

TUGAS AKHIR

**ANALISA SIMULASI GAYA AKSIAL DAN LATERAL PADA BALOK
FOAMED CONCRETE CAMPURAN ABU SEKAM PADI DAN SERBUK
CANGKANG TELUR**

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

(Studi Penelitian)

Disusun Oleh:

MUHAMAD RISKI
1607210144



UMSU
Unggul | Cerdas | Terpercaya

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
MEDAN
2021**



LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING

Tugas Akhir ini diajukan oleh :

Nama : Muhamad Riski
Npm : 1607210144
Program Studi : Teknik Sipil
Judul Skripsi : Analisa Simulasi Gaya Aksial Dan Lateral Pada Balok
Foamed Concrete Campuran Abu Sekam Padi Dan Serbuk
Cangkang Telur
Bidang Ilmu : Struktur

DISETUJUI UNTUK DISAMPAIKAN KEPADA
PANITIA UJIAN SKRIPSI

Medan, Oktober 2021
Dosen Pembimbing

Dr. Josef Hadi Pramana, S.T, M. Sc

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan oleh:

Nama : Muhamad Riski

NPM : 1607210144

Program Studi : Teknik Sipil

Judul Skripsi : Analisa Simulasi Gaya Aksial Dan Lateral Pada Balok
Foamed Concrete Campuran Abu Sekam Padi Dan Serbuk
Cangkang Telur

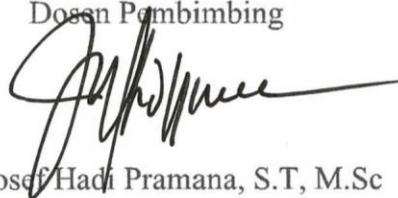
Lidang Ilmu : Struktur

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, Oktober 2021

Mengetahui dan menyetujui:

Dosen Pembimbing



Dr. Josef Hadi Pramana, S.T, M.Sc

Dosen Pembanding I



Assoc Prof Dr Fahrizal Zulkarnain

Dosen Pembanding II



Dr. Fetra Venny Riza

Ketua Prodi Teknik Sipil



Assoc Prof Dr Fahrizal Zulkarnain

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama Lengkap : Muhamad Riski

Tempat, Tanggal Lahir : Perbaungan, 3 Maret 1998

NPM : 1607210239

Fakultas : Teknik

Program Studi : Teknik Sipil

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

“Analisa Simulasi Gaya Aksial Dan Lateral Pada Balok *Foamed Concrete* Campuran Abu Sekam Padi Dan Serbuk Cangkang Telur”

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, Oktober 2021
Saya yang menyatakan,



Muhamad Riski

ABSTRAK

ANALISIS SIMULASI GAYA AKSIAL DAN LATERAL PADA BALOK *FOAMED CONCRETE* CAMPURAN ABU SEKAM PADI DAN SERBUK CANGKANG TELUR

Muhamad Riski
1607210144

Dr. Josef Hadi Pramana, S.T, M.Sc

Kemajuan dan perkembangan teknologi dalam bidang industri konstruksi semakin pesat memacu peningkatan pembangunan di segala sektor kehidupan. Kebutuhan fasilitas perumahan, perhubungan dan industri juga berdampak pada peningkatan bahan-bahan pendukungnya seperti beton foamed atau beton ringan. Dengan mensimulasikan pada software elemen hingga dapat menghasilkan nilai lendutan dan tegangan regangan balok tanpa melakukan pengujian secara langsung di laboratorium. Penelitian ini menggunakan balok dengan dimensi panjang 310 cm, lebar 15 cm dan tinggi 25 cm. Balok disimulasikan dengan material yang berasal dari penelitian Delina (2020) dan Deni (2020) dengan variasi 0%, 10%, 15% dan 20% dan software yang digunakan adalah software elemen hingga. Secara simulasi dengan menggunakan data penelitian Delina (2020) dan Deni (2020) didapat bahwa penambahan serabut kelapa pada beton ringan mempengaruhi deformasi dari beton tersebut. Dengan menambahkan serat serabut kelapa pada campuran beton ringan dapat memperkecil lendutan dari balok beton ringan dengan dengan nilai lendutan maksimum adalah 5,84 mm untuk beton ringan dengan campuran abu sekam padi, serbuk cangkang telur dan serabut kelapa dengan komposisi campuran oleh Deni (2020) dan nilai lendutan maksimum adalah 8,44 mm untuk beton ringan dengan campuran abu sekam padi dan serbuk cangkang telur dengan campuran oleh Delina (2020) dan semakin tinggi persentase substitusi campuran maka semakin besar juga nilai lendutan yang akan dihasilkan beserta nilai tegangan dan regangan dari balok.

Kata kunci : beton ringan, metode elemen hingga, deformasi

ABSTRACT

SIMULATION ANALYSIS OF AXIAL AND LATERAL FORCE ON FOAMED CONCRETE BEAM MIXED RICE HUSK ASH AND EGG SHELL POWDER

Muhamad Riski

1607210144

Dr. Josef Hadi Pramana, S.T, M.Sc

Advances and technological developments in the construction industry are increasingly spurring increased development in all sectors of life. The need for housing, transportation and industrial facilities also has an impact on the increase in supporting materials such as foamed concrete or lightweight concrete. By simulating the finite element software, it can produce the deflection and stress-strain values of the beam without testing directly in the laboratory. This study uses a beam with dimensions of 310 cm long, 15 cm wide and 25 cm high. The beams were simulated with materials derived from Delina (2020) and Deni (2020) research with variations of 0%, 10%, 15% and 20% and the software used was finite element. Simulation using research data from Delina (2020) and Deni (2020) found that the addition of coconut fibers to lightweight concrete affects the deformation of the concrete. By adding coconut fibers to the lightweight concrete mixture, it can reduce the deflection of lightweight concrete beams with a maximum deflection value of 5.84 mm for lightweight concrete with a mixture of rice husk ash, egg shell powder and coconut fibers with a mixed composition by Deni (2020) and the maximum deflection value is 8.44 mm for lightweight concrete with a mixture of rice husk ash and eggshell powder with a mixture by Delina (2020) and the higher the percentage of mixture substitution, the greater the deflection value that will be produced along with the stress and strain values of the beam.

Keywords: lightweight concrete, finite element method, deformation

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 “*Analisis Simulasi Gaya Aksial dan Lateral Pada Balok Foamed Concrete Campuran Abu Sekam Padi dan Serbuk Cangkang Telur (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., Ph.D. selaku Dosen Pembimbing yang telah banyak membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
2. Bapak Fahrizal Zulkarnain S.T., M.Sc., P.h.D. selaku Dosen Pembimbing I yang telah banyak memberikan koreksi dan masukan kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
3. Ibu Fetra Venny, S.T. M.Sc., Ph.D., selaku Dosen Pembimbing II telah banyak memberikan koreksi dan masukan kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir.
4. Bapak Munawar Alfansury Siregar ST, MT, selaku Dekan Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
5. Seluruh Bapak/Ibu Dosen di Program Studi Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang telah banyak memberikan ilmu ke teknik sipil kepada penulis.
6. Bapak/Ibu Staf Administrasi di Biro Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
7. Orang tua penulis: Ayahanda tercinta, dan Ibunda tercinta, yang telah bersusah payah membesarkan dan membiayai studi penulis.
8. Terimakasih kepada 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, Januari 2021

Muhamad Riski

DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR	iv
ABSTRAK	v
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xiv
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Masalah	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Ruang Lingkup Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian	4
1.6 Sistematika Penulisan	4
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Beton Ringan	5
2.2 Modulus Elastisitas Beton	6
2.3 Balok Beton Bertulang	8
2.4 Gaya Aksial	9
2.5 Gaya Lateral	9
2.6 Deformasi/Lendutan	9
2.7 Aplikasi Elemen Hingga	10
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN	14
3.1 Diagram Alir Penelitian	14
3.2 Studi Literatur Penelitian	15
3.2.1 Beton Ringan dengan Campuran Abu Sekam Padi dan Serbuk Cangkang Telur oleh Delina (2020)	15

3.2.2 Beton Ringan dengan Campuran Abu Sekam Padi, Serbuk Cangkang Telur dan Serabut Kelapa oleh Deni, dkk (2020)	17
3.3 Pemodelan Dengan <i>Software Finite Element</i>	19
3.3.1 <i>Input Material Propertis</i>	19
3.3.2 <i>Input Geometri/ Modeling</i>	20
3.3.3 Proses analisis	21
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN	27
4.1 Analisa Geometri	27
4.2 Hasil Simulasi Aplikasi Elemen Hingga dengan Data Delina (2020)	288
4.2.1 Hasil Simulasi Balok Beton Ringan dengan Campuran Abu Sekam Padi dan Serbuk Cangkang Telur Variasi 0%	28
4.2.2 Hasil Simulasi Balok Beton Ringan dengan Campuran Abu Sekam Padi dan Serbuk Cangkang Telur Variasi 10%	300
4.2.3 Hasil Simulasi Balok Beton Ringan dengan Campuran Abu Sekam Padi dan Serbuk Cangkang Telur Variasi 15%	33
4.2.4 Hasil Simulasi Balok Beton Ringan dengan Campuran Abu Sekam Padi dan Serbuk Cangkang Telur Variasi 20%	35
4.3 Hasil Simulasi Aplikasi Elemen Hingga dengan Data Deni, dkk (2020)	38
4.3.1 Hasil Simulasi Balok Beton Ringan dengan Campuran Abu Sekam Padi, Serbuk Cangkang Telur dan Serabut Kelapa Variasi 0%	38
4.3.2 Hasil Simulasi Balok Beton Ringan dengan Campuran Abu Sekam Padi, Serbuk Cangkang Telur dan Serabut Kelapa Variasi 10%	40
4.3.3 Hasil Simulasi Balok Beton Ringan dengan Campuran Abu Sekam Padi, Serbuk Cangkang Telur dan Serabut Kelapa Variasi 15%	43
4.3.4 Hasil Simulasi Balok Beton Ringan dengan Campuran Abu Sekam Padi, Serbuk Cangkang Telur dan Serabut Kelapa Variasi 20%	45
4.4 Rekapitulasi Hasil Simulasi	48
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	49
5.1 Kesimpulan	49
5.2 Saran	49

DAFTAR PUSTAKA

50

LAMPIRAN

DAFTAR RIWAYAT HIDUP

DAFTAR GAMBAR

gambar 2.1 Retak Lentur Balok Beton Bertulang	8
Gambar 2.2 Elemen Solid 65	13
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian	14
Gambar 3.2. Input Data Material Ke Dalam <i>Software Finite Element</i>	19
Gambar 3.3. Desain Geometri Balok	20
Gambar 3.4. Proses Import Gambar Geometri	21
Gambar 3.5. Satuan/ Units Geometri	21
Gambar 3.6: Pemilihan Material Untuk Geometri	22
Gambar 3.7: Pengaturan Kontak Antara Geometri	22
Gambar 3.8: Proses <i>Mesh</i> Pada Geometri	23
Gambar 3.9: Proses Pengaturan <i>Time Step</i>	23
Gambar 3.10: Proses Pemberian Tumpuan	24
Gambar 3.11: Proses Memasukan Gaya Aksial	24
Gambar 3.12 Pengecekan Tumpuan Dan Pembebanan	25
Gambar 3.13. <i>Setting Solution</i>	25
Gambar 3.14. Hasil Simulasi	26
Gambar 4.1 Deformasi Yang Terjadi Pada Balok Beton Ringan Dengan Variasi 0% Akibat Gaya Aksial	29
Gambar 4.2 Grafik Diagram Tegangan Regangan Yang Terjadi Pada Balok Beton Ringan Dengan Variasi 0%	30
Gambar 4.3 Deformasi Yang Terjadi Pada Balok Beton Ringan Dengan Variasi 10% Akibat Gaya Aksial	31
Gambar 4.4 Grafik Diagram Tegangan Regangan Yang Terjadi Pada Balok Beton Ringan Dengan Variasi 10%	32
Gambar 4.5 Deformasi Yang Terjadi Pada Balok Beton Ringan Dengan Variasi 15% Akibat Gaya Aksial	34
Gambar 4.6 Grafik Diagram Tegangan Regangan Yang Terjadi Pada Balok Beton Ringan Dengan Variasi 15%	35

Gambar 4.7 Deformasi Yang Terjadi Pada Balok Beton Ringan Dengan Variasi 20% Akibat Gaya Aksial	36
Gambar 4.8 Grafik Diagram Tegangan Regangan Yang Terjadi Pada Balok Beton Ringan Dengan Variasi 20%	37
Gambar 4.9 Deformasi Pada Balok Beton Ringan Dengan Variasi 0% Akibat Gaya Aksial	39
Gambar 4.10 Grafik Diagram Tegangan Regangan Yang Terjadi Pada Balok Beton Ringan Dengan Variasi 0%	40
Gambar 4.11 Deformasi Pada Balok Beton Ringan Dengan Variasi 10% Akibat Gaya Aksial	41
Gambar 4.12 Grafik Diagram Tegangan Regangan Yang Terjadi Pada Balok Beton Ringan Dengan Variasi 10%	42
Gambar 4.13 Deformasi Pada Balok Beton Ringan Dengan Variasi 15% Akibat Gaya Aksial	44
Gambar 4.14 Grafik Diagram Tegangan Regangan Yang Terjadi Pada Balok Beton Ringan Dengan Variasi 15%	45
Gambar 4.15 Deformasi Pada Balok Beton Ringan Dengan Variasi 20% Akibat Gaya Aksial	46
Gambar 4.16 Grafik Diagram Tegangan Regangan Yang Terjadi Pada Balok Beton Ringan Dengan Variasi 20%	47

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Material Propertis Pada Variasi 0 % Oleh (Delina, 2020)	15
Tabel 3.2 Material Propertis Pada Variasi 10 % Oleh (Delina, 2020)	16
Tabel 3.3 Material Propertis Pada Variasi 15 % Oleh (Delina, 2020)	16
Tabel 3.4 Material Propertis Pada Variasi 20 % Oleh (Delina, 2020)	17
Tabel 3.5 Material Propertis Pada Variasi 0 % Oleh (Deni Dkk , 2020)	17
Tabel 3.6 Material Propertis Pada Variasi 10 % Oleh (Deni Dkk, 2020)	18
Tabel 3.7 Material Propertis Pada Variasi 15 % Oleh (Deni Dkk, 2020)	18
Tabel 3.8 Material Propertis Pada Variasi 20 % Oleh (Deni, Dkk 2020)	19
Tabel 4.1 Data Geometri Balok	27
Tabel 4.2 Mutu Baja / Btjs 40	27
Tabel 4.3 Material Propertis Pada Variasi 0 %	28
Tabel 4.4 Hasil Deformasi Beton Ringan Dengan Variasi 0%	28
Tabel 4.5 Material Propertis Pada Variasi 10 %	30
Tabel 4.6 Hasil Deformasi Beton Ringan Dengan Variasi 10%	31
Tabel 4.7 Material Propertis Pada Variasi 15 %	33
Tabel 4.8 Hasil Deformasi Beton Ringan Dengan Variasi 15%	33
Tabel 4.9 Material Propertis Pada Variasi 20 %	35
Tabel 4.10 Hasil Deformasi Beton Ringan Dengan Variasi 20%	36
Tabel 4.11 Material Propertis Pada Variasi 0 %	38
Tabel 4.12 Hasil Deformasi Beton Ringan Dengan Variasi 0%	38
Tabel 4.13 Material Propertis Pada Variasi 10 %	40
Tabel 4.14 Hasil Deformasi Beton Ringan Dengan Variasi 10%	41
Tabel 4.15 Material Propertis Pada Variasi 15 %	43
Tabel 4.16 Hasil Deformasi Beton Ringan Dengan Variasi 15%	43
Tabel 4.17 Material Propertis Pada Variasi 20 %	45
Tabel 4.18 Hasil Deformasi Beton Ringan Dengan Variasi 20%	46
Tabel 4.19 Rekapulasi Nilai Hasil Simulasi Aplikasi Elemen Hingga	48

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Kemajuan dan perkembangan teknologi dalam bidang industri konstruksi semakin pesat memacu peningkatan pembangunan di segala sektor kehidupan. Kebutuhan fasilitas perumahan, perhubungan dan industri juga berdampak pada peningkatan bahan-bahan pendukungnya.

Beton merupakan salah satu bahan konstruksi yang banyak digunakan dalam pelaksanaan struktur bangunan modern. Seiring dengan pesatnya pembangunan di Indonesia, dimana aspek lingkungan harus diperhatikan dengan baik kelestariannya termasuk dalam hal penggunaan material campuran beton yang berasal dari alam. Beton sebagai material konstruksi sudah dikenal dan digunakan sejak ribuan tahun yang lalu. Walaupun istilah semen Portland baru dikenal pada abad 19, namun bangunan dengan menggunakan beton sudah dikenal sejak jaman Romawi, seperti *Colosseum* di Roma atau *Pont du Gard* di Perancis. Pada abad ke-17, perkembangan beton terus mengalami peningkatan seiring berkembangnya bahan-bahan pembentuknya, terutama semen. Pada masa sekarang ini beton merupakan material yang dibuat atas dasar perencanaan yang teliti, sehingga dapat dioptimalkan kekuatannya, yaitu dengan menggunakan bahan-bahan yang lebih dahulu melalui proses terpilih dan diketahui sifat-sifatnya. Walaupun beton mempunyai banyak keunggulan-keunggulan di banding dengan material konstruksi lainnya, beton juga mempunyai kelemahan-kelemahan, yaitu pada berat sendiri yang sangat besar.

Beton ringan adalah mortar beton yang memiliki berat jenis lebih ringan daripada mortar beton pada umumnya. Menurut SNI 03-3449-2002 mortar beton ringan tidak boleh melebihi berat isi maksimum beton ringan sebesar 1850 kg/m^3 . Salah satu metode pembuatan beton ringan adalah dengan menggunakan metode foamed concrete, yaitu dengan menambahkan foam agent (cairan busa) kedalam campuran. *Foam agent* didapat dari pencampuran *spectafoam*, *harder mild*, dan *polymer*. Beton ringan mempunyai nilai kuat tekan yang rendah, yaitu kurang dari

17 MPa sehingga cocok sebagai material non struktural. Salah satu cara untuk meningkatkan sifat mekanik beton ringan adalah dengan menambahkan abu sekam padi dan serbuk cangkang telur pada beton ringan tersebut.

Abu sekam padi merupakan bahan berlignosellulosa seperti biomassa lainnya namun mengandung silika yang tinggi. Silika abu sekam padi dalam bentuk kristalin (quartz dan opal) dan amorf terkonsentrasi pada permukaan luar dan sedikit dipermukaan dalam (Bakri dan Baharuddin, 2009). Kulit telur mengandung sekitar 95% kalsium karbonat dengan berat 5,5 gram Selain itu rata-rata dari kulit telur mengandung 3% fosfor dan 3% terdiri atas magnesium, natrium, kalium, seng, mangan, besi dan tembaga. Kandungan kalsium yang cukup besar tersebut berpotensi untuk dapat dimanfaatkan sebagai bahan tambah pembuatan material pozzolan semen. Kedua bahan alternatif tersebut juga diharapkan dapat difungsikan sebagai bahan tambah yang dapat memperkuat sifat mekanis beton itu sendiri. Sehingga pemakaian semen dapat diminimalisir serta dapat memenuhi kebutuhan silika dan kalsium yang berkurang akibat pengurangan penggunaan semen sebagian.

Penelitian campuran abu sekam padi dan cangkang telur sebagai substitusi semen pada beton ringan yang dilakukan oleh Delina Lina Sari (2020) yang dituangkan dalam penelitian skripsi dengan 4 variasi campuran yaitu 0%, 10%, 15% dan 20%. Dalam penelitian tersebut benda uji digunakan adalah benda uji silinder dengan pengujian kuat tekan dan kuat tarik belah beton. Setelah dihasilkan nilai kuat tekan dan kuat tarik belah pada benda uji non struktur, maka pengujian juga akan diterapkan pada benda uji struktur yaitu balok beton bertulang. Pengujian dilakukan dengan simulasi software elemen hingga dengan menerapkan gaya aksial dan lateral pada benda uji untuk melihat perilaku benda uji terhadap gaya yang diberikan.

1.2 Rumusan Masalah

Permasalahan yang timbul dalam penelitian ini sebagai berikut:

1. Bagaimana deformasi balok beton ringan dengan campuran abu sekam padi dan serbuk cangkang telur jika di analisis dengan *software* elemen hingga?
2. Bagaimana tegangan dan regangan balok beton ringan dengan campuran abu sekam padi dan serbuk cangkang telur jika di analisis dengan *software* elemen hingga?
3. Jenis campuran mana yang efektif jika di terapkan dalam struktur balok beton ringan?

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian yang dilakukan sebagai berikut:

1. Mengetahui deformasi balok beton ringan dengan campuran abu sekam padi dan serbuk cangkang telur jika di analisis dengan *software* elemen hingga.
2. Mengetahui tegangan dan regangan balok beton ringan dengan campuran abu sekam padi dan serbuk cangkang telur jika di analisis dengan *software* elemen hingga.
3. Mengetahui jenis campuran yang efektif jika di terapkan dalam struktur balok beton ringan.

1.4 Ruang Lingkup Penelitian

Dalam melakukan penelitian ini, memiliki ruang lingkup sebagai berikut :

1. Pengumpulan data parameter material didapat dari penelitian Delina Lina Sari (2020)
2. Pemodelan menggunakan aplikasi elemen hingga
3. Peninjauan hanya dilakukan pada material beton saja.
4. Pemodelan dilakukan dengan 4 variasi campuran yaitu 0%, 10%, 15% dan 20%
5. Dimensi balok beton yang diuji adalah $L = 15 \text{ cm}$, $T = 25 \text{ cm}$ dan Panjang = 310 cm.
6. Beban yang diberikan pada benda uji yaitu sebesar 150 kN.

1.5 Manfaat Penelitian

Menambah pengetahuan dan wawasan mengenai pemodelan balok struktur beton ringan dengan substitusi abu sekam padi dan cangkang telur yang diberikan gaya aksial dan lateral. Semoga penelitian ini nantinya dapat memberikan inovasi dan menjadi referensi acuan bagi penelitian selanjutnya.

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan dalam tugas akhir ini disusun per bab, pada setiap bab terdiri dari beberapa bagian yang diuraikan secara rinci. Sistematika penulisan pada masing-masing bab adalah sebagai berikut:

BAB I Pendahuluan

Pada bab ini dibahas tentang latar belakang penelitian, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, batasan masalah, serta sistematika penulisan dalam tugas akhir yang digunakan.

BAB II Tinjauan Pustaka

Pada bab ini dibahas tentang uraian dari literatur atau referensi yang menjadi acuan dalam penulisan tugas akhir yaitu materi tentang beton, agregat, dan bahan tambah aditif dan software elemen hingga.

BAB III Metodologi Penelitian

Pada bab ini dibahas tentang tahapan-tahapan penelitian serta metode analisis data yang digunakan dalam menyelesaikan tugas akhir.

BAB IV Hasil dan Pembahasan

Pada bab ini berisikan pembahasan tentang analisis data dari hasil pemodelan dengan software.

BAB V Kesimpulan dan Saran

Pada bab ini berisikan kesimpulan dan saran yang diperoleh dari bab-bab sebelumnya.

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Beton Ringan

Beton ringan adalah beton yang memiliki berat jenis lebih ringan dari pada beton umumnya. Berbeda dengan beton biasa berat beton ringan dapat diatur sesuai kebutuhan. Pada umumnya beton ringan berkisar antara 600-1600 kg/m³. Karena itu keunggulan beton ringan pada umumnya ada pada berat, sehingga bila diaplikasikan pada proyek bangunan tinggi akan dapat secara signifikan mengurangi berat sendiri bangunan, yang selanjutnya berdampak pada perhitungan pondasi. Keuntungan lain dari beton ringan adalah memiliki nilai tahanan panas yang baik, memiliki tahanan suara yang baik, tahan api. Sedangkan kelemahan beton ringan adalah nilai kuat tekannya lebih kecil disbanding dengan beton normal sehingga tidak dianjurkan penggunaannya untuk struktural.

Menurut Hunggurami (2014), dibandingkan dengan bahan pembentuk dinding atau jenis beton lainnya, beton ringan memiliki kelebihan diantaranya yaitu:

1. Bentuknya yang presisi sehingga memudahkan proses pemasangan dengan teliti dan tepat.
2. Ukuran dimensinya yang seragam dan dapat menghasilkan dinding yang rapi.
3. Bersifat kedap air dan sulit ditembus oleh rembesan air.
4. Mampu meredam suara dan mencegah timbulnya gema serta gaung
5. Tingkat kekuatan yang dimiliki cukup tinggi.
6. Mempunyai ketahanan yang bagus terhadap gempa
7. Mampu menghemat pemakaian perekat karena tidak membutuhkan siar yang tebal.
8. Bobot yang relatif ringan sehingga memperkecil beban pada struktur.
9. Lebih gampang diangkut sebab tidak terlalu berat dan dapat ditata dengan rapi.

10. Pemasangan dinding dengan bahan beton ringan juga lebih cepat dilakukan karena proses pengeringan yang relatif lebih cepat.

11. Penerapan plasteran semen cukup setebal 2,5 cm.

Salah satu jenis beton ringan yang mudah dijumpai adalah beton busa, beton busa adalah beton ringan yang terdiri dari semen Portland atau mortar yang mempunyai bentuk struktur yang berongga yang tercipta dari gelembung gelembung udara dan mempunyai berat jenis 400-1600 kg/m³. beton busa mempunyai sifat-sifat antara lain sebagai bahan isolasi suhu dan suara serta mudah diproduksi (Mydin, et al., 2012)

2.2 Modulus Elastisitas Beton

Modulus elastisitas didefinisikan sebagai kemiringan dari diagram tegangan regangan yang masih dalam keadaan elastisitas. Modulus elastisitas yang besar menunjukkan kemampuan menahan tegangan yang cukup besar dalam kondisi regangan yang masih kecil, artinya bahwa beton tersebut mampu menahan tegangan (desak utama) yang cukup besar akibat beban-beban yang terjadi pada suatu regangan (sebagai kemampuan terjadi retak) kecil. Tolak ukur yang umum dari sifat elastis suatu bahan adalah modulus elastisitas, yang merupakan perbandingan dari tekanan yang diberikan dengan perubahan persatuan panjang, sebagai akibat dari tekanan yang diberikan itu (Murdock, 1986).

Modulus elastis beton mempunyai hubungan dengan sifat beton lainnya terutama kuat tekan beton itu sendiri. Modulus ini merupakan perbandingan antara tegangan dan regangan, dan dengan pengujian ini dapat diketahui besarnya beban yang dapat dipikul tanpa merusak beton itu sendiri (masih dalam keadaan plastis). Modulus elastisitas adalah rasio dari tegangan normal tarik atau tekan terhadap regangan.

Menurut ASTM 496-94(2) dari hasil pengujian di laboratorium menetapkan modulus elastisitas sebagai rasio tegangan saat mencapai 40% dari tahanan runtuh terhadap regangan yang bersesuaian dengan tegangan pada kondisi tersebut.

$$E_c = \frac{(\sigma_2 - \sigma_1)}{(\varepsilon_2 - \varepsilon_1)}$$

Dengan:

E_c = Modulus elastisitas (Mpa)

σ_2 = Tegangan pada 40% tegangan runtuh (Mpa)

σ_1 = Tegangan pada saat nilai kurva regangan ε_1 (Mpa)

ε^1 = Regangan sebesar 0,000050 (kg/cm²)

ε_2 = Nilai kurva regangan yang terjadi pada saat σ_2

Berdasarkan hukum Hooke nilai modulus elastisitas diberikan pada Persamaan berikut

$$E = \frac{\sigma}{\varepsilon}$$

$$\sigma = \frac{P}{A}$$

$$\varepsilon = \frac{\Delta L}{l_0}$$

Dengan:

σ = Tegangan (MPa),

ε = regangan,

P = Beban elastis (N),

A = Luas penampang (mm²),

l_0 = Tinggi alat ukur modulus elastisitas dan

ΔL = Defleksi.

Modulus elastisitas beton juga dapat dihitung dengan rumus empiris menurut SNI 2847-2013 yaitu $E_c = 4700\sqrt{f_c}$ untuk beton normal atau $E_c = w_c \cdot 1,50 \cdot 0,043\sqrt{f_c}$ untuk nilai w_c antara 1440 dan 2560 kg/m³ f_c dalam MPa.

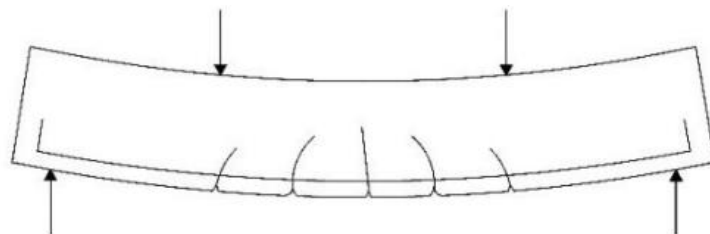
Modulus elastisitas dan kuat tekan dari beton dipengaruhi oleh fas dan umur: berkurang dengan meningkatnya fas dan meningkat dengan bertambahnya umur beton. Peningkatan fas akan meningkatkan jumlah pori dalam beton sehingga

praktis akan mengurangi kepadatan yang akhirnya berimplikasi pada berkurangnya modulus elastisitas dan kekuatan beton. Sebaliknya dengan bertambahnya umur, reaksi pada semen semakin sempurna dan jumlah produk hidrasi yang dihasilkan dari reaksi tersebut semakin bertambah sehingga kepadatan beton semakin meningkat. Dengan demikian modulus elastisitas dan kekuatan beton juga meningkat.

2.3 Balok Beton Bertulang

Balok adalah sebuah komponen struktur yang fungsinya menyalurkan beban dari pelat lantai ke kolom dan kemudian di salurkan ke pondasi. Balok sebagai salah satu elemen struktur mempunyai fungsi yang sangat penting, yaitu menahan beban-beban di atasnya berupa beban plat lantai, beban hidup, beban mati dan berat sendiri balok.

Menurut T.J. MacGinley dan B. S. Choo (1990) , beton bertulang adalah gabungan antara material tulangan baja yang ditanamkan pada beton yang mengeras dimana tulangan baja berfungsi menahan gaya tarik dan beton untuk menahan gaya tekan. Beton memiliki kemampuan yang sangat baik dalam menanggung tegangan tekan namun tidak bisa menanggung tegangan tarik. Penulangan dibutuhkan untuk menahan tegangan tarik akibat momen yang muncul. Apabila balok diberikan beban seperti gambar 2.1. maka akan muncul retakan saat runtuh akibat momen yang ditimbulkan beban.



Gambar 2.1 Retak Lentur Balok Beton Bertulang

2.4 Gaya Aksial

Pada dasarnya gaya/beban aksial merupakan gaya yang menyebabkan suatu material memanjang atau memendek dalam arah aksial. Suatu elemen struktur balok kolom biasanya harus memikul beban aksial (tarik atau tekan) dan momen lentur secara bersama-sama maka elemen tersebut dapat dikatakan balok kolom (*beam-columns*) (Agus, 2008). Apabila besarnya gaya aksial yang bekerja cukup kecil dibandingkan momen lentur yang bekerja, maka efek dari gaya aksial tersebut diabaikan dan komponen tersebut dapat didesain sebagai komponen struktur lentur. Sedangkan gaya aksial yang bekerja lebih dominan daripada momen lentur, maka komponen struktur tersebut harus didesain sebagai komponen struktur tarik (jika yang bekerja gaya aksial tarik) atau didesain sebagai komponen struktur tekan (jika yang bekerja gaya aksial tekan). Bila lentur digabungkan dengan tarikan aksial, kemungkinan ketidakstabilannya menjadi berkurang dan kelelahan biasanya membatasi perencanaan. Untuk gabungan lentur dengan tekanan aksial, kemungkinan ketidakstabilannya menjadi meningkat (Salmon dan Johnson 1994).

2.5 Gaya Lateral

Gaya lateral merupakan beban yang memiliki arah horizontal. Contoh gaya lateral yang terjadi pada struktur adalah gempa bumi dan beban angin. Gaya lateral yang diterima struktur gedung, baik diakibatkan oleh beban gempa maupun angin akan disebar melalui struktur lantai yang berfungsi sebagai diafragma horizontal. Besarnya beban lateral yang harus didukung oleh pondasi bergantung pada rangka bangunan yang mengirimkan gaya lateral tersebut ke kolom bagian bawah.

2.6 Deformasi/Lendutan

Deformasi adalah perubahan bentuk balok akibat dari beban yang bekerja. arkan defleksi sesuai dengan bahan material, dari posisinya sebelum mengalami pembebanan. Defleksi diukur dari permukaan netral awal ke posisi netral setelah terjadi deformasi. Konfigurasi yang diasumsikan dengan deformasi permukaan netral dikenal sebagai kurva elastis dari balok. Menurut Basori, Syafrizal, (2015)

lendutan adalah perubahan bentuk pada balok dalam arah y akibat adanya pembebanan vertical yang diberikan pada batang material.

Hal-hal yang mempengaruhi terjadinya deformasi/defleksi (Basori, Syafrizal, 2015).

- a. Kekakuan batang Batang yang sifatnya semakin kaku maka lendutan yang dihasilkan akan semakin kecil.
- b. Besarnya gaya yang diberikan Besar-kecilnya gaya yang diberikan pada batang berbanding lurus dengan besarnya defleksi yang terjadi. Dengan kata lain semakin besar beban yang dialami batang maka defleksi yang terjadi semakin besar.
- c. Jenis tumpuan yang diberikan Jumlah reaksi dan arah pada tiap jenis tumpuan berbeda-beda. Oleh karena itu besarnya defleksi pada penggunaan tumpuan yang berbeda-beda tidaklah sama. Semakin banyak reaksi dari tumpuan yang melawan gaya dari beban maka defleksi yang terjadi pada tumpuan rol lebih besar dari tumpuan pin (pasak) dan defleksi yang terjadi pada tumpuan pin lebih besar dari tumpuan jepit.
- d. Jenis beban yang terjadi pada batang beban terdistribusi merata dengan beban titik, keduanya memiliki kurva defleksi yang berbeda-beda. Pada beban terdistribusi yang terjadi pada bagian batang yang paling dekat lebih besar. Inikarena sepanjang batang mengalami beban sedangkan pada beban titik hanya terjadi pada beban titik tertentu saja. Beban terdistribusi merata dengan beban titik, keduanya memiliki kurva defleksi. Untuk setiap batang yang ditumpu akan melendut apabila diberikan beban yang cukup.

2.7 Aplikasi Elemen Hingga

Metode elemen hingga adalah suatu alat numerik yang digunakan dalam menyelesaikan masalah teknik seperti persamaan diferensial dan integral dengan metode pendekatan. Metoda itu mula-mula dikembangkan untuk mempelajari tentang struktur dan tekanan (Clough 1960) dan kemudian berkembang pada masalah mekanika kontinu (Zienkiewicz dan Cheung, 1965).

Aplikasi elemen hingga adalah program paket yang dapat memodelkan elemen hingga untuk menyelesaikan masalah yang berhubungan dengan mekanika,

termasuk di dalamnya masalah statik, dinamik, analisis struktural (baik linier maupun nonlinier), masalah perpindahan panas, masalah fluida dan juga masalah yang berhubungan dengan akustik dan elektromagnetik.(Hadi & Sitorus, 2016)

Dalam aplikasinya Elemen hingga dapat dibagi menjadi dua menurut dimensinya, yaitu:

a. Classic

Aplikasi elemen hingga ini menyelesaikan problema dalam 2 dimensi seperti sistem solid dalam bidang 2 dimensi dan perpindahan panas dalam 2 dimensi.

b. Workbench

Aplikasi elemen hingga ini menyelesaikan problema dalam 3 dimensi seperti sistem solid dalam 3 dimensi dan masalah aliran fluida pada pipa dalam 3 dimensi.

Aplikasi elemen hingga merupakan salah satu software yang digunakan untuk menganalisis berbagai macam struktur, aliran fluida, dan perpindahan panas dari beberapa software analisis yang lain yaitu Nastran, CATIA, Fluent, dan yang lain. Ada tiga analisis utama yang dibahas pada buku ini yaitu analisis struktur, aliran fluida, dan perpindahan panas yang sangat sering dijumpai dalam keilmuteknikan. Agar materi yang dibahas di buku ini dapat diikuti dengan baik, maka sebaiknya pembaca harus memiliki dasar (basic) tentang keilmuan di atas.

Penyajian materi dilakukan secara bertahap yaitu mulai dari menggambar benda (objek) sampai dilakukannya penganalisisan dan diperoleh hasilnya. Secara umum penyelesaian aplikasi elemen hingga dapat dibagi menjadi tiga tahap, yaitu :

1. *Preprocessing* (Pendefinisian Masalah)

Masalah adalah bagian terpenting dalam suatu proses riset, karena masalah dapat menghadirkan petunjuk berupa jenis informasi atau defenisi yang nantinya akan sangat kita butuhkan. Jika diartikan kedalam bahasa indonesia *Pre-* artinya sebelum dan *Processor* artinya pemroses. *Preprocessing* merupakan tahapan awal dalam mengolah data input sebelum memasuki proses tahapan utama. Pada tahap pertama ini, dilakukan pendefinisian dari objek yang nantinya akan diproses pada tahap selanjutnya. Langkah umum dalam *preprocessing* terdiri dari :

- mendefinisikan *keypoint/lines/areas/volume* dari objek, Dalam hal ini, pendefinisian diatas harus dilakukan setelah dilakukannya pemodelan terlebih

dahulu. Pemodelan merupakan proses menggambar ataupun mengimport gambar benda atau objek yang akan didefinisikan kedalam lembar kerja.

- mendefinisikan tipe elemen dan bahan yang digunakan/sifat geometric dari objek, dan
- mendefinisikan mesh lines/areas/volumes sebagaimana dibutuhkan. Jumlah detail yang dibutuhkan akan tergantung pada dimensi daerah yang dianalisis, ie., 1D, 2D, *axisymmetric* dan 3D.

2. *Solution / Assigning Loads, Constraints, and Solving*

Pemecahan masalah adalah suatu proses terencana yang perlu dilaksanakan agar memperoleh penyelesaian tertentu dari sebuah masalah yang mungkin tidak didapat dengan segera (Saad & Ghani, 2008). Pada tahap ini, perlu dilakukan penentuan beban, model pembebanan (titik atau luasan), constraints (translasi dan rotasi) dan kemudian menyelesaikan hasil persamaan yang telah diset pada objek.

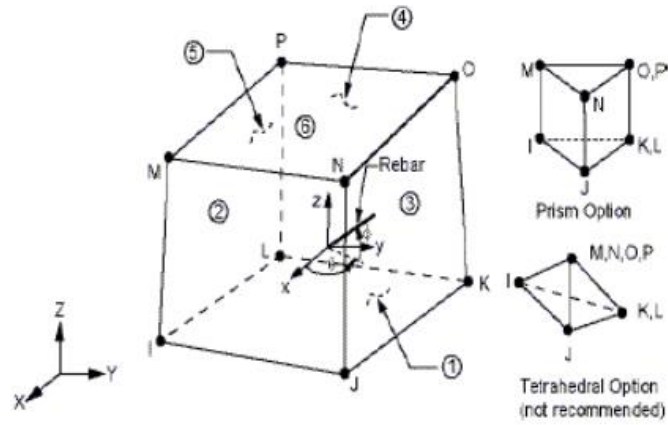
3. *Postprocessing/ Further Processing and Viewing of The Results*

Postprocessing adalah langkah akhir dalam suatu analisis berupa visualisasi yang memungkinkan penganalisis untuk mengeksplor data. Hal yang dilakukan pada langkah ini adalah mengorganisasi dan menginterpretasi data hasil simulasi yang bisa berupa gambar, kurva, dan animasi. Dalam bagian ini pengguna mungkin dapat melihat :

- daftar pergeseran nodal,
- gaya elemen dan momentum,
- plot deflection dan diagram kontur tegangan (*stress*) atau pemetaan suhu

Untuk memodelkan beton, menggunakan elemen solid 8 titik SOLID 65. Elemen solid mempunyai 8 titik dengan tiga derajat kebebasan pada tiap titik, perpindahan titik dalam arah x, y, dan z. Elemen mampu untuk deformasi plastic, retakan dalam arah 3 dimensi dan runtuh. Aspek yang sangat penting dari elemen ini adalah perlakuan sifat non linier (Thomas, 2002). Perkuatan untuk model elemen hingga dianggap elastis sempurna dan identik dalam Tarik dan tekan. Beton merupakan material dan mempunyai perilaku yang berbeda dalam tarik dan tekan. Dalam tekan, kurva tegangan regangan untuk beton masih linier sampai 30% dari kekuatan tekan maksimum. Melewati kuat tekan maksimum, kurva menjadi daerah yang lebih landai dan secepatnya keruntuhan terjadi pada regangan ultimate. Untuk

inputan data beton di Aplikasi elemen Hingga, membutuhkan modulus elastisitas beton (E_c), kuat tekan ultimate (f_c), modulus keruntuhan (f_r) dan posisi rasio (ν). Koefisien tekan diambil 8000 psi dan rasio Poison sebesar 0.18. Pada Gambar 2.2 dapat dilihat bentuk *element solid* yang diberi titik nodal.

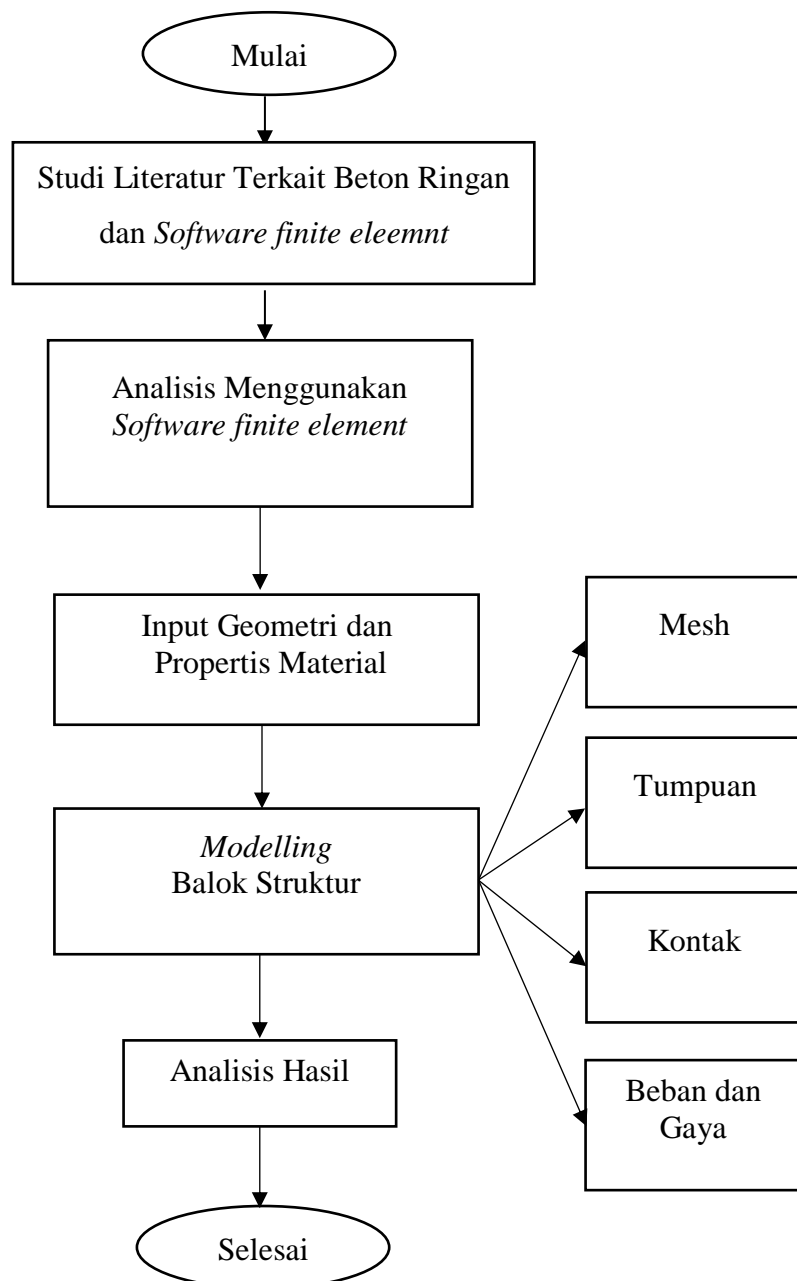


Gambar 2.2 Elemen SOLID 65

BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Diagram Alir Penelitian

Langkah –langkah penelitian yang akan dilaksanakan sebagai berikut :



Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian

3.2 Studi Literatur Penelitian

3.2.1 Beton Ringan dengan Campuran Abu Sekam Padi dan Serbuk Cangkang Telur oleh Delina (2020)

Untuk melakukan simulasi dengan software finite element dilakukan *review* dan analisa penelitian beton sebelumnya yang terkait dengan beton ringan. Dalam proses penyelesaian secara simulasi maka diperlukan beberapa data material untuk melengkapi *material propertis* pada *software finite element*. Data penelitian diambil berdasarkan penelitian Delina Lina Sari (2020) dengan variasi 4 variasi campuran beton ringan terhadap abu sekam padi dan cangkang telur yaitu 0%, 10%, 15% dan 20%. Setiap masing-masing variasi campuran akan membentuk data material propertis yang berbeda-beda. Data material inilah yang akan membentuk spesifikasi beton.

3.1.1.1 Variasi 0%

Pada variasi ini tidak ada penambahan campuran abu sekam padi dan serbuk cangkang telur pada variasi ini. Hal ini didasarkan bahwa variasi ini adalah variasi pengontrol terhadap variasi lainnya. Dalam penelitian Delina (2020) didapat material propertis yang akan dimasukkan ke dalam *software finite element* dapat dilihat pada Tabel 3.1 di bawah ini.

Tabel 3.1 Material propertis pada variasi 0 % oleh (Delina, 2020)

No.	Material Properties	Besaran	Satuan
1	<i>Density</i>	1569.4	kg/m ³
2	<i>Young modulus</i>	13117.34	Mpa
3	<i>Poisson Rasio</i>	0.2	Mpa
4	<i>Compressive Ultimate Strength</i>	7.13	Mpa
5	<i>Tensile Ultimate Strength</i>	0.66	Mpa

3.1.1.2 Variasi 10%

Penggunaan semen pada variasi ini dikurangi sebesar 10% dari berat keseluruhan semen yang digunakan dengan substitusi campuran abu sekam padi dengan serbuk cangkang telur masing-masing sebesar 5% dari berat keseluruhan

semen. Dalam penelitian Delina (2020) didapat material propertis yang akan dimasukkan ke dalam *software finite element* dapat dilihat pada Tabel 3.2 di bawah ini.

Tabel 3.2 Material propertis pada variasi 10 % oleh (Delina, 2020)

No.	Material Properties	Besaran	Satuan
1	<i>Density</i>	1556.2	kg/m ³
2	<i>Young modulus</i>	9156.99	Mpa
3	<i>Poisson Rasio</i>	0.2	Mpa
4	<i>Compressive Ultimate Strength</i>	4.92	Mpa
5	<i>Tensile Ultimate Strength</i>	0.519	Mpa

3.1.1.3 Variasi 15%

Penggunaan semen pada variasi ini dikurangi sebesar 15% dari berat keseluruhan semen yang digunakan. Sebagai penggantinya, maka digunakan campuran abu sekam padi sebesar 10% dan serbuk cangkang telur sebesar 5% dari berat keseluruhan semen. Dalam penelitian Delina (2020) didapat material propertis yang akan dimasukkan ke dalam *software finite element* dapat dilihat pada Tabel 3.3 di bawah ini.

Tabel 3.3 Material propertis pada variasi 15 % oleh (Delina, 2020)

No.	Material Properties	Besaran	Satuan
1	<i>Density</i>	1531.0	kg/m ³
2	<i>Young modulus</i>	7465.11	Mpa
3	<i>Poisson Rasio</i>	0.2	Mpa
4	<i>Compressive Ultimate Strength</i>	5.15	Mpa
5	<i>Tensile Ultimate Strength</i>	0.472	Mpa

3.1.1.4 Variasi 20%

Penggunaan semen pada variasi ini dikurangi sebesar 20% dari berat keseluruhan semen yang digunakan. Sebagai penggantinya, maka digunakan campuran abu sekam padi sebesar 15% dan serbuk cangkang telur sebesar 5% dari berat keseluruhan semen. Dalam penelitian Delina (2020) didapat material propertis yang akan dimasukkan ke dalam *software finite element* dapat dilihat pada Tabel 3.4 di bawah ini.

Tabel 3.4 Material propertis pada variasi 20 % oleh (Delina, 2020)

No.	Material Properties	Besaran	Satuan
1	<i>Density</i>	1509.0	kg/m ³
2	<i>Young modulus</i>	5012.14	Mpa
3	<i>Poisson Rasio</i>	0.2	Mpa
4	<i>Compressive Ultimate Strength</i>	3.73	Mpa
5	<i>Tensile Ultimate Strength</i>	0.519	Mpa

3.2.2 Beton Ringan dengan Campuran Abu Sekam Padi, Serbuk Cangkang Telur dan Serabut Kelapa oleh Deni, dkk (2020)

Data penelitian diambil berdasarkan penelitian Deni, dkk (2020) dengan variasi 4 variasi campuran beton ringan terhadap abu sekam padi, cangkang telur dan serabut kelapa yaitu 0%, 10%, 15% dan 20%. Setiap masing-masing variasi campuran akan membentuk data material propertis yang berbeda-beda. Data material inilah yang akan membentuk spesifikasi beton.

3.3.2.1 Variasi 0%

Pada variasi ini tidak ada penambahan campuran abu sekam padi, serbuk cangkang telur dan serabut kelapa pada variasi ini. Hal ini didasarkan bahwa variasi ini adalah variasi pengontrol terhadap variasi lainnya. Dalam penelitian Deni, dkk (2020) didapat material propertis yang akan dimasukkan ke dalam *software finite element* dapat dilihat pada Tabel 3.5 di bawah ini.

Tabel 3.5 Material propertis pada variasi 0 % oleh (Deni dkk , 2020)

No.	Material Properties	Besaran	Satuan
1	<i>Density</i>	1619.686	kg/m ³
2	<i>Young modulus</i>	13117.34	Mpa
3	<i>Poisson Rasio</i>	0.2	Mpa
4	<i>Compressive Ultimate Strength</i>	7.12	Mpa
5	<i>Tensile Ultimate Strength</i>	0.66	Mpa

3.3.2.2 Variasi 10%

Penggunaan semen pada variasi ini dikurangi sebesar 10% dari berat keseluruhan semen yang digunakan dengan substitusi campuran abu sekam padi dengan serbuk cangkang telur masing-masing sebesar 5% dari berat keseluruhan

semen dan sebanyak 2% dari serabut kelapa untuk substitusi pasir. Dalam penelitian ini didapat material propertis yang akan dimasukkan ke dalam *software finite element* dapat dilihat pada Tabel 3.6 di bawah ini.

Tabel 3.6 Material propertis pada variasi 10 % oleh (Deni dkk, 2020)

No.	Material Properties	Besaran	Satuan
1	<i>Density</i>	1576.352	kg/m ³
2	<i>Young modulus</i>	8644.443	Mpa
3	<i>Poisson Rassio</i>	0.2	Mpa
4	<i>Compressive Ultimate Strength</i>	5.02	Mpa
5	<i>Tensile Ultimate Strength</i>	0.42	Mpa

3.3.2.3 Variasi 15%

Penggunaan semen pada variasi ini dikurangi sebesar 15% dari berat keseluruhan semen yang digunakan. Sebagai penggantinya, maka digunakan campuran abu sekam padi sebesar 10% dan serbuk cangkang telur sebesar 5% dari berat keseluruhan semen sebanyak 2% dari serabut kelapa untuk substitusi pasir. Dalam penelitian Deni dkk (2020) didapat material propertis yang akan dimasukkan ke dalam *software finite element* dapat dilihat pada Tabel 3.7 di bawah ini.

Tabel 3.7 Material propertis pada variasi 15 % oleh (Deni dkk, 2020)

No.	Material Properties	Besaran	Satuan
1	<i>Density</i>	1311.132	kg/m ³
2	<i>Young modulus</i>	8401.257	Mpa
3	<i>Poisson Rassio</i>	0.2	Mpa
4	<i>Compressive Ultimate Strength</i>	2.43	Mpa
5	<i>Tensile Ultimate Strength</i>	0.47	Mpa

3.3.2.4 Variasi 20%

Penggunaan semen pada variasi ini dikurangi sebesar 20% dari berat keseluruhan semen yang digunakan. Sebagai penggantinya, maka digunakan campuran abu sekam padi sebesar 15% dan serbuk cangkang telur sebesar 5% dari berat keseluruhan semen sebanyak 2% dari serabut kelapa untuk substitusi pasir. Dalam penelitian Deni dkk (2020) didapat material propertis yang akan dimasukkan ke dalam *software finite element* dapat dilihat pada Tabel 3.8 di bawah ini.

Tabel 3.8 Material propertis pada variasi 20 % oleh (Deni, dkk 2020)

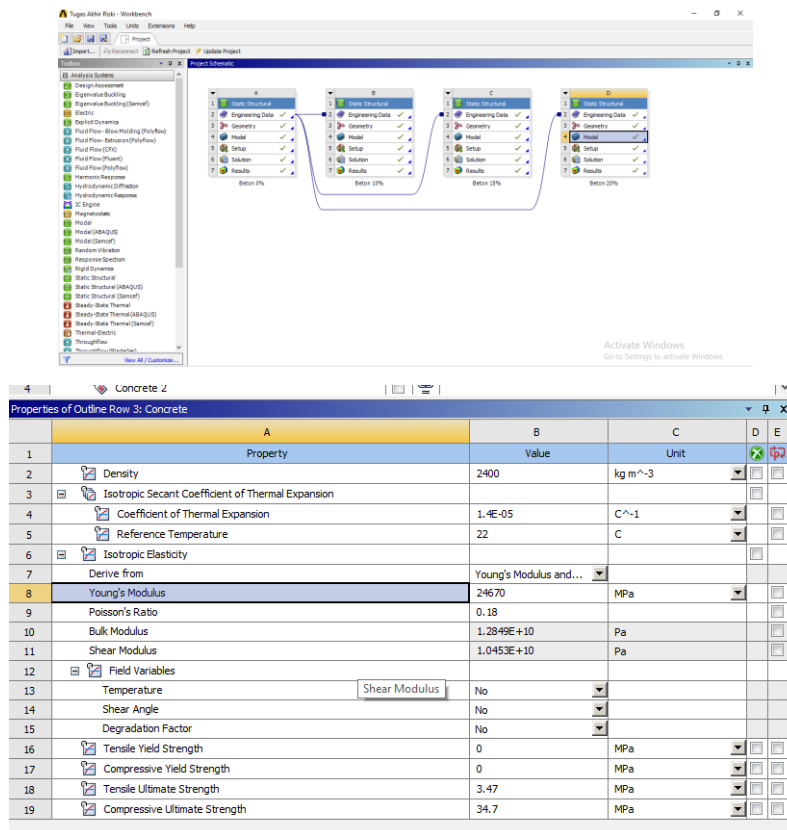
No.	Material Properties	Besaran	Satuan
1	<i>Density</i>	1313.208	kg/m ³
2	<i>Young modulus</i>	7972.22	Mpa
3	<i>Poisson Rasio</i>	0.2	Mpa
4	<i>Compressive Ultimate Strength</i>	2.22	Mpa
5	<i>Tensile Ultimate Strength</i>	0.42	Mpa

3.3 Pemodelan Dengan Software Finite Element

Sebelum dilakukan simulasi maka dilakukan bebrapa langkah awal untuk proses simulasi menggunakan software finite element.

3.3.1 Input Material Propertis

Dalam proses ini kita membutuhkan data material dari hasil penelitian sebeblumnya untuk kemudian disimulasikan. Langkah ini dapat dilihat pada Gambar 3.2 dibawah ini.

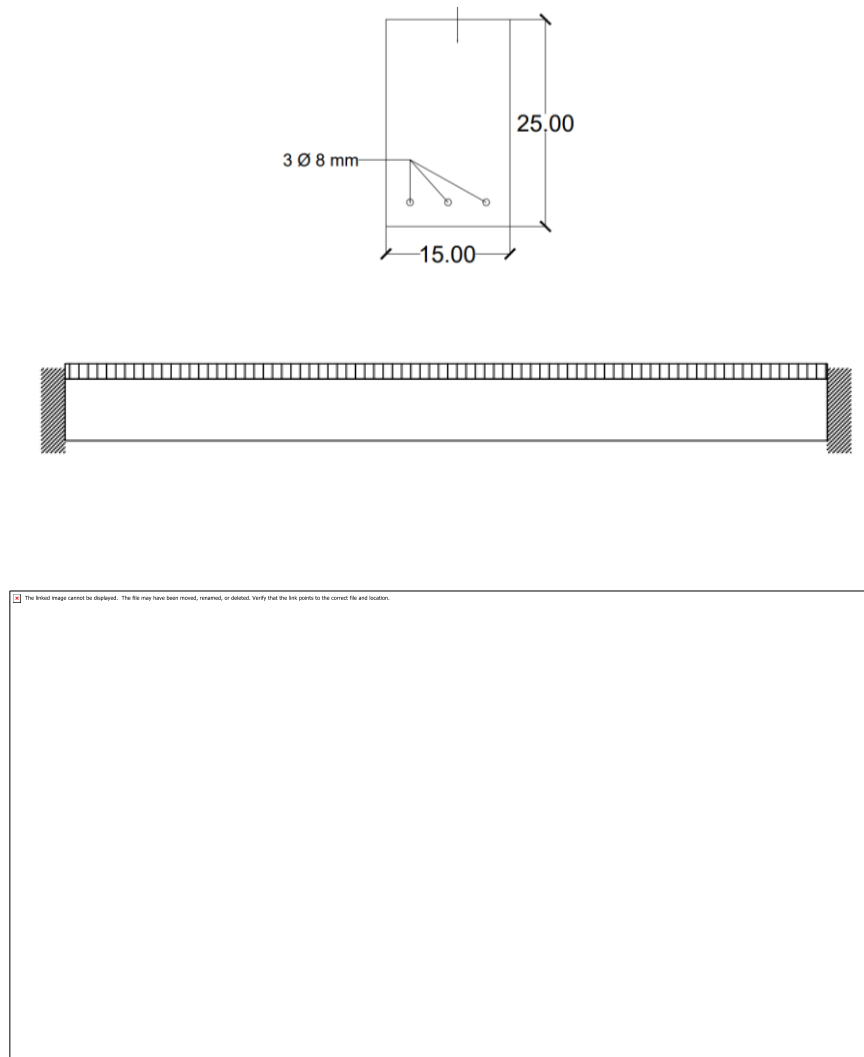


Gambar 3.2. Input Data Material ke Dalam Software Finite Element

Data-data material yang harus dilengkapi saat membuat material baru diantaranya adalah *density*, *isotropic elasticity*, dan *compressive ultimate strength*.

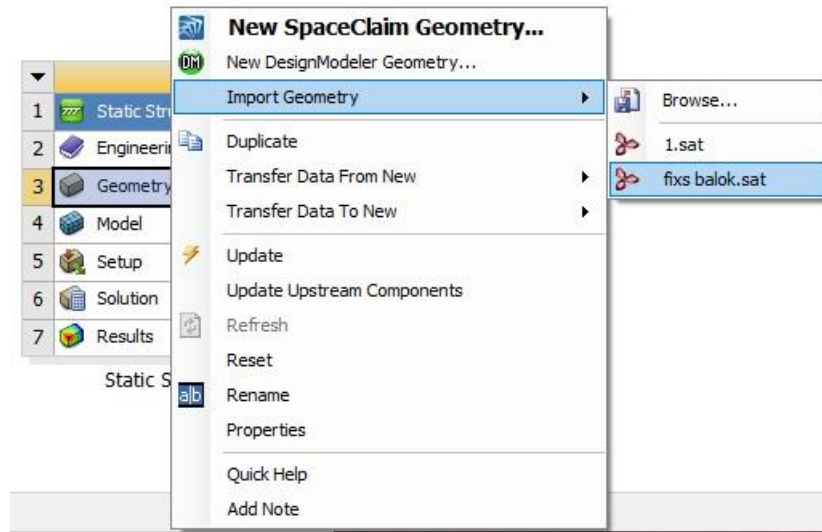
3.3.2 *Input Geometri/ Modeling*

Geometri sebelumnya digambar terlebih dahulu dengan menggunakan *software* khusus desain 3D. Balok didesain dengan dimensi panjang 3100 mm, lebar 150 mm, dan tinggi 120 mm dan menggunakan tiga buah tulangan longitudinal dibagian bawah dengan D13 mm. . Pada Gambar 3.3 dibawah ini dapat dilihat bentuk geometri yang akan dilakukan analisis.



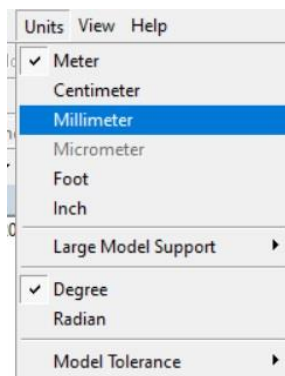
Gambar 3.3. Desain Geometri Balok

Geometri yang akan dilakukan analisis di import dari desain gambar 3D yaitu AutoCAD 3D untuk kemudian dimasukkan ke dalam *software finite element*. Proses memasukan geometri ke dalam *software finite element* dapat dilihat pada Gambar 3.4 dibawah ini.



Gambar 3.4. Proses import gambar geometri

Geometri yang telah di import ke dalam *software finite element* kemudian di cek unitnya agar sesuai dengan proses analisis. Pengecekan unit dilakukan seperti pada Gambar 3.5 dibaah ini.



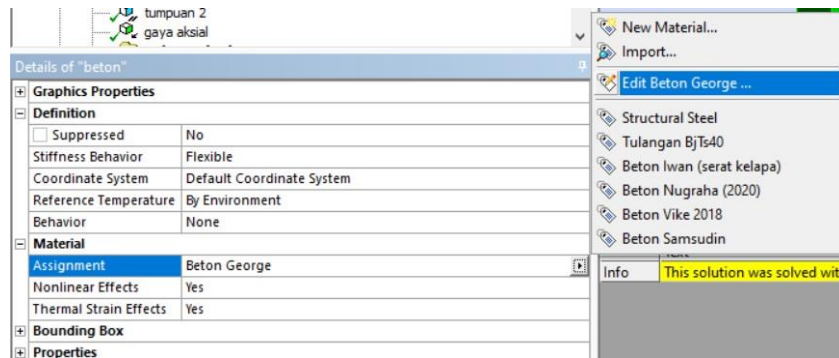
Gambar 3.5. Satuan/ Units Geometri

3.3.3 Proses analisis

Proses analisis dilakukan pada *model* pada *software finite element*. Langkah-langkah yang dilakukan untuk proses analisis adalah sebagai berikut :

1. Pilih material untuk geometri

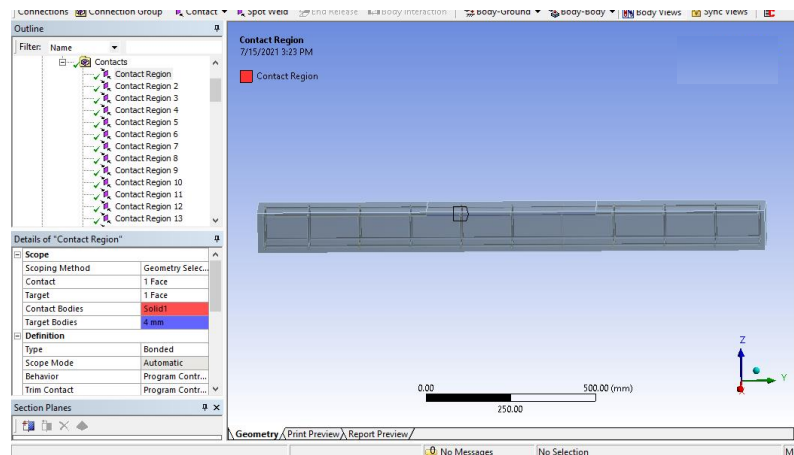
Proses pemilihan material dapat dilihat pada Gambar 3.6 dibawah ini.



Gambar 3.6: Pemilihan Material Untuk Geometri

2. Pengaturan kontak

Kontak adalah hubungan antara dua sisi geometri yang berkaitan atau saling mengikat. Pada penelitian ini digunakan *bonded* untuk hubungan antara beton dengan tulangan baja. Adapun cara pengaturan kontak dilakukan dengan cara seperti pada Gambar 3.7 dibawah ini.

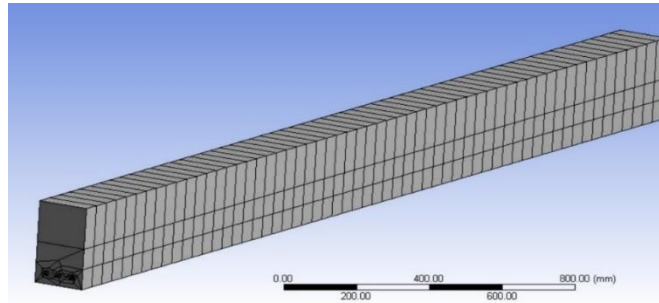


Gambar 3.7: Pengaturan Kontak Antara Geometri

3. Mesh

Geometri di bagi menjadi elemen-elemen dengan sejumlah titik nodal. Pada penelitian ini digunakan *size default* pada proses *meshing*. Pada Gambar 3.8 dibawah ini dapat dilihat bentuk geometri setelah dilakukan *mesh*.

Details of "Mesh"	
[-] Display	
Display Style	Use Geometry Setting
[-] Defaults	
Physics Preference	Mechanical
Element Order	Program Controlled
<input type="checkbox"/> Element Size	Default
[+] Sizing	
[+] Quality	
[+] Inflation	
[+] Advanced	
[+] Statistics	



Gambar 3.8: Proses *Mesh* pada Geometri

4. *Setting analysis*

Pada proses ini ada beberapa *setting* yang dilakukan sebelum proses analisis yaitu:

a. Pengaturan *time step*

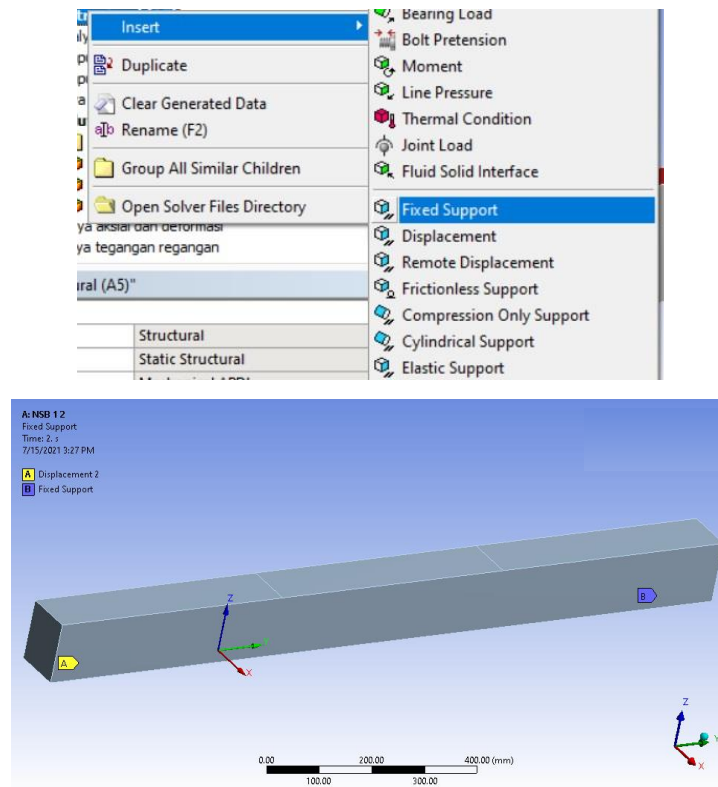
Time step di *setting* agar proses pemberian beban secara bertahap. Pengaturan *time step* dilakukan seperti pada Gambar 3.9 dibawah ini.

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

Gambar 3.9: Proses Pengaturan *Time Step*

b. Proses pemberian tumpuan

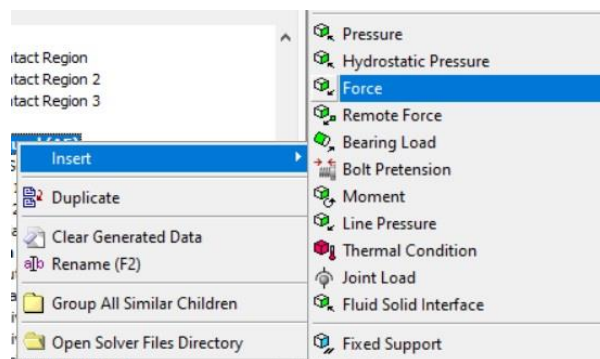
Pada penelitian ini balok diberikan dua tumpuan di bagian kedua ujungnya. Balok diperlakukan secara jepit atau *fixed support* dalam *software finite element*. proses pemberian tumpuan dapat dilihat pada Gambar 3.10 dibawah ini.



Gambar 3.10: Proses Pemberian Tumpuan

c. Pemberian gaya aksial

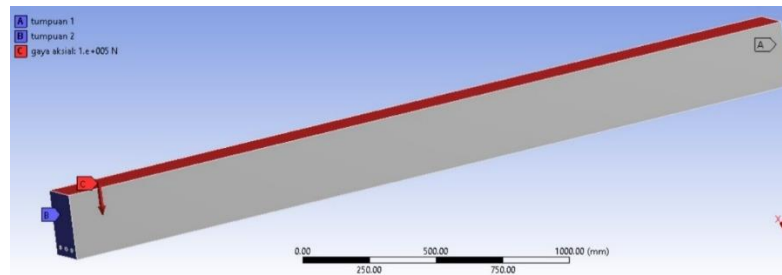
Pada penelitian ini digunakan gaya aksial yang dikerjakan secara merata di atas balok. Proses pemberian gaya dilakuak seperti pada Gambar 3.11 dibawah ini.



Gambar 3.11: Proses Memasukan Gaya Aksial

Setelah beberapa *setting* diatas dilakukan kemudian masukan besar gaya yang akan dikerjakan. Setelah semua *setting analisis* dilakukan kemudian di cek kembali

kelengkapan antara tumpuan dan pembebanan. Pengecekan dapat dilihat pada Gambar 3.12 dibawah ini.

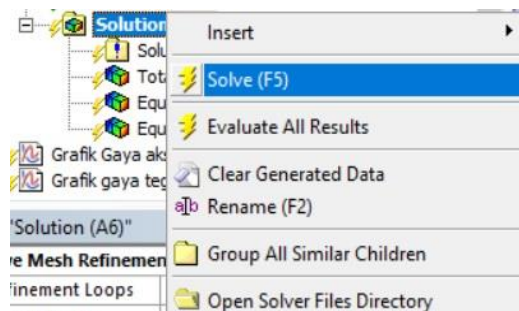


Gambar 3.12 Pengecekan Tumpuan dan Pembebanan

Setelah arah beban dan tumpuan selesai di *setting* baru kemudian masuk ke tahapan selanjutnya yaitu *solution*.

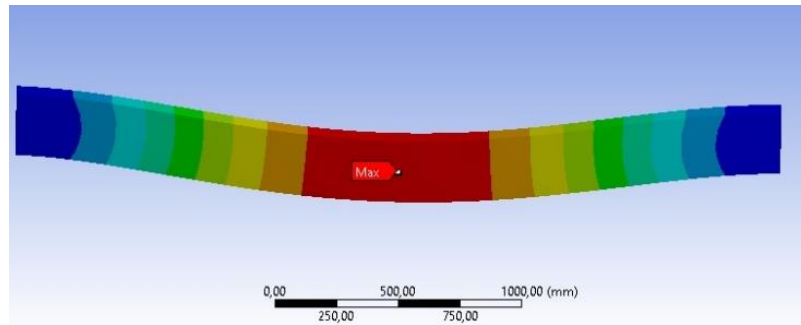
5. *Solution*

Pada tahap ini dipilih total *deformation* untuk hasil simulasi. simulasi akan dilakukan secara *automatis* oleh *software finite element* setelah kita lakukan *solve*. Setelah proses *solving* selesai maka akan muncul hasil analisis dari *software finite element*. Cara memilih solusi pada *software finite element* dapat dilihat pada Gambar 3.14 dibawah ini.



Gambar 3.13. *Setting Solution*

Setelah proses *solving* selesai maka akan muncul hasil simulasi seperti pada Gambar 3.15 dibawah ini.



Gambar 3.14. Hasil Simulasi

Pada animasi geomeri yang dihasilkan oleh *software finite element* dapat dilihat bagian yang mengalami deformasi maksimum dan minimum. Selain animasi diagram kontur *software finite element* juga memberikan nilai deformasi akibat gaya aksial yang bekerja.

BAB 4

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Analisa Geometri

Pengujian kuat tekan balok beton dengan *software finite element* dilakukan menggunakan data geometri pada Tabel 4.1

Tabel 4.1 Data Geometri Balok

No.	Data Geometri	Besaran	Satuan
1	Panjang X	150	mm
2	Panjang Y	250	mm
3	Panjang Z	3100	mm
4	Volume	116250000	mm ³
5	Centroid X	75	mm
6	Centroid Y	125	mm
7	Centroid Z	1550	mm
8	M. Inersia X	1,95E+08	mm ⁴
9	M. Inersia Y	3,72E+11	mm ⁴
10	M. Inersia Z	4037233333	mm ⁴
11	Jumlah Nodal	91824	titik
12	Jumlah Element	17391	element

Tabel 4.2 Mutu Baja / BTJS 40

No.	Material Properties	Besaran	Satuan
1	Density	7850	kg/m ³
2	Young modulus	200000	Mpa
3	Poisson Rasio	0,3	Mpa
4	Tensile Yield Strength	428	Mpa
5	Tensile Ultimate Strength	586	Mpa

4.2 Hasil Simulasi Aplikasi Elemen Hingga dengan Data Delina (2020)

4.2.1 Hasil Simulasi Balok Beton Ringan dengan Campuran Abu Sekam Padi dan Serbuk Cangkang Telur Variasi 0%

Engineering data pada beton ringan dengan variasi 0% dapat dilihat pada Tabel 4.3 dibawah ini.

Tabel 4.3 Material propertis pada variasi 0 %

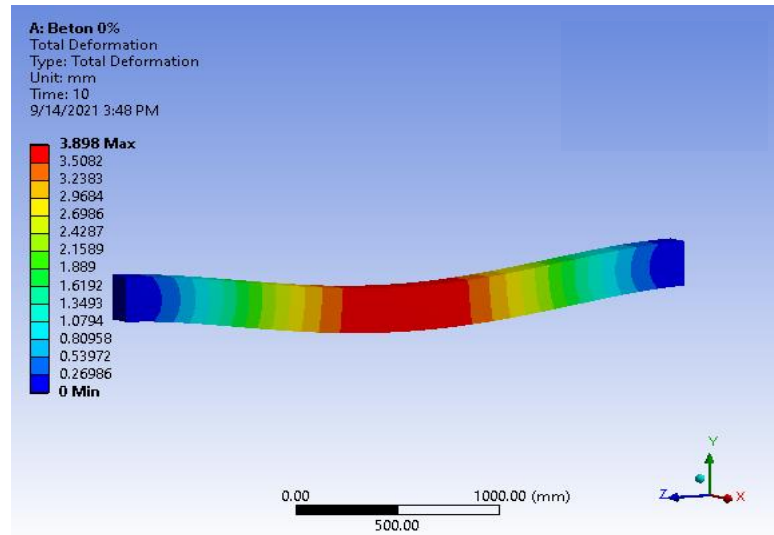
No.	Material Properties	Besaran	Satuan
1	<i>Density</i>	1569.4	kg/m ³
2	<i>Young modulus</i>	13117.34	Mpa
3	<i>Poisson Rasio</i>	0.2	Mpa
4	<i>Compressive Ultimate Strength</i>	7.13	Mpa
5	<i>Tensile Ultimate Strength</i>	0.66	Mpa

a. Hasil Deformasi/Lendutan

Deformasi yang terjadi pada simulasi beton ringan dengan variasi 0% dapat dilihat pada tabel 4.4 berikut ini :

Tabel 4.4 Hasil Deformasi Beton Ringan Dengan Variasi 0%

Deformasi (mm)	Gaya (N)
0.216	4167
0.433	8333.9
0.487	9375.4
0.556	10715
0.649	12501
0.779	15001
0.974	18751
1.299	25002
1.949	37505
2.598	50007
3.898	75017

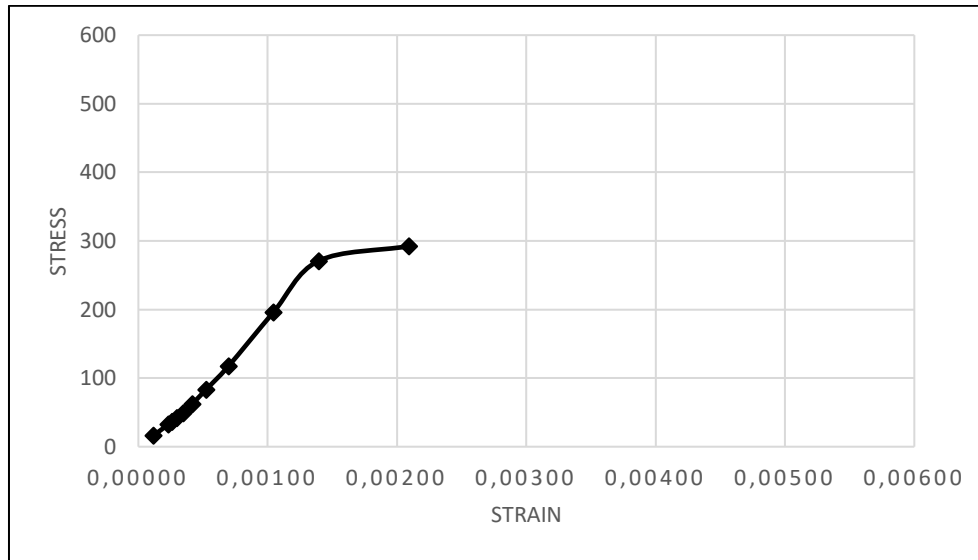


Gambar 4.1 Deformasi Yang Terjadi Pada Balok Beton Ringan Dengan Variasi 0% Akibat Gaya Aksial

Pada tabel 4.4 diatas dapat dilihat terjadi lendutan maksimum pada bagian tengah bentang balok yang ditumpu jepi-jepit pada kedua ujungnya. Lendutan atau deformasi terjadi pada balok beton ringan dengan variasi 0% akibat gaya aksial yang bekerja terlihat pada gambar 4.1 dengan lendutan terbesar terjadi pada bagian tengah balok. Besar deformasi maksimum yaitu sebesar 3.898 mm pada saat balok diberi beban sebesar 150.000 N dengan beban maksimum yang dapat ditahan balok sebelum hancur adalah 75.017 N.

b. Hasil Simulasi Tegangan dan Regangan

Setelah dilakukan simulasi dengan menggunakan Aplikasi elemen hingga, dihasilkan nilai tegangan dan regangan dari balok beton ringan dengan variasi 10% yang dapat dilihat dalam grafik berikut :



Gambar 4.2 Grafik Diagram Tegangan Regangan Yang Terjadi Pada Balok Beton Ringan Dengan Variasi 0%

Dari grafik 4.2 didapat nilai maksimum dari tegangan yang terjadi pada balok beton ringan dengan variasi 0% adalah 292.27 Mpa dan nilai regangan maksimum yang terjadi pada balok beton ringan dengan variasi 0% adalah 0.00209.

4.2.2 Hasil Simulasi Balok Beton Ringan dengan Campuran Abu Sekam Padi dan Serbuk Cangkang Telur Variasi 10%

Engineering data pada beton ringan dengan variasi 0% dapat dilihat pada Tabel 4.5 dibawah ini.

Tabel 4.5 Material propertis pada variasi 10 %

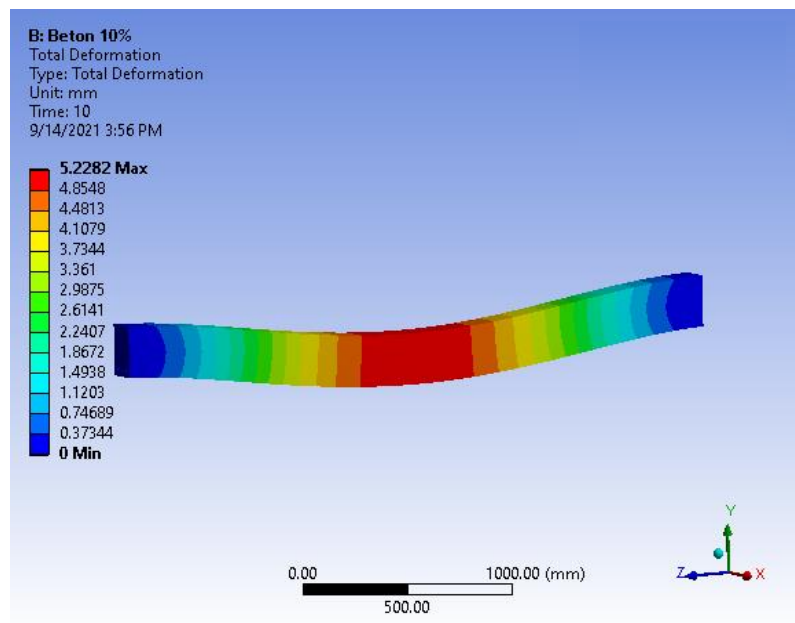
No.	Material Properties	Besaran	Satuan
1	<i>Density</i>	1556.2	kg/m ³
2	<i>Young modulus</i>	9156.99	Mpa
3	<i>Poisson Rasio</i>	0.2	Mpa
4	<i>Compressive Ultimate Strength</i>	4.92	Mpa
5	<i>Tensile Ultimate Strength</i>	0.519	Mpa

a. Hasil Deformasi/Lendutan

Deformasi yang terjadi pada simulasi beton ringan dengan variasi 10% dapat dilihat pada tabel 4.4 berikut ini :

Tabel 4.6 Hasil Deformasi Beton Ringan Dengan Variasi 10%

Deformasi (mm)	Gaya (N)
0.29046	4167
0.58091	8333.9
0.65353	9375.3
0.74689	10715
0.87137	12500
1.0456	15001
1.3071	18751
1.7427	25002
2.6141	37506
3.4855	50008
5.2282	75025



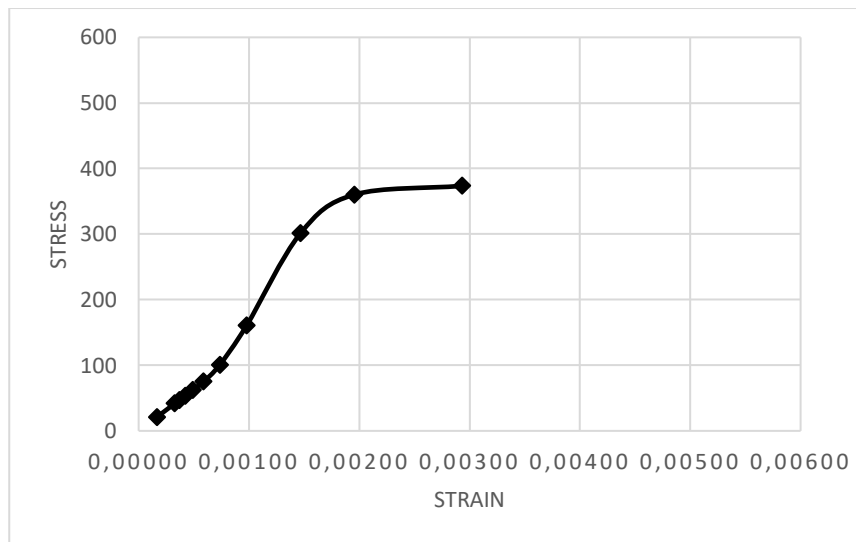
Gambar 4.3 Deformasi Yang Terjadi Pada Balok Beton Ringan Dengan Variasi 10% Akibat Gaya Aksial

Pada gambar 4.3 diatas dapat dilihat terjadi lendutan maksimum pada bagian tengah bentang balok yang ditumpu jepi-jepit pada kedua ujungnya. Lendutan atau deformasi terjadi pada balok beton ringan dengan variasi 10% akibat gaya aksial yang bekerja terlihat pada gambar 4.1 dengan lendutan terbesar terjadi pada bagian tengah balok. Besar deformasi maksimum yaitu sebesar 5.2282 mm pada saat balok

diberi beban sebesar 150.000 N dengan beban maksimum yang dapat ditahan balok sebelum hancur adalah 75.025 N.

b. Hasil Simulasi Tegangan dan Regangan

Setelah dilakukan simulasi dengan menggunakan aplikasi elemen hingga, dihasilkan nilai tegangan dan regangan dari balok beton ringan dengan variasi 10% yang dapat dilihat dalam grafik berikut :



Gambar 4.4 Grafik Diagram Tegangan Regangan Yang Terjadi Pada Balok Beton Ringan Dengan Variasi 10%

Dari grafik 4.4 didapat nilai maksimum dari tegangan yang terjadi pada balok beton ringan dengan variasi 10% adalah 373.56 Mpa dan nilai regangan maksimum yang terjadi pada balok beton ringan dengan variasi 10% adalah 0.00293.

4.2.3 Hasil Simulasi Balok Beton Ringan dengan Campuran Abu Sekam Padi dan Serbuk Cangkang Telur Variasi 15%

Engineering data pada beton ringan dengan variasi 0% dapat dilihat pada Tabel 4.7 dibawah ini.

Tabel 4.7 Material propertis pada variasi 15 %

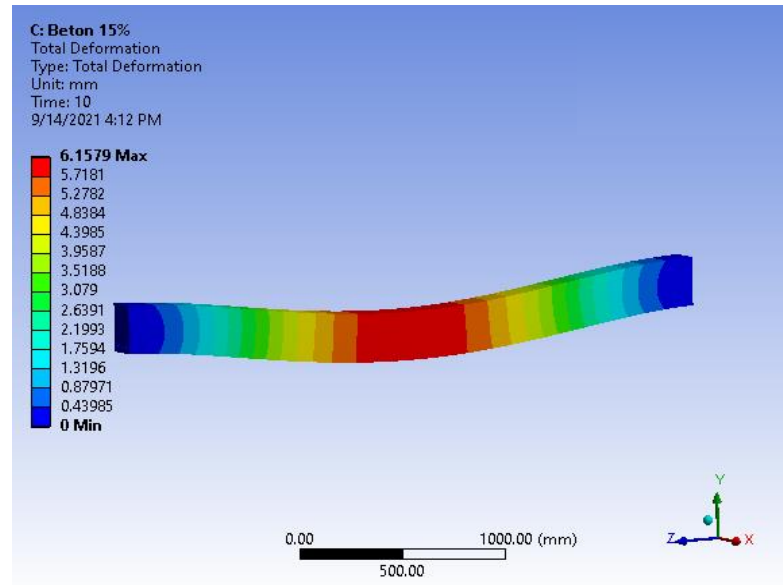
No.	Material Properties	Besaran	Satuan
1	<i>Density</i>	1531.0	kg/m ³
2	<i>Young modulus</i>	7465.11	Mpa
3	<i>Poisson Rasio</i>	0.2	Mpa
4	<i>Compressive Ultimate Strength</i>	5.15	Mpa
5	<i>Tensile Ultimate Strength</i>	0.472	Mpa

a. Hasil Deformasi/Lendutan

Deformasi yang terjadi pada simulasi beton ringan dengan variasi 15% dapat dilihat pada tabel 4.6 berikut ini :

Tabel 4.8 Hasil Deformasi Beton Ringan Dengan Variasi 15%

Deformasi (mm)	Gaya (N)
0.34211	4167
0.68422	8334
0.76975	9375.2
0.87971	10715
1.0263	12500
1.2316	15001
1.5395	18751
2.0527	25003
3.079	37508
4.1053	50010
6.1579	75031

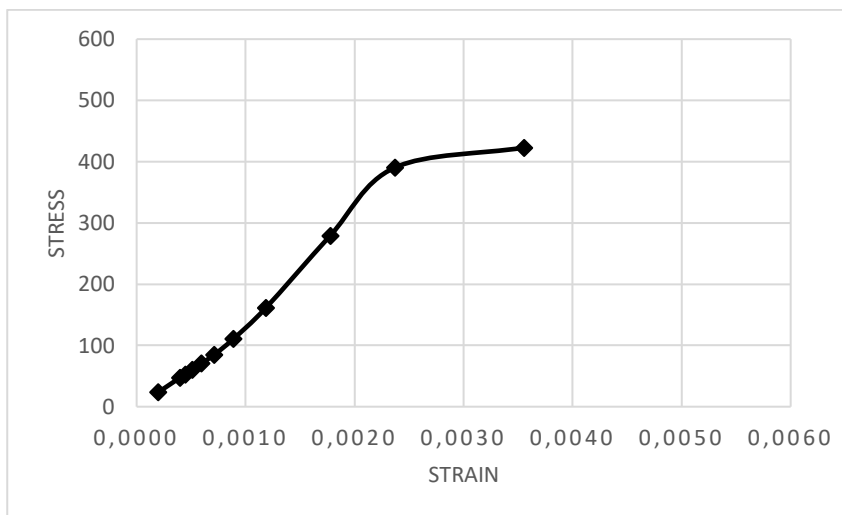


Gambar 4.5 Deformasi Yang Terjadi Pada Balok Beton Ringan Dengan Variasi 15% Akibat Gaya Aksial

Pada tabel 4.6 diatas dapat dilihat terjadi lendutan maksimum pada bagian tengah bentang balok yang ditumpu jepi-jepit pada kedua ujungnya. Lendutan atau deformasi terjadi pada balok beton ringan dengan variasi 15% akibat gaya aksial yang bekerja terlihat pada gambar 4.5 dengan lendutan terbesar terjadi pada bagian tengah balok. Besar deformasi maksimum yaitu sebesar 6,157 mm pada saat balok diberi beban sebesar 150.000 N dengan beban maksimum yang dapat ditahan balok sebelum hancur adalah 75.031 N.

b. Hasil Simulasi Tegangan dan Regangan

Setelah dilakukan simulasi dengan menggunakan aplikasi elemen hingga, dihasilkan nilai tegangan dan regangan dari balok beton ringan dengan variasi 15% yang dapat dilihat dalam grafik berikut :



Gambar 4.6 Grafik Diagram Tegangan Regangan Yang Terjadi Pada Balok Beton Ringan Dengan Variasi 15%

Dari grafik 4.4 didapat nilai maksimum dari tegangan yang terjadi pada balok beton ringan dengan variasi 15% adalah 422,84 Mpa dan nilai regangan maksimum yang terjadi pada balok beton ringan dengan variasi 15% adalah 0,0036.

4.2.4 Hasil Simulasi Balok Beton Ringan dengan Campuran Abu Sekam Padi dan Serbuk Cangkang Telur Variasi 20%

Engineering data pada beton ringan dengan variasi 20% dapat dilihat pada Tabel 4.9 dibawah ini

Tabel 4.9 Material propertis pada variasi 20 %

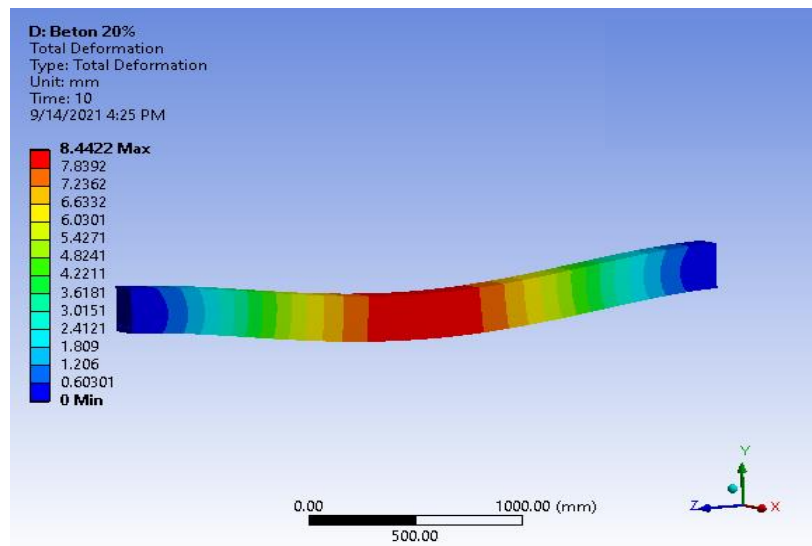
No.	Material Properties	Besaran	Satuan
1	<i>Density</i>	1509.0	kg/m ³
2	<i>Young modulus</i>	5012.14	Mpa
3	<i>Poisson Rasio</i>	0.2	Mpa
4	<i>Compressive Ultimate Strength</i>	3.73	Mpa
5	<i>Tensile Ultimate Strength</i>	0.519	Mpa

a. Hasil Deformasi/Lendutan

Deformasi yang terjadi pada simulasi beton ringan dengan variasi 20% dapat dilihat pada tabel 4.10 berikut ini :

Tabel 4.10 Hasil Deformasi Beton Ringan Dengan Variasi 20%

Deformasi (mm)	Gaya (N)
0.46902	4167.2
0.93803	8334.3
1.0553	9375.3
1.206	10715
1.407	12501
1.6885	15001
2.1106	18752
2.8141	25004
4.2211	37513
5.6281	50017
8.4422	75052



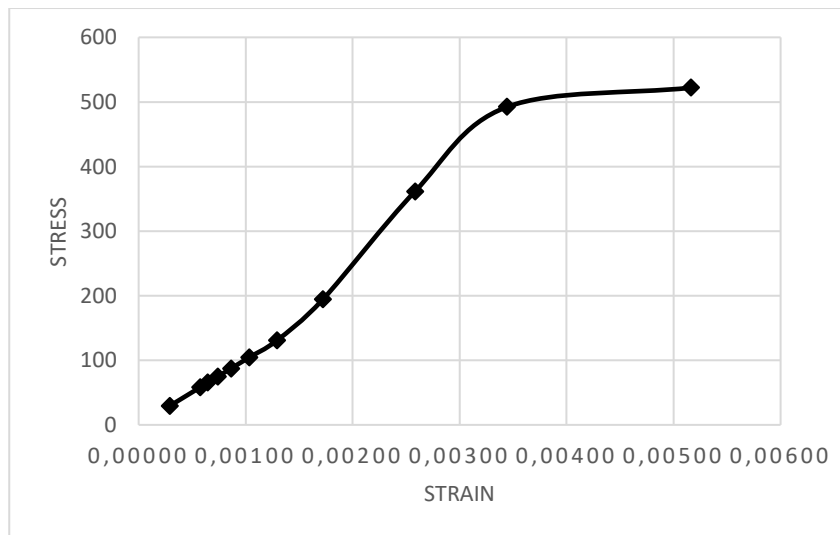
Gambar 4.7 Deformasi Yang Terjadi Pada Balok Beton Ringan Dengan Variasi 20% Akibat Gaya Aksial

Pada tabel 4.10 diatas dapat dilihat terjadi lendutan maksimum pada bagian tengah bentang balok yang ditumpu jepi-jepit pada kedua ujungnya. Lendutan atau deformasi terjadi pada balok beton ringan dengan variasi 20% akibat gaya aksial yang bekerja terlihat pada gambar 4.7 dengan lendutan terbesar terjadi pada bagian tengah balok. Besar deformasi maksimum yaitu sebesar 8,44 mm pada saat balok

diberi beban sebesar 150.000 N dengan beban maksimum yang dapat ditahan balok sebelum hancur adalah 75.052 N.

b. Hasil Simulasi Tegangan dan Regangan

Setelah dilakukan simulasi dengan menggunakan aplikasi elemen hingga, dihasilkan nilai tegangan dan regangan dari balok beton ringan dengan variasi 20% yang dapat dilihat dalam grafik berikut :



Gambar 4.8 Grafik Diagram Tegangan Regangan Yang Terjadi Pada Balok Beton Ringan Dengan Variasi 20%

Dari grafik 4.4 didapat nilai maksimum dari tegangan yang terjadi pada balok beton ringan dengan variasi 20% adalah 521,94 Mpa dan nilai regangan maksimum yang terjadi pada balok beton ringan dengan variasi 20% adalah 0,00516.

4.3 Hasil Simulasi Aplikasi Elemen Hingga dengan Data Deni, dkk (2020)

4.3.1 Hasil Simulasi Balok Beton Ringan dengan Campuran Abu Sekam Padi, Serbuk Cangkang Telur dan Serabut Kelapa Variasi 0%

Engineering data pada beton ringan dengan variasi 0% dapat dilihat pada Tabel 4.11 dibawah ini.

Tabel 4.11 Material propertis pada variasi 0 %

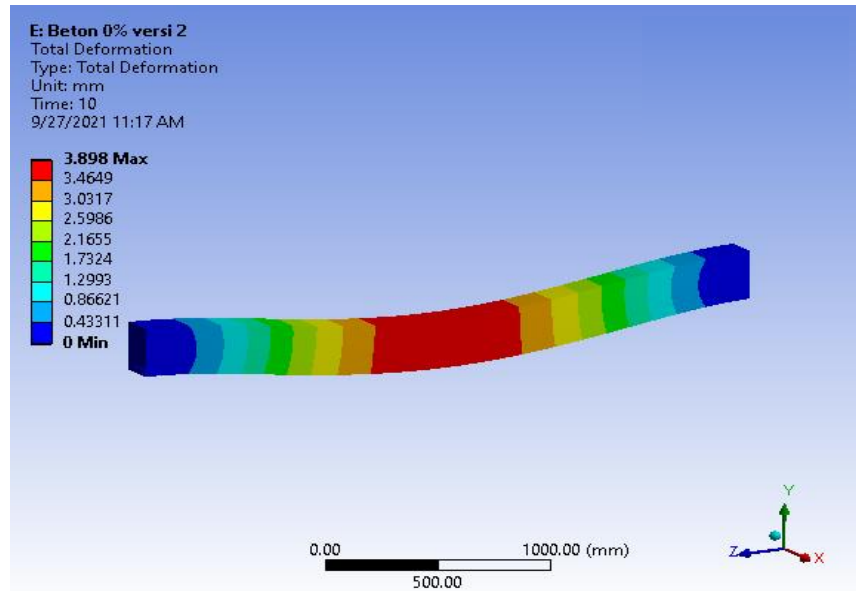
No.	Material Properties	Besaran	Satuan
1	<i>Density</i>	1619.686	kg/m ³
2	<i>Young modulus</i>	13117.34	Mpa
3	<i>Poisson Rasio</i>	0.2	Mpa
4	<i>Compressive Ultimate Strength</i>	7.12	Mpa
5	<i>Tensile Ultimate Strength</i>	0.66	Mpa

a. Hasil Deformasi/Lendutan

Deformasi yang terjadi pada simulasi beton ringan dengan variasi 0% dapat dilihat pada tabel 4.12 berikut ini :

Tabel 4.12 Hasil Deformasi Beton Ringan Dengan Variasi 0%

Deformasi (mm)	Gaya (N)
0.21655	4167
0.43311	8333.9
0.48725	9375.4
0.55685	10715
0.64966	12501
0.77959	15001
0.97449	18751
1.2993	25002
1.949	37505
2.5986	50007
3.898	75017

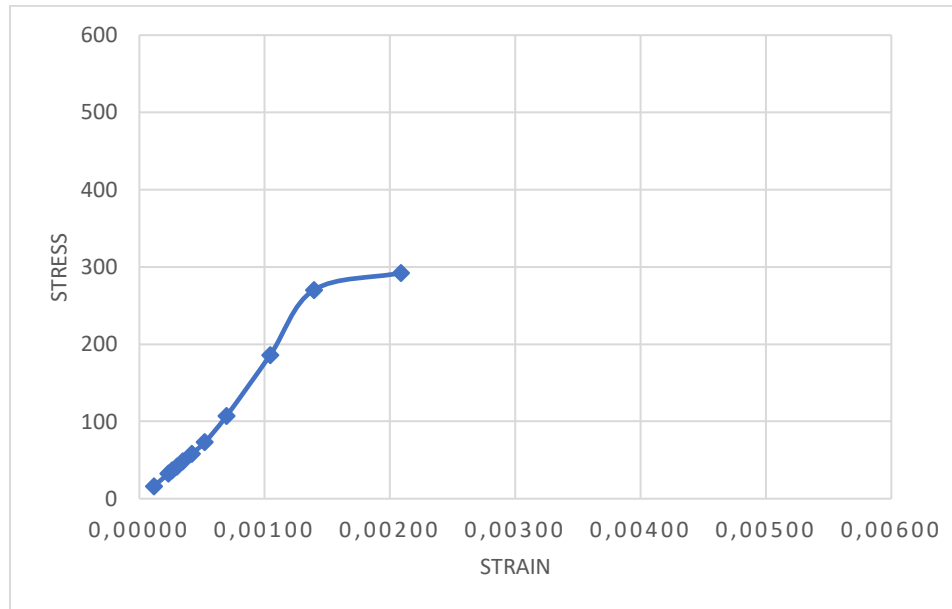


Gambar 4.9 Deformasi Pada Balok Beton Ringan Dengan Variasi 0% Akibat Gaya Aksial

Pada tabel 4.12 diatas dapat dilihat terjadi lendutan maksimum pada bagian tengah bentang balok yang ditumpu jepi-jepit pada kedua ujungnya. Lendutan atau deformasi terjadi pada balok beton ringan dengan variasi 0% akibat gaya aksial yang bekerja terlihat pada gambar 4.9 dengan lendutan terbesar terjadi pada bagian tengah balok. Besar deformasi maksimum yaitu sebesar 3.898 mm pada saat balok diberi beban sebesar 150.000 N dengan beban maksimum yang dapat ditahan balok sebelum hancur adalah 75.017 N.

b. Hasil Simulasi Tegangan dan Regangan

Setelah dilakukan simulasi dengan menggunakan aplikasi elemen hingga, dihasilkan nilai tegangan dan regangan dari balok beton ringan dengan variasi 0% yang dapat dilihat dalam grafik berikut :



Gambar 4.10 Grafik Diagram Tegangan Regangan Yang Terjadi Pada Balok Beton Ringan Dengan Variasi 0%

Dari grafik 4.10 didapat nilai maksimum dari tegangan yang terjadi pada balok beton ringan dengan variasi 0% adalah 292.27 Mpa dan nilai regangan maksimum yang terjadi pada balok beton ringan dengan variasi 0% adalah 0.00209.

4.3.2 Hasil Simulasi Balok Beton Ringan dengan Campuran Abu Sekam Padi, Serbuk Cangkang Telur dan Serabut Kelapa Variasi 10%

Engineering data pada beton ringan dengan variasi 0% dapat dilihat pada Tabel 4.13 dibawah ini.

Tabel 4.13 Material propertis pada variasi 10 %

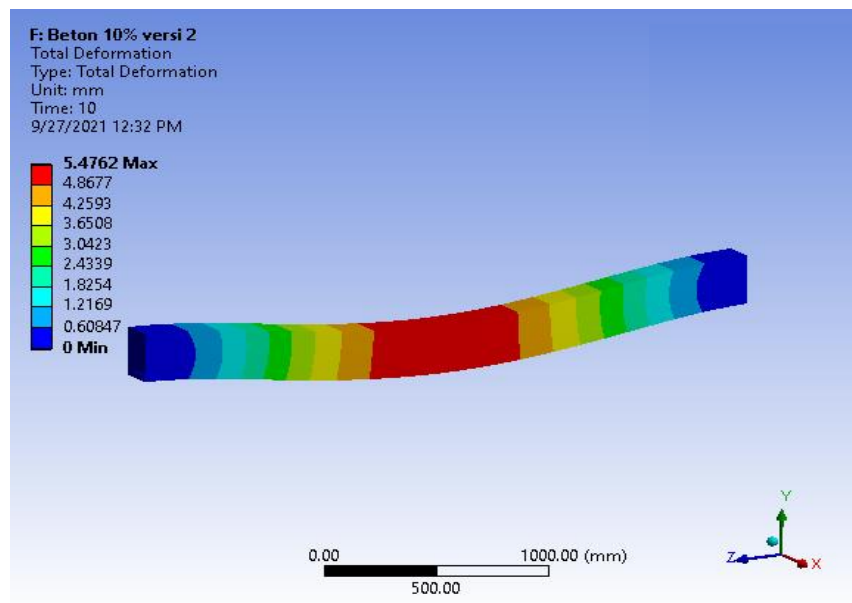
No.	Material Properties	Besaran	Satuan
1	<i>Density</i>	1576.352	kg/m ³
2	<i>Young modulus</i>	8644.443	Mpa
3	<i>Poisson Rasio</i>	0.2	Mpa
4	<i>Compressive Ultimate Strength</i>	5.02	Mpa
5	<i>Tensile Ultimate Strength</i>	0.42	Mpa

a. Hasil Deformasi/Lendutan

Deformasi yang terjadi pada simulasi beton ringan dengan variasi 10% dapat dilihat pada tabel 4.14 berikut ini :

Tabel 4.14 Hasil Deformasi Beton Ringan Dengan Variasi 10%

Deformasi (mm)	Gaya (N)
0.30423	4167
0.60847	8333.9
0.68453	9375.3
0.78232	10715
0.9127	12500
1.0952	15001
1.3691	18751
1.8254	25002
2.7381	37507
3.6508	50009
5.4762	75026

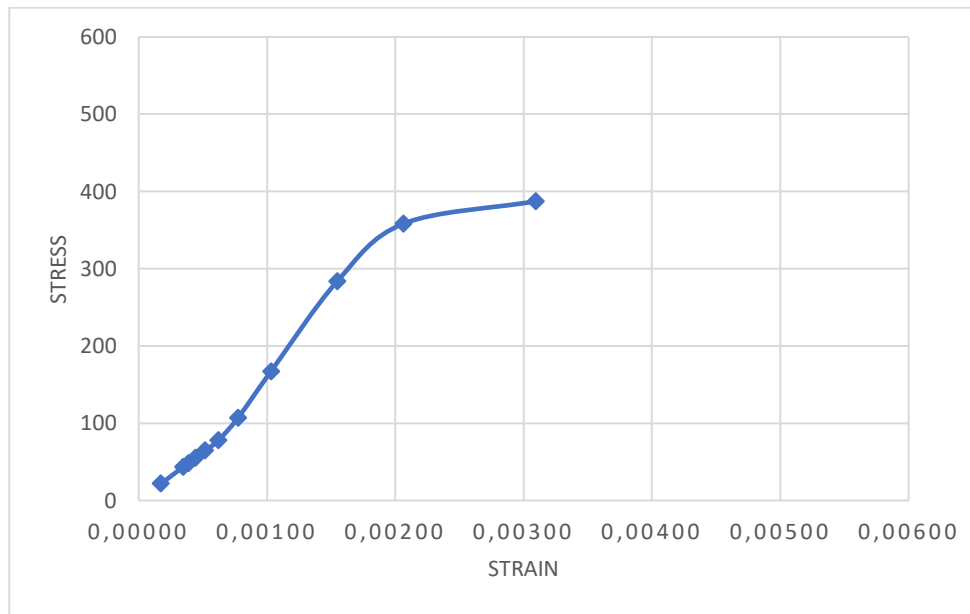


Gambar 4.11 Deformasi Pada Balok Beton Ringan Dengan Variasi 10% Akibat Gaya Aksial

Pada tabel 4.14 diatas dapat dilihat terjadi lendutan maksimum pada bagian tengah bentang balok yang ditumpu jepi-jepit pada kedua ujungnya. Lendutan atau deformasi terjadi pada balok beton ringan dengan variasi 10% akibat gaya aksial yang bekerja terlihat pada gambar 4.11 dengan lendutan terbesar terjadi pada bagian tengah balok. Besar deformasi maksimum yaitu sebesar 5.47 mm pada saat balok diberi beban sebesar 150.000 N dengan beban maksimum yang dapat ditahan balok sebelum hancur adalah 75.026 N.

b. Hasil Simulasi Tegangan dan Regangan

Setelah dilakukan simulasi dengan menggunakan aplikasi elemen hingga, dihasilkan nilai tegangan dan regangan dari balok beton ringan dengan variasi 10% yang dapat dilihat dalam grafik berikut :



Gambar 4.12 Grafik Diagram Tegangan Regangan Yang Terjadi Pada Balok Beton Ringan Dengan Variasi 10%

Dari grafik 4.12 didapat nilai maksimum dari tegangan yang terjadi pada balok beton ringan dengan variasi 10% adalah 387.28 Mpa dan nilai regangan maksimum yang terjadi pada balok beton ringan dengan variasi 10% adalah 0.00309.

4.3.3 Hasil Simulasi Balok Beton Ringan dengan Campuran Abu Sekam Padi, Serbuk Cangkang Telur dan Serabut Kelapa Variasi 15%

Engineering data pada beton ringan dengan variasi 0% dapat dilihat pada Tabel 4.15 dibawah ini.

Tabel 4.15 Material propertis pada variasi 15 %

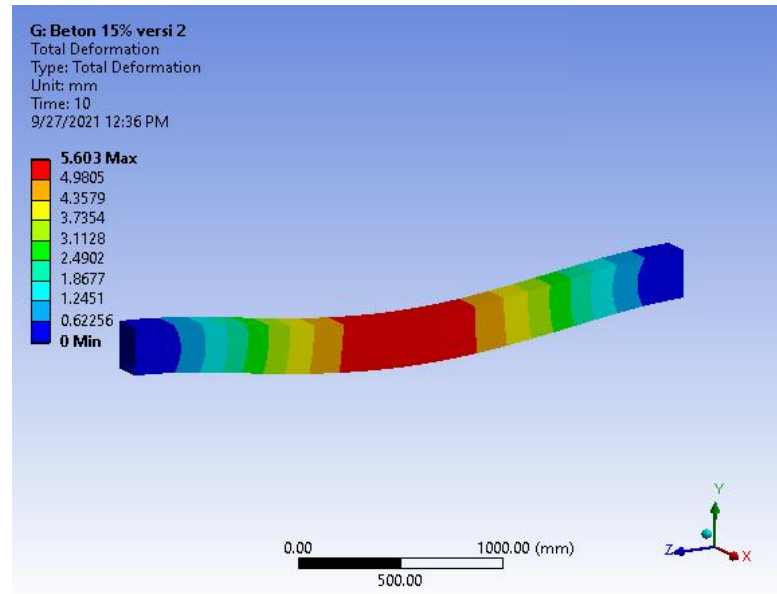
No.	Material Properties	Besaran	Satuan
1	<i>Density</i>	1311.132	kg/m ³
2	<i>Young modulus</i>	8401.257	Mpa
3	<i>Poisson Rasio</i>	0.2	Mpa
4	<i>Compressive Ultimate Strength</i>	2.43	Mpa
5	<i>Tensile Ultimate Strength</i>	0.47	Mpa

a. Hasil Deformasi/Lendutan

Deformasi yang terjadi pada simulasi beton ringan dengan variasi 15% dapat dilihat pada tabel 4.16 berikut ini :

Tabel 4.16 Hasil Deformasi Beton Ringan Dengan Variasi 15%

Deformasi (mm)	Gaya (N)
0.31128	4167
0.62256	8333.9
0.70038	9375.2
0.80044	10715
0.93384	12500
1.1206	15001
1.4008	18751
1.8677	25002
2.8015	37507
3.7354	50009
5.603	75027

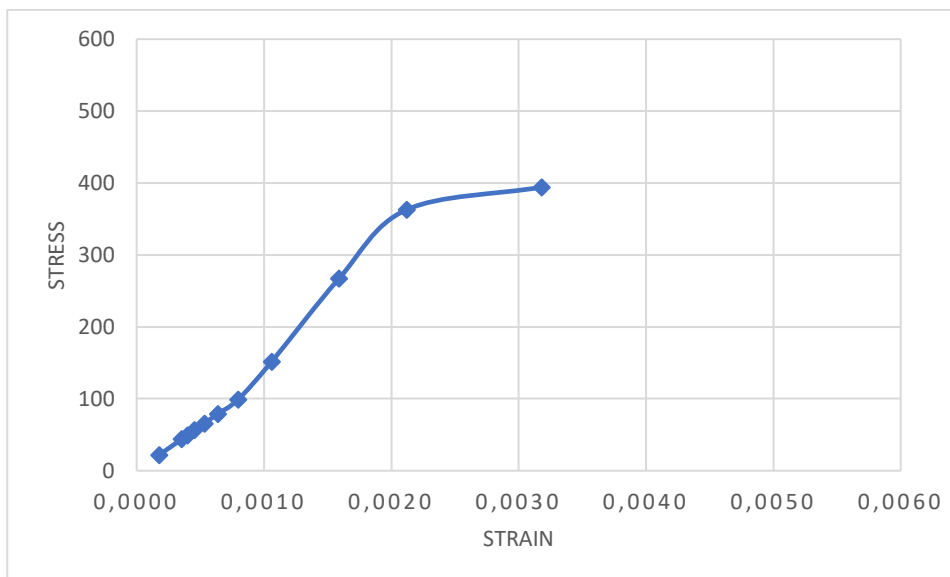


Gambar 4.13 Deformasi Pada Balok Beton Ringan Dengan Variasi 15% Akibat Gaya Aksial

Pada tabel 4.16 diatas dapat dilihat terjadi lendutan maksimum pada bagian tengah bentang balok yang ditumpu jepi-jepit pada kedua ujungnya. Lendutan atau deformasi terjadi pada balok beton ringan dengan variasi 15% akibat gaya aksial yang bekerja terlihat pada gambar 4.13 dengan lendutan terbesar terjadi pada bagian tengah balok. Besar deformasi maksimum yaitu sebesar 5,603 mm pada saat balok diberi beban sebesar 150.000 N dengan beban maksimum yang dapat ditahan balok sebelum hancur adalah 75.027 N.

b. Hasil Simulasi Tegangan dan Regangan

Setelah dilakukan simulasi dengan menggunakan aplikasi elemen hingga, dihasilkan nilai tegangan dan regangan dari balok beton ringan dengan variasi 15% yang dapat dilihat dalam grafik berikut :



Gambar 4.14 Grafik Diagram Tegangan Regangan Yang Terjadi Pada Balok Beton Ringan Dengan Variasi 15%

Dari grafik 4.14 didapat nilai maksimum dari tegangan yang terjadi pada balok beton ringan dengan variasi 15% adalah 394,13 Mpa dan nilai regangan maksimum yang terjadi pada balok beton ringan dengan variasi 15% adalah 0,0032.

4.3.4 Hasil Simulasi Balok Beton Ringan dengan Campuran Abu Sekam Padi, Serbuk Cangkang Telur dan Serabut Kelapa Variasi 20%

Engineering data pada beton ringan dengan variasi 20% dapat dilihat pada Tabel 4.17 dibawah ini

Tabel 4.17 Material propertis pada variasi 20 %

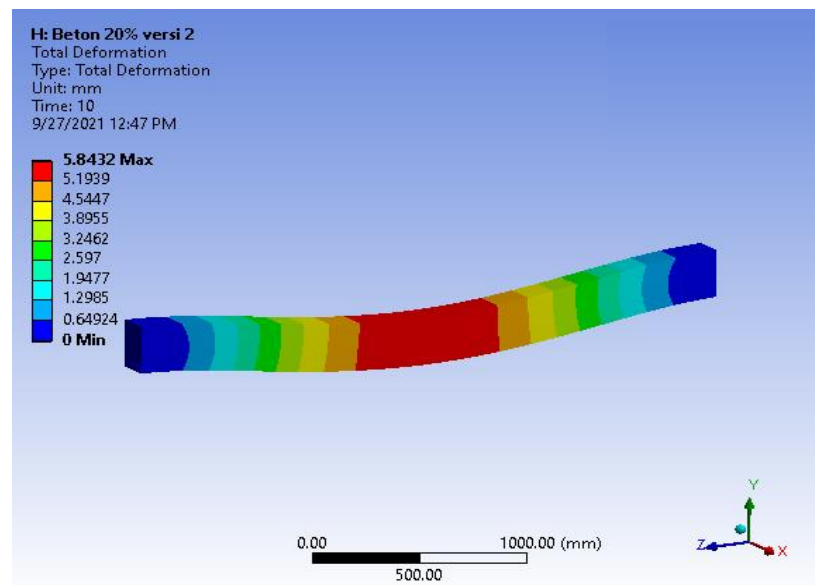
No.	Material Properties	Besaran	Satuan
1	<i>Density</i>	1313.208	kg/m ³
2	<i>Young modulus</i>	7972.22	Mpa
3	<i>Poisson Rasio</i>	0.2	Mpa
4	<i>Compressive Ultimate Strength</i>	2.22	Mpa
5	<i>Tensile Ultimate Strength</i>	0.42	Mpa

a. Hasil Deformasi/Lendutan

Deformasi yang terjadi pada simulasi beton ringan dengan variasi 20% dapat dilihat pada tabel 4.18 berikut ini :

Tabel 4.18 Hasil Deformasi Beton Ringan Dengan Variasi 20%

Deformasi (mm)	Gaya (N)
0.32462	4167
0.64925	8334
0.7304	9375.2
0.83474	10715
0.97387	12500
1.1686	15001
1.4608	18751
1.9477	25003
2.9216	37507
3.8955	50010
5.8432	75029

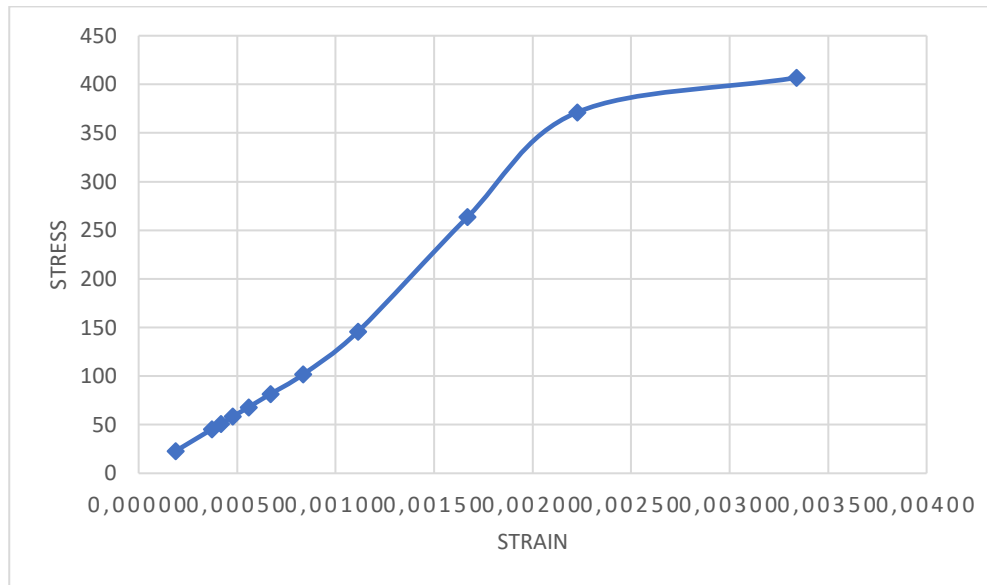


Gambar 4.15 Deformasi Pada Balok Beton Ringan Dengan Variasi 20% Akibat Gaya Aksial

Pada tabel 4.18 diatas dapat dilihat terjadi lendutan maksimum pada bagian tengah bentang balok yang ditumpu jepi-jepit pada kedua ujungnya. Lendutan atau deformasi terjadi pada balok beton ringan dengan variasi 20% akibat gaya aksial yang bekerja terlihat pada gambar 4.15 dengan lendutan terbesar terjadi pada bagian tengah balok. Besar deformasi maksimum yaitu sebesar 5,84 mm pada saat balok diberi beban sebesar 150.000 N dengan beban maksimum yang dapat ditahan balok sebelum hancur adalah 75.029 N.

b. Hasil Simulasi Tegangan dan Regangan

Setelah dilakukan simulasi dengan menggunakan aplikasi elemen hingga, dihasilkan nilai tegangan dan regangan dari balok beton ringan dengan variasi 20% yang dapat dilihat dalam grafik berikut :



Gambar 4.16 Grafik Diagram Tegangan Regangan Yang Terjadi Pada Balok Beton Ringan Dengan Variasi 20%

Dari grafik 4.16 didapat nilai maksimum dari tegangan yang terjadi pada balok beton ringan dengan variasi 20% adalah 406,81 Mpa dan nilai regangan maksimum yang terjadi pada balok beton ringan dengan variasi 20% adalah 0,00334.

4.4 Rekapitulasi Hasil Simulasi

Setelah dilakukan simulasi balok beton ringan dengan menggunakan aplikasi Elemen hingga, didapat hasil berikut :

Tabel 4.19 Rekapitulasi Nilai Hasil Simulasi Aplikasi Elemen Hingga

Variasi Beton Ringan	Beton Ringan dengan Campuran Abu Sekam Padi dan Serbuk Cangkang Telur (Delina, 2020)				Beton Ringan dengan Campuran Abu Sekam Padi, Serbuk Cangkang Telur dan Serabut Kelapa (Deni dkk, 2020)			
	Gaya Maksimum (N)	Lendutan Maks (mm)	Tegangan Maks (Mpa)	Regangan Maks (mm/mm)	Gaya Maksimum (N)	Lendutan Maks (mm)	Tegangan Maks (Mpa)	Regangan Maks (mm/mm)
Variasi 0%	75017	3,90	292,270	0,00209	75017,0	3,90	292,27	0,00209
Variasi 10%	75025	5,23	373,560	0,00293	75026,0	5,48	387,28	0,00309
Variasi 15%	75031	6,16	422,840	0,00355	75027,0	5,60	394,13	0,00318
Variasi 20%	75052	8,44	521,940	0,00516	75029,0	5,84	406,81	0,00334

Dari Tabel 4.19 didapat bahwa beton ringan dengan campuran abu sekam padi, serbuk cangkang telur dan serabut kelapa dengan komposisi campuran oleh Deni, dkk (2020) mendapat nilai lendutan yang lebih kecil dengan nilai lendutan maksimum adalah 5,84 mm daripada beton ringan dengan campuran abu sekam padi dan serbuk cangkang telur dengan campuran oleh Delina (2020) dengan nilai lendutan maks adalah 8,44 mm.

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari hasil simulasi menggunakan Aplikasi elemen hingga, didapat hasil dan kesimpulan sebagai berikut :

1. Gaya aksial menyebabkan lendutan pada masing-masing variasi balok beton bertulang. Lendutan atau deformasi pada masing-masing balok beton secara simulasi memiliki karakteristik yang sama. Semua balok beton mengalami deformasi maksimum pada bagian tengah bentang, hanya saja besar deformasinya yang berbeda sesuai dengan spesifikasi beton tersebut
2. Semakin tinggi persentase substitusi campuran maka semakin besar juga nilai lendutan yang akan dihasilkan beserta nilai tegangan dan regangan dari balok akibat beban aksial yang sama yaitu 150 kN.
3. Secara simulasi dengan menggunakan data penelitian Delina (2020) dan Deni, dkk (2020) didapat bahwa penambahan serabut kelapa pada beton ringan mempengaruhi deformasi dari beton tersebut. Dengan menambahkan serat serabut kelapa pada campuran beton ringan dapat memperkecil lendutan dari balok beton ringan dengan dengan nilai lendutan maksimum adalah 5,84 mm untuk beton ringan dengan campuran abu sekam padi, serbuk cangkang telur dan serabut kelapa dengan komposisi campuran oleh Deni, dkk (2020) dan nilai lendutan maks adalah 8,44 mm untuk beton ringan dengan campuran abu sekam padi dan serbuk cangkang telur dengan campuran oleh Delina (2020).

5.2 Saran

1. Pengujian secara simulasi dilakukan dengan meshing yang lebih kecil dan variasi beban agar ketelitian pembacaan hasil lebih akurat
2. Hasil simulasi harus dibandingkan dengan hasil penelitian orang lain agar tidak menyalahi konsep. Simulasi harus dilakukan dengan menggunakan perangkat yang mendukung penggunaan *software* yang digunakan untuk mensimulasi

DAFTAR PUSTAKA

- Anggarini, E., Hayati, F., & Setiawan, I. (2018). Pemodelan Balok Tinggi Pada Beton Mutu Tinggi Dengan Pengekangan Menggunakan Perangkat Lunak Berbasis Metode Elemen Hingga 3d. *Konstruksia*, 9(2), 31–40.
- Anugrah, A. B. (2016). Kapasitas Lentur Balok Beton Bertulang Dengan Menggunakan Styrofoam.
- Darmansyah Tjitradi, Eliatun Eliatun and Syahril Taufik (2017), 3D ANSYS Numerical Modeling of Reinforced Concrete Beam Behavior under Different Collapsed Mechanisms, *International Journal of Mechanics and Applications*, Volume 7(1): pp. 14-23 DOI: 10.5923/j.mechanics.20170701.02
- Basori, Syafrizal, S. (2015). Analisis Defleksi Batang Lentur Menggunakan Tumpuan Jepit Dan Rol Pada Material Aluminium 6063 Profil U Dengan Beban Terdistribusi. *Jurnal Konversi Energi Dan Manufaktur Unj, April*, 50–58.
- Butcher Gary D., & Richard Miles. (2004). Concepts Of Eggshell Quality. *Ifas Extension*, 1–2. <https://Edis.lfas.Ufl.Edu/Pdffiles/Vm/Vm01300.Pdf>.
- Cook, Robert D. 1990. Konsep dan Aplikasi Metode Elemen Hingga. Bandung: PT ERESCO.
- Darmansyah Tjitradi (2015), Permodelan Perilaku Keruntuhan Balok Tinggi Beton Bertulang Menggunakan Ansys, Program Magister Teknik Sipil Universitas Lambung Mangkurat, Banjarmasin.
- Dipohusodo, Istimawan. (1994). *Struktur Beton Bertulang*. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.
- Ginley, T. J. M., B. S. Choo. 1990. Reinforced Concrete Design Theory and Examples. London: Taylor & Francis Group
- Hunggurami, E., (2014). Studi Eksperimental Kuat Tekan dan Serapan Air Bata Ringan Cellular Lightweight Concrete dengan Tanah Putih sebagai Agregat. *Jurnal Teknik Sipil*, III (2), 125-136.
- Kusbiantoro, A., & Amariansyah, W. (2017). Analisis Kolom Beton Dengan Beban Aksial Menggunakan Metode Elemen Hingga. *Neo Teknika*, 3(1).

<https://doi.org/10.37760/Neoteknika.V3i1.1047>

- Nawy, E. G. (1998). *Beton Bertulang Suatu Pendekatan Dasar*.
- Neville, A.M and Brook, J.J. 1987. *Concrete Technology*. London. Longman Scientific and Technical.
- Neville,A,M and Brooks, J, J. 2010. *Concrete Technology*. England : Pearson Education Limited.
- Riza.,F.V.,Lubis., D. S., Vidia., F dan Rizaldi., M., R. 2020. Analisis Mekanis Beton Busa Dengan Kombinasi Serat Sabut Kelapa Serta Bahan Tambahan Abu Sekam Padi Dan Serbuk Cangkang Telur. *Progress in Civil Engineering Journal*, 2(1) 2020, 53-67
- Salmon dan Johnson. 1994. *Struktur Baja Desain dan Perilaku Jilid 2 Edisi Kedua*. Diterjemahkan oleh Ir. Wira M.S.CE. Jakarta : Erlangga.
- Sari, D. L., (2020). Observasi Kuat Tarik Belah Beton Ringan Clc (Cellular Lightweight Concrete) Yang Diperkuat Abu Sekam Padi Dan Serbuk Cangkang Telur Secara Eksperimental. *Tugas Akhir Teknik Sipil*. Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara
- Setiawan, Agus. 2008. *Perencanaan Struktur Baja dengan Metode LRFD (Sesuai SNI 03 – 1729-2002)*. Semarang : PT. Gelora Aksara Pratama.
- Standart Nasional Indonesia 2847:2013.2013. *Persyaratan Struktural Beton Untuk Bangunan Gedung*.
- Standart Nasional Indonesia 03-3449-2002. *Tata Cara Rencana Pembuatan Campuran Beton Ringan Dengan Agregat Ringan*.
- Thomas, H. U., & Tarigan, J. (2019). Analisis Perbandingan Tegangan Baut Sambungan Balok Kolom Antara Metode Manual Dengan Metode Numerik (Ansys). *Jurnal Teknik Sipil Usu*, 8(1).

Lampiran

A. Hasil Simulasi Aplikasi Elemen Hingga untuk Beton Ringan dengan Campuran Abu Sekam Padi dan Serbuk Cangkang Telur (Delina, 2020) Variasi 0%

Hasil Simulasi Deformasi

Steps	Time [s]	Total Deformation (Max) [mm]	[D] Force Reaction (Total) [N]
1	0,5	0,21655	4167
	1	0,43311	8333,9
2	2	0,48725	9375,4
3	3	0,55685	10715
4	4	0,64966	12501
5	5	0,77959	15001
6	6	0,97449	18751
7	7	1,2993	25002
8	8	1,949	37505
9	9	2,5986	50007
10	10	3,898	75017

Hasil Simulasi Tegangan

Time [s]	Minimum [MPa]	Maximum [MPa]
0,5	6,68E-03	16,238
1	1,34E-02	32,476
2	1,50E-02	36,535
3	1,72E-02	41,754
4	2,00E-02	48,713
5	2,40E-02	62,456
6	3,01E-02	83,069
7	4,01E-02	117,426
8	6,01E-02	196,14
9	8,02E-02	270,85
10	0,12024	292,27

Hasil Simulasi Regangan

Time [s]	Minimum [mm/mm]	Maximum [mm/mm]
0,5	2,34E-07	0,00012
1	4,68E-07	0,00023
2	5,27E-07	0,00026
3	6,02E-07	0,00030
4	7,02E-07	0,00035
5	8,43E-07	0,00042
6	1,05E-06	0,00052
7	1,40E-06	0,00070
8	2,11E-06	0,00104
9	2,81E-06	0,00139
10	4,21E-06	0,00209

B. Hasil Simulasi Aplikasi Elemen Hingga untuk Beton Ringan dengan Campuran Abu Sekam Padi dan Serbuk Cangkang Telur (Delina, 2020) Variasi 10%

Hasil Simulasi Deformasi

Steps	Time [s]	Total Deformation (Max) [mm]	[D] Force Reaction (Total) [N]
1	0,5	0,29046	4167
	1	0,58091	8333,9
2	2	0,65353	9375,3
3	3	0,74689	10715
4	4	0,87137	12500
5	5	1,0456	15001
6	6	1,3071	18751
7	7	1,7427	25002
8	8	2,6141	37506
9	9	3,4855	50008
10	10	5,2282	75025

Hasil Simulasi Tegangan

Time [s]	Minimum [MPa]	Maximum [MPa]
0,5	4,78E-03	20,754
1	9,56E-03	41,509
2	1,08E-02	46,697
3	1,23E-02	53,368
4	1,43E-02	62,262
5	1,72E-02	74,714
6	2,15E-02	100,21
7	2,87E-02	160,12
8	4,30E-02	300,91
9	5,74E-02	360,13
10	8,60E-02	373,56

Hasil Simulasi Regangan

Time [s]	Minimum [mm/mm]	Maximum [mm/mm]
0,5	1,71E-07	0,00016
1	3,42E-07	0,00033
2	3,85E-07	0,00037
3	4,40E-07	0,00042
4	5,14E-07	0,00049
5	6,16E-07	0,00059
6	7,70E-07	0,00073
7	1,03E-06	0,00098
8	1,54E-06	0,00147
9	2,05E-06	0,00195
10	3,08E-06	0,00293

C. Hasil Simulasi Aplikasi Elemen Hingga untuk Beton Ringan dengan Campuran Abu Sekam Padi dan Serbuk Cangkang Telur (Delina, 2020) Variasi 15%

Hasil Simulasi Deformasi

Steps	Time [s]	Total Deformation (Max) [mm]	[D] Force Reaction (Total) [N]
1	0,5	0,34211	4167
	1	0,68422	8334
2	2	0,76975	9375,2
3	3	0,87971	10715
4	4	1,0263	12500
5	5	1,2316	15001
6	6	1,5395	18751
7	7	2,0527	25003
8	8	3,079	37508
9	9	4,1053	50010
10	10	6,1579	75031

Hasil Simulasi Tegangan

Time [s]	Minimum [MPa]	Maximum [MPa]
0,5	3,73E-03	23,493
1	7,46E-03	46,986
2	8,39E-03	52,859
3	9,59E-03	60,41
4	1,12E-02	70,478
5	1,34E-02	84,573
6	1,68E-02	110,72
7	2,24E-02	160,95
8	3,36E-02	279,1
9	4,48E-02	390,2
10	6,72E-02	422,84

Hasil Simulasi Regangan

Time [s]	Minimum [mm/mm]	Maximum [mm/mm]
0,5	1,42E-07	0,0002
1	2,85E-07	0,0004
2	3,20E-07	0,0004
3	3,66E-07	0,0005
4	4,27E-07	0,0006
5	5,12E-07	0,0007
6	6,40E-07	0,0009
7	8,53E-07	0,0012
8	1,28E-06	0,0018
9	1,71E-06	0,0024
10	2,56E-06	0,0036

D. Hasil Simulasi Aplikasi Elemen Hingga untuk Beton Ringan dengan Campuran Abu Sekam Padi dan Serbuk Cangkang Telur (Delina, 2020) Variasi 20%

Hasil Simulasi Deformasi

Steps	Time [s]	Total Deformation (Max) [mm]	[D] Force Reaction (Total) [N]
1	0,5	0,46902	4167,2
	1	0,93803	8334,3
2	2	1,0553	9375,3
3	3	1,206	10715
4	4	1,407	12501
5	5	1,6885	15001
6	6	2,1106	18752
7	7	2,8141	25004
8	8	4,2211	37513
9	9	5,6281	50017
10	10	8,4422	75052

Hasil Simulasi Tegangan

Time [s]	Minimum [MPa]	Maximum [MPa]
0,5	2,28E-03	29,001
1	4,56E-03	58,001
2	5,13E-03	65,25
3	5,87E-03	74,571
4	6,84E-03	86,999
5	8,21E-03	104,4
6	1,03E-02	130,5
7	1,37E-02	193,99
8	2,05E-02	360,99
9	2,74E-02	492,12
10	4,11E-02	521,94

Hasil Simulasi Regangan

Time [s]	Minimum [mm/mm]	Maximum [mm/mm]
0,5	2,26E-07	0,00029
1	4,51E-07	0,00057
2	5,07E-07	0,00065
3	5,80E-07	0,00074
4	6,77E-07	0,00086
5	8,12E-07	0,00103
6	1,01E-06	0,00129
7	1,35E-06	0,00172
8	2,03E-06	0,00258
9	2,70E-06	0,00344
10	4,05E-06	0,00516

A. Hasil Simulasi Aplikasi Elemen Hingga untuk Beton Ringan dengan Campuran Abu Sekam Padi dan Serbuk Cangkang Telur dan Serabut Kelapa (Deni, 2020) Variasi 0%

Hasil Simulasi Deformasi

Steps	Time [s]	Total Deformation (Max) [mm]	[D] Force Reaction (Total) [N]
1	0,5	0,21655	4167
	1	0,43311	8333,9
2	2	0,48725	9375,4
3	3	0,55685	10715
4	4	0,64966	12501
5	5	0,77959	15001
6	6	0,97449	18751
7	7	1,2993	25002
8	8	1,949	37505
9	9	2,5986	50007
10	10	3,898	75017

Hasil Simulasi Tegangan

Time [s]	Minimum [MPa]	Maximum [MPa]
0,5	6,68E-03	16,238
1	1,34E-02	32,476
2	1,50E-02	36,535
3	1,72E-02	41,754
4	2,00E-02	48,713
5	2,40E-02	58,456
6	3,01E-02	73,069
7	4,01E-02	107,426
8	6,01E-02	186,14
9	8,02E-02	270,2
10	0,12024	292,27

Hasil Simulasi Regangan

Time [s]	Minimum [mm/mm]	Maximum [mm/mm]
0,5	2,34E-07	0,00012
1	4,68E-07	0,00023
2	5,27E-07	0,00026
3	6,02E-07	0,00030
4	7,02E-07	0,00035
5	8,43E-07	0,00042
6	1,05E-06	0,00052
7	1,40E-06	0,00070
8	2,11E-06	0,00104
9	2,81E-06	0,00139
10	4,21E-06	0,00209

B. Hasil Simulasi Aplikasi Elemen Hingga untuk Beton Ringan dengan Campuran Abu Sekam Padi dan Serbuk Cangkang Telur dan Serabut Kelapa (Deni, 2020) Variasi 10%

Hasil Simulasi Deformasi

Steps	Time [s]	Total Deformation (Max) [mm]	[D] Force Reaction (Total) [N]
1	0,5	0,30423	4167
	1	0,60847	8333,9
2	2	0,68453	9375,3
3	3	0,78232	10715
4	4	0,9127	12500
5	5	1,0952	15001
6	6	1,3691	18751
7	7	1,8254	25002
8	8	2,7381	37507
9	9	3,6508	50009
10	10	5,4762	75026

Hasil Simulasi Tegangan

Time [s]	Minimum [MPa]	Maximum [MPa]
0,5	4,48E-03	21,517
1	8,95E-03	43,033
2	1,01E-02	48,412
3	1,15E-02	55,328
4	1,34E-02	64,549
5	1,61E-02	77,459
6	2,01E-02	106,824
7	2,69E-02	167,1
8	4,03E-02	283,65
9	5,37E-02	358,19
10	8,06E-02	387,28

Hasil Simulasi Regangan

Time [s]	Minimum [mm/mm]	Maximum [mm/mm]
0,5	1,61E-07	0,00017
1	3,23E-07	0,00034
2	3,63E-07	0,00039
3	4,15E-07	0,00044
4	4,84E-07	0,00052
5	5,81E-07	0,00062
6	7,26E-07	0,00077
7	9,68E-07	0,00103
8	1,45E-06	0,00155
9	1,94E-06	0,00206
10	2,90E-06	0,00309

C. Hasil Simulasi Aplikasi Elemen Hingga untuk Beton Ringan dengan Campuran Abu Sekam Padi dan Serbuk Cangkang Telur dan Serabut Kelapa (Deni, 2020) Variasi 15%

Hasil Simulasi Deformasi

Steps	Time [s]	Total Deformation (Max) [mm]	[D] Force Reaction (Total) [N]
1	0,5	0,31128	4167
	1	0,62256	8333,9
2	2	0,70038	9375,2
3	3	0,80044	10715
4	4	0,93384	12500
5	5	1,1206	15001
6	6	1,4008	18751
7	7	1,8677	25002
8	8	2,8015	37507
9	9	3,7354	50009
10	10	5,603	75027

Hasil Simulasi Tegangan

Time [s]	Minimum [MPa]	Maximum [MPa]
0,5	4,33E-03	21,898
1	8,65E-03	43,795
2	9,74E-03	49,269
3	1,11E-02	56,307
4	1,30E-02	65,692
5	1,56E-02	78,83
6	1,95E-02	98,537
7	2,60E-02	151,38
8	3,90E-02	267,07
9	5,19E-02	362,76
10	7,79E-02	394,13

Hasil Simulasi Regangan

Time [s]	Minimum [mm/mm]	Maximum [mm/mm]
0,5	1,57E-07	0,0002
1	3,14E-07	0,0004
2	3,53E-07	0,0004
3	4,03E-07	0,0005
4	4,70E-07	0,0005
5	5,64E-07	0,0006
6	7,06E-07	0,0008
7	9,41E-07	0,0011
8	1,41E-06	0,0016
9	1,88E-06	0,0021
10	2,82E-06	0,0032

D. Hasil Simulasi Aplikasi Elemen Hingga untuk Beton Ringan dengan Campuran Abu Sekam Padi dan Serbuk Cangkang Telur dan Serabut Kelapa (Deni, 2020) Variasi 20%

Hasil Simulasi Deformasi

Steps	Time [s]	Total Deformation (Max) [mm]	[D] Force Reaction (Total) [N]
1	0,5	0.32462	4167
	1	0,64925	8334
2	2	0,7304	9375,2
3	3	0,83474	10715
4	4	0,97387	12500
5	5	1,1686	15001
6	6	1,4608	18751
7	7	1,9477	25003
8	8	2,9216	37507
9	9	3,8955	50010
10	10	5,8432	75029

Hasil Simulasi Tegangan

Time [s]	Minimum [MPa]	Maximum [MPa]
0,5	4,06E-03	22,602
1	8,12E-03	45,204
2	9,13E-03	50,854
3	1,04E-02	58,118
4	1,22E-02	67,805
5	1,46E-02	81,365
6	1,83E-02	101,71
7	2,44E-02	145,61
8	3,65E-02	263,41
9	4,87E-02	371,21
10	7,31E-02	406,81

Hasil Simulasi Regangan

Time [s]	Minimum [mm/mm]	Maximum [mm/mm]
0,5	1,49E-07	0,00019
1	2,99E-07	0,00037
2	3,36E-07	0,00042
3	3,84E-07	0,00048
4	4,48E-07	0,00056
5	5,37E-07	0,00067
6	6,72E-07	0,00083
7	8,96E-07	0,00111
8	1,34E-06	0,00167
9	1,79E-06	0,00223
10	2,69E-06	0,00334



Bila menjawab surat ini agar disebutkan nomor dan tanggalnya

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

Jalan Kapten Muchtar Basri No. 3 Medan 20238 Telp. (061) 6622400 - EXT. 12
Website: <http://fatek.umsu.ac.id> E-mail: fatek@umsu.ac.id

**PENENTUAN TUGAS AKHIR DAN PENGHUJUKAN
DOSEN PEMBIMBING**

Nomor/1898/II.3AU/UMSU-07/F/2019

Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, berdasarkan rekomendasi atas nama ketua program studi teknik sipil pada tanggal 18 November 2020 dengan ini menetapkan :

N a m a : **Muhamad Riski**
NPM : **1607210144**
Program studi : Teknik Sipil
Semester : VII (Tujuh)
Judul Tugas Akhir : **Analisa simulasi gaya aksial dan lateral pada balok foamed concrete campuran abu sekam padi dan serbuk cangkang telur dengan campuran yang ditambahkan serat kelapa**

Pembimbing I : Dr. Josef Hadiramana

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.
 2. 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 21 Rab. Awal 1441 H
18 November 2019 M


Munawar Alfansury Siregar, ST, M.T
NIDN : 0101017202

Cc. File



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

LEMBAR ASISTENSI

NAMA : MUHAMAD RISKI
NPM : 160710144
JUDUL : PERBANDINGAN DESAIN GAYA AKSIAL DAN LATERAL PADA BALOK FOAMED CONCRETE CAMPURAN ABU SEKAM PADI DAN SERBUK CANGKANG TELUR DENGAN CAMPURAN YANG DITAMBAHKAN SERAT KELAPA PADA SIMULASI


NO	TANGGAL	KETERANGAN	PARAF
1.	9/1 - 2020	<ul style="list-style-type: none">- Perbaiki judul.- Latar belakang deskripsikan antara permasalahan umum, beton normal, beton FC dan masalah penelitian.- perbaiki PM dan Tujuan.- Bab II angkat materi yg bertumpang di penelitian.- lanjut Bab III metodologi	

Mengetahui,
Pembimbing Tugas Akhir

(Dr. Josef Hadipramana)

LEMBAR ASISTENSI

NAMA : MUHAMAD RISKI
NPM : 160710144
JUDUL : ~~PERBANDINGAN DESAIN~~ ANALISA Simulasi GAYA AKSIAL DAN LATERAL PADA BALOK FOAMED CONCRETE CAMPURAN ABU SEKAM PADI DAN SERBUK CANGKANG TELUR DENGAN CAMPURAN YANG DITAMBAHKAN SERAT KELAPA PADA SIMULASI

NO	TANGGAL	KETERANGAN	PARAF
27/1	27/1 - 2020	Bab I - Lp. tambahkan referensi - tekankan pd gaya axial dan lateral, simulasi dan natural. - Perbaiki NPM - Perbaiki Tjgna - Perbaiki ruang lingkup: tekankan pd simulasi Bab II - hubungkan semua dg kekuatan beton, axial dan lateral. - referensi tambahkan referer per taha	

Mengetahui ,
Pembimbing Tugas Akhir

(Dr. Josef Hadipramana)



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

LEMBAR ASISTENSI

NAMA : MUHAMAD RISKI
NPM : 160710144
JUDUL : ANALISAN SIMULASI GAYA AKSIAL DAN LATERAL
PADA BALOK FOAMED CONCRETE CAMPURAN
ABU SEKAM PADI DAN SERBUK CANGKANG TELUR
DENGAN CAMPURAN YANG DITAMBAHKAN SERAT
KELAPA PADA SIMULASI

NO	TANGGAL	KETERANGAN	PARAF
4	29/1 2020	Acc ^{umk} Simulasi proposal.	

Mengetahui,
Pembimbing Tugas Akhir

(Dr. Josef Hadipramana)







**FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
Jln. Kapten Muchtar Basri No.3 Medan 20238, Telp. (061)-6622400**

LEMBAR ASISTENSI

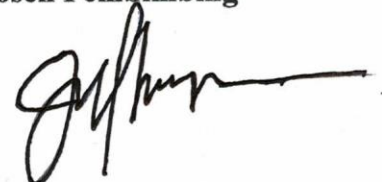
NAMA : MUHAMAD RISKI

NPM : 1607210144

**JUDUL : ANALISA SIMULASI GAYA AKSIAL DAN LATERAL PADA
BALOK FOAMED CONCRETE ABU SEKAM PADI DAN SERBUK
CANGKANG TELUR**

NO	TANGGAL	KETERANGAN	PARAF
17/9-21		BAB III Bahan Penyusun	
		BAB IV Cari Jurnal sebagai Pembandingan	
		Lanjut BAB V	
28/9-21		Ace Prous Simkes !	

Dosen Pembimbing




(Dr. Josef Hadi Pramana)



FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
Jln. Kapten Muchtar Basri No.3 Medan 20238, Telp. (061)-6622400

LEMBAR ASISTENSI

NAMA : MUHAMAD RISKI
NPM : 1607210144
JUDUL : ANALISA SIMULASI GAYA AKSIAL DAN LATERAL PADA BALOK FOAMED CONCRETE ABU SEKAM PADI DAN SERBUK CANGKANG TELUR DENGAN CAMPURAN YANG DITAMBAHKAN SERAT KELAPA

NO	TANGGAL	KETERANGAN	PARAF
1.	10/10/2021	ACC Sidang.	

Dosen Pembanding II





(Dr. Vetra Venni Riza)



**FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
Jln. Kapten Muchtar Basri No.3 Medan 20238, Telp. (061)-6622400**

LEMBAR ASISTENSI

NAMA : MUHAMAD RISKI
NPM : 1607210144
JUDUL : ANALISA SIMULASI GAYA AKSIAL DAN LATERAL PADA BALOK FOAMED CONCRETE ABU SEKAM PADI DAN SERBUK CANGKANG TELUR DENGAN CAMPURAN YANG DITAMBAHKAN SERAT KELAPA

NO	TANGGAL	KETERANGAN	PARAF
1.	10/9/2024	Ace Adang Arjuna 	

Dosen Pembanding 1


10/9/2024

(Dr.FAHRIZAL ZULKARNAIN)

DAFTAR RIWAYAT HIDUP



DATA DIRI

Nama : Muhamad Riski
Tempat, Tanggal Lahir : Perbaungan, 03 Maret 1998
Alamat : Perbaungan Jl. Alwasliyah Lingkungan Juani.
Agama : Islam
No. Hp : 0822-7718-4017
E-Mail : Riskidewa4@gmail.com

RIWAYAT PENDIDIKAN

Nomor Pokok Mahasiswa : 1607210144
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 108293 Perbaungan	2010
2	SMP	SMP N 2 Perbaungan	2013
3	SMA	SMK N 1 Lubuk Pakam	2016
4	Melanjutkan kuliah di Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara Tahun 2016 sampai selesai		