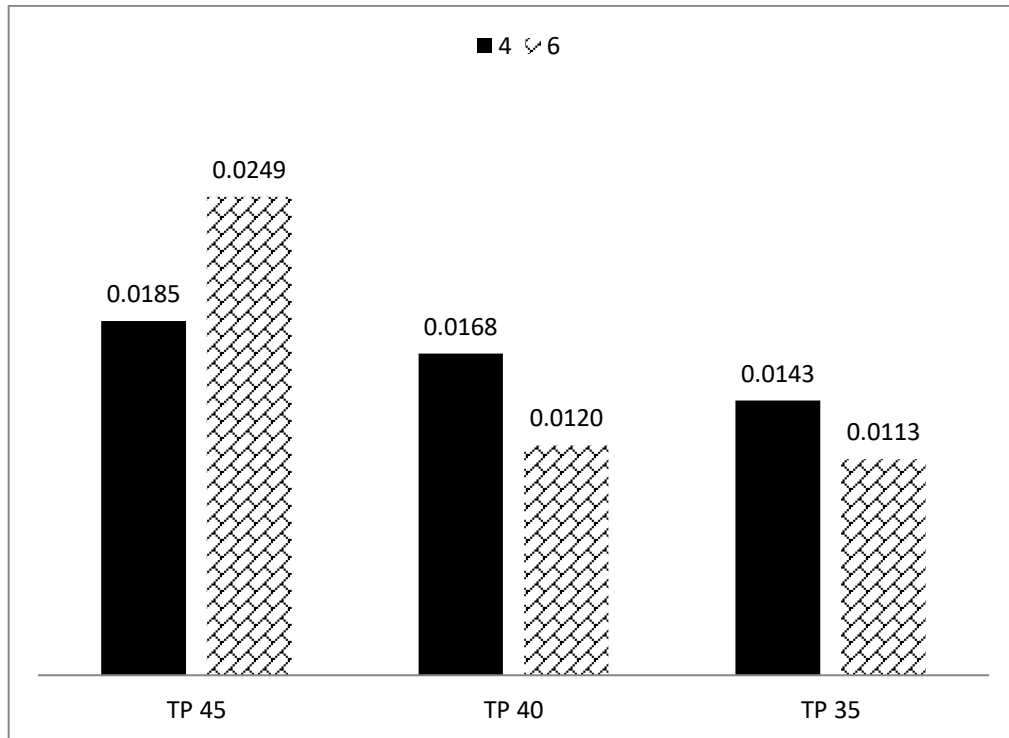


Gambar 4.24: Pengaruh jumlah angkur pada *base plate* dengan *stiffners* terhadap momen ultimate

Dari Gambar 4.24 diatas dapat disimpulkan bahwa untuk *base plate* dengan *stiffners* pada setiap ketebalan *base plate*, terjadi peningkatan ketahanan momen saat jumlah angkur bertambah. Ini dikarenakan adanya *stiffners*, sehingga kemampuan dalam menahan momen tetap stabil dan meningkat seiring bertambahnya jumlah angkur.

#### 4.1.2.2.2 Pengaruh jumlah angkur terhadap rotasi pada *base plate* dengan *stiffners*

Pada Gambar 4.25 dibawah ini merupakan grafik hubungan jumlah angkur terhadap rotasi.

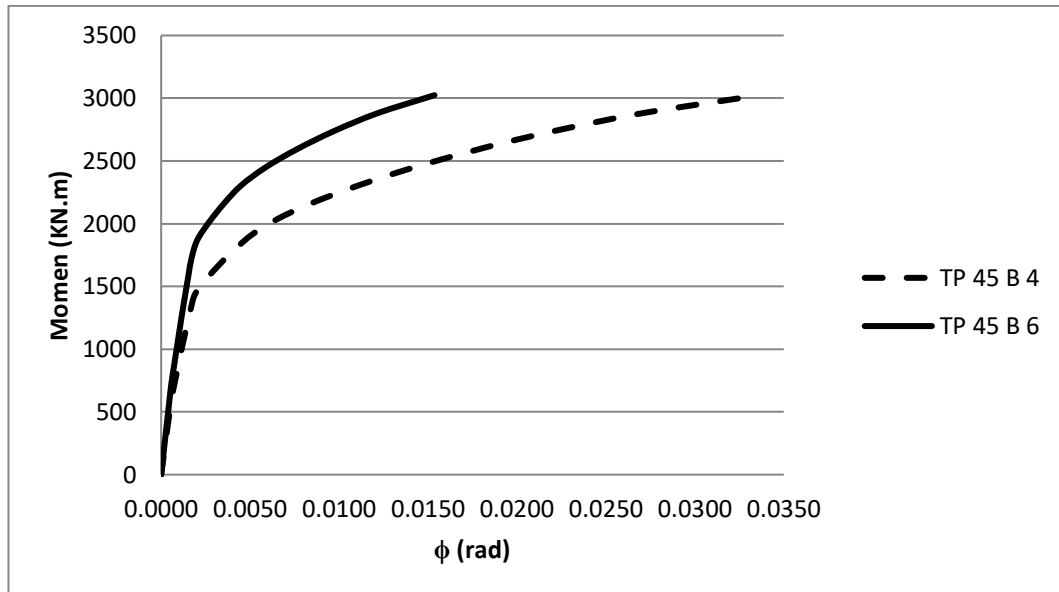


Gambar 4.25: Pengaruh jumlah angkur pada *base plate* dengan dengan *stiffners* terhadap rotasi

Dari Gambar 4.25 dapat disimpulkan bahwa untuk *base plate* dengan *stiffners* dengan tebal plat 45 mm, rotasi yang terjadi mengalami peningkatan saat bertambahnya jumlah angkur. Ini dikarenakan adanya penambahan beban monotonik pada *base plate*. Sedangkan untuk tebal plat 40 mm dan 35 mm, rotasi yang terjadi mengalami penurunan saat bertambahnya jumlah angkur. Ini dikarenakan ketika angkur berjumlah 4 buah, beban maupun rotasi lebih kecil dari tebal plat 45 mm. Sedangkan saat jumlah angkur bertambah menjadi 6 buah, beban mengalami peningkatan dan rotasi menjadi mengecil, tetapi tidak naik signifikan seperti tebal plat 45 mm.

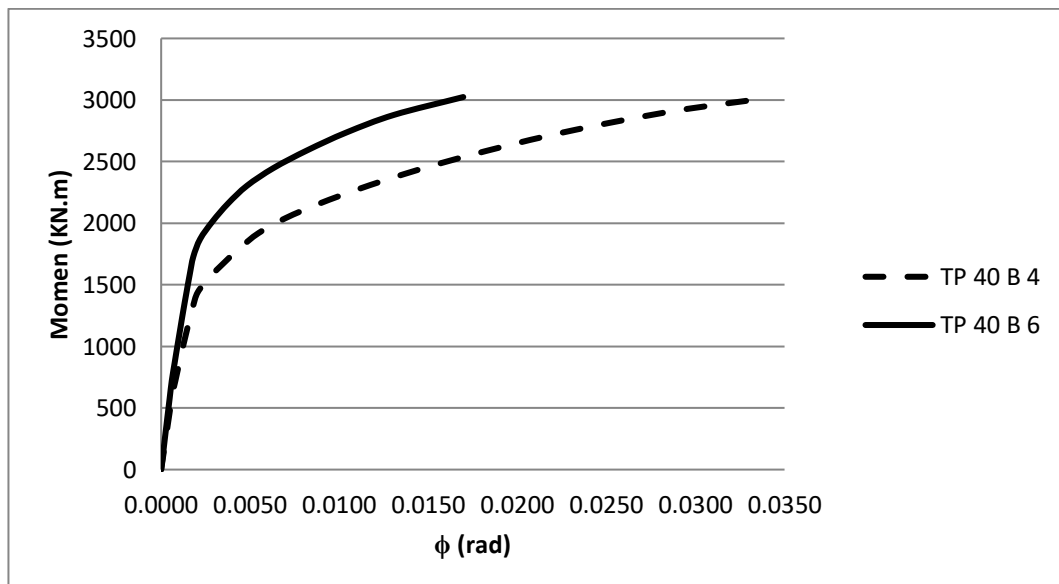
#### 4.1.2.3 Perbandingan momen-rotasi berdasarkan jumlah angkur pada *base plate* dengan *stiffners* + balok

Perbandingan momen-rotasi berdasarkan jumlah baut angkur yang berbeda pada *base plate* dengan *stiffners* + balok terdapat pada gambar 4.26, gambar 4.27, dan gambar 4.28.



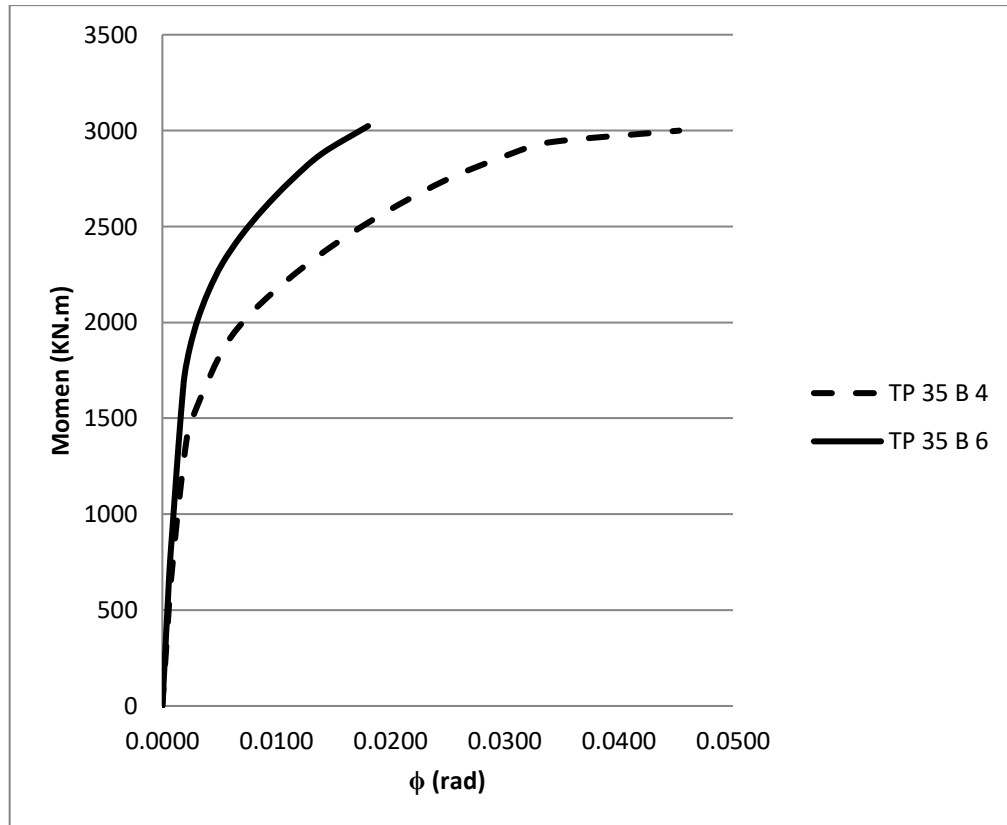
Gambar 4.26: Grafik momen-rotasi *base plate* dengan *stiffners* + balok yang memiliki ketebalan plat 45 mm dan jumlah angkur berbeda

Dari Gambar 4.26 diatas dapat diketahui *base plate* dengan jumlah angkur 4 buah, mampu menahan momen sebesar 3000 KN.m dengan rotasi yang mencapai 0,0325 rad dan *base plate* dengan jumlah angkur 6 buah, mampu menahan momen sebesar 3024 KN.m dengan rotasi yang mencapai 0,0154 rad.



Gambar 4.27: Grafik momen-rotasi *base plate* dengan *stiffners* + balok yang memiliki ketebalan plat 40 mm dan jumlah angkur berbeda

Dari Gambar 4.27 diatas dapat diketahui bahwa *base plat* dengan jumlah angkur 4 buah, mampu menahan momen sebesar 3000 KN.m dengan rotasi yang terjadi mencapai 0,0332 rad dan *base plate* dengan jumlah angkur 6 buah, mampu menahan momen sebesar 3024 KN.m dengan rotasi yang mencapai 0,0170 rad.



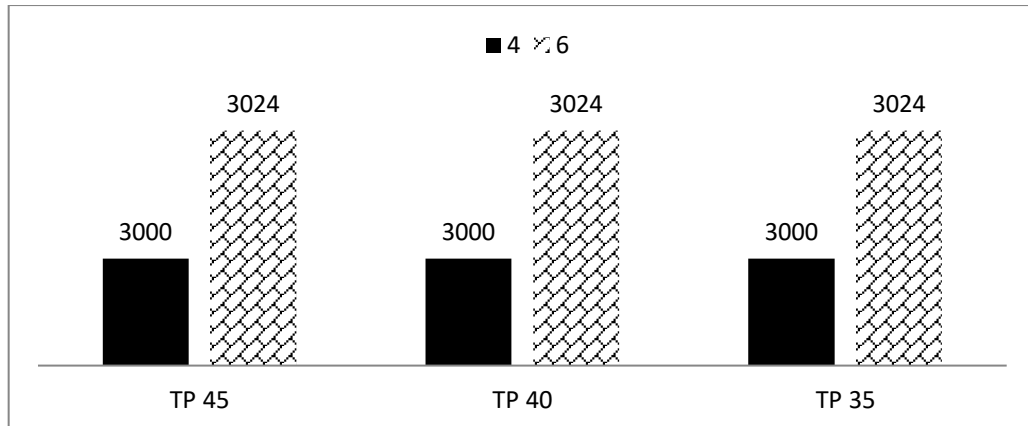
Gambar 4.28: Grafik momen-rotasi *base plate* dengan *stiffeners* + balok yang memiliki ketebalan plat 35 mm dan jumlah angkur berbeda

Dari Gambar 4.28 diatas dapat diketahui bahwa *base plate* dengan jumlah angkur 4 buah, mampu menahan momen sebesar 3000 KN.m dengan rotasi yang mencapai 0,0453 rad dan *base plate* dengan jumlah angkur 6 buah, momen yang terjadi mencapai 3024 KN.m dengan rotasi yang mencapai 0,0180 rad.

#### 4.1.2.3.1 Pengaruh jumlah angkur terhadap momen ultimate pada *base plate* dengan balok + *stiffeners*

Pada Gambar 4.29 dibawah ini merupakan grafik hubungan jumlah angkur terhadap rotasi.



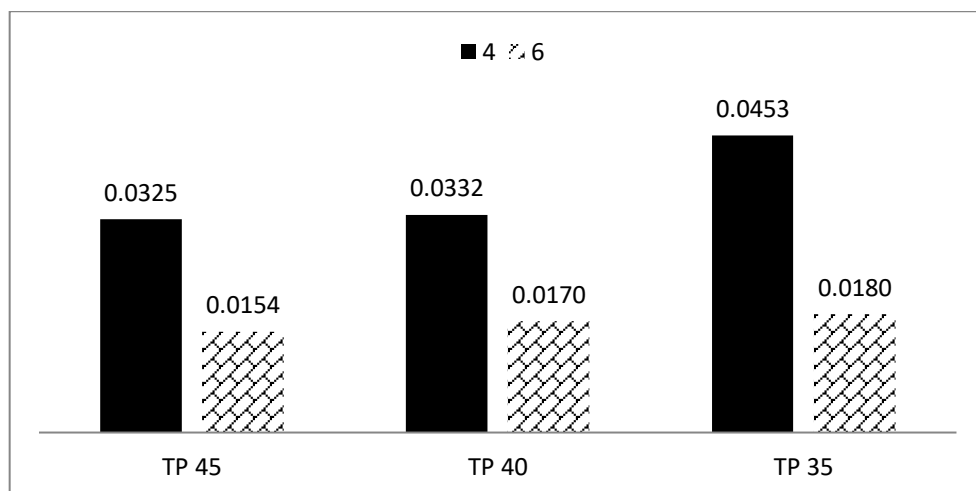


Gambar 4.29: Pengaruh jumlah angkur pada *base plate* dengan balok + *stiffners* terhadap momen ultimate

Dari Gambar 4.29 diatas dapat disimpulkan bahwa *base plate* dengan balok + *stiffners*, ketika jumlah angkur bertambah maka kemampuan dalam menahan momen meningkat signifikan dan sama untuk setiap kenaikan tebal plat. Ini dikarenakan dimensi dari plat yang panjang.

#### 4.1.2.3.2 Pengaruh jumlah angkur terhadap rotasi pada *base plate* dengan balok + *stiffners*

Pada Gambar 4.30 dibawah ini merupakan grafik hubungan jumlah angkur terhadap rotasi.

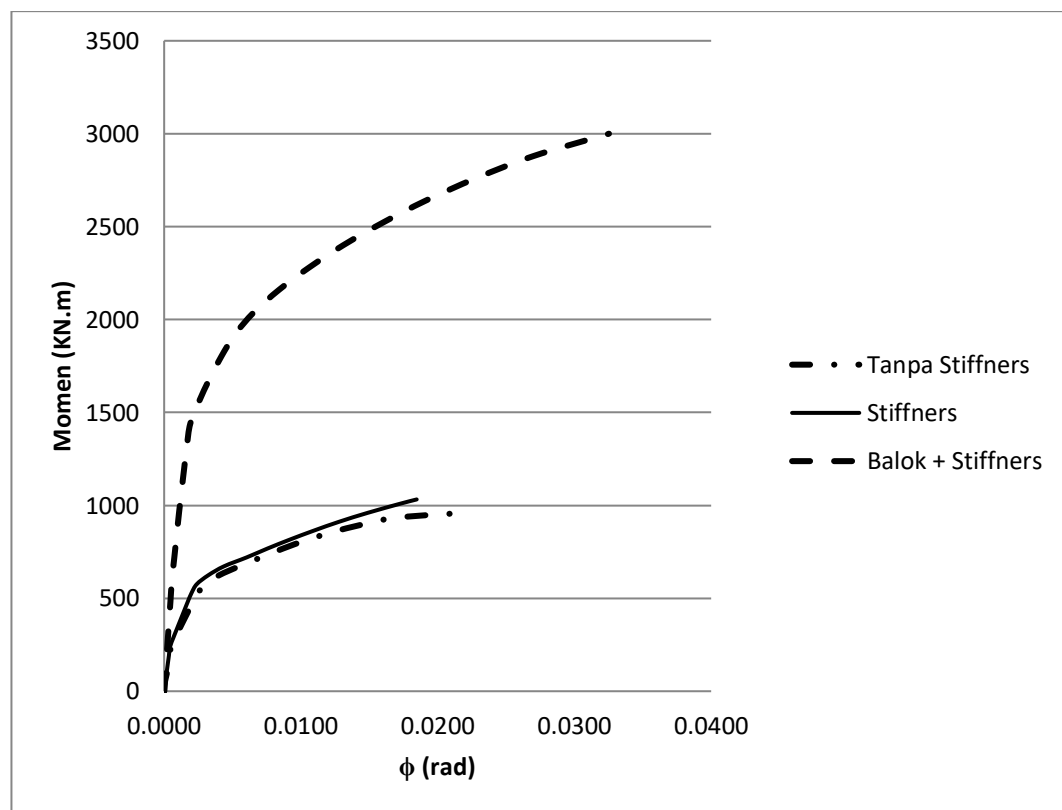


Gambar 4.30: Pengaruh jumlah angkur pada *base plate* dengan dengan balok + *stiffners* terhadap rotasi

Dari Gambar 4.30 dapat disimpulkan bahwa *base plate* dengan balok + stiffeners pada setiap kenaikan ketebalan, rotasi yang terjadi mengalami penurunan saat bertambahnya jumlah angkur. Ini dikarenakan dimensi dari plat yang panjang, sehingga rotasi mengalami penurunan seiring bertambahnya jumlah angkur.

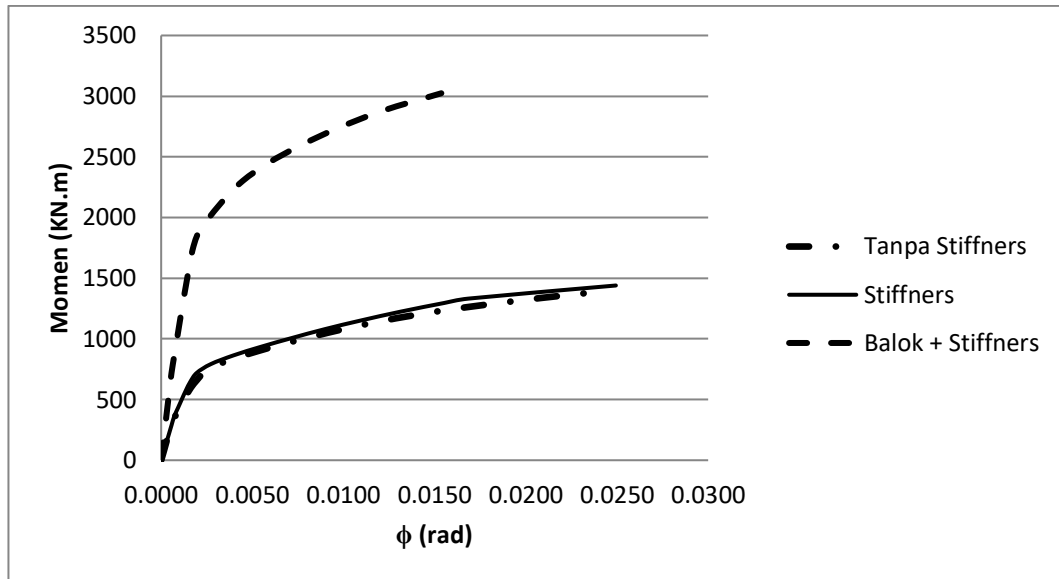
#### 4.1.3 Perbandingan momen-rotasi berdasarkan model *base plate*

Perbandingan momen-rotasi berdasarkan model *base plate* yang berbeda terdapat pada Gambar 4.31 sampai Gambar 4.36.



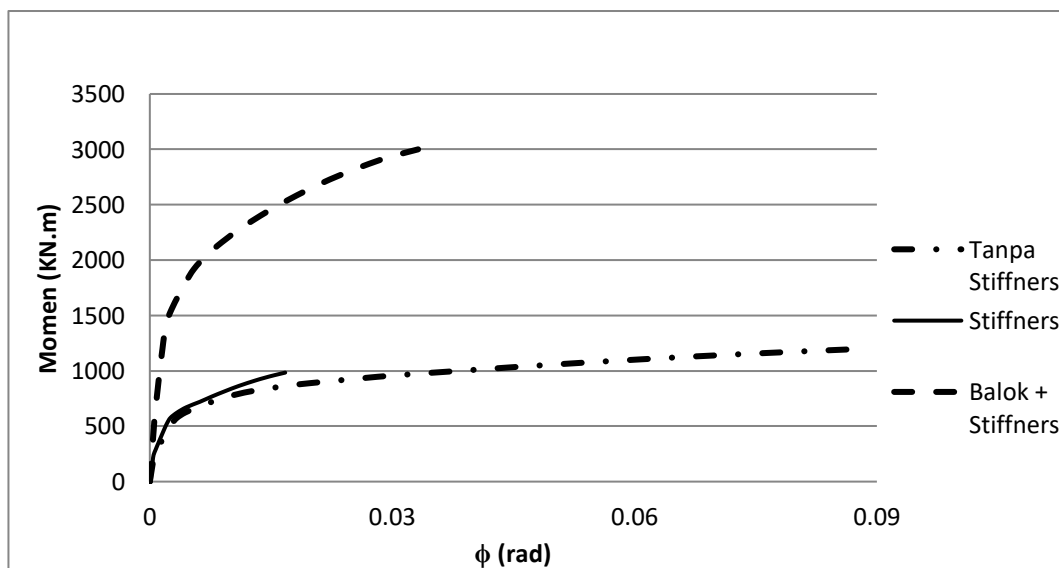
Gambar 4.31: Grafik momen-rotasi *base plate* dengan tebal plat 45 mm dan jumlah baut angkur 4

Dari Gambar 4.31 diatas dapat diketahui bahwa *base plate* tanpa *stiffners*, mampu menahan momen sebesar 960 KN.m dengan rotasi yang mencapai 0,0221 rad, *base plate* dengan *stiffners*, mampu menahan momen sebesar 1032 KN.m dengan rotasi yang terjadi mencapai 0,0185 rad, dan *base plate* dengan *stiffners* + balok, mampu menahan momen sebesar 3000 KN.m dengan rotasi yang terjadi mencapai 0,0325 rad.



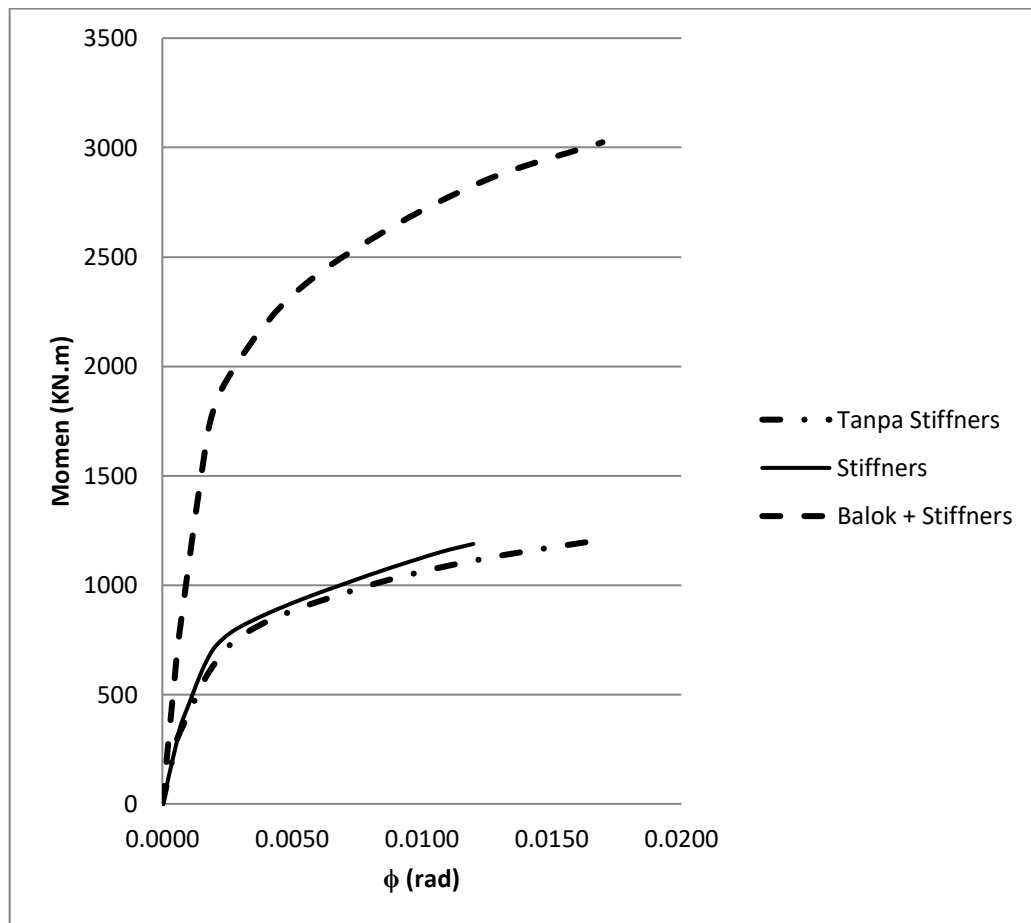
Gambar 4.32: Grafik momen-rotasi *base plate* dengan tebal plat 45 mm dan jumlah baut angkur 6

Dari Gambar 4.32 diatas dapat diketahui bahwa *base plate* tanpa *stiffners*, mampu menahan momen sebesar 1380 KN.m dengan rotasi yang mencapai 0,0235 rad, *base plate* dengan *stiffners*, mampu menahan momen sebesar 1440 KN.m dengan rotasi yang terjadi mencapai 0,0249 rad, dan *base plate* dengan *stiffners* + balok, momen yang mampu di tahan mencapai 3024 KN.m dengan rotasi yang terjadi mencapai 0,0154 rad.



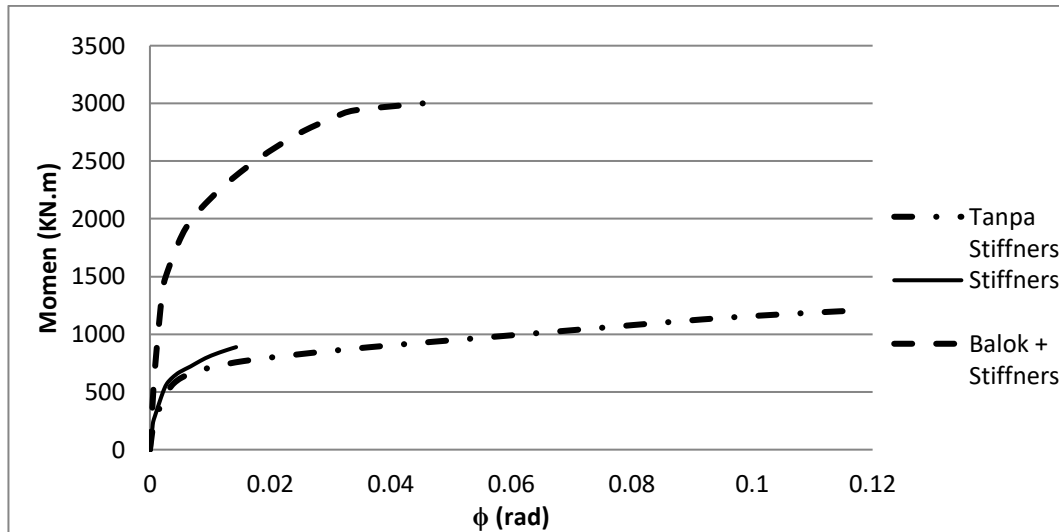
Gambar 4.33: Grafik momen-rotasi *base plate* dengan tebal plat 40 mm dan jumlah baut angkur 4

Dari Gambar 4.33 diatas dapat diketahui bahwa *base plate* tanpa *stiffners*, mampu menahan momen sebesar 1200 KN.m dengan rotasi yang mencapai 0,0886 rad, *base plate* dengan *stiffners*, mampu menahan momen sebesar 984 KN.m dengan rotasi yang mencapai 0,0168 rad, dan *base plate* dengan *stiffners* + balok, mampu menahan momen sebesar 3000 KN.m dengan rotasi yang terjadi mencapai 0,0332 rad.



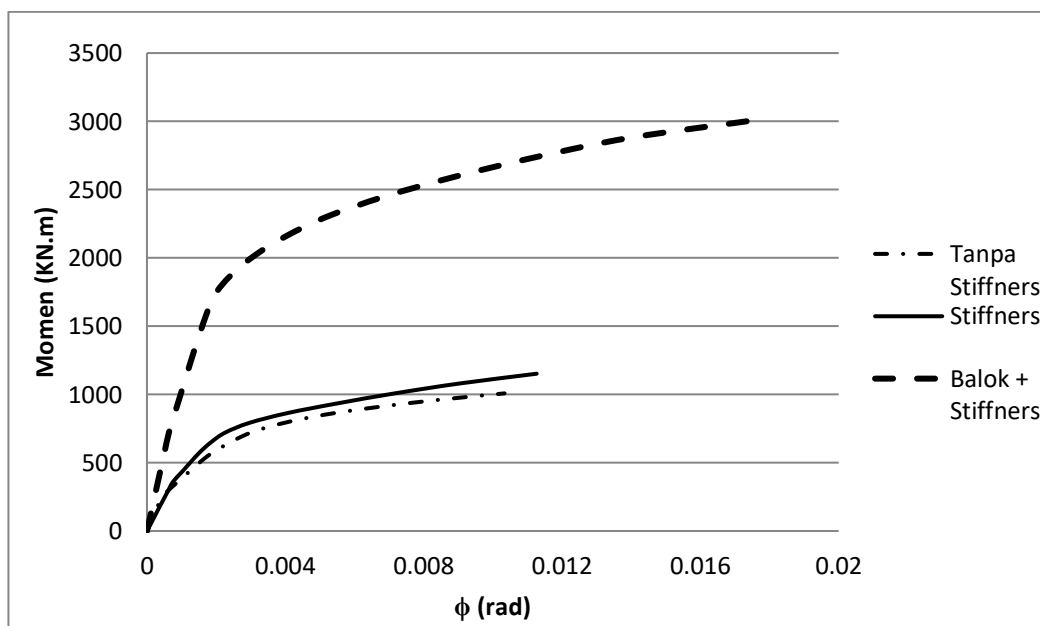
Gambar 4.34: Grafik momen-rotasi *base plate* dengan tebal plat 40 mm dan jumlah baut angkur 6

Dari Gambar 4.34 diatas dapat diketahui bahwa *base plate* tanpa *stiffners*, mampu menahan momen sebesar 1200 KN.m dengan rotasi yang mencapai 0,0166 rad, *base plate* dengan *stiffners*, mampu menahan momen sebesar 1188 KN.m dengan rotasi yang terjadi mencapai 0,0120 rad, dan *base plate* dengan *stiffners* + balok, mampu menahan momen sebesar 3024 KN.m dengan rotasi yang terjadi mencapai 0,0170 rad.



Gambar 4.35: Grafik momen-rotasi *base plate* dengan tebal plat 35 mm dan jumlah baut angkur 4

Dari Gambar 4.35 diatas dapat diketahui bahwa *base plate* tanpa *stiffners*, mampu menahan momen sebesar 1200 KN.m dengan rotasi yang mencapai 0,1150 rad, *base plate* dengan *stiffners*, mampu menahan momen sebesar 888 KN.m dengan rotasi yang mencapai 0.0143 rad, dan *base plate* dengan *stiffners* + balok, mampu menahan momen sebesar 3000 KN.m dengan rotasi yang mencapai 0,0453 rad.

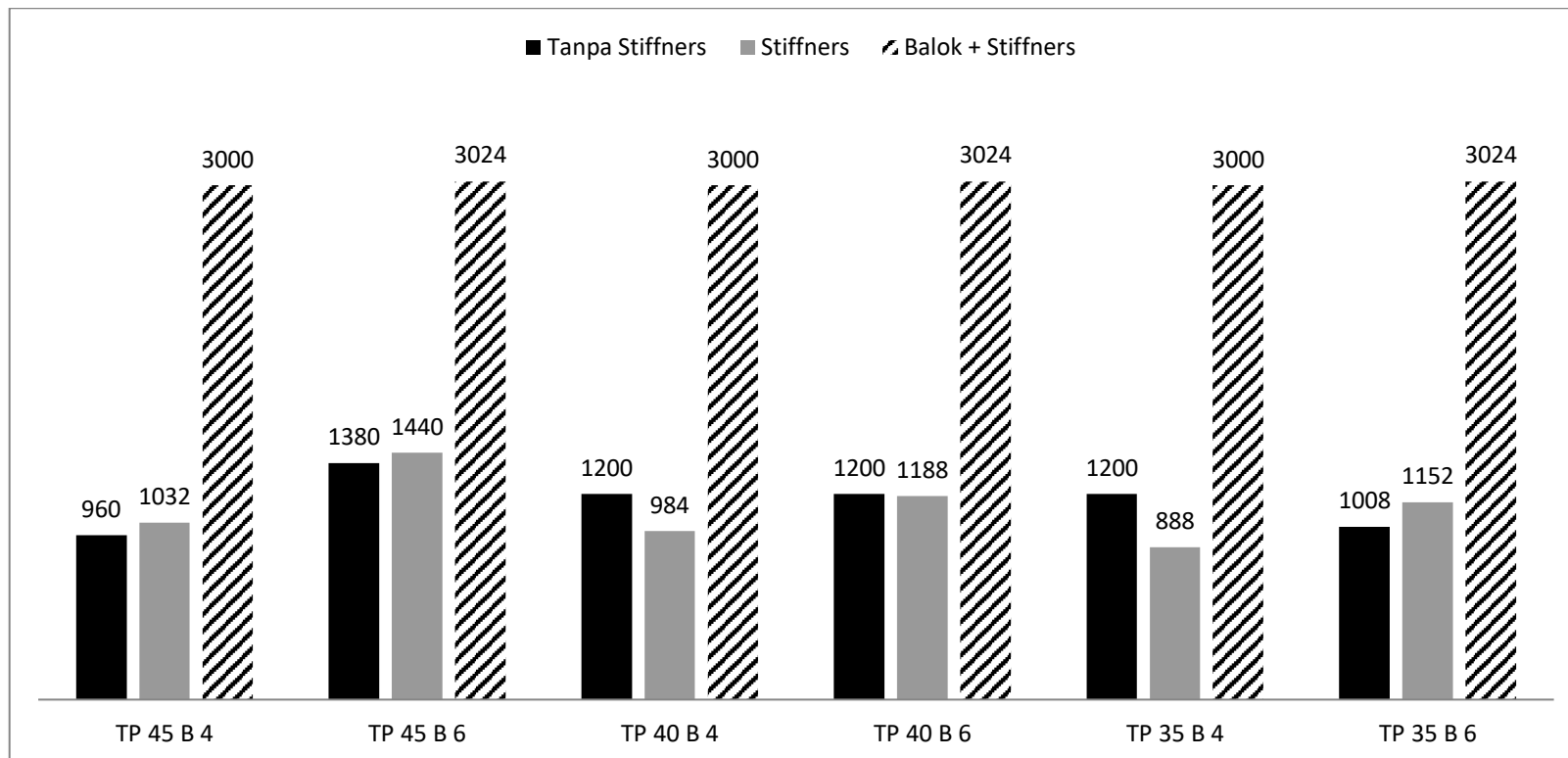


Gambar 4.36: Grafik momen-rotasi *base plate* dengan tebal plat 35 mm dan jumlah baut angkur 6

Dari Gambar 4.36 diatas dapat diketahui bahwa *base plate* tanpa *stiffners*, mampu menahan momen sebesar 1008 KN.m dengan rotasi yang mencapai 0,0103 rad, *base plate* dengan *stiffners*, mampu menahan momen sebesar 1152 KN.m dengan rotasi yang mencapai 0,0113 rad, dan *base plate* dengan *stiffners* + balok, mampu menahan momen sebesar 3024 KN.m dengan rotasi yang mencapai 0,0180 rad.

#### 4.1.3.1 Pengaruh model *base plate* terhadap momen ultimate

Pada Gambar 4.37 dibawah ini merupakan diagram pengaruh model *base plate* terhadap momen ultimate.



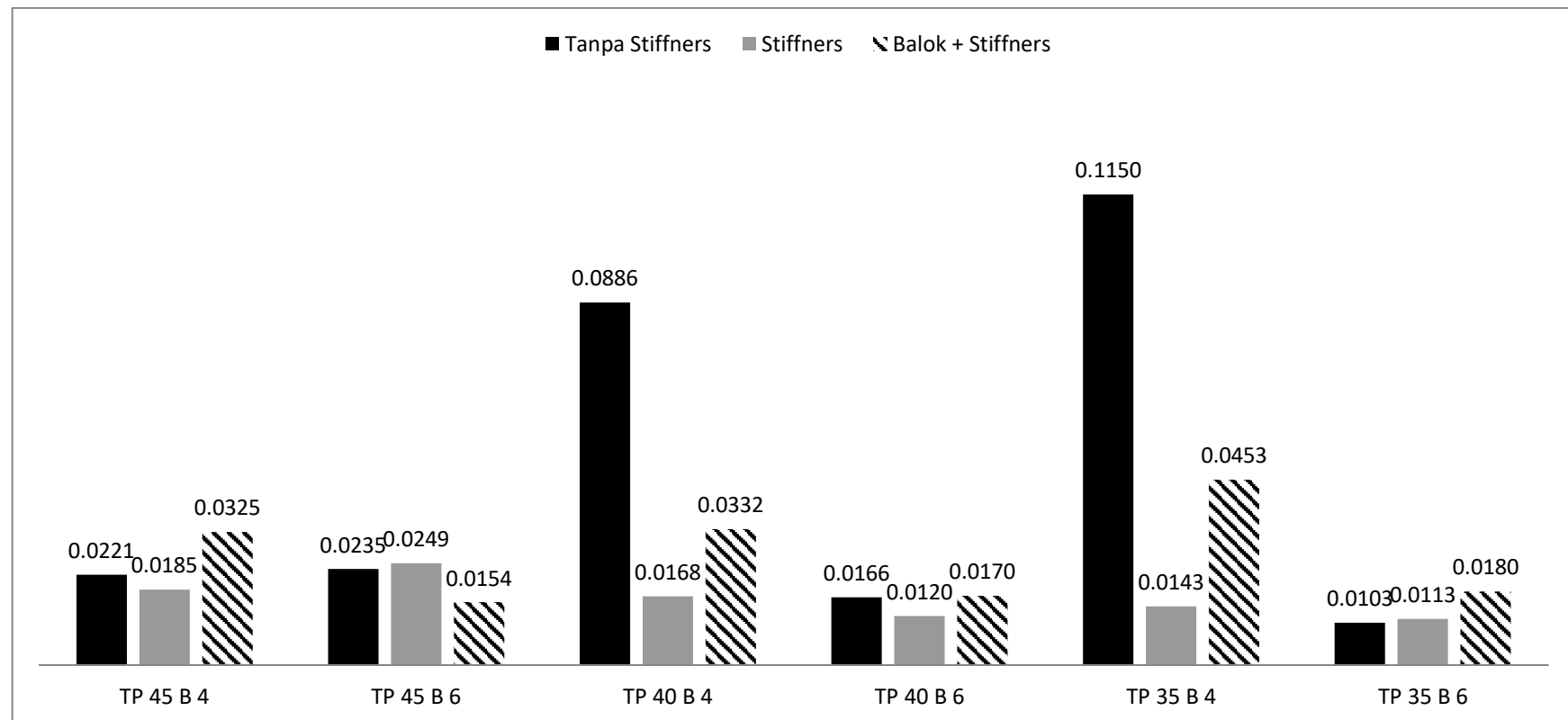
Gambar 4.37: Diagram pengaruh model *base plate* terhadap momen ultimate

Dari Gambar 4.37 dapat di simpulkan bahwa model *base plate* tanpa *stiffners* pada jumlah angkur 4 buah, momen yang mampu ditahan menjadi tidak stabil dan saat jumlah angkurnya ditambahkan menjadi 6 buah, momen yang ditahan menjadi stabil. Ketika model *base plate* diberikan *stiffners* pada jumlah angkur 4 buah maupun 6 buah momen yang mampu ditahan menjadi stabil. Dan pada saat model *base plate* diberikan *stiffners* dan balok, momen yang mampu ditahan bertambah dan stabil.



#### 4.1.3.2 Pengaruh model *base plate* terhadap rotasi

Pada Gambar 4.38 dibawah ini merupakan diagram pengaruh model *base plate* terhadap momen ultimate.



Gambar 4.38: Diagram pengaruh model *base plate* terhadap rotasi

Dari Gambar 4.38 dapat di simpulkan bahwa model *base plate* tanpa *stiffeners* pada saat jumlah angkur 4 buah rotasi yang terjadi menjadi tidak stabil, sedangkan saat jumlah angkur bertambah menjadi 6 buah, rotasi menjadi stabil. Ketika model *base plate* diberikan *stiffeners* saat jumlah angkur 4 buah maupun 6 buah rotasi yang terjadi menjadi berkurang dan stabil , dan saat model *base plate* diberikan *stiffeners* + balok saat jumlah angkur 4 buah, rotasi yang terjadi meningkat dan stabil, sedangkan pada saat ditambahkan jumlah angkur menjadi 6 buah, rotasi yang terjadi menurun pada saat tebal plat 45 mm dan meningkat pada tebal 35 mm dan 40 mm.

## 4.2 Klasifikasi kekakuan *base plate*

Berdasarkan AISC 360-10 (2010) klasifikasi *base plate* terbagi menjadi tiga, yaitu *rigid*, *semi rigid*, dan *pinned*. Pada Tabel 4.2 merupakan hasil klasifikasi pada model *base plate* yang di analisis serta cara perhitungan dari analisis tersebut. Di ambil salah satu model yaitu *base plate* tanpa *stiffeners* dengan tebal plat 40 mm dan jumlah angkur 4 buah.

$$\begin{aligned}\text{Momen sambungan (M)} &= 576 \text{ KN.m} \\ \text{Rotasi sambungan } (\theta) &= 0,0034 \text{ rad} \\ \text{Kekakuan (K)} &= \frac{M}{\theta} = \frac{576}{0,0034} = 171639 \text{ KN.m/rad}\end{aligned}$$

$$\text{Tinggi kolom (L)} = 3 \text{ m}$$

$$\text{Modulus elastisitas kolom, (E)} = 200000000 \text{ KN/m}^2$$

$$\text{Momen inersia kolom, (I)} = 0,00190 \text{ m}^4$$

$$\begin{aligned}\text{Kekakuan untuk } \textit{pinned} (K_{\textit{pinned}}) &= \frac{2.E.I}{L} = \frac{2.200000000.0,00190}{3} \\ &= 252865 \text{ KN.m/rad}\end{aligned}$$

$$\text{Kekakuan untuk } \textit{rigid} (K_{\textit{rigid}}) = \frac{20.E.I}{L} = \frac{20.200000000.0,00190}{3} = 2528655 \text{ KN.m/rad}$$

Karena  $K = 171639 \text{ KN.m/rad} < K_{\textit{pinned}} = 252865 \text{ KN.m/rad}$  , maka klasifikasi berdasarkan AISC 360-10 pada model *base plate* tanpa *stiffeners* dengan tebal plat 40 mm dan jumlah angkur 4 buah ialah sendi

Tabel 4.2: Klasifikasi *base plate*

Model Base Plate	Kode	M (KN.m)	$\theta$ (rad)	K (KN.m/rad)	L (m)	E (KN/m <sup>2</sup> )	I (m <sup>4</sup> )	K Batas		Klasifikasi
								<i>Pinned</i>	<i>Rigid</i>	
Tanpa <i>Stiffners</i>	TP 45 B 4	480	0.0021	228350	3	200000000	0.00190	252865	2528655	<i>PINNED</i>
	TP 40 B 4	576	0.0034	171639	3	200000000	0.00190	252865	2528655	<i>PINNED</i>
	TP 35 B 4	576	0.0040	144342	3	200000000	0.00190	252865	2528655	<i>PINNED</i>
	TP 45 B 6	660	0.0020	337104	3	200000000	0.00190	252865	2528655	<i>SEMI-RIGID</i>
	TP 40 B 6	660	0.0021	308462	3	200000000	0.00190	252865	2528655	<i>SEMI-RIGID</i>
	TP 35 B 6	624	0.0022	280440	3	200000000	0.00190	252865	2528655	<i>SEMI-RIGID</i>
<i>Stiffners</i>	TP 45 B 4	480	0.0017	279302	3	200000000	0.00190	252865	2528655	<i>SEMI-RIGID</i>
	TP 40 B 4	480	0.0018	262619	3	200000000	0.00190	252865	2528655	<i>SEMI-RIGID</i>
	TP 35 B 4	432	0.0017	251565	3	200000000	0.00190	252865	2528655	<i>PINNED</i>
	TP 45 B 6	720	0.0020	368906	3	200000000	0.00190	252865	2528655	<i>SEMI-RIGID</i>
	TP 40 B 6	720	0.0020	351552	3	200000000	0.00190	252865	2528655	<i>SEMI-RIGID</i>
	TP 35 B 6	720	0.0023	318936	3	200000000	0.00190	252865	2528655	<i>SEMI-RIGID</i>
Balok + <i>Stiffners</i>	TP 45 B 4	1440	0.0019	753634	3	200000000	0.00190	252865	2528655	<i>SEMI-RIGID</i>
	TP 40 B 4	1320	0.0018	742801	3	200000000	0.00190	252865	2528655	<i>SEMI-RIGID</i>
	TP 35 B 4	1440	0.0023	628110	3	200000000	0.00190	252865	2528655	<i>SEMI-RIGID</i>
	TP 45 B 6	1440	0.0014	1060239	3	200000000	0.00190	252865	2528655	<i>SEMI-RIGID</i>
	TP 40 B 6	1440	0.0014	1011471	3	200000000	0.00190	252865	2528655	<i>SEMI-RIGID</i>
	TP 35 B 6	1440	0.0015	947469	3	200000000	0.00190	252865	2528655	<i>SEMI-RIGID</i>

Ket:

TP = Tebal plat

B = Jumlah angkur

Dari tabel 4.2 dapat diketahui klasifikasi kekakuan dari tiap model *base plate*. Ketika ketebalan dan jumlah angkur bertambah serta adanya penambahan *stiffners* maupun *stiffners* + balok pada *base plate* kekakuannya bertambah sehingga pada tiap model ada yang masuk kedalam klasifikasi *pinned* (sendi) dan ada juga yang masuk kedalam klasifikasi *semi-rigid*.

Berdasarkan Ravari, Ali Karbakhsh, dkk (2011) mengenai hasil momen-rotasi pada *base plate* tanpa *stiffners* dan *base plate* dengan *stiffners*, dapat meningkatkan kekakuan sambungan sehingga dengan menambahkan *stiffners* ke kolom *base plate* perilaku rotasi menuju sambungan yang lebih kaku dan berdasarkan You, Young-Chan dan Dongkeun Lee (2020) dari hasil yang didapat, dengan 4 baut angkur berulir tegangan tinggi digunakan untuk sambungan kolom *base plate*. Jumlah tarik dari baut angkur sebagian berkurang. Pengangkatan plat dasar tidak terkontrol dengan benar dan akibatnya fenomena goyangnya juga tidak terkontrol. Ketika jumlah baut angkur ditingkatkan dari 4 buah menjadi 6 buah, kapasitas momen, kapasitas disipasi energi, dan rotasi *initial stiffnerss* meningkat.

Dari perbandingan diatas hasil yang didapat maupun hasil dari dua referensi diatas sudah sesuai. Dimana dengan menambahkan *stiffners* maupun menambahkan jumlah angkur dapat meningkatkan kekakuan sambungan pada *base plate*.

### **4.3 Tegangan-regangan**

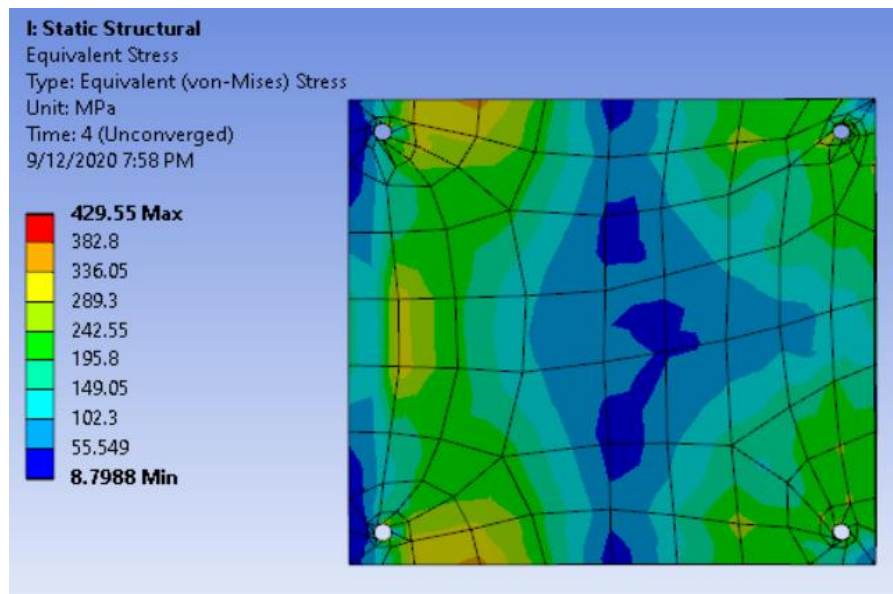
Tegangan yang di analisis disesuaikan dengan batasan dari mutu baja. Mutu baja yang digunakan dalam analisis *base plate* ini ialah BJ-41 dengan kuat leleh ( $f_y$ ) sebesar 250 MPa, dan kuat ultimate ( $f_u$ ) sebesar 410 MPa.

#### **4.3.1 Tegangan-regangan pada *base plate* tanpa *stiffners***

Dibawah ini dijelaskan hasil dari analisis tegangan pada *base plate* tanpa *stiffners* dari software yang terdapat pada Gambar 4.39 sampai Gambar 4.65.

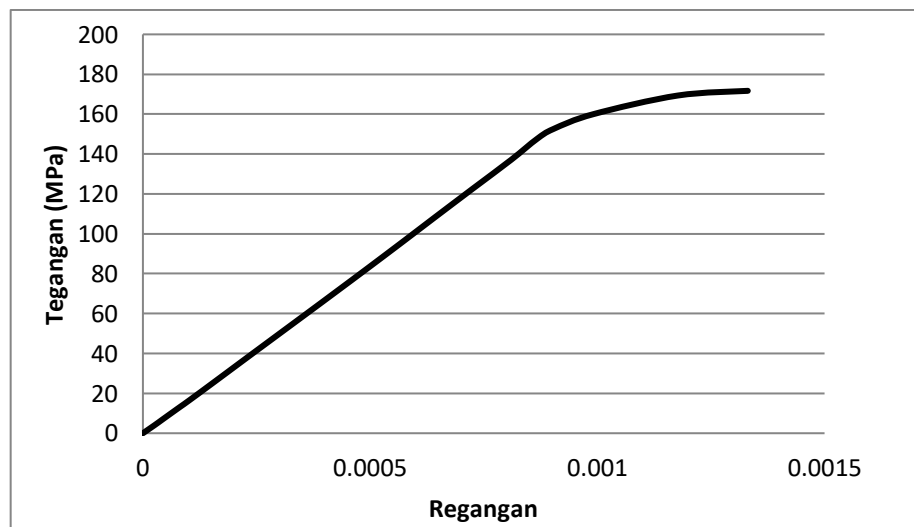
#### 4.3.1.1 Tegangan-regangan pada *base plate* tanpa *stiffners* TP 45 B 4

Pada Gambar 4.39 dan 4.40 merupakan tegangan yang terjadi pada *base plate* tanpa *stiffners* dengan tebal plat 45 mm dan jumlah angkur 4 buah serta grafik tegangan-regangan.



Gambar 4.39: Tegangan pada *base plate* tanpa *stiffners* TP 45 B 4

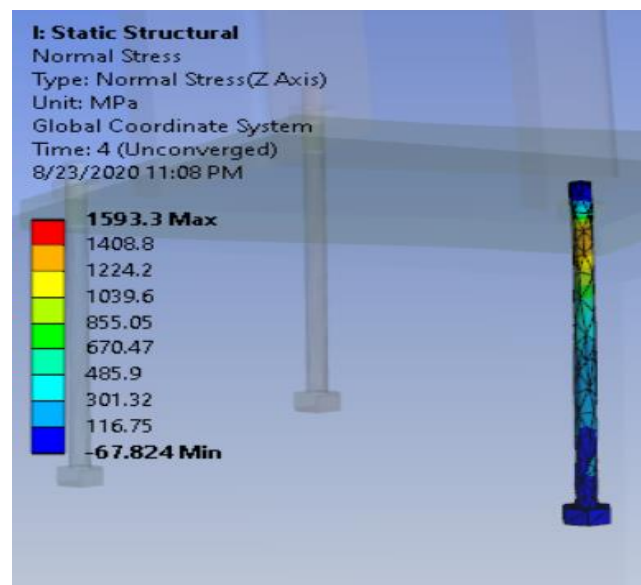
Pada Gambar 4.39 nilai tegangan yang diambil ialah tegangan rata-rata dari *base plate* sehingga didapat grafik hubungan tegangan-regangan sebagai berikut.



Gambar 4.40: Grafik tegangan-regangan pada *base plate* tanpa *stiffners* TP 45 B 4

Pada Gambar 4.40 dapat diketahui tegangan rata-rata yang terjadi pada *base plate* mengalami elastis dari 0 MPa hingga 147,55 MPa dan mengalami plastis dari 147,55 MPa hingga 171,69 MPa. Batas nilai tegangan rata-rata ini diambil berdasarkan dari kemampuan *base plate* dalam menahan momen-rotasi. Untuk tabel nilai tegangan-regangan *base plate* terdapat pada lampiran 6.

Pada Gambar 4.41 dan 4.42 serta Tabel 4.3 dan 4.4 merupakan gambar tegangan angkur yang terjadi saat menahan *base plate* dari beban dorong serta tabel besarnya beban tarik yang terjadi pada angkur.



Gambar 4.41: Tegangan yang terjadi pada angkur 1 *base plate* tanpa *stiffners* TP 45 B 4

Pada Gambar 4.41 yang merupakan tegangan yang terjadi pada angkur 1 dimana tegangan yang diambil berupa nilai rata-rata sehingga di dapat nilai tarik dari angkur 1 yang terdapat pada Tabel 4.3.

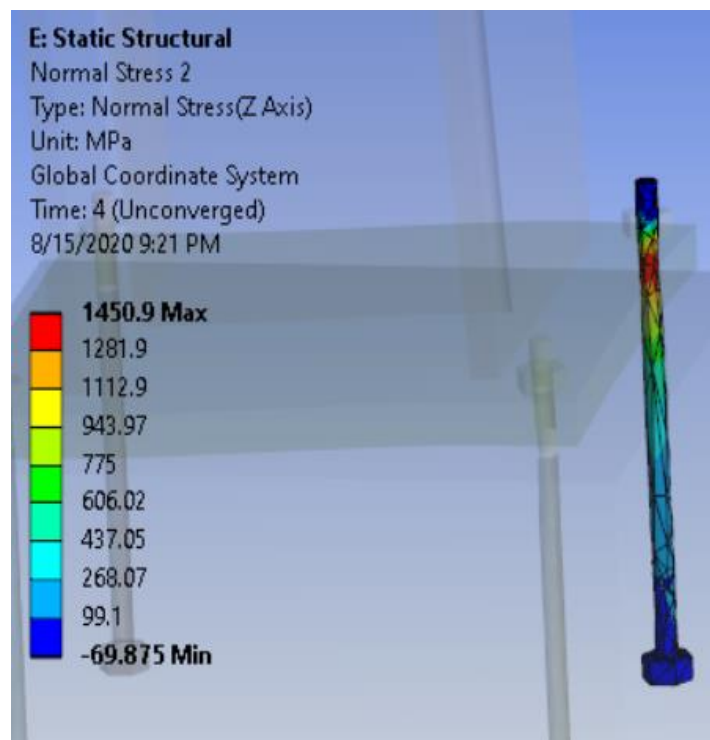
Tabel 4.3: Nilai beban tarik yang terjadi pada angkur 1 *base plate* tanpa *stiffners* TP 45 B 4

Tegangan Normal Rata-Rata (MPa)	Luas (mm <sup>2</sup> )	Beban Tarik (KN)
-0.18394	452.16	-0.08
3.341	452.16	1.51
6.9736	452.16	3.15
10.718	452.16	4.85
14.647	452.16	6.62

Tabel 4.3: *Lanjutan*

36.786	452.16	16.63
60.885	452.16	27.53
85.363	452.16	38.60
110.54	452.16	49.98
134.43	452.16	60.78
157.87	452.16	71.38
180.17	452.16	81.47
198.15	452.16	89.60
220.53	452.16	99.71
237.56	452.16	107.42
254.44	452.16	115.05
272.88	452.16	123.39
296.77	452.16	134.19
319.09	452.16	144.28
331.67	452.16	149.97
331.62	452.16	149.95

Dari Tabel 4.3 dapat diketahui bahwa angkur 1 mengalami tarik yang disebabkan oleh dorongan dari beban monotonik, sehingga beban tarik yang terjadi pada angkur 1 mencapai 149,97 KN dengan tegangan rata-rata yang terjadi sebesar 331,67 MPa dan mengalami penurunan pada tegangan rata-rata sebesar 331,62 MPa.



Gambar 4.42: Tegangan yang terjadi pada angkur 2 *base plate* tanpa *stiffeners* TP 45 B 4

Pada Gambar 4.42 yang merupakan tegangan yang terjadi pada angkur 1 dimana tegangan yang diambil berupa nilai rata-rata sehingga di dapat nilai tarik dari angkur 2 yang terdapat pada Tabel 4.4.

Tabel 4.4: Nilai beban tarik yang terjadi pada angkur 2 *base plate* tanpa *stiffners* TP 45 B 4

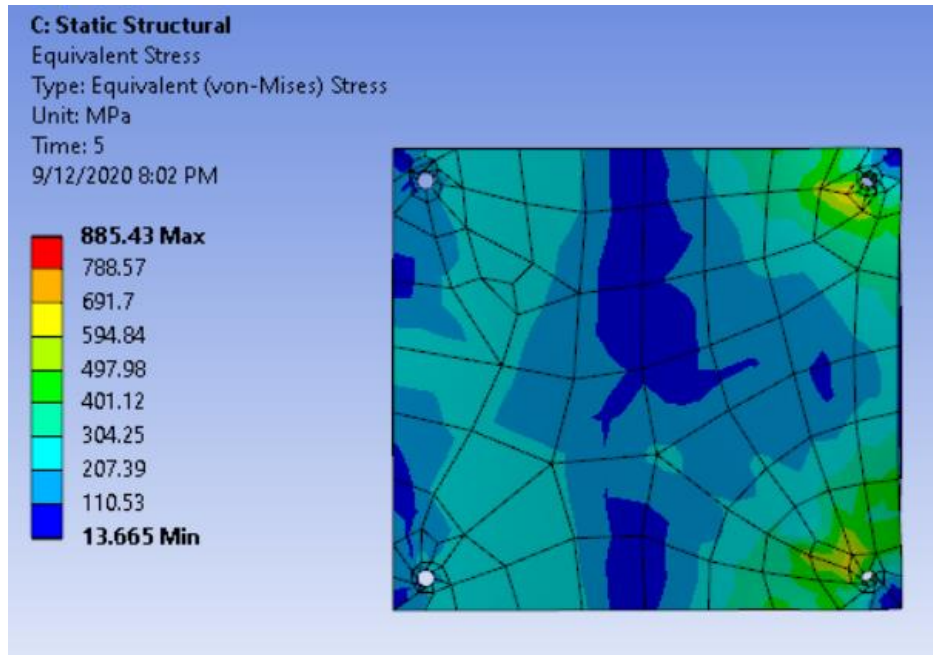
Tegangan Normal (MPa)	Luas (mm <sup>2</sup> )	Beban Tarik (KN)
0.14082	452.16	0.06
2.901	452.16	1.31
5.7355	452.16	2.59
8.6726	452.16	3.92
11.663	452.16	5.27
28.615	452.16	12.94
47.226	452.16	21.35
65.93	452.16	29.81
85.041	452.16	38.45
103.64	452.16	46.86
121.83	452.16	55.09
138.88	452.16	62.80
152.19	452.16	68.81
166.54	452.16	75.30
183.08	452.16	82.78
194.78	452.16	88.07
207.93	452.16	94.02
220.99	452.16	99.92
236.15	452.16	106.78
243.94	452.16	110.30
244.01	452.16	110.33

Dari Tabel 4.4 dapat diketahui bahwa angkur 2 mengalami tarik yang disebabkan oleh dorongan dari beban monotonik, sehingga beban tarik yang terjadi pada angkur 2 mencapai 110,33 KN dengan tegangan rata-rata yang terjadi sebesar 244,01 MPa dan tidak ada mengalami penurunan pada tegangan rata-rata.

#### 4.3.1.2 Tegangan-regangan pada *base plate* tanpa *stiffners* TP 40 B 4

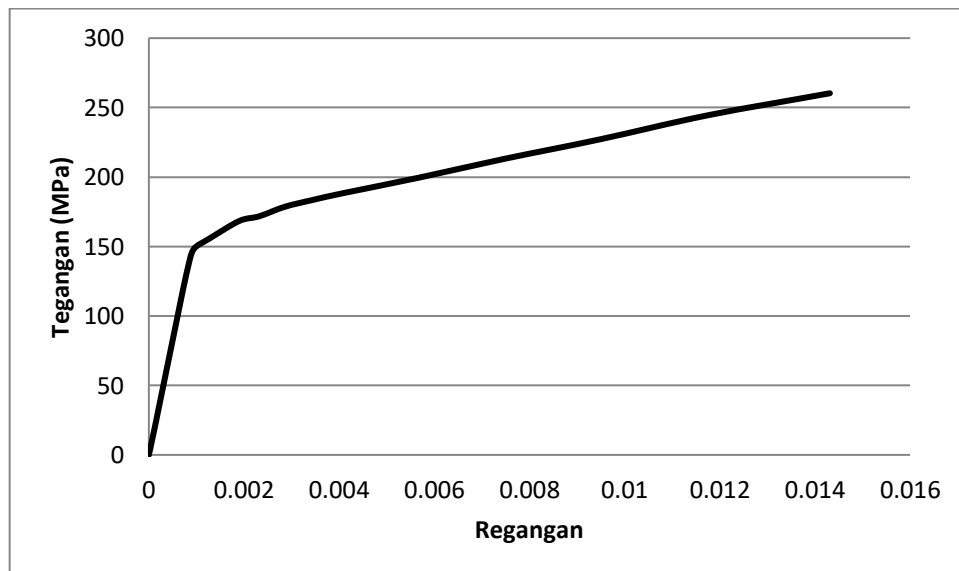
Pada Gambar 4.43 dan 4.44 merupakan tegangan yang terjadi pada *base plate* tanpa *stiffners* dengan tebal plat 40 mm dan jumlah angkur 4 buah serta grafik tegangan terhadap beban.





Gambar 4.43: Tegangan pada *base plate* tanpa *stiffners* TP 40 B 4

Pada Gambar 4.43 nilai tegangan yang diambil ialah tegangan rata-rata dari *base plate* sehingga didapat grafik hubungan tegangan-regangan sebagai berikut.

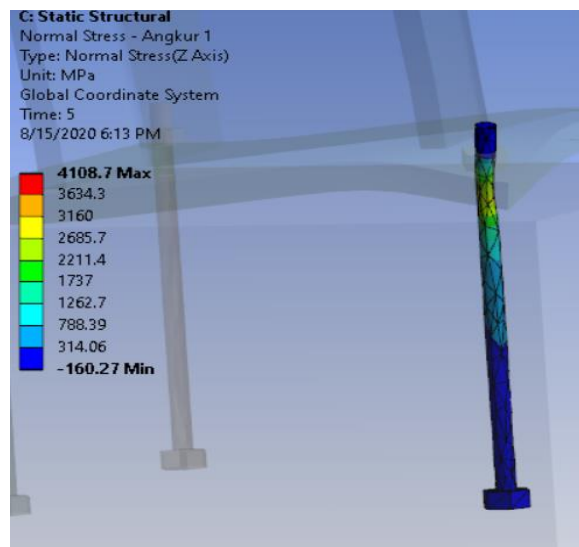


Gambar 4.44: Grafik tegangan-regangan pada *base plate* tanpa *stiffners* TP 40 B 4

Pada Gambar 4.44 dapat diketahui tegangan rata-rata yang terjadi pada *base plate* mengalami elastis dari 0 MPa hingga 145,41 MPa dan mengalami plastis

dari 145,41 MPa hingga 260,32 MPa. Batas nilai tegangan rata-rata ini diambil berdasarkan dari kemampuan *base plate* dalam menahan momen-rotasi. Untuk tabel nilai tegangan-regangan *base plate* terdapat pada lampiran 6.

Pada Gambar 4.45 dan 4.46 serta Tabel 4.5 dan 4.6 merupakan gambar tegangan angkur yang terjadi saat menahan *base plate* dari beban dorong serta tabel besarnya beban tarik yang terjadi pada angkur.



Gambar 4.45: Tegangan yang terjadi pada angkur 1 *base plate* tanpa *stiffners* TP 40 B 4

Pada Gambar 4.45 yang merupakan tegangan yang terjadi pada angkur 1 dimana tegangan yang diambil berupa nilai rata-rata sehingga di dapat nilai tarik dari angkur 1 yang terdapat pada Tabel 4.5.

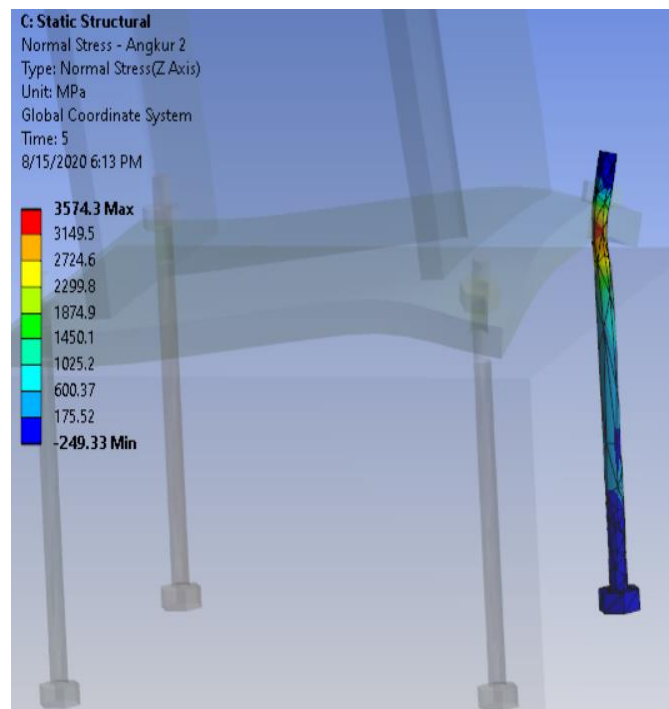
Tabel 4.5: Nilai beban tarik yang terjadi pada angkur 1 *base plate* tanpa *stiffners* TP 40 B 4

Tegangan Normal Rata-Rata (MPa)	Luas (mm <sup>2</sup> )	Beban Tarik (KN)
-0.2791	452.16	-0.13
3.1331	452.16	1.42
6.624	452.16	3.00
10.296	452.16	4.66
14.077	452.16	6.37
35.768	452.16	16.17
59.305	452.16	26.82
83.606	452.16	37.80
107.44	452.16	48.58
130.27	452.16	58.90

Tabel 4.5: *Lanjutan*

152.42	452.16	68.92
173.52	452.16	78.46
190.82	452.16	86.28
213.43	452.16	96.50
229.3	452.16	103.68
244.99	452.16	110.77
260.88	452.16	117.96
285.03	452.16	128.88
297.77	452.16	134.64
313.97	452.16	141.96
329.24	452.16	148.87
343.93	452.16	155.51
377.8	452.16	170.83
411.56	452.16	186.09
449.24	452.16	203.13
492.38	452.16	222.63
541.81	452.16	244.98

Dari Tabel 4.5 dapat diketahui bahwa angkur 1 mengalami tekan terlebih dahulu sebesar -0,13 KN, lalu mengalami tarik yang disebabkan oleh dorongan dari beban monotonik, sehingga beban tarik yang terjadi pada angkur 1 mencapai 244,98 KN dengan tegangan rata-rata yang terjadi sebesar 541,81 MPa dan tidak ada mengalami penurunan pada tegangan rata-rata.



Gambar 4.46: Tegangan yang terjadi pada angkur 2 *base plate* tanpa *stiffners* TP 40 B 4

Pada Gambar 4.46 yang merupakan tegangan yang terjadi pada angkur 2 dimana tegangan yang diambil berupa nilai rata-rata sehingga di dapat nilai tarik dari angkur 2 yang terdapat pada Tabel 4.6.

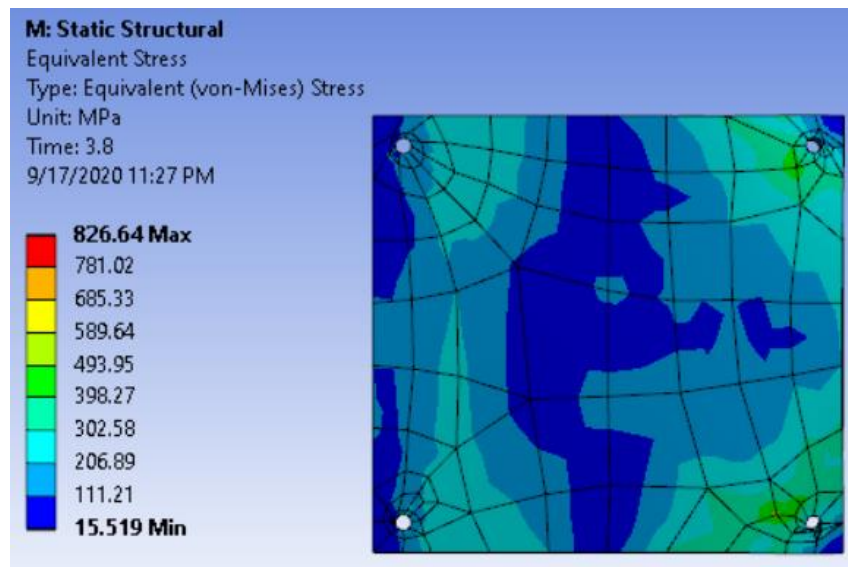
Tabel 4.6: Nilai beban tarik yang terjadi pada angkur 2 *base plate* tanpa *stiffners* TP 40 B 4

Tegangan Normal (MPa)	Luas (mm <sup>2</sup> )	Beban Tarik (KN)
-3.69E-02	452.16	-0.02
2.5683	452.16	1.16
5.2412	452.16	2.37
8.0064	452.16	3.62
10.856	452.16	4.91
27.09	452.16	12.25
44.851	452.16	20.28
63.09	452.16	28.53
81.075	452.16	36.66
98.845	452.16	44.69
115.9	452.16	52.41
132.22	452.16	59.78
144.9	452.16	65.52
160.29	452.16	72.48
176.01	452.16	79.58
187.09	452.16	84.59
199.93	452.16	90.40
215.85	452.16	97.60
224.81	452.16	101.65
239.85	452.16	108.45
249.5	452.16	112.81
260.27	452.16	117.68
287.38	452.16	129.94
312.61	452.16	141.35
338.99	452.16	153.28
369.09	452.16	166.89
405.94	452.16	183.55

Dari Tabel 4.6 dapat diketahui bahwa angkur 2 mengalami tekan terlebih dahulu sebesar -0,02 KN, lalu mengalami tarik yang disebabkan oleh dorongan dari beban monotonik, sehingga beban tarik yang terjadi pada angkur 2 mencapai 183,55 KN dengan tegangan rata-rata yang terjadi sebesar 405,94 MPa dan tidak ada mengalami penurunan pada tegangan rata-rata.

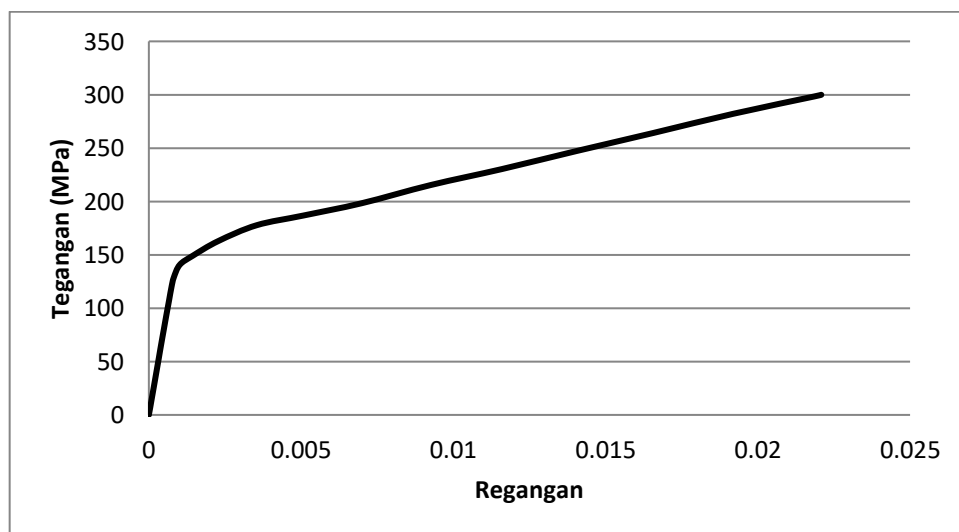
#### 4.3.1.3 Tegangan-regangan pada *base plate* tanpa *stiffners* TP 35 B 4

Pada Gambar 4.47 dan 4.48 merupakan tegangan yang terjadi pada *base plate* tanpa *stiffners* dengan tebal plat 35 mm dan jumlah angkur 4 buah serta grafik tegangan-regangan.



Gambar 4.47: Tegangan pada *base plate* tanpa *stiffners* TP 35 B 4

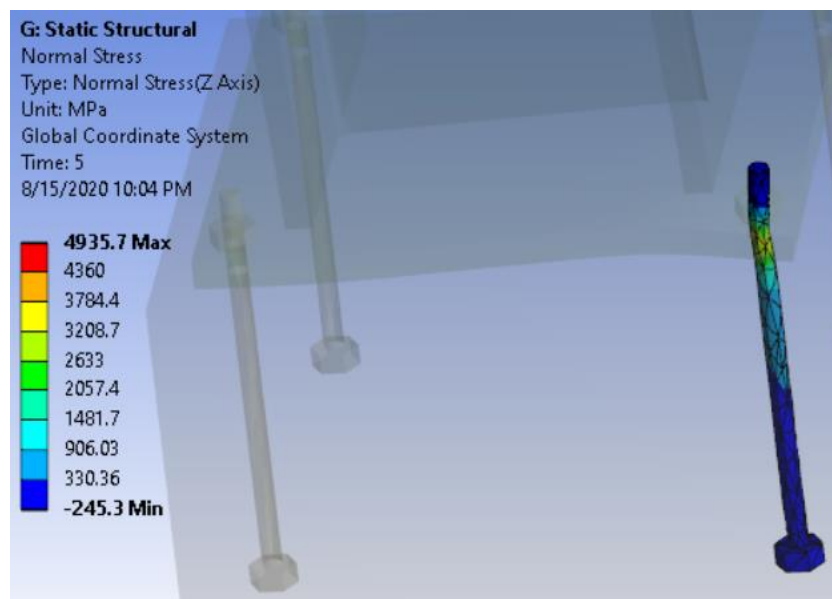
Pada Gambar 4.47 nilai tegangan yang diambil ialah tegangan rata-rata dari *base plate* sehingga didapat grafik hubungan tegangan-regangan sebagai berikut.



Gambar 4.48: Grafik tegangan-regangan pada *base plate* tanpa *stiffners* TP 35 B 4

Pada Gambar 4.48 dapat diketahui tegangan rata-rata yang terjadi pada *base plate* mengalami elastis dari 0 MPa hingga 128,85 MPa dan mengalami plastis dari 128,85 MPa hingga 299,92 MPa. Batas nilai tegangan rata-rata ini diambil berdasarkan dari kemampuan *base plate* dalam menahan momen-rotasi. Untuk tabel nilai tegangan-regangan *base plate* terdapat pada lampiran 6.

Pada Gambar 4.49 dan 4.50 serta Tabel 4.7 dan 4.8 merupakan gambar tegangan angkur yang terjadi saat menahan *base plate* dari beban dorong serta tabel besarnya beban tarik yang terjadi pada angkur.



Gambar 4.49: Tegangan yang terjadi pada angkur 1 *base plate* tanpa *stiffners* TP 35 B 4

Pada Gambar 4.49 yang merupakan tegangan yang terjadi pada angkur 1 dimana tegangan yang diambil berupa nilai rata-rata sehingga di dapat nilai tarik dari angkur 1 yang terdapat pada Tabel 4.7.

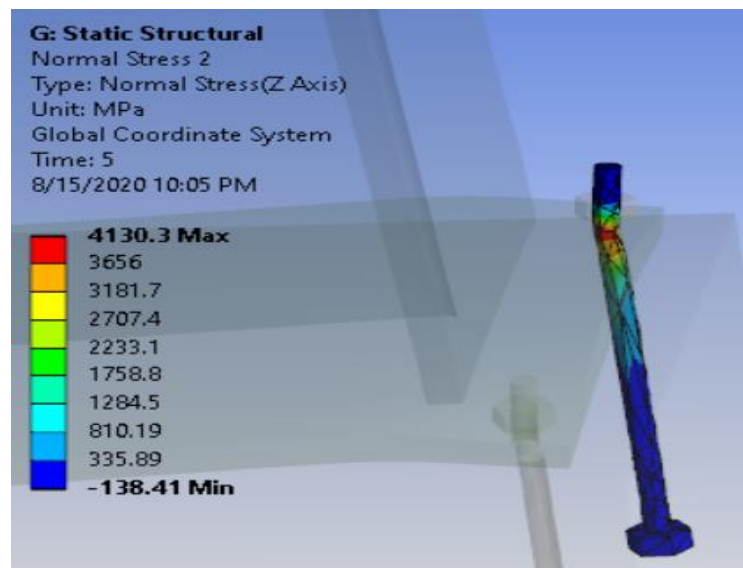
Tabel 4.7: Nilai beban tarik yang terjadi pada angkur 1 *base plate* tanpa *stiffners* TP 35 B 4

Tegangan Normal Rata-Rata (MPa)	Luas (mm <sup>2</sup> )	Beban Tarik (KN)
-0.32126	452.16	-0.15
3.0371	452.16	1.37
6.4923	452.16	2.94
10.099	452.16	4.57
13.798	452.16	6.24

Tabel 4.7: *Lanjutan*

34.675	452.16	15.68
57.483	452.16	25.99
80.775	452.16	36.52
103.29	452.16	46.70
125.77	452.16	56.87
147.21	452.16	66.56
167.23	452.16	75.61
183.47	452.16	82.96
201.53	452.16	91.12
215.4	452.16	97.40
233.5	452.16	105.58
255.57	452.16	115.56
281.89	452.16	127.46
309.51	452.16	139.95
339.77	452.16	153.63
371.91	452.16	168.16
406.04	452.16	183.60
443.53	452.16	200.55
487.55	452.16	220.45
539.61	452.16	243.99
545.27	452.16	246.55

Dari Tabel 4.7 dapat diketahui bahwa angkur 1 mengalami tekan terlebih dahulu sebesar -0,15 KN, lalu mengalami tarik yang disebabkan oleh dorongan dari beban monotonik, sehingga beban tarik yang terjadi pada angkur 1 mencapai 246,55 KN dengan tegangan rata-rata yang terjadi sebesar 545,27 MPa dan tidak ada mengalami penurunan pada tegangan rata-rata.



Gambar 4.50: Tegangan yang terjadi pada angkur 2 *base plate* tanpa *stiffners* TP 35 B 4

Pada Gambar 4.50 yang merupakan tegangan yang terjadi pada angkur 2 dimana tegangan yang diambil berupa nilai rata-rata sehingga di dapat nilai tarik dari angkur 2 yang terdapat pada Tabel 4.8.

Tabel 4.8: Nilai beban tarik yang terjadi pada angkur 2 *base plate* tanpa *stiffners* TP 35 B 4

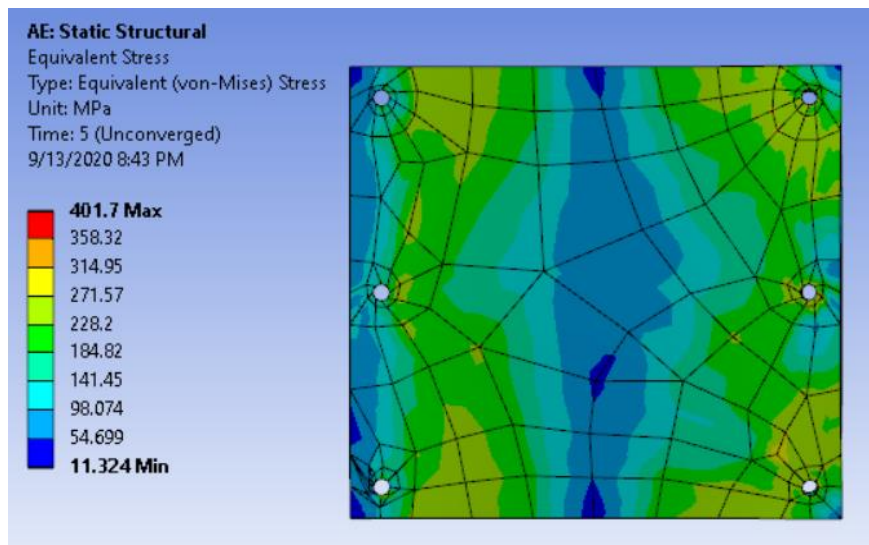
Tegangan Normal Rata-Rata (MPa)	Luas (mm <sup>2</sup> )	Beban Tarik (KN)
-0.027886	452.16	-0.01
2.5153	452.16	1.14
5.1236	452.16	2.32
7.8382	452.16	3.54
10.608	452.16	4.80
26.121	452.16	11.81
43.253	452.16	19.56
60.518	452.16	27.36
77.827	452.16	35.19
95.023	452.16	42.97
111.35	452.16	50.35
127.03	452.16	57.44
139.91	452.16	63.26
152.59	452.16	69.00
166.29	452.16	75.19
182.75	452.16	82.63
198.57	452.16	89.79
217.62	452.16	98.40
237.72	452.16	107.49
259.95	452.16	117.54
284.24	452.16	128.52
309.91	452.16	140.13
338.85	452.16	153.21
373.61	452.16	168.93
414.25	452.16	187.31
418.11	452.16	189.05

Dari Tabel 4.8 dapat diketahui bahwa angkur 2 mengalami tekan terlebih dahulu sebesar -0,01 KN, lalu mengalami tarik yang disebabkan oleh dorongan dari beban monotonik, sehingga beban tarik yang terjadi pada angkur 2 mencapai 189,05 KN dengan tegangan rata-rata yang terjadi sebesar 418,11 MPa dan tidak ada mengalami penurunan pada tegangan rata-rata.



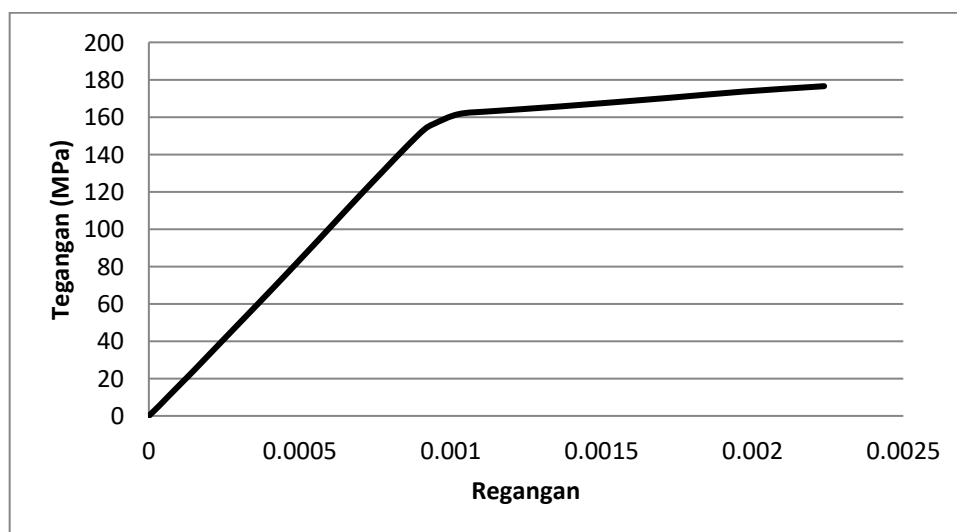
#### 4.3.1.4 Tegangan-regangan pada *base plate* tanpa *stiffners* TP 45 B 6

Pada Gambar 4.51 dan 4.52 merupakan tegangan yang terjadi pada *base plate* tanpa *stiffners* dengan tebal plat 45 mm dan jumlah angkur 6 buah serta grafik tegangan-regangan.



Gambar 4.51: Tegangan pada *base plate* tanpa *stiffners* TP 45 B 6

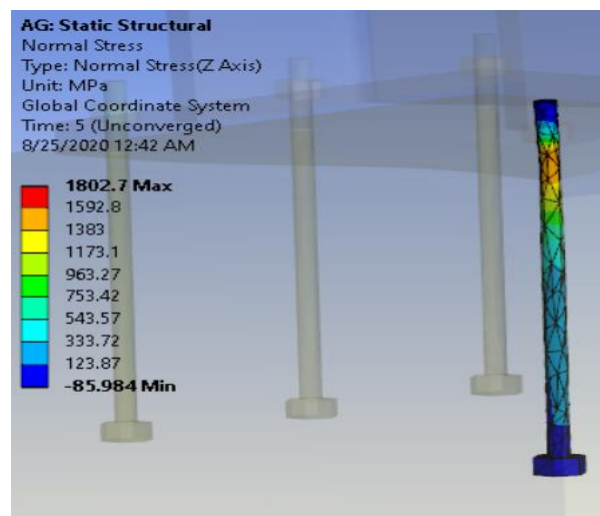
Pada Gambar 4.51 nilai tegangan yang diambil ialah tegangan rata-rata dari *base plate* sehingga didapat grafik hubungan tegangan-regangan sebagai berikut.



Gambar 4.52: Grafik tegangan-regangan pada *base plate* tanpa *stiffners* TP 45 B 6

Pada Gambar 4.52 dapat diketahui tegangan rata-rata yang terjadi pada *base plate* mengalami elastis dari 0 MPa hingga 153,21 MPa dan mengalami plastis dari 153,21 MPa hingga 176,54 MPa. Batas nilai tegangan rata-rata ini diambil berdasarkan dari kemampuan *base plate* dalam menahan momen-rotasi. Untuk tabel nilai tegangan-regangan *base plate* terdapat pada lampiran 6.

Pada Gambar 4.53 sampai 4.55 serta Tabel 4.9 sampai 4.11 merupakan gambar tegangan angkur yang terjadi saat menahan *base plate* dari beban dorong serta tabel besarnya beban tarik yang terjadi pada angkur.



Gambar 4.53: Tegangan yang terjadi pada angkur 1 *base plate* tanpa *stiffners* TP 45 B 6

Pada Gambar 4.53 yang merupakan tegangan yang terjadi pada angkur 1 dimana tegangan yang diambil berupa nilai rata-rata sehingga di dapat nilai tarik dari angkur 1 yang terdapat pada Tabel 4.9.

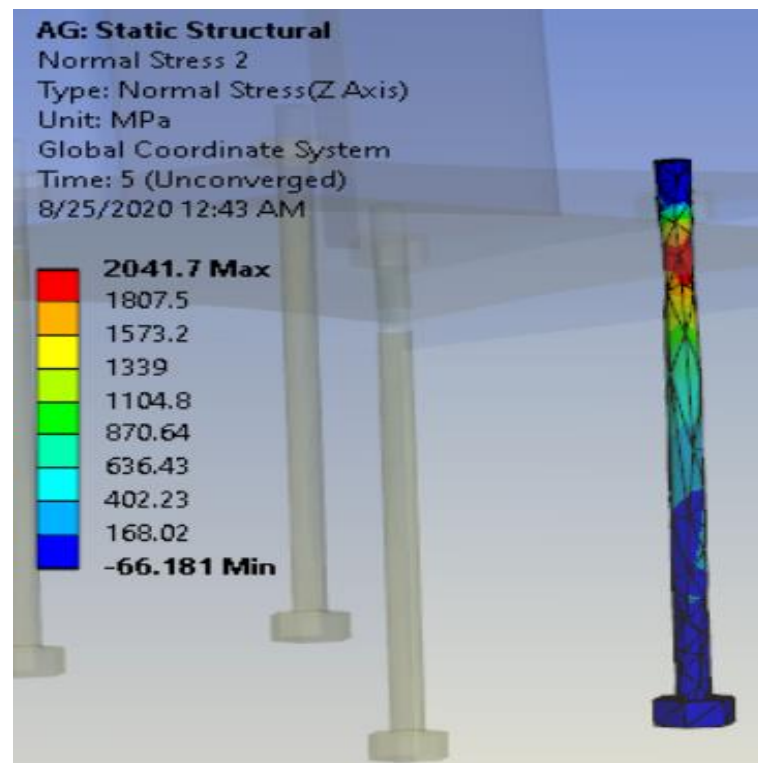
Tabel 4.9: Nilai beban tarik yang terjadi pada angkur 1 *base plate* tanpa *stiffners* TP 45 B 6

Tegangan Normal Rata-Rata (MPa)	Luas (mm <sup>2</sup> )	Beban Tarik (KN)
2.0111	452.16	0.91
7.7252	452.16	3.49
13.541	452.16	6.12
19.467	452.16	8.80
25.459	452.16	11.51
43.407	452.16	19.63
61.612	452.16	27.86

Tabel 4.9: *Lanjutan*

79.659	452.16	36.02
97.918	452.16	44.27
118.26	452.16	53.47
143.68	452.16	64.97
167.82	452.16	75.88
188.09	452.16	85.05
206.19	452.16	93.23
226.4	452.16	102.37
240.99	452.16	108.97
257.59	452.16	116.47
277.07	452.16	125.28
298.51	452.16	134.97
317.94	452.16	143.76
336.56	452.16	152.18
357.71	452.16	161.74
367.71	452.16	166.26
378.33	452.16	171.07

Dari Tabel 4.9 dapat diketahui bahwa angkur 1 mengalami tarik yang disebabkan oleh dorongan dari beban monotonik, sehingga beban tarik yang terjadi pada angkur 1 mencapai 171,07 KN dengan tegangan rata-rata yang terjadi sebesar 378,33 MPa dan tidak ada mengalami penurunan pada tegangan rata-rata.



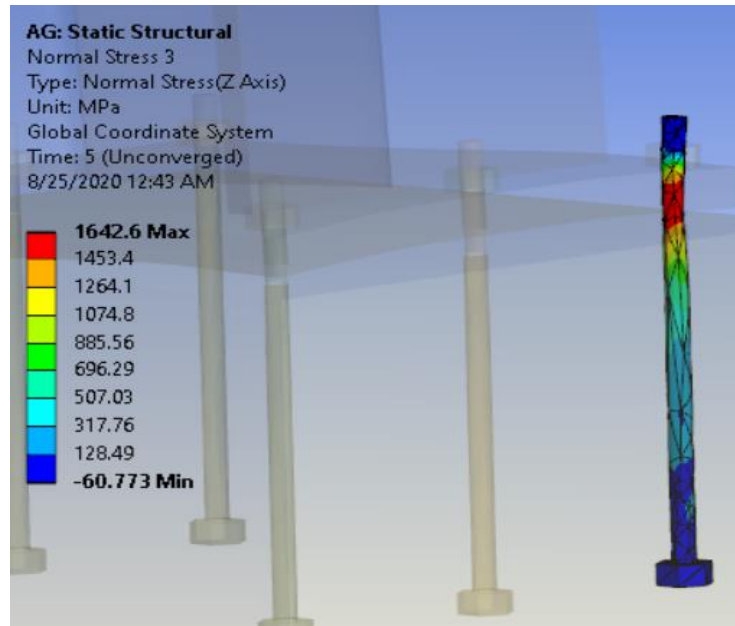
Gambar 4.54: Tegangan yang terjadi pada angkur 2 *base plate* tanpa *stiffeners* TP 45 B 6

Pada Gambar 4.54 yang merupakan tegangan yang terjadi pada angkur 2 dimana tegangan yang diambil berupa nilai rata-rata sehingga di dapat nilai tarik dari angkur 2 yang terdapat pada Tabel 4.10.

Tabel 4.10: Nilai beban tarik yang terjadi pada angkur 2 *base plate* tanpa *stiffners* TP 45 B 6

Tegangan Normal Rata-Rata (MPa)	Luas (mm <sup>2</sup> )	Beban Tarik (KN)
4.546	452.16	2.06
11.143	452.16	5.04
17.918	452.16	8.10
24.895	452.16	11.26
32.059	452.16	14.50
53.433	452.16	24.16
75.228	452.16	34.02
96.855	452.16	43.79
118.12	452.16	53.41
135.43	452.16	61.24
142.48	452.16	64.42
149.25	452.16	67.48
157.59	452.16	71.26
170.71	452.16	77.19
182.83	452.16	82.67
194.76	452.16	88.06
207.42	452.16	93.79
219.51	452.16	99.25
232.69	452.16	105.21
248.4	452.16	112.32
266.2	452.16	120.36
289.3	452.16	130.81
301.79	452.16	136.46
316.81	452.16	143.25

Dari Tabel 4.10 dapat diketahui bahwa angkur 2 mengalami tarik yang disebabkan oleh dorongan dari beban monotonik, sehingga beban tarik yang terjadi pada angkur 2 mencapai 143,25 KN dengan tegangan rata-rata yang terjadi sebesar 316,81 MPa dan tidak ada mengalami penurunan pada tegangan rata-rata.



Gambar 4.55: Tegangan yang terjadi pada angkur 3 *base plate* tanpa *stiffners* TP 45 B 6

Pada Gambar 4.55 yang merupakan tegangan yang terjadi pada angkur 3 di mana tegangan yang diambil berupa nilai rata-rata sehingga di dapat nilai tarik dari angkur 3 yang terdapat pada Tabel 4.5.

Tabel 4.11: Nilai beban tarik yang terjadi pada angkur 3 *base plate* tanpa *stiffners* TP 45 B 6

Tegangan Normal Rata-Rata (MPa)	Luas (mm <sup>2</sup> )	Beban Tarik (KN)
1.3145	452.16	0.59
5.6591	452.16	2.56
10.025	452.16	4.53
14.399	452.16	6.51
18.857	452.16	8.53
32.138	452.16	14.53
45.95	452.16	20.78
59.406	452.16	26.86
72.889	452.16	32.96
88.038	452.16	39.81
107.67	452.16	48.68
126.67	452.16	57.28
142.91	452.16	64.62
154.93	452.16	70.05
164.9	452.16	74.56
180.4	452.16	81.57
191.85	452.16	86.75
204.04	452.16	92.26
216.63	452.16	97.95

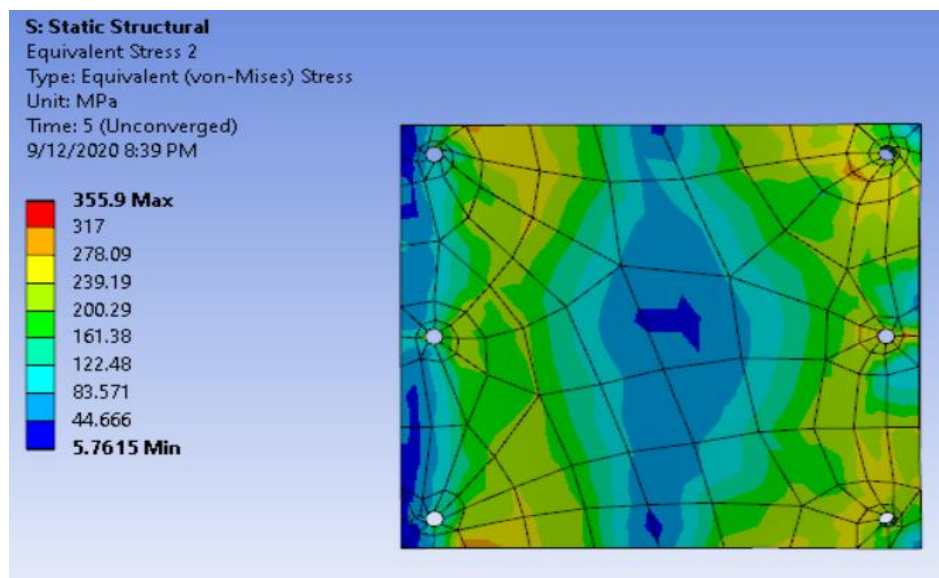
Tabel 4.11: *Lanjutan*

230.98	452.16	104.44
244.8	452.16	110.69
259.11	452.16	117.16
266.62	452.16	120.55
274.64	452.16	124.18

Dari Tabel 4.11 dapat diketahui bahwa angkur 3 mengalami tarik yang disebabkan oleh dorongan dari beban monotonik, sehingga beban tarik yang terjadi pada angkur 3 mencapai 124,18 KN dengan tegangan rata-rata yang terjadi sebesar 274,64 MPa dan tidak ada mengalami penurunan pada tegangan rata-rata.

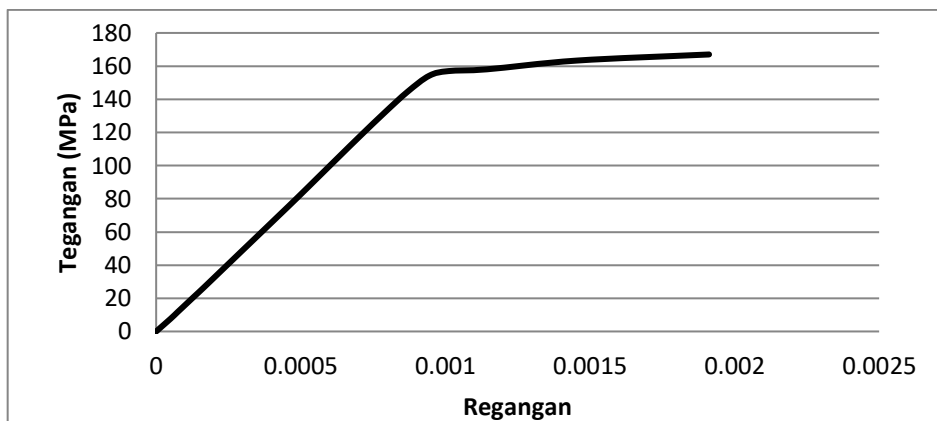
#### 4.3.1.5 Tegangan-regangan pada *base plate* tanpa *stiffners* TP 40 B 6

Pada Gambar 4.56 dan 4.57 merupakan tegangan yang terjadi pada *base plate* tanpa *stiffners* dengan tebal plat 40 mm dan jumlah angkur 6 buah serta grafik tegangan-regangan.



Gambar 4.56: Tegangan pada *base plate* tanpa *stiffners* TP 40 B 6

Pada Gambar 4.56 nilai tegangan yang diambil ialah tegangan rata-rata dari *base plate* sehingga didapat grafik hubungan tegangan-regangan sebagai berikut.



Gambar 4.57: Grafik tegangan-regangan pada *base plate* tanpa *stiffeners* TP 40 B 6

Pada Gambar 4.57 dapat diketahui tegangan rata-rata yang terjadi pada *base plate* mengalami elastis dari 0 MPa hingga 154,2 MPa dan mengalami plastis dari 154,2 MPa hingga 167,02 MPa. Batas nilai tegangan rata-rata ini diambil berdasarkan dari kemampuan *base plate* dalam menahan momen-rotasi. Untuk tabel nilai tegangan-regangan *base plate* terdapat pada lampiran 6.

Pada Gambar 4.58 sampai 4.60 serta Tabel 4.12 sampai 4.14 merupakan gambar tegangan angkur yang terjadi saat menahan *base plate* dari beban dorong serta tabel besarnya beban tarik yang terjadi pada angkur.



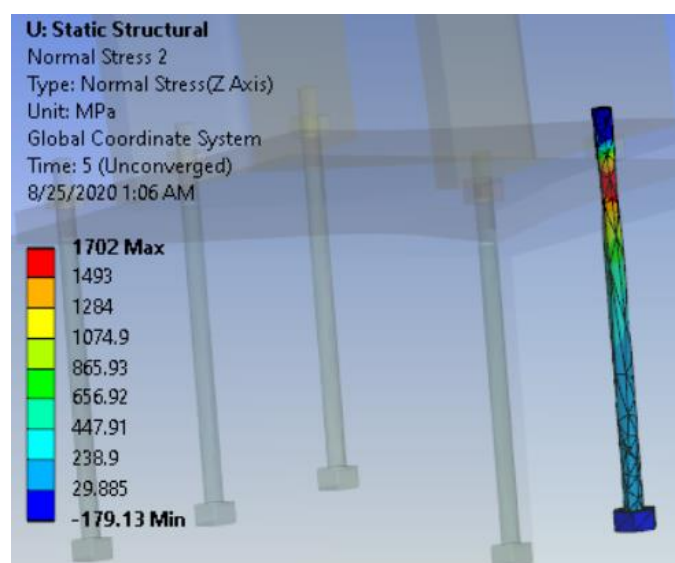
Gambar 4.58: Tegangan yang terjadi pada angkur 1 *base plate* tanpa *stiffeners* TP 40 B 6

Pada Gambar 4.58 yang merupakan tegangan yang terjadi pada angkur 1 dimana tegangan yang diambil berupa nilai rata-rata sehingga di dapat nilai tarik dari angkur 1 yang terdapat pada Tabel 4.12.

Tabel 4.12: Nilai beban tarik yang terjadi pada angkur 1 *base plate* tanpa *stiffners* TP 40 B 6

Tegangan Normal (MPa)	Luas (mm <sup>2</sup> )	Beban Tarik (KN)
1.6898	452.16	0.76
7.0277	452.16	3.18
12.469	452.16	5.64
18.008	452.16	8.14
23.647	452.16	10.69
40.767	452.16	18.43
58.139	452.16	26.29
75.205	452.16	34.00
92.853	452.16	41.98
113.05	452.16	51.12
137.65	452.16	62.24
160.73	452.16	72.68
181.9	452.16	82.25
199.3	452.16	90.12
218.4	452.16	98.75
233.28	452.16	105.48
247.48	452.16	111.90
266.09	452.16	120.32
280.82	452.16	126.98
296.52	452.16	134.07

Dari Tabel 4.12 dapat diketahui bahwa angkur 1 mengalami tarik yang disebabkan oleh dorongan dari beban monotonik, sehingga beban tarik yang terjadi pada angkur 1 mencapai 134,07 KN dengan tegangan rata-rata yang terjadi sebesar 296,52 MPa dan tidak ada mengalami penurunan pada tegangan rata-rata.



Gambar 4.59: Tegangan yang terjadi pada angkur 2 *base plate* tanpa *stiffners* TP 40 B 6

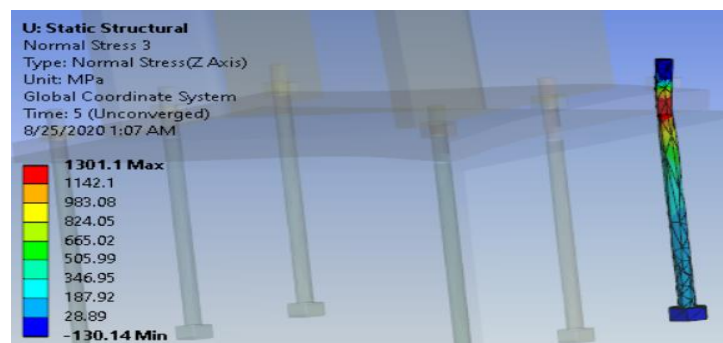


Pada Gambar 4.59 yang merupakan tegangan yang terjadi pada angkur 2 dimana tegangan yang diambil berupa nilai rata-rata sehingga di dapat nilai tarik dari angkur 2 yang terdapat pada Tabel 4.13.

Tabel 4.13: Nilai beban tarik yang terjadi pada angkur 2 *base plate* tanpa *stiffners* TP 40 B 6

Tegangan Normal (MPa)	Luas (mm <sup>2</sup> )	Beban Tarik (KN)
4.3298	452.16	1.96
10.732	452.16	4.85
17.298	452.16	7.82
24.092	452.16	10.89
31.072	452.16	14.05
52.252	452.16	23.63
73.939	452.16	33.43
95.255	452.16	43.07
115.74	452.16	52.33
130.78	452.16	59.13
138.23	452.16	62.50
144.88	452.16	65.51
153.7	452.16	69.50
165.06	452.16	74.63
176.92	452.16	80.00
190.79	452.16	86.27
203.42	452.16	91.98
218.33	452.16	98.72
236.88	452.16	107.11
258.83	452.16	117.03

Dari Tabel 4.13 dapat diketahui bahwa angkur 2 mengalami tarik yang disebabkan oleh dorongan dari beban monotonik, sehingga beban tarik yang terjadi pada angkur 2 mencapai 117,03 KN dengan tegangan rata-rata yang terjadi sebesar 258,83 MPa dan tidak ada mengalami penurunan pada tegangan rata-rata.



Gambar 4.60: Tegangan yang terjadi pada angkur 3 *base plate* tanpa *stiffners* TP 40 B 6

Pada Gambar 4.60 yang merupakan tegangan yang terjadi pada angkur 3 dimana tegangan yang diambil berupa nilai rata-rata sehingga di dapat nilai tarik dari angkur 3 yang terdapat pada Tabel 4.14.

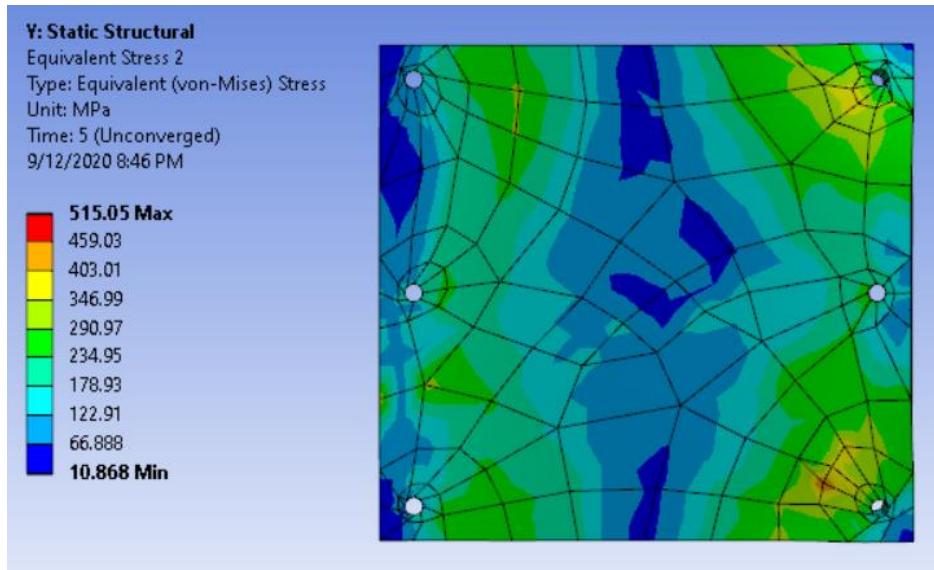
Tabel 4.14: Nilai beban tarik yang terjadi pada angkur 3 *base plate* tanpa *stiffners* TP 40 B 6

Tegangan Normal (MPa)	Luas (mm <sup>2</sup> )	Beban Tarik (KN)
0.91368	452.16	0.41
4.8628	452.16	2.20
8.8163	452.16	3.99
12.812	452.16	5.79
16.836	452.16	7.61
29.21	452.16	13.21
41.942	452.16	18.96
54.395	452.16	24.60
67.037	452.16	30.31
82.298	452.16	37.21
100.77	452.16	45.56
118.81	452.16	53.72
135.94	452.16	61.47
146.97	452.16	66.45
156.62	452.16	70.82
171.49	452.16	77.54
180.89	452.16	81.79
192.75	452.16	87.15
203.69	452.16	92.10
220.12	452.16	99.53

Dari Tabel 4.14 dapat diketahui bahwa angkur 3 mengalami tarik yang disebabkan oleh dorongan dari beban monotonik, sehingga beban tarik yang terjadi pada angkur 3 mencapai 99,53 KN dengan tegangan rata-rata yang terjadi sebesar 220,12 MPa dan tidak ada mengalami penurunan pada tegangan rata-rata.

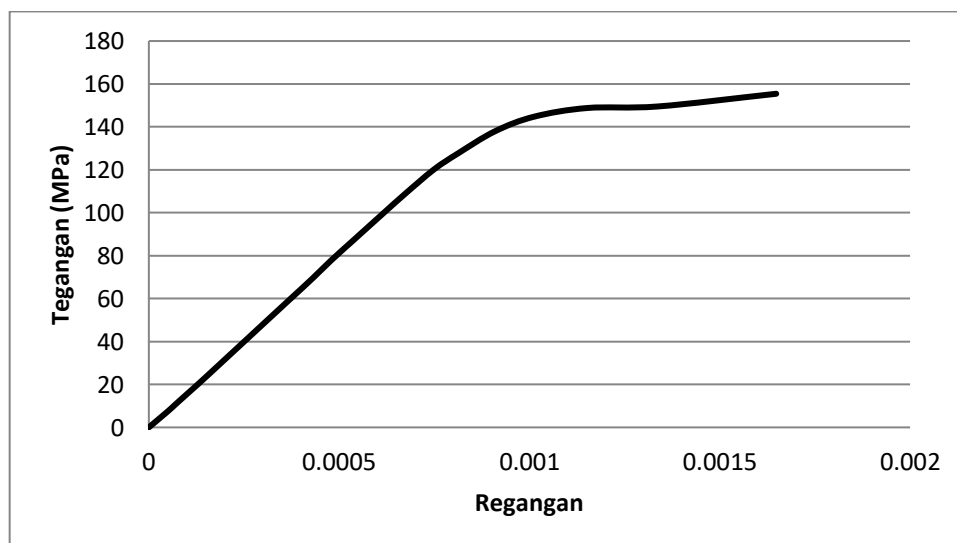
#### 4.3.1.6 Tegangan-regangan pada *base plate* tanpa *stiffners* TP 35 B 6

Pada Gambar 4.61 dan 4.62 merupakan tegangan yang terjadi pada *base plate* tanpa *stiffners* dengan tebal plat 35 mm dan jumlah angkur 6 buah serta grafik tegangan-regangan.



Gambar 4.61: Tegangan pada *base plate* tanpa *stiffners* TP 35 B 6

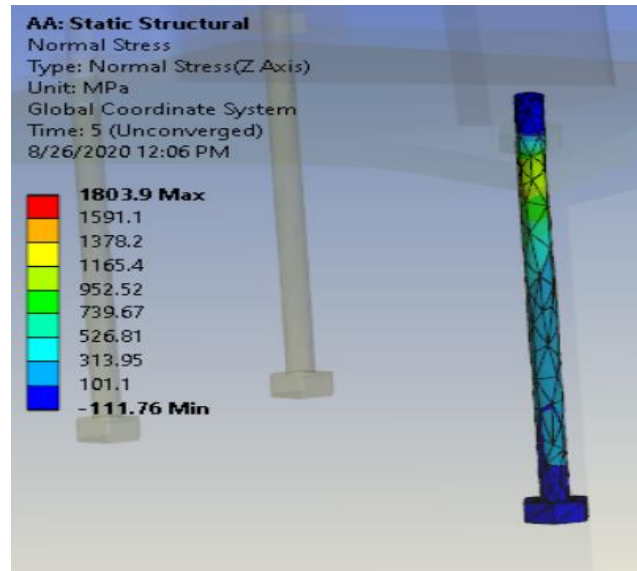
Pada Gambar 4.61 nilai tegangan yang diambil ialah tegangan rata-rata dari *base plate* sehingga didapat grafik hubungan tegangan-regangan sebagai berikut.



Gambar 4.62: Grafik tegangan-regangan pada *base plate* tanpa *stiffners* TP 35 B 6

Pada Gambar 4.62 dapat diketahui tegangan rata-rata yang terjadi pada *base plate* mengalami elastis dari 0 MPa hingga 127,66 MPa dan mengalami plastis dari 127,66 MPa hingga 155,44 MPa. Batas nilai tegangan rata-rata ini diambil berdasarkan dari kemampuan *base plate* dalam menahan momen-rotasi. Untuk tabel nilai tegangan-regangan *base plate* terdapat pada lampiran 6.

Pada Gambar 4.63 sampai 4.65 serta Tabel 4.15 sampai 4.17 merupakan gambar tegangan angkur yang terjadi saat menahan *base plate* dari beban dorong serta tabel besarnya beban tarik yang terjadi pada angkur.



Gambar 4.63: Tegangan yang terjadi pada angkur 1 *base plate* tanpa *stiffners* TP 35 B 6

Pada Gambar 4.63 yang merupakan tegangan yang terjadi pada angkur 1 dimana tegangan yang diambil berupa nilai rata-rata sehingga di dapat nilai tarik dari angkur 1 yang terdapat pada Tabel 4.15.

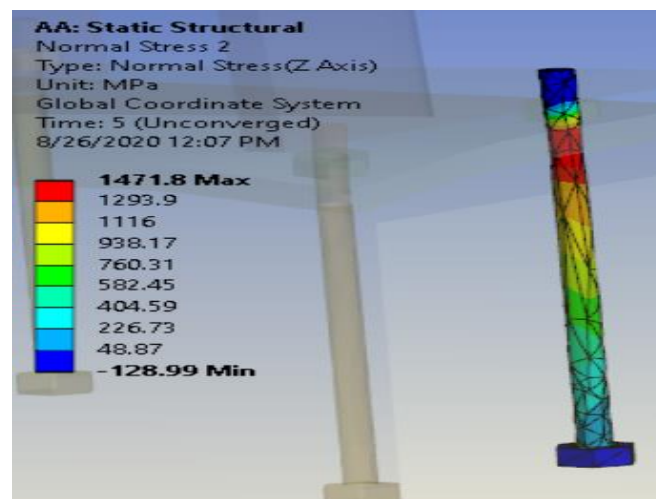
Tabel 4.15: Nilai beban tarik yang terjadi pada angkur 1 *base plate* tanpa *stiffners* TP 35 B 6

Tegangan Normal Rata-Rata (MPa)	Luas (mm <sup>2</sup> )	Beban Tarik (KN)
-1.6063	452.16	-0.73
0.38814	452.16	0.18
2.4665	452.16	1.12
4.5939	452.16	2.08
6.798	452.16	3.07
18.413	452.16	8.33
30.953	452.16	14.00
43.767	452.16	19.79
56.571	452.16	25.58
69.529	452.16	31.44
83.206	452.16	37.62
98.231	452.16	44.42
116.66	452.16	52.75
134.65	452.16	60.88

Tabel 4.15: *Lanjutan*

151.54	452.16	68.52
166.87	452.16	75.45
179	452.16	80.94
190.61	452.16	86.19
201.39	452.16	91.06
209.22	452.16	94.60
218.34	452.16	98.72

Dari Tabel 4.15 dapat diketahui bahwa angkur 1 mengalami tekan terlebih dahulu sebesar -0,73 KN, lalu mengalami tarik yang disebabkan oleh dorongan dari beban monotonik, sehingga beban tarik yang terjadi pada angkur 1 mencapai 98,72 KN dengan tegangan rata-rata yang terjadi sebesar 218,34 MPa dan tidak ada mengalami penurunan pada tegangan rata-rata.



Gambar 4.64: Tegangan yang terjadi pada angkur 2 *base plate* tanpa *stiffners* TP 35 B 6

Pada Gambar 4.64 yang merupakan tegangan yang terjadi pada angkur 2 di mana tegangan yang diambil berupa nilai rata-rata sehingga di dapat nilai tarik dari angkur 2 yang terdapat pada Tabel 4.16.

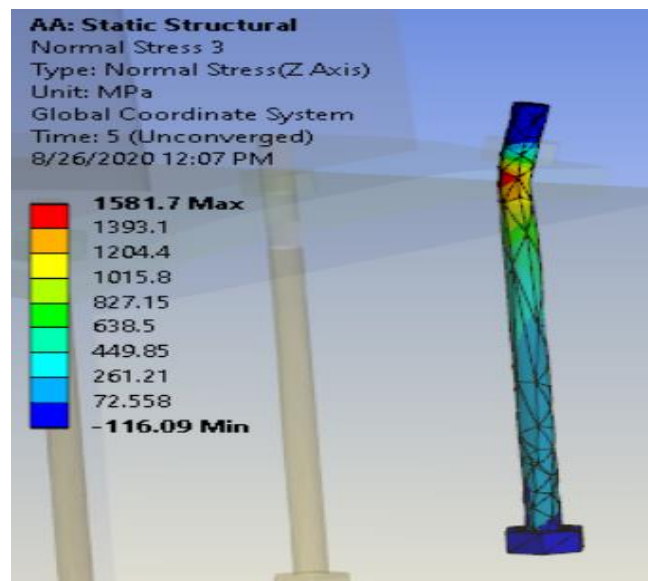
Tabel 4.16: Nilai beban tarik yang terjadi pada angkur 2 *base plate* tanpa *stiffners* TP 35 B 6

Tegangan Normal Rata-Rata (MPa)	Luas (mm <sup>2</sup> )	Beban Tarik (KN)
0.52074	452.16	0.24
3.2362	452.16	1.46

Tabel 4.16: *Lanjutan*

6.0184	452.16	2.72
8.8245	452.16	3.99
11.752	452.16	5.31
26.982	452.16	12.20
43.731	452.16	19.77
61.071	452.16	27.61
78.286	452.16	35.40
95.131	452.16	43.01
111.38	452.16	50.36
123.97	452.16	56.05
131.28	452.16	59.36
136.95	452.16	61.92
142.84	452.16	64.59
150.97	452.16	68.26
160.69	452.16	72.66
170.97	452.16	77.31
183.61	452.16	83.02
196.72	452.16	88.95
211.55	452.16	95.65

Dari Tabel 4.16 dapat diketahui bahwa angkur 2 mengalami tarik yang disebabkan oleh dorongan dari beban monotonik, sehingga beban tarik yang terjadi pada angkur 2 mencapai 95,65 KN dengan tegangan rata-rata yang terjadi sebesar 211,55 MPa dan tidak ada mengalami penurunan pada tegangan rata-rata.



Gambar 4.65: Tegangan yang terjadi pada angkur 3 *base plate* tanpa *stiffners* TP 35 B 6

Pada Gambar 4.65 yang merupakan tegangan yang terjadi pada angkur 3 dimana tegangan yang diambil berupa nilai rata-rata sehingga di dapat nilai tarik dari angkur 3 yang terdapat pada Tabel 4.17.

Tabel 4.17: Nilai beban tarik yang terjadi pada angkur 3 *base plate* tanpa *stiffners* TP 35 B 6

Tegangan Normal Rata-Rata (MPa)	Luas (mm <sup>2</sup> )	Beban Tarik (KN)
-1.3127	452.16	-0.59
0.20934	452.16	0.09
1.7797	452.16	0.80
3.3978	452.16	1.54
5.0192	452.16	2.27
13.222	452.16	5.98
22.173	452.16	10.03
31.526	452.16	14.25
40.74	452.16	18.42
50.061	452.16	22.64
59.668	452.16	26.98
70.94	452.16	32.08
84.904	452.16	38.39
98.669	452.16	44.61
112.01	452.16	50.65
125.02	452.16	56.53
134	452.16	60.59
141.48	452.16	63.97
149.26	452.16	67.49
156.95	452.16	70.97
163.82	452.16	74.07

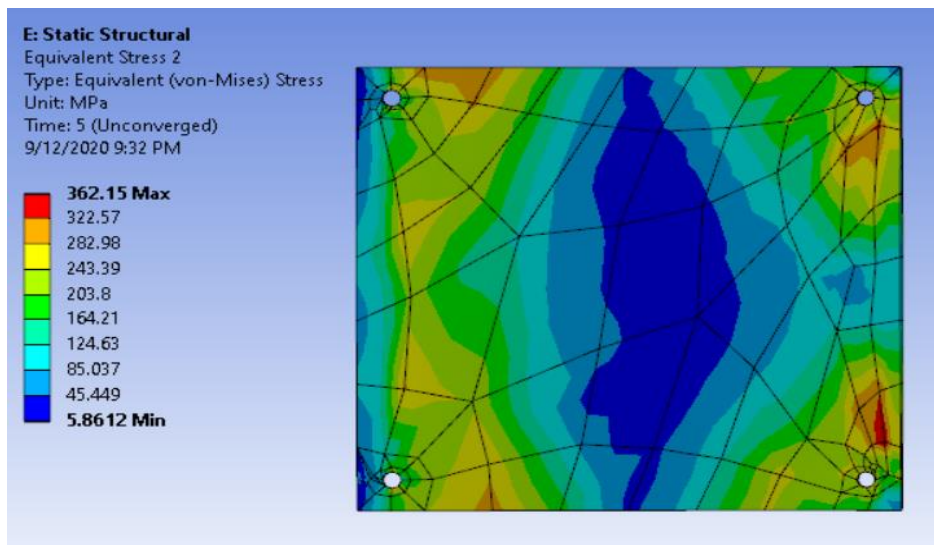
Dari Tabel 4.17 dapat diketahui bahwa angkur 3 mengalami tekan terlebih dahulu sebesar -0,59 KN, lalu mengalami tarik yang disebabkan oleh dorongan dari beban monotonik, sehingga beban tarik yang terjadi pada angkur 3 mencapai 74,07 KN dengan tegangan rata-rata yang terjadi sebesar 163,82 MPa dan tidak ada mengalami penurunan pada tegangan rata-rata.

#### 4.3.2 Tegangan-regangan pada *base plate* dengan *stiffners*

Dibawah ini dijelaskan hasil dari analisis tegangan pada *base plate* dengan *stiffners* dari software yang terdapat pada Gambar 4.66 sampai Gambar 4.92.

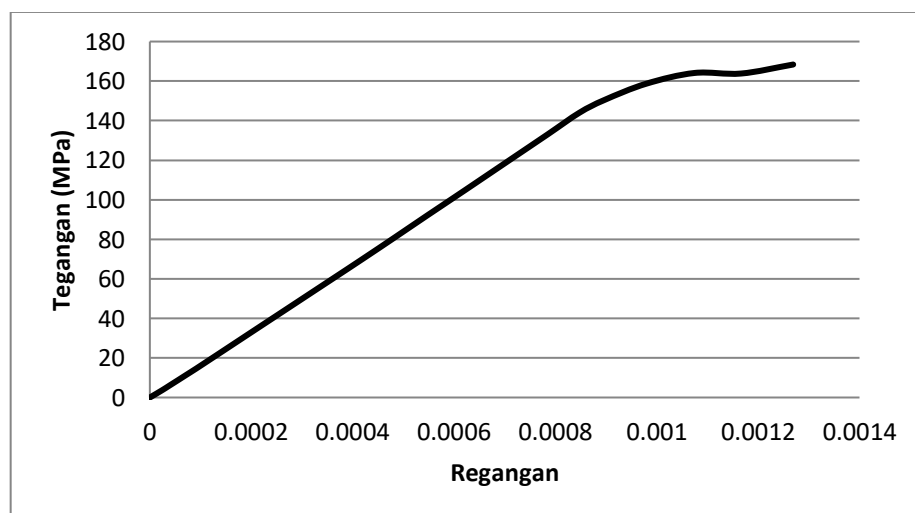
#### 4.3.2.1 Tegangan-regangan pada *base plate* dengan *stiffners* TP 45 B 4

Pada Gambar 4.66 dan 4.67 merupakan tegangan yang terjadi pada *base plate* dengan *stiffners* dengan tebal plat 45 mm dan jumlah angkur 4 buah serta grafik tegangan-regangan.



Gambar 4.66: Tegangan pada *base plate* dengan *stiffners* TP 45 B 4

Pada Gambar 4.66 nilai tegangan yang diambil ialah tegangan rata-rata dari *base plate* sehingga didapat grafik hubungan tegangan-regangan sebagai berikut.

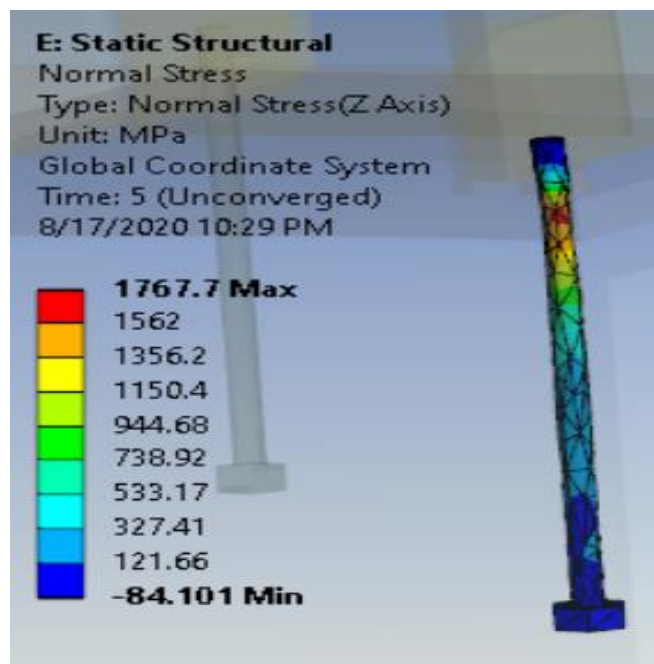


Gambar 4.67: Grafik tegangan-regangan pada *base plate* dengan *stiffners* TP 45 B 4



Pada Gambar 4.67 dapat diketahui tegangan rata-rata yang terjadi pada *base plate* mengalami elastis dari 0 MPa hingga 143,96 MPa dan mengalami plastis dari 143,96 MPa hingga 168,39 MPa. Batas nilai tegangan rata-rata ini diambil berdasarkan dari kemampuan *base plate* dalam menahan momen-rotasi. Untuk tabel nilai tegangan-regangan *base plate* terdapat pada lampiran 6.

Pada Gambar 4.68 dan 4.69 serta Tabel 4.18 dan 4.19 merupakan gambar tegangan angkur yang terjadi saat menahan *base plate* dari beban dorong serta tabel besarnya beban tarik yang terjadi pada angkur.



Gambar 4.68: Tegangan yang terjadi pada angkur 1 *base plate* dengan *stiffners* TP 45 B 4

Pada Gambar 4.68 yang merupakan tegangan yang terjadi pada angkur 1 dimana tegangan yang diambil berupa nilai rata-rata sehingga di dapat nilai tarik dari angkur 1 yang terdapat pada Tabel 4.18.

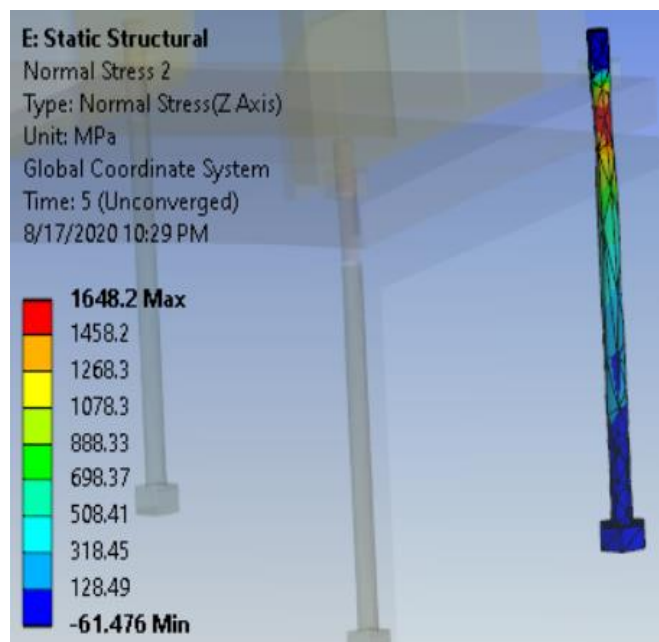
Tabel 4.18: Nilai beban tarik yang terjadi pada angkur 1 *base plate* dengan *stiffners* TP 45 B 4

Tegangan Normal Rata-Rata (MPa)	Luas (mm <sup>2</sup> )	Beban Tarik (KN)
-0.44788	452.16	-0.20
2.9117	452.16	1.32
6.3472	452.16	2.87

Tabel 4.18: *Lanjutan*

9.9429	452.16	4.50
13.65	452.16	6.17
34.754	452.16	15.71
58.699	452.16	26.54
82.864	452.16	37.47
107.12	452.16	48.44
131.53	452.16	59.47
154.42	452.16	69.82
176.02	452.16	79.59
193.32	452.16	87.41
211.31	452.16	95.55
232.87	452.16	105.29
249.87	452.16	112.98
267.68	452.16	121.03
288.71	452.16	130.54
306.93	452.16	138.78
330.9	452.16	149.62
353.94	452.16	160.04
365.74	452.16	165.37

Dari Tabel 4.18 dapat diketahui bahwa angkur 1 mengalami tekan terlebih dahulu sebesar -0,20 KN, lalu mengalami tarik yang disebabkan oleh dorongan dari beban monotonik, sehingga beban tarik yang terjadi pada angkur 1 mencapai 165,37 KN dengan tegangan rata-rata yang terjadi sebesar 365,74 MPa dan tidak ada mengalami penurunan pada tegangan rata-rata.



Gambar 4.69: Tegangan yang terjadi pada angkur 2 *base plate* dengan *stiffeners* TP 45 B 4

Pada Gambar 4.69 yang merupakan tegangan yang terjadi pada angkur 2 dimana tegangan yang diambil berupa nilai rata-rata sehingga di dapat nilai tarik dari angkur 2 yang terdapat pada Tabel 4.19.

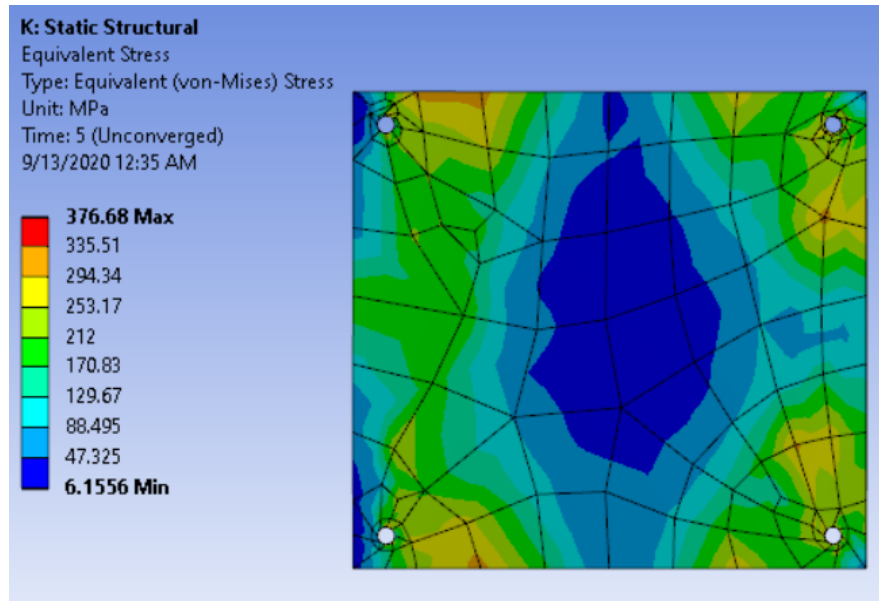
Tabel 4.19: Nilai beban tarik yang terjadi pada angkur 2 *base plate* dengan *stiffeners* TP 45 B 4

Tegangan Normal Rata-Rata (MPa)	Luas (mm <sup>2</sup> )	Beban Tarik (KN)
0.039	452.16	0.02
2.726	452.16	1.23
5.459	452.16	2.47
8.2589	452.16	3.73
11.118	452.16	5.03
27.272	452.16	12.33
45.573	452.16	20.61
64.008	452.16	28.94
82.79	452.16	37.43
101.02	452.16	45.68
119.3	452.16	53.94
136.11	452.16	61.54
149.06	452.16	67.40
161.17	452.16	72.87
179.21	452.16	81.03
191.39	452.16	86.54
203.33	452.16	91.94
216.1	452.16	97.71
228.56	452.16	103.35
242.79	452.16	109.78
257.56	452.16	116.46
265.78	452.16	120.18

Dari Tabel 4.19 dapat diketahui bahwa angkur 2 mengalami tarik yang disebabkan oleh dorongan dari beban monotonik, sehingga beban tarik yang terjadi pada angkur 2 mencapai 120,18 KN dengan tegangan rata-rata yang terjadi sebesar 265,78 MPa dan tidak ada mengalami penurunan pada tegangan rata-rata.

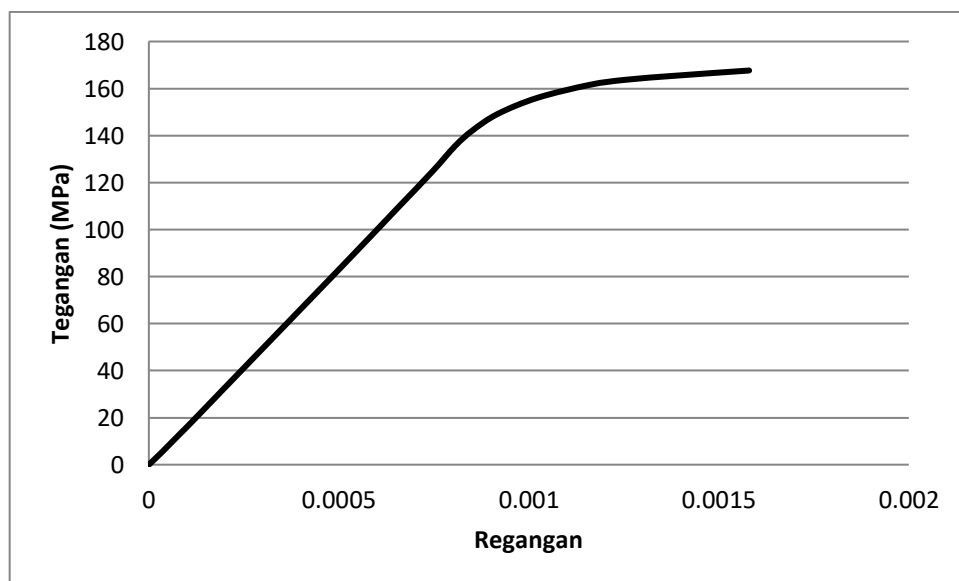
#### 4.3.2.2 Tegangan-regangan pada *base plate* dengan *stiffeners* TP 40 B 4

Pada Gambar 4.70 dan 4.71 merupakan tegangan yang terjadi pada *base plate* dengan *stiffeners* dengan tebal plat 40 mm dan jumlah angkur 4 buah serta grafik tegangan terhadap beban.



Gambar 4.70: Tegangan pada *base plate* dengan *stiffners* TP 40 B 4

Pada Gambar 4.70 nilai tegangan yang diambil ialah tegangan rata-rata dari *base plate* sehingga didapat grafik hubungan tegangan-regangan sebagai berikut.

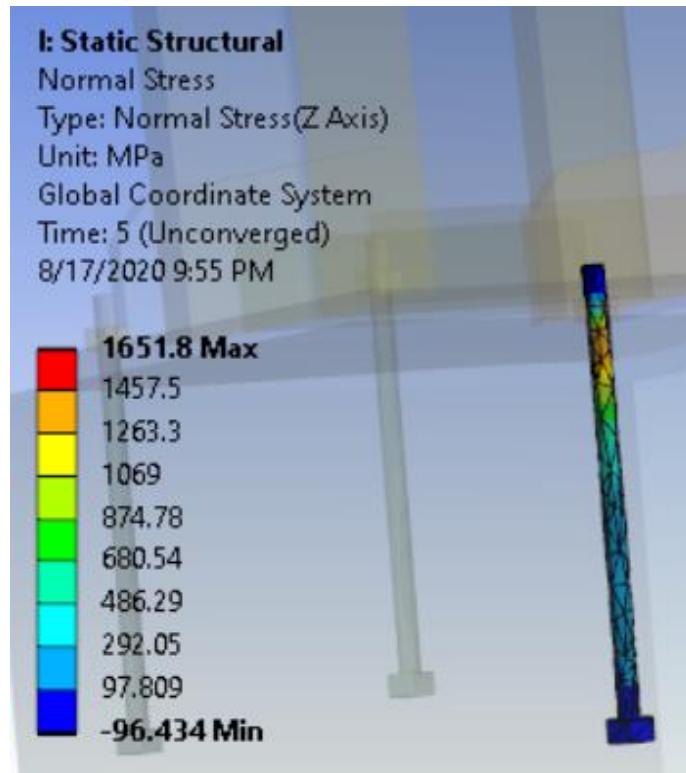


Gambar 4.71: Grafik tegangan-regangan pada *base plate* dengan *stiffners* TP 40 B 4

Pada Gambar 4.71 dapat diketahui tegangan rata-rata yang terjadi pada *base plate* mengalami elastis dari 0 MPa hingga 142,14 MPa dan mengalami plastis dari 142,14 MPa hingga 167,67 MPa. Batas nilai tegangan rata-rata ini diambil

berdasarkan dari kemampuan *base plate* dalam menahan momen-rotasi. Untuk tabel nilai tegangan-regangan *base plate* terdapat pada lampiran 6.

Pada Gambar 4.72 dan 4.73 serta Tabel 4.20 dan 4.21 merupakan gambar tegangan angkur yang terjadi saat menahan *base plate* dari beban dorong serta tabel besarnya beban tarik yang terjadi pada angkur.



Gambar 4.72: Tegangan yang terjadi pada angkur 1 *base plate* dengan *stiffners* TP 40 B 4

Pada Gambar 4.72 yang merupakan tegangan yang terjadi pada angkur 1 dimana tegangan yang diambil berupa nilai rata-rata sehingga di dapat nilai tarik dari angkur 1 yang terdapat pada Tabel 4.20.

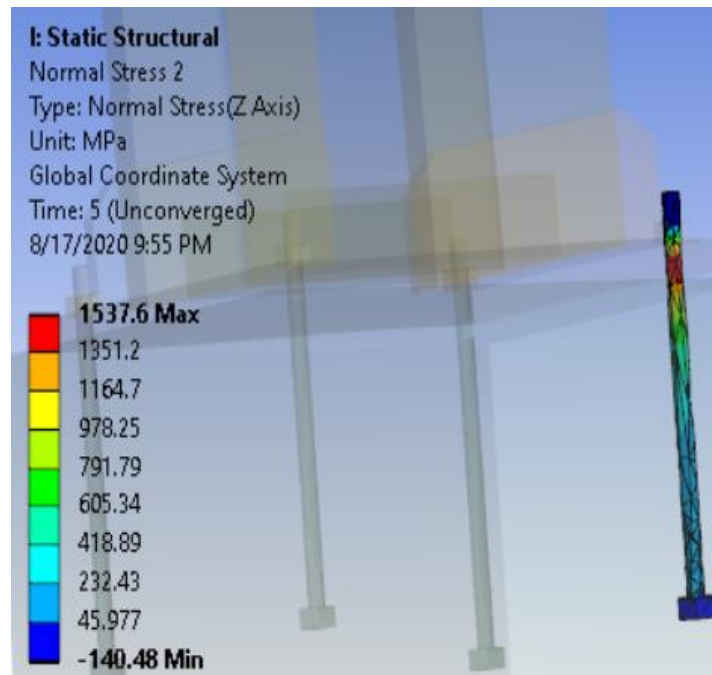
Tabel 4.20: Nilai beban tarik yang terjadi pada angkur 1 *base plate* dengan *stiffners* TP 40 B 4

Tegangan Normal Rata-Rata (MPa)	Luas (mm <sup>2</sup> )	Beban Tarik (KN)
-0.42935	452.16	-0.19
2.8939	452.16	1.31
6.2929	452.16	2.85
9.8254	452.16	4.44

Tabel 4.20: *Lanjutan*

13.457	452.16	6.08
34.32	452.16	15.52
57.207	452.16	25.87
80.791	452.16	36.53
104.95	452.16	47.45
128.15	452.16	57.94
150.07	452.16	67.86
170.12	452.16	76.92
187.15	452.16	84.62
204.88	452.16	92.64
226.54	452.16	102.43
241.85	452.16	109.35
261.51	452.16	118.24
277.59	452.16	125.52
300.56	452.16	135.90
310.28	452.16	140.30
321.95	452.16	145.57
332.53	452.16	150.36

Dari Tabel 4.20 dapat diketahui bahwa angkur 1 mengalami tekan terlebih dahulu sebesar -0,19 KN, lalu mengalami tarik yang disebabkan oleh dorongan dari beban monotonik, sehingga beban tarik yang terjadi pada angkur 1 mencapai 150,36 KN dengan tegangan rata-rata yang terjadi sebesar 332,53 MPa dan tidak ada mengalami penurunan pada tegangan rata-rata.



Gambar 4.73: Tegangan yang terjadi pada angkur 2 *base plate* dengan *stiffners* TP 40 B 4

Pada Gambar 4.73 yang merupakan tegangan yang terjadi pada angkur 2 dimana tegangan yang diambil berupa nilai rata-rata sehingga di dapat nilai tarik dari angkur 2 yang terdapat pada Tabel 4.21.

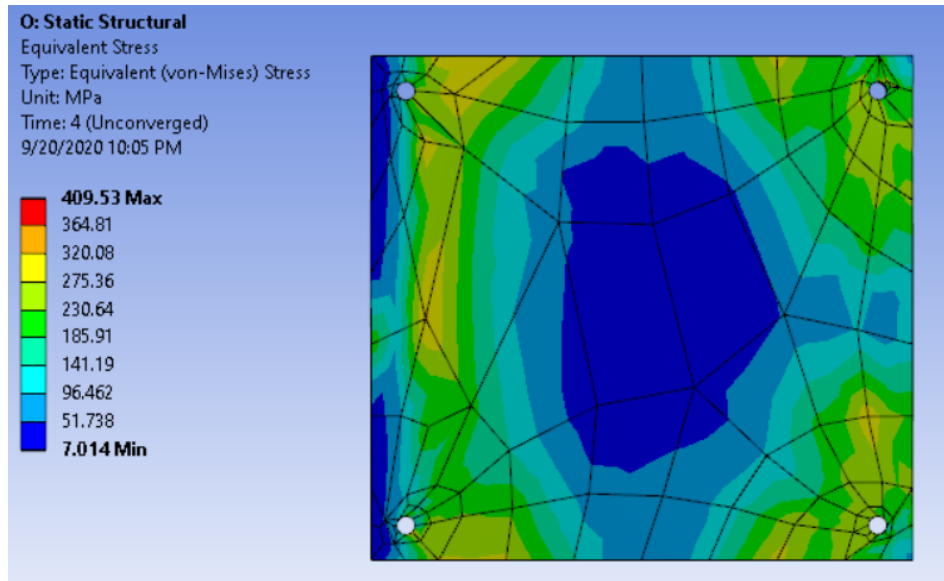
Tabel 4.21: Nilai beban tarik yang terjadi pada angkur 2 *base plate* dengan *stiffeners* TP 40 B 4

Tegangan Normal Rata-Rata (MPa)	Luas (mm <sup>2</sup> )	Beban Tarik (KN)
-0.14186	452.16	-0.06
2.391	452.16	1.08
4.9746	452.16	2.25
7.641	452.16	3.45
10.361	452.16	4.68
25.893	452.16	11.71
43.045	452.16	19.46
60.739	452.16	27.46
78.524	452.16	35.51
95.996	452.16	43.41
113.48	452.16	51.31
129.56	452.16	58.58
142.49	452.16	64.43
154.36	452.16	69.80
172.28	452.16	77.90
183.4	452.16	82.93
195.58	452.16	88.43
207.01	452.16	93.60
219.35	452.16	99.18
226.65	452.16	102.48
233.29	452.16	105.48
240.27	452.16	108.64

Dari Tabel 4.19 dapat diketahui bahwa angkur 2 mengalami tekan terlebih dahulu sebesar -0,06 KN, lalu mengalmi tarik yang disebabkan oleh dorongan dari beban monotonik, sehingga beban tarik yang terjadi pada angkur 2 mencapai 108,64 KN dengan tegangan rata-rata yang terjadi sebesar 240,27 MPa dan tidak ada mengalami penurunan pada tegangan rata-rata.

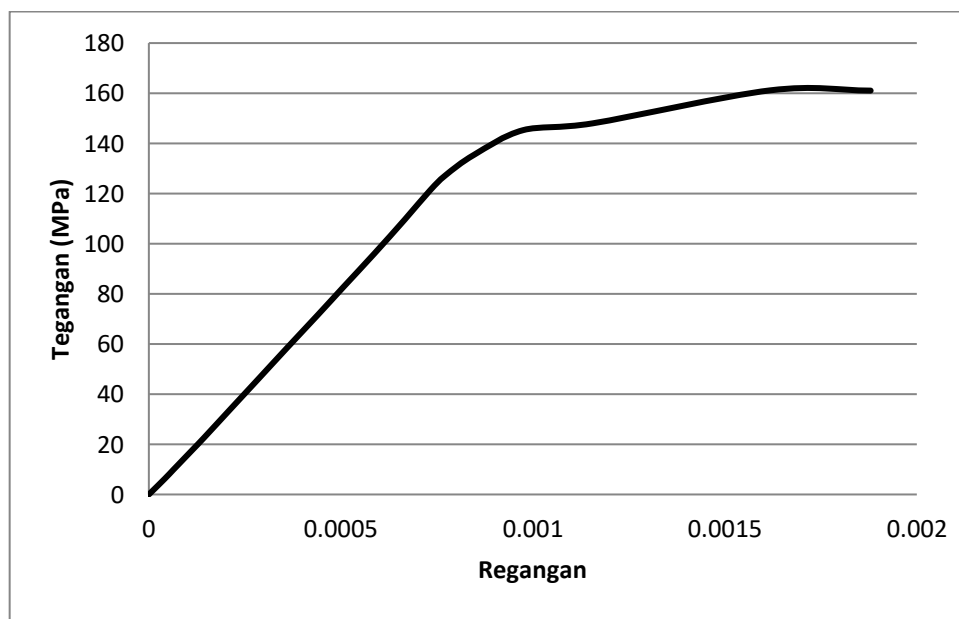
#### 4.3.2.3 Tegangan-regangan pada *base plate* dengan *stiffeners* TP 35 B 4

Pada Gambar 4.74 dan 4.75 merupakan tegangan yang terjadi pada *base plate* dengan *stiffeners* dengan tebal plat 35 mm dan jumlah angkur 4 buah serta grafik tegangan-regangan.



Gambar 4.74: Tegangan pada *base plate* dengan *stiffners* TP 35 B 4

Pada Gambar 4.74 nilai tegangan yang diambil ialah tegangan rata-rata dari *base plate* sehingga didapat grafik hubungan tegangan-regangan sebagai berikut.



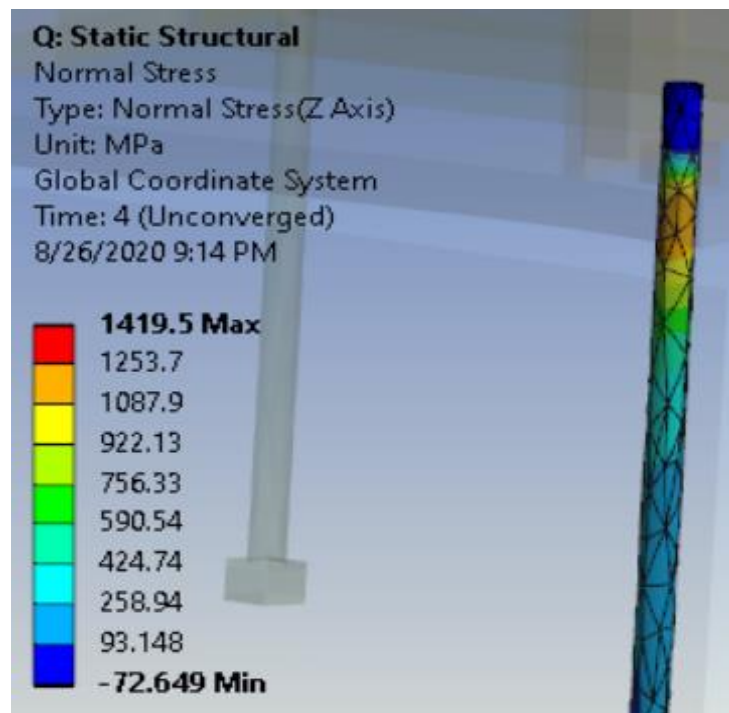
Gambar 4.75: Grafik tegangan -regangan pada *base plate* dengan *stiffners* TP 35 B 4

Pada Gambar 4.75 dapat diketahui tegangan rata-rata yang terjadi pada *base plate* mengalami elastis dari 0 MPa hingga 121,23 MPa dan mengalami plastis dari 121,23 MPa hingga 161,05 MPa. Batas nilai tegangan rata-rata ini diambil



berdasarkan dari kemampuan *base plate* dalam menahan momen-rotasi. Untuk tabel nilai tegangan-regangan *base plate* terdapat pada lampiran 6.

Pada Gambar 4.76 dan 4.77 serta Tabel 4.22 dan 4.23 merupakan gambar tegangan angkur yang terjadi saat menahan *base plate* dari beban dorong serta tabel besarnya beban tarik yang terjadi pada angkur.



Gambar 4.76: Tegangan yang terjadi pada angkur 1 *base plate* dengan *stiffners* TP 35 B 4

Pada Gambar 4.76 yang merupakan tegangan yang terjadi pada angkur 1 dimana tegangan yang diambil berupa nilai rata-rata sehingga di dapat nilai tarik dari angkur 1 yang terdapat pada Tabel 4.22.

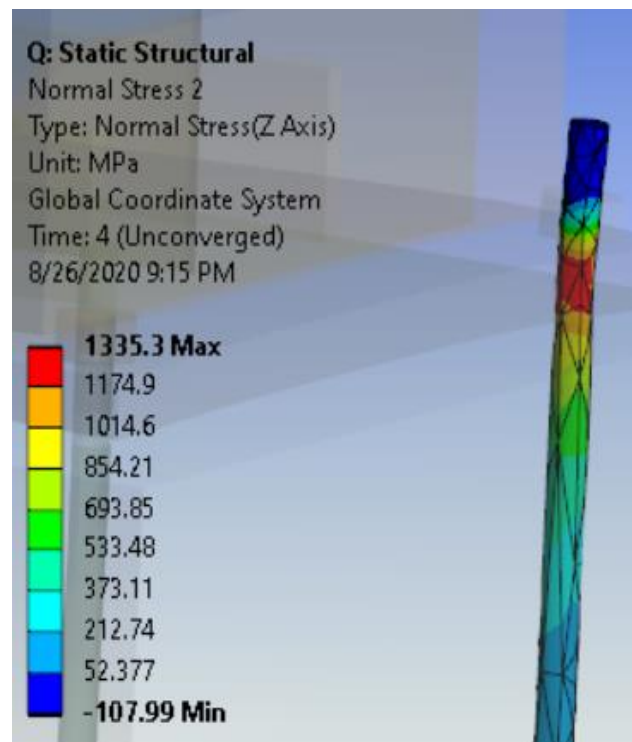
Tabel 4.22: Nilai beban tarik yang terjadi pada angkur 1 *base plate* dengan *stiffners* TP 35 B 4

Tegangan Normal Rata-Rata (MPa)	Luas (mm <sup>2</sup> )	Beban Tarik (KN)
-0.434	452.16	-0.20
2.881	452.16	1.30
6.292	452.16	2.84
9.8823	452.16	4.47
13.548	452.16	6.13
33.725	452.16	15.25

Tabel 4.22: *Lanjutan*

55.733	452.16	25.20
78.644	452.16	35.56
101.48	452.16	45.89
123.87	452.16	56.01
144.7	452.16	65.43
163.81	452.16	74.07
180.47	452.16	81.60
198.06	452.16	89.55
220.55	452.16	99.72
238.18	452.16	107.70
255.58	452.16	115.56
274.91	452.16	124.30
283.88	452.16	128.36

Dari Tabel 4.22 dapat diketahui bahwa angkur 1 mengalami tekan terlebih dahulu sebesar -0,20 KN, lalu mengalmi tarik yang disebabkan oleh dorongan dari beban monotonik, sehingga beban tarik yang terjadi pada angkur 1 mencapai 128,36 KN dengan tegangan rata-rata yang terjadi sebesar 283,88 MPa dan tidak ada mengalami penurunan pada tegangan rata-rata.



Gambar 4.77: Tegangan yang terjadi pada angkur 2 *base plate* dengan *stiffners* TP 35 B 4

Pada Gambar 4.77 yang merupakan tegangan yang terjadi pada angkur 2 dimana tegangan yang diambil berupa nilai rata-rata sehingga di dapat nilai tarik dari angkur 2 yang terdapat pada Tabel 4.23.

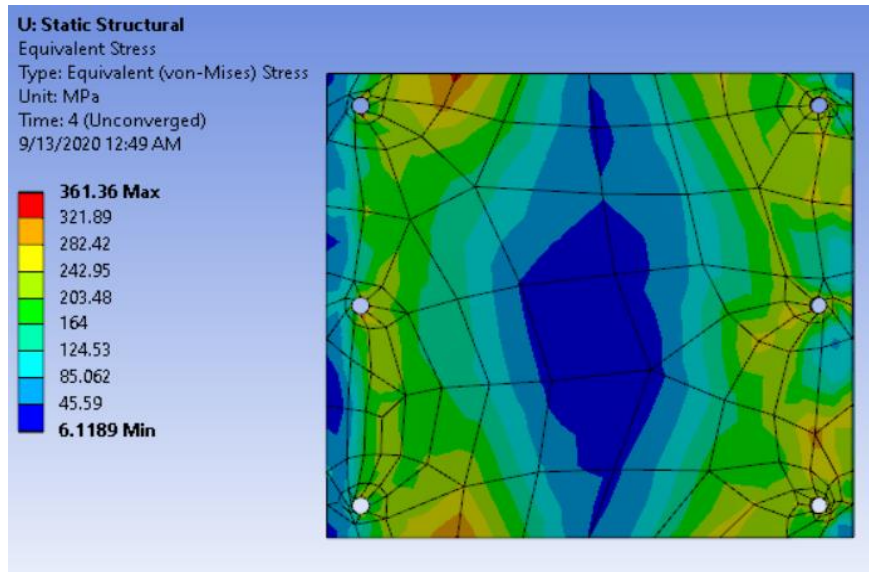
Tabel 4.23: Nilai beban tarik yang terjadi pada angkur 2 *base plate* dengan *stiffeners* TP 35 B 4

Tegangan Normal Rata-Rata (MPa)	Luas (mm <sup>2</sup> )	Beban Tarik (KN)
0.030764	452.16	0.01
2.6324	452.16	1.19
5.2995	452.16	2.40
8.0232	452.16	3.63
10.77	452.16	4.87
25.529	452.16	11.54
41.985	452.16	18.98
58.591	452.16	26.49
75.142	452.16	33.98
92.262	452.16	41.72
108.79	452.16	49.19
123.93	452.16	56.04
136.8	452.16	61.86
148.92	452.16	67.34
167.46	452.16	75.72
178.12	452.16	80.54
189.77	452.16	85.81
203.28	452.16	91.92
209.55	452.16	94.75

Dari Tabel 4.23 dapat diketahui bahwa angkur 2 mengalami tarik yang disebabkan oleh dorongan dari beban monotonik, sehingga beban tarik yang terjadi pada angkur 2 mencapai 94,75 KN dengan tegangan rata-rata yang terjadi sebesar 209,55 MPa dan tidak ada mengalami penurunan pada tegangan rata-rata.

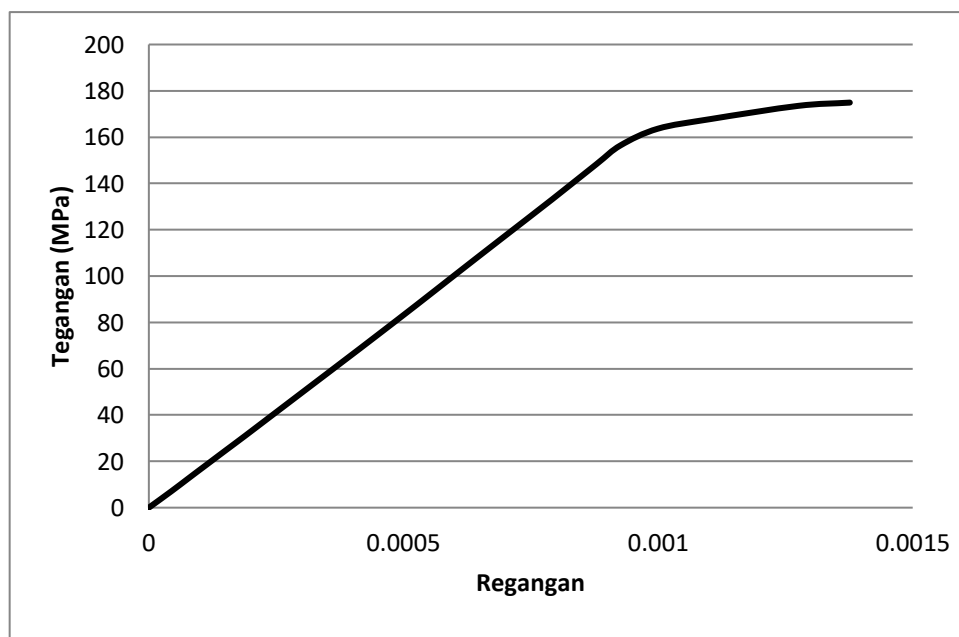
#### 4.3.2.4 Tegangan-regangan pada *base plate* dengan *stiffeners* TP 45 B 6

Pada Gambar 4.78 dan 4.79 merupakan tegangan yang terjadi pada *base plate* dengan *stiffeners* dengan tebal plat 45 mm dan jumlah angkur 6 buah serta grafik tegangan-regangan.



Gambar 4.78: Tegangan pada *base plate* dengan *stiffners* TP 45 B 6

Pada Gambar 4.78 nilai tegangan yang diambil ialah tegangan rata-rata dari *base plate* sehingga didapat grafik hubungan tegangan-regangan sebagai berikut.

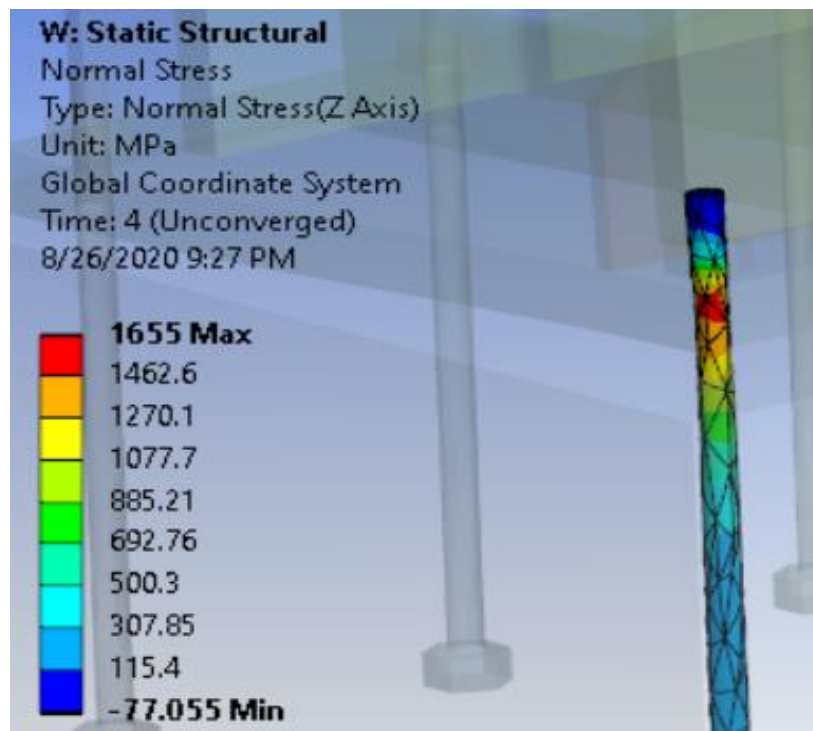


Gambar 4.79: Grafik tegangan-regangan pada *base plate* dengan *stiffners* TP 45 B 6

Pada Gambar 4.79 dapat diketahui tegangan rata-rata yang terjadi pada *base plate* mengalami elastis dari 0 MPa hingga 156,48 MPa dan mengalami plastis dari 156,48 MPa hingga 174,91 MPa. Batas nilai tegangan rata-rata ini diambil

berdasarkan dari kemampuan *base plate* dalam menahan momen-rotasi. Untuk tabel nilai tegangan-regangan *base plate* terdapat pada lampiran 6.

Pada Gambar 4.80 sampai 4.82 serta Tabel 4.24 sampai 4.26 merupakan gambar tegangan angkur yang terjadi saat menahan *base plate* dari beban dorong serta tabel besarnya beban tarik yang terjadi pada angkur.



Gambar 4.80: Tegangan yang terjadi pada angkur 1 *base plate* dengan *stiffners* TP 45 B 6

Pada Gambar 4.80 yang merupakan tegangan yang terjadi pada angkur 1 dimana tegangan yang diambil berupa nilai rata-rata sehingga di dapat nilai tarik dari angkur 1 yang terdapat pada Tabel 4.24.

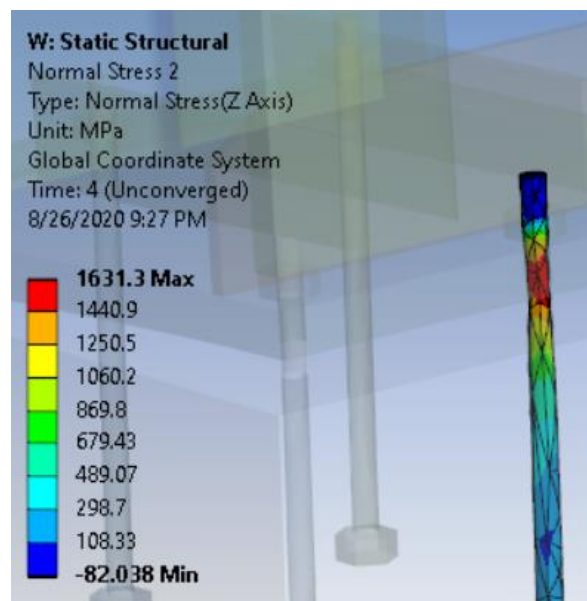
Tabel 4.24: Nilai beban tarik yang terjadi pada angkur 1 *base plate* dengan *stiffners* TP 45 B 6

Tegangan Normal Rata-Rata (MPa)	Luas (mm <sup>2</sup> )	Beban Tarik (KN)
5.7671	452.16	2.61
15.305	452.16	6.92
24.905	452.16	11.26
34.754	452.16	15.71
44.71	452.16	20.22
67.783	452.16	30.65

Tabel 4.24: *Lanjutan*

90.689	452.16	41.01
113.55	452.16	51.34
138.97	452.16	62.84
168.08	452.16	76.00
191.04	452.16	86.38
211.52	452.16	95.64
233.2	452.16	105.44
251.61	452.16	113.77
273.06	452.16	123.47
295.29	452.16	133.52
316.89	452.16	143.28
344.32	452.16	155.69
358.19	452.16	161.96
358.22	452.16	161.97

Dari Tabel 4.24 dapat diketahui bahwa angkur 1 mengalami tarik yang disebabkan oleh dorongan dari beban monotonik, sehingga beban tarik yang terjadi pada angkur 1 mencapai 161,97 KN dengan tegangan rata-rata yang terjadi sebesar 358,22 MPa dan tidak ada mengalami penurunan pada tegangan rata-rata.



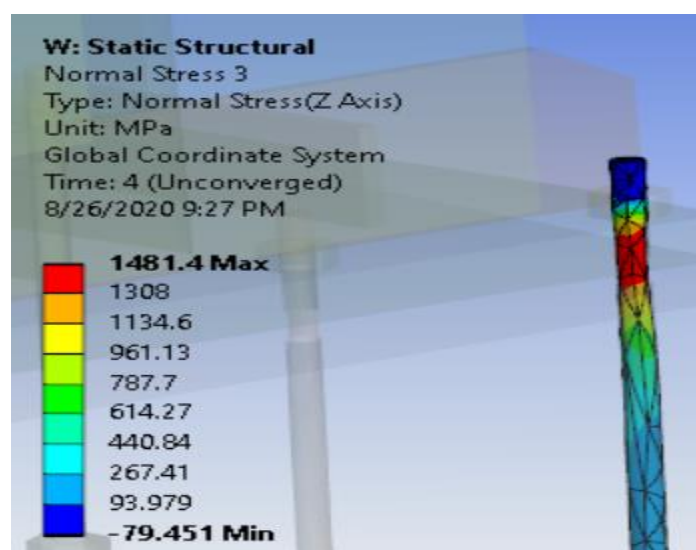
Gambar 4.81: Tegangan yang terjadi pada angkur 2 *base plate* dengan *stiffners* TP 45 B 6

Pada Gambar 4.81 yang merupakan tegangan yang terjadi pada angkur 2 dimana tegangan yang diambil berupa nilai rata-rata sehingga di dapat nilai tarik dari angkur 2 yang terdapat pada Tabel 4.25.

Tabel 4.25: Nilai beban tarik yang terjadi pada angkur 2 *base plate* dengan *stiffners* TP 45 B 6

Tegangan Normal Rata-Rata (MPa)	Luas (mm <sup>2</sup> )	Beban Tarik (KN)
7.4462	452.16	3.37
16.942	452.16	7.66
26.692	452.16	12.07
36.713	452.16	16.60
46.871	452.16	21.19
70.283	452.16	31.78
93.734	452.16	42.38
116.81	452.16	52.82
135.85	452.16	61.43
143.65	452.16	64.95
154.67	452.16	69.94
169.52	452.16	76.65
183.95	452.16	83.17
197.53	452.16	89.32
211.85	452.16	95.79
225.66	452.16	102.03
241.12	452.16	109.02
257.1	452.16	116.25
265.86	452.16	120.21
266.1	452.16	120.32

Dari Tabel 4.25 dapat diketahui bahwa angkur 2 mengalami tarik yang disebabkan oleh dorongan dari beban monotonik, sehingga beban tarik yang terjadi pada angkur 2 mencapai 120,32 KN dengan tegangan rata-rata yang terjadi sebesar 266,1 MPa dan tidak ada mengalami penurunan pada tegangan rata-rata.



Gambar 4.82: Tegangan yang terjadi pada angkur 3 *base plate* dengan *stiffners* TP 45 B 6

Pada Gambar 4.82 yang merupakan tegangan yang terjadi pada angkur 3 dimana tegangan yang diambil berupa nilai rata-rata sehingga di dapat nilai tarik dari angkur 3 yang terdapat pada Tabel 4.26.

Tabel 4.26: Nilai beban tarik yang terjadi pada angkur 3 *base plate* dengan *stiffners* TP 45 B 6

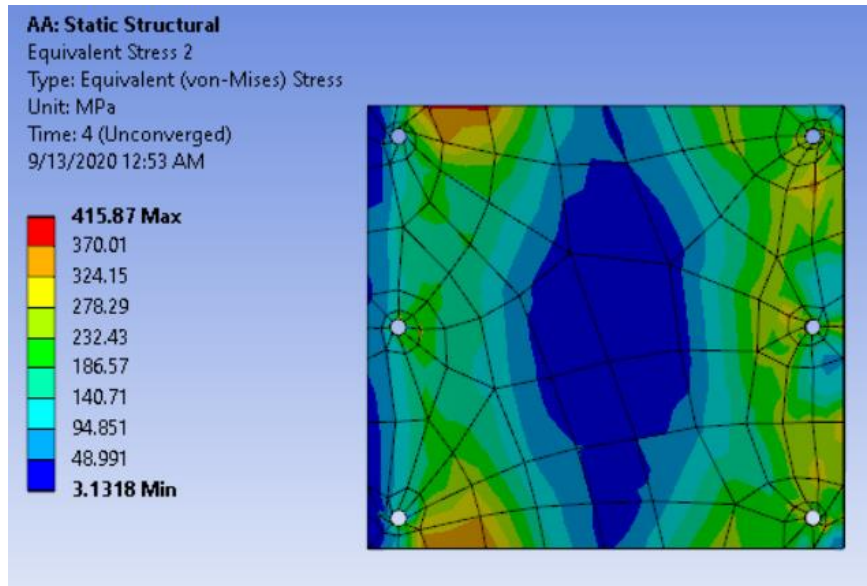
Tegangan Normal Rata-Rata (MPa)	Luas (mm <sup>2</sup> )	Beban Tarik (KN)
4.1845	452.16	1.89
11.36	452.16	5.14
18.546	452.16	8.39
25.804	452.16	11.67
33.227	452.16	15.02
50.615	452.16	22.89
67.93	452.16	30.72
85.06	452.16	38.46
103.89	452.16	46.97
126.9	452.16	57.38
144.43	452.16	65.31
157.76	452.16	71.33
170.27	452.16	76.99
186.82	452.16	84.47
201.28	452.16	91.01
215.57	452.16	97.47
231.37	452.16	104.62
247.14	452.16	111.75
255.24	452.16	115.41
255.38	452.16	115.47

Dari Tabel 4.26 dapat diketahui bahwa angkur 3 mengalami tarik yang disebabkan oleh dorongan dari beban monotonik, sehingga beban tarik yang terjadi pada angkur 3 mencapai 115,47 KN dengan tegangan rata-rata yang terjadi sebesar 255,38 MPa dan tidak ada mengalami penurunan pada tegangan rata-rata.

#### 4.3.2.5 Tegangan-regangan pada *base plate* dengan *stiffners* TP 40 B 6

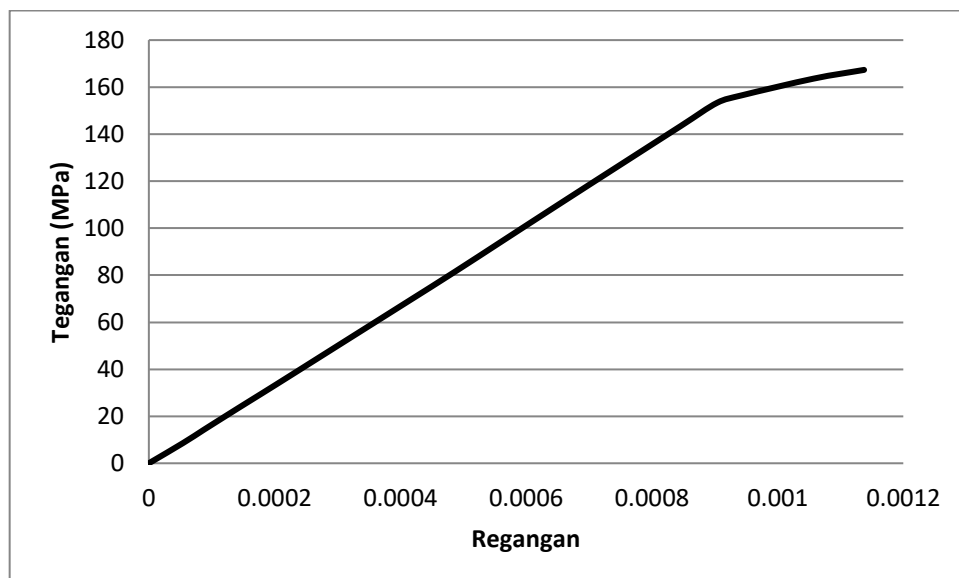
Pada Gambar 4.83 dan 4.84 merupakan tegangan yang terjadi pada *base plate* dengan *stiffners* dengan tebal plat 40 mm dan jumlah angkur 6 buah serta grafik tegangan-regangan.





Gambar 4.83: Tegangan pada *base plate* dengan *stiffners* TP 40 B 6

Pada Gambar 4.83 nilai tegangan yang diambil ialah tegangan rata-rata dari *base plate* sehingga didapat grafik hubungan tegangan-regangan sebagai berikut.

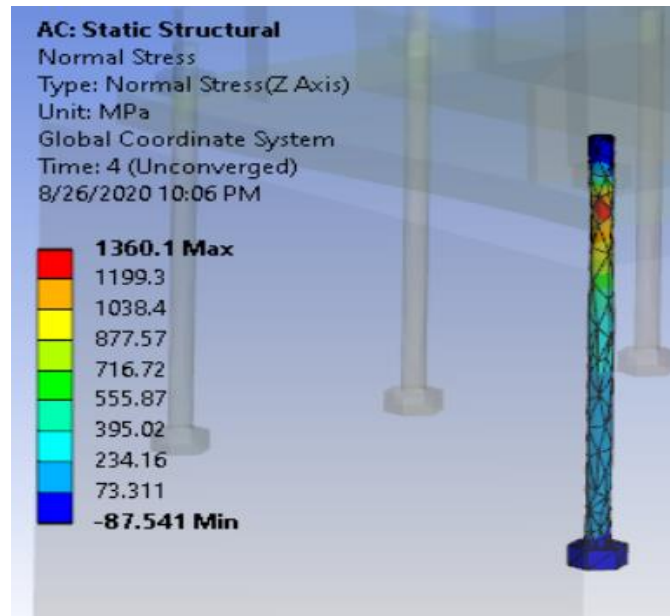


Gambar 4.84: Grafik tegangan-regangan pada *base plate* dengan *stiffners* TP 40 B 6

Pada Gambar 4.84 dapat diketahui tegangan rata-rata yang terjadi pada *base plate* mengalami elastis dari 0 MPa hingga 153,41 MPa dan mengalami plastis dari 153,41 MPa hingga 167,33 MPa. Batas nilai tegangan rata-rata ini diambil

berdasarkan dari kemampuan *base plate* dalam menahan momen-rotasi. Untuk tabel nilai tegangan-regangan *base plate* terdapat pada lampiran 6.

Pada Gambar 4.85 sampai 4.87 serta Tabel 4.27 sampai 4.29 merupakan gambar tegangan angkur yang terjadi saat menahan *base plate* dari beban dorong serta tabel besarnya beban tarik yang terjadi pada angkur.



Gambar 4.85: Tegangan yang terjadi pada angkur 1 *base plate* dengan *stiffners* TP 40 B 6

Pada Gambar 4.85 yang merupakan tegangan yang terjadi pada angkur 1 di- mana tegangan yang diambil berupa nilai rata-rata sehingga di dapat nilai tarik dari angkur 1 yang terdapat pada Tabel 4.27.

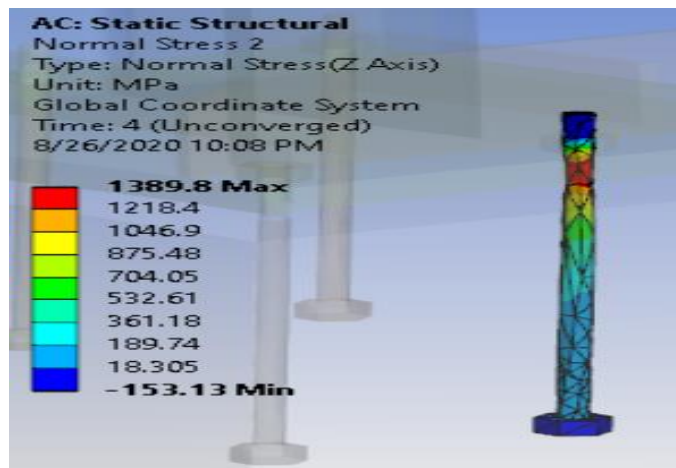
Tabel 4.27: Nilai beban tarik yang terjadi pada angkur 1 *base plate* dengan *stiff- ners* TP 40 B 6

Tegangan Normal Rata-Rata (MPa)	Luas (mm <sup>2</sup> )	Beban Tarik (KN)
5.48	452.16	2.48
14.692	452.16	6.64
23.962	452.16	10.83
33.391	452.16	15.10
42.851	452.16	19.38
65.16	452.16	29.46
87.225	452.16	39.44
109.68	452.16	49.59
134.56	452.16	60.84

Tabel 4.27: *Lanjutan*

162.03	452.16	73.26
185.1	452.16	83.69
206.01	452.16	93.15
225.66	452.16	102.03
242.78	452.16	109.78
263.69	452.16	119.23
283.64	452.16	128.25
294.18	452.16	133.02

Dari Tabel 4.27 dapat diketahui bahwa angkur 1 mengalami tarik yang disebabkan oleh dorongan dari beban monotonik, sehingga beban tarik yang terjadi pada angkur 1 mencapai 133,02 KN dengan tegangan rata-rata yang terjadi sebesar 294,18 MPa dan tidak ada mengalami penurunan pada tegangan rata-rata.



Gambar 4.86: Tegangan yang terjadi pada angkur 2 *base plate* dengan *stiffners* TP 40 B 6

Pada Gambar 4.86 yang merupakan tegangan yang terjadi pada angkur 2 dimana tegangan yang diambil berupa nilai rata-rata sehingga di dapat nilai tarik dari angkur 3 yang terdapat pada Tabel 4.28.

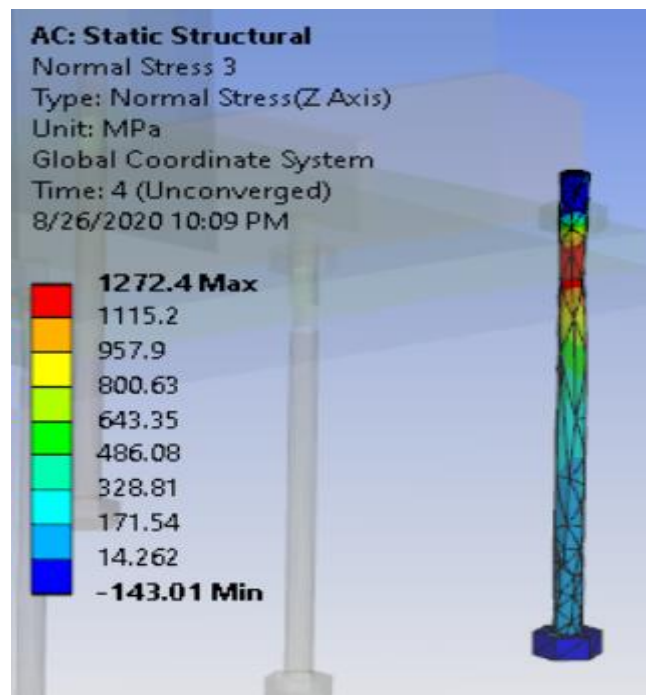
Tabel 4.28: Nilai beban tarik yang terjadi pada angkur 2 *base plate* dengan *stiffners* TP 40 B 6

Tegangan Normal Rata-Rata (MPa)	Luas (mm <sup>2</sup> )	Beban Tarik (KN)
7.1092	452.16	3.21
16.25	452.16	7.35
25.686	452.16	11.61
35.353	452.16	15.99

Tabel 4.28: *Lanjutan*

45.161	452.16	20.42
68.029	452.16	30.76
90.819	452.16	41.06
113.17	452.16	51.17
130.34	452.16	58.93
138.82	452.16	62.77
149.18	452.16	67.45
163.41	452.16	73.89
176.37	452.16	79.75
190.41	452.16	86.10
204.11	452.16	92.29
217.81	452.16	98.48
226.11	452.16	102.24

Dari Tabel 4.28 dapat diketahui bahwa angkur 2 mengalami tarik yang disebabkan oleh dorongan dari beban monotonik, sehingga beban tarik yang terjadi pada angkur 2 mencapai 102,24 KN dengan tegangan rata-rata yang terjadi sebesar 226,11 MPa dan tidak ada mengalami penurunan pada tegangan rata-rata.



Gambar 4.87: Tegangan yang terjadi pada angkur 3 *base plate* dengan *stiffners* TP 40 B 6

Pada Gambar 4.87 yang merupakan tegangan yang terjadi pada angkur 3 dimana tegangan yang diambil berupa nilai rata-rata sehingga di dapat nilai tarik dari angkur 3 yang terdapat pada Tabel 4.29.

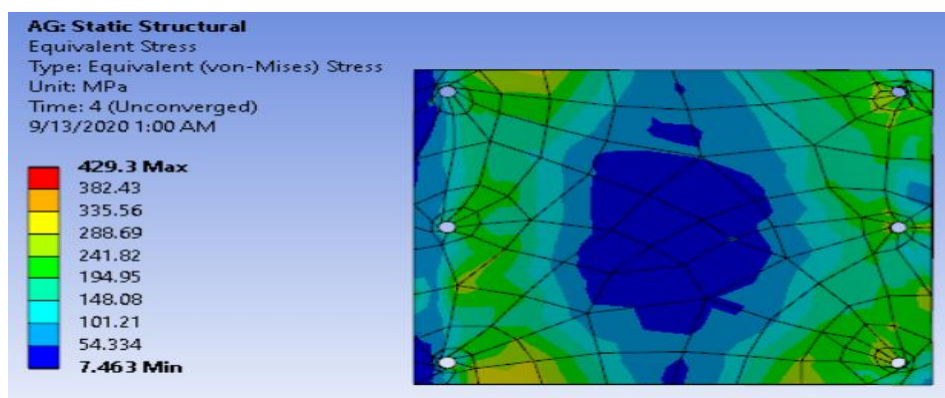
Tabel 4.29: Nilai beban tarik yang terjadi pada angkur 3 *base plate* dengan *stiffners* TP 40 B 6

Tegangan Normal Rata-Rata (MPa)	Luas (mm <sup>2</sup> )	Beban Tarik (KN)
3.6641	452.16	1.66
10.336	452.16	4.67
17.017	452.16	7.69
23.749	452.16	10.74
30.665	452.16	13.87
46.959	452.16	21.23
62.977	452.16	28.48
79.221	452.16	35.82
97.727	452.16	44.19
119.6	452.16	54.08
137.73	452.16	62.28
150.11	452.16	67.87
162.01	452.16	73.25
178.66	452.16	80.78
192.72	452.16	87.14
206.35	452.16	93.30
217.58	452.16	98.38

Dari Tabel 4.29 dapat diketahui bahwa angkur 3 mengalami tarik yang disebabkan oleh dorongan dari beban monotonik, sehingga beban tarik yang terjadi pada angkur 3 mencapai 98,38 KN dengan tegangan rata-rata yang terjadi sebesar 217,58 MPa dan tidak ada mengalami penurunan pada tegangan rata-rata.

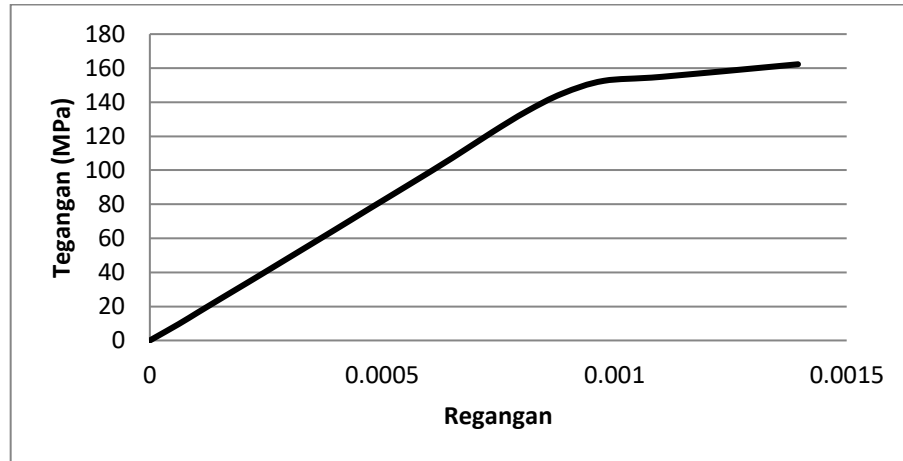
#### 4.3.2.6 Tegangan-regangan pada *base Plate* dengan *Stiffners* TP 35 B 6

Pada Gambar 4.88 dan 4.89 merupakan tegangan yang terjadi pada *base plate* dengan *stiffners* dengan tebal plat 35 mm dan jumlah angkur 6 buah serta grafik tegangan-regangan.



Gambar 4.88: Tegangan pada *base plate* dengan *stiffners* TP 35 B 6

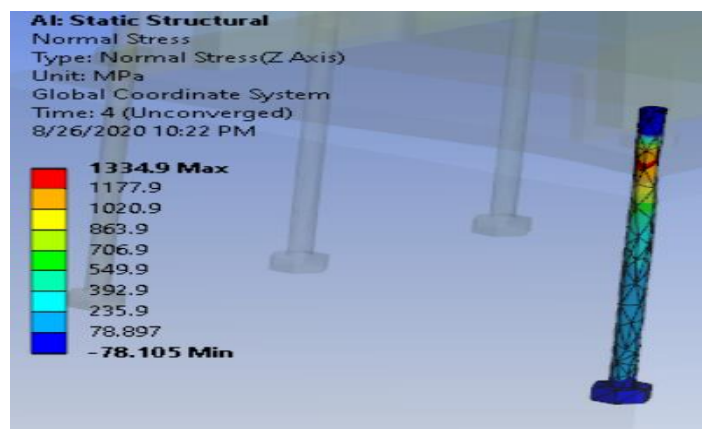
Pada Gambar 4.88 nilai tegangan yang diambil ialah tegangan rata-rata dari *base plate* sehingga didapat grafik hubungan tegangan-regangan sebagai berikut.



Gambar 4.89: Grafik tegangan-regangan pada *base plate* dengan *stiffeners* TP 35 B 6

Pada Gambar 4.89 dapat diketahui tegangan rata-rata yang terjadi pada *base plate* mengalami elastis dari 0 MPa hingga 134,64 MPa dan mengalami plastis dari 134,64 MPa hingga 162,28 MPa. Batas nilai tegangan rata-rata ini diambil berdasarkan dari kemampuan *base plate* dalam menahan momen-rotasi. Untuk tabel nilai tegangan-regangan *base plate* terdapat pada lampiran 6.

Pada Gambar 4.90 sampai 4.92 serta Tabel 4.30 sampai 4.32 merupakan gambar tegangan angkur yang terjadi saat menahan *base plate* dari beban dorong serta tabel besarnya beban tarik yang terjadi pada angkur.



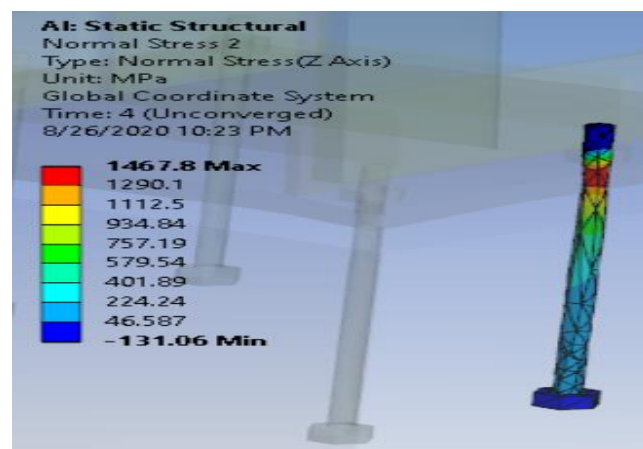
Gambar 4.90: Tegangan yang terjadi pada angkur 1 *base plate* dengan *stiffeners* TP 35 B 6

Pada Gambar 4.90 yang merupakan tegangan yang terjadi pada angkur 1 dimana tegangan yang diambil berupa nilai rata-rata sehingga di dapat nilai tarik dari angkur 1 yang terdapat pada Tabel 4.30.

Tabel 4.30: Nilai beban tarik yang terjadi pada angkur 1 *base plate* dengan *stiffners* TP 35 B 6

Tegangan Normal Rata-Rata (MPa)	Luas (mm <sup>2</sup> )	Beban Tarik (KN)
4.9762	452.16	2.25
13.689	452.16	6.19
22.512	452.16	10.18
31.373	452.16	14.19
40.401	452.16	18.27
61.458	452.16	27.79
82.239	452.16	37.19
104.05	452.16	47.05
128.29	452.16	58.01
154.02	452.16	69.64
176.08	452.16	79.62
197.42	452.16	89.27
216.6	452.16	97.94
233.83	452.16	105.73
253.62	452.16	114.68
272.54	452.16	123.23

Dari Tabel 4.30 dapat diketahui bahwa angkur 1 mengalami tarik yang disebabkan oleh dorongan dari beban monotonik, sehingga beban tarik yang terjadi pada angkur 1 mencapai 123,23 KN dengan tegangan rata-rata yang terjadi sebesar 272,54 MPa dan tidak ada mengalami penurunan pada tegangan rata-rata.



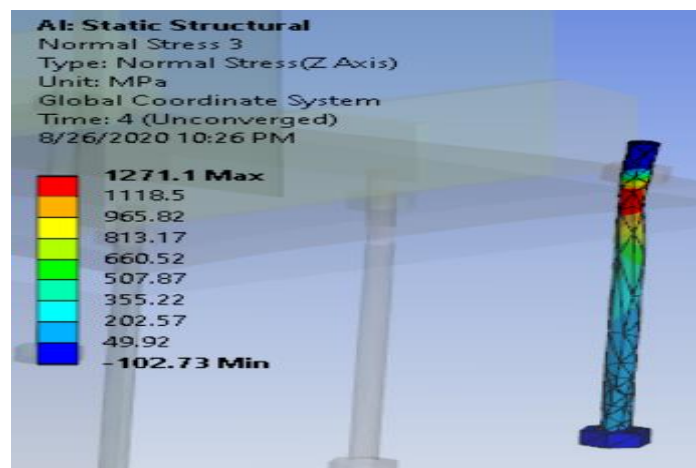
Gambar 4.91: Tegangan yang terjadi pada angkur 2 *base plate* dengan *stiffners* TP 35 B 6

Pada Gambar 4.91 yang merupakan tegangan yang terjadi pada angkur 2 di mana tegangan yang diambil berupa nilai rata-rata sehingga di dapat nilai tarik dari angkur 2 yang terdapat pada Tabel 4.31.

Tabel 4.31: Nilai beban tarik yang terjadi pada angkur 2 *base plate* dengan *stiffners* TP 35 B 6

Tegangan Normal Rata-Rata (MPa)	Luas (mm <sup>2</sup> )	Beban Tarik (KN)
6.9373	452.16	3.14
15.962	452.16	7.22
25.267	452.16	11.42
34.799	452.16	15.73
44.576	452.16	20.16
67.046	452.16	30.32
89.398	452.16	40.42
111.08	452.16	50.23
126.6	452.16	57.24
134.68	452.16	60.90
144.88	452.16	65.51
159.46	452.16	72.10
173.25	452.16	78.34
186.96	452.16	84.54
200.74	452.16	90.77
217.1	452.16	98.16

Dari Tabel 4.31 dapat diketahui bahwa angkur 2 mengalami tarik yang disebabkan oleh dorongan dari beban monotonik, sehingga beban tarik yang terjadi pada angkur 2 mencapai 98,16 KN dengan tegangan rata-rata yang terjadi sebesar 217,1 MPa dan tidak ada mengalami penurunan pada tegangan rata-rata.



Gambar 4.92: Tegangan yang terjadi pada angkur 3 *base plate* dengan *stiffners* TP 35 B 6



Pada Gambar 4.92 yang merupakan tegangan yang terjadi pada angkur 3 dimana tegangan yang diambil berupa nilai rata-rata sehingga di dapat nilai tarik dari angkur 3 yang terdapat pada Tabel 4.32.

Tabel 4.32: Nilai beban tarik yang terjadi pada angkur 3 *base plate* dengan *stiffners* TP 35 B 6

Tegangan Normal Rata-Rata (MPa)	Luas (mm <sup>2</sup> )	Beban Tarik (KN)
3.3791	452.16	1.53
9.6522	452.16	4.36
15.89	452.16	7.18
22.219	452.16	10.05
28.855	452.16	13.05
44.004	452.16	19.90
59.048	452.16	26.70
74.425	452.16	33.65
92.606	452.16	41.87
113.13	452.16	51.15
130.8	452.16	59.14
143.54	452.16	64.90
160.32	452.16	72.49
171.56	452.16	77.57
185.18	452.16	83.73
198.07	452.16	89.56

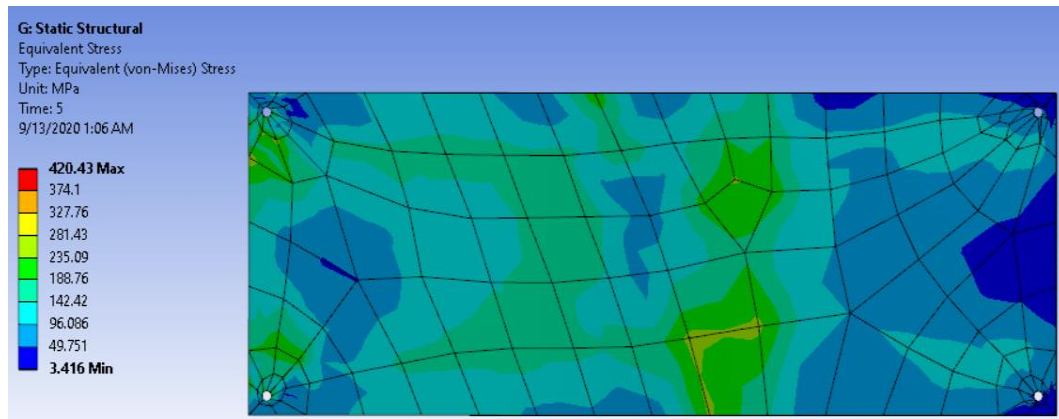
Dari Tabel 4.32 dapat diketahui bahwa angkur 3 mengalami tarik yang disebabkan oleh dorongan dari beban monotonik, sehingga beban tarik yang terjadi pada angkur 3 mencapai 89,56 KN dengan tegangan rata-rata yang terjadi sebesar 198,07 MPa dan tidak ada mengalami penurunan pada tegangan rata-rata.

#### 4.3.3 Tegangan-regangan pada *base plate* dengan *stiffners* + balok

Dibawah ini dijelaskan hasil dari analisis tegangan pada *base plate* dengan *stiffners* + balok dari software yang terdapat pada Gambar 4.93 sampai Gambar 4.119.

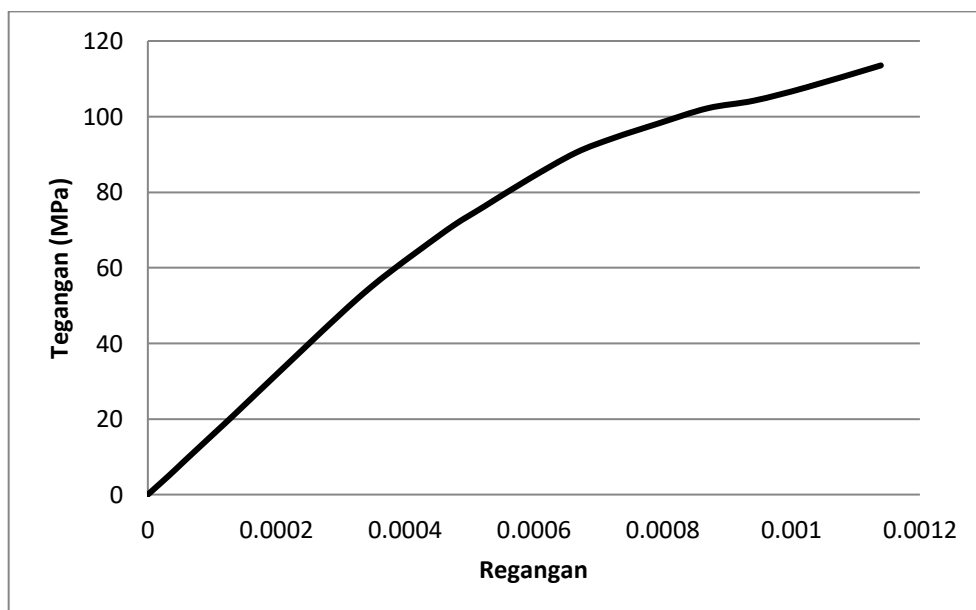
#### 4.3.3.1 Tegangan-regangan pada *base plate* dengan *stiffners* + balok TP 45 B 4

Pada Gambar 4.93 dan 4.94 merupakan tegangan yang terjadi pada *base plate* dengan *stiffners* dengan tebal plat 45 mm dan jumlah angkur 4 buah serta grafik tegangan-regangan.



Gambar 4.93: Tegangan pada *base plate* dengan *stiffners* + balok TP 45 B 4

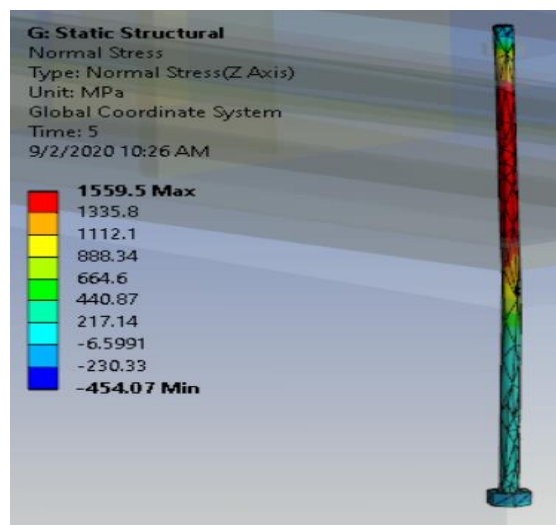
Pada Gambar 4.93 nilai tegangan yang diambil ialah tegangan rata-rata dari *base plate* sehingga didapat grafik hubungan tegangan-regangan sebagai berikut.



Gambar 4.94: Grafik tegangan-regangan pada *base plate* dengan *stiffners* + balok TP 45 B 4

Pada Gambar 4.94 dapat diketahui tegangan rata-rata yang terjadi pada *base plate* mengalami elastis dari 0 MPa hingga 55,01 MPa dan mengalami plastis dari 55,01 MPa hingga 113,54 MPa. Batas nilai tegangan rata-rata ini diambil berdasarkan dari kemampuan *base plate* dalam menahan momen-rotasi. Untuk tabel nilai tegangan-regangan *base plate* terdapat pada lampiran 6.

Pada Gambar 4.95 dan 4.96 serta Tabel 4.33 dan 4.34 merupakan gambar tegangan angkur yang terjadi saat menahan *base plate* dari beban dorong serta tabel besarnya beban tarik yang terjadi pada angkur.



Gambar 4.95: Tegangan yang terjadi pada angkur 1 *base plate* dengan *stiffners* + balok TP 45 B 4

Pada Gambar 4.95 yang merupakan tegangan yang terjadi pada angkur 1 dimana tegangan yang diambil berupa nilai rata-rata sehingga di dapat nilai tarik dari angkur 3 yang terdapat pada Tabel 4.33.

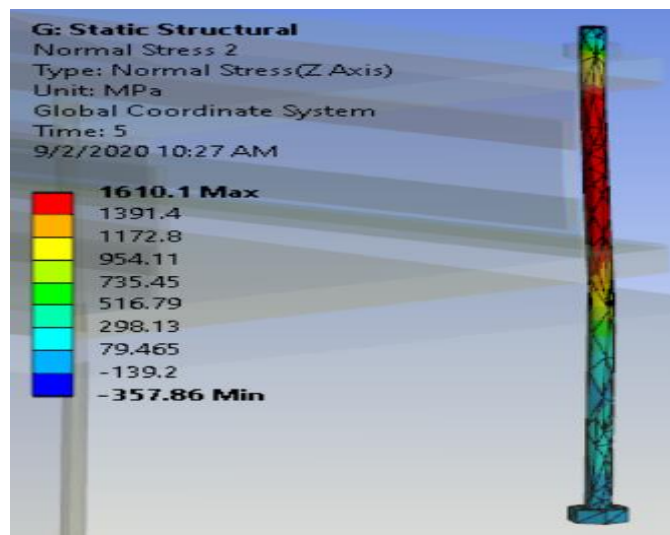
Tabel 4.33: Nilai beban tarik yang terjadi pada angkur 1 *base plate* dengan *stiffners* + balok TP 45 B 4

Tegangan Normal Rata-Rata (MPa)	Luas (mm <sup>2</sup> )	Beban Tarik (KN)
14.957	452.16	6.76
31.889	452.16	14.42
48.896	452.16	22.11
65.987	452.16	29.84
83.198	452.16	37.62
114.68	452.16	51.85
146.65	452.16	66.31

Tabel 4.33: *Lanjutan*

179.23	452.16	81.04
211.86	452.16	95.79
244.59	452.16	110.59
276.69	452.16	125.11
308.54	452.16	139.51
321.56	452.16	145.40
331.99	452.16	150.11
343.56	452.16	155.34
356.18	452.16	161.05
373.78	452.16	169.01
397.08	452.16	179.54
424.11	452.16	191.77
454.27	452.16	205.40
488.38	452.16	220.83
525.62	452.16	237.66
567.12	452.16	256.43
612.54	452.16	276.97
656.19	452.16	296.70

Dari Tabel 4.33 dapat diketahui bahwa angkur 1 mengalami tarik yang disebabkan oleh dorongan dari beban monotonik, sehingga beban tarik yang terjadi pada angkur 1 mencapai 296,70 KN dengan tegangan rata-rata yang terjadi sebesar 656,19 MPa dan tidak ada mengalami penurunan pada tegangan rata-rata.



Gambar 4.96: Tegangan yang terjadi pada angkur 2 *base plate* dengan *stiffners* + balok TP 45 B 4

Pada Gambar 4.96 yang merupakan tegangan yang terjadi pada angkur 2 dimana tegangan yang diambil berupa nilai rata-rata sehingga di dapat nilai tarik dari angkur 2 yang terdapat pada Tabel 4.34.

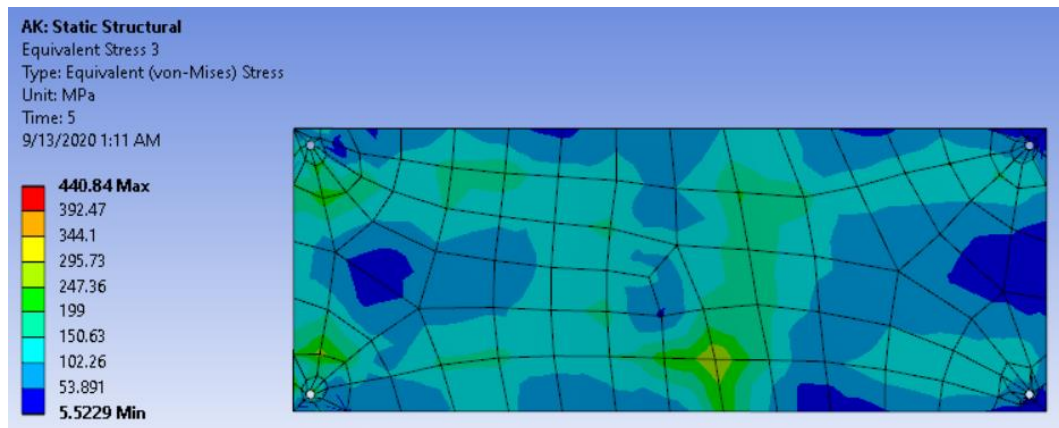
Tabel 4.34: Nilai beban tarik yang terjadi pada angkur 2 *base plate* dengan *stiffners* + balok TP 45 B 4

Tegangan Normal Rata-Rata (MPa)	Luas (mm <sup>2</sup> )	Beban Tarik (KN)
15.042	452.16	6.80
32.157	452.16	14.54
49.315	452.16	22.30
66.515	452.16	30.08
83.82	452.16	37.90
115.9	452.16	52.41
148.14	452.16	66.98
180.71	452.16	81.71
213.42	452.16	96.50
246.44	452.16	111.43
279.13	452.16	126.21
310.2	452.16	140.26
323.04	452.16	146.07
333.86	452.16	150.96
345.35	452.16	156.15
357.97	452.16	161.86
376.17	452.16	170.09
399.2	452.16	180.50
427.15	452.16	193.14
457.23	452.16	206.74
491.41	452.16	222.20
528.71	452.16	239.06
571.55	452.16	258.43
618.89	452.16	279.84
678.66	452.16	306.86

Dari Tabel 4.34 dapat diketahui bahwa angkur 2 mengalami tarik yang disebabkan oleh dorongan dari beban monotonik, sehingga beban tarik yang terjadi pada angkur 2 mencapai 306,86 KN dengan tegangan rata-rata yang terjadi sebesar 678,66 MPa dan tidak ada mengalami penurunan pada tegangan rata-rata.

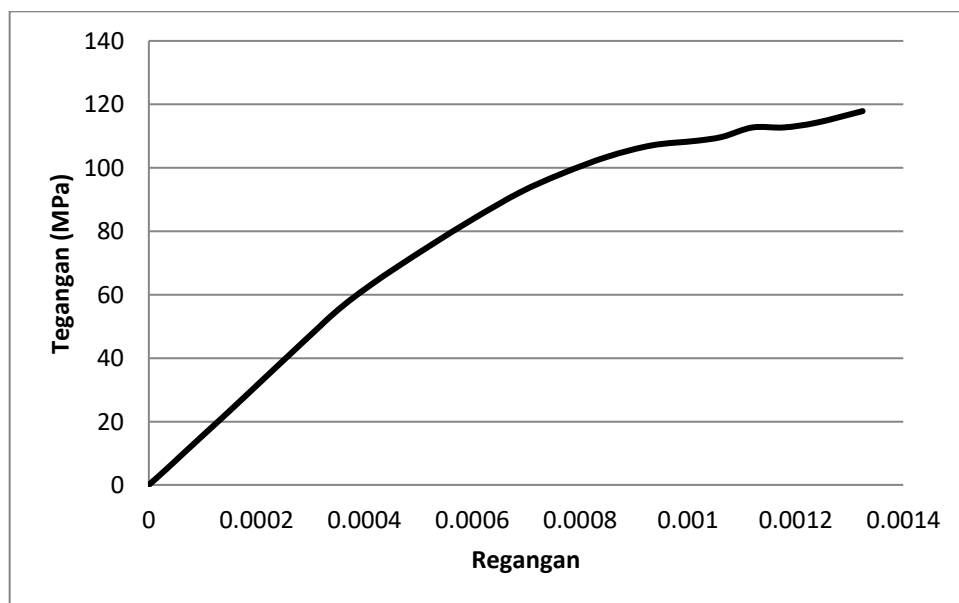
#### 4.3.3.2 Tegangan-regangan pada *base plate* dengan *stiffners* + balok TP 40 B 4

Pada Gambar 4.97 dan 4.98 merupakan tegangan yang terjadi pada *base plate* dengan *stiffners* dengan tebal plat 40 mm dan jumlah angkur 4 buah serta grafik tegangan-regangan.



Gambar 4.97: Tegangan pada *base plate* dengan *stiffners* + balok TP 40 B 4

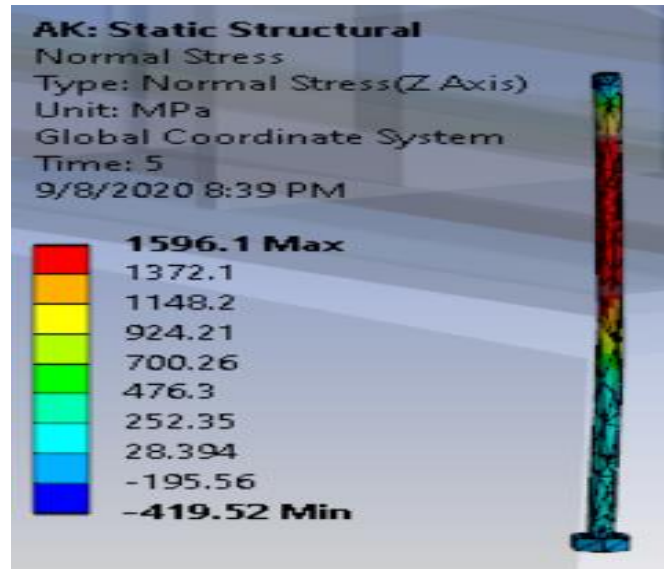
Pada Gambar 4.97 nilai tegangan yang diambil ialah tegangan rata-rata dari *base plate* sehingga didapat grafik hubungan tegangan-regangan sebagai berikut.



Gambar 4.98: Grafik tegangan terhadap beban pada *base plate* dengan *stiffners* + balok TP 40 B 4

Pada Gambar 4.98 dapat diketahui tegangan rata-rata yang terjadi pada *base plate* mengalami elastis dari 0 MPa hingga 57,88 MPa dan mengalami plastis dari 57,88 MPa hingga 117,87 MPa. Batas nilai tegangan rata-rata ini diambil berdasarkan dari kemampuan *base plate* dalam menahan momen-rotasi. Untuk tabel nilai tegangan-regangan *base plate* terdapat pada lampiran 6.

Pada Gambar 4.99 dan 4.100 serta Tabel 4.35 dan 4.36 merupakan gambar tegangan angkur yang terjadi saat menahan *base plate* dari beban dorong serta tabel besarnya beban tarik yang terjadi pada angkur.



Gambar 4.99: Tegangan yang terjadi pada angkur 1 *base plate* dengan *stiffners* + balok TP 40 B 4

Pada Gambar 4.99 yang merupakan tegangan yang terjadi pada angkur 1 dimana tegangan yang diambil berupa nilai rata-rata sehingga di dapat nilai tarik dari angkur 1 yang terdapat pada Tabel 4.35.

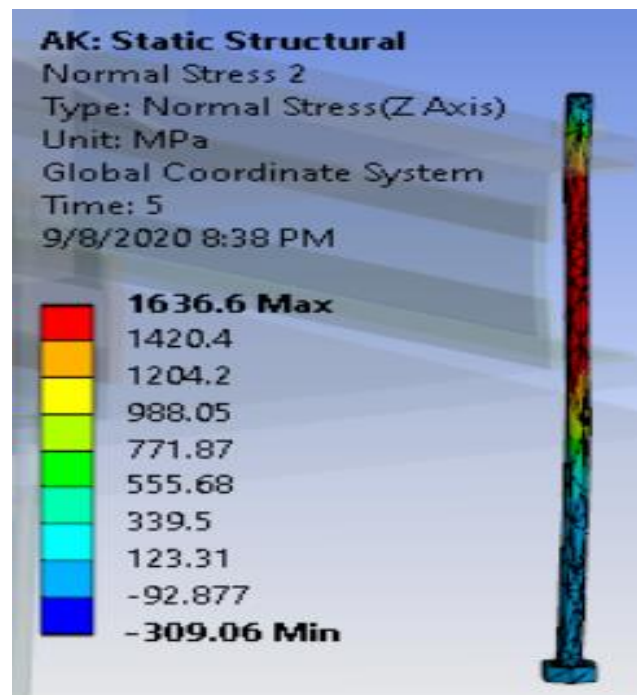
Tabel 4.35: Nilai beban tarik yang terjadi pada angkur 1 *base plate* dengan *stiffners* + balok TP 40 B 4

Tegangan Normal Rata-Rata (MPa)	Luas (mm <sup>2</sup> )	Beban Tarik (KN)
14.814	452.16	6.70
31.43	452.16	14.21
48.125	452.16	21.76
64.959	452.16	29.37
81.925	452.16	37.04
113.07	452.16	51.13
144.29	452.16	65.24
175.7	452.16	79.44
207.81	452.16	93.96
239.82	452.16	108.44
271.57	452.16	122.79
303.9	452.16	137.41
317.43	452.16	143.53
329.12	452.16	148.81

Tabel 4.35: *Lanjutan*

340.95	452.16	154.16
354.04	452.16	160.08
372.77	452.16	168.55
396.68	452.16	179.36
424.72	452.16	192.04
455.89	452.16	206.14
490.65	452.16	221.85
528.73	452.16	239.07
549.07	452.16	248.27
570.46	452.16	257.94
604.51	452.16	273.34
633.75	452.16	286.56
660.49	452.16	298.65

Dari Tabel 4.35 dapat diketahui bahwa angkur 1 mengalami tarik yang disebabkan oleh dorongan dari beban monotonik, sehingga beban tarik yang terjadi pada angkur 1 mencapai 298,65 KN dengan tegangan rata-rata yang terjadi sebesar 660,49 MPa dan tidak ada mengalami penurunan pada tegangan rata-rata.



Gambar 4.100: Tegangan yang terjadi pada angkur 2 *base plate* dengan *stiffners* + balok TP 40 B 4

Pada Gambar 4.100 yang merupakan tegangan yang terjadi pada angkur 2 dimana tegangan yang diambil berupa nilai rata-rata sehingga di dapat nilai tarik dari angkur 2 yang terdapat pada Tabel 4.36.



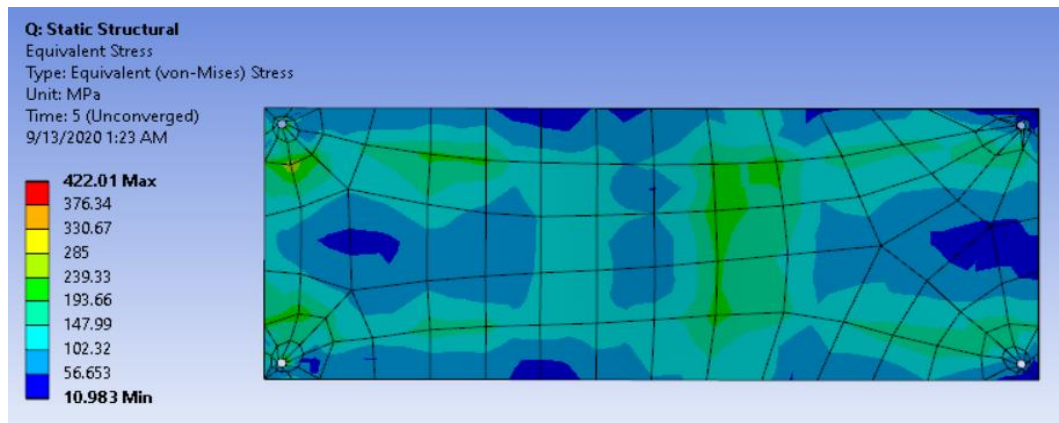
Tabel 4.36: Nilai beban tarik yang terjadi pada angkur 2 *base plate* dengan *stiffners* + balok TP 40 B 4

Tegangan Normal Rata-Rata (MPa)	Luas (mm <sup>2</sup> )	Beban Tarik (KN)
15.057	452.16	6.81
32.013	452.16	14.47
48.973	452.16	22.14
66.049	452.16	29.86
83.227	452.16	37.63
114.45	452.16	51.75
145.97	452.16	66.00
177.96	452.16	80.47
210.57	452.16	95.21
242.96	452.16	109.86
274.5	452.16	124.12
304.74	452.16	137.79
318.5	452.16	144.01
330.21	452.16	149.31
342.03	452.16	154.65
355.31	452.16	160.66
374.13	452.16	169.17
398.69	452.16	180.27
426.78	452.16	192.97
458.45	452.16	207.29
493.34	452.16	223.07
531.33	452.16	240.25
551.8	452.16	249.50
574.04	452.16	259.56
608.88	452.16	275.31
641.1	452.16	289.88
680.71	452.16	307.79

Dari Tabel 4.36 dapat diketahui bahwa angkur 2 mengalami tarik yang disebabkan oleh dorongan dari beban monotonik, sehingga beban tarik yang terjadi pada angkur 2 mencapai 307,79 KN dengan tegangan rata-rata yang terjadi sebesar 680,71 MPa dan tidak ada mengalami penurunan pada tegangan rata-rata.

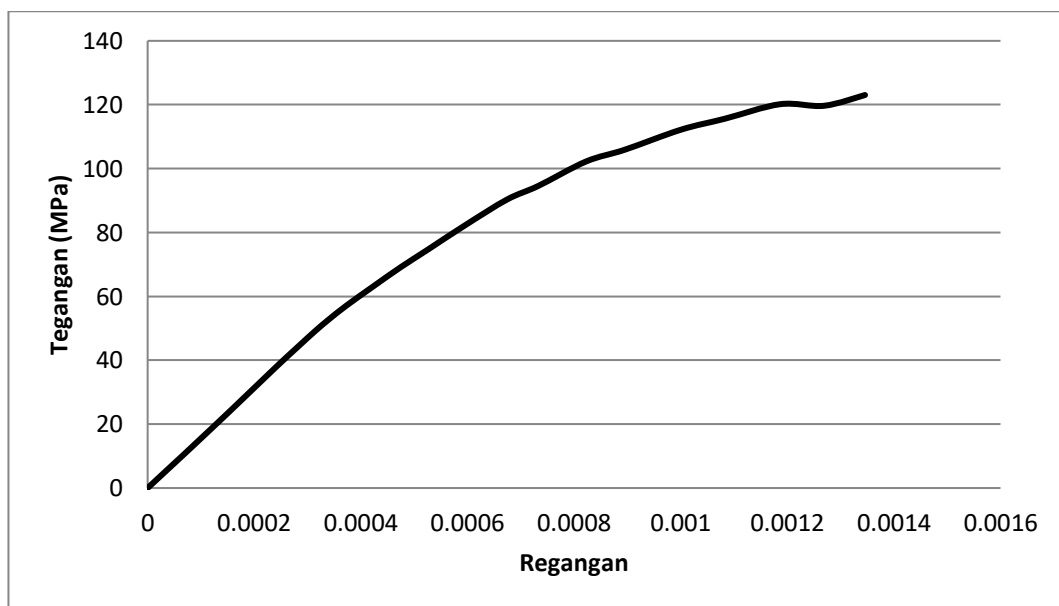
#### 4.3.3.3 Tegangan-regangan pada *base plate* dengan *stiffners* + balok TP 35 B 4

Pada Gambar 4.101 dan 4.102 merupakan tegangan yang terjadi pada *base plate* dengan *stiffners* dengan tebal plat 35 mm dan jumlah angkur 4 buah serta grafik tegangan-regangan.



Gambar 4.101: Tegangan pada *base plate* dengan *stiffeners* + balok TP 35 B 4

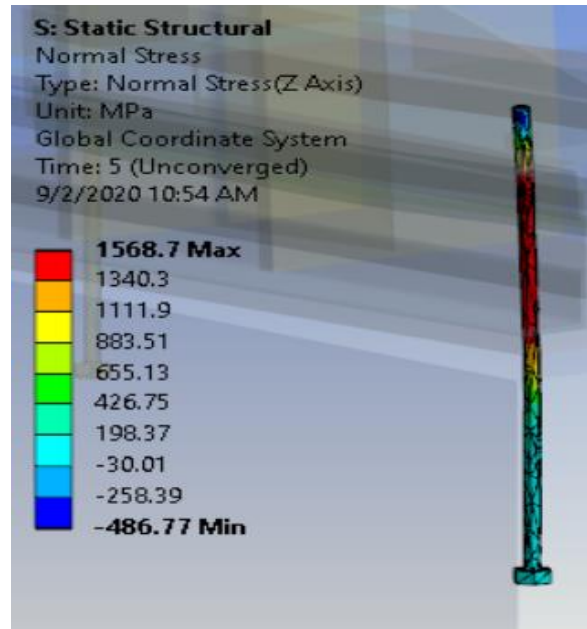
Pada Gambar 4.101 nilai tegangan yang diambil ialah tegangan rata-rata dari *base plate* sehingga didapat grafik hubungan tegangan-regangan sebagai berikut.



Gambar 4.102: Grafik tegangan terhadap beban pada *base plate* dengan *stiffeners* + balok TP 35 B 4

Pada Gambar 4.102 dapat diketahui tegangan rata-rata yang terjadi pada *base plate* mengalami elastis dari 0 MPa hingga 52,70 MPa dan mengalami plastis dari 52,70 MPa hingga 123,04 MPa. Batas nilai tegangan rata-rata ini diambil berdasarkan dari kemampuan *base plate* dalam menahan momen-rotasi. Untuk tabel nilai tegangan-regangan *base plate* terdapat pada lampiran 6.

Pada Gambar 4.103 dan 4.104 serta Tabel 4.37 dan 4.38 merupakan gambar tegangan angkur yang terjadi saat menahan *base plate* dari beban dorong serta tabel besarnya beban tarik yang terjadi pada angkur.



Gambar 4.103: Tegangan yang terjadi pada angkur 1 *base plate* dengan *stiffners* + balok TP 35 B 4

Pada Gambar 4.103 yang merupakan tegangan yang terjadi pada angkur 1 dimana tegangan yang diambil berupa nilai rata-rata sehingga di dapat nilai tarik dari angkur 1 yang terdapat pada Tabel 4.37.

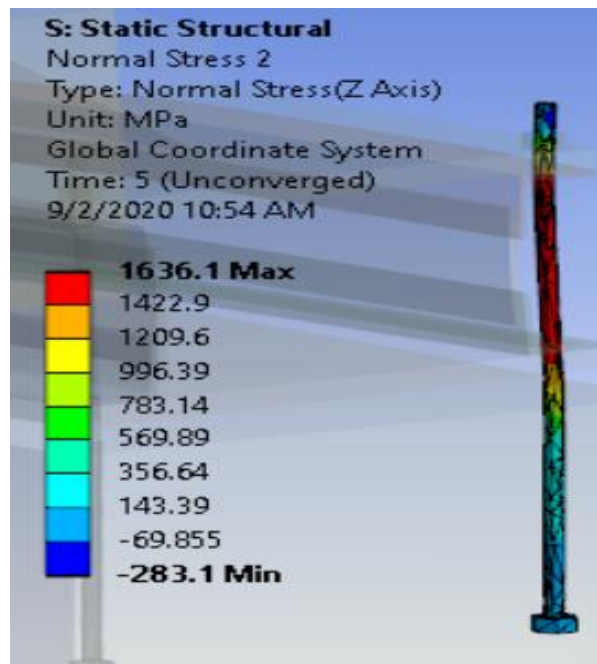
Tabel 4.37: Nilai beban tarik yang terjadi pada angkur 1 *base plate* dengan *stiffners* + balok TP 35 B 4

Tegangan Normal Rata-Rata (MPa)	Luas (mm <sup>2</sup> )	Beban Tarik (KN)
12.636	452.16	5.71
26.756	452.16	12.10
40.889	452.16	18.49
55.13	452.16	24.93
69.392	452.16	31.38
94.814	452.16	42.87
120.98	452.16	54.70
147.23	452.16	66.57
173.67	452.16	78.53
200.26	452.16	90.55
227.95	452.16	103.07
255.19	452.16	115.39

Tabel 4.37: *Lanjutan*

267.24	452.16	120.84
276.71	452.16	125.12
285.96	452.16	129.30
297.38	452.16	134.46
313.3	452.16	141.66
334.04	452.16	151.04
356.57	452.16	161.23
381.05	452.16	172.30
408.57	452.16	184.74
437.29	452.16	197.73
467.72	452.16	211.48
499	452.16	225.63
513.55	452.16	232.21
512.93	452.16	231.93

Dari Tabel 4.37 dapat diketahui bahwa angkur 1 mengalami tarik yang disebabkan oleh dorongan dari beban monotonik, sehingga beban tarik yang terjadi pada angkur 1 mencapai 232,21 KN dengan tegangan rata-rata yang terjadi sebesar 513,55 MPa dan terjadi penurunan tegangan rata-rata sebesar 512,93 MPa.



Gambar 4.104: Tegangan yang terjadi pada angkur 2 *base plate* dengan *stiffners* + balok TP 35 B 4

Pada Gambar 4.104 yang merupakan tegangan yang terjadi pada angkur 2 dimana tegangan yang diambil berupa nilai rata-rata sehingga di dapat nilai tarik dari angkur 2 yang terdapat pada Tabel 4.38.

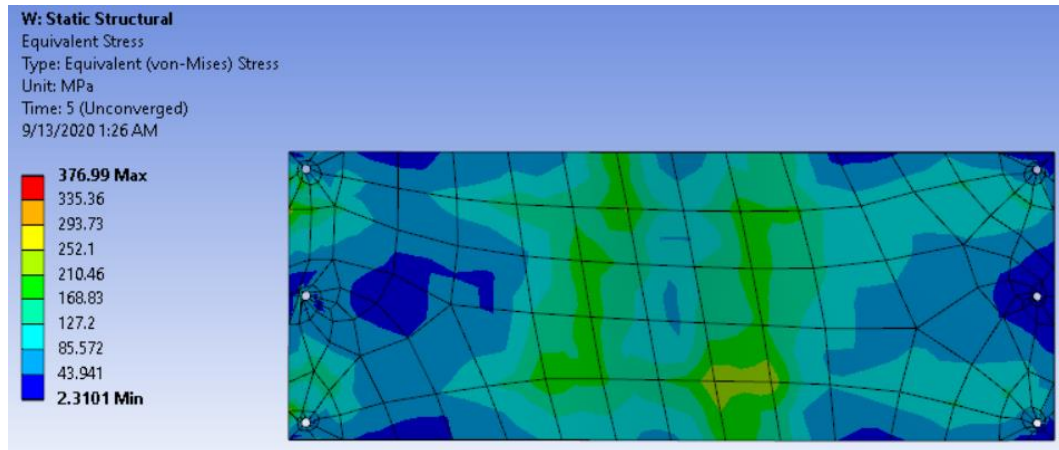
Tabel 4.38: Nilai beban tarik yang terjadi pada angkur 2 *base plate* dengan *stiffners* + balok TP 35 B 4

Tegangan Normal Rata-Rata (MPa)	Luas (mm <sup>2</sup> )	Beban Tarik (KN)
13.416	452.16	6.07
28.343	452.16	12.82
43.169	452.16	19.52
58.066	452.16	26.26
73.107	452.16	33.06
99.564	452.16	45.02
126.88	452.16	57.37
154.52	452.16	69.87
182.28	452.16	82.42
209.67	452.16	94.80
236.63	452.16	106.99
260.08	452.16	117.60
271.51	452.16	122.77
281.44	452.16	127.26
290.63	452.16	131.41
302.44	452.16	136.75
318.74	452.16	144.12
339.92	452.16	153.70
361.98	452.16	163.67
386.57	452.16	174.79
413.85	452.16	187.13
442.7	452.16	200.17
474.51	452.16	214.55
511.57	452.16	231.31
535.37	452.16	242.07
535.1	452.16	241.95

Dari Tabel 4.38 dapat diketahui bahwa angkur 2 mengalami tarik yang disebabkan oleh dorongan dari beban monotonik, sehingga beban tarik yang terjadi pada angkur 2 mencapai 242,07 KN dengan tegangan rata-rata yang terjadi sebesar 535,37 MPa dan terjadi penurunan tegangan rata-rata sebesar 535,1.

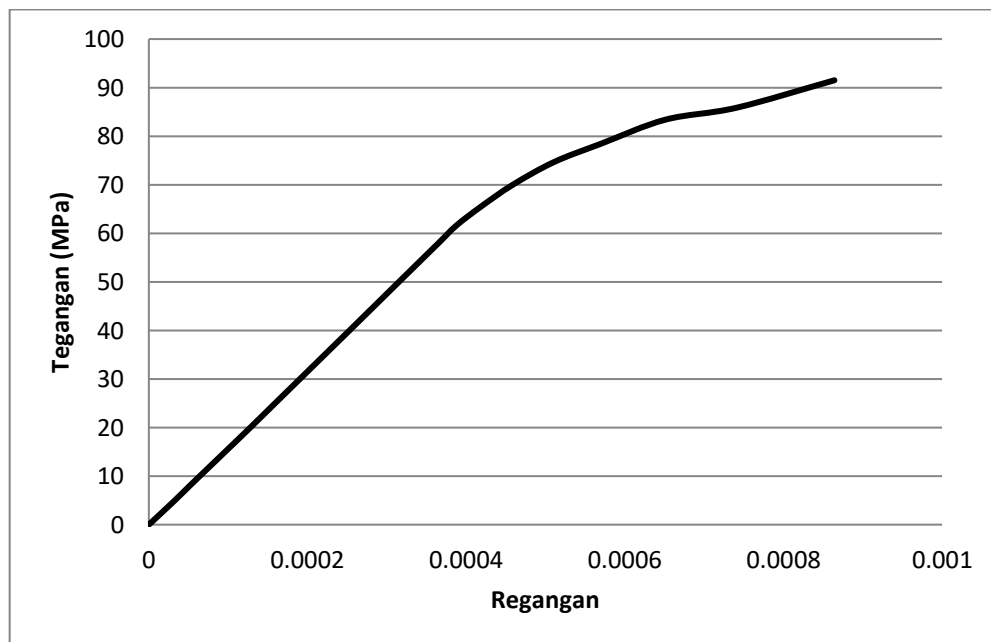
#### 4.3.3.4 Tegangan-regangan pada *base plate* dengan *stiffners* + balok TP 45 B 6

Pada Gambar 4.105 dan 4.106 merupakan tegangan yang terjadi pada *base plate* dengan *stiffners* dengan tebal plat 45 mm dan jumlah angkur 6 buah serta grafik tegangan-regangan.



Gambar 4.105: Tegangan pada *base plate* dengan *stiffners* + balok TP 45 B 6

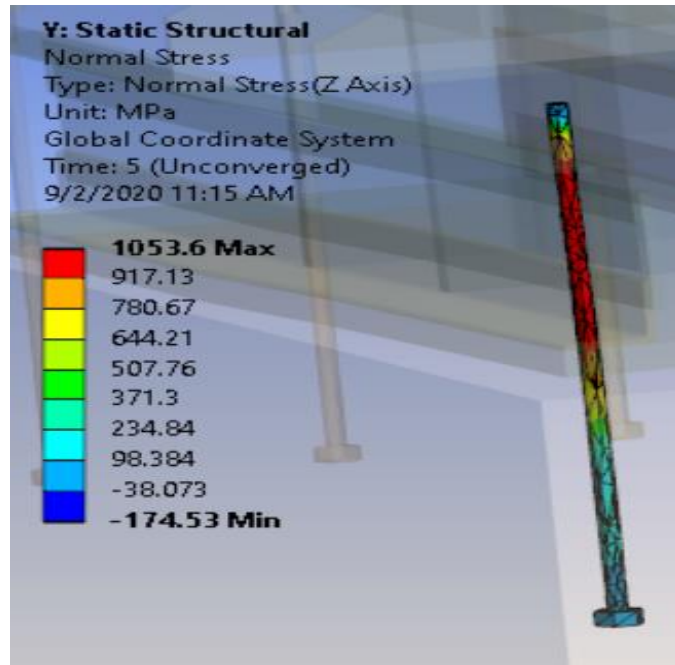
Pada Gambar 4.105 nilai tegangan yang diambil ialah tegangan rata-rata dari *base plate* sehingga didapat grafik hubungan tegangan-regangan sebagai berikut.



Gambar 4.106: Grafik tegangan-regangan pada *base plate* dengan *stiffners* + balok TP 45 B 6

Pada Gambar 4.106 dapat diketahui tegangan rata-rata yang terjadi pada *base plate* mengalami elastis dari 0 MPa hingga 61,64 MPa dan mengalami plastis dari 61,64 MPa hingga 91,516 MPa. Batas nilai tegangan rata-rata ini diambil berdasarkan dari kemampuan *base plate* dalam menahan momen-rotasi. Untuk tabel nilai tegangan-regangan *base plate* terdapat pada lampiran 6.

Pada Gambar 4.107 sampai 4.109 serta Tabel 4.39 sampai 4.41 merupakan gambar tegangan angkur yang terjadi saat menahan base plate dari beban dorong serta tabel besarnya beban tarik yang terjadi pada angkur.



Gambar 4.107: Tegangan yang terjadi pada angkur 1 *base plate* dengan *stiffners* + balok TP 45 B 6

Pada Gambar 4.107 yang merupakan tegangan yang terjadi pada angkur 1 dimana tegangan yang diambil berupa nilai rata-rata sehingga di dapat nilai tarik dari angkur 1 yang terdapat pada Tabel 4.39.

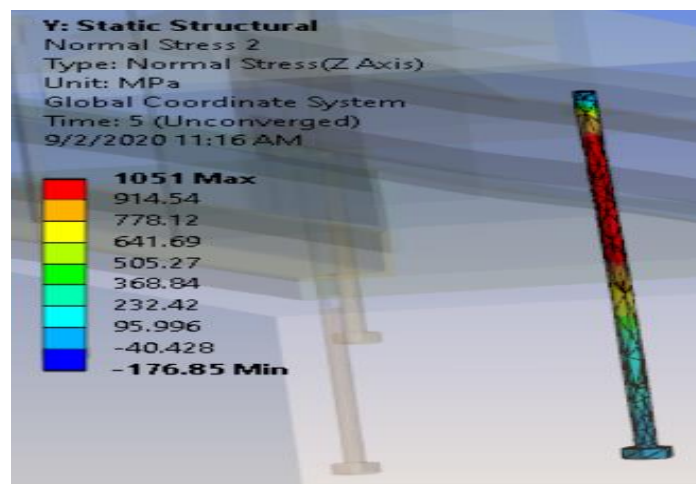
Tabel 4.39: Nilai beban tarik yang terjadi pada angkur 1 *base plate* dengan *stiffners* + balok TP 45 B 6

Tegangan Normal Rata-Rata (MPa)	Luas (mm <sup>2</sup> )	Beban Tarik (KN)
16.864	452.16	7.63
35.63	452.16	16.11
54.451	452.16	24.62
73.408	452.16	33.19
92.493	452.16	41.82
122.82	452.16	55.53
153.41	452.16	69.37
183.96	452.16	83.18
215.05	452.16	97.24
246.54	452.16	111.48
278.8	452.16	126.06

Tabel 4.39: *Lanjutan*

310.56	452.16	140.42
327.19	452.16	147.94
338.02	452.16	152.84
349.89	452.16	158.21
363.46	452.16	164.34
381.38	452.16	172.44
404.68	452.16	182.98
431.17	452.16	194.96
461.8	452.16	208.81
490.98	452.16	222.00

Dari Tabel 4.39 dapat diketahui bahwa angkur 1 mengalami tarik yang disebabkan oleh dorongan dari beban monotonik, sehingga beban tarik yang terjadi pada angkur 1 mencapai 222 KN dengan tegangan rata-rata yang terjadi sebesar 490,98 MPa dan tidak ada mengalami penurunan pada tegangan rata-rata.



Gambar 4.108: Tegangan yang terjadi pada angkur 2 *base plate* dengan *stiffners* + balok TP 45 B 6

Pada Gambar 4.108 yang merupakan tegangan yang terjadi pada angkur 2 dimana tegangan yang diambil berupa nilai rata-rata sehingga di dapat nilai tarik dari angkur 2 yang terdapat pada Tabel 4.40.

Tabel 4.40: Nilai beban tarik yang terjadi pada angkur 2 *base plate* dengan *stiffners* + balok TP 45 B 6

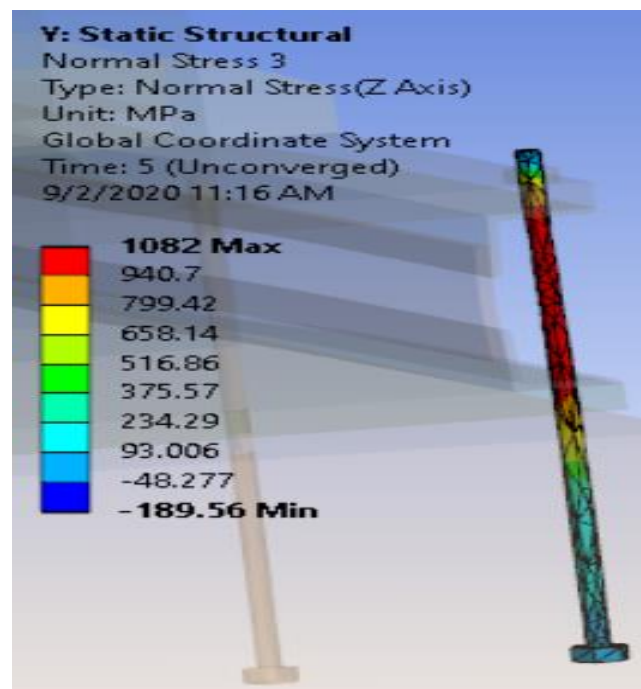
Tegangan Normal Rata-Rata (MPa)	Luas (mm <sup>2</sup> )	Beban Tarik (KN)
13.994	452.16	6.33
29.839	452.16	13.49



Tabel 4.40: *Lanjutan*

45.844	452.16	20.73
61.947	452.16	28.01
78.182	452.16	35.35
104.1	452.16	47.07
130.14	452.16	58.84
156.15	452.16	70.60
182.01	452.16	82.30
207.92	452.16	94.01
234.73	452.16	106.14
263.22	452.16	119.02
309.58	452.16	139.98
332.5	452.16	150.34
344.42	452.16	155.73
358.01	452.16	161.88
376.44	452.16	170.21
399.38	452.16	180.58
425.48	452.16	192.39
455.51	452.16	205.96
488.8	452.16	221.02

Dari Tabel 4.40 dapat diketahui bahwa angkur 2 mengalami tarik yang disebabkan oleh dorongan dari beban monotonik, sehingga beban tarik yang terjadi pada angkur 2 mencapai 221,02 KN dengan tegangan rata-rata yang terjadi sebesar 488,8 MPa dan tidak ada mengalami penurunan pada tegangan rata-rata.



Gambar 4.109: Tegangan yang terjadi pada angkur 3 *base plate* dengan *stiffners* + balok TP 45 B 6

Pada Gambar 4.109 yang merupakan tegangan yang terjadi pada angkur 3 dimana tegangan yang diambil berupa nilai rata-rata sehingga di dapat nilai tarik dari angkur 3 yang terdapat pada Tabel 4.41.

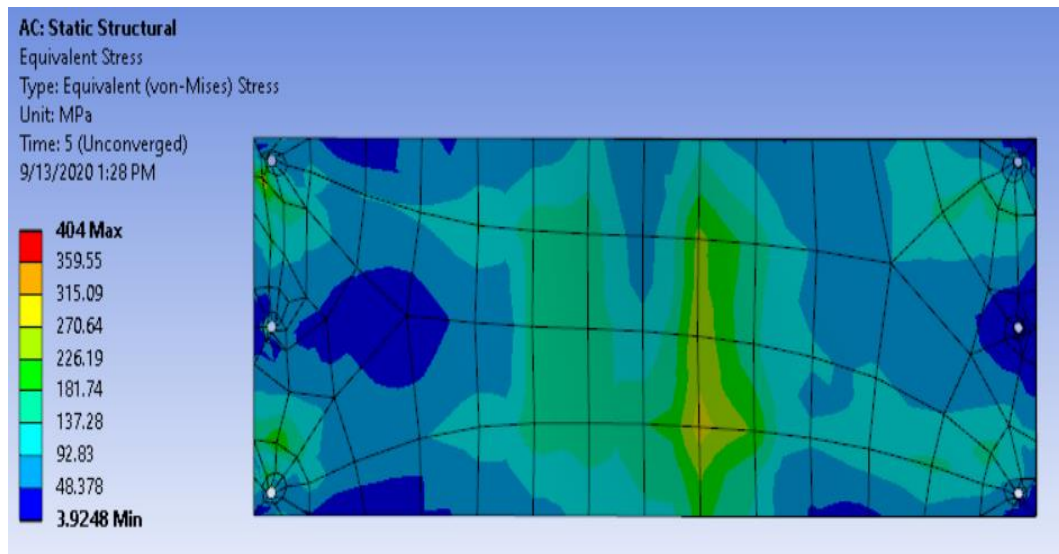
Tabel 4.41: Nilai beban tarik yang terjadi pada angkur 3 *base plate* dengan *stiffners* + balok TP 45 B 6

Tegangan Normal Rata-Rata (MPa)	Luas (mm <sup>2</sup> )	Beban Tarik (KN)
16.617	452.16	7.51
35.267	452.16	15.95
54.035	452.16	24.43
72.893	452.16	32.96
91.844	452.16	41.53
122.75	452.16	55.50
153.66	452.16	69.48
184.56	452.16	83.45
215.41	452.16	97.40
246.71	452.16	111.55
278.95	452.16	126.13
311.16	452.16	140.69
327.66	452.16	148.15
338.69	452.16	153.14
350.72	452.16	158.58
364.34	452.16	164.74
383.27	452.16	173.30
406.56	452.16	183.83
433.33	452.16	195.93
464.53	452.16	210.04
503.22	452.16	227.54

Dari Tabel 4.41 dapat diketahui bahwa angkur 3 mengalami tarik yang disebabkan oleh dorongan dari beban monotonik, sehingga beban tarik yang terjadi pada angkur 3 mencapai 227,54 KN dengan tegangan rata-rata yang terjadi sebesar 503,22 MPa dan tidak ada mengalami penurunan pada tegangan rata-rata.

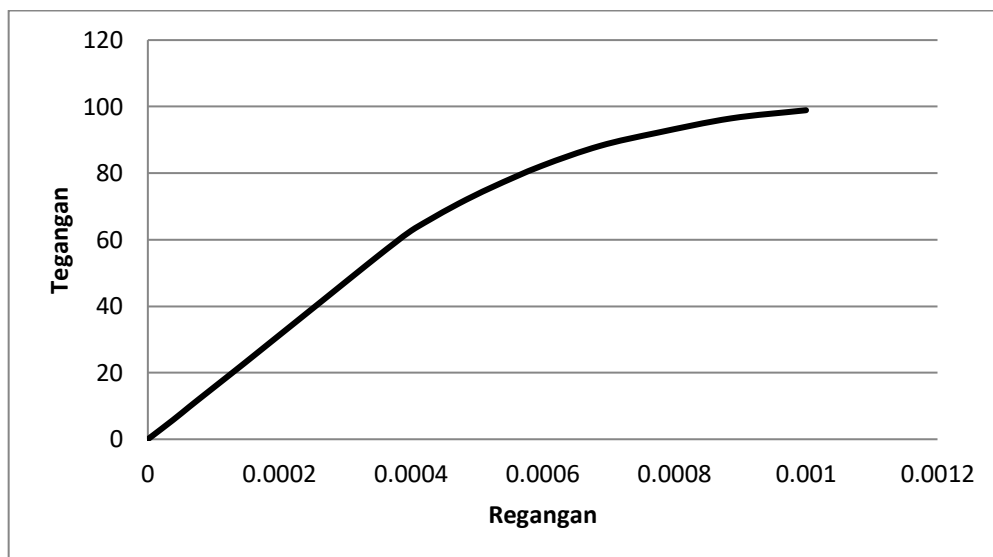
#### 4.3.3.5 Tegangan-regangan pada *base plate* dengan *stiffners* + balok TP 40 B 6

Pada Gambar 4.110 dan 4.111 merupakan tegangan yang terjadi pada *base plate* dengan *stiffners* dengan tebal plat 40 mm dan jumlah angkur 6 buah serta grafik tegangan-regangan.



Gambar 4.110: Tegangan pada *base plate* dengan *stiffners* + balok TP 40 B 6

Pada Gambar 4.110 nilai tegangan yang diambil ialah tegangan rata-rata dari *base plate* sehingga didapat grafik hubungan tegangan-regangan sebagai berikut.

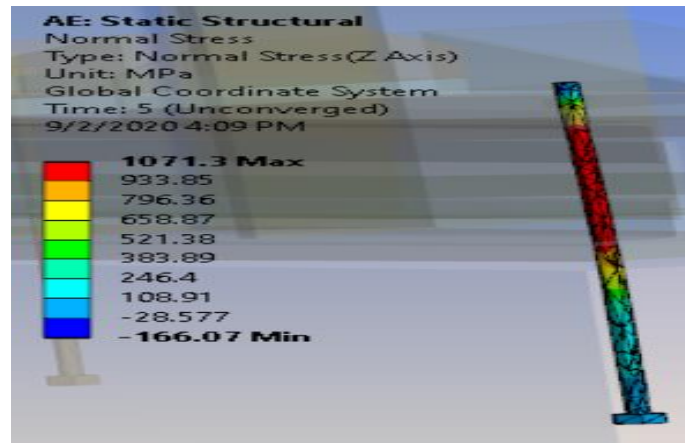


Gambar 4.111: Grafik tegangan-regangan pada *base plate* dengan *stiffners* + balok TP 40 B 6

Pada Gambar 4.111 dapat diketahui tegangan rata-rata yang terjadi pada *base plate* mengalami elastis dari 0 MPa hingga 65,99 MPa dan mengalami plastis dari 65,99 MPa hingga 98,92 MPa. Batas nilai tegangan rata-rata ini diambil berdasar-

kan dari kemampuan *base plate* dalam menahan momen-rotasi. Untuk tabel nilai tegangan-regangan *base plate* terdapat pada lampiran 6.

Pada Gambar 4.112 sampai 4.114 serta Tabel 4.42 sampai 4.44 merupakan gambar tegangan angkur yang terjadi saat menahan *base plate* dari beban dorong serta tabel besarnya beban tarik yang terjadi pada angkur.



Gambar 4.112: Tegangan yang terjadi pada angkur 1 *base plate* dengan *stiffners* + balok TP 40 B 6

Pada Gambar 4.112 yang merupakan tegangan yang terjadi pada angkur 1 dimana tegangan yang diambil berupa nilai rata-rata sehingga di dapat nilai tarik dari angkur 1 yang terdapat pada Tabel 4.42.

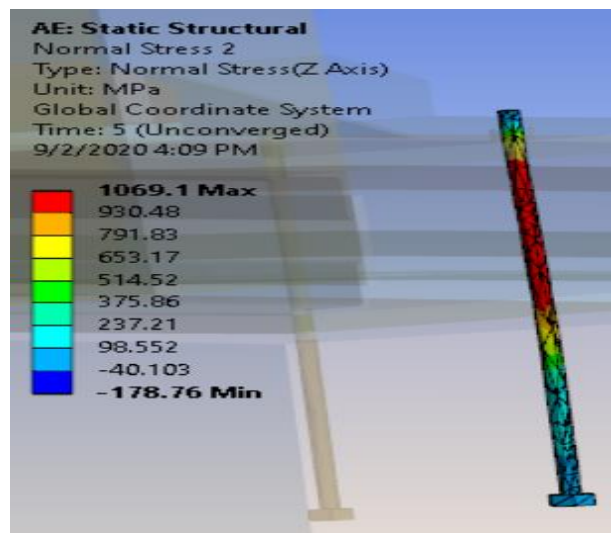
Tabel 4.42: Nilai beban tarik yang terjadi pada angkur 1 *base plate* dengan *stiffners* + balok TP 40 B 6

Tegangan Normal Rata-Rata (MPa)	Luas (mm <sup>2</sup> )	Beban Tarik (KN)
16.088	452.16	7.27
34.272	452.16	15.50
52.445	452.16	23.71
70.747	452.16	31.99
89.182	452.16	40.32
118.65	452.16	53.65
148.16	452.16	66.99
177.84	452.16	80.41
207.75	452.16	93.94
238	452.16	107.61
269.25	452.16	121.74
299.92	452.16	135.61
314.11	452.16	142.03
325.2	452.16	147.04
337.9	452.16	152.78

Tabel 4.42: *Lanjutan*

352.04	452.16	159.18
371.2	452.16	167.84
394.93	452.16	178.57
421.5	452.16	190.59
452.36	452.16	204.54
479.05	452.16	216.61

Dari Tabel 4.42 dapat diketahui bahwa angkur 1 mengalami tarik yang disebabkan oleh dorongan dari beban monotonik, sehingga beban tarik yang terjadi pada angkur 1 mencapai 216,61 KN dengan tegangan rata-rata yang terjadi sebesar 479,05 MPa dan tidak ada mengalami penurunan pada tegangan rata-rata.



Gambar 4.113: Tegangan yang terjadi pada angkur 2 *base plate* dengan *stiffners* + balok TP 40 B 6

Pada Gambar 4.113 yang merupakan tegangan yang terjadi pada angkur 2 dimana tegangan yang diambil berupa nilai rata-rata sehingga di dapat nilai tarik dari angkur 2 yang terdapat pada Tabel 4.43.

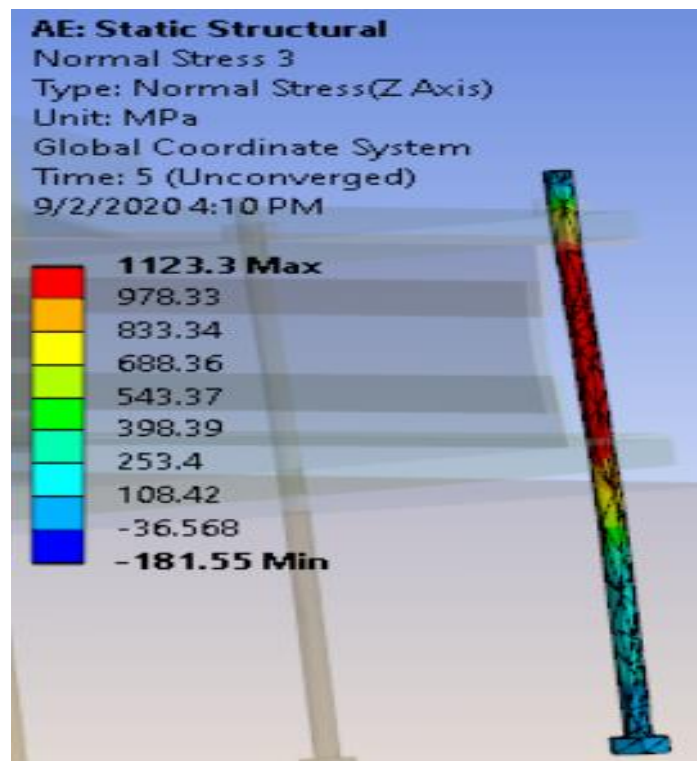
Tabel 4.43: Nilai beban tarik yang terjadi pada angkur 2 *base plate* dengan *stiffners* + balok TP 40 B 6

Tegangan Normal Rata-Rata (MPa)	Luas (mm <sup>2</sup> )	Beban Tarik (KN)
12.914	452.16	5.84
27.683	452.16	12.52
42.586	452.16	19.26
57.578	452.16	26.03

Tabel 4.43: *Lanjutan*

72.728	452.16	32.88
96.769	452.16	43.76
120.77	452.16	54.61
145	452.16	65.56
168.97	452.16	76.40
193.02	452.16	87.28
217.98	452.16	98.56
245.52	452.16	111.01
291.81	452.16	131.94
317.04	452.16	143.35
329.82	452.16	149.13
344.46	452.16	155.75
364.1	452.16	164.63
387.65	452.16	175.28
413.55	452.16	186.99
444.43	452.16	200.95
479.67	452.16	216.89

Dari Tabel 4.43 dapat diketahui bahwa angkur 2 mengalami tarik yang disebabkan oleh dorongan dari beban monotonik, sehingga beban tarik yang terjadi pada angkur 2 mencapai 216,89 KN dengan tegangan rata-rata yang terjadi sebesar 479,67 MPa dan tidak ada mengalami penurunan pada tegangan rata-rata.



Gambar 4.114: Tegangan yang terjadi pada angkur 3 *base plate* dengan *stiffners* + balok TP 40 B 6

Pada Gambar 4.114 yang merupakan tegangan yang terjadi pada angkur 3 dimana tegangan yang diambil berupa nilai rata-rata sehingga di dapat nilai tarik dari angkur 3 yang terdapat pada Tabel 4.44.

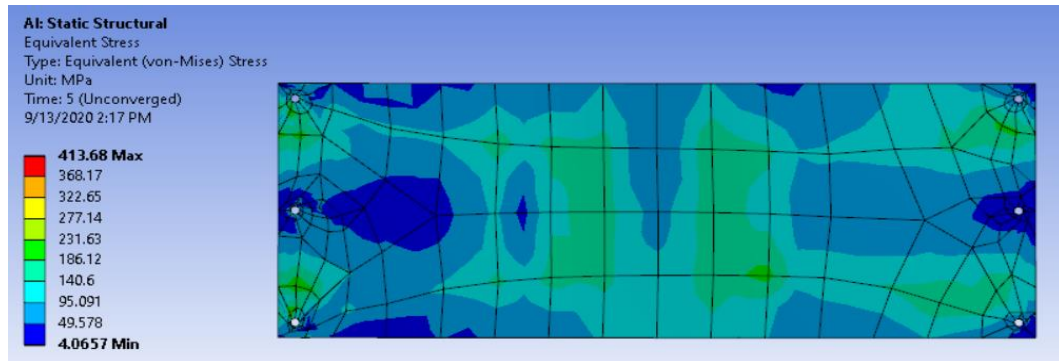
Tabel 4.44: Nilai beban tarik yang terjadi pada angkur 3 *base plate* dengan *stiffeners* + balok TP 40 B 6

Tegangan Normal Rata-Rata (MPa)	Luas (mm <sup>2</sup> )	Beban Tarik (KN)
16.065	452.16	7.26
34.166	452.16	15.45
52.297	452.16	23.65
70.519	452.16	31.89
88.91	452.16	40.20
118.34	452.16	53.51
147.66	452.16	66.77
177.33	452.16	80.18
207.02	452.16	93.61
237.18	452.16	107.24
268.3	452.16	121.31
299.35	452.16	135.35
313.89	452.16	141.93
325.13	452.16	147.01
337.7	452.16	152.69
352.45	452.16	159.36
372.17	452.16	168.28
396.84	452.16	179.44
423.71	452.16	191.58
456	452.16	206.18
500.91	452.16	226.49

Dari Tabel 4.44 dapat diketahui bahwa angkur 3 mengalami tarik yang disebabkan oleh dorongan dari beban monotonik, sehingga beban tarik yang terjadi pada angkur 3 mencapai 226,49 KN dengan tegangan rata-rata yang terjadi sebesar 500,91 MPa dan tidak ada mengalami penurunan pada tegangan rata-rata.

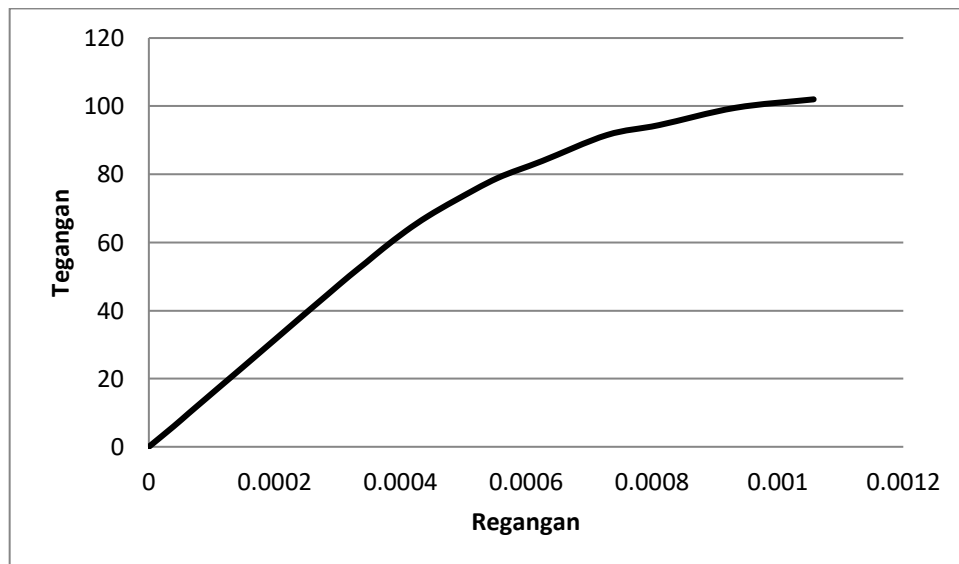
#### 4.3.3.6 Tegangan-regangan pada *base plate* dengan *stiffeners* + balok TP 35 B 6

Pada Gambar 4.115 dan 4.116 merupakan tegangan yang terjadi pada *base plate* dengan *stiffeners* dengan tebal plat 35 mm dan jumlah angkur 6 buah serta grafik tegangan-regangan.



Gambar 4.115: Tegangan pada *base plate* dengan *stiffners* + balok TP 35 B 6

Pada Gambar 4.115 nilai tegangan yang diambil ialah tegangan rata-rata dari *base plate* sehingga didapat grafik hubungan tegangan-regangan sebagai berikut.

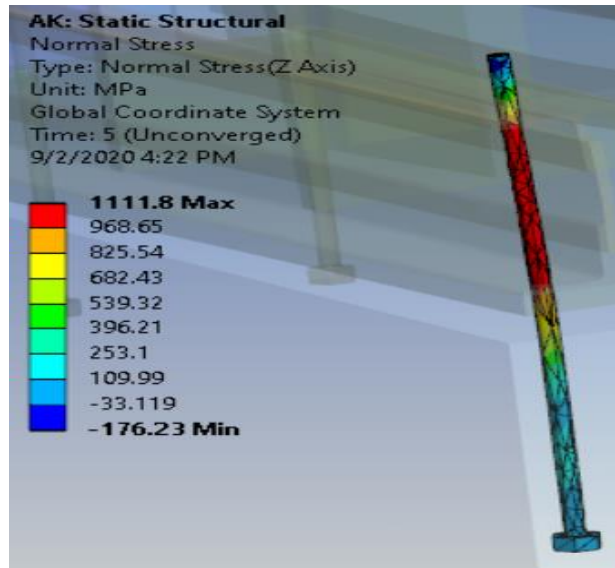


Gambar 4.116: Grafik tegangan-regangan pada *base plate* dengan *stiffners* + balok TP 35 B 6

Pada Gambar 4.116 dapat diketahui tegangan rata-rata yang terjadi pada *base plate* mengalami elastis dari 0 MPa hingga 67,65 MPa dan mengalami plastis dari 67,65 MPa hingga 102,01 MPa. Batas nilai tegangan rata-rata ini diambil berdasarkan dari kemampuan *base plate* dalam menahan momen-rotasi. Untuk tabel nilai tegangan-regangan *base plate* terdapat pada lampiran 6.

Pada Gambar 4.117 sampai 4.119 serta Tabel 4.45 sampai 4.47 merupakan gambar tegangan angkur yang terjadi saat menahan *base plate* dari beban dorong serta tabel besarnya beban tarik yang terjadi pada angkur.





Gambar 4.117: Tegangan yang terjadi pada angkur 1 *base plate* dengan *stiffners* + balok TP 35 B 6

Pada Gambar 4.117 yang merupakan tegangan yang terjadi pada angkur 1 dimana tegangan yang diambil berupa nilai rata-rata sehingga di dapat nilai tarik dari angkur 1 yang terdapat pada Tabel 4.45.

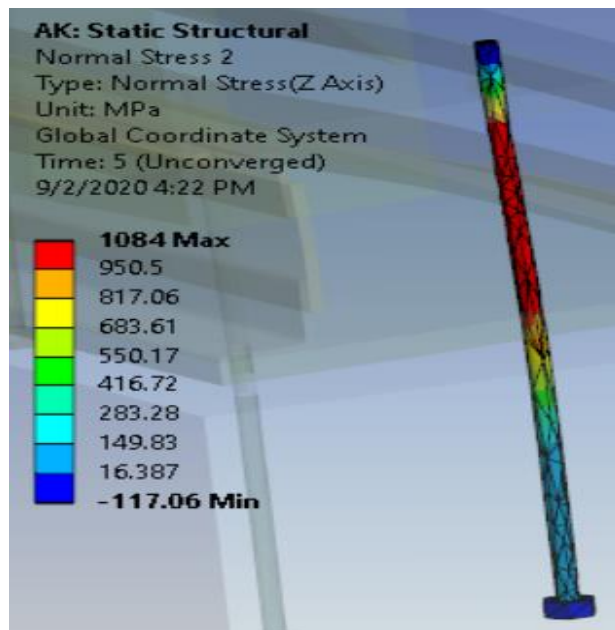
Tabel 4.45: Nilai beban tarik yang terjadi pada angkur 1 *base plate* dengan *stiffners* + balok TP 35 B 6

Tegangan Normal Rata-Rata (MPa)	Luas (mm <sup>2</sup> )	Beban Tarik (KN)
16.703	452.16	7.55
35.171	452.16	15.90
53.754	452.16	24.31
72.464	452.16	32.77
91.277	452.16	41.27
121.37	452.16	54.88
151.38	452.16	68.45
181.66	452.16	82.14
211.96	452.16	95.84
243.02	452.16	109.88
274.98	452.16	124.33
306.79	452.16	138.72
318.23	452.16	143.89
328.77	452.16	148.66
341.87	452.16	154.58
358.36	452.16	162.04
379.5	452.16	171.59
404.83	452.16	183.05
434.54	452.16	196.48

Tabel 4.45: *Lanjutan*

466.44	452.16	210.91
493.12	452.16	222.97

Dari Tabel 4.45 dapat diketahui bahwa angkur 1 mengalami tarik yang disebabkan oleh dorongan dari beban monotonik, sehingga beban tarik yang terjadi pada angkur 1 mencapai 222,97 KN dengan tegangan rata-rata yang terjadi sebesar 493,12 MPa dan tidak ada mengalami penurunan pada tegangan rata-rata.



Gambar 4.118: Tegangan yang terjadi pada angkur 2 *base plate* dengan *stiffners* + balok TP 35 B 6

Pada Gambar 4.118 yang merupakan tegangan yang terjadi pada angkur 2 dimana tegangan yang diambil berupa nilai rata-rata sehingga di dapat nilai tarik dari angkur 2 yang terdapat pada Tabel 4.46.

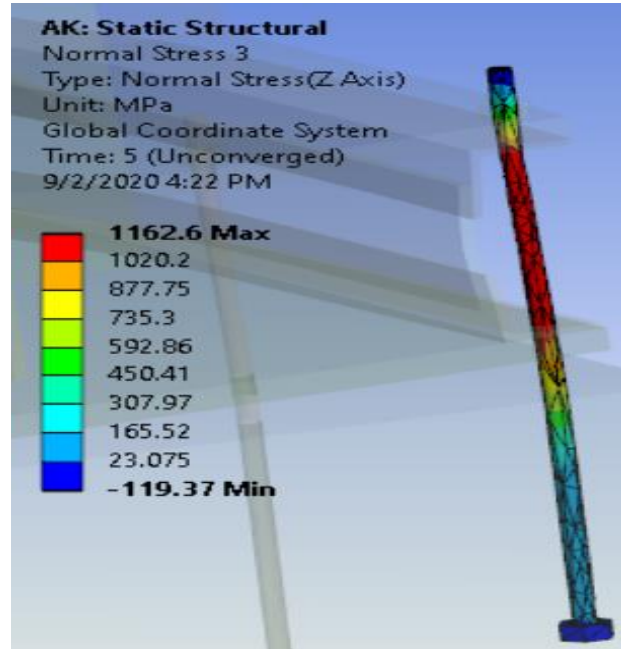
Tabel 4.46: Nilai beban tarik yang terjadi pada angkur 2 *base plate* dengan *stiffners* + balok TP 35 B 6

Tegangan Normal Rata-Rata (MPa)	Luas (mm <sup>2</sup> )	Beban Tarik (KN)
12.609	452.16	5.70
27.119	452.16	12.26
41.606	452.16	18.81
56.262	452.16	25.44
71.021	452.16	32.11

Tabel 4.46: *Lanjutan*

94.348	452.16	42.66
117.6	452.16	53.17
141.1	452.16	63.80
164.39	452.16	74.33
187.99	452.16	85.00
212.41	452.16	96.04
240.39	452.16	108.69
285.07	452.16	128.90
315.85	452.16	142.81
329.27	452.16	148.88
345.83	452.16	156.37
366.4	452.16	165.67
391.3	452.16	176.93
419.23	452.16	189.56
449.62	452.16	203.30
482.8	452.16	218.30

Dari Tabel 4.46 dapat diketahui bahwa angkur 2 mengalami tarik yang disebabkan oleh dorongan dari beban monotonik, sehingga beban tarik yang terjadi pada angkur 2 mencapai 218,30 KN dengan tegangan rata-rata yang terjadi sebesar 482,8 MPa dan tidak ada mengalami penurunan pada tegangan rata-rata.



Gambar 4.119: Tegangan yang terjadi pada angkur 3 *base plate* dengan *stiffners* + balok TP 35 B 6

Pada Gambar 4.119 yang merupakan tegangan yang terjadi pada angkur 3 dimana tegangan yang diambil berupa nilai rata-rata sehingga di dapat nilai tarik dari angkur 3 yang terdapat pada Tabel 4.47.

Tabel 4.47: Nilai beban tarik yang terjadi pada angkur 3 *base plate* dengan *stiffners* + balok TP 35 B 6

Tegangan Normal Rata-Rata (MPa)	Luas (mm <sup>2</sup> )	Beban Tarik (KN)
16.951	452.16	7.66
35.606	452.16	16.10
54.326	452.16	24.56
73.19	452.16	33.09
92.093	452.16	41.64
122.3	452.16	55.30
152.41	452.16	68.91
182.82	452.16	82.66
213.29	452.16	96.44
244.51	452.16	110.56
276.55	452.16	125.04
306.61	452.16	138.64
318.4	452.16	143.97
329.31	452.16	148.90
342.82	452.16	155.01
359.39	452.16	162.50
380.6	452.16	172.09
406.1	452.16	183.62
435.04	452.16	196.71
467.95	452.16	211.59
512.09	452.16	231.55

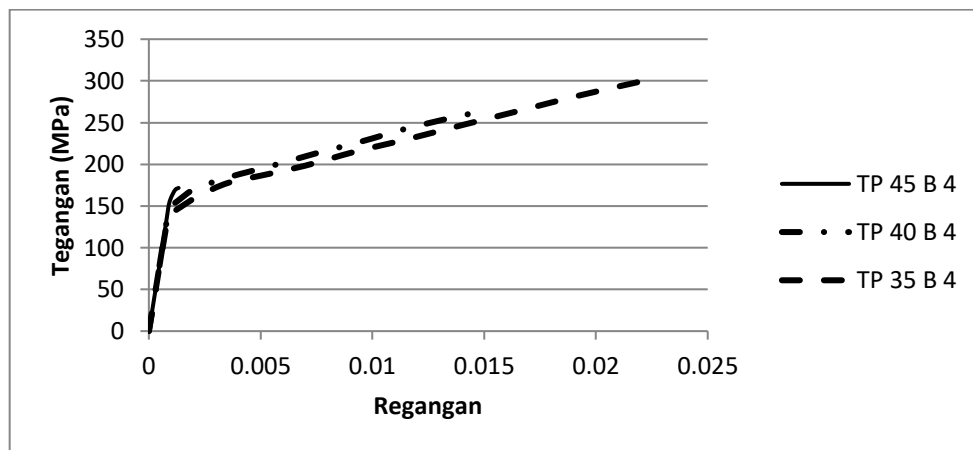
Dari Tabel 4.47 dapat diketahui bahwa angkur 3 mengalami tarik yang disebabkan oleh dorongan dari beban monotonik, sehingga beban tarik yang terjadi pada angkur 3 mencapai 231,55 KN dengan tegangan rata-rata yang terjadi sebesar 512,09 MPa dan tidak ada mengalami penurunan pada tegangan rata-rata.

#### 4.3.4 Perbandingan tegangan-regangan pada *base plate* terhadap tebal

Dibawah ini merupakan grafik perbandingan tegangan-regangan *base plate* terhadap tebalnya pada masing-masing model *base plate* yaitu tanpa *stiffners*, dengan *stiffners*, dan dengan *stiffners* + balok.

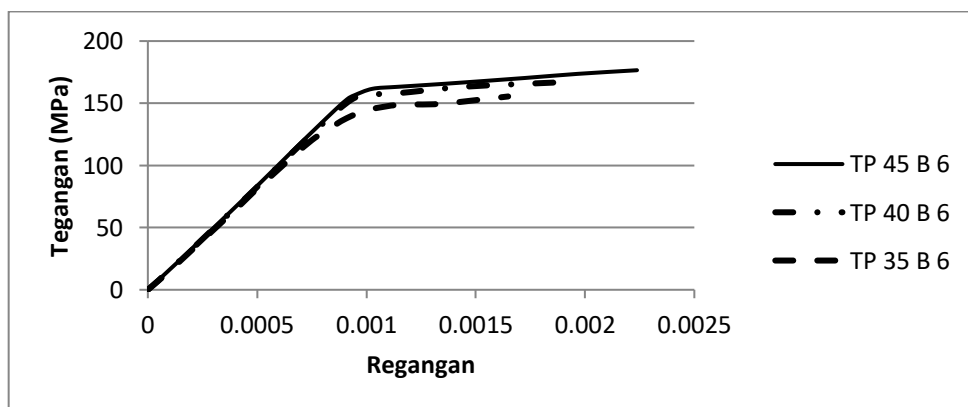
#### 4.3.4.1 Perbandingan tegangan-regangan pada *base plate* tanpa *stiffners* terhadap tebal

Perbandingan tegangan-regangan terhadap tebal *base plate* tanpa *stiffners* terdapat pada Gambar 4.120 dan Gambar 4.121.



Gambar 4.120: Perbandingan tegangan-regangan terhadap tebal *base plate* tanpa *stiffners* B 4

Dari Gambar 4.120 dapat disimpulkan bahwa pada tegangan-regangan *base plate* tanpa *stiffners* dengan jumlah angkur 4 buah dan saat tebalnya bertambah, daktilitas yang terjadi menurun, untuk tebal *base plate* 35 mm sebesar, 26,93 , untuk *base plate* 40 mm sebesar 15,87 , dan untuk *base plate* 45 mm sebesar 1,54. Hal ini dikarenakan *base plate* tidak mampu menahan deformasi, sehingga menimbulkan tekuk pada sisi tersebut akibat ditahan oleh angkur.

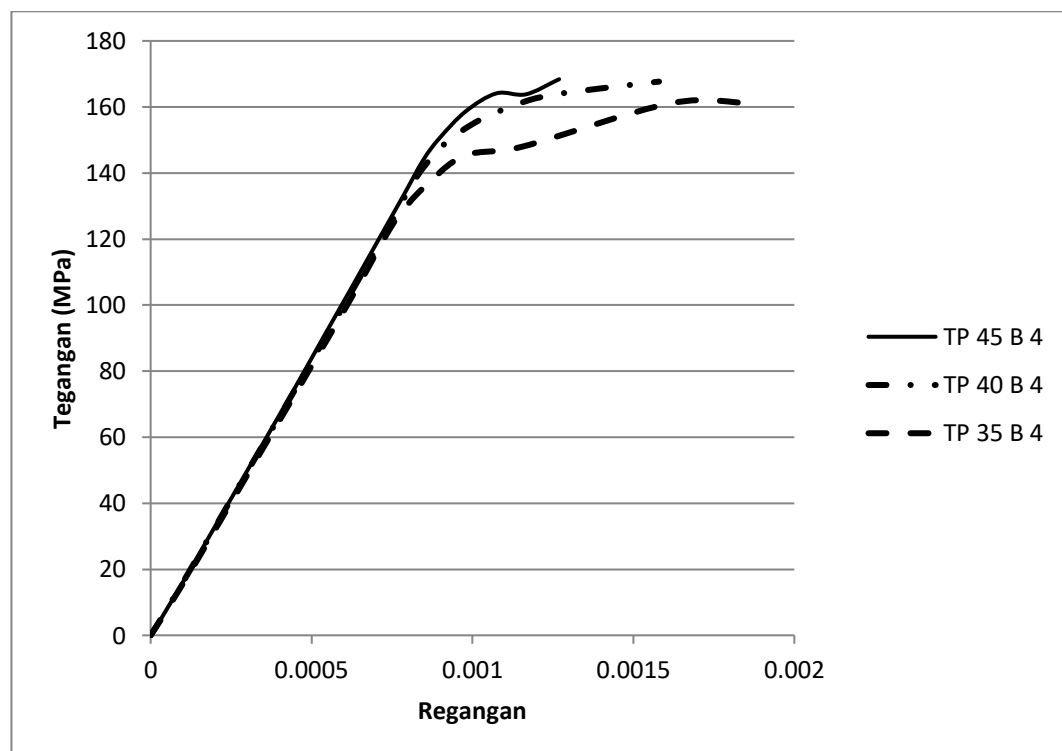


Gambar 4.121: Perbandingan tegangan-regangan terhadap tebal *base plate* tanpa *stiffners* B 6

Dari Gambar 4.121 dapat disimpulkan bahwa pada tegangan-regangan *base plate* tanpa *stiffners* dengan jumlah angkur 6 buah dan saat tebalnya bertambah, daktilitas yang terjadi turun naik tetapi tidak signifikan, untuk tebal *base plate* 35 mm sebesar, 2,03, untuk *base plate* 40 mm sebesar 2,02, dan untuk *base plate* 45 mm sebesar 2,45. Hal ini dikarenakan *base plate* sudah mampu menahan deformasi dan tekuk yang terjadi, sehingga dengan meningkatkan ketebalan *base plate*, maka daktilitas yang ditimbulkan bertambah.

#### 4.3.4.2 Perbandingan tegangan-regangan pada *base plate* dengan *stiffners* terhadap tebal

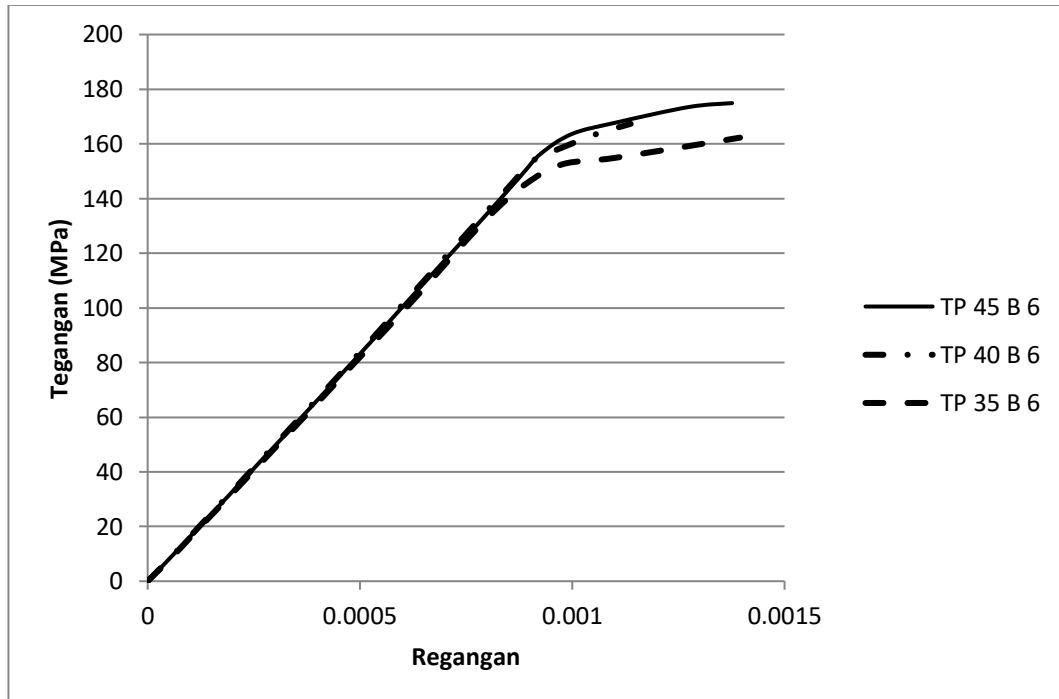
Perbandingan tegangan-regangan terhadap tebal *base plate* dengan *stiffners* terdapat pada Gambar 4.122 dan Gambar 4.123.



Gambar 4.122: Perbandingan tegangan-regangan terhadap tebal *base plate* dengan *stiffners* B 4

Dari Gambar 4.122 dapat disimpulkan bahwa pada tegangan-regangan *base plate* dengan *stiffners* dan jumlah angkur 4 buah serta penebalannya bertambah, daktilitas yang terjadi menurun, untuk tebal *base plate* 35 mm sebesar, 2,57 mm,

untuk *base plate* 40 mm sebesar 1,86 mm, dan untuk *base plate* 45 mm sebesar 1,50. Hal ini dikarenakan ketika *base plate* diberikan *stiffners* tegangan-regangan yang terjadi stabil, tetapi tidak mampu meningkatkan daktilitas yang terjadi pada *base plate*.

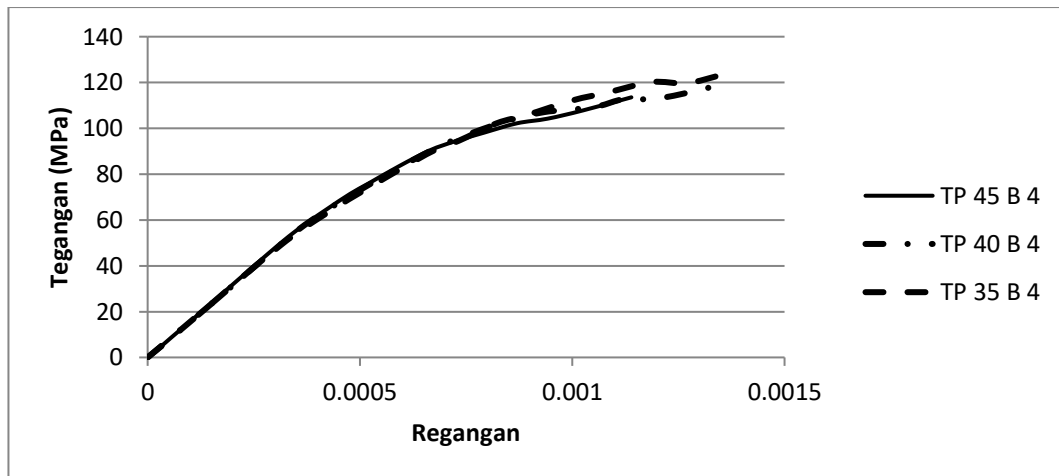


Gambar 4.123: Perbandingan tegangan-regangan terhadap tebal *base plate* dengan *stiffners* B 6

Dari Gambar 4.123 dapat disimpulkan bahwa pada tegangan-regangan *base plate* dengan *stiffners* dan jumlah angkur 6 buah serta tebalnya bertambah, daktilitas yang terjadi turun naik, untuk tebal *base plate* 35 mm sebesar 1,72, untuk *base plate* 40 mm sebesar 1,26, dan untuk *base plate* 45 mm sebesar 1,49. Hal ini dikarenakan ketika pada *base plate* pada tebal 40 mm sudah terjadi ultimate pada sisi tekan.

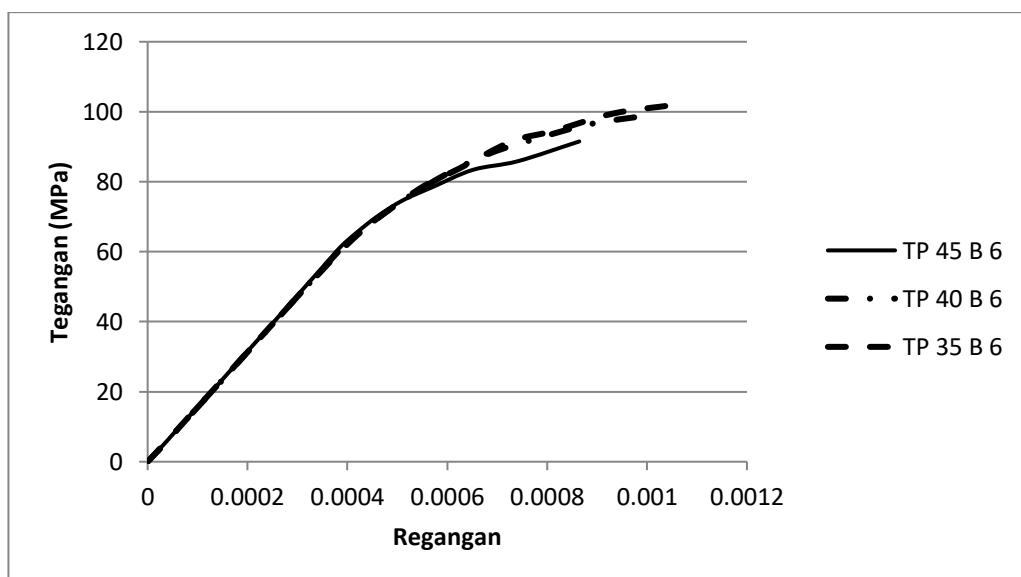
#### 4.3.4.3 Perbandingan tegangan-regangan pada *base plate* dengan *stiffners* + balok terhadap tebal

Perbandingan tegangan-regangan terhadap tebal *base plate* dengan *stiffners* + balok terdapat pada Gambar 4.124 dan Gambar 4.125.



Gambar 4.124: Perbandingan tegangan-regangan terhadap tebal *base plate* dengan *stiffners* + balok B 4

Dari Gambar 4.124 dapat disimpulkan bahwa pada tegangan-regangan *base plate* dengan *stiffners* + balok dan jumlah angkur 4 buah serta pada saat tebalnya, daktilitas yang terjadi menurun, untuk tebal *base plate* 35 mm sebesar 3,97, untuk *base plate* 40 mm sebesar 3,58, dan untuk *base plate* 45 mm sebesar 3,28. Hal ini dikarenakan ketika *base plate* diberikan *stiffners* + balok tegangan-regangan yang terjadi stabil, tetapi tidak mampu meningkatkan daktilitas yang terjadi pada *base plate*.



Gambar 4.125: Perbandingan tegangan-regangan terhadap tebal *base plate* dengan *stiffners* + balok B 6



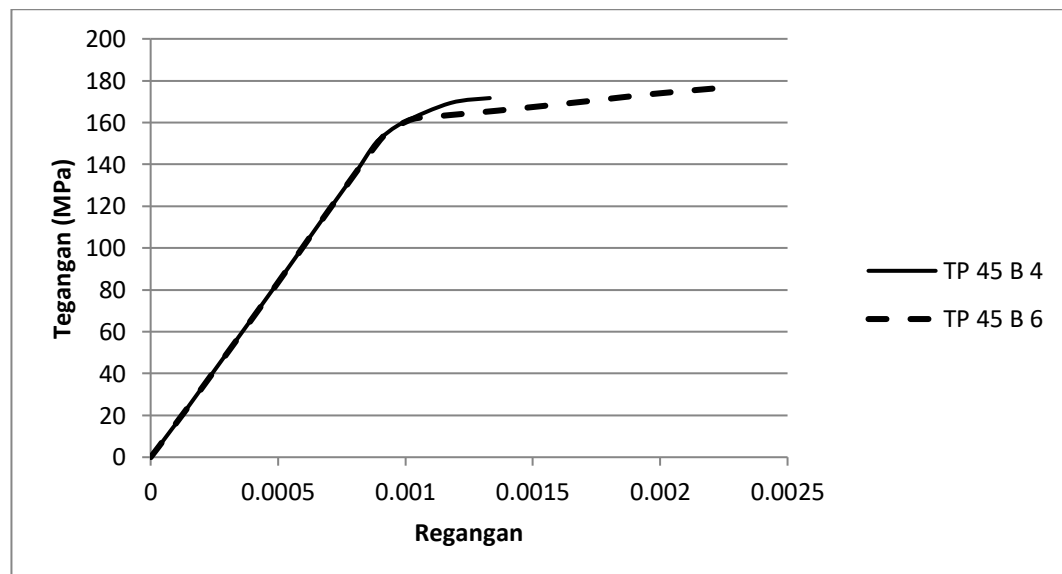
Dari Gambar 4.125 dapat disimpulkan bahwa pada tegangan-regangan *base plate* dengan *stiffners* + balok dan jumlah angkur 6 buah serta ketebalnya bertambah, daktilitas yang terjadi menurun, untuk tebal *base plate* 35 mm sebesar 2,38, untuk *base plate* 40 mm sebesar 2,34, dan untuk *base plate* 45 mm sebesar 2,23. Hal ini dikarenakan ketika *base plate* menambahkan *stiffners* + balok tegangan-regangan stabil, tetapi tidak mampu meningkatkan daktilitas yang terjadi pada *base plate*.

#### 4.3.5 Perbandingan tegangan-regangan pada *base plate* terhadap jumlah angkur

Dibawah ini merupakan grafik perbandingan tegangan-regangan *base plate* terhadap tebalnya pada masing-masing model *base plate* yaitu tanpa *stiffners*, dengan *stiffners*, dan dengan *stiffners* + balok.

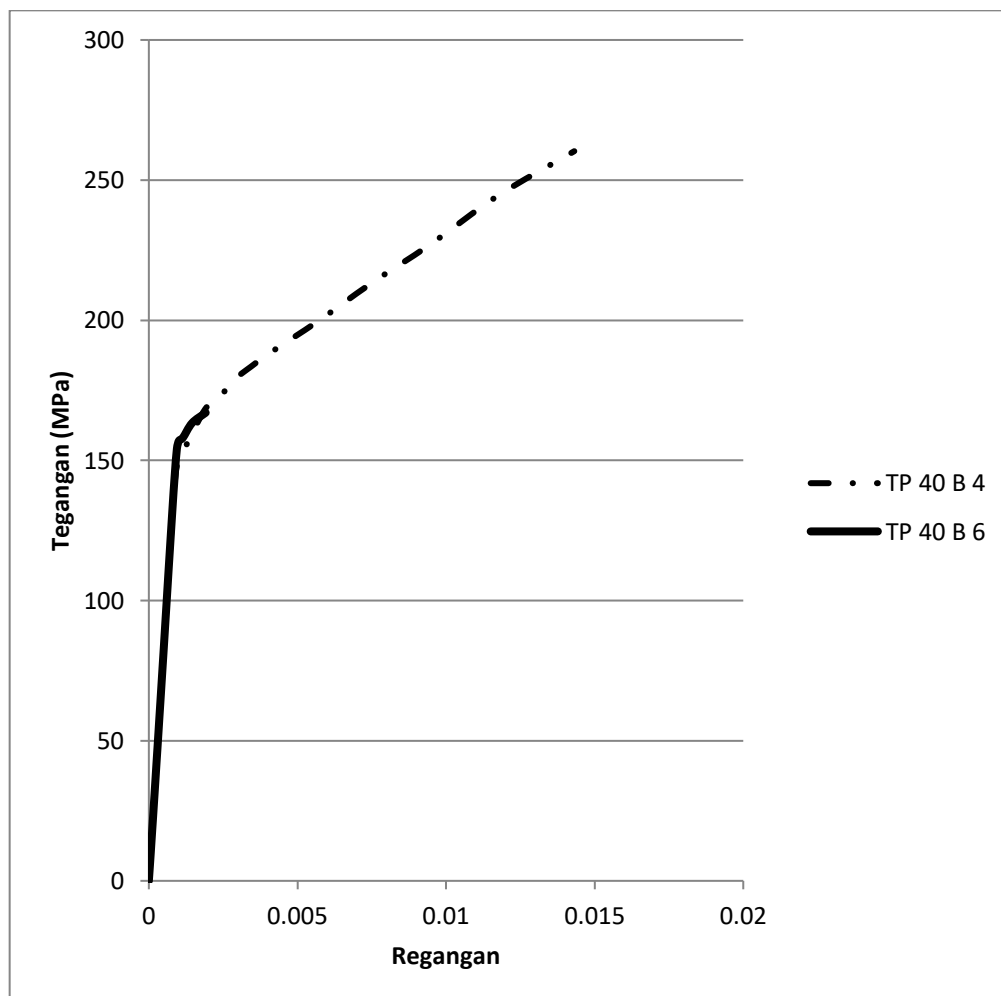
##### 4.3.5.1 Perbandingan tegangan-regangan pada *base plate* tanpa *stiffners* terhadap jumlah angkur

Perbandingan tegangan-regangan terhadap jumlah angkur *base plate* tanpa *stiffners* terdapat pada Gambar 4.126 sampai Gambar 4.128.



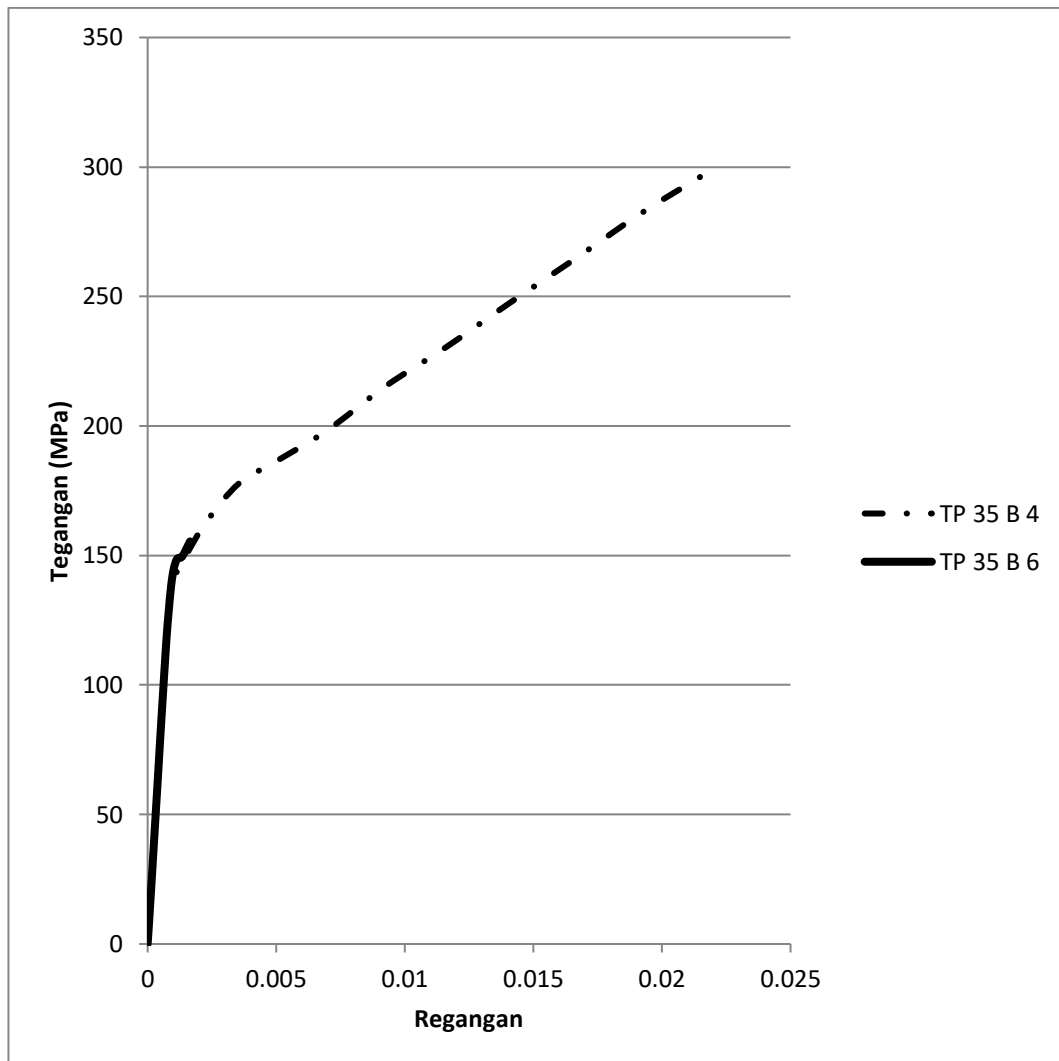
Gambar 4.126: Perbandingan tegangan-regangan terhadap jumlah angkur pada *base plate* tanpa *stiffners* TP 45

Pada Gambar 4.126 dapat disimpulkan bahwa pada tegangan-regangan *base plate* tanpa *stiffners* dengan tebal 45 mm dan saat jumlah angkur bertambah, daktilitas yang terjadi meningkat, untuk jumlah angkur 4 buah sebesar 1,54, untuk jumlah angkur 6 buah sebesar 2,45. Hal ini dikarenakan kemampuan *base plate* saat menahan beban monotonik berbeda sehingga daktilitas yang ditimbulkan menjadi meningkat ketika angkur bertambah menjadi 6 buah.



Gambar 4.127: Perbandingan tegangan-regangan terhadap jumlah angkur pada *base plate* tanpa *stiffners* TP 40

Pada Gambar 4.127 dapat disimpulkan bahwa pada tegangan-regangan *base plate* tanpa *stiffners* dengan tebal 40 mm dan saat jumlah angkur bertambah, daktilitas yang terjadi menurun, untuk jumlah angkur 4 buah sebesar 15,87, untuk jumlah angkur 6 buah sebesar 2,02. Hal ini dikarenakan jumlah angkur 4 buah tidak mampu menahan defomasi yang terjadi pada *base plate*.

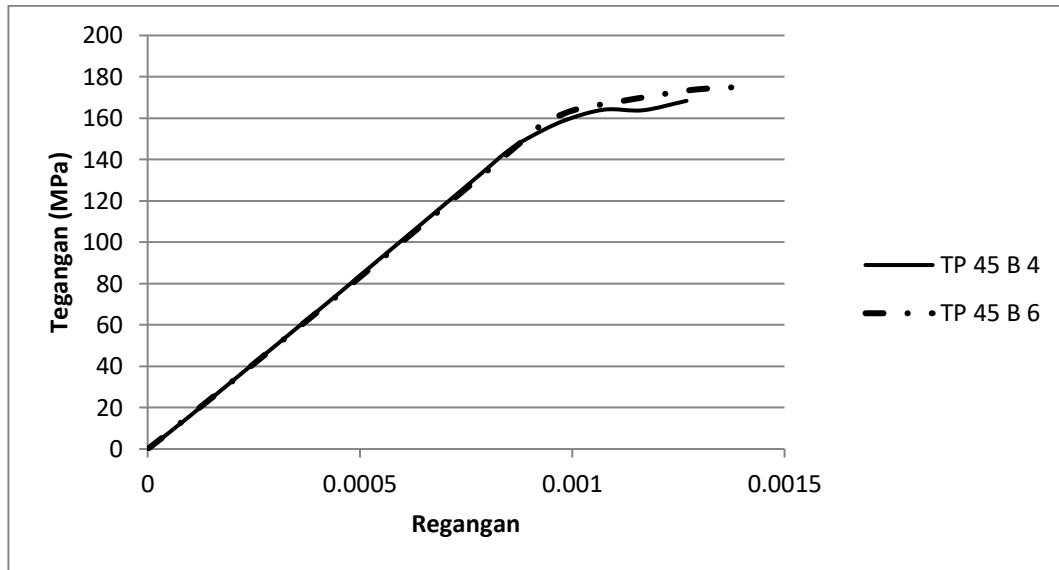


Gambar 4.128: Perbandingan tegangan-regangan terhadap jumlah angkur pada *base plate* tanpa *stiffners* TP 35

Pada Gambar 4.128 dapat disimpulkan bahwa pada tegangan-regangan *base plate* tanpa *stiffners* dengan tebal 35 mm dan saat jumlah angkur bertambah, daktilitas yang terjadi menurun, untuk jumlah angkur 4 buah sebesar 26,93, untuk jumlah angkur 6 buah sebesar 2,03. Hal ini dikarenakan jumlah angkur 4 buah tidak mampu menahan defomasi yang terjadi pada *base plate*.

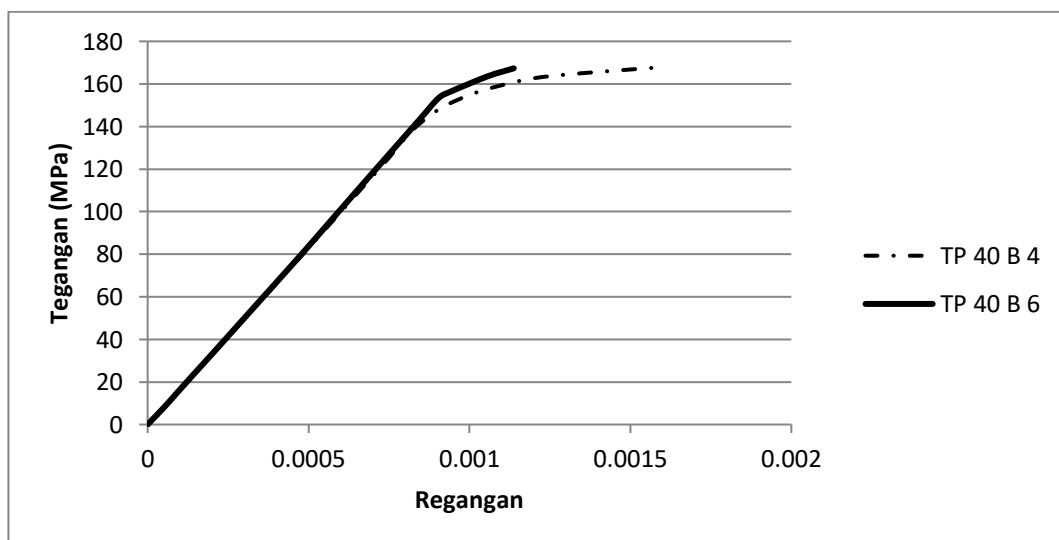
#### 4.3.5.2 Perbandingan tegangan-regangan pada *base plate* dengan *stiffners* terhadap jumlah angkur

Perbandingan tegangan-regangan terhadap jumlah angkur *base plate* dengan *stiffners* terdapat pada Gambar 4.129 sampai Gambar 4.131.



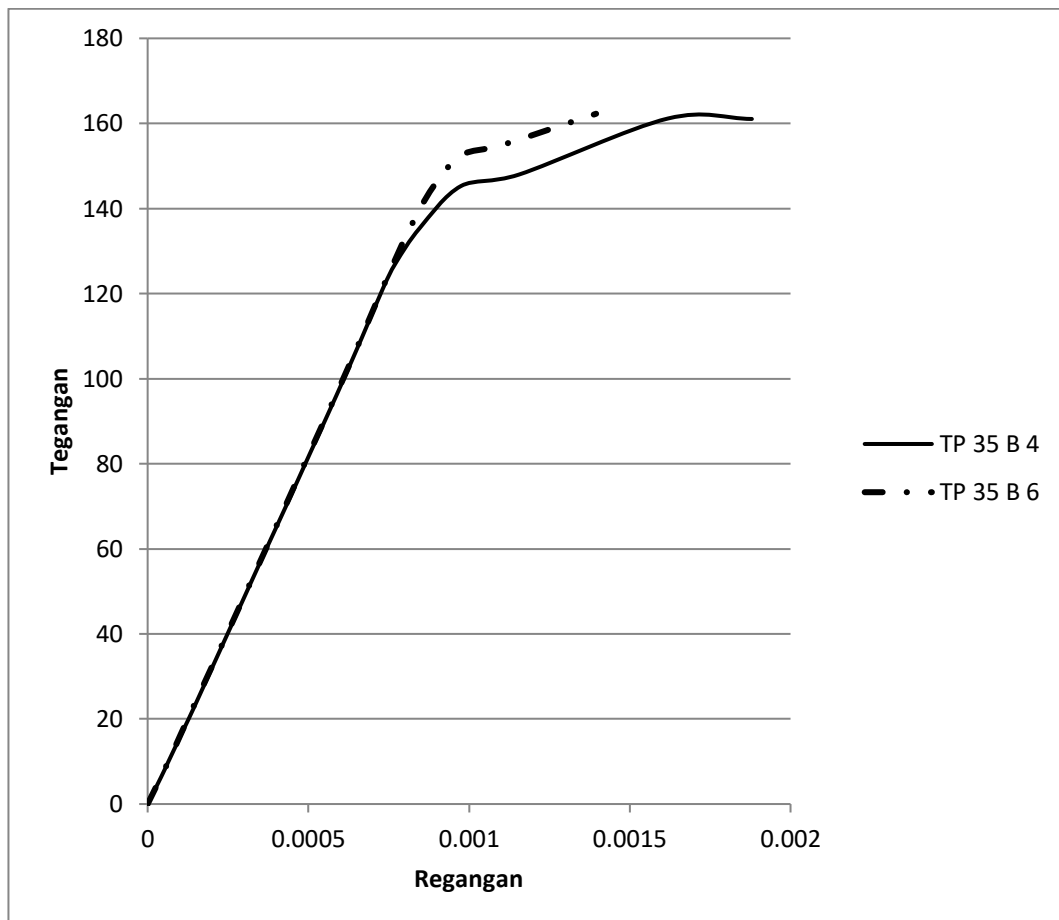
Gambar 4.129: Perbandingan tegangan-regangan terhadap jumlah angkur pada *base plate* dengan *stiffners* TP 45

Pada Gambar 4.129 dapat disimpulkan bahwa pada tegangan-regangan *base plate* dengan *stiffners* dan tebal 45 mm serta jumlah angkur bertambah, daktilitas yang terjadi menurun, untuk jumlah angkur 4 buah sebesar 1,50, untuk jumlah angkur 6 buah sebesar 1,49. Hal ini dikarenakan dengan adanya penambahan *stiffners* pada *base plate*, tidak mampu meningkatkan daktilitas *base plate* saat jumlah angkurnya bertambah.



Gambar 4.130: Perbandingan tegangan-regangan terhadap jumlah angkur pada *base plate* dengan *stiffners* TP 40

Pada Gambar 4.130 dapat disimpulkan bahwa pada tegangan-regangan *base plate* dengan *stiffners* dan tebal 40 mm serta saat jumlah angkur bertambah, daktilitas yang terjadi menurun, untuk jumlah angkur 4 buah sebesar 1,86, untuk jumlah angkur 6 buah sebesar 1,26. Hal ini dikarenakan dengan adanya penambahan *stiffners* pada *base plate*, tidak mampu meningkatkan daktilitas *base plate* saat jumlah angkurnya bertambah.

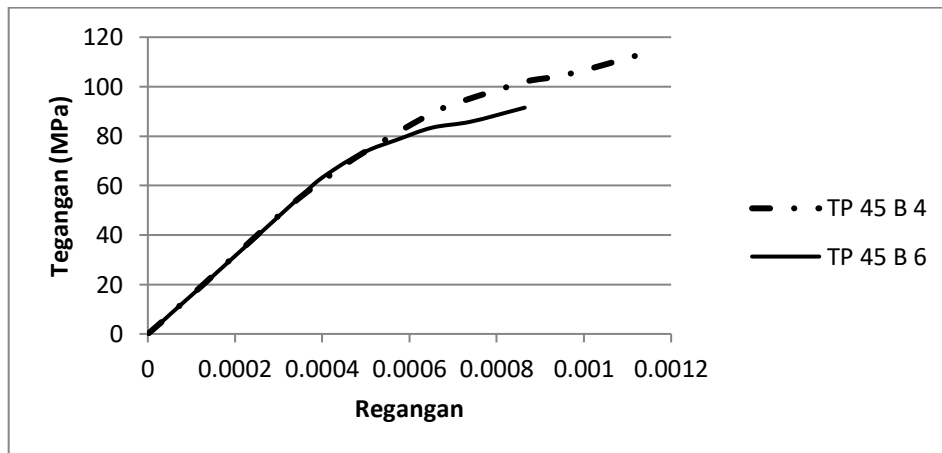


Gambar 4.131: Perbandingan tegangan-regangan terhadap jumlah angkur pada *base plate* dengan *stiffners* TP 35

Pada Gambar 4.131 dapat disimpulkan bahwa pada tegangan-regangan *base plate* dengan *stiffners* dan tebal 35 mm serta saat jumlah angkur bertambah, daktilitas yang terjadi menurun, untuk jumlah angkur 4 buah sebesar 2,57, untuk jumlah angkur 6 buah sebesar 1,26. Hal ini dikarenakan dengan adanya penambahan *stiffners* pada *base plate*, tidak mampu meningkatkan daktilitas *base plate* saat jumlah angkurnya bertambah.

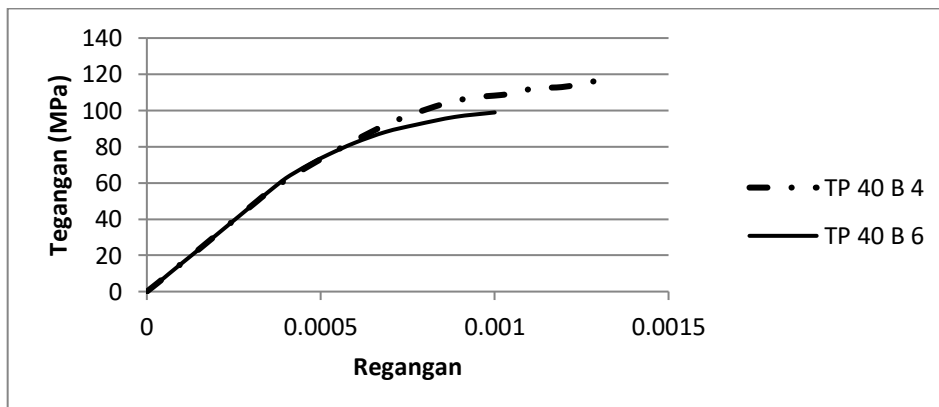
#### 4.3.5.3 Perbandingan tegangan-regangan pada *base plate* dengan *stiffners* + balok terhadap jumlah angkur

Perbandingan tegangan-regangan terhadap jumlah angkur *base plate* dengan *stiffners* + balok terdapat pada Gambar 4.132 sampai Gambar 4.134.



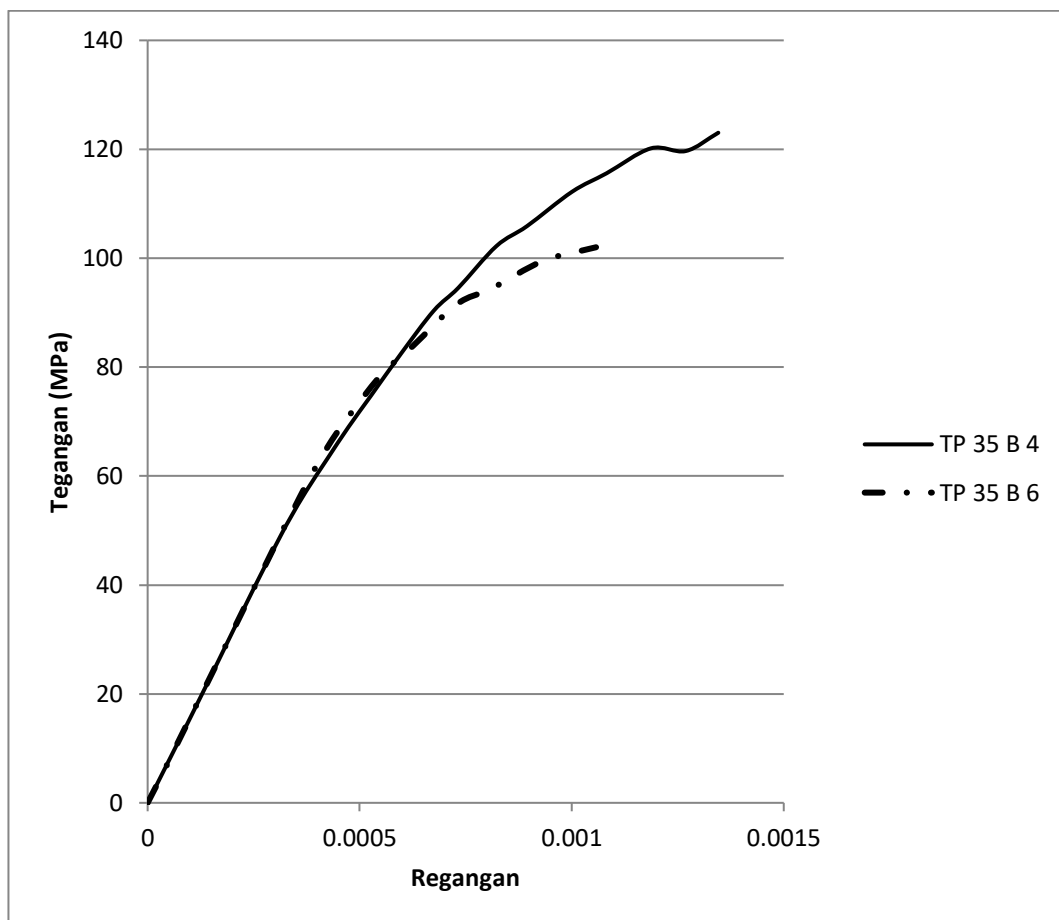
Gambar 4.132: Perbandingan tegangan-regangan terhadap jumlah angkur pada *base plate* dengan *stiffners* + balok TP 45

Pada Gambar 4.132 dapat disimpulkan bahwa pada tegangan-regangan *base plate* dengan *stiffners* + balok dan tebal 45 mm serta jumlah angkur bertambah, daktilitas yang terjadi menurun, untuk jumlah angkur 4 buah sebesar 3,28, untuk jumlah angkur 6 buah sebesar 2,23. Hal ini dikarenakan dengan adanya penambahan *stiffners* + balok pada *base plate*, tidak mampu meningkatkan daktilitas *base plate* saat jumlah angkurnya bertambah.



Gambar 4.133: Perbandingan tegangan-regangan terhadap jumlah angkur pada *base plate* dengan *stiffners* + balok TP 40

Pada Gambar 4.133 dapat disimpulkan bahwa pada tegangan-regangan *base plate* dengan *stiffners* + balok dan tebal 40 mm serta saat jumlah angkur bertambah, daktilitas yang terjadi menurun, untuk jumlah angkur 4 buah sebesar 3,58, untuk jumlah angkur 6 buah sebesar 2,34. Hal ini dikarenakan dengan adanya penambahan *stiffners* + balok pada *base plate*, tidak mampu meningkatkan daktilitas *base plate* saat jumlah angkurnya bertambah.

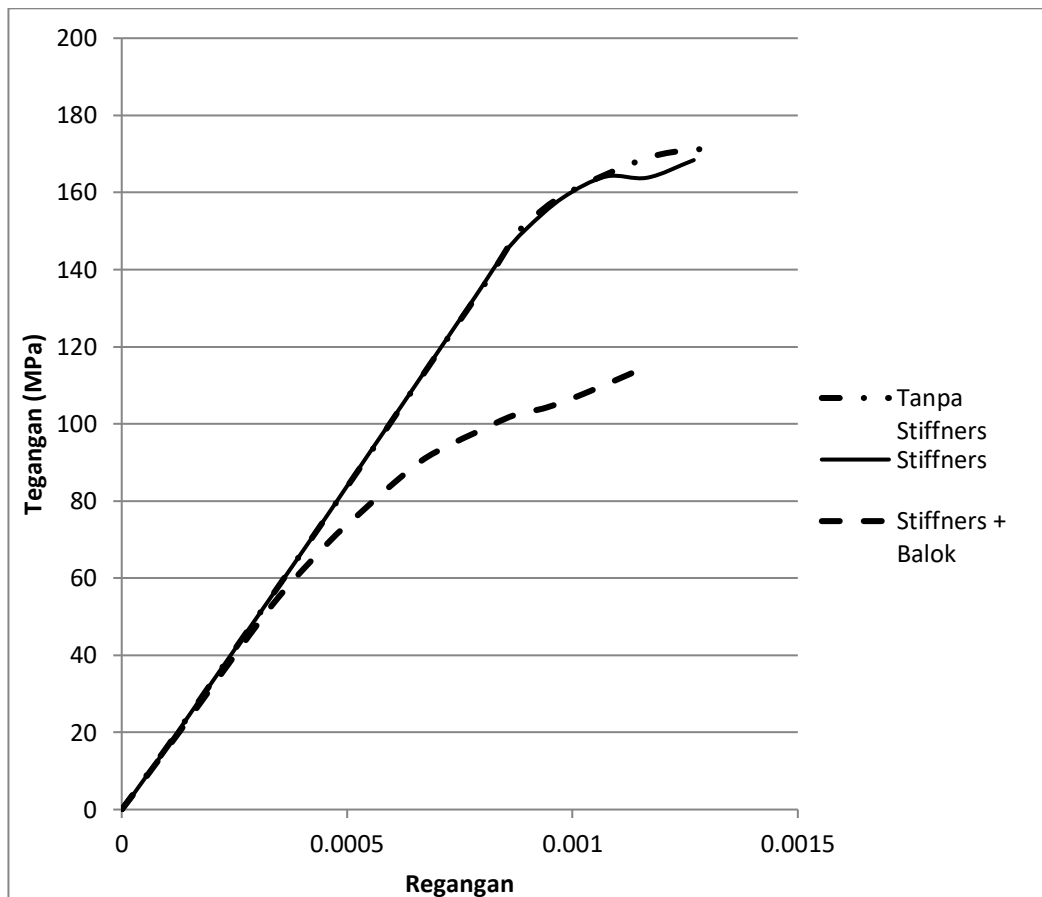


Gambar 4.134: Perbandingan tegangan-regangan terhadap jumlah angkur pada *base plate* dengan *stiffners* + balok TP 35

Pada Gambar 4.134 dapat disimpulkan bahwa pada tegangan-regangan *base plate* dengan *stiffners* + balok dan tebal 35 mm serta saat jumlah angkur bertambah, daktilitas yang terjadi menurun, untuk jumlah angkur 4 buah sebesar 3,97, untuk jumlah angkur 6 buah sebesar 2,38. Hal ini dikarenakan dengan adanya penambahan *stiffners* + balok pada *base plate*, tidak mampu meningkatkan daktilitas *base plate* saat jumlah angkurnya bertambah.

#### 4.3.6 Perbandingan tegangan-regangan pada *base plate* terhadap model

Dibawah ini merupakan grafik perbandingan tegangan-regangan *base plate* terhadap model *base plate* yaitu tanpa *stiffners*, dengan *stiffners*, dan dengan *stiffners* + balok dapat dilihat pada Gambar 4.135 sampai Gambar 4.140.

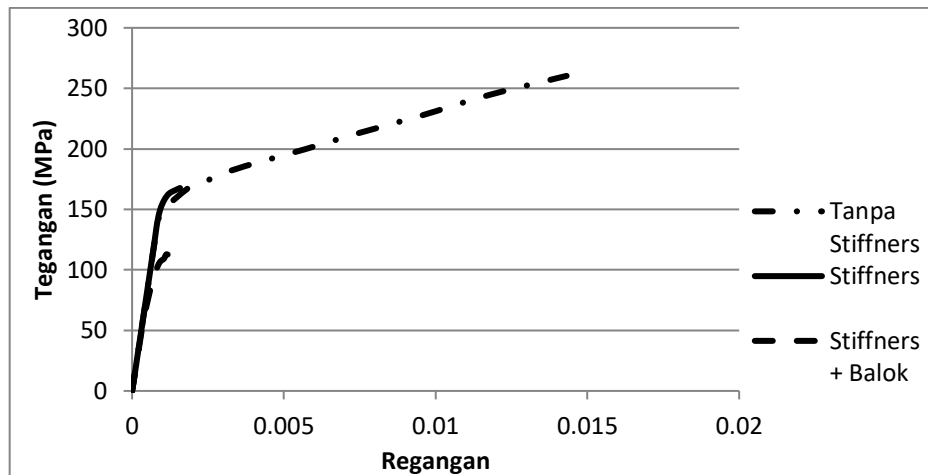


Gambar 4.135: Perbandingan tegangan-regangan terhadap model *base plate* TP 45

B 4

Pada Gambar 4.135 dapat disimpulkan bahwa pada tegangan-regangan *base plate* dengan tebal 45 mm dan jumlah angkur 4 buah, daktilitas yang terjadi turun naik, untuk tanpa *stiffners* sebesar 1,54, untuk *stiffners* sebesar 1,50, dan untuk *stiffners* + balok sebesar 3,28 Hal ini dikarenakan dengan adanya penambahan *stiffners* pada *base plate*, tidak mampu meningkatkan daktilitas *base plate*. Sedangkan dengan adanya penambahan *stiffners* + balok yang di sebabkan dimensi lebih panjang, mampu meningkatkan daktilitas pada *base plate*.

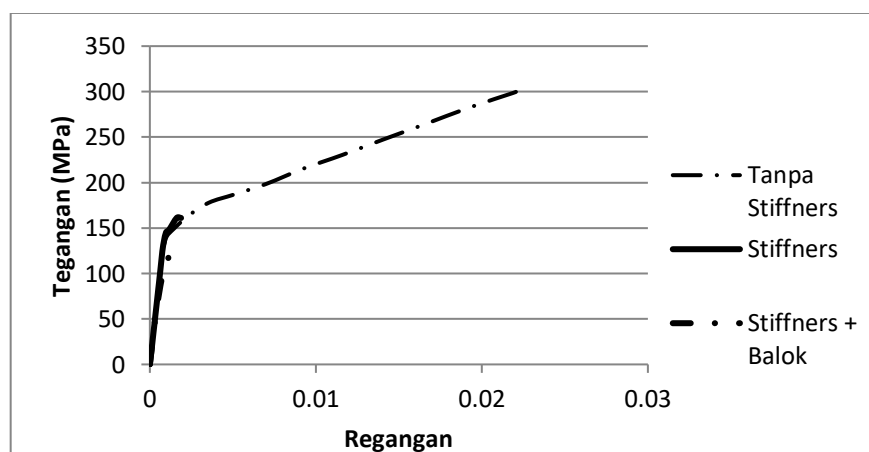




Gambar 4.136: Perbandingan tegangan-regangan terhadap model *base plate* TP 40

B 4

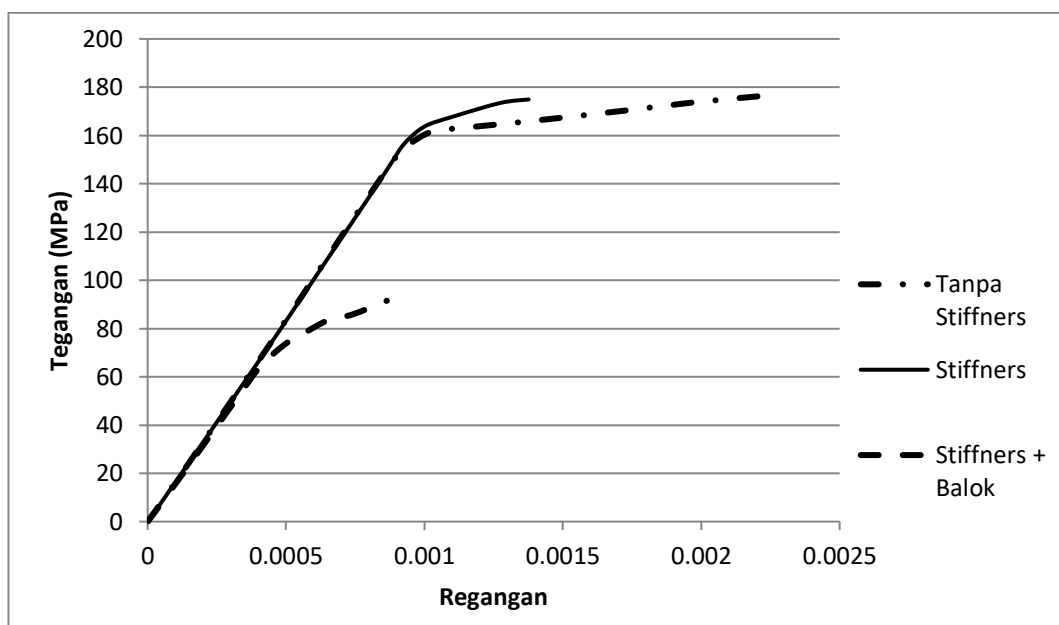
Pada Gambar 4.136 dapat disimpulkan bahwa pada tegangan-regangan *base plate* dengan tebal 40 mm dan jumlah angkur 4 buah, daktilitas yang terjadi turun naik, untuk tanpa *stiffners* sebesar 15,87, untuk *stiffners* sebesar 1,86, dan untuk *stiffners* + balok sebesar 3,58 Hal ini dikarenakan dengan saat tanpa *stiffners* deformasi yang terjadi lebih besar sehingga daktilitasnya membesar, saat diberikan *stiffners* deformasi yang terjadi berkurang signifikan dan stabil, tetapi daktilitas yang terjadi menurun, dan saat diberikan *stiffners* + balok deformasi menjadi stabil, tetapi daktilitas meningkat akibat dimensi *base plate* yang panjang.



Gambar 4.137: Perbandingan tegangan-regangan terhadap model *base plate* TP 35

B 4

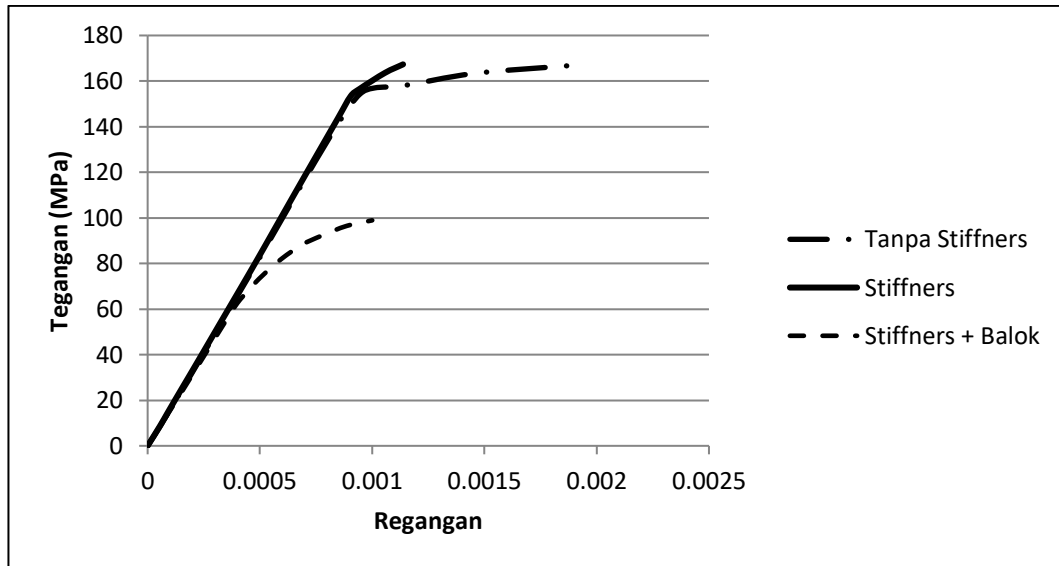
Pada Gambar 4.137 dapat disimpulkan bahwa pada tegangan-regangan *base plate* dengan tebal 35 mm dan jumlah angkur 4 buah, daktilitas yang terjadi turun naik, untuk tanpa *stiffners* sebesar 26,93, untuk *stiffners* sebesar 2,57, dan untuk *stiffners* + balok sebesar 3,97 Hal ini dikarenakan dengan saat tanpa stiffners deformasi yang terjadi lebih besar sehingga daktilitasnya membesar, saat diberikan *stiffners* deformasi yang terjadi berkurang signifikan dan stabil, tetapi daktilitas yang terjadi menurun, dan saat diberikan *stiffners* + balok deformasi menjadi stabil, tetapi daktilitas meningkat akibat dimensi *base plate* yang panjang.



Gambar 4.138: Perbandingan tegangan-regangan terhadap model *base plate* TP 45

B 6

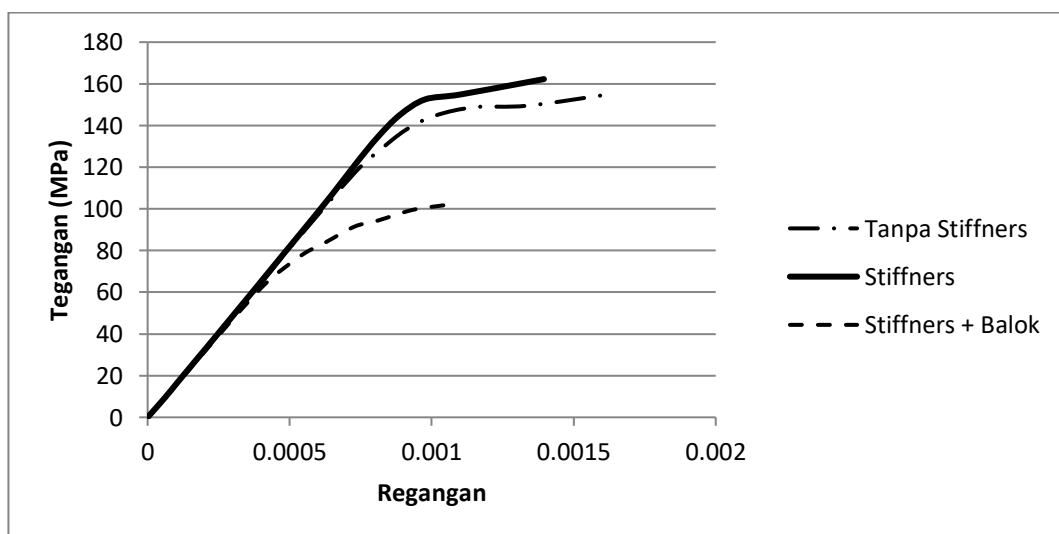
Pada Gambar 4.138 dapat disimpulkan bahwa pada tegangan-regangan *base plate* dengan tebal 45 mm dan jumlah angkur 6 buah, daktilitas yang terjadi turun naik, untuk tanpa *stiffners* sebesar 2,45, untuk *stiffners* sebesar 1,49, dan untuk *stiffners* + balok sebesar 2,23 Hal ini dikarenakan ketika base plate diberikan stiffners, daktilitas yang terjadi menurun, dan saat diberikan *stiffners* + balok, daktilitas meningkat akibat dimensi *base plate* yang panjang.



Gambar 4.139: Perbandingan tegangan-regangan terhadap model *base plate* TP 40

B 6

Pada Gambar 4.139 dapat disimpulkan bahwa pada tegangan-regangan *base plate* dengan tebal 40 mm dan jumlah angkur 6 buah, daktilitas yang terjadi turun naik, untuk tanpa *stiffners* sebesar 2,02, untuk *stiffners* sebesar 1,26, dan untuk *stiffners* + balok sebesar 2,34. Hal ini dikarenakan ketika *base plate* diberikan *stiffners*, daktilitas yang terjadi menurun, dan saat diberikan *stiffners* + balok, daktilitas meningkat akibat dimensi *base plate* yang panjang.



Gambar 4.140: Perbandingan tegangan-regangan terhadap model *base plate* TP 35

B 6

Pada Gambar 4.140 dapat disimpulkan bahwa pada tegangan-regangan *base plate* dengan tebal 35 mm dan jumlah angkur 6 buah, daktilitas yang terjadi turun naik, untuk tanpa *stiffners* sebesar 2,03, untuk *stiffners* sebesar 1,72, dan untuk *stiffners* + balok sebesar 2,38. Hal ini dikarenakan ketika *base plate* diberikan *stiffners*, daktilitas yang terjadi menurun, dan saat diberikan *stiffners* + balok, daktilitas meningkat akibat dimensi *base plate* yang panjang.

#### 4.4 Retak Pedestal

Berdasarkan Chelcea, Amelia dkk (2017), beton dikatakan retak apabila tegangan tarik ( $f_t$ ) > modulus retak ( $f_r$ ) dan dikatakan tidak retak apabila tegangan tarik ( $f_t$ ) < modulus retak ( $f_r$ ). Dari analisis retak pedestal pada *base plate*, data yang digunakan, ialah mutu beton sebesar 25 MPa serta faktor modifikasi,  $\lambda$  sebesar 1 (faktor modifikasi dapat dilihat pada tabel 2.4). Dibawah ini terdapat cara perhitungan retak pedestal beton berdasarkan SNI 2847 (2019), Diambil salah satu model yaitu *base plate* tanpa *stiffners* dengan tebal plat 40 mm jumlah angkur 4 buah.

$$f_r = 0,62 \cdot \lambda \sqrt{f_c'} = 0,62 \cdot 1 \sqrt{25} = 3,1 \text{ MPa}$$

$$f_t = 34,47 \text{ MPa}$$

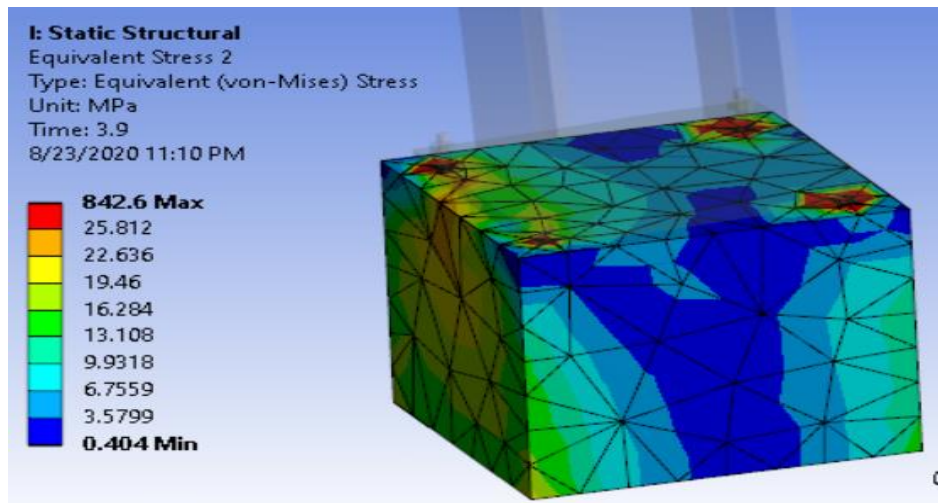
Karena  $f_t = 34,47 \text{ MPa} > f_r = 3,1 \text{ MPa}$ , maka dapat disimpulkan bahwa beton mengalami retak.

##### 4.4.1 Retak pedestal pada *base plate* tanpa *stiffners*

Dibawah ini dijelaskan hasil dari analisis retak pedestal pada *base plate* tanpa *stiffners* yang terdapat pada Gambar 4.141 sampai Gambar 4.152.

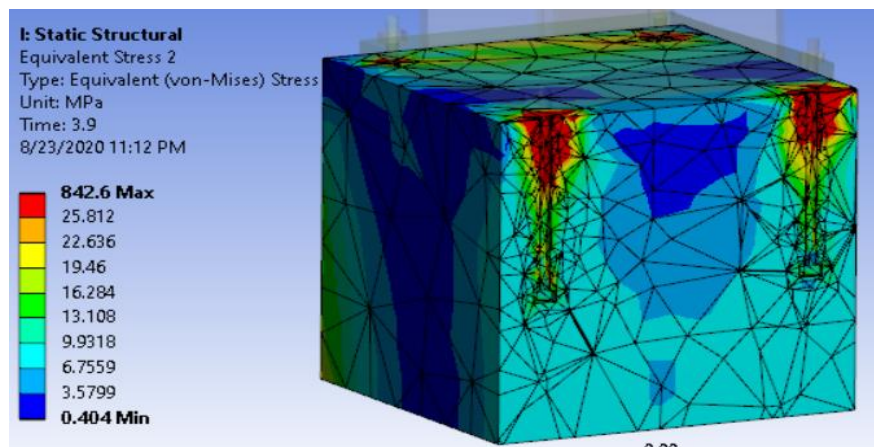
##### 4.4.1.1 Retak pedestal pada *base plate* tanpa *stiffners* TP 45 B 4

Pada Gambar 4.141 dan 4.142 merupakan gambar pedestal beton pada *base plate* tanpa *stiffners* dengan tebal 45 mm dan jumlah angkur 4 buah yang mengalami retak akibat tekan dari *base plate* dan tarik dari angkur.



Gambar 4.141: Analisis retak pedestal pada *base plate* tanpa *stiffners* TP 45 B 4

Dari Gambar 4.141, dapat disimpulkan bahwa dari kontur tegangan pedesatal beton sudah mengalami retak akibat tertekannya pedestal dari tempat *base plate* yang disebabkan oleh dorongan dari beban monotonik.



Gambar 4.142: Retak pedestal yang terjadi pada bagian angkur *base plate* tanpa *stiffners* TP 45 B 4

Pada Gambar 4.142 pada area angkur beton sudah mengalami retak akibat angkur yang tertarik, sehingga dapat disimpulkan bahwa angkur sudah tercabut dari pedestal beton. Dari dua gambar diatas diambil tegangan rata-rata dari beton untuk mengetahui besarnya beban monotonik yang membuat beton mengalami

retak pada *base plate* tanpa *stiffners* TP 45 B 4, dapat dilihat pada Tabel 4.48 dibawah ini.

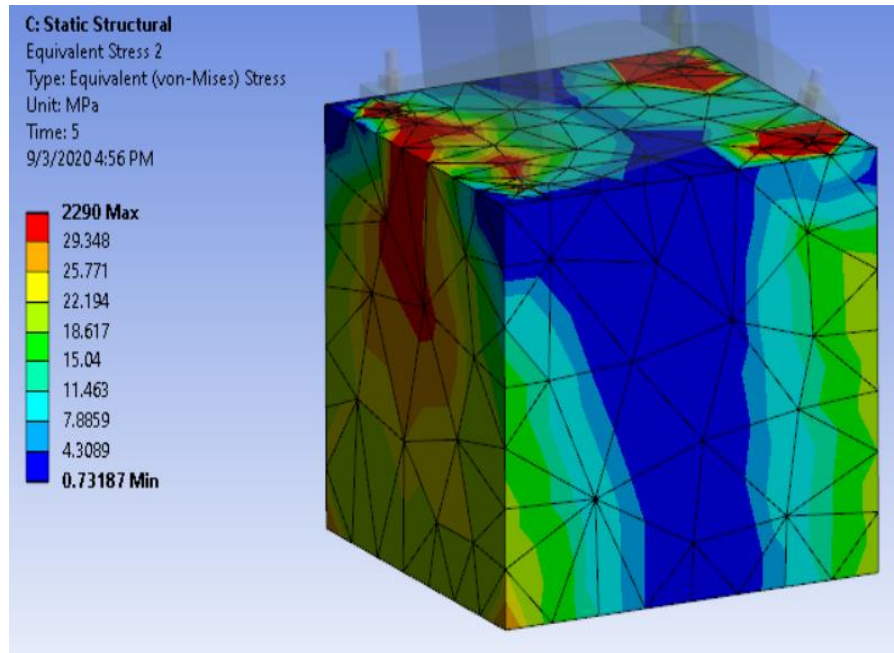
Tabel 4.48: Besarnya beban monotonik saat terjadi retak pada *base plate* tanpa *stiffners* TP 45 B 4

Time	Beban Monotonik (N)	Tegangan Rata-Rata (MPa)	Cek
0	0	0	Tidak Retak
0.2	16000	4.04	Retak
0.4	32000	4.30	Retak
0.6	48000	4.60	Retak
0.8	64000	4.93	Retak
1	80000	5.29	Retak
1.2	96000	5.75	Retak
1.4	112000	6.32	Retak
1.6	128000	6.94	Retak
1.8	144000	7.63	Retak
2	160000	8.38	Retak
2.2	176000	9.15	Retak
2.4	192000	9.95	Retak
2.6	208000	10.83	Retak
2.8	224000	11.74	Retak
3	240000	12.84	Retak
3.2	256000	14.06	Retak
3.4	272000	15.30	Retak
3.6	288000	16.63	Retak
3.8	304000	17.99	Retak
3.9	312000	18.74	Retak
4	320000	17.71	Retak

Dari Tabel 4.48 dapat disimpulkan bahwa pedestal beton sudah mengalami retak saat beban monotonik mencapai 16 KN dengan nilai tegangan 4,04 MPa. Pada saat beban mononik mencapai 312 KN, tegangan retak yang terjadi pada beton sebesar 18,74 MPa, tetapi pada saat beban mencapai 320 MPa, tegangan retak pada beton menurun sebesar 17,71 MPa. Ini dikarenakan beton sudah hancur yang disebabkan oleh tekan dari *base plate* dan tarik dari angkur.

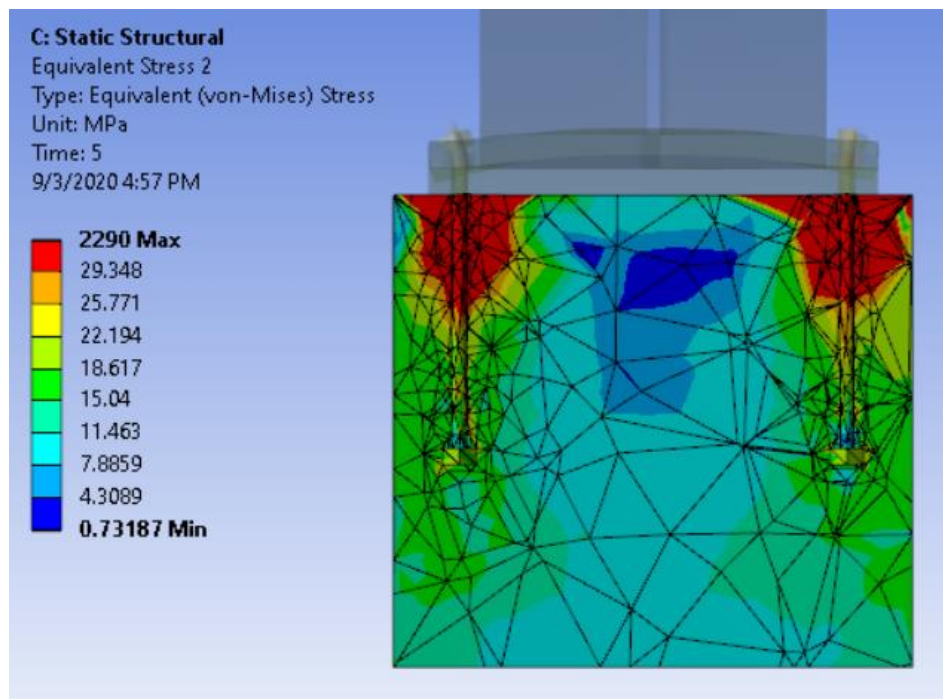
#### 4.4.1.2 Retak pedestal pada *base plate* tanpa *stiffners* TP 40 B 4

Pada Gambar 4.143 dan 4.144 merupakan gambar pedestal beton pada *base plate* tanpa *stiffners* dengan tebal 40 mm jumlah angkur 4 buah yang mengalami retak akibat tekan dari *base plate* dan tarik dari angkur.



Gambar 4.143: Analisis retak pedestal pada *base plate* tanpa *stiffners* TP 40 B 4

Dari Gambar 4.143, dapat disimpulkan bahwa dari kontur tegangan pedestal beton sudah mengalami retak akibat tertekannya pedestal dari tempat *base plate* yang disebabkan oleh dorongan dari beban monotonik.



Gambar 4.144: Retak pedestal yang terjadi pada bagian angkur *base plate* tanpa *stiffners* TP 40 B 4

Pada gambar 4.144 pada area angkur beton sudah mengalami retak akibat angkur yang tertarik, sehingga dapat disimpulkan bahwa angkur sudah tercabut dari pedestal beton. Dari dua gambar diatas diambil tegangan rata-rata dari beton untuk mengetahui besarnya beban monotonik yang membuat beton mengalami retak pada *base plate* tanpa *stiffners* TP 40 B 4, dapat dilihat pada Tabel 4.49 dibawah ini.

Tabel 4.49: Besarnya beban monotonik saat terjadi retak pada *base plate* tanpa *stiffners* TP 40 B 4

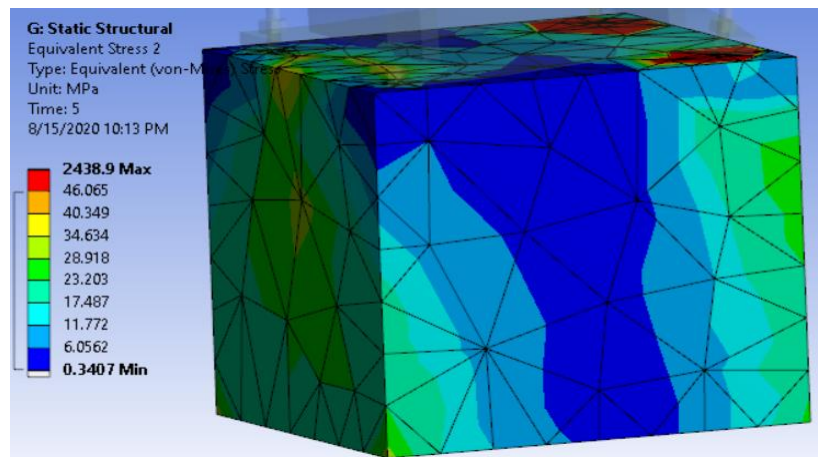
Time	Beban Monotonik (N)	Tegangan Rata-Rata (MPa)	Cek
0	0	0	Tidak Retak
0.2	16000	4.04	Retak
0.4	32000	4.30	Retak
0.6	48000	4.62	Retak
0.8	64000	4.96	Retak
1	80000	5.33	Retak
1.2	96000	5.81	Retak
1.4	112000	6.39	Retak
1.6	128000	7.04	Retak
1.8	144000	7.74	Retak
2	160000	8.50	Retak
2.2	176000	9.29	Retak
2.4	192000	10.11	Retak
2.6	208000	11.02	Retak
2.8	224000	11.93	Retak
3	240000	13.11	Retak
3.2	256000	14.33	Retak
3.4	272000	15.64	Retak
3.6	288000	17.08	Retak
3.7	296000	17.87	Retak
3.8	304000	18.64	Retak
3.9	312000	19.63	Retak
4	320000	20.64	Retak
4.2	336000	22.78	Retak
4.4	352000	25.24	Retak
4.6	368000	27.84	Retak
4.8	384000	30.84	Retak
5	400000	34.47	Retak

Dari Tabel 4.49 dapat disimpulkan bahwa pedestal beton sudah mengalami retak saat beban monotonik mencapai 16 KN dengan nilai tegangan 4,04 MPa. Pada saat beban mononik mencapai 400 KN, tegangan retak yang terjadi pada beton sebesar 34,47 MPa, Ini dikarenakan beton sudah hancur yang disebabkan oleh tekan dari *base plate* dan tarik dari angkur.



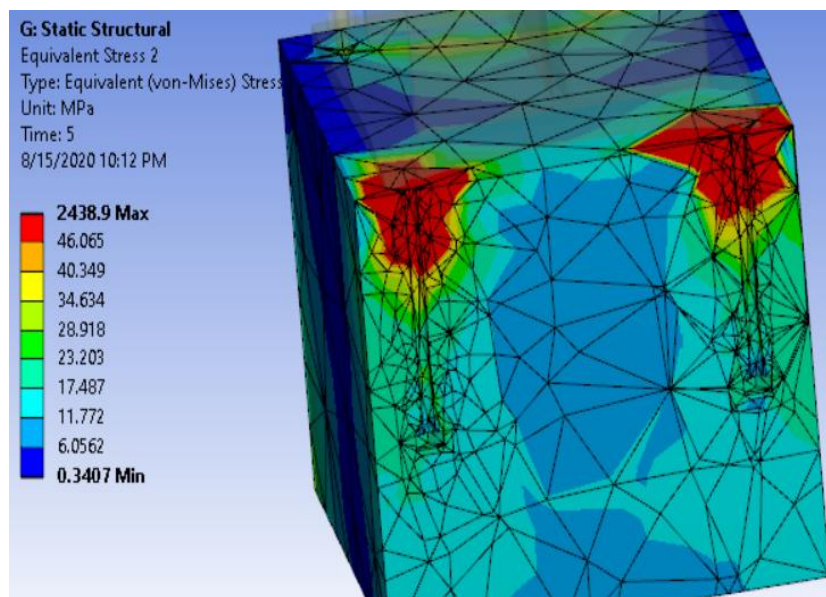
#### 4.4.1.3 Retak pedestal pada *base plate* tanpa *stiffners* TP 35 B 4

Pada Gambar 4.145 dan 4.146 merupakan gambar pedestal beton pada *base plate* tanpa *stiffners* dengan tebal 35 mm jumlah angkur 4 buah yang mengalami retak akibat tekan dari *base plate* dan tarik dari angkur.



Gambar 4.145: Analisis retak pedestal pada *base plate* tanpa *stiffners* TP 35 B 4

Dari Gambar 4.145, dapat disimpulkan bahwa dari kontur tegangan pedestal beton sudah mengalami retak akibat tertekannya pedestal dari tempat *base plate* yang disebabkan oleh dorongan dari beban monotonik.



Gambar 4.146: Retak pedestal yang terjadi pada bagian angkur *base plate* tanpa *stiffners* TP 35 B 4

Pada Gambar 4.146 pada area angkur beton sudah mengalami retak akibat angkur yang tertarik, sehingga dapat disimpulkan bahwa angkur sudah tercabut dari pedestal beton. Dari dua gambar diatas diambil tegangan rata-rata dari beton untuk mengetahui besarnya beban monotonik yang membuat beton mengalami retak pada *base plate* tanpa *stiffners* TP 35 B 4, dapat dilihat pada Tabel 4.50 dibawah ini.

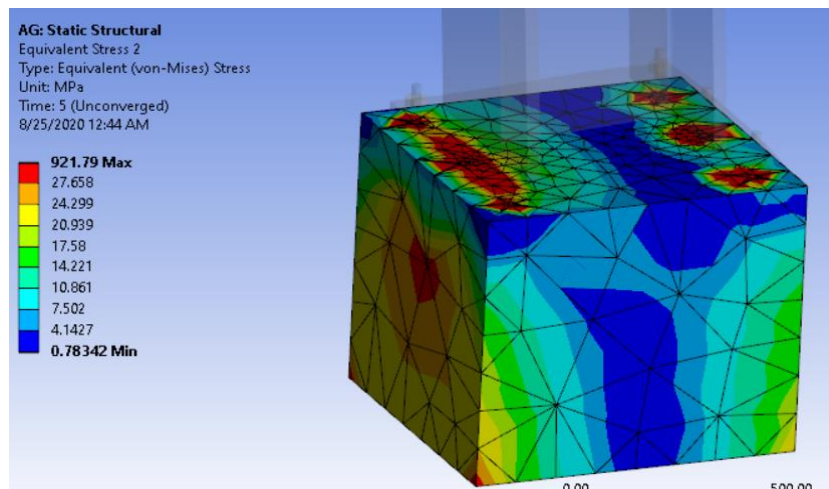
Tabel 4.50: Data pembebanan saat terjadi keretakan pada *base plate* tanpa *stiffners* TP 35 B 4

Time	Beban Monotonik (N)	Tegangan Rata-Rata (MPa)	Cek
0	0	0.00	Tidak Retak
0.2	16000	4.04	Retak
0.4	32000	4.31	Retak
0.6	48000	4.64	Retak
0.8	64000	4.99	Retak
1	80000	5.38	Retak
1.2	96000	5.87	Retak
1.4	112000	6.46	Retak
1.6	128000	7.12	Retak
1.8	144000	7.84	Retak
2	160000	8.61	Retak
2.2	176000	9.42	Retak
2.4	192000	10.27	Retak
2.6	208000	11.23	Retak
2.8	224000	12.33	Retak
3	240000	13.55	Retak
3.2	256000	15.08	Retak
3.4	272000	16.92	Retak
3.6	288000	19.07	Retak
3.8	304000	21.48	Retak
4	320000	24.07	Retak
4.2	336000	26.90	Retak
4.4	352000	29.91	Retak
4.6	368000	33.09	Retak
4.8	384000	36.50	Retak
4.9844	398750	40.13	Retak
5	400000	40.49	Retak

Dari Tabel 4.50 dapat disimpulkan bahwa pedestal beton sudah mengalami retak saat beban monotonik mencapai 16 KN dengan nilai tegangan 4,04 MPa. Pada saat beban mononik mencapai 400 KN, tegangan retak yang terjadi pada beton sebesar 40,49 MPa, Ini dikarenakan beton sudah hancur yang disebabkan oleh tekan dari *base plate* dan tarik dari angkur.

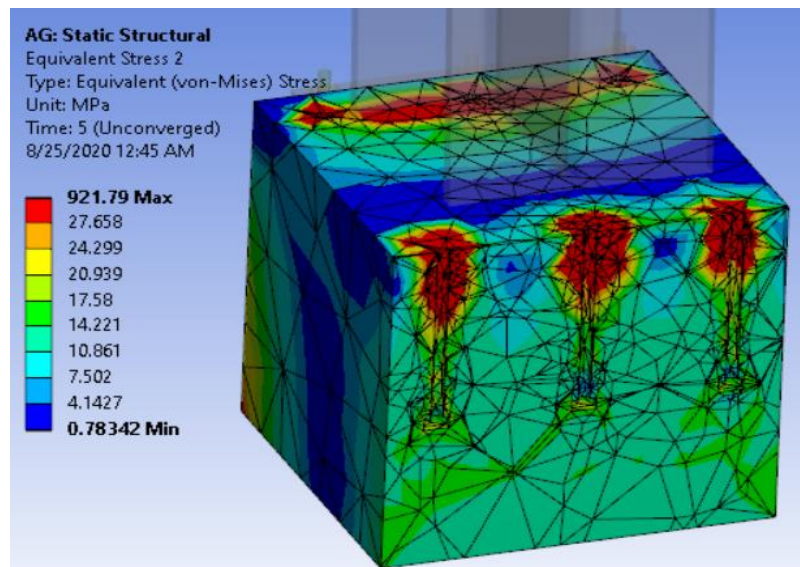
#### 4.4.1.4 Retak pedestal pada *base plate* tanpa *stiffners* TP 45 B 6

Pada Gambar 4.147 dan 4.148 merupakan gambar pedestal beton pada *base plate* tanpa *stiffners* dengan tebal 45 mm jumlah angkur 6 buah yang mengalami retak akibat tekan dari *base plate* dan tarik dari angkur.



Gambar 4.147: Analisis retak pedestal pada *base plate* tanpa *stiffners* TP 45 B 6

Dari Gambar 4.147, dapat disimpulkan bahwa dari kontur tegangan pedestal beton sudah mengalami retak akibat tertekannya pedestal dari tempat *base plate* yang disebabkan oleh dorongan dari beban monotonik.



Gambar 4.148: Retak pedestal yang terjadi pada bagian angkur *base plate* tanpa *stiffners* TP 45 B 6

Pada Gambar 4.148 pada area angkur beton sudah mengalami retak akibat angkur yang tertarik, sehingga dapat disimpulkan bahwa angkur sudah tercabut dari pedestal beton. Dari dua gambar diatas diambil tegangan rata-rata dari beton untuk mengetahui besarnya beban monotonik yang membuat beton mengalami retak pada *base plate* tanpa *stiffners* TP 45 B 6, dapat dilihat pada Tabel 4.51 dibawah ini.

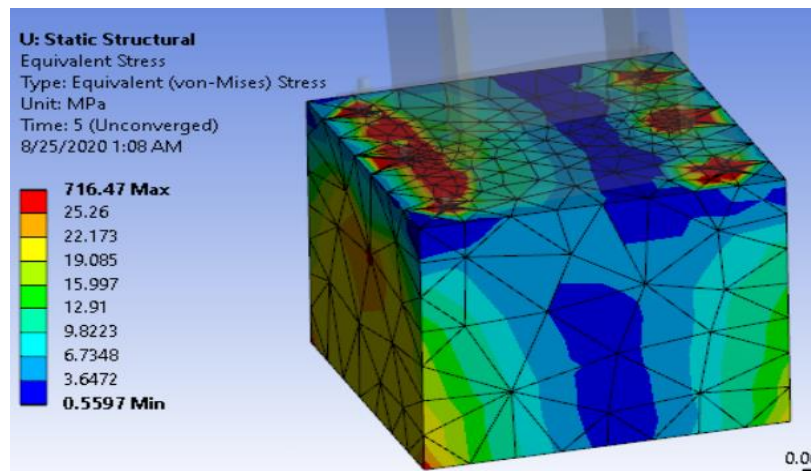
Tabel 4.51: Data pembebanan saat terjadi keretakan pada *base plate* tanpa *stiffners* TP 45 B 6

Time	Beban Monotonik (N)	Tegangan Rata-Rata (MPa)	Cek
0	0	0.00	Tidak Retak
0.2	20000	4.13	Retak
0.4	40000	4.51	Retak
0.6	60000	4.94	Retak
0.8	80000	5.43	Retak
1	100000	5.94	Retak
1.2	120000	6.53	Retak
1.4	140000	7.19	Retak
1.6	160000	7.90	Retak
1.8	180000	8.65	Retak
2	200000	9.43	Retak
2.2	220000	10.23	Retak
2.4	240000	11.06	Retak
2.6	260000	11.97	Retak
2.8	280000	12.94	Retak
3	300000	14.10	Retak
3.2	320000	15.21	Retak
3.4	340000	16.39	Retak
3.6	360000	17.65	Retak
3.8	380000	19.04	Retak
4	400000	20.40	Retak
4.2	420000	21.91	Retak
4.4	440000	23.47	Retak
4.5	450000	24.28	Retak
4.6	460000	25.09	Retak

Dari Tabel 4.51 dapat disimpulkan bahwa pedestal beton sudah mengalami retak saat beban monotonik mencapai 20 KN dengan nilai tegangan 4,13 MPa. Pada saat beban mononik mencapai 460 KN, tegangan retak yang terjadi pada beton sebesar 25,09 MPa, Ini dikarenakan beton sudah hancur yang disebabkan oleh tekan dari *base plate* dan tarik dari angkur.

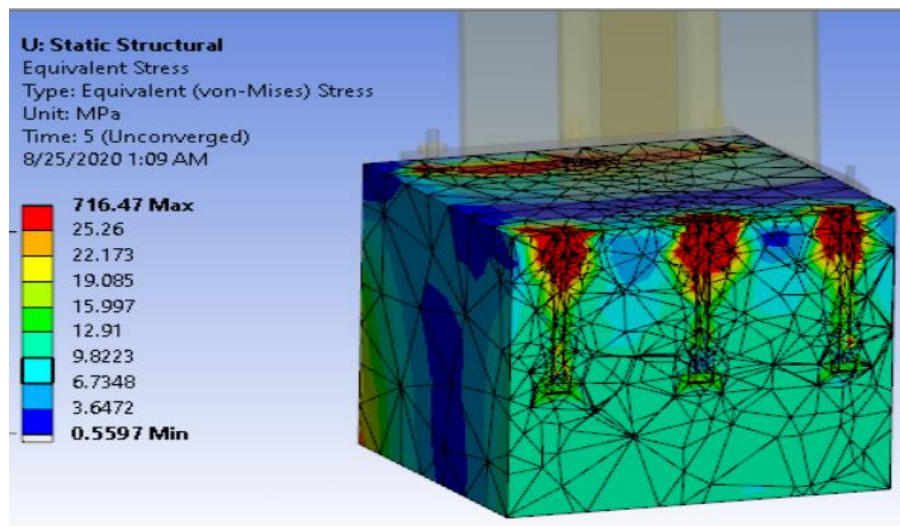
#### 4.4.1.5 Retak pedestal pada *base plate* tanpa *stiffners* TP 40 B 6

Pada Gambar 4.149 dan 4.150 merupakan gambar pedestal beton pada *base plate* tanpa *stiffners* dengan tebal 40 mm jumlah angkur 6 buah yang mengalami retak akibat tekan dari *base plate* dan tarik dari angkur.



Gambar 4.149: Analisis retak pedestal pada *base plate* tanpa *stiffners* TP 40 B 6

Dari Gambar 4.149, dapat disimpulkan bahwa dari kontur tegangan pedestal beton sudah mengalami retak akibat tertekannya pedestal dari tempat *base plate* yang disebabkan oleh dorongan dari beban monotonik.



Gambar 4.150: Retak pedestal yang terjadi pada bagian angkur *base plate* tanpa *stiffners* TP 40 B 6



Pada Gambar 4.150 pada area angkur beton sudah mengalami retak akibat angkur yang tertarik, sehingga dapat disimpulkan bahwa angkur sudah tercabut dari pedestal beton. Dari dua gambar diatas diambil tegangan rata-rata dari beton untuk mengetahui besarnya beban monotonik yang membuat beton mengalami retak pada *base plate* tanpa *stiffners* TP 40 B 6, dapat dilihat pada Tabel 4.52 dibawah ini.

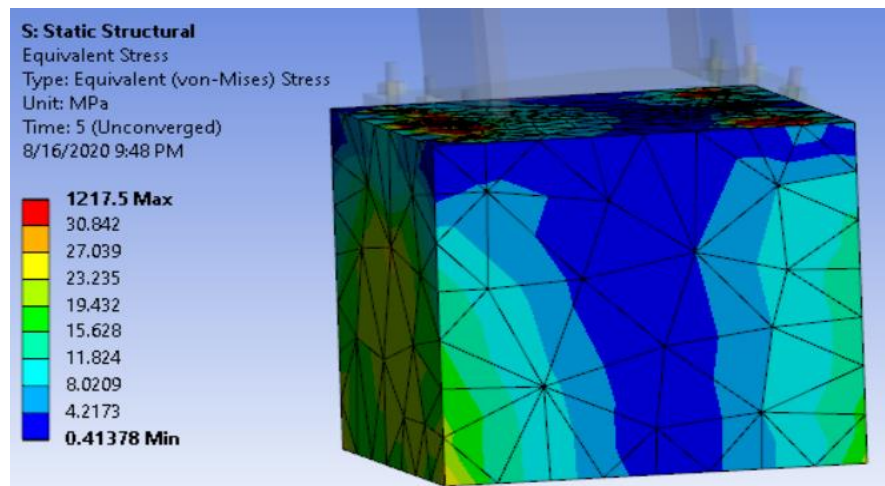
Tabel 4.52: Data pembebanan saat terjadi keretakan pada *base plate* tanpa *stiffners* TP 40 B 6

Time	Beban Monotonik (N)	Tegangan Rata-Rata (MPa)	Cek
0	0	0	Tidak Retak
0.2	20000	4.14	Retak
0.4	40000	4.52	Retak
0.6	60000	4.97	Retak
0.8	80000	5.46	Retak
1	100000	5.99	Retak
1.2	120000	6.58	Retak
1.4	140000	7.25	Retak
1.6	160000	7.97	Retak
1.8	180000	8.73	Retak
2	200000	9.51	Retak
2.2	220000	10.31	Retak
2.4	240000	11.16	Retak
2.6	260000	12.04	Retak
2.8	280000	13.07	Retak
3	300000	14.26	Retak
3.2	320000	15.34	Retak
3.4	340000	16.63	Retak
3.6	360000	17.98	Retak
3.8	380000	19.44	Retak
4	400000	20.98	Retak

Dari Tabel 4.52 dapat disimpulkan bahwa pedestal beton sudah mengalami retak saat beban monotonik mencapai 20 KN dengan nilai tegangan 4,14 MPa. Pada saat beban mononik mencapai 400 KN, tegangan retak yang terjadi pada beton sebesar 20,98 MPa, Ini dikarenakan beton sudah hancur yang disebabkan oleh tekan dari *base plate* dan tarik dari angkur.

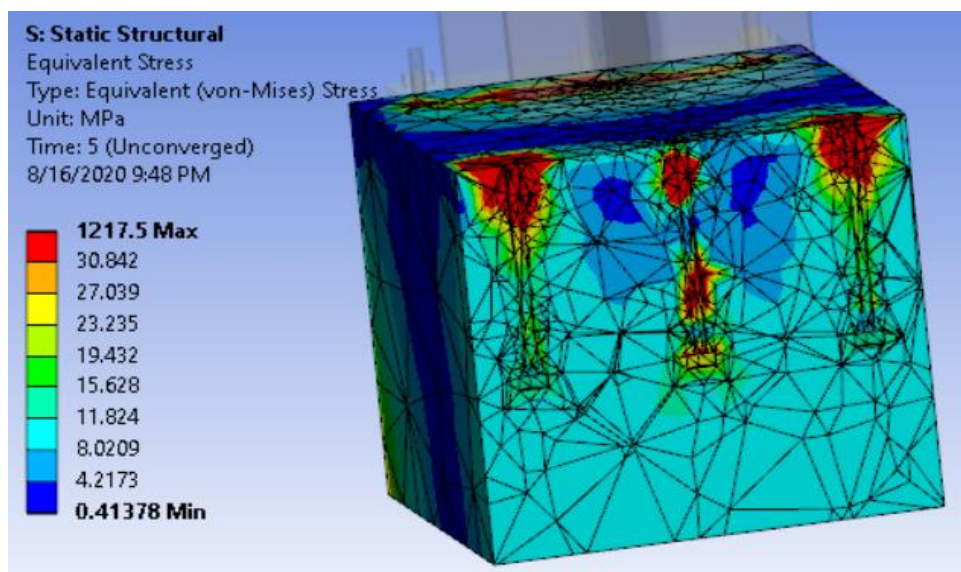
#### 4.4.1.6 Retak pedestal pada *base plate* tanpa *stiffners* TP 35 B 6

Pada Gambar 4.151 dan 4.152 merupakan gambar pedestal beton pada *base plate* tanpa *stiffners* dengan tebal 35 mm jumlah angkur 6 buah yang mengalami retak akibat tekan dari *base plate* dan tarik dari angkur.



Gambar 4.151: Analisis retak pedestal pada *base plate* tanpa *stiffners* TP 35 B 6

Dari Gambar 4.151, dapat disimpulkan bahwa dari kontur tegangan pedestal beton sudah mengalami retak akibat tertekannya pedestal dari tempat *base plate* yang disebabkan oleh dorongan dari beban monotonik.



Gambar 4.152: Retak pedestal yang terjadi pada bagian angkur *base plate* tanpa *stiffners* TP 35 B 6

Pada Gambar 4.152 pada area angkur beton sudah mengalami retak akibat angkur yang tertarik, sehingga dapat disimpulkan bahwa angkur sudah tercabut dari pedestal beton. Dari dua gambar diatas diambil tegangan rata-rata dari beton untuk mengetahui besarnya beban monotonik yang membuat beton mengalami retak pada *base plate* tanpa *stiffners* TP 35 B 6, dapat dilihat pada Tabel 4.53 dibawah ini.

Tabel 4.53: Data pembebanan saat terjadi keretakan pada *base plate* tanpa *stiffners* TP 35 B 6

Time	Beban Monotonik (N)	Tegangan Rata-Rata (MPa)	Cek
0	0	0	Tidak Retak
0.2	16000	4.08	Retak
0.4	32000	4.38	Retak
0.6	48000	4.73	Retak
0.8	64000	5.10	Retak
1	80000	5.51	Retak
1.2	96000	5.91	Retak
1.4	112000	6.38	Retak
1.6	128000	6.90	Retak
1.8	144000	7.46	Retak
2	160000	8.05	Retak
2.2	176000	8.66	Retak
2.4	192000	9.30	Retak
2.6	208000	9.95	Retak
2.8	224000	10.63	Retak
3	240000	11.31	Retak
3.2	256000	12.05	Retak
3.4	272000	12.91	Retak
3.6	288000	13.84	Retak
3.8	304000	14.74	Retak
4	320000	15.79	Retak
4.2	336000	16.96	Retak

Dari Tabel 4.53 dapat disimpulkan bahwa pedestal beton sudah mengalami retak saat beban monotonik mencapai 16 KN dengan nilai tegangan 4,08 MPa. Pada saat beban mononik mencapai 336 KN, tegangan retak yang terjadi pada beton sebesar 16,96 MPa, Ini dikarenakan beton sudah hancur yang disebabkan oleh tekan dari *base plate* dan tarik dari angkur.

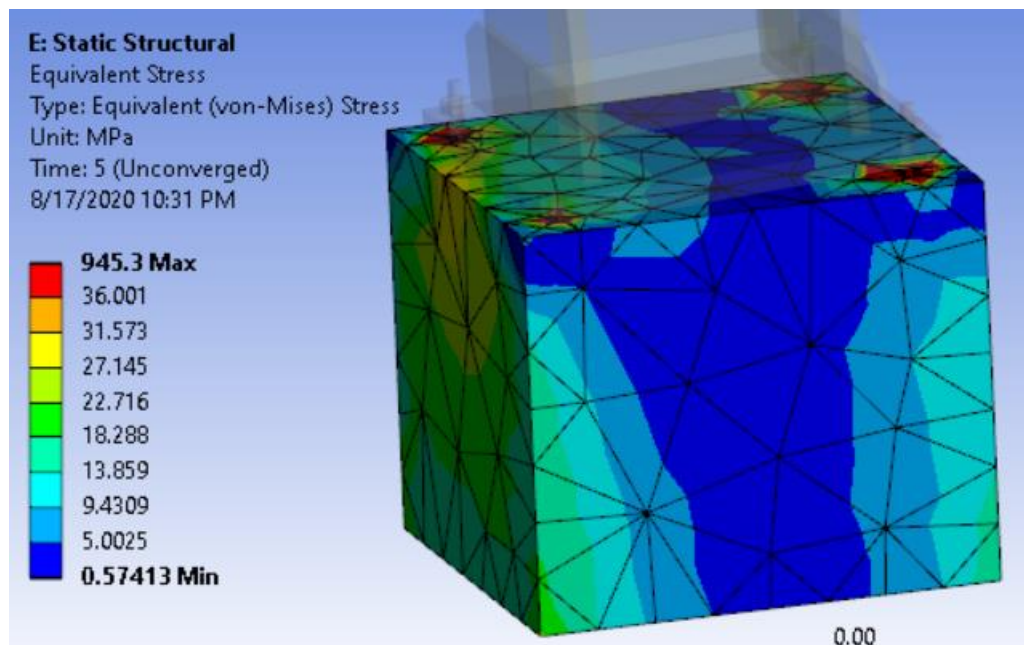


#### 4.4.2 Retak pedestal pada *base plate* dengan *stiffeners*

Dibawah ini dijelaskan hasil dari analisis retak pedestal pada *base plate* dengan *stiffeners* dari software yang terdapat pada Gambar 4.153 sampai Gambar 4.164.

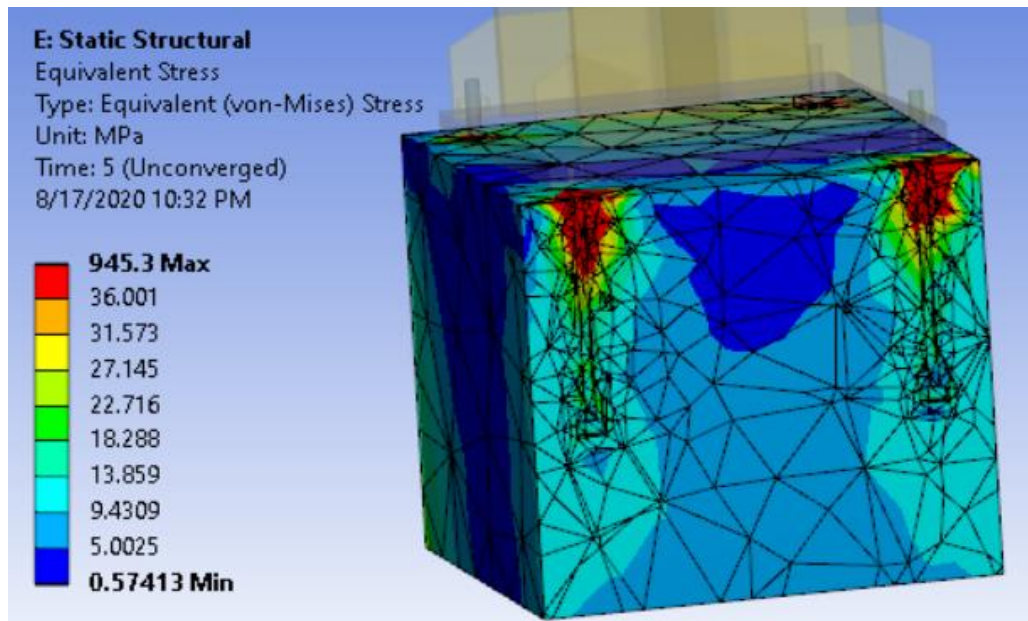
##### 4.4.2.1 Retak pedestal pada *base plate* dengan *stiffeners* TP 45 B 4

Pada Gambar 4.153 dan 4.154 merupakan gambar pedestal beton pada *base plate* dengan *stiffeners* dengan tebal 45 mm jumlah angkur 4 buah yang mengalami retak akibat tekan dari *base plate* dan tarik dari angkur.



Gambar 4.153: Analisis retak pedestal pada *base plate* dengan *stiffeners* TP 45 B 4

Dari Gambar 4.153, dapat disimpulkan bahwa dari kontur tegangan pedestal beton sudah mengalami retak akibat tertekannya pedestal dari tempat *base plate* yang disebabkan oleh dorongan dari beban monotonik.



Gambar 4.154: Retak pedestal yang terjadi pada bagian angkur *base plate* dengan *stiffners* TP 45 B 4

Pada Gambar 4.154 pada area angkur beton sudah mengalami retak akibat angkur yang tertarik, sehingga dapat disimpulkan bahwa angkur sudah tercabut dari pedestal beton. Dari dua gambar diatas diambil tegangan rata-rata dari beton untuk mengetahui besarnya beban monotonik yang membuat beton mengalami retak pada *base plate* dengan *stiffners* TP 45 B 4, dapat dilihat pada Tabel 4.54 dibawah ini.

Tabel 4.54: Data pembebanan saat terjadi keretakan pada *base plate* dengan *stiffners* TP 45 B 4

Time	Beban Monotonik (N)	Tegangan Rata-Rata (MPa)	Cek
0	0	0	Tidak Retak
0.2	16000	4.04	Retak
0.4	32000	4.30	Retak
0.6	48000	4.61	Retak
0.8	64000	4.95	Retak
1	80000	5.32	Retak
1.2	96000	5.78	Retak
1.4	112000	6.35	Retak
1.6	128000	6.98	Retak
1.8	144000	7.66	Retak
2	160000	8.39	Retak
2.2	176000	9.17	Retak
2.4	192000	9.99	Retak
2.6	208000	10.86	Retak

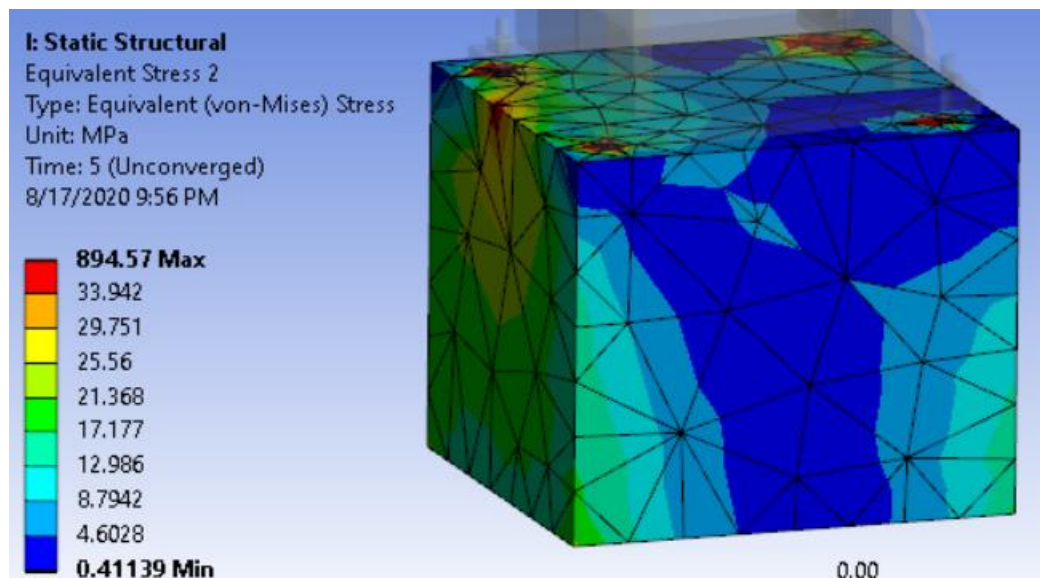
Tabel 4.54: *Lanjutan*

2.8	224000	11.77	Retak
3	240000	12.75	Retak
3.2	256000	13.92	Retak
3.4	272000	15.13	Retak
3.6	288000	16.43	Retak
3.8	304000	17.77	Retak
4	320000	19.16	Retak
4.2	336000	20.61	Retak
4.3	344000	21.35	Retak

Dari Tabel 4.54 dapat disimpulkan bahwa pedestal beton sudah mengalami retak saat beban monotonik mencapai 16 KN dengan nilai tegangan 4,04 MPa. Pada saat beban mononik mencapai 344 KN, tegangan retak yang terjadi pada beton sebesar 21,35 MPa, Ini dikarenakan beton sudah hancur yang disebabkan oleh tekan dari *base plate* dan tarik dari angkur.

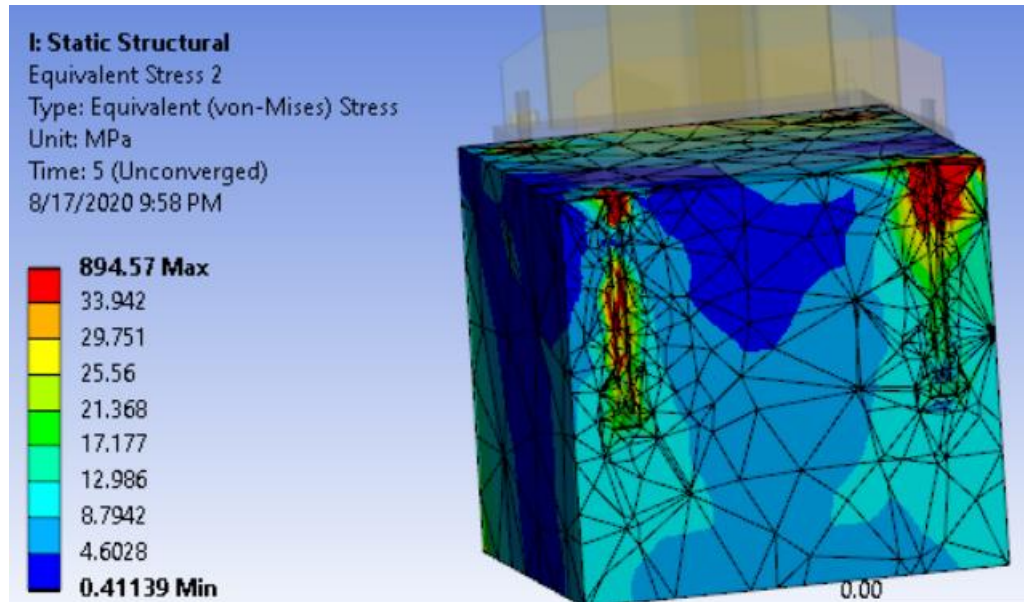
#### 4.4.2.2 Pedestal pada *base plate* dengan *stiffners* TP 40 B 4

Pada Gambar 4.155 dan 4.156 merupakan gambar pedestal beton pada *base plate* dengan *stiffners* dengan tebal 40 mm jumlah angkur 4 buah yang mengalami retak akibat tekan dari *base plate* dan tarik dari angkur.



Gambar 4.155: Analisis retak pedestal pada *base plate* dengan *stiffners* TP 40 B 4

Dari Gambar 4.155, dapat disimpulkan bahwa dari kontur tegangan pedestal beton sudah mengalami retak akibat tertekannya pedestal dari tempat *base plate* yang disebabkan oleh dorongan dari beban monotonik.



Gambar 4.156: Retak pedestal yang terjadi pada bagian angkur *base plate* dengan *stiffners* TP 40 B 4

Pada Gambar 4.156 pada area angkur beton sudah mengalami retak akibat angkur yang tertarik, sehingga dapat disimpulkan bahwa angkur sudah tercabut dari pedestal beton. Dari dua gambar diatas diambil tegangan rata-rata dari beton untuk mengetahui besarnya beban monotonik yang membuat beton mengalami retak pada *base plate* dengan *stiffners* TP 40 B 4, dapat dilihat pada tabel 4.55 dibawah ini.

Tabel 4.55: Data pembebanan saat terjadi keretakan pada *base plate* dengan *stiffners* TP 40 B 4

Time	Beban Monotonik (N)	Tegangan Rata-Rata (MPa)	Cek
0	0	0	Tidak Retak
0.2	16000	4.04	Retak
0.4	32000	4.31	Retak
0.6	48000	4.62	Retak
0.8	64000	4.97	Retak
1	80000	5.35	Retak
1.2	96000	5.82	Retak

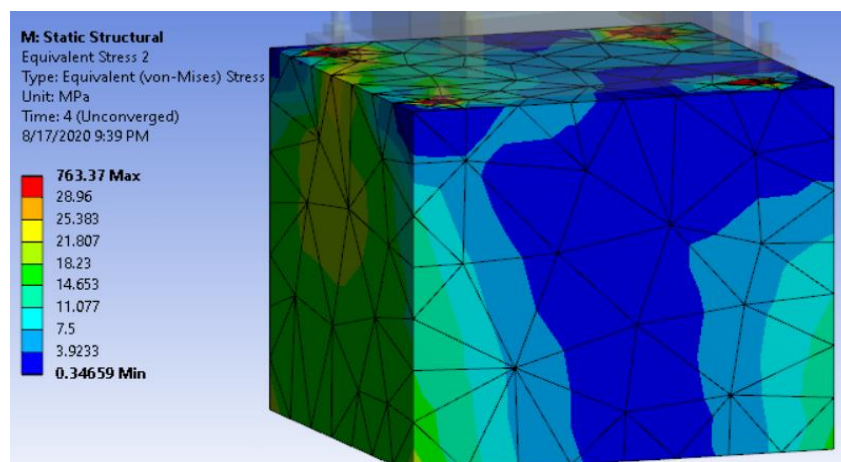
Tabel 4.55: *Lanjutan*

1.4	112000	6.39	Retak
1.6	128000	7.03	Retak
1.8	144000	7.72	Retak
2	160000	8.47	Retak
2.2	176000	9.25	Retak
2.4	192000	10.07	Retak
2.6	208000	10.97	Retak
2.8	224000	11.88	Retak
3	240000	12.92	Retak
3.2	256000	14.08	Retak
3.4	272000	15.32	Retak
3.6	288000	16.62	Retak
3.8	304000	17.97	Retak
3.9	312000	18.64	Retak
4	320000	19.37	Retak
4.1	328000	20.11	Retak

Dari Tabel 4.55 dapat disimpulkan bahwa pedestal beton sudah mengalami retak saat beban monotonik mencapai 16 KN dengan nilai tegangan 4,04 MPa. Pada saat beban monotonik mencapai 328 KN, tegangan retak yang terjadi pada beton sebesar 20,11 MPa, Ini dikarenakan beton sudah hancur yang disebabkan oleh tekan dari *base plate* dan tarik dari angkur.

#### 4.4.2.3 Retak pedestal pada *base plate* dengan *stiffners* TP 35 B 4

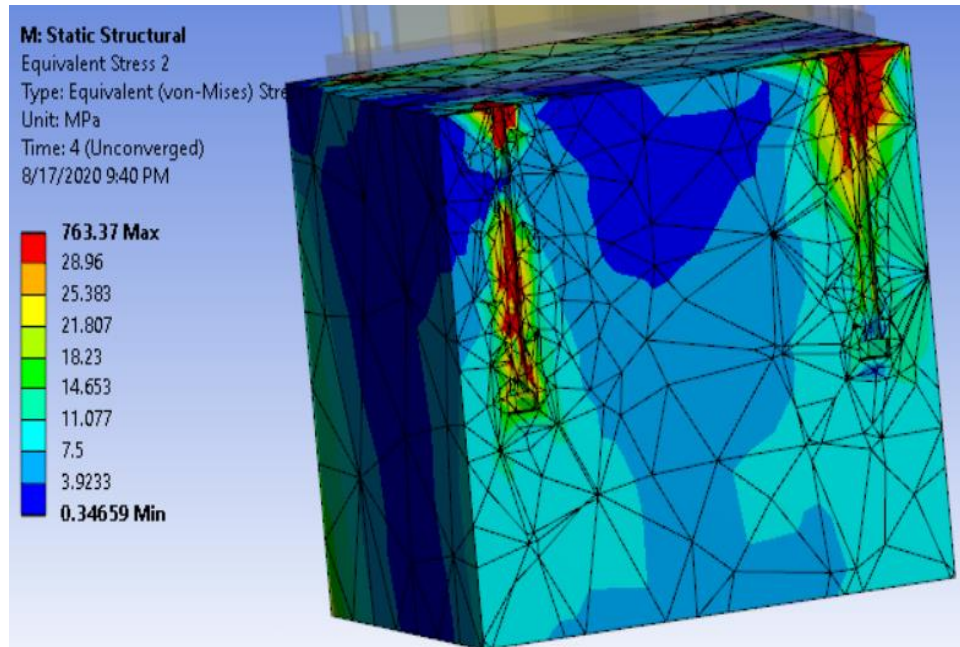
Pada Gambar 4.157 dan 4.158 merupakan gambar pedestal beton pada *base plate* dengan *stiffners* dengan tebal 35 mm jumlah angkur 4 buah yang mengalami retak akibat tekan dari *base plate* dan tarik dari angkur.



Gambar 4.157: Analisis retak pedestal pada *base plate* dengan *stiffners* TP 35 B 4



Dari Gambar 4.157, dapat disimpulkan bahwa dari kontur tegangan pedestal beton sudah mengalami retak akibat tertekannya pedestal dari tempat *base plate* yang disebabkan oleh dorongan dari beban monotonik.



Gambar 4.158: Retak pedestal yang terjadi pada bagian angkur *base plate* dengan *stiffners* TP 35 B 4

Pada Gambar 4.158 pada area angkur beton sudah mengalami retak akibat angkur yang tertarik, sehingga dapat disimpulkan bahwa angkur sudah tercabut dari pedestal beton. Dari dua gambar diatas diambil tegangan rata-rata dari beton untuk mengetahui besarnya beban monotonik yang membuat beton mengalami retak pada *base plate* dengan *stiffners* TP 35 B 4, dapat dilihat pada Tabel 4.56 dibawah ini.

Tabel 4.56: Data pembebanan saat terjadi keretakan pada *base plate* dengan *stiffners* TP 35 B 4

Time	Beban Monotonik (N)	Tegangan Rata-Rata (MPa)	Cek
0	0	0	Tidak Retak
0.2	16000	4.04	Retak
0.4	32000	4.32	Retak
0.6	48000	4.66	Retak
0.8	64000	5.03	Retak
1	80000	5.42	Retak

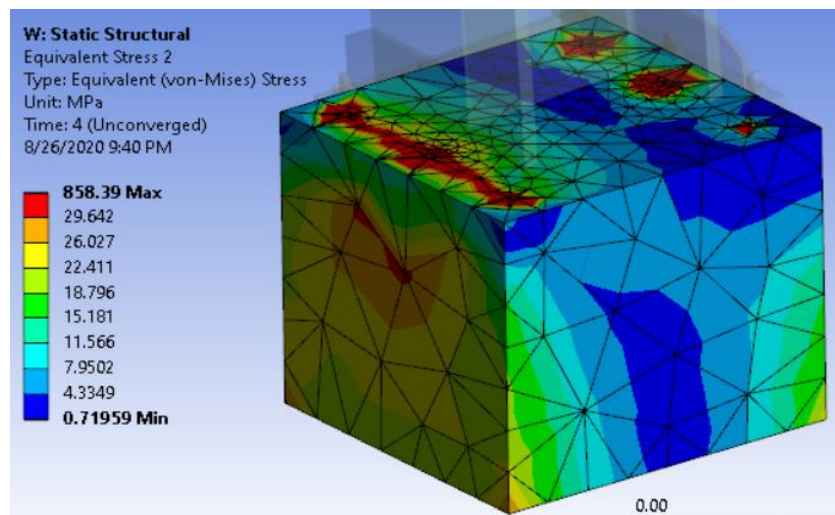
Tabel 4.56: *Lanjutan*

1.2	96000	5.91	Retak
1.4	112000	6.50	Retak
1.6	128000	7.15	Retak
1.8	144000	7.86	Retak
2	160000	8.62	Retak
2.2	176000	9.42	Retak
2.4	192000	10.27	Retak
2.6	208000	11.22	Retak
2.8	224000	12.17	Retak
3	240000	13.25	Retak
3.2	256000	14.47	Retak
3.4	272000	15.77	Retak
3.6	288000	17.11	Retak
3.7	296000	17.85	Retak

Dari Tabel 4.56 dapat disimpulkan bahwa pedestal beton sudah mengalami retak saat beban monotonik mencapai 16 KN dengan nilai tegangan 4,04 MPa. Pada saat beban mononik mencapai 296 KN, tegangan retak yang terjadi pada beton sebesar 17,85 MPa, Ini dikarenakan beton sudah hancur yang disebabkan oleh tekan dari *base plate* dan tarik dari angkur.

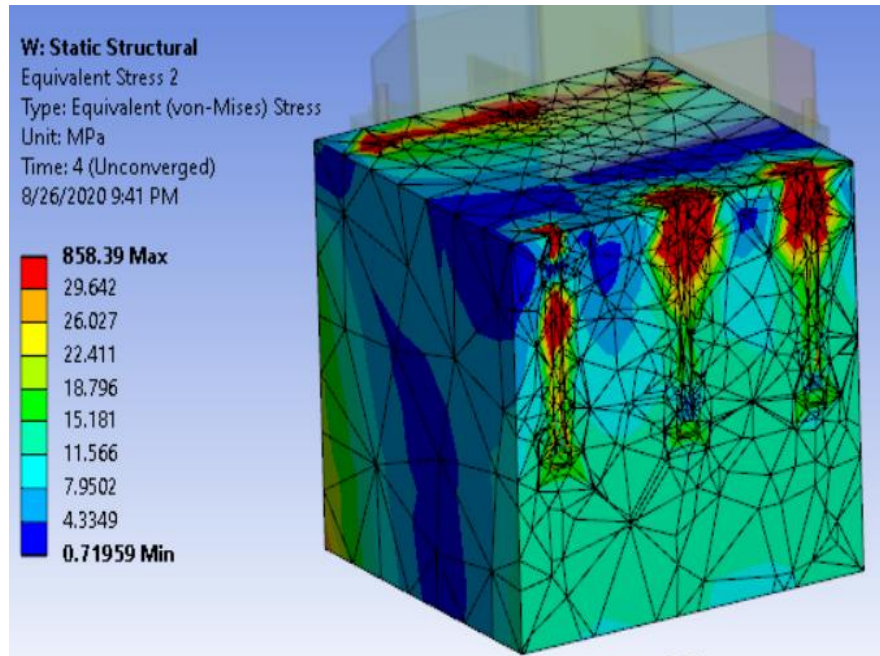
#### 4.4.2.4 Retak pedestal pada *base Plate* dengan *Stiffners* TP 45 B 6

Pada Gambar 4.159 dan 4.160 merupakan gambar pedestal beton pada *base plate* dengan *stiffners* dengan tebal 45 mm jumlah angkur 6 buah yang mengalami retak akibat tekan dari *base plate* dan tarik dari angkur.



Gambar 4.159: Analisis retak pedestal pada *base plate* dengan *stiffners* TP 45 B 6

Dari Gambar 4.159, dapat disimpulkan bahwa dari kontur tegangan pedestal beton sudah mengalami retak akibat tertekannya pedestal dari tempat *base plate* yang disebabkan oleh dorongan dari beban monotonik.



Gambar 4.160: Retak pedestal yang terjadi pada bagian angkur *base plate* dengan *stiffners* TP 45 B 6

Pada Gambar 4.160 pada area angkur beton sudah mengalami retak akibat angkur yang tertarik, sehingga dapat disimpulkan bahwa angkur sudah tercabut dari pedestal beton. Dari dua gambar diatas diambil tegangan rata-rata dari beton untuk mengetahui besarnya beban monotonik yang membuat beton mengalami retak pada *base plate* dengan *stiffners* TP 45 B 6, dapat dilihat pada tabel 4.57 dibawah ini.

Tabel 4.57: Data pembebanan saat terjadi keretakan pada *base plate* dengan *stiffners* TP 45 B 6

Time	Beban Monotonik (N)	Tegangan Rata-Rata (MPa)	Cek
0	0	0	Tidak Retak
0.2	24000	4.08	Retak
0.4	48000	4.56	Retak
0.6	72000	5.13	Retak
0.8	96000	5.75	Retak
1	120000	6.42	Retak



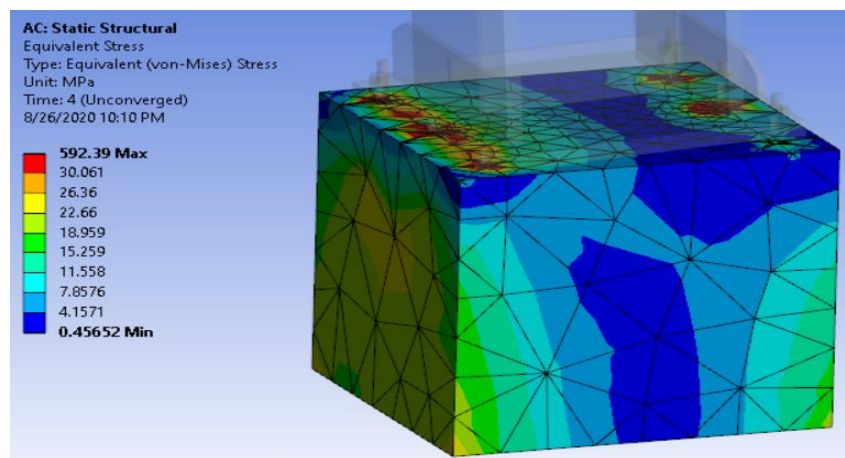
Tabel 4.57: *Lanjutan*

1.2	144000	7.21	Retak
1.4	168000	8.07	Retak
1.6	192000	8.98	Retak
1.8	216000	9.93	Retak
2	240000	10.93	Retak
2.2	264000	12.02	Retak
2.4	288000	13.21	Retak
2.6	312000	14.61	Retak
2.8	336000	16.00	Retak
3	360000	17.49	Retak
3.2	384000	18.96	Retak
3.4	408000	20.54	Retak
3.6	432000	22.24	Retak
3.7	444000	23.11	Retak
4	480000	22.76	Retak

Dari Tabel 4.57 dapat disimpulkan bahwa pedestal beton sudah mengalami retak saat beban monotonik mencapai 24 KN dengan nilai tegangan 4,08 MPa. Pada saat beban mononik mencapai 480 KN, tegangan retak yang terjadi pada beton sebesar 22,76 MPa, Ini dikarenakan beton sudah hancur yang disebabkan oleh tekan dari *base plate* dan tarik dari angkur.

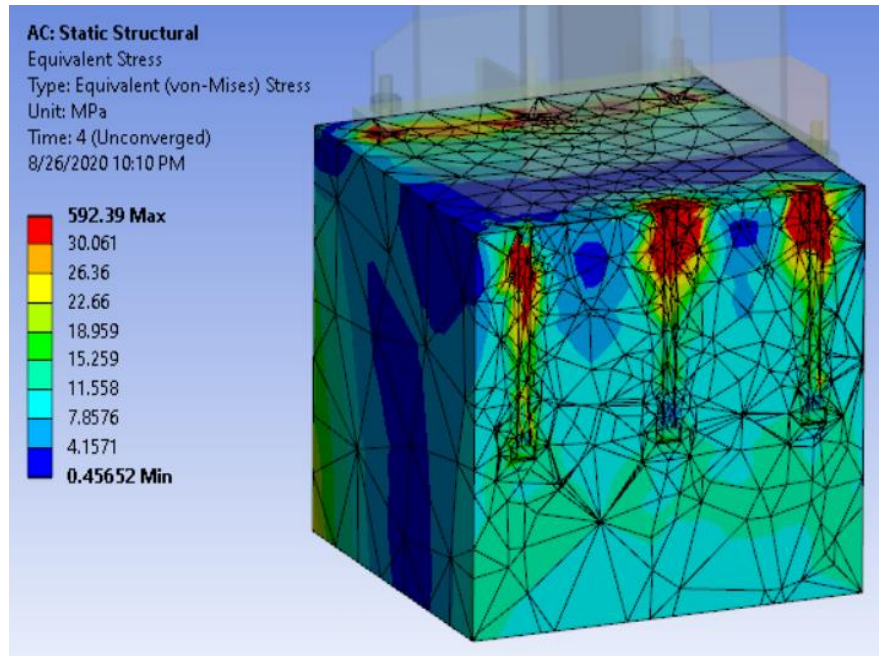
#### 4.4.2.5 Retak pedestal pada *base plate* dengan *stiffners* TP 40 B 6

Pada Gambar 4.161 dan 4.162 merupakan gambar pedestal beton pada *base plate* dengan *stiffners* dengan tebal 40 mm jumlah angkur 6 buah yang mengalami retak akibat tekan dari *base plate* dan tarik dari angkur.



Gambar 4.161: Analisis retak pedestal pada *base plate* dengan *stiffners* TP 40 B 6

Dari Gambar 4.161, dapat disimpulkan bahwa dari kontur tegangan pedestal beton sudah mengalami retak akibat tertekannya pedestal dari tempat *base plate* yang disebabkan oleh dorongan dari beban monotonik.



. Gambar 4.162: Retak pedestal yang terjadi pada bagian angkur *base plate* dengan *stiffners* TP 40 B 6

Pada Gambar 4.162 pada area angkur beton sudah mengalami retak akibat angkur yang tertarik, sehingga dapat disimpulkan bahwa angkur sudah tercabut dari pedestal beton. Dari dua gambar diatas diambil tegangan rata-rata dari beton untuk mengetahui besarnya beban monotonik yang membuat beton mengalami retak pada *base plate* dengan *stiffners* TP 40 B 6, dapat dilihat pada tabel 4.58 dibawah ini.

Tabel 4.58: Data pembebanan saat terjadi keretakan pada *base plate* dengan *stiffners* TP 40 B 6

Time	Beban Monotonik (N)	Tegangan Rata-Rata (MPa)	Cek
0	0	0	Tidak Retak
0.2	24000	4.19	Retak
0.4	48000	4.67	Retak
0.6	72000	5.24	Retak
0.8	96000	5.87	Retak
1	120000	6.54	Retak

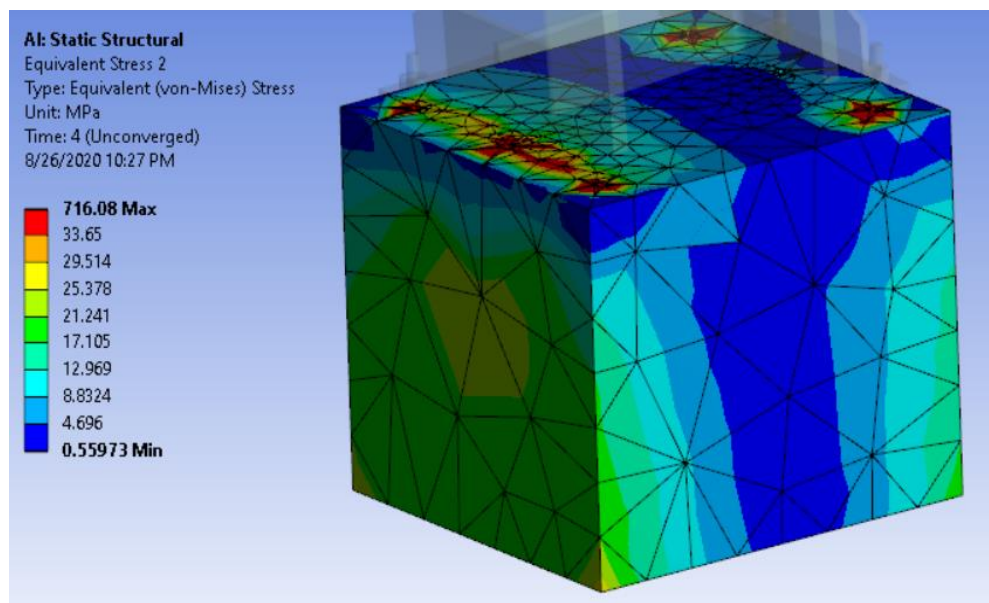
Tabel 4.58: *Lanjutan*

1.2	144000	7.32	Retak
1.4	168000	8.18	Retak
1.6	192000	9.09	Retak
1.8	216000	10.04	Retak
2	240000	11.03	Retak
2.2	264000	12.10	Retak
2.4	288000	13.34	Retak
2.6	312000	14.72	Retak
2.8	336000	16.04	Retak
3	360000	17.53	Retak
3.2	384000	19.10	Retak
3.3	396000	19.86	Retak

Dari Tabel 4.58 dapat disimpulkan bahwa pedestal beton sudah mengalami retak saat beban monotonik mencapai 24 KN dengan nilai tegangan 4,19 MPa. Pada saat beban mononik mencapai 396 KN, tegangan retak yang terjadi pada beton sebesar 19,86 MPa, Ini dikarenakan beton sudah hancur yang disebabkan oleh tekan dari *base plate* dan tarik dari angkur.

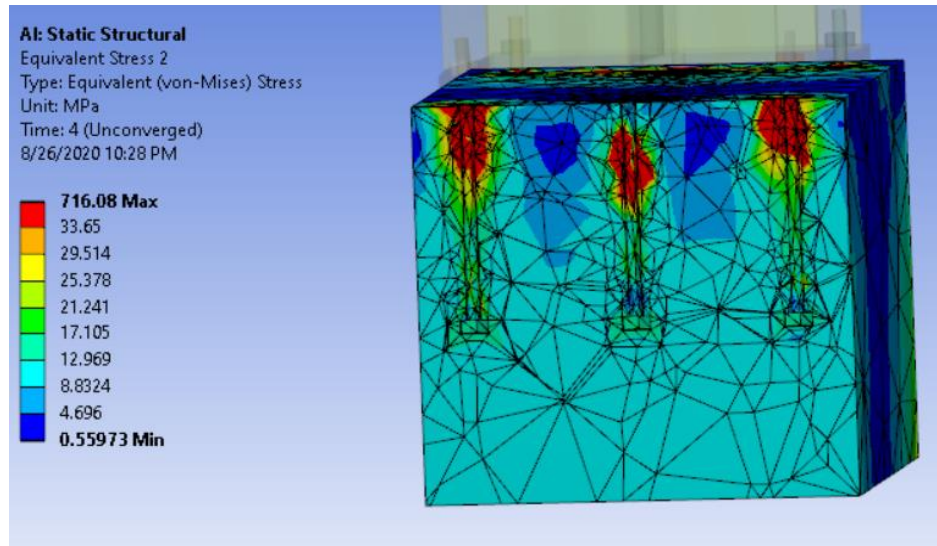
#### 4.4.2.6 Retak pedestal pada *base plate* dengan *stiffners* TP 35 B 6

Pada Gambar 4.163 dan 4.164 merupakan gambar pedestal beton pada *base plate* dengan *stiffners* dengan tebal 35 mm jumlah angkur 6 buah yang mengalami retak akibat tekan dari *base plate* dan tarik dari angkur.



Gambar 4.163: Analisis retak pedestal pada *base plate* dengan *stiffners* TP 35 B 6

Dari Gambar 4.163, dapat disimpulkan bahwa dari kontur tegangan pedestal beton sudah mengalami retak akibat tertekannya pedestal dari tempat *base plate* yang disebabkan oleh dorongan dari beban monotonik.



Gambar 4.164: Retak pedestal yang terjadi pada bagian angkur *base plate* dengan *stiffners* TP 35 B 6

Pada Gambar 4.164 pada area angkur beton sudah mengalami retak akibat angkur yang tertarik, sehingga dapat disimpulkan bahwa angkur sudah tercabut dari pedestal beton. Dari dua gambar diatas diambil tegangan rata-rata dari beton untuk mengetahui besarnya beban monotonik yang membuat beton mengalami retak pada *base plate* dengan *stiffners* TP 35 B 6, dapat dilihat pada tabel 4.59 dibawah ini.

Tabel 4.59: Data pembebanan saat terjadi keretakan pada *base plate* dengan *stiffners* TP 35 B 6

Time	Beban Monotonik (N)	Tegangan Rata-Rata (MPa)	Cek
0	0	0	Tidak Retak
0.2	24000	4.09	Retak
0.4	48000	4.58	Retak
0.6	72000	5.16	Retak
0.8	96000	5.80	Retak
1	120000	6.49	Retak
1.2	144000	7.30	Retak
1.4	168000	8.17	Retak
1.6	192000	9.09	Retak

Tabel 4.59: *Lanjutan*

1.8	216000	10.06	Retak
2	240000	11.07	Retak
2.2	264000	12.18	Retak
2.4	288000	13.48	Retak
2.6	312000	14.84	Retak
2.8	336000	16.21	Retak
3	360000	17.74	Retak
3.2	384000	19.29	Retak

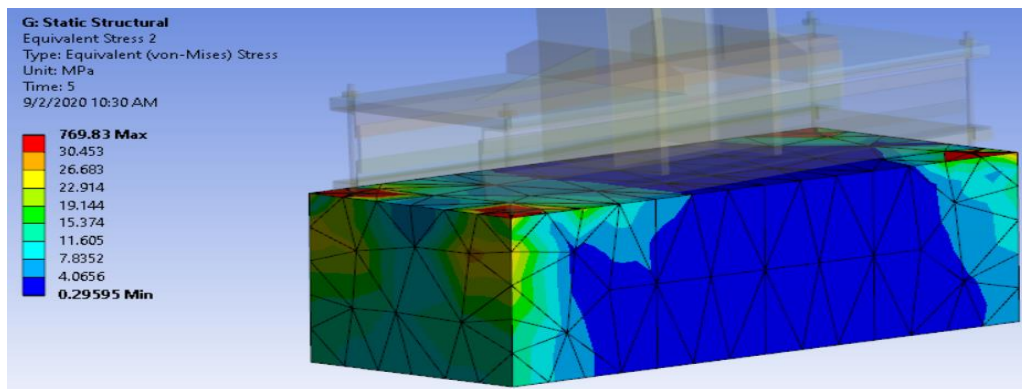
Dari Tabel 4.59 dapat disimpulkan bahwa pedestal beton sudah mengalami retak saat beban monotonik mencapai 24 KN dengan nilai tegangan 4,09 MPa. Pada saat beban mononik mencapai 384 KN, tegangan retak yang terjadi pada beton sebesar 19,29 MPa, Ini dikarenakan beton sudah hancur yang disebabkan oleh tekan dari *base plate* dan tarik dari angkur.

#### 4.4.3 Retak pedestal pada *base plate* dengan *stiffners* + balok

Dibawah ini dijelaskan hasil dari analisis retak pedestal pada *base plate* dengan *stiffners* + balok dari software yang terdapat pada Gambar 4.165 sampai Gambar 4.176.

##### 4.4.3.1 Retak pedestal pada *base plate* dengan *stiffners* + balok TP 45 B 4

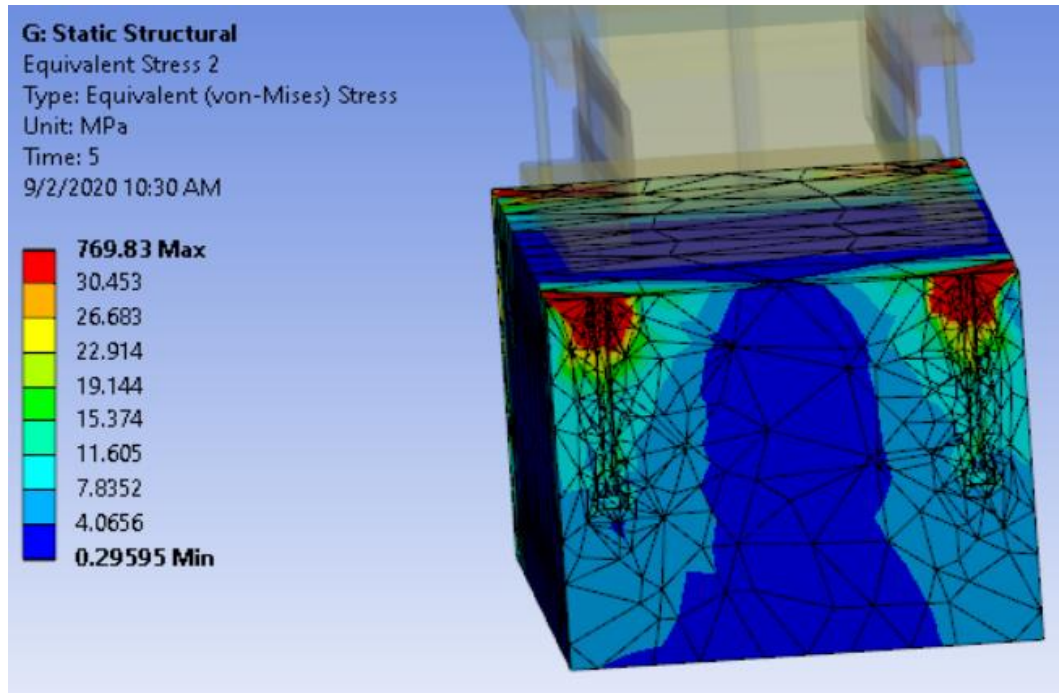
Pada Gambar 4.165 dan 4.166 merupakan gambar pedestal beton pada *base plate* dengan *stiffners* + balok dengan tebal 45 mm jumlah angkur 4 buah yang mengalami retak akibat tekan dari *base plate* dan tarik dari angkur.



Gambar 4.165: Analisis retak pedestal pada *base plate* dengan *stiffners* + balok TP 45 B 4



Dari Gambar 4.165, dapat disimpulkan bahwa dari kontur tegangan pedestal beton sudah mengalami retak akibat tertekannya pedestal dari tempat *base plate* yang disebabkan oleh dorongan dari beban monotonik.



Gambar 4.166: Retak pedestal yang terjadi pada bagian angkur *base plate* dengan *stiffners* + balok TP 45 B 4

Pada Gambar 4.166 pada area angkur beton sudah mengalami retak akibat angkur yang tertarik, sehingga dapat disimpulkan bahwa angkur sudah tercabut dari pedestal beton. Dari dua gambar diatas diambil tegangan rata-rata dari beton untuk mengetahui besarnya beban monotonik yang membuat beton mengalami retak pada *base plate* dengan *stiffners* + balok TP 45 B 4, dapat dilihat pada tabel 4.60 dibawah ini.

Tabel 4.60: Data pembebanan saat terjadi keretakan pada *base plate* dengan *stiffners* + balok TP 45 B 4

Time	Beban Monotonik (N)	Tegangan Rata-Rata (MPa)	Cek
0	0	0	Tidak Retak
0.2	40000	3.87	Retak
0.4	80000	4.14	Retak
0.6	120000	4.49	Retak
0.8	160000	4.86	Retak

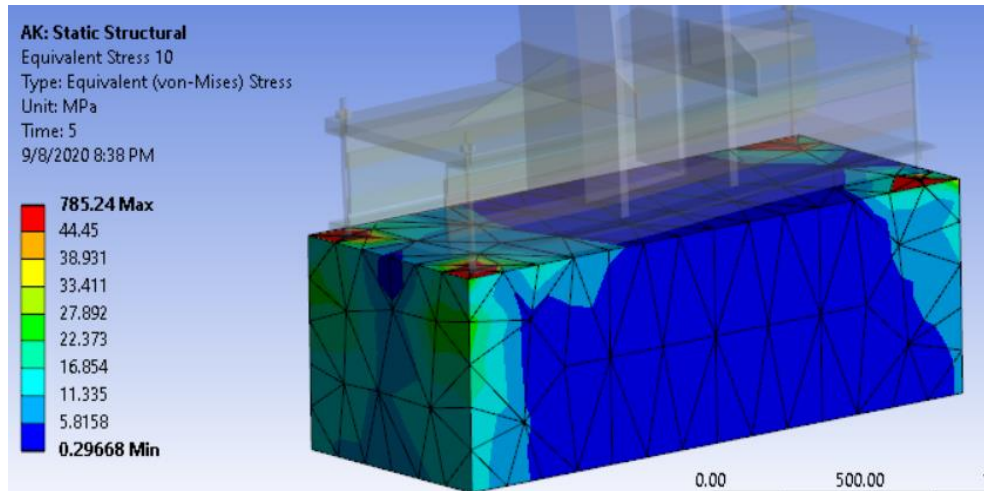
Tabel 4.60: *Lanjutan*

1	200000	5.26	Retak
1.2	240000	5.83	Retak
1.4	280000	6.44	Retak
1.6	320000	7.09	Retak
1.8	360000	7.77	Retak
2	400000	8.48	Retak
2.2	440000	9.22	Retak
2.4	480000	9.97	Retak
2.6	520000	10.71	Retak
2.8	560000	11.55	Retak
3	600000	12.47	Retak
3.2	640000	13.54	Retak
3.4	680000	14.77	Retak
3.6	720000	16.13	Retak
3.8	760000	17.58	Retak
4	800000	19.17	Retak
4.2	840000	20.89	Retak
4.4	880000	22.65	Retak
4.6	920000	24.43	Retak
4.8	960000	26.21	Retak
5	1000000	28.14	Retak

Dari Tabel 4.60 dapat disimpulkan bahwa pedestal beton sudah mengalami retak saat beban monotonik mencapai 40 KN dengan nilai tegangan 3,87 MPa. Pada saat beban mononik mencapai 1000 KN, tegangan retak yang terjadi pada beton sebesar 28,14 MPa, Ini dikarenakan beton sudah hancur yang disebabkan oleh tekan dari *base plate* dan tarik dari angkur.

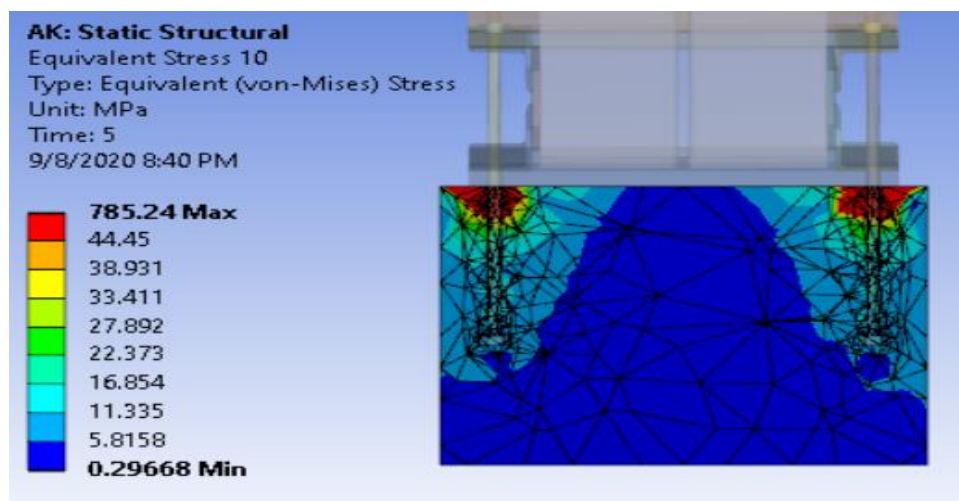
#### 4.4.3.2 Retak pedestal pada *base plate* dengan *stiffners* + balok TP 40 B 4

Pada Gambar 4.167 dan 4.168 merupakan gambar pedestal beton pada *base plate* dengan *stiffners* + balok dengan tebal 40 mm jumlah angkur 4 buah yang mengalami retak akibat tekan dari *base plate* dan tarik dari angkur.



Gambar 4.167: Analisis retak pedestal pada *base plate* dengan *stiffners* + balok TP 40 B 4

Dari Gambar 4.167, dapat disimpulkan bahwa dari kontur tegangan pedestal beton sudah mengalami retak akibat tertekannya pedestal dari tempat *base plate* yang disebabkan oleh dorongan dari beban monotonik.



Gambar 4.168: Retak pedestal yang terjadi pada bagian angkur *base plate* dengan *stiffners* + balok TP 40 B 4

Pada Gambar 4.168 pada area angkur beton sudah mengalami retak akibat angkur yang tertarik, sehingga dapat disimpulkan bahwa angkur sudah tercabut dari pedestal beton. Dari dua gambar diatas diambil tegangan rata-rata dari beton untuk mengetahui besarnya beban monotonik yang membuat beton mengalami



retak pada *base plate* dengan *stiffners* + balok TP 40 B 4, dapat dilihat pada tabel 4.61 dibawah ini.

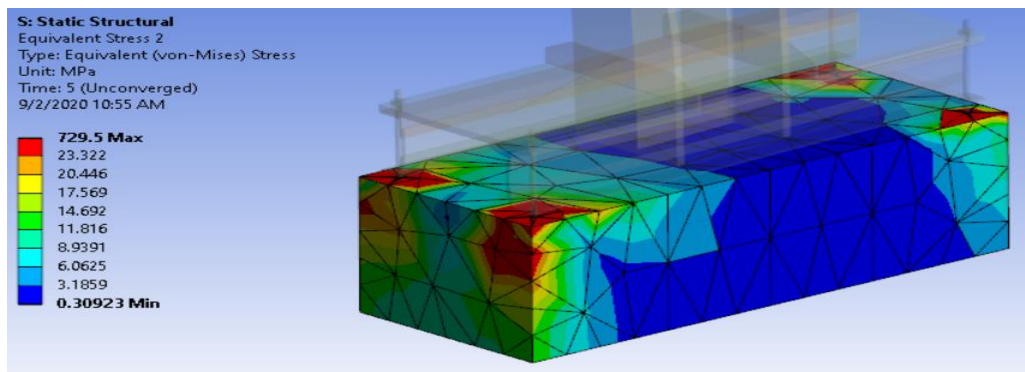
Tabel 4.61: Data pembebanan saat terjadi keretakan pada *base plate* dengan *stiffners* + balok TP 40 B 4

Time	Beban Monotonik (N)	Tegangan Rata-Rata (MPa)	Cek
0	0	0.00	Tidak Retak
0.2	40000	3.82	Retak
0.4	80000	4.11	Retak
0.6	120000	4.47	Retak
0.8	160000	4.86	Retak
1	200000	5.27	Retak
1.2	240000	5.84	Retak
1.4	280000	6.46	Retak
1.6	320000	7.12	Retak
1.8	360000	7.82	Retak
2	400000	8.53	Retak
2.2	440000	9.27	Retak
2.4	480000	10.03	Retak
2.6	520000	10.79	Retak
2.8	560000	11.62	Retak
3	600000	12.54	Retak
3.2	640000	13.59	Retak
3.4	680000	14.83	Retak
3.6	720000	16.14	Retak
3.8	760000	17.64	Retak
4	800000	19.21	Retak
4.2	840000	20.89	Retak
4.4	880000	22.62	Retak
4.5	900000	23.50	Retak
4.6	920000	24.41	Retak
4.75	950000	25.77	Retak
4.875	975000	26.94	Retak
5	1000000	28.17	Retak

Dari Tabel 4.61 dapat disimpulkan bahwa pedestal beton sudah mengalami retak saat beban monotonik mencapai 40 KN dengan nilai tegangan 3,82 MPa. Pada saat beban mononik mencapai 1000 KN, tegangan retak yang terjadi pada beton sebesar 28,17 MPa, Ini dikarenakan beton sudah hancur yang disebabkan oleh tekan dari *base plate* dan tarik dari angkur.

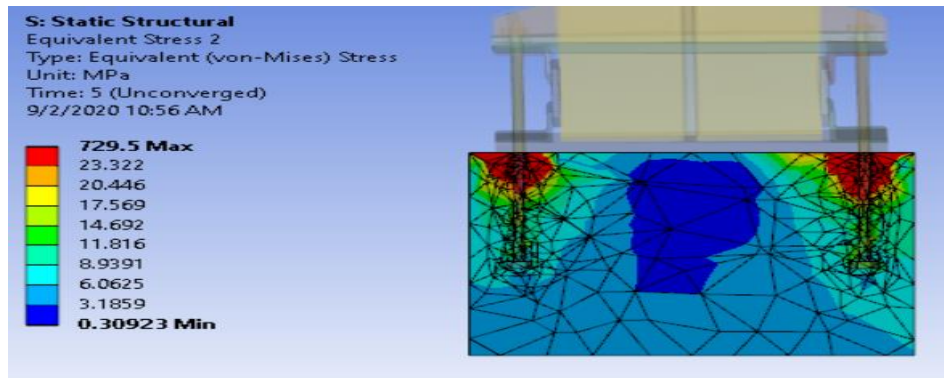
#### 4.4.3.3 Retak pedestal pada *base plate* dengan *stiffners* + balok TP 35 B 4

Pada Gambar 4.169 dan 4.170 merupakan gambar pedestal beton pada *base plate* dengan *stiffners* + balok dengan tebal 35 mm jumlah angkur 4 buah yang mengalami retak akibat tekan dari *base plate* dan tarik dari angkur.



Gambar 4.169: Analisis retak pedestal pada *base plate* dengan *stiffners* + balok TP 35 B 4

Dari Gambar 4.169, dapat disimpulkan bahwa dari kontur tegangan pedestal beton sudah mengalami retak akibat tertekannya pedestal dari tempat *base plate* yang disebabkan oleh dorongan dari beban monotonik.



Gambar 4.170: Retak pedestal yang terjadi pada bagian angkur *base plate* dengan *stiffners* + balok TP 35 B 4

Pada Gambar 4.170 pada area angkur beton sudah mengalami retak akibat angkur yang tertarik, sehingga dapat disimpulkan bahwa angkur sudah tercabut dari pedestal beton. Dari dua gambar diatas diambil tegangan rata-rata dari beton untuk mengetahui besarnya beban monotonik yang membuat beton mengalami

retak pada *base plate* dengan *stiffners* + balok TP 35 B 4, dapat dilihat pada tabel 4.62 dibawah ini.

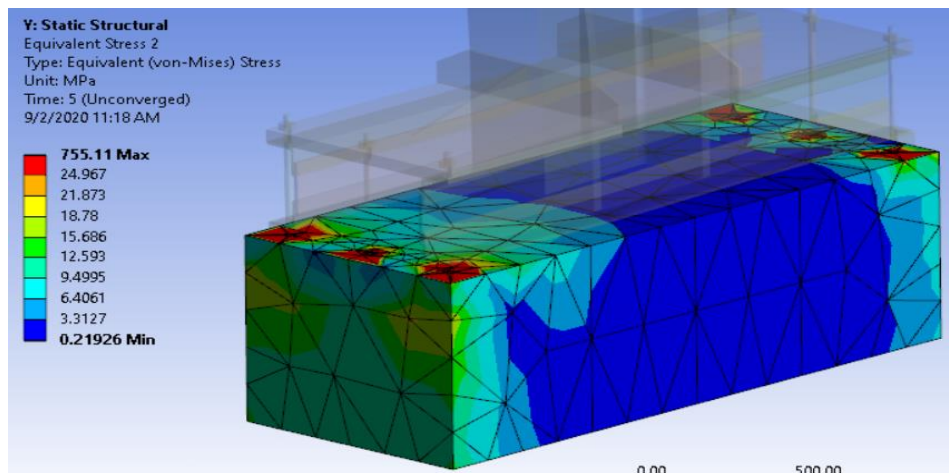
Tabel 4.62: Data pembebanan saat terjadi keretakan pada *base plate* dengan *stiffners* + balok TP 35 B 4.

Time	Beban Moonotonik (N)	Tegangan Rata-Rata (MPa)	Cek
0	0	0	Tidak Retak
0.2	40000	3.79	Retak
0.4	80000	4.09	Retak
0.6	120000	4.45	Retak
0.8	160000	4.84	Retak
1	200000	5.25	Retak
1.2	240000	5.82	Retak
1.4	280000	6.45	Retak
1.6	320000	7.11	Retak
1.8	360000	7.79	Retak
2	400000	8.50	Retak
2.2	440000	9.24	Retak
2.4	480000	10.00	Retak
2.6	520000	10.75	Retak
2.8	560000	11.57	Retak
3	600000	12.48	Retak
3.2	640000	13.51	Retak
3.4	680000	14.72	Retak
3.6	720000	15.94	Retak
3.8	760000	17.32	Retak
4	800000	18.76	Retak
4.2	840000	20.26	Retak
4.4	880000	21.72	Retak
4.6	920000	23.29	Retak
4.8	960000	24.93	Retak
4.9	980000	25.80	Retak
5	1000000	27.23	Retak

Dari Tabel 4.62 dapat disimpulkan bahwa pedestal beton sudah mengalami retak saat beban monotonik mencapai 40 KN dengan nilai tegangan 3,79 MPa. Pada saat beban mononik mencapai 1000 KN, tegangan retak yang terjadi pada beton sebesar 27,23 MPa, Ini dikarenakan beton sudah hancur yang disebabkan oleh tekan dari *base plate* dan tarik dari angkur.

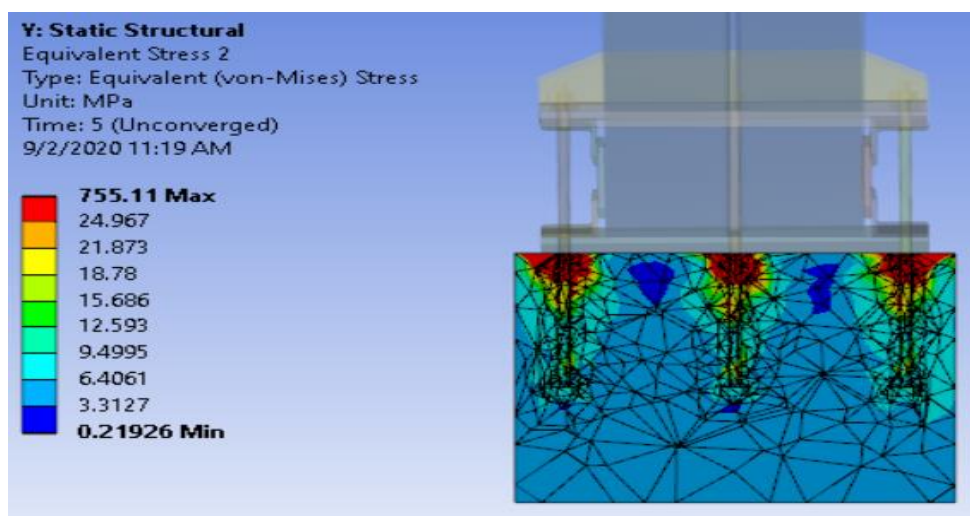
#### 4.4.3.4 Retak pedestal pada *base plate* dengan *stiffners* + balok TP 45 B 6

Pada Gambar 4.171 dan 4.172 merupakan gambar pedestal beton pada *base plate* dengan *stiffners* + balok dengan tebal 45 mm jumlah angkur 6 buah yang mengalami retak akibat tekan dari *base plate* dan tarik dari angkur.



Gambar 4.171: Analisis retak pedestal pada *base plate* dengan *stiffners* + balok TP 45 B 6

Dari Gambar 4.171, dapat disimpulkan bahwa dari kontur tegangan pedestal beton sudah mengalami retak akibat tertekannya pedestal dari tempat *base plate* yang disebabkan oleh dorongan dari beban monotonik.



Gambar 4.172: Retak pedestal yang terjadi pada bagian angkur *base plate* dengan *stiffners* + balok TP 45 B 6

Pada Gambar 4.172 pada area angkur beton sudah mengalami retak akibat angkur yang tertarik, sehingga dapat disimpulkan bahwa angkur sudah tercabut dari pedestal beton. Dari dua gambar diatas diambil tegangan rata-rata dari beton untuk mengetahui besarnya beban monotonik yang membuat beton mengalami retak pada *base plate* dengan *stiffners* + balok TP 45 B 6, dapat dilihat pada tabel 4.63 dibawah ini.

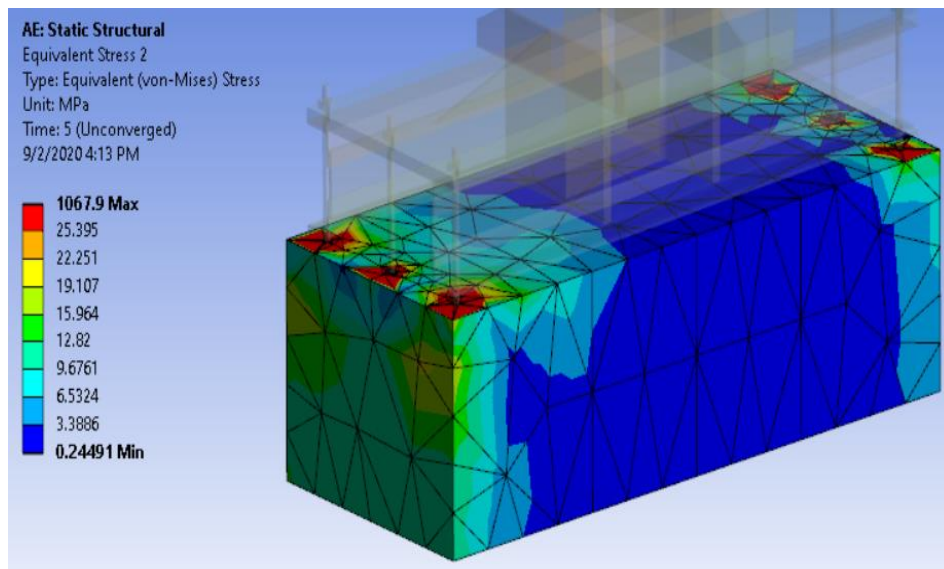
Tabel 4.63: Data pembebanan saat terjadi keretakan pada *base plate* dengan *stiffners* + balok TP 45 B 6.

Time	Beban Monotonik (N)	Tegangan Rata-Rata (MPa)	Cek
0	0	0	Tidak Retak
0.2	48000	3.73	Retak
0.4	96000	3.98	Retak
0.6	144000	4.31	Retak
0.8	192000	4.68	Retak
1	240000	5.07	Retak
1.2	288000	5.62	Retak
1.4	336000	6.20	Retak
1.6	384000	6.81	Retak
1.8	432000	7.45	Retak
2	480000	8.12	Retak
2.2	528000	8.80	Retak
2.4	576000	9.50	Retak
2.6	624000	10.23	Retak
2.8	672000	11.03	Retak
3	720000	11.93	Retak
3.2	768000	12.95	Retak
3.4	816000	14.16	Retak
3.6	864000	15.55	Retak
3.8	912000	17.07	Retak
4	960000	18.76	Retak
4.2	1008000	20.53	Retak

Dari Tabel 4.63 dapat disimpulkan bahwa pedestal beton sudah mengalami retak saat beban monotonik mencapai 48 KN dengan nilai tegangan 3,73 MPa. Pada saat beban mononik mencapai 1008 KN, tegangan retak yang terjadi pada beton sebesar 20,53 MPa, Ini dikarenakan beton sudah hancur yang disebabkan oleh tekan dari *base plate* dan tarik dari angkur.

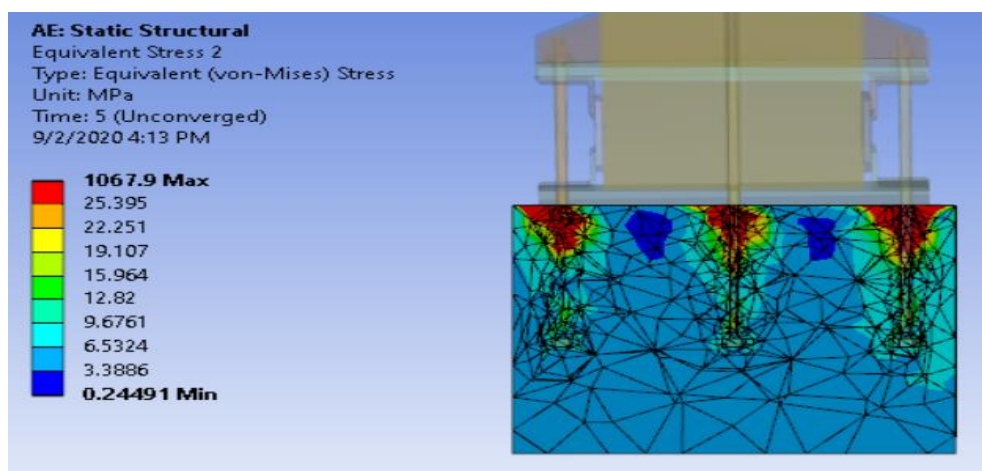
#### 4.4.3.5 Retak pedestal pada *base plate* dengan *stiffners* + balok TP 40 B 6

Pada Gambar 4.173 dan 4.174 merupakan gambar pedestal beton pada *base plate* dengan *stiffners* + balok dengan tebal 40 mm jumlah angkur 6 buah yang mengalami retak akibat tekan dari *base plate* dan tarik dari angkur.



Gambar 4.173: Analisis retak pedestal pada *base plate* dengan *stiffners* + balok TP 40 B 6

Dari Gambar 4.173, dapat disimpulkan bahwa dari kontur tegangan pedestal beton sudah mengalami retak akibat tertekannya pedestal dari tempat *base plate* yang disebabkan oleh dorongan dari beban monotonik.



Gambar 4.174: Retak pedestal yang terjadi pada bagian angkur *base plate* dengan *stiffners* + balok TP 40 B 6



Pada Gambar 4.174 pada area angkur beton sudah mengalami retak akibat angkur yang tertarik, sehingga dapat disimpulkan bahwa angkur sudah tercabut dari pedestal beton. Dari dua gambar diatas diambil tegangan rata-rata dari beton untuk mengetahui besarnya beban monotonik yang membuat beton mengalami retak pada *base plate* dengan *stiffners* + balok TP 40 B 6, dapat dilihat pada Tabel 4.64 dibawah ini.

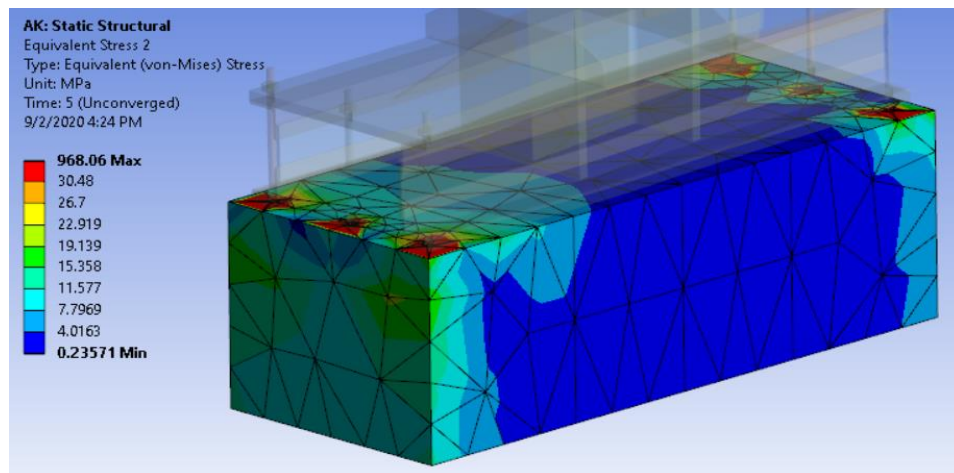
Tabel 4.64: Data pembebanan saat terjadi keretakan pada *base plate* dengan *stiffners* + balok TP 40 B 6.

Time	Beban Monotonik (N)	Tegangan Rata-Rata (MPa)	Cek
0	0	0	Tidak Retak
0.2	48000	3.71	Retak
0.4	96000	3.98	Retak
0.6	144000	4.33	Retak
0.8	192000	4.72	Retak
1	240000	5.13	Retak
1.2	288000	5.69	Retak
1.4	336000	6.28	Retak
1.6	384000	6.91	Retak
1.8	432000	7.56	Retak
2	480000	8.23	Retak
2.2	528000	8.94	Retak
2.4	576000	9.65	Retak
2.6	624000	10.39	Retak
2.8	672000	11.18	Retak
3	720000	12.03	Retak
3.2	768000	13.06	Retak
3.4	816000	14.23	Retak
3.6	864000	15.58	Retak
3.8	912000	17.05	Retak
4	960000	18.68	Retak
4.2	1008000	20.49	Retak

Dari Tabel 4.64 dapat disimpulkan bahwa pedestal beton sudah mengalami retak saat beban monotonik mencapai 48 KN dengan nilai tegangan 3,71 MPa. Pada saat beban mononik mencapai 1008 KN, tegangan retak yang terjadi pada beton sebesar 20,49 MPa, Ini dikarenakan beton sudah hancur yang disebabkan oleh tekan dari *base plate* dan tarik dari angkur.

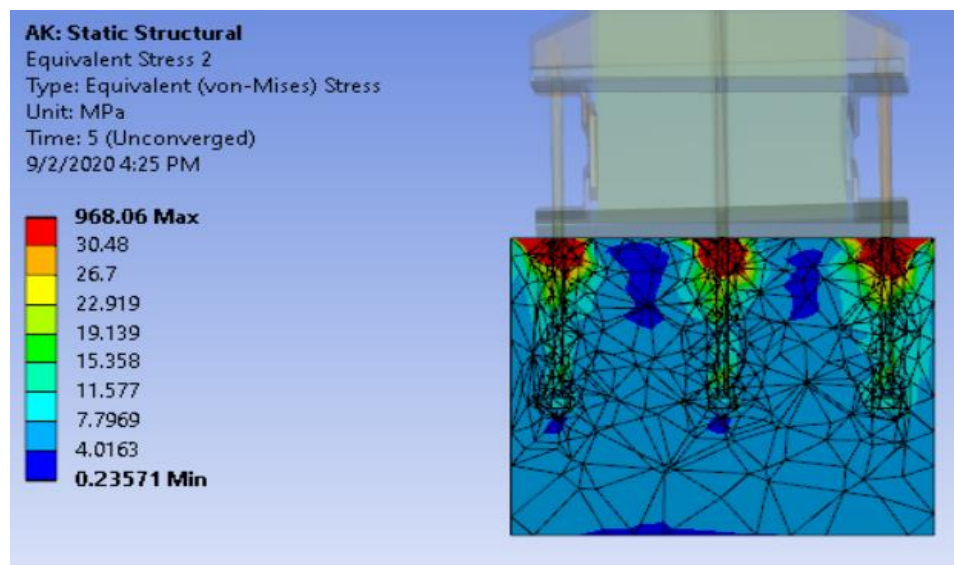
#### 4.4.3.6 Retak pedestal pada *base plate* dengan *stiffners* + balok TP 35 B 6

Pada Gambar 4.175 dan 4.176 merupakan gambar pedestal beton pada *base plate* dengan *stiffners* + balok dengan tebal 35 mm jumlah angkur 6 buah yang mengalami retak akibat tekan dari *base plate* dan tarik dari angkur.



Gambar 4.175: Analisis retak pedestal pada *base plate* dengan *stiffners* + balok TP 35 B 6

Dari Gambar 4.175, dapat disimpulkan bahwa dari kontur tegangan pedestal beton sudah mengalami retak akibat tertekannya pedestal dari tempat *base plate* yang disebabkan oleh dorongan dari beban monotonik.



Gambar 4.176: Retak pedestal yang terjadi pada bagian angkur *base plate* dengan *stiffners* + balok TP 35 B 6



Pada Gambar 4.176 pada area angkur beton sudah mengalami retak akibat angkur yang tertarik, sehingga dapat disimpulkan bahwa angkur sudah tercabut dari pedestal beton. Dari dua gambar diatas diambil tegangan rata-rata dari beton untuk mengetahui besarnya beban monotonik yang membuat beton mengalami retak pada *base plate* dengan *stiffners* + balok TP 35 B 6, dapat dilihat pada Tabel 4.65 dibawah ini.

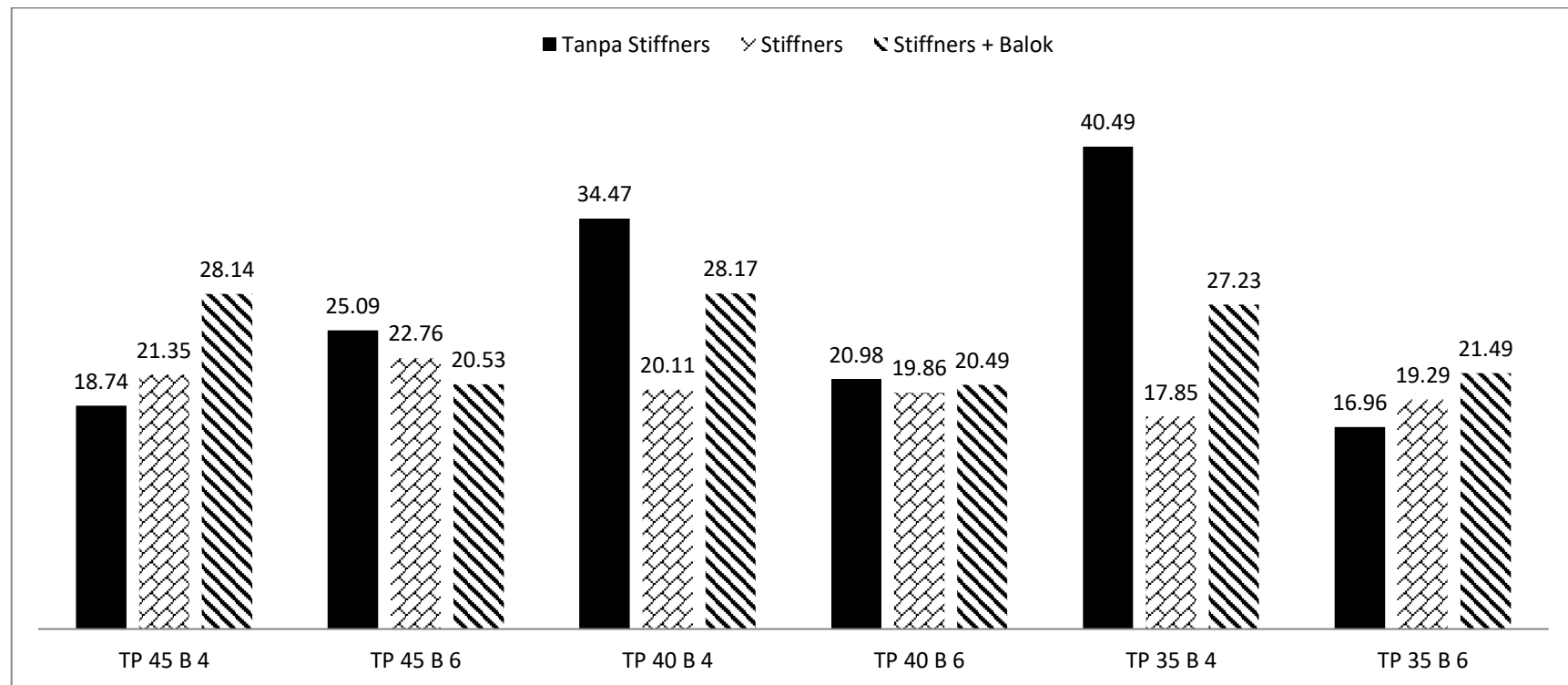
Tabel 4.65: Data pembebanan saat terjadi keretakan pada *base plate* dengan *stiffners* + balok TP 35 B 6.

Time	Beban Monotonik (N)	Tegangan Rata-Rata (MPa)	Cek
0	0	0	Tidak Retak
0.2	48000	3.72	Retak
0.4	96000	4.00	Retak
0.6	144000	4.36	Retak
0.8	192000	4.75	Retak
1	240000	5.17	Retak
1.2	288000	5.74	Retak
1.4	336000	6.34	Retak
1.6	384000	6.98	Retak
1.8	432000	7.63	Retak
2	480000	8.31	Retak
2.2	528000	9.01	Retak
2.4	576000	9.74	Retak
2.6	624000	10.48	Retak
2.8	672000	11.31	Retak
3	720000	12.23	Retak
3.2	768000	13.35	Retak
3.4	816000	14.67	Retak
3.6	864000	16.15	Retak
3.8	912000	17.84	Retak
4	960000	19.64	Retak
4.2	1008000	21.49	Retak

Dari Tabel 4.65 dapat disimpulkan bahwa pedestal beton sudah mengalami retak saat beban monotonik mencapai 48 KN dengan nilai tegangan 3,72 MPa. Pada saat beban mononik mencapai 1008 KN, tegangan retak yang terjadi pada beton sebesar 21,49 MPa, Ini dikarenakan beton sudah hancur yang disebabkan oleh tekan dari *base plate* dan tarik dari angkur.

#### 4.4.4 Perbandingan Retak Pedestal terhadap Model *Base Plate*

Dari Gambar dibawah ini merupakan perbandingan retak beton pada tiap model *base plate*,



Gambar 4.177: Diagram perbandingan retak pedestal terhadap model *base plate*

Dari Gambar diatas dapat diketahui bahwa ketika di *base plate* tanpa *stiffners* TP 35 B 4 memiliki retak tertinggi dikarenakan akibat tarikan dari angkur yang besar. Sedangkan pada saat *base plate* diberikan *stiffners* TP 35 B 4 tarikan dari angkur mulai mengecil dengan dimensi yang sama dengan pedestal *base plate* tanpa *stiffners* sehingga retaknya mengecil. Dan pada *base plate* dengan *stiffners* + balok TP 35 B 4 tarikan dari angkur besar tetapi dimensi dari pedestal lebih panjang sehingga retaknya meningkat. Maka dapat disimpulkan untuk kesemua model, retak akan berpengaruh terhadap tarik dari angkur serta dimensi dari pedestal beton.

## BAB 5

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis data dan pembahasan maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Dari hasil momen-rotasi berdasarkan variasi ketebalan, jumlah angkur dan model *base plate*, maka:
  - Pada model *base plate* tanpa *stiffners* dan model *base plate* dengan *stiffners*, variasi ketebalan berpengaruh terhadap momen dan rotasi, sedangkan pada model *base plate* dengan *stiffners* + balok, ketebalan akan lebih berpengaruh terhadap rotasi.
  - Pada ketiga model *base plate*, variasi jumlah angkur berpengaruh terhadap momen-rotasi.
  - Dengan variasi model *base plate* dapat mempengaruhi kestabilan pada momen-rotasi.
2. Untuk klasifikasi *base plate* pada setiap model maka dapat diketahui:
  - *Base plate* tanpa *stiffners* TP 35,40, dan 45 B 4 = *pinned*
  - *Base plate* tanpa *stiffners* TP 35,40 dan 45 B 6 = *semi-rigid*
  - *Base plate* dengan *stiffners* TP 35 B 4 = *pinned*
  - *Base plate* dengan *stiffners* TP 40 dan 45 B 4 = *semi-rigid*
  - *Base plate* dengan *stiffners* TP 35,40 dan 45 B 6 = *semi-rigid*
  - *Base plate* dengan balok + *stiffners* TP 35, 40, dan 45 B 4 = *semi-rigid*
  - *Base plate* dengan balok + *stiffners* TP 35,40, dan 45 B 6 = *semi-rigid*
3. Dari perbandingan hasil kekakuan sambungan yang didapat dengan hasil dari dua referensi sudah sesuai. Dimana dengan menambahkan *stiffners* maupun jumlah angkur dapat meningkatkan kekakuan sambungan pada *base plate*.
4. Dari hasil analisis tegangan-regangan berdasarkan variasi ketebalan, jumlah angkur, dan model *base plate*, maka semua variasi dapat mempengaruhi daktilitas pada tegangan-regangan.
5. Dari hasil analisis, nilai tarik angkur maksimum didapat sebagai berikut:

- *Base Plate* tanpa *stiffners* TP 35 B 4 = 246,55 KN
  - *Base Plate* tanpa *stiffners* TP 40 B 4 = 244,98 KN
  - *Base Plate* tanpa *stiffners* TP 45 B 4 = 149,97 KN
  - *Base Plate* tanpa *stiffners* TP 35 B 6 = 98,72 KN
  - *Base Plate* tanpa *stiffners* TP 40 B 6 = 134,07 KN
  - *Base Plate* tanpa *stiffners* TP 45 B 6 = 171,07 KN
  - *Base Plate* dengan *stiffners* TP 35 B 4 = 128,36 KN
  - *Base Plate* dengan *stiffners* TP 40 B 4 = 150,36 KN
  - *Base Plate* dengan *stiffners* TP 45 B 4 = 165,37 KN
  - *Base Plate* dengan *stiffners* TP 35 B 6 = 123,23 KN
  - *Base Plate* dengan *stiffners* TP 40 B 6 = 133,02 KN
  - *Base Plate* dengan *stiffners* TP 45 B 6 = 161,97 KN
  - *Base Plate* dengan balok + *stiffners* TP 35 B 4 = 241,95 KN
  - *Base Plate* dengan balok + *stiffners* TP 40 B 4 = 307,79 KN
  - *Base Plate* dengan balok + *stiffners* TP 45 B 4 = 306,86 KN
  - *Base Plate* dengan balok + *stiffners* TP 35 B 6 = 231,55 KN
  - *Base Plate* dengan balok + *stiffners* TP 40 B 6 = 226,49 KN
  - *Base Plate* dengan balok + *stiffners* TP 45 B 6 = 227,54 KN
6. Retak pedestal berpengaruh terhadap tarik dari angkur serta dimensi dari pedestal beton.

## 5.2 Saran

Setelah melakukan penelitian ini penulis memberikan saran yang perlu diperhatikan sebagai berikut:

1. Penelitian ini dapat dikembangkan dengan menggunakan tulangan pada pedestal.
2. Penelitian ini dapat dikembangkan dengan menggunakan jenis-jenis angkur yang berbeda.
3. Tugas akhir ini hanya menggunakan beban aksial dan beban monotonik. Penulis menyarankan untuk meninjau dengan menggunakan beban *push over*.

## DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. (2010). *Specification for Structural Steel Buildings*. American Institute Of Steel Construction.
- Anonim. (2015). Spesifikasi untuk Bangunan Gedung Baja Struktural. Badan Standarisasi Nasional.
- Anonim. (2018). Beban Desain Minimum dan Kriteria Terkait untuk Bangunan Gedung dan Struktur Lain. Badan Standarisasi Nasional.
- Anonim. (2019a). Persyaratan beton struktural untuk bangunan gedung dan penjelasan (ACI 318M-14 dan ACI 318RM-14, MOD). Badan Standarisasi Nasional.
- Anonim. (2019b). Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Nongedung. Badan Standarisasi Nasional.
- Chelcea, A., Parung, H., & Amiruddin, A. A. (2017). Studi Perbandingan Pola Retak Pada Beton Normal dan Beton dengan Sambungan Model Takik Akibat Beban Siklik Lateral. 1–11.
- Cornelis, C. I. (2017). Analisis Springback pada Tube AISI 304L Berpenampang Segiempat pada Proses *Rotary Draw Bending*. Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Dewobroto, W. (2016). Struktur Baja Edisi ke-2. Jurusan Teknik Sipil Universitas Pelita Harapan.
- Imran, A. I., & Kadir. (2017). Simulasi Tegangan *Von Mises* Dan Analisa *Safety Factor* *Gantry Crane Kapasitas 3 Ton*. 8(2), 1–4.
- Olii, M., Handono, B. D., & Pandaleke, R. (2018). Studi Numerik Perilaku Sambungan Pelat Dasar Kolom (*Column Base Plate* ). 6(12), 1065–1078.
- Paingi, R., Parung, H., & Amiruddin, A. A. (2017). Studi Daktilitas Hubungan Balok Kolom pada Sambungan Model Takik Akibat Beban Siklik Lateral.
- PU, D. (1987). Pedoman Perencanaan Pembebanan untuk Rumah dan Gedung. Yayasan penrbit PU.
- Ravari, A. K., Othman, I. Bin, & Ibrahim, Z. B. (2011). *Finite Element Analysis of Bolted Column Base Connection Without and With Stiffeners*. *International Journal of Physical Sciences*, 6(1), 1–7. <https://doi.org/10.5897/IJPS10.353>
- Som, B., Maity, S., Mondal, G. C., & Sur, S. (2015). *Design Model of Built-up-Stiffened Column Base under Large Eccentric Load*. *international Journal of Scientific and Engineering Research*, 6(4), 439–448.

- Sumiri, & Noriji. (2015). Perilaku Nonlinier *Buckling* pada Struktur Cangkang Bola. *Media Komunikasi Teknik Sipil*, 20(2).
- Wijaya, Y. (2008). Studi Perilaku Balok Prategang Sebagian Akibat Beban Semi Siklik dengan Metode Numerik. Universitas Indonesia.
- You, Y. C., & Lee, D. (2020). *Development of improved exposed column-Base Plate Strong-Axis Joints of Low-Rise Steel Buildings*. *Journal of Constructional Steel Research*, 169, 106062.<https://doi.org/10.1016/j.jcsr.2020.106062>

**LAMPIRAN 1**  
**PERHITUNGAN BEBAN MATI TAMBAHAN & HIDUP**

**BEBAN MATI TAMBAHAN**

**1. Beban Mati Tambahan Plat Lantai**

**Lantai 1**

Semen 1 cm	= 21 kg/m <sup>2</sup>	
Penutup lantai ubin 1 cm	= 24 kg/m <sup>2</sup>	
Pasir 1 cm	= 16 kg/m <sup>2</sup>	
Penggantung lantai-lantai	= 7 kg/m <sup>2</sup>	+
<hr/>		
68 kg/m <sup>2</sup>		
0,68 KN/m <sup>2</sup>		

**Lantai 2**

Semen 1 cm	= 21 kg/m <sup>2</sup>	
Penutup lantai ubin 1 cm	= 24 kg/m <sup>2</sup>	
Pasir 1 cm	= 16 kg/m <sup>2</sup>	
Penggantung lantai-lantai	= 7 kg/m <sup>2</sup>	+
<hr/>		
68 kg/m <sup>2</sup>		
0,68 KN/m <sup>2</sup>		

**Lantai 3**

Semen 1 cm	= 21 kg/m <sup>2</sup>	
Penutup lantai ubin 1 cm	= 24 kg/m <sup>2</sup>	
Pasir 1 cm	= 16 kg/m <sup>2</sup>	
Penggantung lantai-lantai	= 7 kg/m <sup>2</sup>	+
<hr/>		
68 kg/m <sup>2</sup>		
0,68 KN/m <sup>2</sup>		



#### **Lantai 4**

Semen 1 cm	= 21 kg/m <sup>2</sup>	
Penutup lantai ubin 1 cm	= 24 kg/m <sup>2</sup>	
Pasir 1 cm	= 16 kg/m <sup>2</sup>	
Penggantung lantai-lantai	= 7 kg/m <sup>2</sup>	+
	<hr/>	
	68 kg/m <sup>2</sup>	
	0,68 KN/m <sup>2</sup>	

#### **2. Beban Mati Tambahan Balok**

Setengah Bata = 250 kg/m<sup>2</sup>

Base =  $3/2 = 1,5$  m  
Lantai 1 =  $3,5/2 = 1,75$  m  
Dinding Bata LT-1 =  $250 \times (1,5+1,75) = 812,5$  kg/m  
= 8,125 KN/m

Lantai 1 =  $3,5/2 = 1,75$  m  
Lantai 2 =  $3,5/2 = 1,75$  m  
Dinding Bata LT-2 =  $250 \times (1,75+1,75) = 875$  kg/m  
= 8,75 KN/m

Lantai 2 =  $3,5/2 = 1,75$  m  
Lantai 3 =  $3,5/2 = 1,75$  m  
Dinding Bata LT-3 =  $250 \times (1,75+1,75) = 875$  kg/m  
= 8,75 KN/m

Lantai 3 =  $3,5/2 = 1,75$  m  
Lantai 4 =  $3,5/2 = 1,75$  m  
Dinding Bata LT-4 =  $250 \times (1,75+1,75) = 875$  kg/m  
= 8,75 KN/m

$$\begin{aligned}\text{Lantai 4} &= 3,5/2 = 1,75 \text{ m} \\ \text{Dinding Bata LT-5} &= 250 \times 1,75 = 437,5 \text{ kg/m} \\ &= 4,375 \text{ KN/m}\end{aligned}$$

## **BEBAN HIDUP**

### **1. Beban Hidup Plat Lantai**

#### **Lantai 1**

$$\begin{aligned}\text{Ruang kelas} &= 1,92 \text{ KN/m}^2 \\ \text{Koridor lantai pertama} &= \frac{4,79 \text{ KN/m}^2}{6,71 \text{ KN/m}^2} +\end{aligned}$$

#### **Lantai 2**

$$\begin{aligned}\text{Ruang kelas} &= 1,92 \text{ KN/m}^2 \\ \text{Koridor diatas lantai pertama} &= \frac{3,83 \text{ KN/m}^2}{5,75 \text{ KN/m}^2} +\end{aligned}$$

#### **Lantai 3**

$$\begin{aligned}\text{Ruang kelas} &= 1,92 \text{ KN/m}^2 \\ \text{Koridor diatas lantai pertama} &= \frac{3,83 \text{ KN/m}^2}{5,75 \text{ KN/m}^2} +\end{aligned}$$

#### **Lantai 4**

$$\begin{aligned}\text{Ruang kelas} &= 1,92 \text{ KN/m}^2 \\ \text{Koridor diatas lantai pertama} &= \frac{3,83 \text{ KN/m}^2}{5,75 \text{ KN/m}^2} +\end{aligned}$$

#### **Lantai atap**

$$\begin{aligned}\text{Atap datar} &= \frac{0,96 \text{ KN/m}^2}{0,96 \text{ KN/m}^2} +\end{aligned}$$

## LAMPIRAN 2

### PERHITUNGAN BEBAN GEMPA

#### 1. Umum

Fungsi bangunan = Gedung Sekolah

Lokasi = Yogyakarta

Kategori resiko = IV

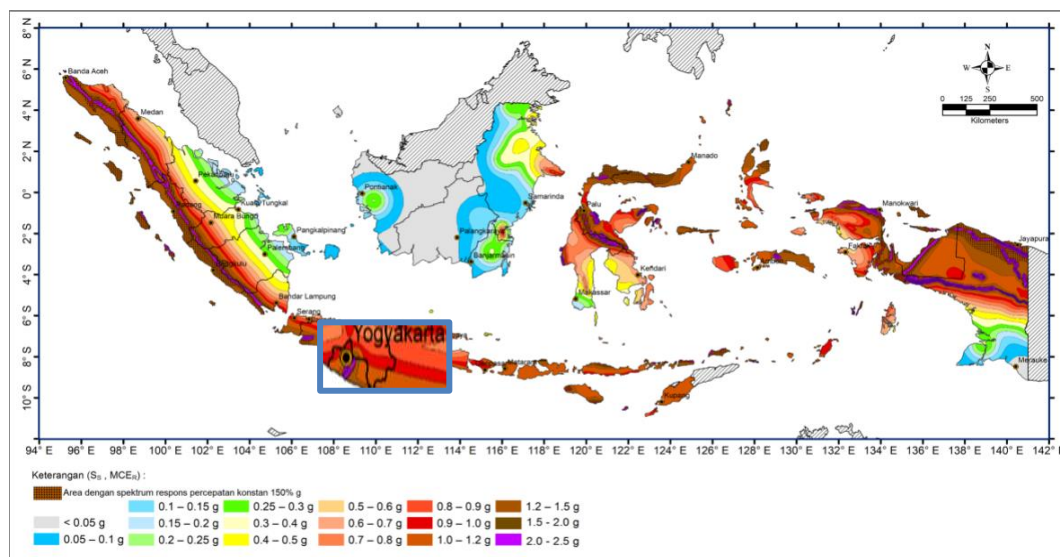
Kelas situs tanah = SD (Tanah Sedang)

#### 2. Faktor keutamaan gempa

Tabel L2.1: Faktor keutamaan gempa

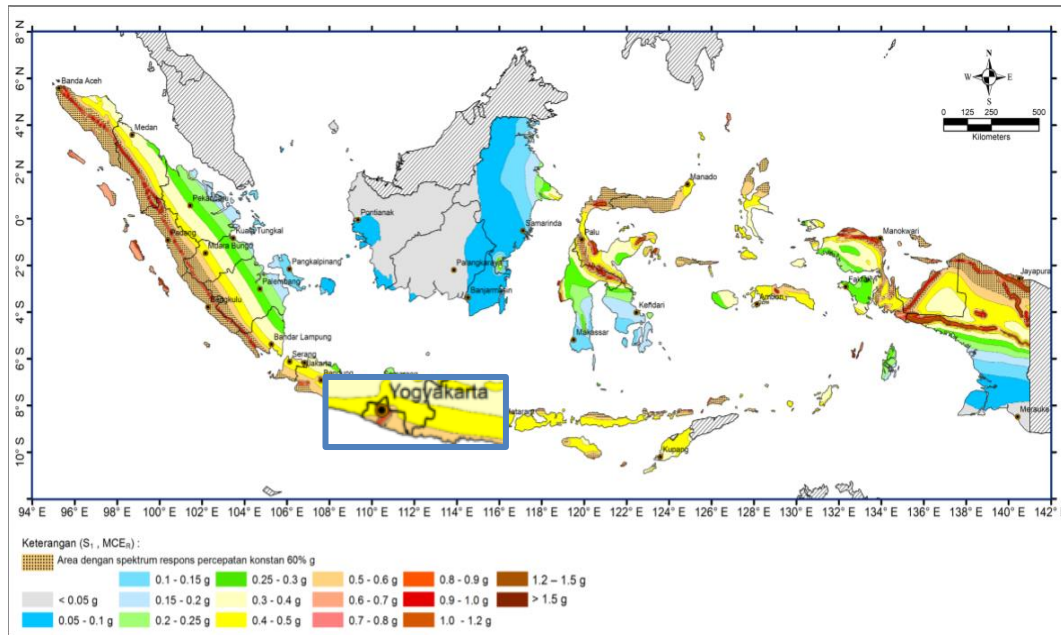
Kategori Resiko	Faktor Keutamaan Gempa, $I_e$
I atau II	1,0
III	1,25
IV	1.50

#### 3. Parameter Percepatan Gempa



Gambar L2.1: Peta parameter  $S_s$  untuk daerah Yogyakarta

Percepatan gempa untuk periode pendek,  $(S_s) = 1,2g$



Gambar L2.2: Peta parameter  $S_1$  untuk daerah Yogyakarta

Percepatan gempa untuk periode 1 detik,  $(S_1) = 0,5g$

#### 4. Koefisien situs

Faktor amplifikasi getaran percepatan pada getaran periode pendek  $(F_a) = 1,02$

Faktor amplifikasi getaran percepatan pada getaran periode 1 detik  $(F_v) = 1,8$

#### 5. Parameter respon spektral

Parameter respon spektral percepatan pada periode pendek

$$S_{MS} = F_a \cdot S_s = 1,02 \cdot 1,2 = 1,224$$

Parameter respon spektral percepatan pada periode 1 detik

$$S_{M1} = F_v \cdot S_1 = 1,8 \cdot 0,5 = 0,9$$

#### 6. Parameter percepatan spektral desain

Parameter percepatan spektral desain untuk periode pendek  $(S_{DS})$

$$S_{DS} = \frac{2}{3} S_{MS} = 0,816$$

Parameter percepatan spektral desain untuk periode pendek ( $S_{D1}$ )

$$S_{D1} = \frac{2}{3} S_{M1} = 0,6$$

## 7. Kategori desain seismik

Tabel L2.2: Kategori desain seismik untuk periode pendek

$S_{DS}$	Kategori Risiko		
	I, II atau III		IV
$S_{DS} < 0,167$	A		A
$0,167 \leq S_{DS} < 0,33$	B		C
$0,33 \leq S_{DS} < 0,50$	C		D
$0,50 \leq S_{DS}$	D		D

KDS berdasarkan parameter respons percepatan pada periode pendek = D

Tabel L2.3: Kategori desain seismik untuk periode 1 detik

$S_{D1}$	Kategori Risiko		
	I, II atau III		IV
$S_{D1} < 0,067$	A		A
$0,067 \leq S_{D1} < 0,133$	B		C
$0,133 \leq S_{D1} < 0,20$	C		D
$0,20 \leq S_{D1}$	D		D

KDS berdasarkan parameter respons percepatan pada periode 1 detik = D

## 8. Sistem struktur pemikul gaya seismik

Sistem pemikul gaya seismik = Rangka baja pemikul momen khusus (SRPMK)

Koefisien modifikasi respon  $R = 8$

Faktor kuat lebih sistem,  $\Omega_o = 3$

Faktor pembesaran simpangan lateral,  $C_d = 5.5$

Redudansi,  $\rho = 1.3$

## 9. Spektrum respon desain

Tata cara perhitungan spektrum respon desain terdapat pada di bawah ini:

- 1) Untuk periode yang lebih kecil dari  $T_0$ , spektrum respon percepatan desain,  $S_a$ , harus diambil sebesar:

$$S_a = S_{DS} \left( 0,4 + 0,6 \frac{T}{T_0} \right)$$

- 2) Untuk periode lebih besar dari atau sama dengan  $T_0$  dan lebih kecil dari atau sama dengan  $T_s$ , spektrum respon percepatan desain,  $S_a$  sama dengan  $S_{DS}$
- 3) Untuk periode yang lebih besar dari  $T_s$  tetapi lebih kecil dari atau sama dengan  $T_L$ , respon spectral percepatan desain,  $S_a$ , digunakan formulasi:

$$S_a = \frac{S_{D1}}{T}$$

- 4) Untuk periode lebih besar dari  $T_L$ , respon spektral percepatan desain,  $S_a$ , digunakan formulasi:

$$S_a = \frac{S_{D1} T_L}{T^2}$$

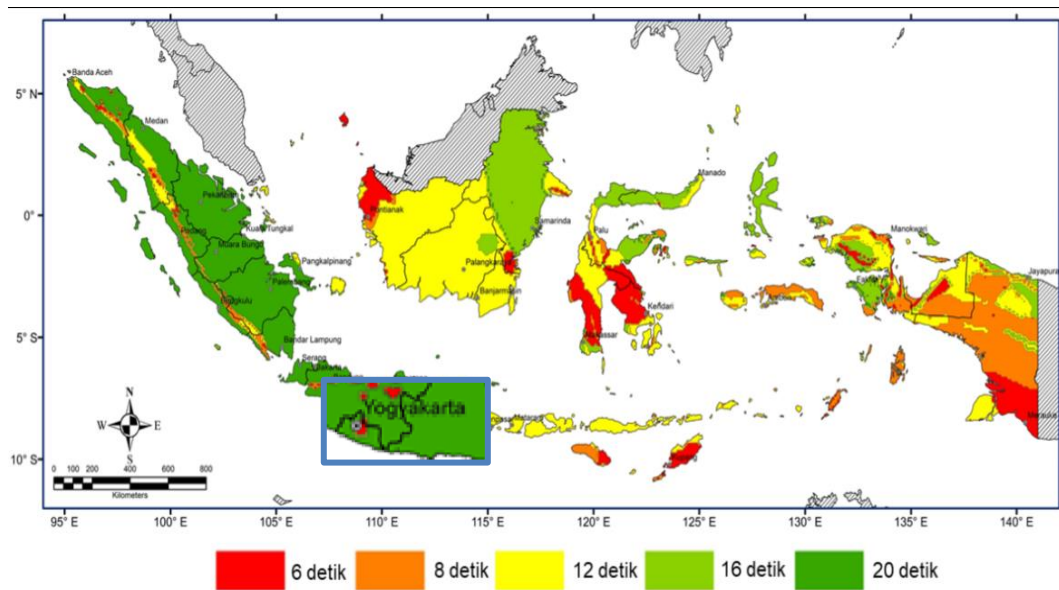
Untuk  $T$ ,  $T_0$ ,  $T_s$ , dan  $T_L$  terdapat pada dibawah ini:

$T$  = periode fundamental struktur

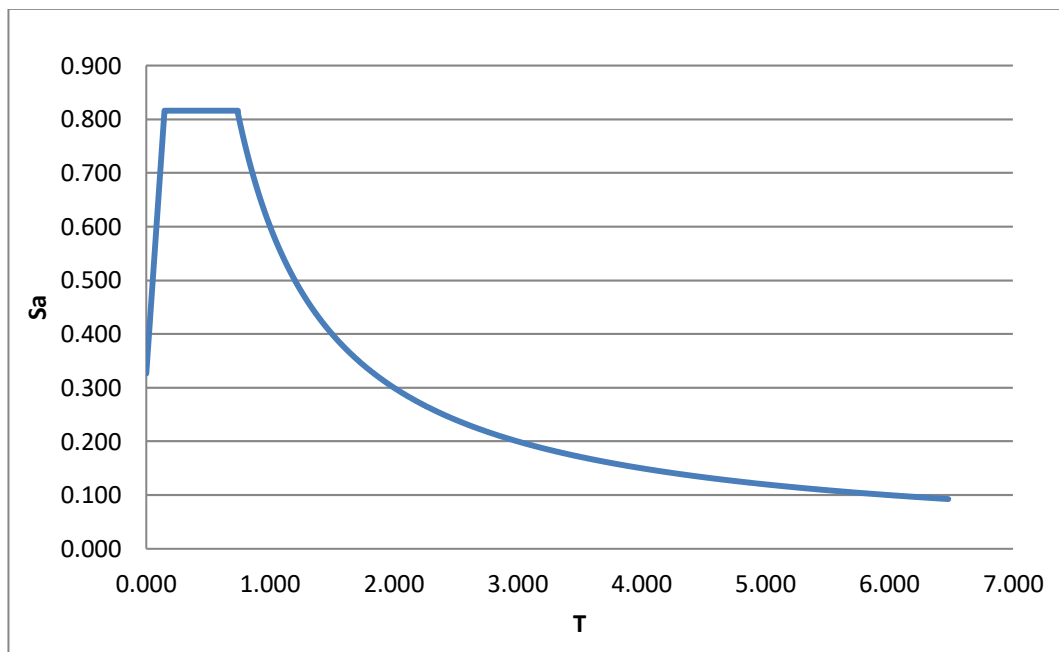
$$T_0 = 0,2 \cdot \frac{S_{D1}}{S_{DS}} = 0,2 \cdot \frac{0,6}{0,816} = 0,147 \text{ detik}$$

$$T_s = \frac{S_{D1}}{S_{DS}} = \frac{0,6}{0,816} = 0,74 \text{ detik}$$

$T_L = 20$  detik (terdapat pada gambar L2.3 dibawah ini)



Gambar L2.3: Peta transisi periode panjang,  $T_L$  untuk daerah yogyakarta



Gambar L2.4: Spektrum respon desain untuk daerah yogyakarta

## 10. Prosedur analisis

Tabel L2.4: Prosedur analisis pembebanan gempa

KDS	Karakteristik Struktur	Analisis Gaya Lateral Ekuivalen	Analisis Spektrum Respons Ragam	Prosedur Respons Riwayat Waktu Seismik
B,C	Semua Struktur	I	I	I
D,E,F	Bangunan dengan kategori resiko I dan II yang tidak melebihi 2 tingkat diatas dasar	I	I	I
	Struktur tanpa ketidakberaturan struktural dan ketinggiannya tidak melebihi 48,8 m	I	I	I
	Struktur tanpa ketidakberaturan struktural dengan ketinggian melebihi 48,8 m dan $T < 3,5 T_s$	I	I	I
	Struktur dengan ketinggian tidak melebihi 48,8 m dan hanya memiliki ketidakberaturan horizontal tipe 2,3,4 atau 5 atau ketidakberaturan vertikal tipe 4, 5a, atau 5b	I	I	I
	Semua struktur lainnya	TI	I	I

Ket: TI = Tidak diizinkan, I = Diizinkan

## 11. Penentuan periode

Tabel L2.5: Penentuan nilai  $C_t$  dan  $x$

Tipe Struktur	$C_t$	$x$
Sistem rangka pemikul momen dimana rangka memikul 100% gaya seismik yang disyaratkan dan tidak dilingkupi atau dihubungkan dengan komponen yang lebih kaku dan akan mencegah rangka dari defleksi jika dikenai gaya seismik		
• Rangka baja pemikul momen	0,0724	0,8
• Rangka beton pemikul momen	0,0466	0,9
Rangka baja dengan bresing eksentrik	0,0731	0,75
Rangka baja dengan bresing terkekang terhadap tekuk	0,0731	0,75
Semua sistem struktur lainnya	0,0488	0,75

$$T_{aminimum} = C_t \cdot h_n^x = 0,0724 \times 17^{0,8} = 0,698 \text{ detik}$$

Ket:

$h_n$  = ketinggian struktur (m)



Tabel L2.6: Penentuan nilai  $C_u$

Parameter percepatan respon spectral desain pada 1 detik, $S_{D1}$	Koefisien $C_u$
$\geq 0,4$	1,4
0,3	1,4
0,2	1,5
0,15	1,6
$\leq 0,1$	1,7

$$T_{\text{amaksimum}} = C_u \cdot T_{\text{aminimum}} = 1,4 \times 0,69839 = 0,978 \text{ detik}$$

Periode arah X

$$T_{\text{software}} = 0,632 \text{ detik}$$

$$T_{\text{aminimum}} = 0,698 \text{ detik} \text{ diambil}$$

$$T_{\text{amaksimum}} = 0,978 \text{ detik}$$

Periode arah Y

$$T_{\text{software}} = 0,629 \text{ detik}$$

$$T_{\text{aminimum}} = 0,698 \text{ detik} \text{ diambil}$$

$$T_{\text{amaksimum}} = 0,978 \text{ detik}$$

## 12. Gaya lateral gempa

Tabel L2.7: Gaya lateral gempa pada arah X dan Y

Lantai	Tinggi	X	Y
	m	KN	KN
Atap	17	135.0998	135.0998
4	13.5	166.5756	166.5756
3	10	123.8832	123.8832
2	6.5	77.3401	77.3401
1	3	32.6171	32.6171

## 13. Story shears

Tabel L2.8: Story Shears arah X dan Y

Lantai	Tinggi	X	Y
	m	KN	KN
Atap	17	135.0998	135.0998
4	13.5	301.6754	301.6754
3	10	425.5586	425.5586
2	6.5	502.8988	502.8988
1	3	535.5159	535.5159
Base	0	0	0

## 14. Modal

Dalam SNI 1726-2019 dijelaskan bahwa analisis harus dilakukan untuk menyertakan jumlah ragam yang cukup untuk mendapatkan partisipasi massa ragam terkombinasi 100% dari massa struktur.

Tabel L2.9: Modal pada arah X dan Y

Mode	Periode detik	UX	UY	Sum UX	Sum UY
1	0.632	0.7472	0	0.7472	0
2	0.629	0	0.7433	0.7472	0.7433
3	0.537	0	0	0.7472	0.7433
4	0.213	0.1325	0	0.8796	0.7433
5	0.211	0	0.1337	0.8796	0.877
6	0.179	0	0	0.8796	0.877
7	0.11	0.0575	0	0.9371	0.877
8	0.108	0	0.0594	0.9371	0.9364
9	0.093	0	0	0.9371	0.9364
10	0.069	0.0399	0	0.977	0.9364
11	0.067	0	0.0401	0.977	0.9765
12	0.058	0	0	0.977	0.9765
13	0.049	0.023	0	1	0.9765
14	0.047	0	0.0234	1	0.9999
15	0.042	0	0	1	0.9999
16	0.015	0	0	1	0.9999
17	0.015	0	0	1	0.9999
18	0.015	0	0	1	0.9999
19	0.015	0	0	1	0.9999
20	0.015	0	0	1	0.9999
21	0.015	0	0	1	0.9999
22	0.015	0	0.000005183	1	0.9999
23	0.015	0	0	1	0.9999
24	0.014	0	0	1	0.9999
25	0.014	0	0.00004706	1	1

## 15. Faktor skala

Untuk gaya geser dasar hasil analisis ragam ( $V_t$ ) kurang dari 100% dari gaya geser dasar ( $V$ ) yang dihitung melalui metode statik ekuivalen, maka gaya tersebut harus dikalikan dengan  $V/V_t$ , dimana  $V$  merupakan gaya geser dasar statik ekuivalen dan  $V_t$  merupakan gaya geser dasar yang didapat dari hasil analisis kombinasi ragam.

Koefisien respons seismik dinyatakan sebagai berikut:

$$C_s = \frac{S_{DS}}{\frac{R}{I_e}} = \frac{0,816}{\frac{8}{1,5}} = 0,153$$

Nilai  $C_s$  tidak lebih dari:

-Untuk  $T < T_L$

$$C_s = \frac{S_{D1}}{T \cdot \left(\frac{R}{I_e}\right)} = \frac{0,6}{0,698 \cdot \frac{8}{1,5}} = 0,161$$

$C_s$  tidak kurang dari:

$$C_s = 0,044 \cdot S_{DS} \cdot I_e = 0,044 \times 0,816 \times 1,5 = 0,053 \geq 0,01$$

Maka, nilai  $C_s$  yang dipakai  $C_s = 0.153$ .

Didapat nilai geser dasar ragam terkombinasi untuk arah X ( $V_x$ ) = 462,72 KN dan untuk arah Y ( $V_y$ ) = 460,60 KN.

Berat total struktur  $W = 4088,77$  KN, maka gaya geser statik ekuivalen sebagai berikut:

$$V_s = C_s \cdot W = 0,153 \times 4088,77 = 625,58 \text{ KN} > V_x = 462,72 \text{ KN} \text{ dan } V_s > V_y = 460,60 \text{ KN}$$

Dengan  $V_x < 100\%V_s$  dan  $V_y < 100\%V_s$ , maka faktor skala gaya harus di perhitungkan.

Faktor Skala Gaya:

$$\frac{g \cdot I_e}{R} = \frac{9,81 \times 1,5}{8} = 1,839$$

Skala Gaya arah X

$$\text{Faktor Skala Gaya} \times \frac{V_s}{V_x} = 1,839 \times \frac{625,58}{462,72} = 2,487$$

Skala Gaya arah Y

$$\text{Faktor Skala Gaya} \times \frac{V_s}{V_y} = 1,839 \times \frac{625,58}{460,60} = 2,498$$

Dengan faktor skala yang diperhitungkan didapat nilai gaya geser dasar ragam terkombinasi  $V_x = 625,77$  KN dan  $V_y = 625,66$  KN dengan nilai  $V_s = 625,58$  KN  $< V_x = 625,77$  KN dan  $V_s < V_y = 625,66$  KN, maka faktor skala gaya yang di perhitungkan sudah benar.

**LAMPIRAN 3**  
**PERHITUNGAN BEBAN ANGIN**

**1. Kecepatan Angin**

$$\begin{aligned}\text{Jarak} &= 23,2 \text{ km} \\ \text{Kecepatan (V)} &= 15,48 \text{ km/jam} \\ &= 4,3 \text{ m/s} \\ &= 9,5976 \text{ mph}\end{aligned}$$

**2. Faktor Arah Angin**

$$\text{Faktor arah angin, } k_d = 0,85 \text{ (SPGAU)}$$

**3. Eksposur**

$$\begin{aligned}\text{Kekasaran permukaan} &= B \\ \text{Eksposur} &= C\end{aligned}$$

**4. Faktor Topografi**

$$\text{Dikarenakan struktur tidak memenuhi semua kondisi, maka } K_{zt} = 1$$

**5. Faktor Elevasi Permukaan Tanah**

$$\begin{aligned}\text{Elevasi tanah diatas permukaan laut, } z_g &= 76 \text{ m} \\ \text{Faktor elevasi permukaan tanah, } K_e &= 1\end{aligned}$$

**6. Koefisien Eksposur Tekanan Kecepatan,  $K_h$  dan  $K_z$**

$$\begin{aligned}\text{Ketinggian di atas permukaan tanah, } z &= 17 \text{ m} \\ K_z \text{ dan } K_h &= 1,116\end{aligned}$$

**7. Faktor Hembusan Angin**

$$\text{Faktor hembusan angin, } G = 0,85$$

#### **8. Koefisien Tekanan Internal, $G_{pi}$**

Klasifikasi = bangunan tertutup

$G_{pi}$  datang = 0,18

$G_{pi}$  pergi = 0,18

#### **9. Koefisien tekanan dinding, $C_p$**

$L/B$  =  $8/8 = 1$

Sisi angin datang = 0,8

Sisi angin pergi = 0,5

## LAMPIRAN 4

### PERHITUNGAN DESAIN *BASE PLATE*

Dimensi kolom yang digunakan ialah H 500 x 500, dengan beban aksial dan momen yang terdapat dibawah ini.

Beban aksial,  $P_u$  = 954,17 KN

Momen Ulimite,  $M_u$  = 315,25 KN.m

Mutu baja : BJ-41

Kuat leleh,  $f_y$  = 250 MPa

Kuat ultimate,  $f_u$  = 410 MPa

Mutu beton,  $f_c'$  = 25 MPa

Direncanakan dimensi *base plate*

Lebar,  $B$  = 650 mm

Tinggi,  $N$  = 700 mm

$$f_{p_{\max}} = \phi_c \cdot 0,85 \cdot f_c'$$

dengan  $\phi_c = 0,65$

$$\begin{aligned} \text{maka, } f_{p_{\max}} &= 0,65 \times 0,85 \times 25 \\ &= 13,81 \text{ MPa} \end{aligned}$$

$$\frac{P_u}{B \times N} = \frac{954,17}{650 \times 700} = 2,1 \text{ MPa}$$

Dengan  $P_u/BN = 2,1 \text{ MPa} < f_{p_{\max}} = 13,81 \text{ MPa}$ , maka dapat disimpulkan bahwa dimensi yang direncanakan aman.

$$q_{\max} = f_{p_{\max}} \times B = 13,81 \times 650 = 8978,13 \text{ N/mm}$$

$$e_{kritis} = \frac{N}{2} - \frac{P_u}{2 \times q_{\max}}$$

$$e_{kritis} = \frac{700}{2} - \frac{954,17}{2 \times 8978,13}$$

$$e_{kritis} = 296,86 \text{ mm}$$

$$e = \frac{M_u}{P_u} = \frac{315,25}{954,17} = 330,39 \text{ mm}$$

Karena  $e > e_{kritis}$ , maka perlu digunakan baut angkur.

$f = 305 \text{ mm}$  (jarak baut angkur ke as kolom)

$$Y = \left(\frac{N}{2} + f\right) \pm \sqrt{\left(\frac{N}{2} + f\right)^2 - \frac{2 \cdot P_u(e+f)}{q_{\max}}}$$

$$Y = \left(\frac{700}{2} + 305\right) \pm \sqrt{\left(\frac{700}{2} + 305\right)^2 - \frac{2 \cdot 954,17 \cdot 1000 \cdot (330,39 + 305)}{8978,13}} = 112,81 \text{ mm}$$

Gaya pada angkur:

$$T_u = q_{\max} \cdot Y - P_u$$

$$T_u = \frac{8978,13 \cdot 112,81}{1000} - 954,17 = 58,66 \text{ KN}$$

Digunakan baut angkur  $4\phi 24$

Jumlah,  $n_b = 4$

$\phi = 0.9$

Diamter,  $d = 24 \text{ mm}$

Luas,  $A_b = 452,16 \text{ mm}^2$

Mutu angkur: ASTM A449

Kuat leleh angkur,  $f_y = 634 \text{ MPa}$

$$\phi T_n = n_b \cdot \phi \cdot A_b \cdot f_y$$

$$\phi T_n = \frac{4 \cdot 0.9 \cdot 452,16 \cdot 634}{1000} = 1032,01 \text{ KN} > T_u = 58,66 \text{ KN}$$

OK



$$m = N - \frac{0,95d}{2}$$

$$m = 700 - \frac{0,95 \cdot 500}{2} = 112,50 \text{ mm}$$

jadi, tebal pelat landasan dengan  $Y = 112,81 \text{ mm} > m = 112,50 \text{ mm}$ , maka

$$f_p = \frac{P_u}{B \cdot Y} = \frac{954,17 \cdot 1000}{650 \times 112,81} = 13,01 \text{ MPa}$$

$$t_p \geq 1,5m \sqrt{\frac{f_p}{f_y}} = 1,5 \cdot 112,50 \cdot \sqrt{\frac{13,01}{250}} = 38,5 \text{ mm}$$

Tebal pelat landas untuk memikul baut angkur

$$t_p \geq 1,5 \sqrt{\frac{T_u}{n_b \cdot f_y}} = 11,49 \text{ mm}$$

maka,  $t_p = 40 \text{ mm}$

## LAMPIRAN 5

### PERHITUNGAN DESAIN BAUT ANGKUR

#### 1. Data

Digunakan empat buah baut angkur, dengan spesifikasi sebagai berikut:

Diameter baut angkur,  $D = 24 \text{ mm}$

Mutu : ASTM A449

Kuat tarik,  $F_u = 827 \text{ MPa}$

Kuat leleh,  $F_y = 634 \text{ MPa}$

Panjang benam,  $h_{ef} = 400 \text{ mm}$

Mutu beton,  $f_c' = 25 \text{ MPa}$

Gaya geser ultimate,  $V_u = 112,75 \text{ KN}$

#### 2. Kuat jebol (*breakout*) beton terhadap tarik

$ca_1 = 95 \text{ mm}$

$1,5 \cdot h_{ef} = 1,5 \times 400 = 600 \text{ mm}$

Maka,  $ca_1 = 95 \text{ mm} < 1,5h_{ef} = 600 \text{ mm}$

$A_{nco} = 9 \cdot h_{ef}^2 = 9 \times 400^2 = 1440000 \text{ mm}^2$

Angkur kelompok:

$ca_1 = 95 \text{ mm}$

$1,5 \cdot h_{ef} = 600 \text{ mm}$

$s_1 = 610 \text{ mm}$

$3 \cdot h_{ef} = 3 \times 400 = 1200 \text{ mm}$

$s_2 = 560 \text{ mm}$

Maka,  $ca_1 = 95 \text{ mm} < 1,5h_{ef} = 600 \text{ mm}$ , serta  $s_1 = 610 < 3 \cdot h_{ef} = 1200 \text{ mm}$ , dan  $s_2 = 560 \text{ mm} < 3 \cdot h_{ef} = 1200 \text{ mm}$

$A_{nc} = (2 \times 1,5 \cdot h_{ef} + s_2) \times (ca_1 + s_1 + 1,5h_{ef})$

$A_{nc} = (2 \times 600 + 560) \times (95 + 560 + 600)$

$$A_{nc} = 2296800 \text{ mm}^2$$

$$\frac{A_{nc}}{A_{nco}} = \frac{2296800}{1440000} = 1,595$$

$$c a_{\min} = 95 \text{ mm}$$

$$1.5h_{ef} = 600 \text{ mm}$$

$$\text{Maka, } c a_{\min} = 95 \text{ mm} < 1.5h_{ef} = 600 \text{ mm}$$

$$\Psi_{ed.n} = 0,7 + \left(0,3 \times \frac{c a_{\min}}{1,5h_{ef}}\right) = 0,7 + \left(0,3 \times \frac{95}{600}\right) = 0,748$$

$$\Psi_{c.n} = 1$$

$$\Psi_{cp.n} = 1$$

$$k_c = 1$$

$$\lambda_a = \lambda = 1$$

Dari hasil di atas dapat di masukkan ke dalam rumus untuk kuat jebol (*breakout*), yaitu

$$N_b = 3,7 \times \lambda_a \times \sqrt{f'c'} \times h_{ef}^{5/3} = \frac{3,7 \times 1 \times \sqrt{25} \times 400^{5/3}}{1000}$$

$$N_b = 401,734 \text{ KN}$$

Angkur tunggal

$$N_{cb} = \frac{A_{nc}}{A_{nco}} \times \Psi_{ed.n} \times \Psi_{c.n} \times \Psi_{cp.n} \times N_b$$

$$N_{cb} = 1,595 \times 0,748 \times 1 \times 1 \times 401,734$$

$$N_{cb} = 478,97 \text{ KN}$$

Angkur kelompok

$$\Psi_{ec.n} = 1$$

$$N_{cbg} = \Psi_{ec.n} \cdot N_{cb}$$

$$N_{cbg} = 1 \cdot 478,97$$

$$N_{cbg} = 478,97 \text{ KN}$$

$$\phi = 0,7$$

$$\phi N_{cb} = 0,7 \times 478,97 = 335,28 \text{ KN}$$

### 3. Kuat Baut Angkur terhadap geser

$$\text{Diameter, } d = 24 \text{ mm}$$

$$n_t = 0,354 \text{ ulir/mm}$$

$$= 9 \text{ ulir/in}$$

$$i_n = 25,4$$

$$\text{untuk pitch, } P = i_n/n_f = 2,82 \text{ mm/ulir}$$

$$A_{se.v} = \frac{\pi}{4} x \left( d - \frac{0,9743}{n_t} \right)^2$$

$$A_{se.v} = \frac{\pi}{4} x \left( 24 - \frac{0,9743}{0,354} \right)^2$$

$$A_{se.v} = 354,49 \text{ mm}^2$$

$$V_{sa} = 0,6 x A_{se.v} x F_u$$

$$V_{sa} = 0,6 x 354,49 x 827$$

$$= 175,9 \text{ KN}$$

$$\phi = 0,65$$

$$\phi V_{sa} = 0,65 x 175,9 = 114,33 \text{ KN (untuk angkur tunggal)}$$

$$= 114,33 x 4 = 457,33 \text{ KN (untuk angkur kelompok 4 buah)}$$

### 4. Kuat Jebol (*breakout*) beton terhadap geser

Karena  $s_2 = 610 \text{ mm} > c_{a1.1} = 95 \text{ mm}$  dianggap 1/2 gaya geser dipikul ke-2 baut angkur paling depan pada luas bidang proyeksinya.

$$A_{vc} = (2 x 1,5c_{a1.1} + s_2) \cdot 1,5c_{a1.1}$$

$$c_{a1.1} = c_{a1} = 95 \text{ mm}$$

$$s_2 = 610 \text{ mm}$$

$$A_{vc} = (2 x 1,5 x 95 + 610) x 1,5 x 95$$

$$A_{vc} = 127537,5 \text{ mm}^2$$

$$A_{vco} = 4,5 x c_{a1}^2$$

$$A_{vco} = 4,5 x 95^2$$

$$A_{vco} = 40612,5 \text{ mm}^2$$

$$\frac{A_{vc}}{A_{vco}} = \frac{127537,5}{40612,5} = 3,14$$

$$ca_2 = 95 \text{ mm}$$

$$1,5ca_1 = 142,5 \text{ mm}$$

maka, untuk  $ca_2 < 1,5ca_1$ , maka rumus yang digunakan

$$\Psi_{ed.v} = 0,7 + 0,3 \times \frac{ca_2}{1,5ca_1}$$

$$\Psi_{ed.v} = 0,7 + 0,3 \times \frac{95}{142,5}$$

$$\Psi_{ed.v} = 0,9$$

$$\Psi_{c.v} = 1 \quad (\text{prediksi retak})$$

$$V_b = 0,6 \times \left(\frac{l_e}{d}\right)^{0,2} \cdot \sqrt{d} \cdot \lambda \cdot \sqrt{f'c'} \cdot (ca_1)^{1,5}$$

$$h_{ef} = 400 \text{ mm}$$

$$8d = 192 \text{ mm}$$

Maka,  $h_{ef} = 400 \text{ mm} > 8d = 192 \text{ mm}$

$l_e = 8.d = 192 \text{ mm}$  (panjang tumpu angkur untuk semua kasus)

$\lambda_a = \lambda = 1$  (beton normal angkur cor ditempat)

$$V_b = \frac{0,6 \times \left(\frac{192}{24}\right)^{0,2} \cdot \sqrt{24} \cdot 1 \cdot \sqrt{25} \cdot (95)^{1,5}}{1000} = 20,63 \text{ KN}$$

$$\Psi_{e.v} = 1$$

tinggi beton,  $h_a = 700 \text{ mm}$

$$1,5ca_1 = 142,5 \text{ mm}$$

$$\Psi_{h.v} = 1 \quad (h_a > 1,5ca_1 \text{ tidak dibatasi oleh ketebaln beton})$$

$$V_{cbg} = \frac{A_{vc}}{A_{vco}} \times \Psi_{ed.v} \times \Psi_{c.v} \times \Psi_{ec.v} \times \Psi_{h.v} \times V_b$$

$$V_{cbg} = 3,14 \times 0,9 \times 1 \times 1 \times 1 \times 20,63$$

$$V_{cbg} = 58,30 \text{ KN}$$

$$\phi = 0.7$$

$$\phi V_{cbg} = 40,81 \text{ KN}$$

### 5. Kuat rompal (*pryout*) beton terhadap geser

$$K_{cpg} = 2 \quad (\text{Karena, } h_{eff} > 65 \text{ mm})$$

$$V_{cpg} = k_{cpg} \times N_{cpg}$$

$$N_{cpg} = 478,97 \text{ KN}$$

$$V_{cpg} = 2 \times 478,97$$

$$V_{cpg} = 957,94 \text{ KN}$$

$$\phi V_{cbg} = 0,7 \times 957,94 = 670,56 \text{ KN}$$

### 6. Rangkuman kuat batas baut angkur terhadap geser

- a) kuat geser baut angkur = 457,33 KN
- b) kuat jebol beton = 40,81 KN
- c) kuat rompal = 670,56 KN

## LAMPIRAN 6

### TABEL TEGANGAN-REGANGAN *BASE PLATE*

Tabel L6.1: Data tegangan-regangan *base plate* tanpa *stiffners* TP 45 B 4

Time	Beban (KN)	Tegangan	Regangan
0	0	0	0
0.2	16	4.00	0.000025
0.4	32	6.86	0.000043
0.6	48	10.01	0.000062
0.8	64	13.35	0.000083
1	80	16.78	0.000104
1.2	96	26.06	0.000159
1.4	112	36.68	0.000222
1.6	128	47.68	0.000287
1.8	144	59.10	0.000355
2	160	70.71	0.000424
2.2	176	82.69	0.000494
2.4	192	95.03	0.000566
2.6	208	108.03	0.000641
2.8	224	122.75	0.000727
3	240	137.12	0.000810
3.2	256	147.55	0.000867
3.4	272	152.51	0.000903
3.6	288	160.01	0.000992
3.8	304	169.33	0.001177
3.9	312	171.69	0.001331
4	320	171.69	0.001331

Tabel L6.2: Data tegangan-regangan *base plate* tanpa *stiffners* TP 40 B 4

Time	Beban (KN)	Tegangan	Regangan
0	0	0	0
0.2	16	4.96	0.000032
0.4	32	8.07	0.000052
0.6	48	11.63	0.000074
0.8	64	15.47	0.000098
1	80	19.44	0.000123
1.2	96	30.66	0.000190
1.4	112	43.42	0.000266
1.6	128	56.78	0.000346
1.8	144	70.36	0.000427
2	160	84.33	0.000511
2.2	176	97.98	0.000592
2.4	192	112.39	0.000678
2.6	208	123.16	0.000745
2.8	224	136.12	0.000829
3	240	145.41	0.000902
3.2	256	150.10	0.001000
3.4	272	155.59	0.001266
3.6	288	168.35	0.001898

Tabel L6.2: *Lanjutan*

3.7	296	171.73	0.002317
3.8	304	178.62	0.002859
3.9	312	183.51	0.003444
4	320	188.53	0.004101
4.2	336	199.62	0.005685
4.4	352	213.00	0.007459
4.6	368	227.00	0.009463
4.8	384	244.43	0.011746
5	400	260.32	0.014315

Tabel L6.3: Data tegangan-regangan *base plate* tanpa *stiffners* TP 35 B 4

Time	Beban (KN)	Tegangan	Regangan
0	0	0	0
0.2	16	7.06	0.000045
0.4	32	11.14	0.000070
0.6	48	15.73	0.000098
0.8	64	20.68	0.000129
1	80	25.79	0.000160
1.2	96	38.75	0.000239
1.4	112	53.58	0.000329
1.6	128	67.27	0.000412
1.8	144	80.04	0.000491
2	160	94.82	0.000583
2.2	176	107.60	0.000666
2.4	192	119.70	0.000742
2.6	208	128.85	0.000820
2.8	224	140.65	0.001015
3	240	149.04	0.001437
3.2	256	162.85	0.002276
3.4	272	177.74	0.003541
3.6	288	186.78	0.005069
3.8	304	198.29	0.006981
4	320	215.38	0.009254
4.2	336	230.35	0.011595
4.4	352	247.27	0.014047
4.6	368	264.10	0.016560
4.8	384	282.13	0.019191
4.9844	398.75	298.29	0.021840
5	400	299.92	0.022085

Tabel L6.4: Data tegangan-regangan *base plate* tanpa *stiffners* TP 45 B 6

Time	Beban (KN)	Tegangan	Regangan
0	0	0	0
0.2	20	5.51	0.00003
0.4	40	9.55	0.00006
0.6	60	14.03	0.00009
0.8	80	18.72	0.00011
1	100	23.52	0.00014
1.2	120	32.51	0.00020
1.4	140	41.84	0.00025



Tabel L6.4: *Lanjutan*

1.6	160	51.28	0.00031
1.8	180	60.81	0.00037
2	200	70.73	0.00043
2.2	220	81.51	0.00049
2.4	240	92.98	0.00055
2.6	260	104.94	0.00062
2.8	280	117.44	0.00070
3	300	131.40	0.00078
3.2	320	144.47	0.00086
3.4	340	153.21	0.00091
3.6	360	156.45	0.00095
3.8	380	161.61	0.00103
4	400	163.21	0.00114
4.2	420	165.69	0.00136
4.4	440	170.31	0.00172
4.5	450	173.60	0.00197
4.6	460	176.54	0.00224

Tabel L6.5: Data tegangan-regangan *base plate* tanpa *stiffners* TP 40 B 6

Time	Beban (KN)	Tegangan	Regangan
0	0	0	0
0.2	20	7.63	0.000050
0.4	40	11.72	0.000074
0.6	60	16.33	0.000102
0.8	80	21.23	0.000132
1	100	26.32	0.000164
1.2	120	36.72	0.000226
1.4	140	47.49	0.000290
1.6	160	58.40	0.000355
1.8	180	69.50	0.000422
2	200	81.24	0.000492
2.2	220	93.13	0.000561
2.4	240	105.90	0.000635
2.6	260	118.09	0.000707
2.8	280	132.06	0.000791
3	300	144.56	0.000870
3.2	320	154.20	0.000944
3.4	340	157.00	0.001011
3.6	360	158.06	0.001144
3.8	380	163.34	0.001455
4	400	167.02	0.001912

Tabel L6.6: Data tegangan-regangan *base plate* tanpa *stiffners* TP 35 B 6

Time	Beban (KN)	Tegangan	Regangan
0	0	0	0
0.2	16	7.55	0.000050
0.4	32	10.44	0.000068
0.6	48	13.68	0.000088
0.8	64	17.18	0.000110
1	80	20.89	0.000134

Tabel L6.6: *Lanjutan*

1.2	96	29.31	0.000185
1.4	112	38.84	0.000244
1.6	128	48.91	0.000305
1.8	144	59.15	0.000367
2	160	69.50	0.000431
2.2	176	77.76	0.000479
2.4	192	87.89	0.000542
2.6	208	99.56	0.000615
2.8	224	109.03	0.000675
3	240	120.21	0.000749
3.2	256	127.66	0.000812
3.4	272	137.99	0.000910
3.6	288	144.78	0.001013
3.8	304	148.80	0.001152
4	320	149.53	0.001338
4.2	336	155.44	0.001648

Tabel L6.7: Data tegangan-regangan *base plate* dengan *stiffners* TP 45 B 4

Time	Beban (KN)	Tegangan	Regangan
0	0	0	0
0.2	16	3.74	0.000025
0.4	32	6.04	0.000039
0.6	48	8.71	0.000055
0.8	64	11.61	0.000073
1	80	14.63	0.000091
1.2	96	22.35	0.000137
1.4	112	31.36	0.000190
1.6	128	40.68	0.000246
1.8	144	50.27	0.000303
2	160	60.00	0.000360
2.2	176	70.18	0.000420
2.4	192	80.97	0.000483
2.6	208	92.24	0.000548
2.8	224	105.13	0.000623
3	240	119.86	0.000708
3.2	256	133.10	0.000785
3.4	272	143.96	0.000847
3.6	288	150.43	0.000897
3.8	304	158.71	0.000980
4	320	164.12	0.001074
4.2	336	163.83	0.001166
4.3	344	168.39	0.001269

Tabel L6.8: Data tegangan-regangan *base plate* dengan *stiffners* TP 40 B 4

Time	Beban (KN)	Tegangan	Regangan
0	0	0	0
0.2	16	4.65	0.000030
0.4	32	7.37	0.000047
0.6	48	10.49	0.000066
0.8	64	13.88	0.000087

Tabel L6.8: *Lanjutan*

1	80	17.38	0.000108
1.2	96	26.74	0.000164
1.4	112	37.42	0.000228
1.6	128	48.73	0.000295
1.8	144	60.31	0.000365
2	160	72.15	0.000435
2.2	176	84.41	0.000508
2.4	192	96.91	0.000582
2.6	208	109.73	0.000658
2.8	224	124.73	0.000746
3	240	135.63	0.000806
3.2	256	142.14	0.000852
3.4	272	149.19	0.000918
3.6	288	156.06	0.001023
3.8	304	161.56	0.001160
3.9	312	163.72	0.001254
4	320	165.53	0.001392
4.1	328	167.67	0.001580

Tabel L6.9: Data tegangan-regangan *base plate* dengan *stiffners* TP 35 B 4

Time	Beban (KN)	Tegangan	Regangan
0	0	0	0
0.2	16	6.29	0.000042
0.4	32	9.80	0.000063
0.6	48	13.88	0.000089
0.8	64	18.15	0.000116
1	80	22.54	0.000143
1.2	96	33.80	0.000211
1.4	112	46.43	0.000287
1.6	128	58.40	0.000360
1.8	144	71.62	0.000440
2	160	82.70	0.000507
2.2	176	95.93	0.000587
2.4	192	109.61	0.000666
2.6	208	121.23	0.000732
2.8	224	127.25	0.000772
3	240	135.42	0.000847
3.2	256	145.29	0.000975
3.4	272	147.99	0.001156
3.6	288	161.16	0.001619
3.7	296	161.05	0.001880

Tabel L6.10: Data tegangan-regangan *base plate* dengan *stiffners* TP 45 B 6

Time	Beban (KN)	Tegangan	Regangan
0	0	0	0
0.2	24	7.13	0.000045
0.4	48	12.67	0.000078
0.6	72	18.63	0.000114
0.8	96	24.80	0.000151
1	120	31.08	0.000189

Tabel L6.10: *Lanjutan*

1.2	144	41.64	0.000253
1.4	168	52.32	0.000316
1.6	192	63.17	0.000381
1.8	216	74.55	0.000449
2	240	87.48	0.000525
2.2	264	100.50	0.000601
2.4	288	115.88	0.000691
2.6	312	133.16	0.000792
2.8	336	148.24	0.000878
3	360	156.48	0.000927
3.2	384	163.64	0.000999
3.4	408	167.79	0.001103
3.6	432	173.48	0.001275
3.7	444	174.91	0.001377
4	480	174.91	0.001377

Tabel L6.11: Data tegangan-regangan *base plate* dengan *stiffners* TP 40 B 6

Time	Beban (KN)	Tegangan	Regangan
0	0	0	0
0.2	24	8.62	0.000054
0.4	48	14.22	0.000087
0.6	72	20.41	0.000124
0.8	96	26.86	0.000162
1	120	33.47	0.000202
1.2	144	45.12	0.000271
1.4	168	56.95	0.000342
1.6	192	68.93	0.000413
1.8	216	81.58	0.000487
2	240	94.69	0.000563
2.2	264	109.83	0.000650
2.4	288	127.28	0.000752
2.6	312	143.51	0.000846
2.8	336	153.41	0.000904
3	360	156.57	0.000944
3.2	384	163.61	0.001057
3.3	396	167.33	0.001138

Tabel L6.12: Data tegangan-regangan *base plate* dengan *stiffners* TP 35 B 6

Time	Beban (KN)	Tegangan	Regangan
0	0	0	0
0.2	24	9.62	0.000062
0.4	48	16.22	0.000102
0.6	72	23.36	0.000145
0.8	96	30.79	0.000191
1	120	38.39	0.000237
1.2	144	51.62	0.000317
1.4	168	65.03	0.000398
1.6	192	77.05	0.000470
1.8	216	91.15	0.000555
2	240	107.11	0.000650

Tabel L6.12: *Lanjutan*

2.2	264	122.32	0.000737
2.4	288	134.64	0.000811
2.6	312	145.06	0.000888
2.8	336	152.55	0.000977
3	360	154.92	0.001102
3.2	384	162.28	0.001395

Tabel L6.13: Data tegangan-regangan *base plate* dengan *stiffners* + balok TP 45 B

4

Time	Beban (KN)	Tegangan	Regangan
0	0	0	0
0.2	40	4.96	0.000032
0.4	80	8.57	0.000055
0.6	120	12.49	0.000080
0.8	160	16.40	0.000104
1	200	20.24	0.000129
1.2	240	24.85	0.000157
1.4	280	29.45	0.000186
1.6	320	34.05	0.000214
1.8	360	38.66	0.000243
2	400	43.26	0.000271
2.2	440	47.01	0.000295
2.4	480	50.91	0.000320
2.6	520	55.01	0.000348
2.8	560	59.26	0.000379
3	600	64.92	0.000424
3.2	640	71.38	0.000477
3.4	680	76.00	0.000521
3.6	720	83.51	0.000592
3.8	760	90.40	0.000665
4	800	94.36	0.000724
4.2	840	98.14	0.000793
4.4	880	102.20	0.000870
4.6	920	104.22	0.000942
4.8	960	107.79	0.001025
5	1000	113.54	0.001139

Tabel L6.14: Data tegangan-regangan *base plate* dengan *stiffners* + balok TP 40 B

4

Time	Beban (KN)	Tegangan	Regangan
0	0	0	0
0.2	40	4.94	0.000032
0.4	80	8.84	0.000057
0.6	120	13.01	0.000084
0.8	160	17.26	0.000111
1	200	21.49	0.000138
1.2	240	26.58	0.000170
1.4	280	31.62	0.000202
1.6	320	36.64	0.000233

Tabel L6.14: *Lanjutan*

1.8	360	41.20	0.000262
2	400	46.10	0.000293
2.2	440	50.28	0.000319
2.4	480	53.24	0.000338
2.6	520	57.88	0.000370
2.8	560	63.35	0.000414
3	600	68.43	0.000458
3.2	640	75.69	0.000524
3.4	680	83.76	0.000601
3.6	720	92.28	0.000689
3.8	760	98.10	0.000766
4	800	103.49	0.000851
4.2	840	107.08	0.000934
4.4	880	108.49	0.001015
4.5	900	109.75	0.001064
4.6	920	112.72	0.001120
4.75	950	112.72	0.001178
4.875	975	114.22	0.001239
5	1000	117.87	0.001325

Tabel L6.15: Data tegangan-regangan *base plate* dengan *stiffners* + balok TP 35 B

4

Time	Beban (KN)	Tegangan	Regangan
0	0	0	0
0.2	40	5.89	0.000038
0.4	80	10.23	0.000066
0.6	120	14.70	0.000095
0.8	160	19.16	0.000123
1	200	23.59	0.000151
1.2	240	28.90	0.000185
1.4	280	34.38	0.000219
1.6	320	39.08	0.000248
1.8	360	44.47	0.000283
2	400	49.21	0.000315
2.2	440	52.70	0.000339
2.4	480	57.22	0.000374
2.6	520	63.15	0.000423
2.8	560	69.02	0.000474
3	600	74.80	0.000527
3.2	640	82.50	0.000598
3.4	680	90.36	0.000675
3.6	720	94.59	0.000733
3.8	760	102.22	0.000822
4	800	105.90	0.000895
4.2	840	112.19	0.001001
4.4	880	115.60	0.001082
4.6	920	120.17	0.001187
4.8	960	119.68	0.001269
4.9	980	123.04	0.001346
5	1000	123.04	0.001346

Tabel L6.16: Data tegangan-regangan *base plate* dengan *stiffners* + balok TP 45 B

6

Time	Beban (KN)	Tegangan	Regangan
0	0	0	0
0.2	48	4.73	0.000031
0.4	96	8.00	0.000051
0.6	144	11.72	0.000075
0.8	192	15.57	0.000100
1	240	19.35	0.000124
1.2	288	23.98	0.000153
1.4	336	28.57	0.000181
1.6	384	33.21	0.000210
1.8	432	37.92	0.000240
2	480	42.66	0.000270
2.2	528	47.60	0.000300
2.4	576	52.82	0.000333
2.6	624	58.09	0.000366
2.8	672	61.64	0.000388
3	720	65.49	0.000419
3.2	768	69.99	0.000459
3.4	816	74.66	0.000511
3.6	864	78.49	0.000571
3.8	912	83.40	0.000651
4	960	85.87	0.000741
4.2	1008	91.52	0.000864

Tabel L6.17: Data tegangan-regangan *base plate* dengan *stiffners* + balok TP 40 B

6

Time	Beban (KN)	Tegangan	Regangan
0	0	0	0
0.2	48	5.84	0.000039
0.4	96	9.73	0.000063
0.6	144	14.14	0.000091
0.8	192	18.69	0.000120
1	240	23.15	0.000149
1.2	288	28.38	0.000181
1.4	336	33.63	0.000215
1.6	384	38.91	0.000248
1.8	432	44.19	0.000281
2	480	49.62	0.000315
2.2	528	54.89	0.000348
2.4	576	59.12	0.000376
2.6	624	62.67	0.000400
2.8	672	65.99	0.000428
3	720	70.84	0.000472
3.2	768	75.82	0.000524
3.4	816	82.16	0.000598
3.6	864	88.18	0.000687
3.8	912	92.17	0.000775
4	960	96.46	0.000886
4.2	1008	98.92	0.001000

Tabel L6.18: Data tegangan-regangan *base plate* dengan *stiffners* + balok TP 35 B

6

Time	Beban (KN)	Tegangan	Regangan
0	0	0.00	0
0.2	48	6.04	0.000040
0.4	96	9.76	0.000063
0.6	144	14.16	0.000091
0.8	192	18.73	0.000120
1	240	23.28	0.000149
1.2	288	28.70	0.000183
1.4	336	34.05	0.000217
1.6	384	39.18	0.000249
1.8	432	44.54	0.000283
2	480	50.13	0.000319
2.2	528	54.14	0.000346
2.4	576	58.21	0.000373
2.6	624	63.29	0.000409
2.8	672	67.65	0.000444
3	720	72.44	0.000488
3.2	768	78.87	0.000554
3.4	816	83.93	0.000626
3.6	864	91.52	0.000729
3.8	912	94.45	0.000812
4	960	99.53	0.000933
4.2	1008	102.01	0.001057





PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA  
Jalan Kapten Muchtar Basri, BA No. 3 Tel. 061-6619056

LEMBAR ASISTENSI

Nama : Aldrin Dhio Pratama

NPM : 1607210001

Fakultas/prodi : Teknik/ Teknik Sipil

Judul : Perbandingan Perilaku Sambungan Kolom Base Plate yang Menggunakan dan Tanpa Stiffners

No	Tanggal	Uraian	Paraf
①	25/11-2019	<ul style="list-style-type: none"><li>- Referensi</li><li>- Rudi yg telah diteliti</li><li>- Berat metodologi penelitian</li><li>- Time schedule</li></ul>	
②	2/12-2019	Coba Analisis modeling	
③	13/12-2019	<ul style="list-style-type: none"><li>- Coba pelajari perilaku Hasil Analisis</li><li>- Input sifat Material sesuai dgn referensi</li></ul>	
④	20/12-2019	<ul style="list-style-type: none"><li>- Pilih salah satu perilaku material sbg acuan</li><li>- Coba cat, beton dan pengkret beton dgn fr</li></ul>	

DOSEN PEMBIMBING

TONDI AMIRSYAH PUTERA, S.T, M.T



PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA  
Jalan Kapten Muchtar Basri, BA No. 3 Tel. 061-6619056

LEMBAR ASISTENSI

Nama : Aldrin Dhio Pratama  
NPM : 1607210001  
Fakultas/prodi : Teknik/ Teknik Sipil  
Judul : Perbandingan Perilaku Sambungan Kolom Base Plate yang Menggunakan dan Tanpa Stiffners

No	Tanggal	Uraian	Paraf
5	28/12-2019	- Coba Berikan Analisa base plate Normal - Buat At E Ed 3 & 4 sika Confirman	
6	10/01 - 2020	- Dijabarkan kembali flow cart - Cek pemodelan struktur.	
7	11/1-2019	- Bat-14 → jabarkan masalah / metode, data? dari penelitian	
8	21/1-2019	Dijelaskan untuk ujian proposal case	

DOSEN PEMBIMBING

TONDI AMIRSYAH PUTERA, S.T, M.T





PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA  
Jalan Kapten Muchtar Basri, BA No 3 Tel 061-6619056

LEMBAR ASISTENSI

Nama : Aldrin Dhio Pratama

NPM : 1607210001

Fakultas/prodi : Teknik/ Teknik Sipil

Judul : Perbandingan Perilaku Sambungan Kolom Base Plate yang Menggunakan dan Tanpa Stiffeners

No	Tanggal	Uraian	Paraf
1.	7 - Maret - 2020	<ul style="list-style-type: none"><li>- cek kembali terhadap kondisi vertikal &amp; Horizontal.</li><li>- cek profil penampang.</li></ul>	
2.	11 - Maret - 2020	<ul style="list-style-type: none"><li>- Lanjut ke pemodelan.</li><li>- cek syarat Horizontal &amp; vertikal.</li></ul>	
3.	14 - Juli - 2020	<ul style="list-style-type: none"><li>- BAB 3 : Susun metode pengerjaan &amp; Input</li><li>- BAB 4 : di rapikan susunan.</li><li>- Penjelasan memodelkan pedestal beton yang tidak mengalami retak.</li></ul>	
4.	28 - Juli - 2020	<ul style="list-style-type: none"><li>- Subbab 3.2</li><li>- Perjelas Argumentasi bab IV dengan te bab - akibat</li></ul>	

DOSEN PEMBIMBING

TONDI AMIRSYAH PUTERA, S.T, M.T



**UMSU**  
Unggul | Cerdas | Terpercaya

FAKULTAS TEKNIK  
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA  
Jalan Kapten Muchtar Basri, BA No. 3 20238 Telp (061)6619056  
Website: <http://www.umsu.ac.id> Email: [rector@umsu.ac.id](mailto:rector@umsu.ac.id)

NAMA : Aldrin Dhio Pratama  
NPM : 1607210001

NO.	TANGGAL	KETERANGAN	PARAF
5.	11. Agustus 2020	<ul style="list-style-type: none"><li>- Beban brapa terjadi crack</li><li>- Large deflection</li><li>- Ubah diameter angkur dan dimensi base plate.</li><li>- Cek base share</li></ul>	
6.	14 - Agustus - 2020	<ul style="list-style-type: none"><li>- Cek retak bagian dalam angkur.</li><li>- Cek tegangan dan tarik angkur</li></ul>	
7.	18 Agustus 2020	<ul style="list-style-type: none"><li>- Definisi material cek bilinier.</li><li>- Cek sampai hancur dan beri batasan pada bilinier</li></ul>	
8.	22 Agustus 2020	<ul style="list-style-type: none"><li>- Susun BAB 4.</li><li>- Lanjut analisis.</li><li>- Pahami grafik &amp; gambar.</li></ul>	

DOSEN PEMBIMBING,

( TONDI AMIRSYAH PUTERA S.T, M.T )



**UMSU**  
Unggul | Cerdas | Terpercaya

FAKULTAS TEKNIK  
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA  
Jalan Kapten Muchtar Basri, BA No. 3 20238 Telp (061)6619056  
Website: <http://www.umsu.ac.id> Email: [rector@umsu.ac.id](mailto:rector@umsu.ac.id)

NAMA : ALDRIN DHIO PRATAMA  
NPM : 1607210001

NO.	TANGGAL	KETERANGAN	PARAF
9.	31 Agustus 2020	- Perbaiki kesimpulan pada hasil - Perbaiki gambar angkur pada Balok + stiffeners	
10.	7 September 2020	- Perhitungan rotasi - Permasalahan grafik dari Stiffeners + balok rotasi - momen untuk & Angkur 4. - Titik - titik nodal sebagai tinjauan untuk perbandingan.	
11.	12 September 2020	- Average Tegangan & Retak beton - Grafik Tegangan - Regangan.	
12.	16 September 2020	- Tuliskan argumentasi berdasarkan referensi pada bab 4, serta disesuaikan penerapan bahan dengan rotasi	

DOSEN PEMBIMBING,

( TONDI AMIRSYAH PUTERA S.T, M.T )





**UMSU**  
Unggul | Cerdas | Terpercaya

FAKULTAS TEKNIK  
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA  
Jalan Kapten Muchtar Basri, BA No. 3 20238 Telp (061)6619056  
Website: <http://www.umsu.ac.id> Email: [rector@umsu.ac.id](mailto:rector@umsu.ac.id)

NAMA : ALDRIN DHIO PRATAMA  
NPM : 1607210001

NO.	TANGGAL	KETERANGAN	PARAF
13.	<del>23-09</del> 23 September 2020	<ul style="list-style-type: none"><li>- tambah grafik teg-reg 3 model</li><li>- Perbaiki bahasa argumentasi</li><li>- tambah diagram batang untuk beton</li></ul>	
14.	1 Oktober 2020	<ul style="list-style-type: none"><li>- Judul sub-bab 4 diperjelas.</li><li>- Momen-rotasi jumlah angkur memakai bar chart.</li><li>- Tipe garis diubah garisnya dan hitam - putih.</li><li>- input metode ansys gambar.</li><li>- susun daftar isi, kesimpulan, daftar gambar, daftar tabel, dl.</li></ul>	

DOSEN PEMBIMBING,

( TONDI AMIRSYAH PUTERA S.T, M.T )



**UMSU**

Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara

FAKULTAS TEKNIK  
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA  
Jalan Kapten Muchtar Basri, BA No. 3 20230 Telp (061) 6619056  
Website: <http://www.umsu.ac.id> Email: [rector@umsu.ac.id](mailto:rector@umsu.ac.id)

NAMA : ALDRIN DHIO PRATAMA  
NPM : 1607210001

NO.	TANGGAL	KETERANGAN	PARAF
15.	Jumat, 09/10-2020	- Rubrik abstract mengenai ringkasan hasil - Ringkas kesimpulan sesuai dengan tujuan	
16	Selasa 13/10-2020	Ars Untile Seminar Hasil	

DOSEN PEMBIMBING.

(TONDI MUHAMMADIYAH PUTERA S.T, M.T)

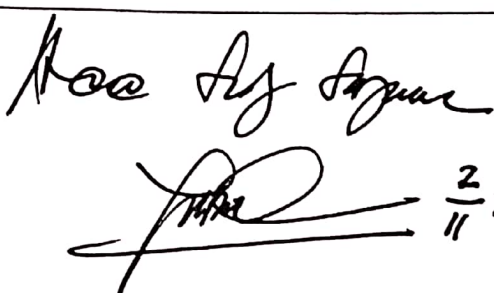
LEMBAR ASISTENSI

Nama : Aldrin Dhio Pratama

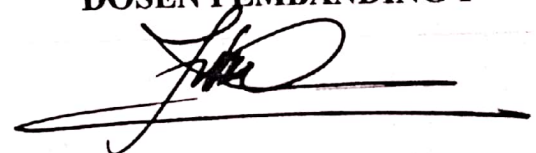
NPM : 1607210001

Fakultas/prodi : Teknik/ Teknik Sipil

Judul : Perbandingan Perilaku Sambungan Kolom *Base Plate* yang Menggunakan dan Tanpa *Stiffners*

No	Tanggal	Uraian	Paraf
1.	2/11/2020	 2/11/2020	

DOSEN PEMBANDING 1



DR. FAHRIZAL ZULKARNAIN




LEMBAR ASISTENSI

Nama : Aldrin Dhio Pratama

NPM : 1607210001

Fakultas/prodi : Teknik/ Teknik Sipil

Judul : Perbandingan Perilaku Sambungan Kolom *Base Plate* yang Menggunakan dan Tanpa *Stiffeners*

No	Tanggal	Uraian	Paraf
1.	02 - Nov - 2020.	<p>- Perjelas kembali sesuai referensi dan bandingkan dengan hasil yang di dapat. dengan menambahkan referensi</p> <p>See lengkapnya sdang. Ju.</p>	

DOSEN PEMBANDING 2

  
DR. JOSEF HADIPRAMANA

## DAFTAR RIWAYAT HIDUP



Nama Lengkap : Aldrin Dhio Pratama  
Tempat, Tanggal Lahir : Pekanbaru, 16 Oktober 1998  
Alamat : Jl. Garuda, Kel. Sungai Lumpur, Kec. Singkep,  
Kab. Lingga, Prov. Kepulauan Riau  
Agama : Islam  
No. Telp : 081264194280  
E-mail : aldrindhiop@gmail.com

## RIWAYAT PENDIDIKAN

Nomor Pokok Mahasiswa : 1607210001  
Fakultas : Teknik  
Program Studi : Teknik Sipil  
Perguruan Tinggi : Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara  
Alamat Perguruan Tinggi : Jl. Kapten Muchtar Basri BA. No 3 Medan 20238

No	Tingkat	Nama dan Tempat	Tahun Kelulusan
1	SD	SD 002 Singkep	2010
2	SMP	SMP 2 Singkep	2013
3	SMA	SMA 2 Singkep	2016
4	Melanjutkan kuliah di Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara Tahun 2016 sampai selesai		