

## **TUGAS AKHIR**

**SIMULASI PELAT LANTAI BETON DENGAN MENGGUNAKAN  
SERBUK KULIT RAJUNGAN SEBAGAI BAHAN  
PENGANTI AGREGAT HALUS  
(Studi Penelitian)**

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

**Disusun Oleh:**

**MUHAMMAD AZMI**  
**1607210112**



**UMSU**

Unggul | Cerdas | Terpercaya

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK  
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

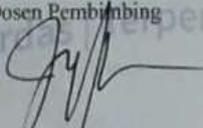
## LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING

Tugas Akhir ini diajukan oleh :

Nama : Muhammad Azmi  
NPM : 1607210112  
Program Studi : Teknik Sipil  
Judul Skripsi : Simulasi Pelat Lantai Beton Dengan Menggunakan Serbuk Kulit Rajungan Sebagai Bahan Pengganti Agregat Halus  
Bidang Ilmu : Struktur

DISETUJUI UNTUK DISAMPAIKAN KEPADA  
PANITIA UJIAN SKRIPSI

UMSU  
Medan, 2020

Dosen Pembimbing  
  
Dr. Josef Hadipranana, S.T, M. Sc

## HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan oleh:

Nama : Muhammad Armi

NPM : 1607210112

Program Studi : Teknik Sipil

Judul Skripsi : Simulasi Pelat Lantai Beton Dengan Menggunakan Serbuk  
Kuli Rajungan Sebagai Bahan Pengganti Agregat Halus

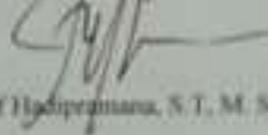
Bidang Ilmu : Struktur

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

Medan, November 2020

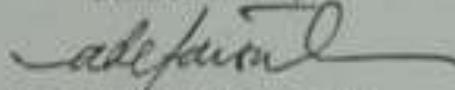
Mengetahui dan  
menyetujui, Dosen

Pendamping



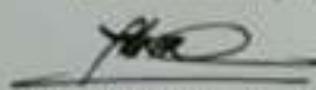
Dr. Josef Hadipramana, S.T., M. Sc

Dosen Pembimbing I



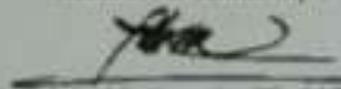
Dr. Ade Hiral, ST., M.Sc., Ph.D

Dosen Pembimbing II



Dr. Fahrizal Zulkarnain, ST., M.Eng

Ketua Prodi Teknik Sipil



Dr. Fahrizal Zulkarnain, ST., M.Eng

## SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama Lengkap : Muhammad Azmi

Tempat, Tanggal Lahir : Stabat, 07 Desember 1997

NPM : 1607210112

Fakultas : Teknik

Program Studi : Teknik Sipil

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

“Simulasi Pelat Lantai Beton Dengan Menggunakan Serbuk Kulit Rajungan Sebagai Bahan Pengganti Agregat Halus”

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

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

Demikian Surat Pernyataan ini saya buat dengan keadaan sadar dan tidak dalam tekanan ataupun paksaan dari pihak manapun, demi menegakkan integritas Akademik di Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Medan, November 2020

Saya yang menyatakan,

A yellow postage stamp with the text "STERAI KAPAL" and "6000" is visible. A signature is written over the stamp.

Muhammad Azmi

## ABSTRAK

### **SIMULASI PELAT LANTAI BETON DENGAN MENGGUNAKAN SERBUK KULIT RAJUNGAN SEBAGAI BAHAN PENGANTI AGREGAT HALUS**

Muhammad Azmi

1607210112

Dr. Josef Hadipramana, S.T, M.Sc

Indonesia sebagai salah satu negara berkembang terus melakukan pembangunan disegala bidang. Di dalam perencanaan desain struktur konstruksi bangunan, ditemukan dua bagian utama dari bangunan, yaitu bagian struktur dan nonstruktur. Pelat lantai beton pada bangunan bertingkat merupakan bagian struktur yang terpasang mendatar dan berfungsi sebagai tumpuan / berpijak bagi penghuni di atasnya. Banyak penelitian memanfaatkan material dari berbagai bahan limbah. Salah satunya Serbuk kulit rajungan, pengujian ini memodifikasi pelat lantai beton dengan serbuk kulit rajungan. Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari model pelat lantai yang menanggung gaya aksial dengan menggunakan pemodelan metode elemen hingga. Kesimpulan yang didapat pada penelitian ini adalah informasi tegangan akibat beban yang bekerja dan deformasi yang terjadi pada pelat lantai, yaitu untuk mengetahui kemungkinan lokasi kerusakan pada pelat lantai. Hasil simulasi diketahui bahwa pada beban sebesar 40000 N akan terjadi deformasi sebesar 0,40153 mm dan *stress* sebesar 2,3604 Mpa, sedangkan kehancuran pada pelat lantai adalah sebesar 2,45 Mpa . Dimana  $f_c'$  15,6 Mpa dari hasil pengujian di laboratorium. Artinya pelat lantai ini belum mengalami kehancuran pada saat beban 40000 N. Pengujian ini dapat menunjukkan bahwa simulasi pelat lantai menggunakan serbuk kulit rajungan dengan pelat lantai mampu menahan gaya aksial.

Kata Kunci: Pelat Lantai, Serbuk Kulit Rajungan, Simulasi.

## **ABSTRACT**

### ***SIMULATION OF CONCRETE FLOOR PLATE BY USING POWDER KING LEATHER AS A MATERIAL SUBSTITUTE OF FINE AGGREGATE***

Muhammad Azmi

1607210112

Dr. Josef Hadipramana, S.T, M.Sc

*Indonesia as a developing country continues to carry out development in all fields. In the structural design planning for building construction, two main parts of the building are found, namely the structural and non-structural parts. A concrete floor slab in a multi-storey building is a part of the structure that is installed horizontally and serves as a foothold for residents above it. Many studies use materials from various waste materials. One of them is the crab skin powder, this test modifies the concrete floor slab with crab shell powder. This study aims to study a floor slab model that bears axial forces using the finite element method modeling. The conclusion obtained in this study is the stress information due to the work load and the deformation that occurs on the floor plate, namely to determine the possible location of damage to the floor plate. The simulation results show that at a load of 40000 N there will be a deformation of 0.40153 mm and a stress of 2.3604 Mpa, while the destruction of the floor slab is 2.45 Mpa. Where is  $f_c$  '15.6 Mpa from the laboratory test results. This means that the floor plate has not been destroyed when the load is 40000 N. This test can show that the simulation of the floor plate using crab shell powder with the floor plate is able to withstand axial forces.*

*Keywords: Floor Slabs, Crab Skin Powder, Simulation.*

## KATA PENGANTAR

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 adalah keberhasilan penulis dalam menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini yang berjudul **“Simulasi Pelat Lantai Beton Dengan Menggunakan Serbuk Kulit Rajungan Sebagai Bahan Pengganti Agregat Halus (Studi Penelitian)”** 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 Dr. Josef Hadipramana, S.T, M.Sc selaku Dosen Pembimbing dan Penguji yang telah banyak membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
2. Bapak Dr. Ade Faisal, S.T., M.Sc., Ph.D, selaku Dosen Pembanding I dan Penguji sekaligus Wakil Dekan I Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang telah banyak memberikan koreksi dan masukan kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
3. Bapak Dr. Fahrizal Zulkarnain, S.T., M.Eng, selaku Dosen Pembanding II dan Penguji sekaligus Ketua Prodi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang telah banyak memberikan koreksi dan masukan kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
4. Bapak Dr. Fahrizal Zulkarnain, S.T., M.Eng, selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
5. Bapak Munawar Alfansury Siregar S.T, M.T, selaku Dekan Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

6. Seluruh Bapak/Ibu Dosen di Program Studi Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang telah banyak memberikan ilmu ke teknik sipil kepada penulis.
7. Bapak/Ibu Staf Administrasi di Biro Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
8. Orang tua penulis: Ayahanda tercinta Irwanto, dan Ibunda tercinta Sakdiah, yang telah bersusah payah membesarkan dan membiayai studi penulis.
9. Terimakasih kepada rekan tim penelitian Rizki Martua Nst, Miftah Hidayat, Shyintia Hastia N, dan Jaka Syahputra serta rekan-rekan seperjuangan Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara Stambuk 2016.

Laporan 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. Semoga laporan Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi dunia konstruksi teknik sipil.

Medan, November 2020

Muhammad Azmi

## DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	i
LEMBAR KEASLIAN SKRIPSI	ii
ABSTRAK	iii
ABSTRACT	iv
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL	xi
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Batasan Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian	3
1.6 Sistematika Penulisan	4
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Beton Mutu Normal	5
2.2 Struktur Beton Bertulang	6
2.3 Pelat Lantai	6
2.3.1 Pelat Satu Arah	7
2.3.2 Pelat Dua Arah	8
2.4 Fungsi Pelat	8
2.5 Kuat Tekan Beton	8
2.6 Kulit Rajungan	9
2.7 <i>Finite Element Analysis</i>	10
2.7.1 <i>Setting analysis</i> /komponen analisis	11
2.7.2 Model Simulasi Kegagalan	13
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN	15
3.1 Diagram Penelitian	15
3.1.1 Studi Literatur	15
3.1.1.1 Membuat Model Pelat Lantai Dengan <i>Software</i> Khusus Desain	16

3.1.1.2 Identifikasi Parameter dan Fisik Model	16
3.1.2 Simulasi Numerik Dengan <i>Software Finite Element Method</i>	17
3.1.3 Hasil	17
3.1.4 Analisa Data	17
3.1.5 Kesimpulan	17
3.2 Mendesain Pelat Lantai 1 Arah	18
3.3 Gambar 2D Pelat Lantai 1 Arah	18
3.4 Gambar 3D Dengan Menggunakan <i>Software Finite Element Method</i>	19
3.5 Material	20
3.6 Simulasi Statik Struktural	21
3.6.1 <i>Engineering Data</i>	21
3.6.2 Import Geometri	24
3.6.3 Model	25
3.6.3.1 Materials	26
3.6.3.1.1 Material Beton	26
3.6.3.1.2 Material Besi	27
3.6.3.2 <i>Mesh</i>	27
3.6.3.3 <i>Static Structural</i>	28
3.6.3.4 <i>Solution</i>	31
<b>BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN</b>	34
4.1 Analisis Geometri dan Material	34
4.1.1 Geometri	34
4.1.2 Material	35
4.2. Hasil Pengujian Pelat Lantai	36
4.2.1 Hasil Pengujian Terhadap Gaya Aksial	36
4.2.1.1 Deformasi	37
4.2.1.2 <i>Stress</i>	40
4.2.1.3 <i>Strain</i>	44
4.2.1.4 Hubungan <i>Stress</i> dan <i>Strain</i>	48
<b>BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN</b>	49
5.1 Kesimpulan	49
5.2 Saran	49
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>	48
<b>DAFTAR RIWAYAT HIDUP</b>	

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1: Pelat Lantai 1 Arah	7
Gambar 2.2: Pemecahan Elemen Objek	14
Gambar 3.1: Tahapan Singkat Penelitian Yang Dilaksanakan	15
Gambar 3.2: Gambar 2D Pelat Lantai 1 Arah (a) Tampak Atas (b) Tampak Depan (c) Tampak Samping	18
Gambar 3.3: (b) Tampak Depan (lanjutan)	18
Gambar 3.4: (c) Tampak Samping (lanjutan)	19
Gambar 3.5: Gambar 3D pelat lantai 1 arah (a) Tampak atas (b) Tampak depan (c) Tampak samping	19
Gambar 3.6: (b) Tampak Depan (lanjutan)	19
Gambar 3.7: (c) Tampak Samping (lanjutan)	20
Gambar 3.8: Cara Membuat Material Baru di <i>Software Finite Element Method</i>	21
Gambar 3.9: Melengkapi data-data (a) <i>Density</i> (b) <i>Young Modulus</i> dan <i>Poison Rasio</i> (c) <i>Compressive Ultimate</i>	22
Gambar 3.10: (b) <i>Young's Modulus</i> dan <i>Poison Rasio</i> (lanjutan)	23
Gambar 3.11: (c) <i>Compressive Ultimate</i> (lanjutan)	24
Gambar 3.12: Mengimport Gambar Dari <i>Autocad</i> Ke Simulasi <i>Finite element Method</i>	25
Gambar 3.13: Bentuk 3D Dari Desain Pada Model	26
Gambar 3.14: Material Beton	26
Gambar 3.15: Material Besi	27
Gambar 3.16: <i>Generate Mesh</i>	28
Gambar 3.17: Pengaturan Tumpuan Pada Pelat Lantai	29
Gambar 3.18: Pengaturan force(gaya aksial)	29
Gambar 3.19: Pengaturan <i>Time Step</i> Pembebanan	30
Gambar 3.20: Tahapan Pembebanan	30
Gambar 3.21: <i>Solution</i> Deformasi Total, <i>Stress</i> , dan <i>Strain</i>	31
Gambar 3.22: Hasil Dari Deformation	32
Gambar 3.23: Hasil Dari <i>Stress</i>	32
Gambar 3.24: Hasil Dari <i>Strain</i>	32
Gambar 4.1: Grafik Kenaikkan Nilai Beban Yang Terjadi	37
Gambar 4.2: Deformasi Akibat Gaya Aksial Pelat Lantai	38
Gambar 4.3: Deformasi Maksimum Akibat Gaya Aksial Pada Pelat Lantai	38
Gambar 4.4: Grafik Hubungan Antara beban dan deformasi	40
Gambar 4.5: <i>Stress</i> Yang Terjadi Akibat Gaya Aksial	41
Gambar 4.6: <i>stress</i> maksimum yang terjadi akibat gaya aksial	42
Gambar 4.7: Grafik Hubungan Antara <i>Stress</i> dan Gaya	44
Gambar 4.8: <i>Strain</i> Yang Terjadi Akibat Gaya Aksial	45
Gambar 4.9: <i>Strain</i> Maksimum Yang Terjadi Pada Pelat Lantai	45

Gambar 4.10: Grafik Hubungan Antara Beban dan *Strain*

47

Gambar 4.11: Grafik Hubungan Antara *Stress* dan *Strain*

48

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1: Komposisi kimia limbah kulit rajungan (Multazam,2002).	9
Tabel 3.1: Hasil pengujian kuat tekan beton FAS 0,4 % di laboratorium	16
Tabel 3.2: Material beton serbuk kulit rajungan	20
Tabel 3.3: Material besi Bj tp 30	20
Tabel 4.1: Data geometri beton	34
Tabel 4.2: Data geometri besi Bj tp 30	35
Tabel 4.3: Data material beton serbuk kulit rajungan	35
Tabel 4.4: Data material besi Bj tp 30	36
Tabel 4.5: Gaya Aksial	36
Tabel 4.6: Besar deformasi terhadap gaya aksial	39
Tabel 4.7: Pengaruh gaya terhadap <i>stress</i>	42
Tabel 4.8: Pengaruh gaya aksial terhadap <i>strain</i> yang terjadi pelat lantai	46

# BAB 1

## PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Indonesia sebagai salah satu negara berkembang terus melakukan pembangunan di segala bidang. Beton merupakan bahan yang paling banyak digunakan sebagai bahan konstruksi bangunan. Menurut Tri Mulyono (2003), beton memiliki kelebihan yaitu, harganya relatif murah, mampu memikul beban yang berat, mudah dibentuk sesuai dengan kebutuhan konstruksi, dan biaya perawatannya yang kecil. Beton merupakan suatu bahan komposit (campuran) dari beberapa material, yang bahan utamanya terdiri dari semen, agregat halus, agregat kasar, air serta bahan tambah lain dengan perbandingan tertentu. Campuran bahan-bahan pembentukan beton ditetapkan sedemikian rupa, sehingga menghasilkan beton segar yang mudah dikerjakan dan memenuhi kekuatan tekan rencana setelah mengeras dan cukup ekonomis. Oleh karena itu, beton banyak menjadi pilihan dan digunakan dalam konstruksi. Beton sejak dulu dikenal sebagai material dengan kekuatan tekan yang memadai, mudah diproduksi secara lokal dan relatif kaku.

Di dalam perencanaan desain struktur konstruksi bangunan, ditemukan dua bagian utama dari bangunan, yaitu bagian struktur dan nonstruktur. Pelat lantai merupakan bagian struktur yang sangat penting, dimana ikut memikul beban yang bekerja pada bangunan. Pelat adalah elemen horizontal struktur yang mendukung beban mati maupun beban hidup dan menyalurkannya ke rangka vertikal dari sistem struktur.

Pelat lantai pada bangunan bertingkat merupakan bagian struktur yang terpasang mendatar dan berfungsi sebagai tumpuan / berpijak bagi penghuni di atasnya. Pelat lantai umumnya mempunyai ketebalan yang ukurannya relative sangat kecil bila dibandingkan dengan panjang bentangnya sehingga sifat kaku dari pelat sangat kurang. Kekuatan yang sangat kurang ini akan mengakibatkan *defleksi* atau lendutan yang sangat besar (Puspantoro. 1993).

Peneletiaan ini memodifikasi beton dengan serbuk kulit rajungan, Kulit rajungan terdiri dari kalsium (Ca), fosfor (P), magnesium (Mg), tembaga (Cu), besi

(Fe), seng (Zn), dan mangan (Mn). Oleh sebab itu, diharapkan kulit rajungan dapat meningkatkan kekuatan pada pelat lantai beton.

Salah satu metode yang populer digunakan untuk menganalisa masalah karakteristik material adalah Metode *Finite Element Analysis* (FEA). Metode *Finite Element Analysis* (FEA) adalah metode yang dapat digunakan untuk mensimulasikan perilaku dari sebuah material sehingga dapat mengetahui karakteristik dari material tersebut yang nantinya dapat mengurangi jumlah percobaan yang diperlukan Schreiber (2015).

Saat ini penggunaan *finite element analysis* untuk menghitung dan mensimulasikan model dengan bantuan komputer mengalami perkembangan yang sangat pesat. Hal ini dikarenakan perkembangan *hardware* komputer yang sangat pesat pula sehingga mendukung proses perhitungan dengan metode numerik. Menurut (Pringgana, 2018) salah satu keunggulan dari teknik pemodelan numerik, yang jika dilakukan dengan benar, dapat menangkap fenomena tertentu yang tidak terdeteksi dalam pengujian eksperimental.

Konsep dasar *finite element analisis* adalah mendiskretisasi atau membagi suatu struktur menjadi bagian-bagian yang lebih kecil yang jumlahnya berhingga, kemudian melakukan analisis gabungan terhadap elemen – elemen kecil tersebut. Tujuan dari *finite element analisis* adalah untuk memperoleh nilai pendekatan numerik sehingga dapat diselesaikan dengan bantuan komputer, maka *Finite Element Analisis* (FEA) dikatakan bersifat computer oriented (Moaveni, Saeed , 2008).

## **1.2. Rumusan Masalah**

Pada penelitian ini terdapat beberapa permasalahan sebagai berikut:

1. Bagaimana model pelat lantai yang menanggung gaya aksial dalam simulasi?
2. Bagaimana simulasi pelat lantai memakai properti kekuatan beton dengan campuran serbuk kulit rajungan sebagai bahan pengganti?

### 1.3. Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian pada tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Untuk mengetahui bagaimana model pelat lantai yang menanggung gaya aksial dalam simulasi.
2. Untuk mengetahui simulasi kekuatan pelat lantai dengan properti beton dengan campuran serbuk kulit rajungan sebagai bahan pengganti.

### 1.4. Batasan Penelitian

Mengenaiai perencanaan penelitian ini di perlukan batasan-batasan agar tercapainya tujuan penelitian atau penyusunan tugas akhir:

1. Data material yang digunakan berasal dari penelitian beton Shyintia Hastia N. Dimana hasil penelitian menunjukkan bahwa variasi bahan pengganti 5 % mengalami kenaikan sebesar 15,6 Mpa.
2. Data yang diambil adalah yang paling maksimum.
3. Pelat lantai yang di tinjau adalah pelat lantai 1 arah.
4. Dimensi pelat lantai adalah panjang = 600 cm x lebar = 300 cm x tebal = 12 cm, dengan tulangan sebanyak 1 lapis.
5. Pemodelan pelat lantai menggunakan pembesian berdiameter 2 cm dengan jarak 25 cm.
6. Tumpuan yang digunakan pada pelat lantai 1 arah berupa tumpuan jepit di kedua sisi.
7. Beban yang digunakan adalah beban aksial.
8. Beban yang diberikan sebesar 40000 N.
9. Pengujian menggunakan 5 *time step*.
10. Pengaruh yang ditinjau adalah *total deformation*, *equivalent stress* dan *equivalent strain*.

### 1.5. Manfaat Penelitian

1. Penelitian ini diharapkan limbah kulit rajungan sebagai bahan campuran dalam pembuatan beton dapat menjadi pertimbangan untuk tahap selanjutnya terutama dibidang konstruksi.

2. Untuk mengetahui kekuatan pelat lantai menggunakan material kulit rajungan dengan cara simulasi.

## **1.6. Sistematika Penulisan**

Sistematika skripsi ini yaitu:

### **Bab 1 Pendahuluan**

Dalam bab ini diuraikan mengenai latar belakang, perumusan masalah, maksud dan tujuan penelitian, batasan penelitian, manfaat penelitian, serta sistematika penelitian.

### **Bab 2 Tinjauan Pustaka**

Bab ini menguraikan dan membahas bahan bacaan yang relevan dengan pokok bahasan studi, sebagai dasar untuk mengkaji permasalahan yang ada dan menyiapkan landasan teori.

### **Bab 3 Metodologi Penelitian**

Bab ini menguraikan tentang tahapan penelitian, pelaksanaan penelitian, teknik pengumpulan data, peralatan penelitian, jenis data yang diperlukan, pengambilan data, dan analisis data.

### **Bab 4 Analisis dan Pemecahan Masalah**

Bab ini berusaha menguraikan analisis perhitungan dan pemecahan permasalahan yang ada dalam penelitian ini.

### **Bab 5 Kesimpulan dan Saran**

Dalam bab ini menguraikan kesimpulan yang diperoleh dari analisis yang telah dilakukan dan juga saran-saran dari penulis.

## BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Beton Mutu Normal

Menurut SKSNI T-15-1991-03, Beton normal ialah beton yang mempunyai berat yang mempunyai berat isi 2200-2500 kg/m<sup>3</sup> dengan menggunakan agregat alam yang dipecah atau tanpa dipecah. Beton normal dengan kualitas yang baik yaitu beton yang mampu menahan kuat tekan/hancur yang diberi beban berupa tekanan dengan dipengaruhi oleh bahan-bahan pembentuk, kemudahan pengerjaan (*workability*), Faktor Air Semen (FAS) dan zat tambahan (*admixture*) bila diperlukan.

Beton dikategorikan sebagai beton mutu normal apabila nilai kuat tekannya kurang dari 42 Mpa pada umur 28 hari. Dalam fungsinya, penggunaan beton mutu normal banyak dipakai untuk konstruksi - konstruksi yang sederhana seperti perumahan dan bangunan yang relative tidak terlalu tinggi dimana kebutuhan karakteristiknya tidak terlalu besar. Bahan-bahan dasar pembentuk beton normal juga tidak menuntut penggunaan bahan yang berkualitas tinggi sehingga mudah diperoleh dan lebih ekonomis.

Karakteristik beton yang baik dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Kuantitas beton
  - a. Kepadatan yaitu ruang yang ada pada beton sedapat mungkin terisi oleh agregat dan pasta semen.
  - b. Kekuatan yaitu beton harus mempunyai kekuatan daya tahan internal terhadap berbagai jenis kegagalan.
  - c. Faktor air semen harus terkontrol sehingga memenuhi persyaratan kekuatan beton.
  - d. Tekstur permukaan beton harus mempunyai kerapatan dan kekerasan tekstur yang tahan segala cuaca.
2. Kualitas beton
  - a. Kualitas semen.
  - b. Proporsi semen terhadap air dalam campurannya.
  - c. Kekuatan dan kebersihan agregat.

- d. Adhesi atau interaksi antara pasta semen dan agregat.
- e. Pencampuran yang cukup dari bahan pembentuk beton.
- f. Perawatan pada temperatur yang tidak lebih rendah dari 500F.
- g. Kandungan chlorida tidak melebihi 0,15% dalam beton ekspos dan 1% dalam beton terlindung.

## **2.2 Struktur Beton bertulang**

Beton bertulang merupakan gabungan material beton dan baja tulangan, hal ini dilakukan untuk mengatasi kelemahan material beton dalam menahan tarik (Imran, S.,dkk., 2014). Oleh karena itu, beton bertulang memiliki sifat yang sama dengan bahan-bahan penyusunnya yaitu sangat kuat terhadap beban tekan dan beban tarik. Sistem struktur bangunan yang dibuat dengan beton bertulang dirancang dari prinsip dasar desain dan penelitian elemen beton bertulang yang menerima gaya-gaya dalam seperti gaya geser, gaya aksial, momen lentur dan momen puntir. Di dalam struktur ini, memiliki kekuatan tekan yang besar namun lemah terhadap tegangan tarik. Karena itulah baja tulangan ditanam di dalam beton untuk menahan tegangan tarik yang terjadi.

## **2.3 Pelat Lantai**

Pelat lantai merupakan suatu struktur solid tiga dimensi dengan bidang permukaan yang lurus, datar dan tebalnya jauh lebih kecil dibandingkan dengan dimensinya yang lain. Struktur pelat bisa saja dimodelkan dengan elemen 3 dimensi yang mempunyai tebal  $h$ , panjang  $b$ , dan lebar  $a$ .

Ketebalan pelat lantai ditentukan oleh:

1. Besar lendutan yang diinginkan.
2. Lebar bentangan atau jarak antara balok-balok pendukung.
3. Bahan material konstruksi dan pelat lantai.

Adapun fungsi dari pelat lantai adalah untuk menerima beban yang akan disalurkan ke struktur lainnya. Pada pelat lantai merupakan beton bertulang yang diberi tulangan baja dengan posisi melintang dan memanjang yang diikat menggunakan kawat bendrat, serta tidak menempel pada permukaan pelat baik

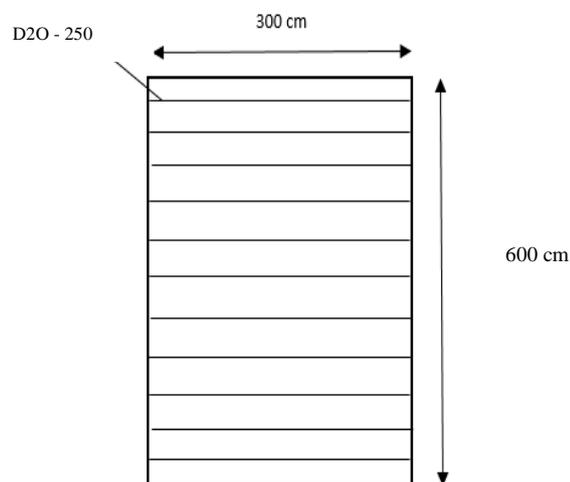
bagian bawah maupun atas. Adapun ukuran diameter, jarak antar tulangan, posisi tulangan tambahan bergantung pada bentuk pelat, kemampuan yang diinginkan untuk pelat menerima lendutan yang diijinkan.

Secara analisis, apabila perbandingan antara bentang panjang dan bentang lebar pelat tidak lebih dari dua, maka digunakan penulangan dua arah. Apabila nilai perbandingan antara panjang dan lebar pelat lebih dari dua, maka digunakan penulangan satu arah (Dipohusodo, 1994).

### 2.3.1 Pelat Satu Arah

Pelat satu arah adalah pelat yang didukung pada dua tepi yang berhadapan saja sehingga lendutan yang timbul hanya satu arah saja yaitu pada arah yang tegak lurus terhadap tumpuan. Dengan kata lain pelat satu arah adalah pelat yang mempunyai perbandingan antara sisi panjang terhadap sisi pendek yang saling tegak lurus lebih besar dari dua dengan lendutan utama pada sisi yang lebih pendek (Dipohusodo, 1994:45).

Pembuatan model pelat lantai satu arah dengan menggunakan *software* khusus desain tiga dimensi (3D). Model di buat dengan ukuran panjang : 600 cm, lebar : 300 cm dan tinggi : 12 cm, dengan pembesian D20 – 250. Kemudian untuk data yang diinput ke ansys diambil hasil substitusi yang paling optimal yaitu 5% dengan hasil kuat tekan 15,6 Mpa. Gambar pelat lantai dapat dilihat pada Gambar 2.1.



Gambar 2.1: Pelat Lantai 1 Arah.

### **2.3.2 Pelat Dua Arah**

Pelat dua arah adalah pelat yang mengalami lentur dalam dua arah, contohnya pelat yang ditumpu pada keempat sisi yang saling sejajar. Perbandingan antara sisi panjang dan sisi pendek yang saling tegak lurus tidak lebih dari 2. Pelat ini harus ditulangi dalam kedua arah dengan tulangan pokok, yang besarnya sebanding dengan momen–momen pada masing–masing arah yang timbul, dan tidak dibutuhkan tulangan bagi lagi. Perencanaan pelat dua arah umumnya didasarkan pada koefisien momen empiris, di mana meskipun koefisien ini tidak memprediksi variasi tegangan secara akurat, namun menghasilkan pelat dengan keseluruhan faktor keamanan yang memadai.

### **2.4 Fungsi Pelat**

Adapun fungsi pelat lantai adalah sebagai berikut:

1. Sebagai pemisah ruang bawah dan ruang atas.
2. Sebagai tempat berpijak penghuni di lantai atas.
3. Untuk menempatkan kabel listrik dan lampu pada ruang bawah.
4. Meredam suara dari ruang atas maupun dari ruang bawah.
5. Menambah kekakuan bangunan pada arah horizontal.

### **2.5 Kuat Tekan Beton**

Kuat tekan beton adalah besarnya beban persatuan luas yang menyebabkan benda uji beton hancur bila dibebani dengan gaya tekan tertentu, yang dihasilkan oleh mesin tekan (SNI 03- 1974-1990).

Arianto (2013), menyatakan suatu pelat beton bertulang sederhana (simple beam), menahan kuat tekan yang mengakibatkan timbulnya momen lentur, maka akan terjadi deformasi lentur didalam pelat tersebut. Pada kejadian momen lentur positif, tegangan tekan terjadi pada bagian atas dan regangan tarik terjadi di bagian bawah dari penampang.

Nilai kuat tekan beton didapatkan melalui tata cara pengujian standar, menggunakan mesin uji tekan dengan cara memberikan beban tekan bertingkat dengan kecepatan peningkatan beban tertentu atas benda uji silinder yang memiliki

diameter 15 cm, tinggi 30 cm, dan berumur 28 hari di hitung dengan rumus kuat tekan sebagai berikut :

$$f_c = P/A \quad 2.1$$

Keterangan :

$f_c$  = Kuat tekan beton (Mpa)

P = Beban hancur (N)

A = Luas penampang tertekan rata – rata (mm<sup>2</sup>)

## 2.6 Kulit Rajungan

Rajungan (*Portunus Pelagicus*) tergolong hewan dasar pemakan daging yang termasuk dalam famili portunidae. Saat ini rajungan merupakan komoditas ekspor unggulan hasil perikanan Indonesia, khususnya untuk ekspor ke Jepang, Uni Eropa, dan Amerika Serikat. Meningkatnya permintaan ekspor berdampak pada volume produksi rajungan yang terus naik. Peningkatan produksi akan diikuti dengan peningkatan jumlah limbah yang dihasilkan, baik limbah padat berupa cangkang atau kulit dan limbah cair berupa air rebusan (Haryati, 2005).

Cangkang rajungan merupakan limbah potensial yang kurang dimanfaatkan. Pengolahan limbah cangkang rajungan selain meningkatkan pendapatan pabrik juga menekan biaya dan menghasilkan output limbah yang lebih sedikit serta minim tingkat pencemaran dengan pengolahan ramah lingkungan. Penggunaan bahan baku, alat-alat, dan bahan tambahan (kimia) aman digunakan.

Serbuk kulit rajungan terdiri dari kalsium (Ca), fosfor (P), magnesium (Mg), tembaga (Cu), besi (Fe), seng (Zn), dan mangan (Mn) yang dapat dilihat pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1: Komposisi kimia limbah kulit rajungan (Multazam, 2002).

Komposisi Kimia	Kadar
Air (%)	4,32
Protein (%)	18,18
Lemak (%)	2,27

Tabel 2.1: *Lanjutan.*

Komposisi Kimia	Kadar
Serat kasar (%)	16,67
Abu (%)	44,28
P (%)	1,81
Ca (%)	19,97
Mg (%)	1,29
Cu (ppm)	30,62
Fe (ppm)	195,59
Zn (ppm)	44,59
Mn (ppm)	184,52

## 2.7 *Finite Element Analisis*

Saat ini penggunaan *finite element analysis* untuk menghitung dan mensimulasikan model dengan bantuan komputer mengalami perkembangan yang sangat pesat. Hal ini dikarenakan perkembangan *hardware* komputer yang sangat pesat pula sehingga mendukung proses perhitungan dengan metode numerik. Program FEA yang berkembang pesat serta banyak digunakan untuk melakukan analisis struktur adalah *software finite element*. *Software finite element* dapat melakukan beberapa macam tipe simulasi yang berbeda seperti: struktural, *thermal*, mekanika fluida, analisis elektromagnetik, dll. atau bahkan gabungan analisis seperti *thermal* dengan struktur atau lainnya sehingga lebih sering dikenal dengan *finite element multiphysic*.

*Finite Element Method* (FEM) atau biasanya disebut *Finite Element Analysis* (FEA), adalah prosedur numerik yang dapat dipakai untuk menyelesaikan masalah-masalah dalam bidang rekayasa (*engineering*), seperti analisa tegangan pada struktur, frekuensi pribadi dan mode shape-nya, perpindahan *panas*, *elektromagnetis*, dan *aliran fluida* (Saeed Moaveni, 1999).

Konsep dasar *finite element analisis* adalah mendiskretisasi atau membagi suatu struktur menjadi bagian-bagian yang lebih kecil yang jumlahnya berhingga, kemudian melakukan analisis gabungan terhadap elemen – elemen kecil tersebut.

Tujuan dari *finite element analysis* adalah untuk memperoleh nilai pendekatan numerik sehingga dapat diselesaikan dengan bantuan komputer, maka *Finite Element Analysis* (FEA) dikatakan bersifat *computer oriented* (Moaveni, Saeed, 2008).

## **2.7.1 *Setting analysis/komponen analisis***

### **2.7.1.1 *Beban/Load***

Menurut Badriyah (2016), beban (*load*) dapat di wujudkan dengan gaya. Sedangkan gaya (*force*) adalah aksi atau pengaruh yang diterapkan pada sebuah benda yang menciptakan efek pada benda tersebut. Sebuah benda jika di kenai gaya akan terjadi reaksi, tetapi jika benda tersebut tidak mampu menanggung besar gaya yang di terimanya maka benda tersebut akan mengalami perubahan bentuk, posisi bahkan kehancuran.

Beban aksial mengakibatkan adanya tegangan normal. Jika beban menyebabkan penambahan panjang dari elemen, maka gaya yang bekerja adalah gaya tarik. Jika beban menyebabkan elemen memendek, maka gaya yang bekerja adalah gaya tekan. Benda yang di kenai oleh beban aksial biasanya akan terjadi deformasi searah datangnya beban tersebut. Selain deformasi benda juga akan mengalami *strain* dan *stress*. Pada sebuah pelat lantai beban aksial adalah beban yang datang dari struktur atas pelat lantai tersebut lalu mengenai pelat lantai tersebut. Sebuah pelat lantai yang di kenai oleh beban aksial maka akan mengalami perubahan yaitu berupa deformasi, *stress* dan *strain*.

### **2.7.1.2 *Tumpuan***

Tumpuan adalah tempat berpegangnya suatu benda untuk mempertahankan posisinya. Dalam *software finite element* tumpuan di modelkan dengan beberapa jenis. Untuk tumpuan jepit *software metode element method* menggunakan *fixed support*.

#### *a. Fixed support*

Didalam *software finite element fixed support* adalah sebagai tumpuan jepit yang fungsinya adalah dapat memberikan reaksi atau tahan terhadap gaya

horizontal, vertikal dan bahkan mampu memberikan reaksi terhadap putaran momen. Jika beban yang bekerja terlalu besar maka yang terjadi pada benda tersebut yang bersinggungan dengan tumpuan akan mengalami *stress* bahkan mengalami kehancuran.

*b. Displacement*

Didalam *software finite element displacement* adalah tumpuan *roll* yang fungsinya mampu menahan gaya vertikal, namun tidak mampu menahan gaya horizontal, artinya tumpuan rol hanya dapat menerima gaya tegak lurus. Tumpuan *displacement* biasanya di gunakan untuk jenis tumpuan dengan perpindahan.

*c. Sendi*

Sendi adalah tumpuan direncanakan dengan membolehkan adanya rotasi tapi menahan terjadinya translasi baik pada arah horizontal maupun vertikal. Tumpuan sendi tidak dapat menahan momen. Dalam *software finite element* sendi di simulasikan menjadi *fixed support*, hanya saja untuk sendi mengambil bagian sudut pada bagian geometri yang akan di pasang tumpuan jepit.

### **2.7.1.3 Material**

Didalam *software finite element method* material sangat berpengaruh terhadap ketahanan suatu benda yang akan di uji atau dikenai gaya. Komposisi material menentukan daya dukung benda tersebut terhadap gaya yang bekerja. Pada material beton ada beberapa komposisi material yang mempengaruhi kekuatan beton tersebut yaitu *density*, *isotropic elasticity* dan *compressive ultimate strength*.

*a. Density*

*Density* adalah rapatan atau pengukuran massa setiap satuan volume benda yang bersifat tetap. Semakin tinggi massa jenis suatu benda, maka semakin besar pula massa setiap volumenya. *Density* juga berpengaruh terhadap kekuatan suatu benda.

*b. Isotropic elasticity*

Data *Isotropic elasticity* adalah data yang berpengaruh terhadap tegangan dan regangan. Dalam data ini terdapat dua bagian data yang harus di lengkapi yaitu *young modulus* dan *poisson ratio*.

c. *compressive ultimate strength*

*Compressive ultimate strength* didalam *software finite element* juga mempengaruhi daya dukung material. Data ini diambil dari kuat tekan suatu material yang di selanjutnya diinput ke *software finite element* untuk melengkapi engineering data dari material tersebut. Kuat tekan dapat diukur dengan memasukkannya ke dalam kurva tegangan-regangan dari data yang di dapatkan dari mesin uji. Suatu material yang mengalami deformasi tertentu dan tidak dapat kembali ke bentuk semula dianggap sebagai batas kekuatan tekan.

## 2.7.2 Model Simulasi Kegagalan

### 2.7.2.1 Mekanisme kegagalan simulasi

Dalam pengujian simulasi menggunakan *software finite element* ada beberapa hasil atau *solution* yang di dapatkan. Dalam *solution* itu ada beberapa tinjauan yaitu deformasi, *stress*, dan *strain*.

a. Deformasi

Deformasi merupakan perubahan bentuk, berdasarkan kurva tegangan-regangan beton dapat diprediksi perilaku beton ketika diberikan beban (Sidik, 2010). Deformasi dapat terjadi jika suatu benda atau materi dikenai gaya(*force*). Gaya (*force*) adalah aksi atau pengaruh yang diterapkan pada sebuah benda yang menciptakan efek pada benda tersebut.

b. Tegangan (*Stress*)

*Stress* adalah besaran yang menunjukkan gaya internal antar partikel dari suatu bahan terhadap gaya yang mempengaruhinya. Semua bahan berubah bentuk karena pengaruh gaya. Ada yang kembali ke bentuk aslinya bila gaya dihilangkan, ada pula yang tetap berubah bentuk sedikit atau banyak.

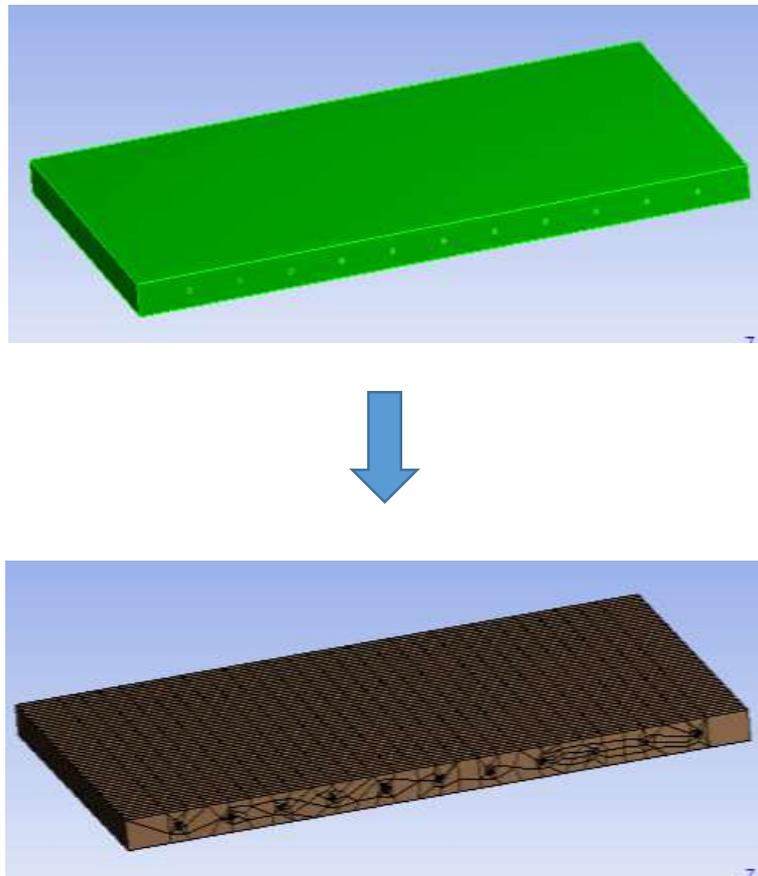
c. Regangan (*Strain*)

Perubahan pada ukuran sebuah benda karena gaya-gaya kopel dalam keseimbangan dibandingkan dengan ukuran semua disebut regangan. Regangan juga disebut derajat deformasi, (Sarojo, 2002).

### 2.7.2.2 Pembangunan model simulasi

*Software finite element* bekerja dengan sistem metode elemen hingga dengan memecah satu rangkaian kesatuan menjadi bagian-bagian yang lebih kecil dan dihubungkan dengan *node*.

Pemecahan model pada *setting analisis* dilakukan dengan *meshing* dan dengan menggunakan *complete model*. Pengaruh *mesh* pada *finite element analisis* adalah sebagai batas dari kegagalan material maka semakin kecil kita melakukan *meshing* maka semakin detail pula titik keruntuhan yang diberikan oleh simulasi numerik. Objek yang awalnya hanya menjadi satu geometri setelah dilakukan *meshing* akan terbagi menjadi beberapa element.

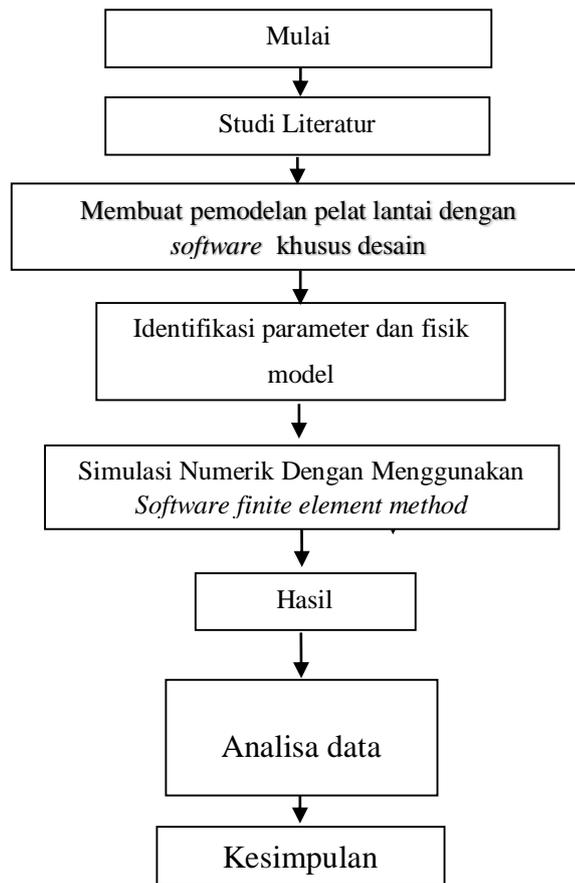


Gambar 2.2: Pemecahan Elemen Objek

## BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN

### 3.1 Diagram Penelitian

Tahapan singkat penelitian simulasi pelat lantai beton menggunakan *software finite element* dapat dilihat pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1: Tahapan singkat penelitian yang dilaksanakan.

Metode yang dilakukan dalam penelitian ini adalah metode penelitian simulasi, data diperoleh dengan menggunakan *software finite element*.

#### 3.1.1 Studi literatur

Sebelum melakukan simulasi numerik dengan *software finite element method* terlebih dahulu membuat *experimen* beton di laboratorium UMSU untuk mendapat

kan hasil kuat tekan, dimana hasil kuat tekan diinput di *software finite element*, hasil kuat tekan dapat di lihat pada Tabel 3.1.

Tabel 3.1: Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton FAS 0,4 % di laboratorium.

Variasi	Umur Beton (Hari)	Berat (kg)	Luas Penampang (cm <sup>2</sup> )	Kuat Tekan (Mpa)
0%	28	12,42	176,63	17,95
5%	28	12,10	176,63	15,66
7%	28	11,82	176,63	11,52
8%	28	11,59	176,63	10,56

Tabel 3.1 menunjukkan variasi dengan menggunakan campuran serbuk kulit rajungan yang tertinggi 5% yaitu 15,66 Mpa. Dimana hasil 5% dengan hasil kuat tekan 15,66 Mpa diinput dalam *software finite element analisis*.

### 3.1.1.1 Membuat Model Pelat Lantai Dengan *Software* Khusus Desain

Mendesain model pelat lantai dengan menggunakan *software* khusus desain tiga dimensi (3D). Model di buat dengan ukuran panjang : 600 cm, lebar : 300 cm dan tinggi : 12 cm, dengan pembesian D20 – 250. Setelah pelat lantai dibuat lalu desain geometri di *export* menjadi format *ACIS* agar bisa di masukan ke dalam *software finite element method*.

### 3.1.1.2 Identifikasi Parameter dan Fisik Model

Tahap ini model yang di *import* dari *software* khusus desain di cek kembali dimensinya agar sesuai dengan rencana yang akan dilakukan simulasi. Setelah model dinyatakan sesuai kemudian pilih material yang telah di *input* pada *Engineering data* pada *software finite element method*. Kemudian melakukan *meshing* untuk memecahkan *element object*.

### **3.1.2 Simulasi Numerik Dengan *Software Finite Element Method***

Setelah model telah dilakukan *meshing* kemudian masukan beberapa *setting analysis*. Pada geometri pelat lantai yang akan di pasang tumpuan maka di masukan *fixed support* pada sisi yang di simulasikan menggunakan tumpuan jepit. Untuk memasukan beban aksial pada geometri beban yang di pilih adalah *force* dan di masukan pada bagian atas geometri seluas sisi geometri. Beban ini digunakan untuk mensimulasikan pembebanan aksial yang ada pada pelat lantai yang biasanya berasal dari struktur atas bagian pelat lantai.

Setelah *setting analysis* selesai dilakukan kemudian masukkan solusi yang ingin di dapatkan yaitu deformasi, *stress* dan *strain*. Hasil dari *solve* akan muncul oleh animasi geometri untuk kemudian di lihat seberapa besar yang dapat di lihat pada diagram kontur.

### **3.1.3 Hasil**

Setelah selesai melakukan *running/solve* maka *software finite element method* akan menampilkan animasi geometri pada *solution*. Hasil tersebut kemudian di cek kesesuaiannya pada tabel yang ada pada tubular data. Setiap pembebanan dan solusi di pastikan ketepatannya dan kemudian melakukan analisa data.

### **3.1.4 Analisa Data**

Data yang di peroleh dari *software finite element* kemudian di paparkan pada BAB IV. Data-data ini di sajikan dalam bentuk animasi model, diagram kontur, tabel dan grafik.

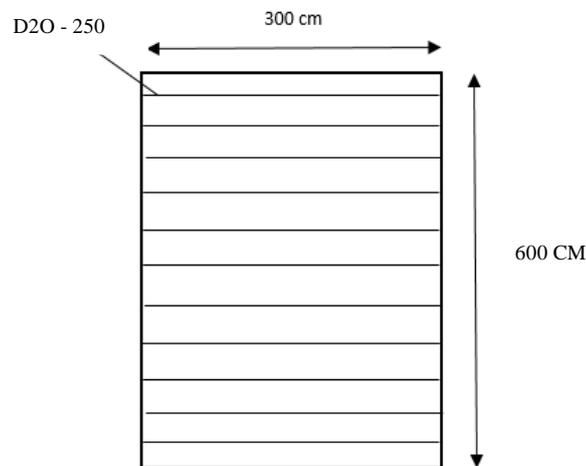
### **3.1.5 Kesimpulan**

Setelah data-data di dapatkan maka dapat di ketahui seberapa besar daya dukung pelat lantai tersebut terhadap gaya aksial.

### 3.2 Mendesain Pelat Lantai 1 Arah

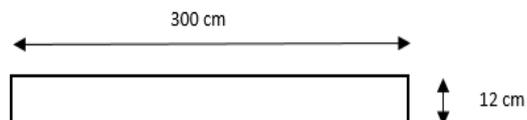
Langkah awal, sebelum menggunakan *software finite element* adalah mendesain pelat lantai. Pembuatan model pelat lantai 1 arah dengan cara menggambar menggunakan *software autocad 2014*. Pemodelan pelat lantai 1 arah dengan dimensi 300 cm x 600 cm x 12 cm, dengan pembesian D20 – 250. Gambar hasil dari autocad di simpan lalu *ekspor* dengan format *Acis*. kemudian pada *software finite element* di *import* dari *geometry*.

### 3.3 Gambar 2D pelat lantai 1 arah



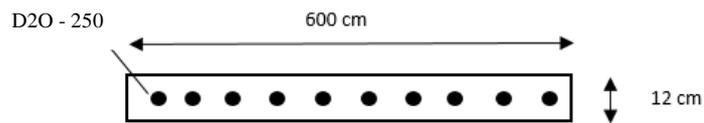
(a)

Gambar 3.2: Gambar 2D pelat lantai 1 arah (a) Tampak atas (b) Tampak depan (c) Tampak samping.



(b)

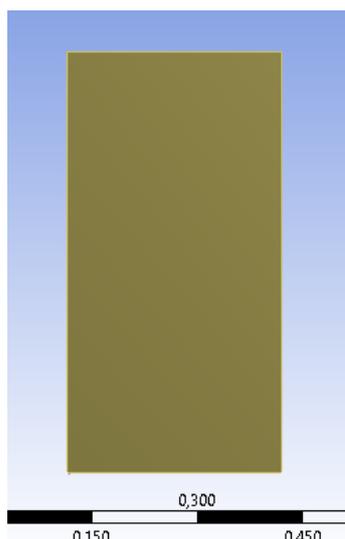
Gambar 3.3: Tampak Depan (lanjutan)



(c)

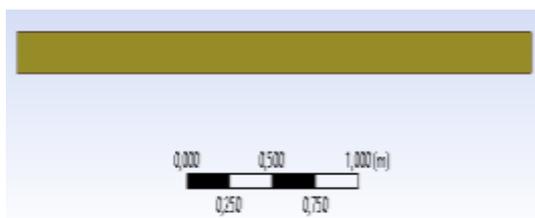
Gambar 3.4: Tampak Samping (lanjutan)

**3.4 Gambar 3D Dengan Menggunakan *Software Finite Element Method*.**



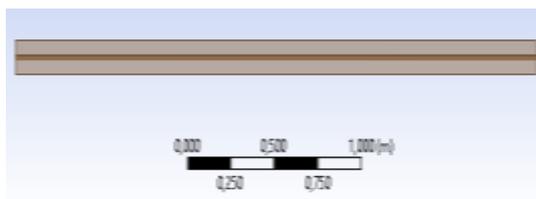
(a)

Gambar 3.5: Gambar 3D pelat lantai 1 arah (a) Tampak atas (b) Tampak depan (c) Tampak samping.



(b)

Gambar 3.6: Tampak Depan (lanjutan)



(c)

Gambar 3.7: Tampak Samping (lanjutan)

### 3.5 Material

Material yang di gunakan adalah beton serbuk kulit rajungan. Penggunaan serbuk kulit rajungan sebagai bahan pengganti sebesar 0%, 5%, 7%, 8% dari berat agregat halus. Kemudian untuk data yang diinput ke *software finite element* diambil hasil substitusi yang paling optimal yaitu 5% dengan hasil kuat tekan 15,6 Mpa, dan material besi Bj tp 30. Dapat dilihat pada Tabel 3.2 dan Tabel 3.3.

Tabel 3.2: Material Beton Serbuk Kulit Rajungan.

No.	Nama Material	<i>Density</i>	<i>Young's Modulus</i>	<i>Possion rasio</i>	<i>Compressive Ultimate Strength</i>
1.	Beton normal dengan sebuk kulit rajungan	2349,4 Kg/m3	16912 Mpa	0,2 Mpa	15,6 Mpa

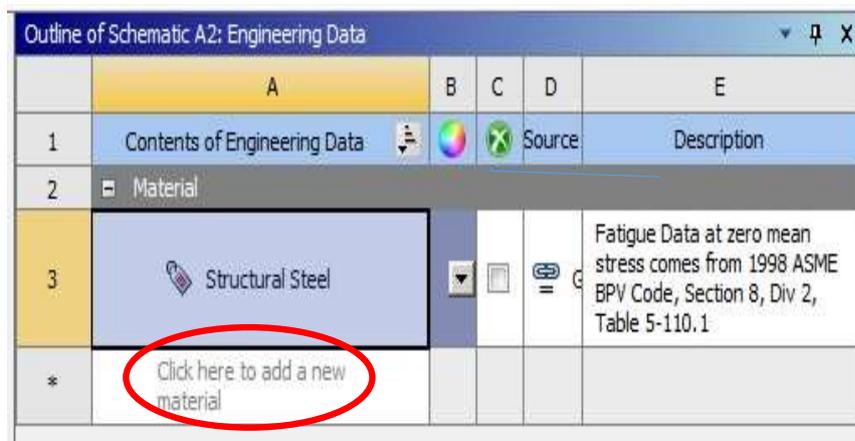
Tabel 3.3: Material Besi Bj tp 30.

No.	Nama Material	<i>Density</i>	<i>Young's Modulus</i>	<i>Posion's Rasio</i>	<i>Tensile Yield Strength</i>	<i>Tensile Ultimate Strength</i>
1.	Bj Tp 30	7850	200000	0,3	294	480

## 3.6 Simulasi Statik Struktural

### 3.6.1. Engineering Data

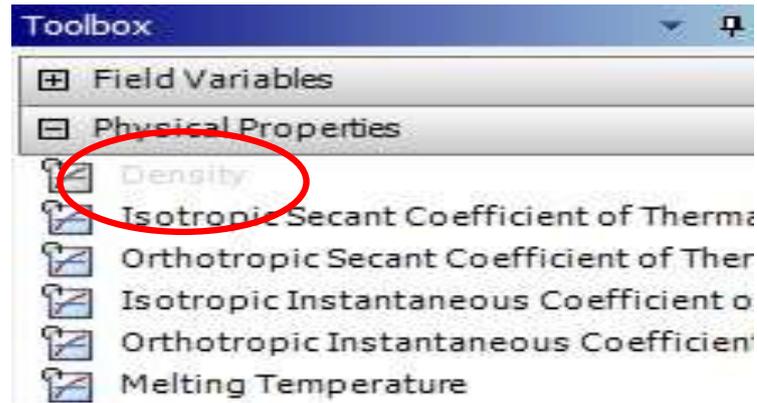
Pada penelitian ini ada dua material yang digunakan yaitu “Beton serbuk kulit rajungan” dan “Bj tp 30” yang belum terdaftar pada *software finite element* sehingga kita perlu memasukkan data materialnya ke *engineering data*. *Double click* pada *engineering data*, kemudian menu *engineering data* akan tertampil, pada “*outline of schematic A2; engineering data*” terdapat kotak bertuliskan “*click here to add a new material*”, klik pada kotak lalu dimasukkan nama data material baru yang ingin kita simulasikan, disini penulis memasukan nama material baru “Beton serbuk kulit rajungan” dan “Bj tp 30”. Pada gambar 3.8 dapat dilihat cara membuat material baru pada *software finite element*.



Gambar 3.8: Cara membuat material baru di *Software Finite Element Method*.

Setelah membuat material baru maka ada beberapa data yang harus kita lengkapi. Pertama kita klik material yang sudah kita buat lalu masukan data-data untuk melengkapi material tersebut.

Untuk melengkapi data tersebut dapat kita mulai dengan cara klik pada *toolbox* klik *physical Properties* → *Density* lalu masukan nilai densitas pada “*tabel of properties row 3: Density*” yang muncul di sebelah kanan tentukan satuannya dibawah kolom C diperlihatkan pada gambar 3.9 (a). Cara untuk melengkapi data-data tersebut dapat dilihat pada gambar 3.9 (a-c).



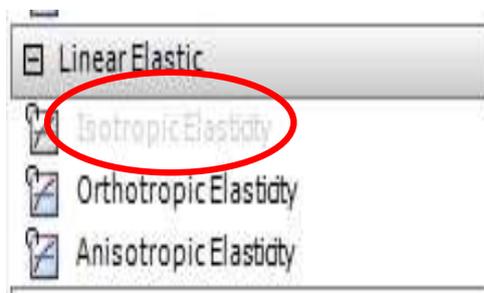
Properties of Outline Row 3: serbuk kulit rajungan

	A	B	C	D	E
1	Property	Value	Unit		
2	Material Field Variables	Table			
3	Density		kg m <sup>-3</sup>		

(a)

Gambar 3.9: Melengkapi Data-data (a) *Density* (b) *Young Modulus* dan *Poisson Ratio* (c) *Compressive Ultimate*.

Setelah melengkapi data *density* lalu kita memasukkan data *isotropic elasticity* pada *linear*. Seperti diperlihatkan pada Gambar 3.10 bagian (b).

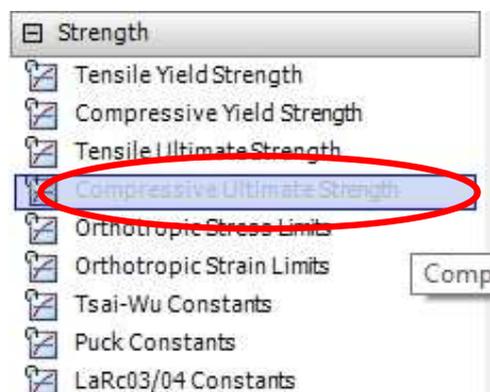


Properties of Outline Row 4: Foam Concrete				
	A	B	C	D E
1	Property	Value	Unit	 
2	 Material Field Variables	 Table		
3	 Density	5	kg m <sup>-3</sup> 	 
4	  Isotropic Elasticity			
5	Derive from	Young'... 		
6	Young's Modulus		MPa 	
7	Poisson's Ratio			
8	Bulk Modulus		Pa	
9	Shear Modulus		Pa	

(b)

Gambar 3.10: *Young's Modulus* dan *Poisson* (lanjutan)

Didalam *Isotropic elasticity* data yang perlu kita lengkapi adalah *Young's Modulus* dan *Poisson's Ratio* dengan satuan Mpa. Setelah itu kita juga memasukan data *compressive ultimate strength* pada bagian *Strength* di pojok atas kiri seperti diperlihatkan pada gambar 3.11 bagian (c).



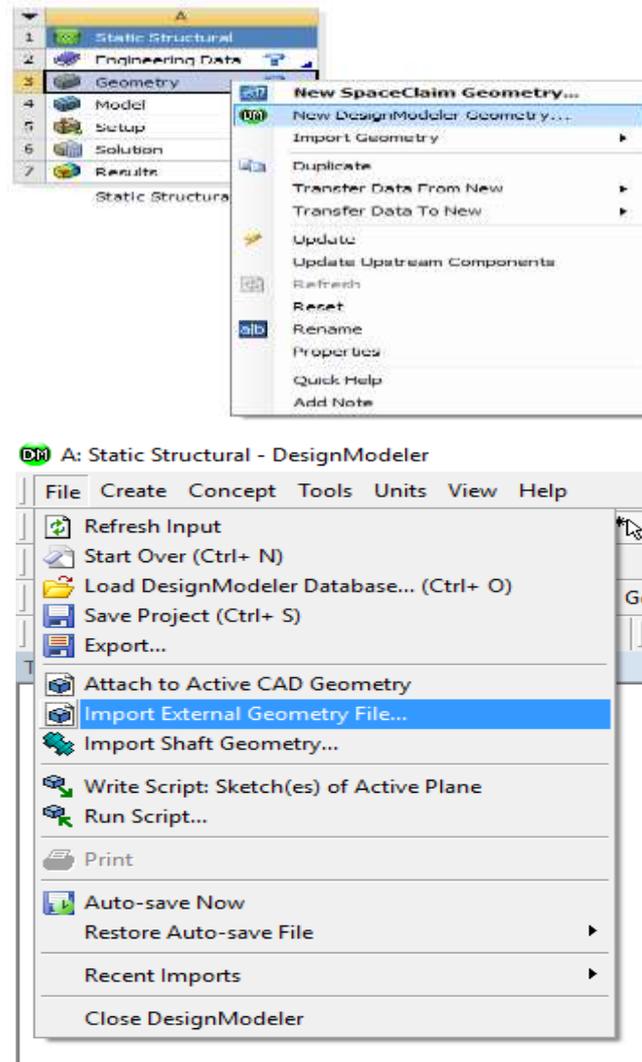
Properties of Outline Row 3: serbuk kulit rajungan				
	A	B	C	D E
1	Property	Value	Unit	 
2	 Material Field Variables	 Table		
3	 Density		kg m <sup>-3</sup>	  
4	 Isotropic Elasticity			
5	Derive from	Young's Modulu...		
6	Young's  Isotropic Elasticity		Pa	 
7	Poisson's Ratio			
8	Bulk Modulus		Pa	
9	Shear Modulus		Pa	
10	 Compressive Ultimate Strength		Pa	  

(c)

Gambar 3.11: *Compressive Ultimate* (lanjutan)

### 3.6.2. Import Geometri

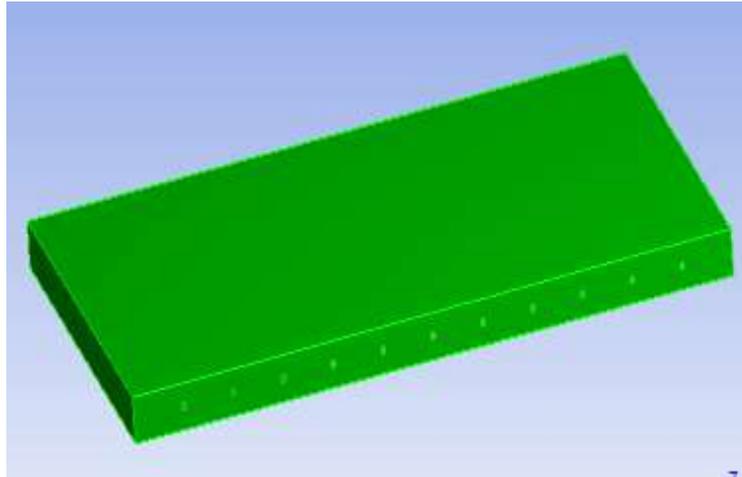
Didalam *software finite element* geometri adalah bagian untuk membuat desain. Pada penelitian ini penulis menggunakan desain yang di *import* dari *Autocad 2014* dengan format *Acis*. Caranya yaitu dengan klik kanan pada *Geometri* lalu pilih *New Design Modeler Geometry* setelah muncul lalu klik file lalu pilih *import External Geometry File* seperti di perlihatkan pada Gambar 3.12



Gambar 3.12: Mengimport gambar dari *Autocad* ke simulasi *finite element method*

### 3.6.3. Model

Pada *software finite element* model adalah bentuk gambar 3D. *Double* klik pada bagian Model di *Static Struktural* maka jendela bagian model akan muncul. Diperlihatkan pada Gambar 3.13.

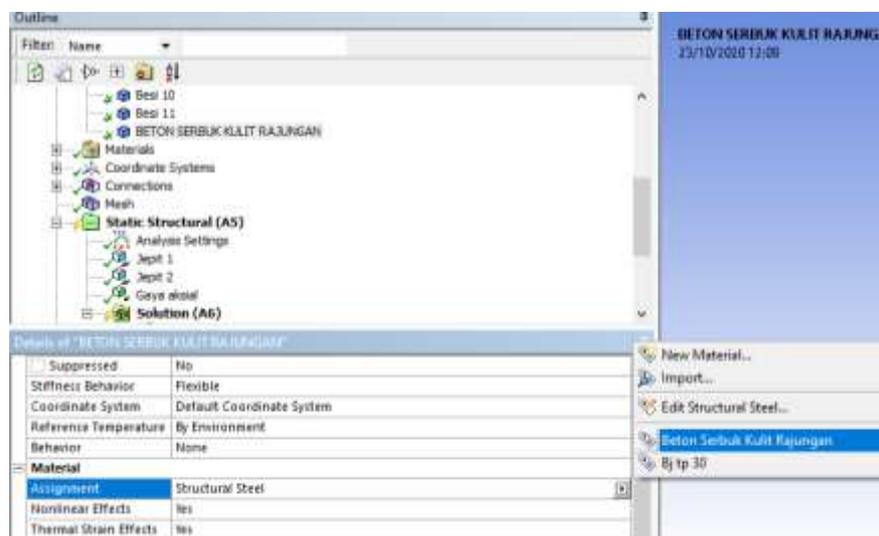


Gambar 3.13: Bentuk 3D Dari Desain Pada Model.

### 3.6.3.1. Materials

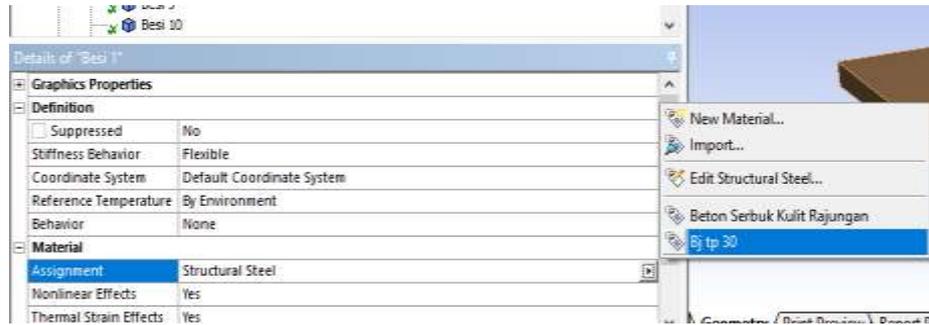
Pada *software finite element* kita harus memilih material apa yang akan kita gunakan pada gambar yang sudah dibuat. Dalam Penelitian ini penulis menggunakan dua material yaitu material beton dan material besi. Berikut caranya, klik pada bagian *geometry* lalu pilih materialnya seperti diperlihatkan pada Gambar 3.14. dan 3.15.

#### 3.6.3.1.1. Material Beton



Gambar 3.14: Material Beton.

### 3.6.3.1.2. Material Besi

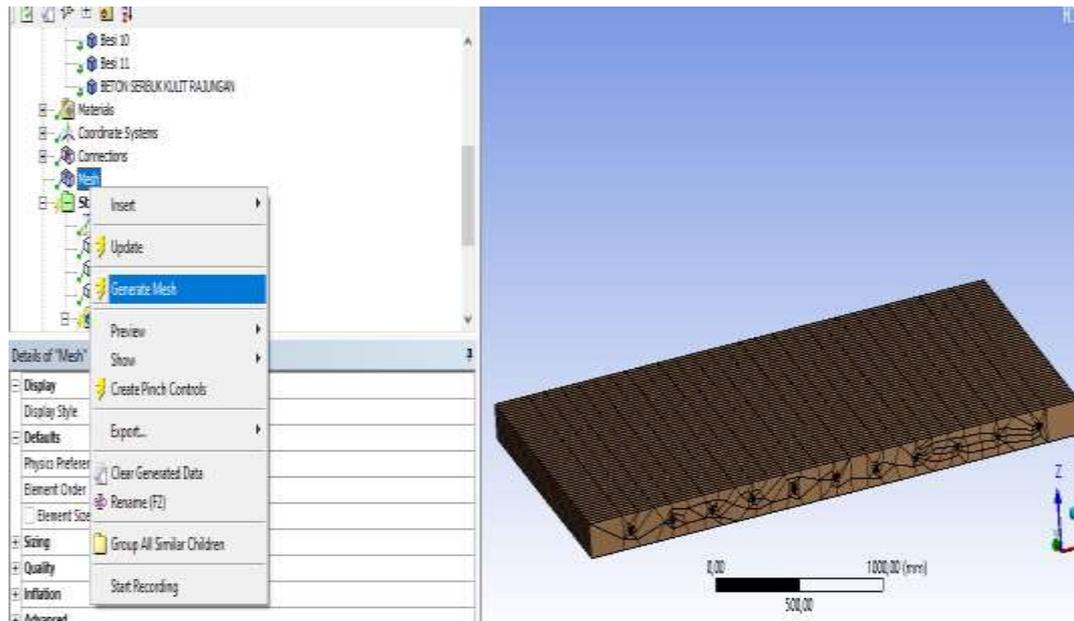


Gambar 3.15: Material Besi.

### 3.6.3.2. Mesh

*Messhing* adalah proses membagi komponen yang akan dianalisis menjadi elemen-elemen kecil atau diskrit. *Messhing* juga mempengaruhi keakuratan simulasi dan kecepatan saat melakukan *running/solve* pada saat analisis. Semakin kecil *element size mesh* yang di buat maka semakin baik juga akurasi dalam melakukan *running/solve* analisis. Tetapi semakin kecil element size mesh yang di buat maka perangkat akan lebih bekerja keras untuk menyelesaikannya dan bahkan di butuhkan perangkat khusus untuk mengerjakan *messing* sedetail ini.

Pada bagian *mesh* akan di ketahui seberapa baik dan rapi nya geometri atau model yang telah kita kerjakan, jika tidak, maka akan ada tanda *warning* hingga diminta untuk memodelkan/menggambar ulang. Cara mengerjakannya adalah dengan klik kanan pada mesh lalu pilih generate mesh seperti pada Gambar 3.16.



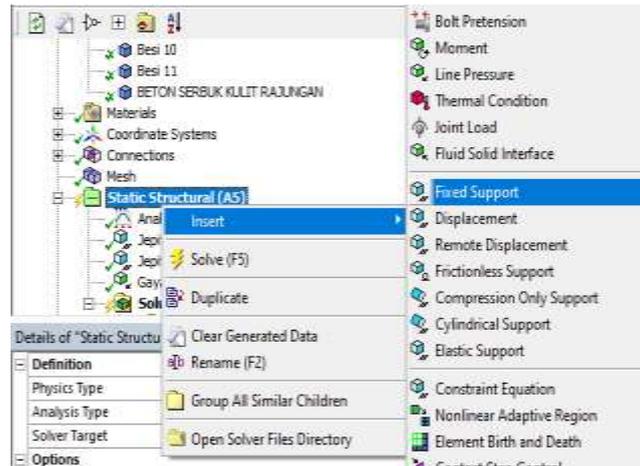
Gambar 3.16: *Generate mesh.*

### 3.6.3.3. *Static Structural*

Bagian ini perintah kerja yang kita lakukan adalah memasukan bagian tumpuan dan pembebanan. Pada penelitian ini penulis menggunakan tumpuan *fixed support* dan *force* untuk gaya aksial.

#### a. *Fixed support*

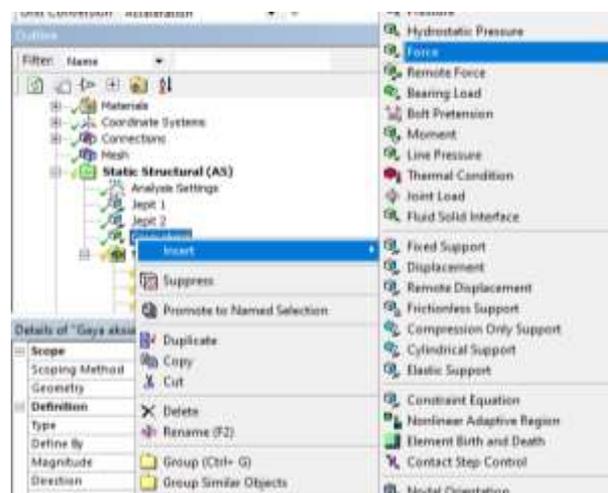
Pada bagian ini penulis menggunakan *fixed support* atau tumpuan mati. Memasukkan tumpuan pada pelat lantai yaitu dengan cara klik kanan pada bagian yang akan dipasang tumpuan lalu pilih insert lalu pilih *fixed support*. Seperti diperlihatkan pada Gambar 3.17.



Gambar 3.17: Pengaturan Tumpuan Pada Pelat Lantai.

b. Gaya aksial

Gaya aksial adalah gaya yang bekerja sejajar dengan arah model Pelat lantai. Berikut cara memasukan gaya aksial yaitu dengan cara klik kanan pada bagian yang akan kita masukan gaya lalu pilih insert lalu pilih *force*. Pada *static struktural* pilih analisys untuk mengatur *time step*. Fungsi dari *time step* adalah untuk memasukan beban secara bertahap. Pada penelitian ini menggunakan 5 *time step* dan kemudian diatur jaraknya setiap perdetiknya. Selanjutnya kita masukan besar beban yang akan bekerja pada pelat lantai tersebut melalui *force* yang ada di *setting analisis*. Seperti diperlihatkan pada Gambar 3.18.



Gambar 3.18: Pengaturan *force* (gaya aksial)

Berikut cara mengatur *time step* pada *analysis setting* untuk menentukan pembebanan dan tubular data hasil dari pengujian dapat di lihat pada Gambar 3.19.

Details of "Analysis Settings"	
[-] Step Controls	
Number Of Steps	5,
Current Step Number	5,
Step End Time	5, s
Auto Time Stepping	On
Define By	Substeps
Carry Over Time Step	Off
Initial Substeps	5,
Minimum Substeps	5,
Maximum Substeps	10,
[-] Solver Controls	

Gambar 3.19: Pengaturan *Time Step* Pembebanan.

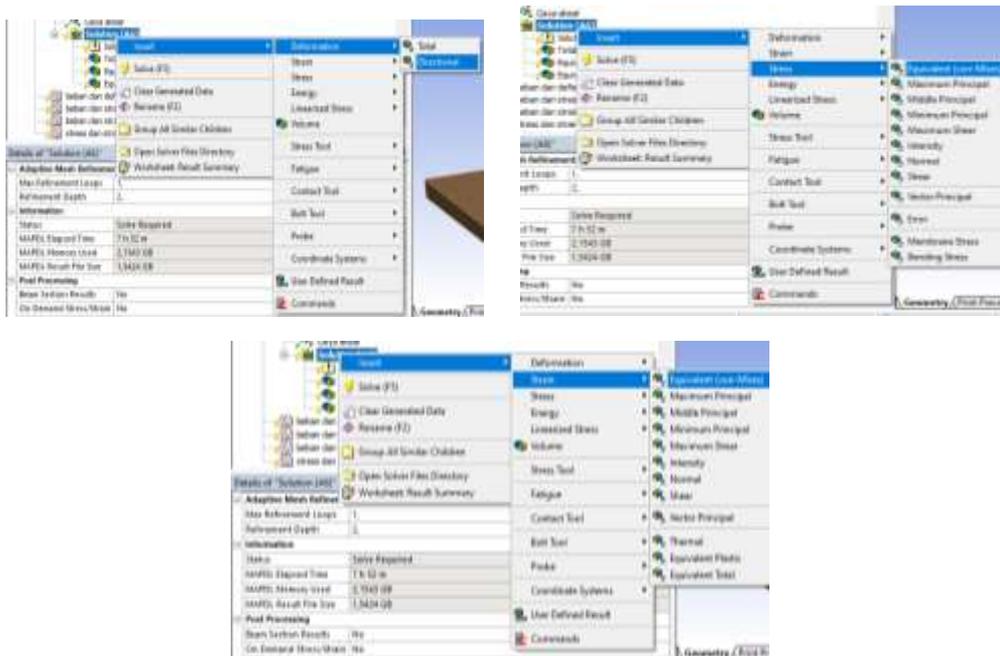
Setelah mengatur *time step*, kemudian mengatur besar tahapan beban yang ditinjau dapat dilihat pada Gambar 3.20.

Tabular Data			
	Steps	Time [s]	<input checked="" type="checkbox"/> Force [N]
1	1	0,	0,
2	1	1,	5000,
3	2	2,	15000
4	3	3,	25000
5	4	4,	35000
6	5	5,	40000
*			

Gambar 3.20: Tahapan Pembebanan.

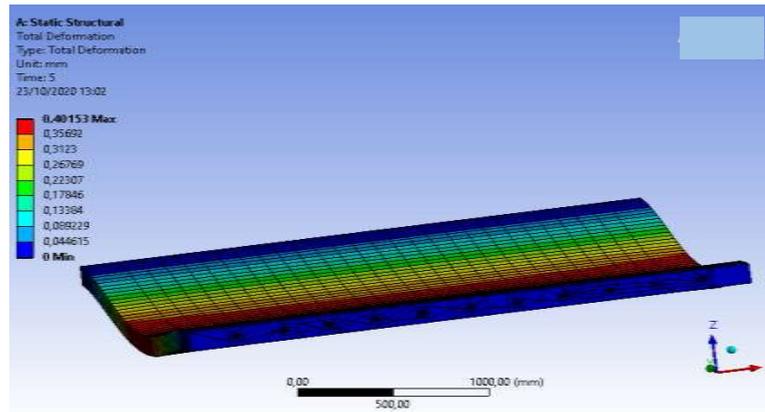
### 3.6.3.4. Solution

Bagian ini memudahkan kita untuk mencari atau menampilkan penyelesaian apa saja yang dibutuhkan. Pada penelitian ini *solution* yang diambil adalah total deformation, *stress* dan *strain*. Berikut cara memasukkannya yaitu dengan cara klik kanan pada solution lalu pilih insert dan kemudian pilih. Seperti diperlihatkan pada Gambar 3.21.

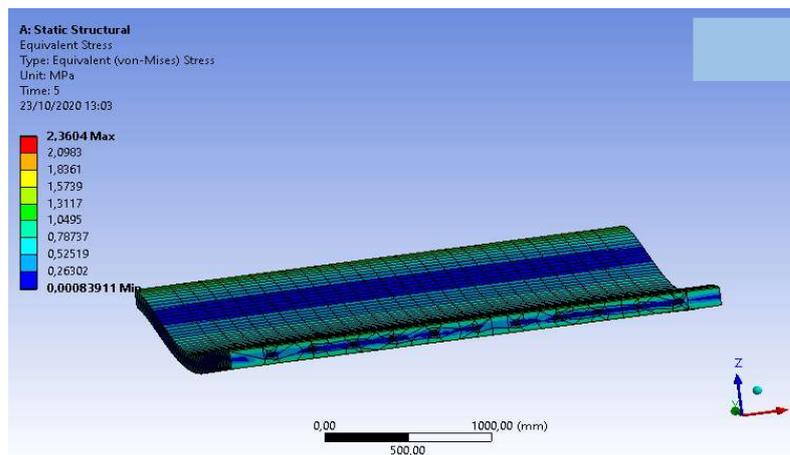


Gambar 3.21: *Solution* Deformasi Total, *Stress*, dan *Strain*.

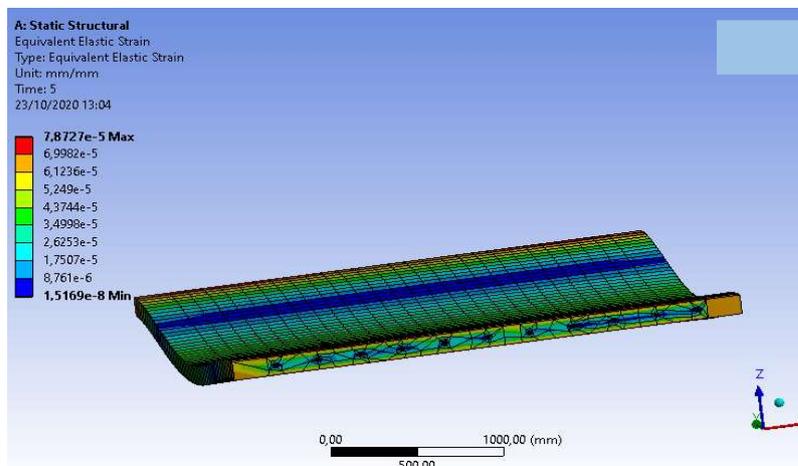
Kemudian klik kanan pada solution dan pilih *solve* dan *software finite element* akan mulai menghitung kekuatan material dengan metode elemen hingga. Setelah selesai *solve* maka data diagram kontur dan animasi geometri pada model telah kita dapatkan seperti pada Gambar 3.22. sampai Gambar 3.24.



Gambar 3.22: Hasil Dari Deformation.



Gambar 3.23: Hasil Dari Stress.



Gambar 3.24: Hasil Dari Strain.

Pada gambar 3.22 sampai dengan gambar 3.24 dapat di lihat animasi geometri dan diagram kontur yang memiliki sebuah pembacaan data hasil dari pengujian. Diagram kontur adalah perbedaan warna pada geometri yang terdapat pada animasi geometri. Fungsinya adalah untuk membedakan besarnya deformasi, *stress* dan *strain*.

## BAB 4

### HASIL DAN PEMBAHASAN

Data yang didapatkan dari penelitian ini diperoleh dari simulasi dengan menggunakan *software finite element analisis*.

#### 4.1. Analisis Geometri dan Material

Pada pengujian ini ada dua geometri dan material yang digunakan, data geometri dapat dilihat pada Tabel 4.1 dan Tabel 4.2.

##### 4.1.1. Geometri

- Geometri beton serbuk kulit rajungan

Tabel 4.1: Data geometri beton.

No	Data Geometri	Besaran	Satuan
1	Panjang x	3000	mm
2	Panjang y	6000	mm
3	Panjang z	120	mm
4	Volume	2160000000	mm
5	Centroid x	1500	mm
6	Centroid y	3000	mm
7	Centroid z	60	mm

➤ Geometri besi

Tabel 4.2: Data geometri besi Bj tp 30.

No	Data Geometri	Besaran	Satuan
1	Panjang x	3000	mm
2	Panjang y	20	mm
3	Panjang z	20	mm
4	Volume	1200000	mm
5	Centroid x	1500	mm
6	Centroid y	10	mm
7	Centroid z	10	Mm

#### 4.1.2. Material

Pada pengujian ini ada dua material yang digunakan, data material dapat dilihat pada Tabel 4.3 dan Tabel 4.4.

Tabel 4.3: Data material beton serbuk kulit rajungan.

No	Material Properties	Besaran	Satuan
1.	Density	2349,4	Kg/m <sup>3</sup>
2.	Young's Modulus	16912	Mpa
3.	Possion's Rasio	0,2	Mpa
4.	Compressive Ultimate Strength	15,6	Mpa

Tabel 4.4: Data material besi Bj tp 30.

No	Material Properties	Besaran	Satuan
1.	Density	7850	Kg/m <sup>3</sup>
2.	Young's Modulus	200000	Mpa
3.	Possion's Rasio	0,3	Mpa
4.	Tensile Yield Strength	294	Mpa
5.	Tensile Ultimate Strength	480	Mpa

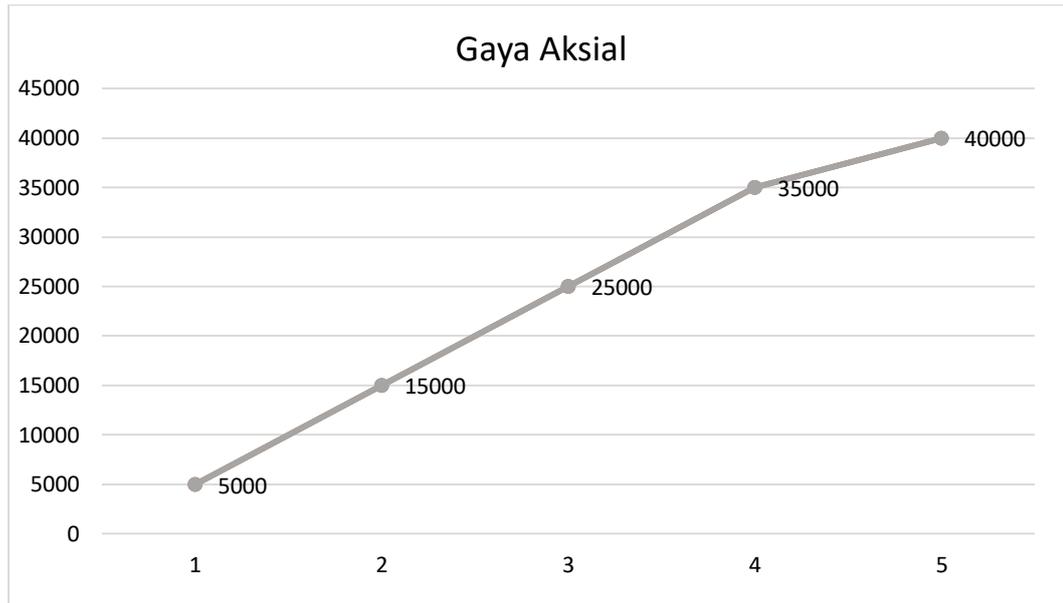
## 4.2. Hasil Pengujian Pelat Lantai

### 4.2.1. Hasil Pengujian Terhadap Gaya Aksial

Penelitian ini menggunakan gaya aksial sebagai gaya yang bekerja pada pelat lantai dimana gaya aksial berada tepat diatas pelat lantai. Beban yang ditinjau didalam *software finite element* sebesar 0 – 40000 N. Dapat dilihat pada Tabel 4.5 dan Gambar 4.1.

Tabel 4.5: Gaya Aksial.

Steps	Time [s]	Force [N]
1	0,	0,
	1,	5000,
2	2,	15000
3	3,	25000
4	4,	35000
5	5,	40000

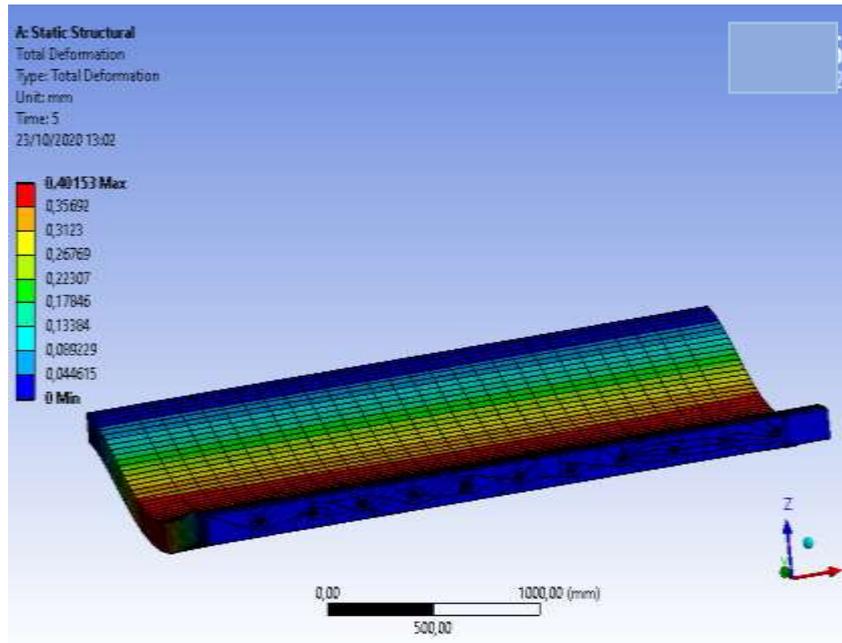


Gambar 4.1: Grafik Kenaikkan Nilai Beban Yang Terjadi.

#### 4.2.1.1. Deformasi

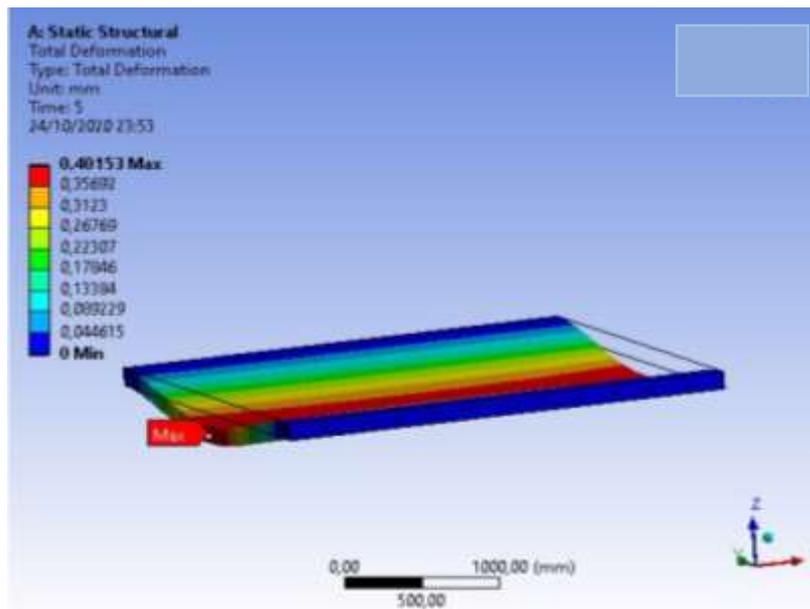
Deformasi yang terjadi pada pelat lantai akibat gaya aksial yang bekerja adalah pada bagian kiri pelat lantai. Berdasarkan kurva tegangan-regangan beton dapat diprediksi perilaku beton ketika diberikan beban (Sidik, 2010). Terjadinya deformasi di lokasi tersebut karena gaya yang bekerja adalah gaya merata dan tumpuan yang di gunakan pada pelat lantai adalah jepit di kedua sisi sehingga tumpuan dapat menahan gaya merata secara seimbang.

Berikut ini adalah hasil deformasi pada pengujian pelat lantai terhadap gaya aksial dapat di lihat animasi geometri dan diagram kontur yang telah di keluarkan oleh *software finite element method* pada Gambar 4.2.



Gambar 4.2: Deformasi Akibat Gaya Aksial Pelat Lantai.

Deformasi maksimum terjadi pada bagian kiri pelat lantai tersebut dapat di lihat jelas pada Gambar 4.3.



Gambar 4.3: Deformasi Maksimum Akibat Gaya Aksial Pada Pelat Lantai.

Dari respon yang ditampilkan, nilai deformasi maksimum sebesar 0,40153 mm pada *time step* ke 5 dengan gaya sebesar 40000 N. Besar deformasi pelat lantai tiap *time step* dan gaya terhadap aksial dapat dilihat Tabel 4.6.

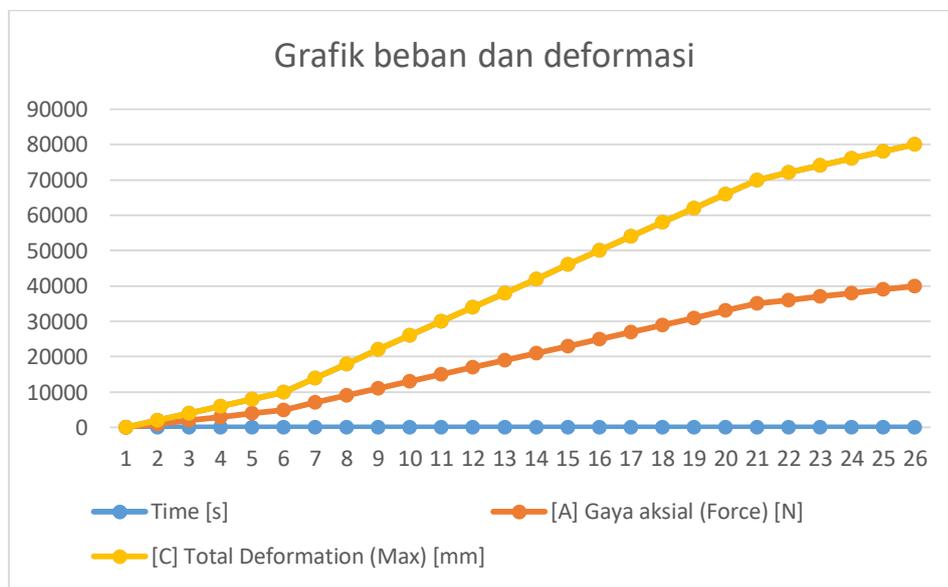
Tabel 4.6: Besar deformasi terhadap gaya aksial.

Steps	Time [s]	[A] Gaya aksial (Force) [N]	[C] Total Deformation (Max) [mm]
1	0,	0,	
	0,2	1000,	1,0038e-002
	0,4	2000,	2,0077e-002
	0,6	3000,	3,0115e-002
	0,8	4000,	4,0153e-002
	1,0	5000,	5,0191e-002
2	1,2	7000,	7,0268e-002
	1,4	9000,	9,0344e-002
	1,6	11000	0,11042
	1,8	13000	0,1305
	2,0	15000	0,15057
3	2,2	17000	0,17065
	2,4	19000	0,19073
	2,6	21000	0,2108
	2,8	23000	0,23088
	3,0	25000	0,25096
4	3,2	27000	0,27103
	3,4	29000	0,29111
	3,6	31000	0,31119
	3,8	33000	0,33126
	4,0	35000	0,35134
5	4,2	36000	0,36138
	4,4	37000	0,37142

Tabel 4.6: *Lanjutan.*

Steps	Time [s]	[A] Gaya aksial (Force) [N]	[C] Total Deformation (Max) [mm]
5	4,6	38000	0,38145
	4,8	39000	0,39149
	5,0	40000	0,40153

Dari Tabel 4.6 dapat dilihat bahwa deformasi dan gaya aksial berbanding lurus yang artinya semakin besar gaya aksial yang bekerja maka semakin besar juga deformasinya. Beban yang di berikan secara bertahap untuk mengetahui besarnya tahapan-tahapan deformasi yang terjadi pada pelat lantai tersebut. Grafik hubungan antara gaya dan besarnya deformasi dapat dilihat pada Gambar 4.4.

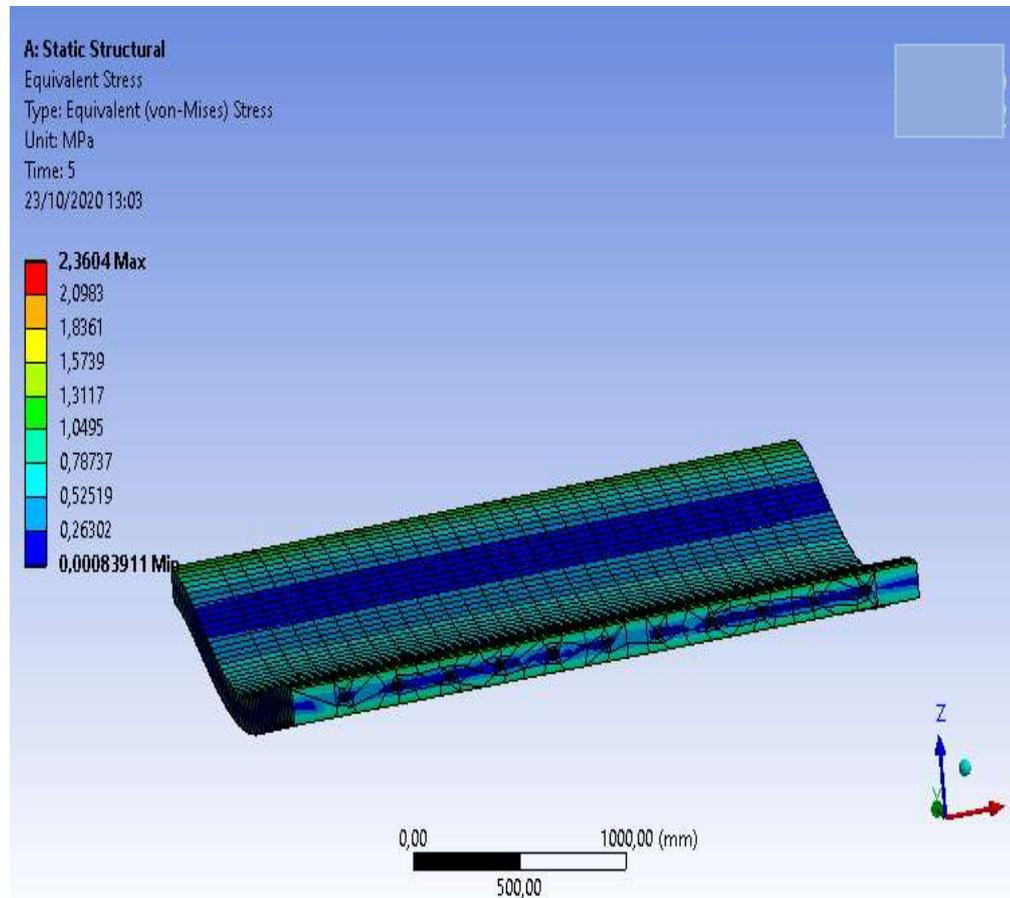


Gambar 4.4: Grafik Hubungan Antara beban dan deformasi.

#### 4.2.1.2. Stress

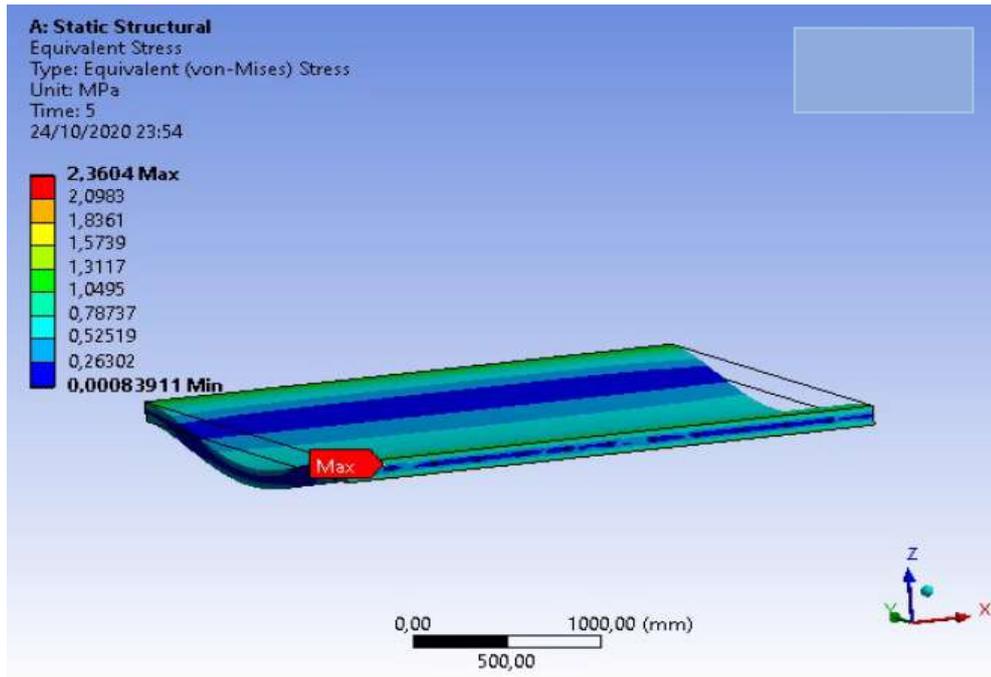
Beton yang mengalami gaya tekan tentunya menimbulkan tegangan (*stress*) didalam beton, Tegangan ini menyebabkan bahan beton mengalami regangan (*strain*) (Hasbi Arbi, 2014). Pada pengujian ini *stress* yang terjadi pada pelat lantai adalah pada bagian pelat lantai yang di kenai tumpuan. Hal ini terjadi karena pada bagian tersebut adalah bagian dari geometri yang paling besar menahan gaya aksial

yang bekerja. Akibat adanya gaya aksial yang bekerja maka beton akan mengalami perpindahan searah aksial. *Stress* yang terjadi akibat gaya aksial dapat dilihat pada Gambar 4.5.



Gambar 4.5: *Stress* Yang Terjadi Akibat Gaya Aksial.

Gambar 4.5 dapat dilihat bahwa *stress* terjadi pada ujung kiri yaitu sebesar 2,3604 Mpa pada saat beban sebesar 40000 N. Sedangkan batas kehancuran pada pelat lantai adalah sebesar 2,45 Mpa dihitung menggunakan rumus modulus retak  $F_r = 0,62 \lambda \sqrt{f_c'}$  (SNI 2847 2019) dimana  $f_c' = 15,6$  Mpa dari hasil pengujian di laboratorium. Artinya pelat lantai ini belum mengalami kehancuran pada saat beban 40000 N. *Stress* maximum dapat di lihat pada Gambar 4.6.



Gambar 4.6: *stress* maksimum yang terjadi akibat gaya aksial.

Dari respon yang ditampilkan, nilai *stress* maksimum yang terjadi akibat gaya aksial pada pelat lantai adalah sebesar 2,3604 Mpa pada saat gaya 40000 N pada *time step* ke 5. Hal ini menunjukkan bahwa tegangan (*stress*) maksimum selalu terjadi pada bagian tumpuan. Pada Tabel 4. 7 dapat di lihat data pengaruh gaya aksial pelat lantai terhadap *stress*.

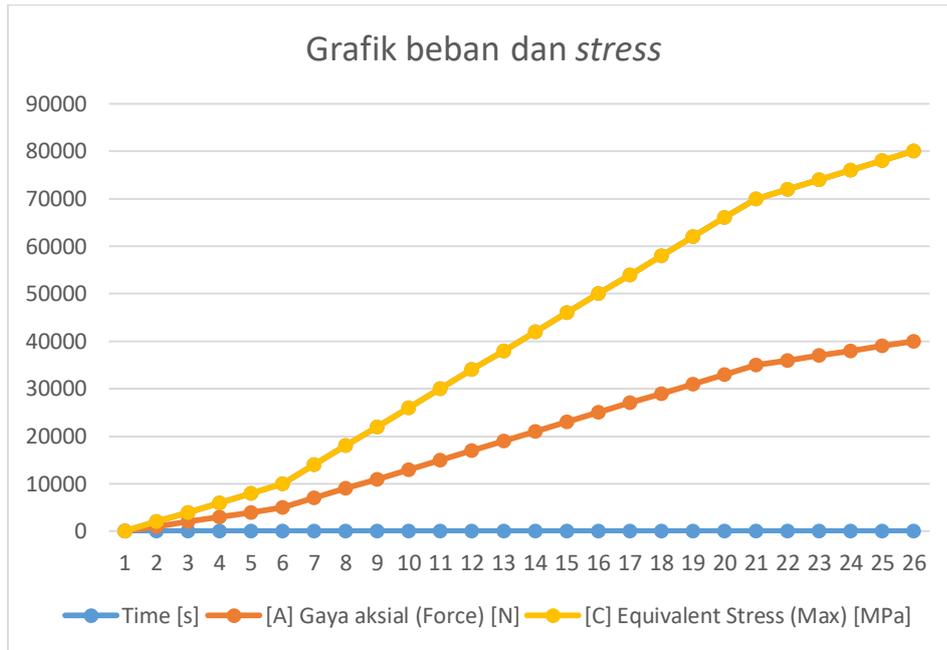
Tabel 4.7: Pengaruh gaya terhadap *stress*.

<i>Steps</i>	<i>Time [s]</i>	[A] Gaya aksial ( <i>Force</i> ) [N]	[C] <i>Equivalent Stress (Max)</i> [MPa]
1	0,	0,	
	0,2	1000,	5,9498e-002
	0,4	2000,	0,11808
	0,6	3000,	0,17704
	0,8	4000,	0,23605
	1,	5000,	0,29506

Tabel 4.7: *Lanjutan*

<i>Steps</i>	<i>Time [s]</i>	[A] Gaya aksial ( <i>Force</i> ) [N]	[C] <i>Equivalent Stress (Max)</i> [MPa]
2	1,2	7000,	0,41308
	1,4	9000,	0,5311
	1,6	11000	0,64912
	1,8	13000	0,76714
	2,	15000	0,88516
3	2,2	17000	1,0032
	2,4	19000	1,1212
	2,6	21000	1,2392
	2,8	23000	1,3573
	3,	25000	1,4753
4	3,2	27000	1,5933
	3,4	29000	1,7113
	3,6	31000	1,8293
	3,8	33000	1,9474
	4,	35000	2,0654
5	4,2	36000	2,1244
	4,4	37000	2,1834
	4,6	38000	2,2424
	4,8	39000	2,3014
	5,	40000	2,3604

Grafik hubungan antara gaya dan stress dapat di lihat pada Gambar 4.7.

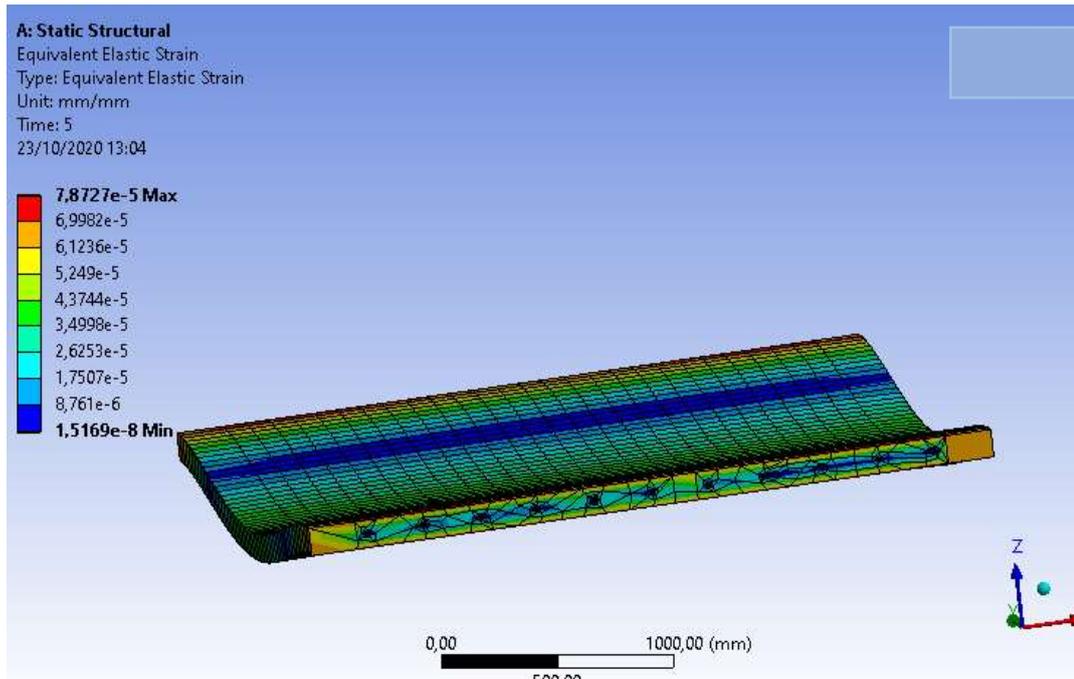


Gambar 4.7: Grafik Hubungan Antara *Stress* dan Gaya.

Dari gambar dan tabel di atas dapat di lihat bahwa gaya dan stress berbanding lurus (linear). Semakin besar gaya yang bekerja maka semakin besar juga stress yang terjadi.

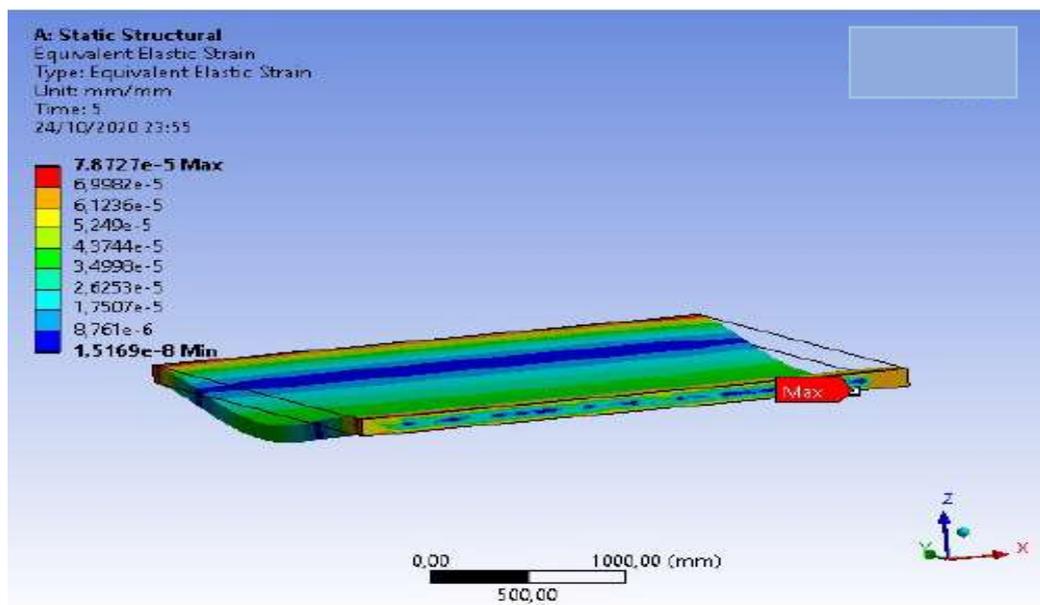
#### 4.2.1.3. *Strain*

Beton yang mengalami gaya tekan tentunya menimbulkan tegangan (*stress*) di dalam beton.. Perubahan pada ukuran sebuah benda karena gaya-gaya kopel dalam keseimbangan dibandingkan dengan ukuran semua disebut regangan. Regangan juga disebut derajat deformasi, (Sarojo, 2002). Pada pengujian pelat lantai terhadap gaya aksial, *strain* terjadi pada bagian geometri yang mengalami *stress*. Terjadinya *strain* pada lokasi tersebut adalah karena material pelat lantai mengalami tarik. *Strain* yang terjadi pada pelat lantai akibat gaya aksial dapat di lihat pada Gambar 4.8.



Gambar 4.8: *Strain* Yang Terjadi Akibat Gaya Aksial.

Adapun *strain* maksimum dapat di lihat pada Gambar 4.9.



Gambar 4.9: *Strain* Maksimum Yang Terjadi Pada Pelat Lantai.

Dari respon yang ditampilkan, nilai *strain* maksimum yang terjadi adalah sebesar 0,0000787 Mpa pada *time step* ke 5 yaitu pada gaya sebesar 40000N. *Strain* maksimum terjadi pada bagian geometri yang berpegangan dengan tumpuan (constraint). Hal ini terjadi karena *strain* terjadi akibat adanya *stress*. Pada Tabel 4.8 dapat di lihat data *strain* yang terjadi pada setiap *time step*.

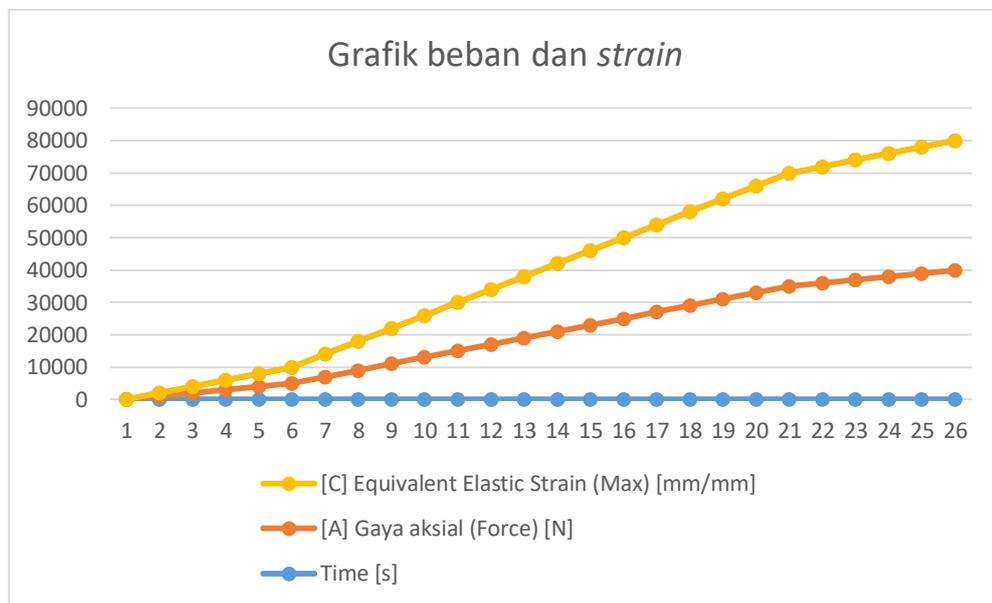
Tabel 4.8: Pengaruh gaya aksial terhadap *strain* yang terjadi pelat lantai.

<i>Steps</i>	<i>Time [s]</i>	[A] Gaya aksial ( <i>Force</i> ) [N]	[C] <i>Equivalent Elastic Strain (Max)</i> [mm/mm]
1	0,	0,	
	0,2	1000,	1,9676e-006
	0,4	2000,	3,9364e-006
	0,6	3000,	5,9046e-006
	0,8	4000,	7,8727e-006
	1,	5000,	9,8409e-006
2	1,2	7000,	1,3777e-005
	1,4	9000,	1,7714e-005
	1,6	11000	2,165e-005
	1,8	13000	2,5586e-005
	2,	15000	2,9523e-005
3	2,2	17000	3,3459e-005
	2,4	19000	3,7396e-005
	2,6	21000	4,1332e-005
	2,8	23000	4,5268e-005
	3,	25000	4,9205e-005
4	3,2	27000	5,3141e-005
	3,4	29000	5,7077e-005
	3,6	31000	6,1014e-005
	3,8	33000	6,495e-005
	4,	35000	6,8886e-005

Tabel 4.8: Lanjutan.

Steps	Time [s]	[A] Gaya aksial (Force) [N]	[C] Equivalent Elastic Strain (Max) [mm/mm]
5	4,2	36000	7,0855e-005
	4,4	37000	7,2823e-005
	4,6	38000	7,4791e-005
	4,8	39000	7,6759e-005
	5,	40000	7,8727e-005

Grafik hubungan antara gaya aksial dan *strain* dapat dilihat pada Gambar 4.10.

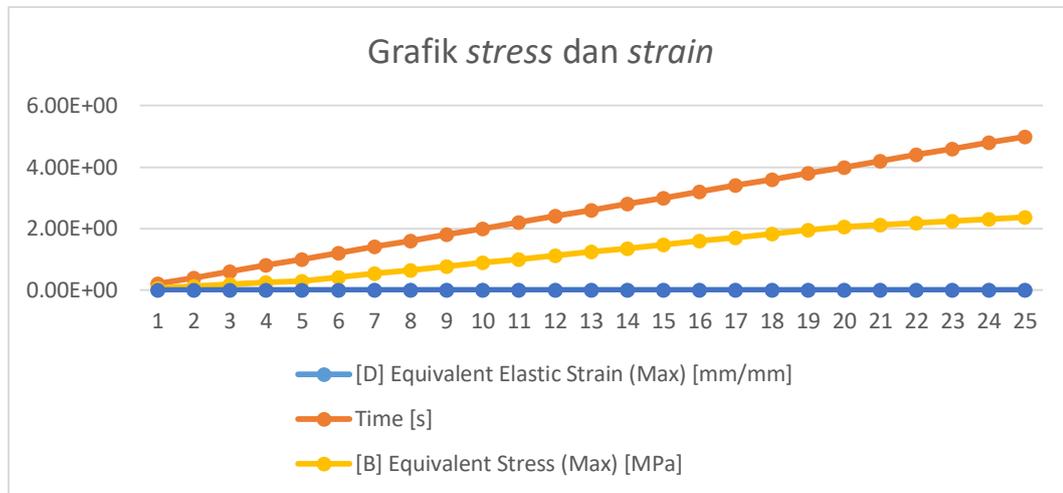


Gambar 4.10: Grafik Hubungan Antara Beban dan *Strain*.

Pada pengujian ini hubungan antara gaya dan *strain* berbanding lurus. Semakin besar gaya yang bekerja maka semakin besar pula *strain* yang terjadi.

#### 4.2.1.4. Hubungan *Stress* dan *Strain*

Untuk grafik hubungan antara *stress* dan *strain* yang terjadi akibat gaya aksial yang bekerja pada pelat lantai dapat di lihat pada Gambar 4.11.



Gambar 4.11: Grafik Hubungan Antara *Stress* dan *Strain*.

Gambar 4.11 menunjukkan bahwa grafik perbandingan antara *stress* dan *strain* adalah linear atau berbanding lurus. Menurut (Souisa, 2011), hubungan antara tegangan dan regangan mengikuti hukum Hooke untuk elastisitas, dalam batas (limit) elastik suatu benda, dan hal ini menunjukkan bahwa tegangan berbanding lurus dengan regangan.

## BAB 5

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1 Kesimpulan

1. Hasil pengujian didalam *software finite element* dapat diambil :
  - Deformasi maksimum akibat gaya aksial yang bekerja pada pelat lantai adalah sebesar 0,40153 mm pada *time step* ke 5 dengan gaya sebesar 40000 N.
  - *Stress* yang terjadi akibat gaya aksial pada pelat lantai yang terjadi pada ujung kiri yaitu sebesar 2,3604 Mpa pada saat beban sebesar 40000 N. Sedangkan kehancuran pada pelat lantai adalah sebesar 2,45 Mpa. Dimana  $f_c'$  15,6 Mpa dari hasil pengujian di laboratorium. Artinya pelat lantai ini belum mengalami kehancuran pada saat beban 40000 N.
  - *Strain* maksimum yang terjadi akibat gaya aksial adalah sebesar 0,0000787 Mpa pada *time step* ke 5 yaitu pada gaya sebesar 40000 N. *Strain* maksimum terjadi pada bagian geometri yang berpegangan dengan tumpuan.
2. Dalam pengujian ini dapat menunjukkan bahwa simulasi pelat lantai menggunakan serbuk kulit rajungan dengan pelat lantai satu arah mampu menahan gaya aksial.

#### 5.2 Saran

1. Disarankan penelitian selanjutnya mengenai penggunaan serbuk kulit rajungan terhadap balok, kolom, serta pada bagian struktur lainnya.
2. Simulasi dilakukan beberapa kali untuk memastikan ketepatan perhitungan dari *software finite element method*.
3. Dilakukan penelitian lanjutan dengan menggunakan struktur pelat lantai dua arah.
4. Simulasi dikerjakan dengan menggunakan perangkat yang mendukung *software finite element method*.

## DAFTAR PUSTAKA

- Awwaluddin, muhammad ., purwanta, edy., priyono, kusdi ., priyono., praptoyo, s. . (2013). Analisis statik rangka pemegang perisai radiasi pada alat scintigraphy menggunakan software ansys. *Jurnal perangkat nuklir*, 07(01), 12–22.
- Badriyah, a. N. (2016). Analisis respon beam terhadap pembebebanan kendaraan berjalan dengan pemodelan setengah *mobilno title*.
- Faoji, a., & sambowo, k. A. (n.d.). Perbandingan tumpuan jepit dan sendi pada struktur power house ditinjau dari segi efisiensi material dan biaya (studi kasus proyek pltmg seram peaker). 4(2), 119–126.
- Hasbi arbi, m. (2014). Hubungan antara tegangan-regangan (*stress - strain relationships*) pada *betonno title*. 14(10), 38–44.
- Hastuti, sri ., arifin, syamsul., hidayati, d. (2012). Pemanfaatan limbah cangkang rajungan (*portunus pelagius*) sebagai periksa makanan alami. 6(2), 88–96.
- Indrawati, dian., yasin, i., & priyanto, a. (n.d.). Analisis eksperimental kekuatan pelat beton menggunakan material *komposit zinc*.
- Kembuan, p., & steenie e. Wallah, s. O. D. (2018). Desain praktis pelat konvensional dua arah beton bertulang. *Jurnal sipil statik*, 6(9), 705–706.
- Multazam. (2000). Prospek pemanfaatan cangkang rajungan (*portunus sp.*) Sebagai suplemen pakan ikan.
- Nurisa, t. M. A., & syawaldi, k. H. (2019). *Dynamic load analysis on aircraft body using ansys simulation* 18.1. *Journal renewable energy & mechanics (rem)*, 02(01), 43–50.
- Reni suryanita, wahyu rahmadhan, a. K. (2019). Pemodelan perilaku tegangan dan regangan beton pada suhu tinggi dengan *software lusas*. 25(1), 115–122.
- Risdiyanto, y. (2013). Kajian kuat tekan beton dengan perbandingan volume dan perbandingan berat untuk produksi beton massa menggunakan agregat kasar batu pecah merapi (studi kasus pada proyek pembangunan sabo dam). 1–11.
- RSNI2 2847. (2019). Persyaratan beton struktural untuk bangunan gedung dan penjelasan.
- Sitorus, w. D. S. (2016). Analisa dimensi dan tulangan pelat lantai pada ruko r1-gabung no. 18, 20, 26, 28, 30, 32 dan 36 bangunan citraland bagya city medan. *Jurnal education building*, 2(2), 21–28.
- Souisa, m. (2011). Analisis modulus elastisitas dan angka poisson bahan dengan uji tarik. *Jurnal mateematika dan terapan*, 5(2), 9–14.

Widyaningrum, f., jatisukamto, g., & ilminnafik, n. (2018). Analisis struktur statis provision crane dengan software ansys 16.2. *Jurnal rotor*, *11*(1), 18–21.

Zebua, a. W. (2018). Desain pelat gedung struktur beton bertulang di wilayah gempa tinggi. *Jurnal teknik sipil*, *4*(2), 91–102.

Kepada Yth Ketua Program Study  
Fakultas Teknik UMSU  
Di -  
Medan

Bismillahirrahmanirrahim.  
Assalamualaikum Wr. Wb.

Dengan Hormat, yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Muhammad Azmi  
NPM : 1607210112  
Program Study : Teknik Sipil  
Semester : 7 (Tujuh)

Dengan ini mengajukan kepada Bapak / Ibu permohonan untuk melaksanakan penelitian dengan tugas akhir : Simulasi Pelat lantai Beton Dengan Serbuk Kulit Rajungan Sebagai Filler Dengan FAS yang Berbeda

Ke Perusahaan :

Sebagai syarat untuk menyelesaikan program sarjana (S-1)

Fakultas Teknik UMSU.

Demikianlah permohonan ini saya sampaikan atas perhatian Bapak & Ibu saya ucapkan terima kasih.

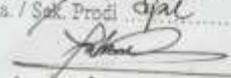
Hormat Saya  
Pemohon

  
(Muhammad Azmi)

Rekomendasi Program Study

Berdasarkan permohonan penelitian diatas maka program study dapat menyetujui judul tugas akhir : Simulasi Pelat lantai Beton Dengan Serbuk Kulit Rajungan Sebagai Filler Dengan FAS yang Berbeda

Pembimbing I : Dr. Jufri Hadiprana  
~~Pembimbing II~~

Medan, 20/11/2019  
Ka. / Sek. Prodi Sipil  
  
Dr. Fahrudin Zulfaman



**UMSU**

Unggul | Cerdas | Terpercaya

Bila mendapat surat ini agar ditunjukkan nomor dan tanggalnya

**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> E-mail : [fatek@umsu.ac.id](mailto:fatek@umsu.ac.id)

**PENENTUAN TUGAS AKHIR DAN PENGHUJUKAN**  
**DOSEN PEMBIMBING**

Nomor : 2011 / IL 3 AU/ UMSU-07/ F / 2019

Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara berdasarkan rekomendasi atas Nama ketua Program Studi Teknik Sipil pada Tanggal 24 November 2019 dengan menetapkan :

Nama : MUHAMMAD AZMI  
Npm : 1607210112  
Program Study : TEKNIK Sipil  
Semester : VII ( Tujuh )  
Judul Tugas Akhir : SIMULASI PELAT LANTAI BETON DENGAN SERBUK KULIT RAJUNGAN SEBAGAI FILLER DENGAN FAS YANG BERBEDA

Pembimbing I : Dr. JOSEF HADIPRAMANA

Dengan demikian diizinkan untuk menulis tugas akhir dengan ketentuan :

1. Bila judul Tugas Akhir kurang sesuai dapat diganti oleh Dosen Pembimbing setelah mendapat persetujuan dari Program Studi Teknik Sipil Menulis Tugas Akhir dinyatakan batal setelah 1 (satu) Tahun dan tanggal yang telah ditetapkan.

Demikian surat penunjukan dosen Pembimbing dan menetapkan Judul Tugas Akhir ini dibuat untuk dapat dilaksanakan sebagaimana mestinya.

Ditetapkan di Medan pada Tanggal  
Medan, 29 Rabiul Awal 1441 H  
26 November 2019 M



An. Dekan  
Wakil Dekan I

*ade faisal*

Dr. Ade Faisal ST.M.Sc

NIDN : 0123097203

cc. file



FAKULTAS TEKNIK  
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA  
Jl. Kapten Mukhtar Basri No.3 Medan Telp. (061)6622400

LEMBAR ASISTENSI

TUGAS AKHIR

SIMULASI PELAT LANTAI BETON DENGAN SERBUK KULIT  
RAJUNGAN SEBAGAI *FILLER* DENGAN FAS YANG BERBEDA

NAMA : MUHAMMAD AZMI

NPM : 1607210112

KELAS : A.2 Struktur

No	Tanggal	Keterangan	Paraf
	20/1 - 2020	Acc untuk Revisi	<i>[Signature]</i>

DOSEN PEMBIMBING

Dr. Josef Hadipramana



FAKULTAS TEKNIK  
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA  
Jl. Kapten Mukhtar Basri No.3 Medan Telp. (061)6622400

LEMBAR ASISTENSI

TUGAS AKHIR

SIMULASI PELAT LANTAI BETON DENGAN MENGGUNAKAN  
SERBUK KULIT RAJUNGAN SEBAGAI BAHAN PENGGANTI  
AGREGAT HALUS

NAMA : MUHAMMAD AZMI

NPM : 1607210112

KELAS : A.2 Struktur

No	Tanggal	Keterangan	Paraf
		Ace Sumner Haid 3/4 - 2020	

DOSEN PEMBIMBING

Dr. Josef Hadipramana, ST., M. Sc

DAFTAR EVALUASI SEMINAR FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA

NAMA : Muhammad Azmi  
NPM : 1607210112  
Judul T.Akhir : Simulasi Pelat Lantai Beton Dengan menggunakan Serbuk Kulit  
Rajungan Sebagai Bahan Pengganti Agregat Halus.

Dosen Pembimbing - I : DR. Josef hadipramana  
Dosen Pembanding - I : DR. Ade Faisal S.T.M.Sc  
Dosen Pembanding - II : DR. Fahrizal Z.S.T.M.Sc

KEPUTUSAN

1. Baik dapat diterima ke sidang sarjana ( collogium)
2. Dapat mengikuti sidang sarjana (collogium) setelah selesai melaksanakan perbaikan antara lain :

*- seperti semula mengenai ke penduan  
- lihat rangkai utk kerangka!*

3. Harus mengikuti seminar kembali  
Perbaikan :

*all telah diperbaiki!  
ade faisal 11/10/20*

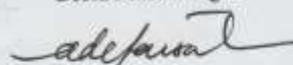
Medan 20 Rab. Awwal 1442H  
06 Nopember 2020M

Diketahui :  
Ketua Prodi. T.Sipil



DR. Fahrizal Z.S.T.M.Sc

Dosen Pembanding- I



DR. Ade Faisal S.T.M.Sc

## DAFTAR RIWAYAT HIDUP



Nama : Muhammad Azmi  
Tempat Tanggal Lahir : Stabat, 07 Desember 1997  
Jenis Kelamin : Laki-laki  
Agama : Islam  
Kewarganegaraan : Indonesia  
Status : Belum Menikah  
Alamat : Lingkungan V beringin Blok C No. 64 Stabat - Langkat  
No. Hp / WhatsApp : 081269477388  
Email : [muhammadazmi739@gmail.com](mailto:muhammadazmi739@gmail.com)

### RIWAYAT PENDIDIKAN

Nomor Induk Mahasiswa : 1607210112  
Fakultas : Teknik  
Program Studi : Teknik Sipil  
Perguruan Tinggi : Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara  
Alamat Perguruan Tinggi : Jl. Kapten Muchtar Basri. No.3 Medan 20238

### PENDIDIKAN

2003 – 2009 SDN 050660 Kwala Bingai Stabat - Langkat  
2009 – 2012 MTs Negeri Stabat - Langkat  
2012 – 2015 SMK Negeri 1 Stabat - Langka