

**ANALISIS KEKUATAN STRUKTUR BALOK DAN PELAT
LANTAI AKIBAT RENCANA ALIH FUNGSI GEDUNG
REKTORAT MENJADI GEDUNG PERPUSTAKAAN
UNIVERSITAS JAMBI**

S K R I P S I



**NURHALIZA
M1C117002**

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
JURUSAN TEKNIK SIPIL, KIMIA DAN LINGKUNGAN**

**FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS JAMBI**

2021

SURAT PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi ini benar-benar karya sendiri. Sepanjang pengetahuan saya tidak terdapat karya atau pendapat yang ditulis atau diterbitkan orang lain kecuali sebagai acuan atau kutipan dengan mengikuti tata penulisan karya ilmiah yang telah lazim.

Tanda tangan yang tertera dalam halaman pengesahan adalah asli. Jika tidak asli, saya siap menerima sanksi sesuai dengan peraturan yang berlaku.

Jambi

Yang menyatakan

NURHALIZA

M1C117002

RINGKASAN

Analisis struktur merupakan serangkaian proses perhitungan untuk menentukan respon struktur akibat beban luar. Respon struktur dinyatakan dengan gaya-gaya yang terjadi didalam struktur (gaya dalam) dan deformasi yang dialami (Halim Sudirmn, 2018). Struktur balok dan pelat lantai yang memikul beban yang melebihi kemampuannya atau tidak sesuai dengan perencanaan, akan mengalami tekuk lokal dan mengakibatkan terjadinya retak atau patahan pada struktur tersebut. Dalam suatu bangunan, mengalih fungsikan bangunan banyak dilakukan. Hal ini akan menghasilkan perubahan beban pada balok dan pelat, sehingga dibutuhkan suatu analisis terhadap kekuatan struktur tersebut dengan kondisi substitusi fungsional yang ada. Pada penelitian ini terjadi alih fungsi Gedung Rektorat menjadi Gedung Perpustakaan Universitas Jambi, terjadinya alih fungsi tersebut maka penulis mengangkat topik untuk menganalisis kekuatan struktur balok dan pelat lantai akibat perubahan pembebanan yang terjadi. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kekuatan struktur balok dan pelat lantai dalam menahan beban-beban yang bekerja akibat alih fungsi bangunan. Metode penelitian yang dilakukan adalah metode studi kasus (evaluasi) yaitu melihat masalah yang terjadi pada bangunan yang akan diteliti dan berupa pembuatan ulang struktur dengan menggunakan model yang dibuat sesuai dengan kondisi bangunan yang tercantum dalam gambar rencana dan syarat-syarat dengan menggunakan *software ETABS student versions*. Pada metode penelitian ini memiliki 4 tahap penelitian yaitu tahap *input*, tahap analisis dan tahap *output*. Tahap analisis menggunakan *software ETABS student versions* dan perhitungan manual. Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan diperoleh kekuatan untuk struktur balok B1, B2, B3 dan pelat lantai. Balok dikatakan mampu menahan beban-beban yang bekerja dibuktikan dengan hasil analisis yang telah memenuhi syarat ($\phi M_n \geq M_u$), dengan hasil balok B1 ($374,154 \geq -319,756$), balok B2 ($204,583 \leq -344,126$), balok B3 ($179,048 \geq -32,813$). Pelat lantai dikatakan mampu menahan beban yang bekerja dibuktikan dengan hasil analisis yang telah memenuhi syarat ($\delta_{yang\ terjadi} < \delta_{ijin}$), dengan hasil $1,248 \times 10^{-5} \leq 18,6$. Sehingga dapat disimpulkan bahwa balok B1, B3 dan pelat lantai masih mampu menahan beban-beban yang bekerja, akan tetapi balok B2 tidak mampu menahan beban-beban yang bekerja.

KATA KUNCI : Analisis Struktur, Alih Fungsi Bangunan, Balok, Pelat Lantai, Kekuatan Struktur

**ANALISIS KEKUATAN STRUKTUR BALOK DAN PELAT LANTAI
AKIBAT RENCANA ALIH FUNGSI GEDUNG REKTORAT
MENJADI GEDUNG PERPUSTAKAAN**

S K R I P S I

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh
Gelar Sarjana pada Program Studi Teknik Sipil



NURHALIZA

M1C117002

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
JURUSAN TEKNIK SIPIL, KIMIA DAN LINGKUNGAN**

**FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS JAMBI**

2021

PENGESAHAN

Skripsi dengan Judul **ANALISIS KEKUATAN STRUKTUR BALOK DAN PELAT LANTAI AKIBAT ALIH FUNGSI GEDUNG REKTORAT MENJADI GEDUNG PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS JAMBI** yang disusun oleh **NURHALIZA, NIM : M1C117002** telah dipertahankan didepan tim penguji pada **tanggal 2021 dan dinyatakan lulus.**

Susunan Tim Penguji:

Ketua : M. Nuklirullah, S.T., M. Eng.
Sekretaris : Dr. Fetty Febriasti Bahar, S.T., M.T.
Anggota : 1. Dr. Drs. Harmes, M.T
2. Ade Nurdin, S.T., M.T
3. Dila Oktarise Dwina, S.T., M.T

Disetujui:

Pembimbing Utama

Pembimbing Pendamping

M. Nuklirullah S.T., M.Eng.
NIP. 198906012019031012

Dr. Fetty Febriasti Bahar, S.T., M.T.
NIK. 201706112010

Diketahui:

Dekan

Ketua Jurusan

Prof. Drs. Damris M, M.Sc., Ph.D.
NIP. 196605191991121001

Dr. Drs. Harmes, M.T.
NIP. 197208151996031001

RIWAYAT HIDUP



Nurhaliza, Lahir di Pasar Muara Siau pada tanggal 20 Januari 1999. Anak kedua dari tiga bersaudara. Dilahirkan dari pasangan ayah Darami dan Ibu Zar'ayani. Penulis beragama islam. Penulis mempunyai motto hidup yaitu tiada ada kesuksesan yang digapai dengan mudah, intinya harus dikerjakan dengan sungguh-sungguh dengan usaha dan doa. Penulis memulai pendidikan di SDN No.16/VI Muara Siau I pada tahun 2005 hingga selesai 2011, kemudian melanjutkan pendidikan di SMPN 9 Merangin pada tahun 2011 dan selesai pada tahun 2014, selanjutnya meniti pendidikan di SMAN 10 Merangin pada tahun 2014 dan selesai pada tahun 2017. Penulis terdaftar sebagai mahasiswa Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Jambi pada tahun 2017 melalui jalur SNMPTN.

Penulis mengakhiri masa studi di Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Jambi dengan melaksanakan Kerja Praktek pada Proyek Pembangunan Gedung *Science Techno Park* Universitas Jambi. Selanjutnya penulis menyusun dan menyelesaikan Skripsi yang dibimbing oleh Bapak M. Nuklirullah, S.T., M.Eng. selaku Dosen Pembimbing Utama dan Ibu Dr. Fetty Febriasti Bahar, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing Pendamping yang berjudul **“Analisa Kekuatan Struktur Balok dan Pelat Lantai Akibat Rencana Alih Fungsi Gedung Rektorat Menjadi Gedung Perpustakaan Universitas Jambi”**

PRAKATA

Alhamdulillahirobbil'alamiin, segala puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah Yang Maha Pengasih dan Penyanyang, tanpa karunia-Nya mustahil Skripsi atau Tugas Akhir ini terselesaikan dengan baik. Skripsi ini dikerjakan dengan sebenar-benarnya dan asli batan penulis sendiri dengan dibantu dengan bimbingan dari bapak M.Nuklirullah, S.T.,M.Eng dan ibu Dr.Fetty Febriasti Bahar,S.T.,M.T sebagai dosen pembimbing skripsi. Skripsi ini benar-benar karya sendiri, sepanjang pengetahuan penulis tidak terdapat karya atau pendapat yang ditulis atau diterbitkan orang lain kecuali sebagai acuan atau kutipan dengan mengikuti tata cara penulisan skripsi yang berlaku. Penulis mengangkat judul **“Analisis Kekuatan Struktur Balok dan Pelat Lantai Akibat Rencana Alih Fungsi Gedung Rektorat Menjadi Gedung Perpustakaan Universitas Jambi”** ini sesuai saran oleh Bapak M.NuklirullahS.T.,M.Eng dikarenakan akan terjadinya alih fungsi bangunan pada Gedung Rektorat Universitas Jambi, maka akan terdapat perubahan pembebanan pada struktur tersebut sehingga untuk mengetahui kekuatan dari struktur tersebut akibat alih fungsi bangunan. Terelesaiakannya skripsi ini tidak terlepas dari bantuan beberapa pihak karena itu, penulis menyatakan rasa terima kasih kepada kedua orang tua penulis. Bapak M.Nuklirullah,S.T.,M.T sebagai Pembimbing Utama, Ibu Dr.Fetty Febriasti Bahar sebagai pembimbing Pendamping. Bapak Dr.Drs.Harmes,M.T, Bapak Ade Nurdin,S.T.,M.T dan Ibu Dila Oktarise Dwina Sebagai Tim Penguji Skripsi. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada Sultoni dan Salman sebagai keluarga kandung penulis yang banyak membantu, Fuji Hadi yang telah membantu melakukan penelitian dan memberi dukungan, Bardan yang telah membantu melakukan penelitian, Bobby Dwi Pangestu sebagai rekan Penelitian serta teman-teman yang telah memberi semangat dalam penyelesaian skripsi ini. Penulis menyampaikan bahwa masih banyak kekurangan-kekurangan dalam skripsi ini, maka dari itu diperlukan saran yang mendukung agar kedepannya skripsi ini bisa bermanfaat untuk generasi yang akan datang.

Jambi, 31 Mei 2021

Nurhaliza

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN	i
RIWAYAT HIDUP	ii
PRAKARTA	iii
DAFTAR ISI	iv
DAFTAR TABEL	vi
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR LAMPIRAN	ix
DAFTAR DOKUMENTASI	x
I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Manfaat Penelitian	3
1.5 Batasan Masalah	3
II. TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Konsep Dasar Analisis Struktur	5
2.2 Pembebanan	6
2.3 Balok	10
2.4 Pelat Lantai	21
2.5 ETABS	23
2.6 Penelitian terdahulu	25
III. METODOLOGI PENELITIAN	28
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian	28
3.2 Peralatan Penelitian	28
3.3 Metode Penelitian	28
3.4 Variabel penelitian	29
3.5 Studi Literatur	30
3.6 Metode Pengumpulan Data	31
3.7 Pengolahan Data	33
3.8 Rencana Bagan Alir Penelitian	36
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	37
4.1 Dimensi Balok	37
4.2 Data Perhitungan	38
4.3 Perhitungan Beban Mati dan Beban Hidup	40
4.4 Tahapan Perhitungan Beban Ultimate, Momen Ultimate dan Lendutan	42

4.5 Perhitungan Kekuatan Penampang Balok	48
4.6 Cek Lendutan Pelat Lantai	56
V. KESIMPULAN DAN SARAN	58
5.1 Kesimpulan	58
5.2 Saran	59
DAFTAR PUSTAKA	60

DAFTAR TABEL

Tabel

2.1	Berat Sendiri Bahan Bangunan	7
2.2	Komponen Gedung	7
2.3	Beban Hidup Pada Lantai Gedung	8
2.4	Koefisien Reduksi Beban Hidup Kumulatif	9
2.5	Perbandingan Hasil Penelitian Terdahulu	26
3.1	Metode Pengumpulan Data	32
4.1	Data Penampang Balok	38
4.2	Mutu Beton dari Hasil Hammer Test	39
4.3	Beban Hidup yang Bekerja pada Gedung Perpustakaan Universitas Jambi	42
4.4	Nilai Beban Ultimate (P_u), Momen Ultimate (M_u) dan Lendutan	48

DAFTAR GAMBAR

Gambar

2.1	Diagram Tegangan dan Regangan Balok Beton Bertulang Kondisi Seimbang	13
2.2	Grafik Hubungan Regangan-Regangan Kondisi Plastis	13
2.3	Diagram Tegangan dan Regangan pada Keruntuhan Tarik	15
2.4	Diagram Tegangan dan Regangan pada Keruntuhan Tekan.....	16
2.5	Diagram Tegangan dan Regangan pada Keruntuhan seimbang.....	17
2.6	Analisis Penampang Tulangan Rangkap Pada Kondisi Baja Tulangan Leleh	19
2.7	Analisis Penampang Tulangan Rangkap Pada Kondisi Baja Tulangan Belum Leleh	20
2.9	Keseimbangan Gaya Dalam Pada Pelat Pada Kondisi Ultimate.....	25
3.1	Gedung Rektorat Universits Jambi	32
3.2	Jenis Balok yang Akan Dianalisis	33
4.1	Dimensi Balok Lantai 2	37
4.2	Dimensi Balok Lantai 3	38
4.3	Penyesuain Satuan.....	42
4.4	<i>Input</i> Jarak Setiap Ruangan	42
4.5	<i>Input</i> Ketinggian Setiap Lantai	43
4.6	Model 3D	43
4.7	<i>Input</i> Dimensi Balok	43
4.8	<i>Input</i> Dimensi Kolom	43
4.9	<i>Input</i> Dimensi Pelat Lantai.....	44
4.10	<i>Input</i> Mutu Baja dan Mutu Beton	44
4.11	<i>Input</i> Beban Mati dan Beban Hidup	44
4.12	<i>Input</i> Kombinasi Pembebanan.....	45
4.13	Klik Menu Analyze.....	45
4.14	Klik Menu Run Analysis	45
4.15	<i>Software ETABS</i> sedang menganalisis Struktur.....	46
4.16	Klik Menu Design	46
4.17	Klik <i>concrate freme design dan start design/ chek of strukture</i>	46
4.18	<i>Software ETABS</i> sedang menganalisis Struktur	46
4.19	Hasil Analisis Struktur	46
4.20	Lendutan yang Terjadi.....	46
4.21	Dimensi Balok B1	48
4.22	Dimensi Balok B2	50
4.23	Plan View Lantai 2.....	52

4.24	Plan View Lantai 3.....	53
4.25	Balok Lantai 2.....	53
4.26	Balok Lantai 3.....	54
4.27	Dimensi Balok B3	54

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran

1. Bagan Alir Penelitian	63
2. Hasil Hammer Test	64
3. Nilai Beban Ultimate (Pu) dan Momen Ultimate (Mu) Balok B1	78
4. Nilai Beban Ultimate (Pu) dan Momen Ultimate (Mu) Balok B2	98
5. Nilai Beban Ultimate (Pu) dan Momen Ultimate (Mu) Balok B3	115

DAFTAR DOKUMENTASI

Dokumentasi

1. Pengecekan Mutu Beton Kolom Lantai 1	118
2. Pengecekan Mutu Beton Kolom Lantai 2	120
3. Pengecekan Mutu Beton Kolom Lantai 3	122
4. Pengecekan Mutu Beton Balok.....	124
5. Pengecekan Mutu Beton Pelat Lantai	126
6. Pengukuran Luas Bangunan	127
7. Pengukuran Dimensi Kolom	128
8. Pengukuran Dimensi Balok	129

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Seiring berkembangnya ilmu pengetahuan mengenai infrastruktur bangunan gedung di Indonesia, kini terdapat banyak variasi struktur gedung yang muncul. Mulai dari mendirikan bangunan baru hingga mengalihfungsikan bangunan. Usaha memenuhi kebutuhan infrastruktur dalam alih fungsi bangunan yang sudah ada untuk digunakan dengan fungsi bangunan baru dapat menjadi pilihan. Alih fungsi bangunan menyebabkan terjadi perubahan yaitu pada pembebanan yang digunakan sehingga dalam hal ini diperlukan analisis kekuatan struktur pada bangunan tersebut.

Struktur balok dan pelat lantai yang memikul beban yang melebihi kemampuannya atau tidak sesuai dengan perencanaan, akan mengalami tekuk lokal dan mengakibatkan terjadinya retak atau patahan pada struktur tersebut. Alih fungsi bangunan dilakukan untuk memenuhi kebutuhan fungsional infrastruktur sepanjang bangunan tersebut masih efisien untuk menahan beban yang bekerja daripada membangun gedung baru. Alih fungsi bangunan dapat menjadi alternatif yang tepat.

Alih fungsi bangunan akan menghasilkan perubahan beban pada balok dan pelat lantai, sehingga sangat dibutuhkan suatu analisis kekuatan balok dan pelat lantai sesuai dengan kondisi substitusi fungsional yang ada. Analisis dilakukan untuk mendapatkan dimensi elemen struktur yang dapat menahan beban dan memenuhi syarat keamanan dan kenyamanan sesuai standart yang berlaku.

Gedung Rektorat Universitas Jambi menjadi studi kasus dalam alih fungsi bangunan menjadi Gedung Perpustakaan. Gedung Rektorat Universitas Jambi terdiri 3 lantai dengan luas bangunan yaitu sebesar 5022 m² yang fungsinya sebagai Gedung Perkantoran. Alih fungsi bangunan menjadi pilihan bagi pengelola gedung karena selain untuk efisiensi pemanfaatan ruang juga akan hemat dari segi pembiayaan dan ketersediaan lahan apabila dibandingkan dengan bangun gedung baru. Karena terjadinya alih fungsi bangunan gedung rektorat sehingga diperlukan analisis kembali terhadap bangunan terutama pada struktur balok dan pelat lantai, guna melihat kekuatan struktur *existing* yang terjadi jika diberikan pembebanan dengan fungsi Gedung Perpustakaan. Dalam melakukan analisis struktur bangunan harus mengetahui terlebih dahulu data-data penampang balok, tebal pelat lantai, tebal selimut beton, mutu baja, mutu beton dan beban-beban yang bekerja pada struktur.

Alih fungsi bangunan pada Gedung Rektorat menjadi Gedung Perpustakaan Universitas Jambi akan mengalami perubahan pembebanan karena dari fungsi bangunan tersebut mengalami perbedaan, yang mana fungsi Gedung Rektorat sebagai Gedung Perkantoran dan akan dialih fungsikan menjadi Gedung Perpustakaan. Alih fungsi bangunan ini tentu mengalami perubahan pembebanan baik itu beban hidup maupun beban mati. PPIUG (1983) menjelaskan bahwa “Beban hidup pada lantai gedung yang berfungsi sebagai Gedung Perkantoran adalah sebesar 250 kg/m^2 dan beban hidup pada lantai gedung yang akan dialih fungsikan sebagai Gedung Perpustakaan adalah sebesar 400 kg/m^2 ”. Untuk beban lainnya yaitu beban gempa, beban angin dan beban hujan tidak diperhitungkan atau diabaikan, karena beban yang sangat mempengaruhi dalam menganalisis struktur bangunan yang akan dialih fungsi adalah beban hidup dan beban mati.

Penelitian yang akan dilakukan pada Gedung Rektorat yaitu meninjau struktur balok dan pelat lantai. Terdapat tiga jenis balok yang akan ditinjau yaitu Balok induk (B1) dengan dimensi $30 \times 65 \text{ cm}$, Balok anak (B2) dengan dimensi $25 \times 50 \text{ cm}$ dan Balok bagi/gantung (B3) dengan dimensi $20 \times 40 \text{ cm}$, sedangkan untuk pelat lantai meninjau lendutan yang terjadi pada pelat lantai 2 dan pelat lantai 3.

Penelitian mengenai analisis struktur balok dan pelat lantai dilakukan oleh Gautama (2020), yang menjelaskan bahwa analisis struktur balok sangat dibutuhkan karena dalam memikul beban yang bekerja balok akan mengalami gaya-gaya dalam berupa momen, geser dan normal serta juga akan mengalami deformasi. Analisis kekuatan struktur pada pelat lantai sangat dibutuhkan karena dalam memikul beban-beban yang bekerja pada suatu bangunan pelat lantai akan mengalami deformasi/lendutan akibat dari gaya yang diterimanya (Haryanto, 2018).

Berdasarkan latar belakang diatas maka penulis perlu melakukan analisis struktur balok dan pelat lantai terhadap Gedung Rektorat yang akan dialih fungsikan menjadi Gedung Perpustakaan Universitas Jambi, karena alih fungsi Gedung Rektorat menjadi Gedung Perpustakaan Universitas Jambi menyebabkan perubahan pembebanan maka perlu dilakukan analisis struktur balok dan pelat lantai kembali guna melihat masih mampu atau tidak gedung menahan beban-beban yang bekerja.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian pada latar belakang, penulis mencoba merumuskan beberapa permasalahan dari pelaksanaan penelitian ini, yaitu :

1. Bagaimana kekuatan struktur balok pada Gedung Rektorat yang akan dialih fungsikan menjadi Gedung Perpustakaan Universitas Jambi, apakah masih mampu menahan beban-beban yang bekerja?
2. Bagaimana kekuatan struktur pelat lantai pada Gedung Rektorat yang akan dialih fungsikan menjadi Gedung Perpustakaan Universitas Jambi, apakah masih mampu menahan beban-beban yang bekerja?

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian yang dilakukan oleh penulis dapat diuraikan sebagai berikut, yaitu :

1. Untuk mengetahui kekuatan struktur balok pada Gedung Rektorat yang akan dialih fungsikan menjadi Gedung Perpustakaan Universitas Jambi.
2. Untuk mengetahui kekuatan struktur pelat lantai pada Gedung Rektorat yang akan dialih fungsikan menjadi Gedung Perpustakaan Universitas Jambi.

1.4 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang diharapkan dan dapat diambil oleh penulis dari pelaksanaan penelitian ini, diantaranya adalah :

1. Dapat mengetahui permasalahan yang muncul akibat alih fungsi bangunan.
2. Dapat mengetahui kekuatan dari struktur balok dan pelat lantai akibat alih fungsi bangunan.
3. Dapat dipakai oleh instansi terkait untuk membantu dalam menganalisis struktur balok dan pelat lantai pada gedung Rektorat yang akan dialih fungsikan menjadi gedung Perpustakaan Universitas Jambi.

1.5 Batasan Masalah

Mengingat akan segala keterbatasan yang ada pada penulis dan juga agar penelitian yang dilaksanakan dapat mencapai tujuan yang telah ditetapkan sebagaimana diatas, maka perlu ditetapkan batasan masalah yaitu sebagai berikut :

1. Struktur bangunan yang ditinjau adalah Gedung Rektorat yang terdiri dari 3 lantai yang akan dialih fungsikan menjadi Gedung Perpustakaan Universitas Jambi.
2. Pada penelitian ini melakukan tinjauan pada struktur balok dan pelat lantai.
3. Analisis struktur balok dan pelat lantai dengan beban-beban yang bekerja menggunakan *software ETABS* dan perhitungan manual yang mengacu pada

SK SNI T-15-1991-03 tentang “Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung”

4. Pembebanan untuk analisis struktur gedung ini menggunakan 2 jenis pembebanan yaitu:
 - a. Beban Hidup dan Beban Mati menggunakan Peraturan Pembebanan Indonesia untuk Gedung Tahun 1983 (PPIUG 1983).
 - b. Kombinasi Pembebanan menggunakan SNI 03-1727-1989 Mengenai Pedoman Perencanaan Pembebanan untuk Rumah dan Gedung.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Konsep Dasar Analisis Struktur

Berbagai kombinasi pembebanan atau gaya-gaya yang bekerja di suatu struktur elemen dimasukkan kedalam perhitungan analisis struktur. Struktur rekayasa sipil merupakan rangkaian komponen struktur yang berupa balok, pelat lantai, kolom atau komponen lainnya yang digunakan untuk menerima beban. Struktur dapat dilihat dengan jelas setiap komponennya adalah struktur rangka (*framed structures*). Analisis struktur merupakan serangkaian proses perhitungan untuk menentukan respon struktur akibat beban luar. Respon struktur dinyatakan dengan gaya-gaya yang terjadi didalam struktur (gaya dalam) dan deformasi yang dialami (Halim Sudirman, 2018).

Suatu sistem struktur rangka terdiri dari susunan elemen struktur. Dalam sistem struktur konstruksi beton bertulang, elemen balok, kolom dan dinding geser membentuk suatu kerangka yang disebut juga sistem struktur portal. Setiap elemen struktur mempunyai fungsi dan karakteristik yang berbeda. pada suatu sistem struktur, elemen-elemen struktur mempunyai suatu mekanisme penyaluran beban dari atas ke tanah (sistem fondasi) (Nasution, 2009).

Berdasarkan SNI 1726:2012, struktur bangunan gedung terdiri dari struktur atas dan struktur bawah. Struktur atas adalah bagian dari struktur gedung yang berada diatas muka tanah. Struktur bawah adalah bagian dari struktur bangunan gedung yang terletak dibawah muka tanah, yang terdiri dari struktur besmen, dan/atau struktur fondasinya.

Menurut Asroni (2010), terdapat beberapa parameter yang digunakan dalam analisis struktur *existing* terhadap beban tambahan, diantaranya:

1. $R_r \geq R_u$

Kuat rencana R_r merupakan kekuatan gaya dalam (berada dalam struktur), sedangkan kuat perlu R_u merupakan kekuatan gaya luar (diluar struktur), yang bekerja pada struktur, maka kuat rencana R_r harus lebih besar dari kuat perlu R_u .

Keterangan:

R_r : Kuat rencana

R_u : Kuat perlu

2. $\phi M_n \geq M_u$

Keterangan:

ϕ : Faktor reduksi

M_n : Momen nominal

M_u : Momen ultimate

3. $\phi V_n \geq V_u$

Keterangan:

ϕ : Faktor reduksi

V_n : Kuat geser nominal

V_u : Kuat geser terfaktor

4. Tahanan balok desain LRFD menurut Setiawan (2013) harus memenuhi persyaratan:

$\phi M_n \geq M_u$

Keterangan:

ϕ : 0,90

M_n : Tahanan momen nominal

M_u : Momen lentur akibat beban terfaktor

Dari beberapa pendapat mengenai konsep dasar analisis struktur dapat disimpulkan bahwa analisis struktur dapat diartikan sebagai suatu langkah untuk menentukan respon struktur yang terjadi akibat diberi pembebanan. Dalam penelitian yang akan dilakukan adalah menganalisis kekuatan struktur atas bangunan gedung yaitu pada struktur balok dan pelat lantai.

2.2 Pembebanan

Perencanaan pembebanan dimaksudkan untuk memberikan pedoman dalam menentukan beban-beban yang bekerja pada bangunan. Secara umum beban pada struktur bangunan dapat dibagi menjadi 2 menurut arah kerjanya (PPIUG 1983) yang direncanakan sesuai pedoman perencanaan untuk rumah dan gedung adalah sebagai berikut:

Beban Vertikal (Gravitasi)

Pada perencanaan konstruksi bangunan gedung yang diperhatikan adalah sesuai dengan PPIUG 1983 adalah:

1. Beban mati (*dead load*)

Menurut Schueller (2001), "Beban mati merupakan gaya statis yang disebabkan oleh berat setiap unsur didalam struktur". Beban mati merupakan berat sendiri bangunan yang senantiasa bekerja sepanjang waktu selama bangunan tersebut ada atau sepanjang umur bangunan. Gaya yang menghasilkan beban mati terdiri dari berat unsur pendukung beban dari bangunan, lantai, penyelesaian langit-langit, dinding partisi tetap, balok dan kolom.

Berdasarkan PPIUG 1983, beban mati diartikan sebagai berat dari semua bagian dari suatu gedung yang bersifat tetap, termasuk segala unsur tambahan, penyelesaian-penyelesaian, mesin-mesin serta peralatan tetap yang merupakan bagian yang tak terpisahkan dari gedung itu.

Adapun berat sendiri bahan bangunan dan berat sendiri komponen gedung dapat dilihat pada **Tabel 2.1** dan **Tabel 2.2** dibawah ini:

Tabel 2.1 Berat Sendiri Bahan Bangunan

No.	Bahan Bangunan	Berat (kg/m ³)
1.	Baja	7850
2.	Batu alam	2600
3.	Batu belah, batu bulat, batu gunung (berat tumpuk)	1500
4.	Batu karang (berat tumpuk)	700
5.	Batu pecah	1450
6.	Besi tuang	7250
7.	Beton	2200
8.	Beton bertulang	2400
9.	Kayu kelas I	1000
10.	Kerikil, koral (kering udara sampai lembap, tanpa diayak)	1650
11.	Pasangan bata merah	1700
12.	Pasangan batu belah, batu bulat, batu gunung	2200
13.	Pasangan batu cetak	2200
14.	Pasangan batu karang	1450
15.	Pasir (kering udara sampai lembap)	1600
16.	Pasir (jenuh air)	1800
17.	Pasir kerikil, koral (kering udara sampai lembap)	1850
18.	Tanah, lempung dan lanau (kering udara sampai lembap)	1700
19.	Tanah, lempung dan lanau (basah)	2000
20.	Tanah hitam	11400

(sumber : PPIUG, 1983)

Tabel 2.2 Komponen Gedung

No.	Material	Berat (kg/m ²)
1.	Adukan, per cm tebal	
a.	Dari semen	21
b.	Dari kapur	17
2.	Aspal, per cm tebal	14
3.	Dinding pasangan batako	
	Berlubang :	
a.	Tebal dinding 20 cm (HB 20)	200
b.	Tebal dinding 10 cm (HB 10)	120
	Tanpa lubang :	
a.	Tebal dinding 15 cm	300
b.	Tebal dinding 10 cm	200
4.	Dinding pasangan bata merah :	
a.	Satu batu	450
b.	Setengah batu	250
5.	Langit-langit dan dinding, terdiri :	
a.	Semen abses (eternity dan bahan lain sejenis), dengan tebal maksimum 4 mm	11
b.	Kaca, dengan tebal 3-5 mm	12
6.	Lantai kayu sederhana dengan balok kayu, tanpa langit-langit dengan bentang maksimum 5 m dan untuk beban hidup maksimum 200 kg/m ²	40
7.	Penggantung langit-langit (dari kayu), dengan bentang maksimum 5 m dan jarak s.k.s minimum 0,80 m	7
8.	Penutup lantai dari ubin semen portland, teraso dan beton, tanpa adukan per cm tebal	24
9.	Semen asbes gelombang (tebal 5 mm)	11

(Sumber : PPIUG, 1983)

2. Beban hidup (*live load*)

Berdasarkan Peraturan Pembebanan Indonesia Untuk Gedung Tahun 1983 (PPIUG 1983) menjelaskan bahwa “beban hidup merupakan semua beban yang terjadi akibat penghunian atau penggunaan suatu gedung dan juga termasuk beban-beban pada lantai yang berasal dari barang-barang yang dapat berpindah, misalnya mesin-mesin serta peralatan yang tidak merupakan bagian yang tidak terpisahkan dari gedung dan dapat diganti selama masa hidup dari gedung itu, sehingga mengakibatkan perubahan dalam pembebanan lantai dan atap tersebut”. Adapun beban hidup pada lantai gedung dapat dilihat pada **Tabel 2.3** dibawah ini:

Tabel 2.3 Beban Hidup Pada Lantai Gedung

No	Keterangan Beban Yang Bekerja	Beban Hidup (Kg/m ²)
a.	Lantai dan tangga rumah tinggal, kecuali yang disebut dalam b	200 Kg/m ²
b.	Lantai dan tangga rumah tinggal sederhana dan gudang-gudang tidak penting yang bukan untuk toko, pabrik ataupun bengkel	125 Kg/m ²
c.	Lantai sekolah, ruang kuliah, kantor, toko, toserba, restoran, hotel, asrama dan rumah sakit	250 Kg/m ²
d.	Lantai ruang olahraga	400 Kg/m ²
e.	Lantai ruang dansa	500 Kg/m ²
f.	Lantai dan balkon dalam dari ruang-ruang untuk pertemuan yang lain dari pada yang disebut dalam a s/d e, seperti masjid, gereja, ruang pegelaran, ruang rapat, bioskop dan panggung penonton dengan tempat duduk tetap	400 Kg/m ²
g.	Panggung penonton dengan tempat duduk tidak tetap atau untuk penonton yang berdiri	500 Kg/m ²
h.	Tangga, bordes tangga, dan gang dari yang disebut dalam c	300 Kg/m ²
i.	Tangga, bordes tangga, dan gang dari yang disebut dalam d, e, f dan g	500 Kg/m ²
j.	Lantai ruang pelengkap dari yang disebut dalam c, d, e, f dan g	250 Kg/m ²
k.	Lantai untuk : pabrik, bengkel, perpustakaan, ruang arsip, toko buku, toko besi, ruang alat-alat dan ruang mesin, harus direncanakan terhadap beban hidup yang ditentukan tersendiri, dengan minimum	400 Kg/m ²
l.	Lantai gedung parkir bertingkat : - Untuk lantai bawah - Untuk lantai tingkat lainnya	800 Kg/m ² 400 Kg/m ²
m.	Balkon-balkon yang menjorok bebas keluar harus direncanakan terhadap beban hidup dari lantai ruang yang berbatasan, dengan minimum	300 Kg/m ²

(Sumber : PPIUG, 1983)

Pada perencanaan balok-balok induk dan portal-portal dari sistem struktur pemikul beban dari suatu gedung, maka untuk memperhitungkan peluang terjadinya nilai-nilai beban hidup yang berubah-ubah. Peraturan ini dapat dikalikan dengan suatu koefisien reduksi yang nilainya bergantung pada penggunaan gedung yang ditinjau (PPIUG, 1983).

Adapun nilai koefisien reduksi untuk beban hidup dapat dilihat pada

Tabel 2.4 dibawah ini:

Tabel 2.4 Koefisien Reduksi Beban Hidup

Penggunaan gedung	Koefisien reduksi beban hidup	
	Untuk perencanaan balok induk dan portal	Untuk peninjauan gempa
PERUMAHAN/PENGHUNIAN: Rumah tinggal, asrama, hotel, rumah sakit	0,75	0,30
PENDIDIKAN : Sekolah, ruang kuliah	0,90	0,50
PERTEMUAN UMUM: Mesjid, gereja, bioskop, restoran, ruang dansa, ruang pegelaran	0,90	0,50
KANTOR : Kantor, bank	0,60	0,30
PERDAGANGAN : Gudang, perpustakaan ruang arsip	0,80	0,80
INDUSTRI : Pabrik, bengkel	1,00	0,90
TEMPAT KENDARAAN : Garasi, gedung parkir	0,90	0,50
GANG DAN TANGGA		
a. Perumahan/penghunian	0,75	0,30
b. Pendidikan, kantor	0,75	0,50
c. Pertemuan umum, perdagangan penyimpanan, indutsri, tempat kendaraan	0,90	0,50

(Sumber : PPIUG, 1983)

Beban Horizontal (Lateral)

Pada perencanaan konstruksi bangunan gedung yang diperhatikan adalah sesuai dengan PPIUG 1983 adalah :

1. Beban angin (*wind load*)

Berdasarkan Peraturan Pembebanan Indonesia Untuk Gedung Tahun 1983 (PPIUG 1983) menjelaskan bahwa “beban angin adalah semua beban yang bekerja pada gedung atau bagian gedung yang disebabkan oleh selisih dalam tekanan udara”. Beban angin ditentukan dengan menganggap adanya tekanan positif dan tekanan negatif (isapan), yang bekerja tegak lurus pada bidang-bidang yang ditinjau. Besarnya tekanan positif dan tekanan negatif ini dinyatakan dalam kg/m^2 , ditentukan dengan mengalikan tekanan tiup yang ditentukan dengan koefisien-koefisien angin yang ditentukan.

2. Beban gempa

Beban gempa adalah semua beban statik ekuivalen yang bekerja pada bangunan atau bagian bangunan yang menirukan pengaruh dari gerakan tanah akibat gempa itu.

3. Beban khusus

Setiap struktur dan/atau unsur struktur gedung harus diperiksa terhadap gaya-gaya khusus yang diakibatkan oleh selisih suhu, pemasangan, penurunan fondasi, susut rangkai, gaya rem, gaya sentrifugal, gaya dinamik dan pengaruh-pengaruh khusus lainnya.

Kombinasi Pembebanan

Berdasarkan Peraturan Pembebanan Indonesia Untuk Gedung Tahun 1983 (PPIUG 1983) dan SNI 03-1727-1989 tentang Pedoman Perencanaan Pembebanan Untuk Rumah dan Gedung, ada beberapa ketentuan mengenai kombinasi pembebanan yang harus ditinjau yaitu sebagai berikut :

1. Pembebanan tetap : $M + H$ (2.1)
2. Pembebanan sementara : $M + H + A$ (2.2a)
 $M + H + G$ (2.2b)
3. Pembebanan khusus : $M + H + K$ (2.3a)
 $M + H + A + K$ (2.3b)
 $M + H + G + K$ (2.3c)

Keterangan:

M = Beban mati
H = Beban hidup
A = Beban angin
G = Beban gempa
K = Beban khusus

Dari kombinasi pembebanan yang telah diuraikan, pada penelitian analisis struktur Gedung Rektorat yang dialih fungsi menjadi Gedung Perpustakaan Universitas Jambi hanya mempehitungkan pembebanan sementara yaitu menganalisis beban vertikal berupa beban mati, beban hidup dan beban horizontal berupa beban gempa.

2.3 Balok

Dipohusodo (1993) menjelaskan bahwa “balok adalah batang horizontal dari rangka struktural yang memikul beban tegak lurus sepanjang batang tersebut (biasanya berasal dari dinding, pelat atau atap bangunan) dan menyalurkannya pada tumpuan atau struktur dibawahnya”. Balok juga berfungsi sebagai pengekang dari struktur kolom. Balok berfungsi menahan kondisi pembebanan yang rumit seperti tekuk atau lentur. Kombinasi gaya tekan dan gaya tarik disebut lentur dan tegangannya tersebut tidak merata

pada potongan melintang. Gaya lentur bertambah jika beban pada balok berlebih sehingga pada daerah yang bertegangan tinggi terjadi aksi sendi (balok patah dan terdapat sendi pada titik ini).

Apabila suatu balok bentangan sederhana menahan beban yang mengakibatkan timbulnya momen lentur akan terjadi deformasi (regangan) lentur didalam balok tersebut. Regangan-regangan balok tersebut mengakibatkan timbulnya tegangan yang harus ditahan oleh balok, tegangan tekan disebelah atas dan tegangan tarik dibagian bawah. Agar stabilitas terjamin, batang balok sebagai bagian dari sistem yang menahan lentur harus kuat untuk menahan tegangan tekan dan tarik tersebut karena tegangan baja dipasang didaerah tegangan tarik bekerja, didekat serat bawah, maka secara teoritis balok disebut sebagai bertulangan baja tarik saja (Dipohusodo, 1996).

Dalam buku Struktur Beton Bertulang yang dijelaskan oleh Dipohusodo (1993), menjelaskan bahwa berdasarkan perencanaan lentur terdapat 3 macam bentuk balok beton bertulang, diantaranya dapat dirincikan sebagai berikut :

1. Balok persegi dengan tulangan tunggal

Balok persegi dengan tulangan tunggal merupakan balok yang hanya mempunyai tulangan tarik saja dan dapat mengalami keruntuhan akibat lentur.

2. Balok persegi dengan tulangan rangkap

Apabila besar penampang suatu balok dibatasi, mungkin dapat terjadi keadaan dimana kekuatan tekan beton tidak dapat memikul tekanan yang timbul akibat bekerjanya momen lentur. Maka dari itu dipasang tulangan dibagian serat tertekan.

3. Balok T

Balok T merupakan balok yang berbentuk huruf T dan bukan berbentuk persegi, sebagian dari pelat akan bekerja sama dengan bagian atas balok untuk memikul tekan. Perencanaan balok T adalah proses menentukan dimensi tebal dan lebar flens, lebar dan tinggi efektif badan balok dan luas tulangan baja tarik.

Dipohusodo (1993), juga menjelaskan bahwa berdasarkan tumpuannya terdapat 3 macam bentuk balok beton bertulang, diantaranya dapat dirincikan sebagai berikut :

1. Balok induk

Balok induk adalah balok yang bertumpu pada kolom dan balok yang menghubungkan tarik kolom dengan kolom lainnya. balok induk berfungsi sebagai memperkeciltebal pelat dan mengurangi besarnya lendutan yang terjadi. Balok induk direncanakan berdasarkan gaya maksimum yang

bekerja pada balok yang berdimensi sama. Untuk merencanakan balok induk ada beberapa hal yang perlu diperhatikan, diantaranya:

- a. Menentukan mutu beton yang akan digunakan
 - b. Menghitung pembebanan yang terjadi (beban mati, beban hidup dan beban sendiri balok)
2. Balok anak
- Balok anak adalah balok yang bertumpu pada balok induk atau tidak bertumpu langsung pada kolom. Balok anak berfungsi untuk memperkecil tebal pelat dan mengurangi besarnya lendutan yang terjadi.
3. Balok bagi (balok gantung)
- Balok bagi adalah balok yang menghubungkan balok anak dengan balok anak lainnya atau balok anak dengan balok induk.

Menurut Lisantono (2006), ada dua cara utama balok mengalami kegagalan akibat beban yaitu :

1. Kegagalan akibat beban dimana dua potongan balok yang berdekatan bergelincir satu sama lain dalam arah sejajar dengan bidang kontakannya. Ini adalah yang disebut dengan kegagalan geser.
2. Kegagalan ini tentu saja diasosiasikan dengan kecenderungan gaya eksternal transversal menyebabkan rotasi pada struktur atau melentur (*bend*).

Menurut Imran dan Zulkifli (2014), kekuatan pada struktur penahan lentur (balok) harus memenuhi persyaratan berikut:

$$\phi M_n \geq M_u \dots \dots \dots (2.4)$$

Nilai ϕ merupakan nilai faktor reduksi kekuatan yang berdasarkan SK SNI T-15-1991-03 pasal 3.2 ayat 3.2.3 adalah sebagai berikut:

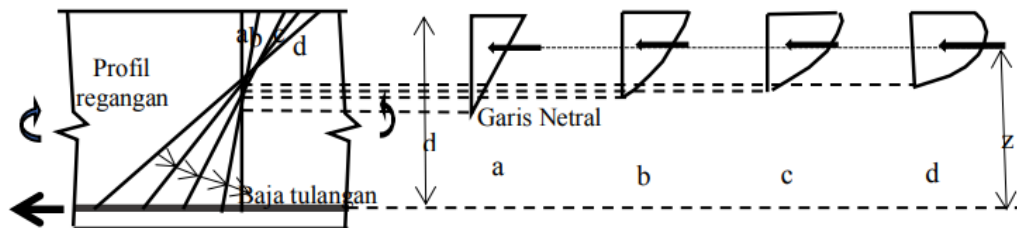
1. Lentur tanpa beban axial, $\phi = 0,80$
2. Beban axial, dan beban axial dengan lentur:
 - a. Axial tarik, dan axial tarik dengan lentur, $\phi = 0,80$
 - b. Axial tekan, dan axial tekan dengan lentur:
 - 1) Komponen struktur dengan tulangan spiral maupun sengkang ikat, $\phi = 0,70$
 - 2) Komponen struktur dengan tulangan sengkang biasa, $\phi = 0,65$
3. Geser dan torsi, $\phi = 0,60$
4. Tumpuan pada beton, $\phi = 0,70$

Kapasitas Lentur Balok Beton Bertulang

Beban-beban yang bekerja pada struktur, baik yang berupa beban gravitasi maupun beban lainnya, seperti beban angin atau juga beban karena susut dan beban karena perubahan temperatur, menyebabkan adanya lentur dan deformasi pada elemen struktur. Lentur pada balok merupakan akibat dari

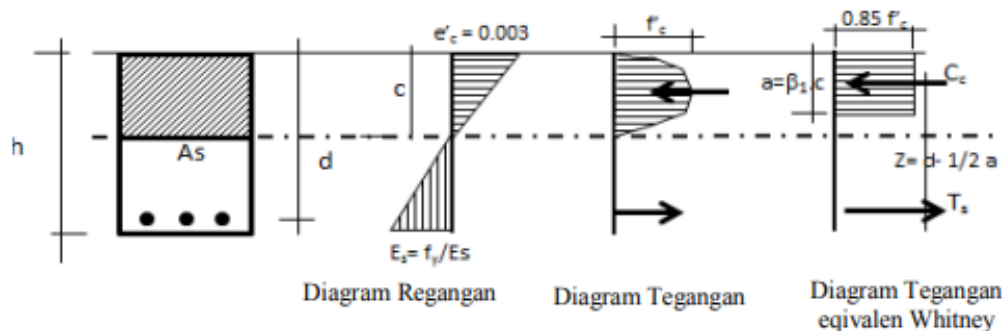
adanya regangan yang timbul karena adanya beban luar (Edward g Nawy, 1990).

Menurut Park & Paulay (1933), apabila suatu beban bekerja pada balok maka kondisi seimbang antara tegangan-regangan akan lenyap dan diagram tegangan tekan pada penampang balok beton akan berbentuk setara dengan kurva tegangan-regangan tekan seperti pada **Gambar 2.1** berikut:



Gambar 2.1 Diagram Tegangan dan Regangan Balok Beton Bertulang Kondisi Seimbang
(sumber : Park & Paulay, 1933)

Pada kondisi plastis tegangan beton tekan akan membentuk kurva nonlinier. Kurva tegangan diatas garis netral berbentuk sama dengan tegangan-regangan beton. Kurva nonlinier tersebut kemudian disederhanakan oleh whitney dalam **Gambar 2.2** berikut :



Gambar 2.2 Grafik hubungan tegangan-regangan kondisi plastis
(Sumber : Whitney)

Besar gaya-gaya dalam dirincikan sebagai berikut:

1. Gaya tekan

$$C_c = 0,85 f'_c b a \dots\dots\dots (2.5)$$

2. Gaya tarik

$$T_s = A_s f_y \dots\dots\dots (2.6)$$

3. Keseimbangan gaya dalam

$$C_s = T_s \dots\dots\dots (2.7)$$

Memberikan hasil tinggi balok tegangan:

$$a = \frac{A_s f_y}{0,85 f'_c b} \dots\dots\dots (2.8)$$

4. Letak garis netral

$$c = \frac{a}{\beta_1} \dots \dots \dots (2.9)$$

5. Momen

$$M_n = C (d - a/2) \dots \dots \dots (2.10.a)$$

$$M_n = T (a - a/2) \dots \dots \dots (2.10.b)$$

Analisis Penampang Balok

Adapun analisis penampang balok ini terdiri dari dua jenis yaitu analisis penampang balok dengan tulangan tunggal dan analisis penampang balok dengan tulangan rangkap. Kedua analisis penampang balok ini akan dirincikan sebagai berikut :

1. Analisis penampang balok dengan tulangan tunggal

Balok beton bertulang yang dibebani lentur murni harus mampu memikul tegangan tarik dan tekan yang terjadi. Beton mempunyai tegangan Tarik yang rendah (diabaikan), sehingga baja tulangan ditempatkan pada lokasi dibawah garis netral untuk memikul tegangan tarik yang terjadi. Solusi paling ekonomis adalah dengan menempatkan baja tulangan sejauh mungkin dari garis netral kecuali untuk selimut beton dalam kondisi normal sebesar 40 mm dari permukaan terluar (Zaidir, 2012).

Menurut Zaidir (2012), analisis penampang dapat dilaksanakan dengan memenuhi dua persyaratan berikut:

- a. Keseimbangan

$$1) \sum \text{Gaya} - \text{gaya dalam} = \sum \text{Gaya} - \text{gaya luar}$$

Untuk penampang yang dibebani lentur murni, gaya-gaya luar = 0, yang memberikan $\sum \text{Gaya} - \text{gaya dalam} = 0 \rightarrow T - C = 0$

$$2) \sum M_u (\text{dalam}) = \sum M_u (\text{luar}), \text{ yang diambil terhadap suatu titik pada penampang.}$$

- b. Kompatibilitas regangan

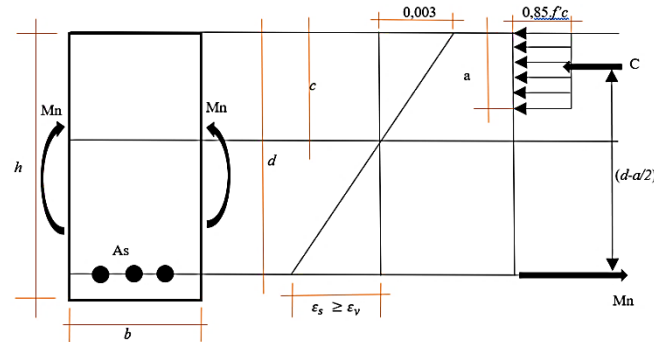
Regangan pada setiap titik pada penampang proporsional terhadap jaraknya dari garis netral.

Dalam melakukan analisis penampang balok berkenaan dengan perilaku tegangan yang akan terjadi pada beton dan baja tulangan, keruntuhan yang terjadi pada balok dapat dikelompokkan menjadi 3 tipe yaitu sebagai berikut :

- a. Keruntuhan tarik (*Tension failure*)

Keruntuhan tarik akan terjadi jika luas penampang baja tulangan tarik kecil, sehingga baja tulangan tarik akan mencapai tegangan lelehnya ($f_s \geq f_y$) terlebih dahulu sebelum tegangan tekan pada beton mencapai kapasitas

maksimumnya (Zaidir, 2012). Skematik diagram tegangan regangan pada kondisi keruntuhan tarik diperlihatkan pada **Gambar 2.3** berikut:



Gambar 2.3. Diagram tegangan dan regangan pada keruntuhan tarik
(sumber : Zaidir, 2012)

Keseimbangan dari gaya-gaya dalam dapat digunakan menentukan tinggi balok tegangan “a” sebagai berikut :

$$T = C \quad \dots\dots\dots (2.11)$$

$$A_s \cdot f_y = 0,85 \cdot f'_c \cdot b \cdot a \quad \dots\dots\dots (2.12)$$

$$a = \frac{A_s \cdot f_y}{0,85 \cdot f'_c \cdot b} \quad \dots\dots\dots (2.13)$$

Kapasitas momen internal penampang dihitung dengan mengambil momen dari gaya-gaya internal terhadap suatu titik penampang. Umumnya, titik ini diambil pada titik tangkap resultan gaya tekan C untuk menyederhanakan perhitungan atau sebaliknya. Besarnya momen internal penampang merupakan hasil perkalian antara gaya tarik dengan jarak ke titik tangkap gaya tekan. Jarak ini disebut sebagai lengan momen $jd = (d - a/2)$, seperti diperlihatkan pada **Gambar 2.3**, persamaan untuk kapasitas momen penampang ini adalah :

$$Mn = T \cdot jd = T \cdot \left(d - \frac{a}{2} \right) \quad \dots\dots\dots (2.14)$$

$$Mn = A_s \cdot f_y \cdot \left(d - \frac{a}{2} \right) \quad \dots\dots\dots (2.15)$$

Atau

$$Mn = C \cdot jd = C \cdot \left(d - \frac{a}{2} \right) \quad \dots\dots\dots (2.16)$$

$$Mn = 0,85 \cdot f'_c \cdot b \cdot a \cdot \left(d - \frac{a}{2} \right) \quad \dots\dots\dots (2.17)$$

Dengan memasukkan nilai a pada pers. 2.14, pers. 2.15 dapat dituliskan sebagai berikut:

$$Mn = A_s \cdot f_y \cdot \left(d - 0,5 \frac{A_s \cdot f_y}{0,85 \cdot f'_c \cdot b} \right) \quad \dots\dots\dots (2.18)$$

$$Mn = \rho \cdot b \cdot d^2 \cdot f_y \cdot \left(1 - 0,59 \frac{\rho \cdot f_y}{f'_c} \right) \quad \dots\dots\dots (2.19)$$

dengan $\rho = \frac{A_s}{b \cdot d}$

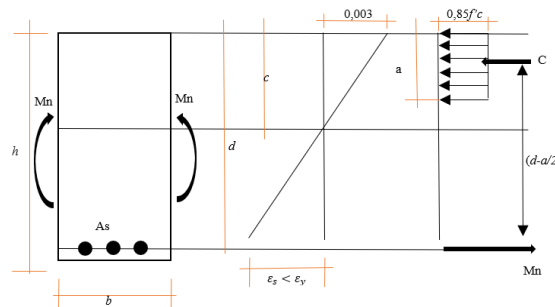
atau dapat juga dituliskan sebagai berikut:

$$Mn = \rho \cdot b \cdot d^2 \cdot \omega \cdot (1 - 0,59\omega) \dots\dots\dots (2.20.a)$$

$$\text{dengan } \omega = \frac{\rho \cdot f_y}{f'_c} \dots\dots\dots (2.10.b)$$

b. Keruntuhan tekan (*Compression failure*)

Keruntuhan tekan akan terjadi jika luas penampang baja tulangan tarik cukup besar, sehingga baja tulangan tarik belum mencapai tulangan lelehnya ($f_s < f_y$), sementara regangan tekan beton sudah mencapai kapasitas maksimumnya ($\epsilon_c = 0,003$). Skematik diagram tegangan regangan pada kondisi keruntuhan tekan diperlihatkan pada **Gambar 2.4** berikut :



Gambar 2.4 Diagram tegangan regangan pada keruntuhan tekan
(Sumber: Zaidir, 2012)

Untuk tipe keruntuhan tekan, dimana baja tulangan belum leleh ($f_s < f_y$), nilai tegangan yang terjadi pada baja tulangan ditentukan dari diagram regangan pada **Gambar 2.4**, sebagai berikut :

$$f_s = E_s \cdot \epsilon_s \dots\dots\dots (2.21)$$

$$\text{dimana: } \epsilon_s = 0,003 \cdot \frac{d-c}{c} = 0,003 \cdot \frac{\beta_1 d - a}{a} \text{ dan } a = \beta_1 \cdot c \dots\dots\dots (2.22)$$

dan $E_s = 200.000$ Mpa, dari pers. 2.44. dan 2.45 diperoleh

$$f_s = 600 \cdot \frac{\beta_1 d - a}{a} \dots\dots\dots (2.23)$$

jika keseimbangan gaya-gaya internal $C = T$, maka diperoleh :

$$T = C \dots\dots\dots (2.24.a)$$

$$0,85 \cdot f'_c \cdot a \cdot b = A_s \cdot f_y \dots\dots\dots (2.25.b)$$

$$0,85 \cdot f'_c \cdot a \cdot b = A_s \cdot 600 \cdot \frac{\beta_1 d - a}{a} \dots\dots\dots (2.25.c)$$

$$0,85 \cdot f'_c \cdot a^2 \cdot b = 600 \cdot (\beta_1 d - a) \cdot \rho \cdot b \cdot d \dots\dots\dots (2.25.d)$$

$$\left(\frac{0,85 \cdot f'_c}{600 \cdot \rho} \right) \cdot a^2 + d \cdot a - \beta_1 d^2 = 0 \dots\dots\dots (2.25.e)$$

Pers. 2.25.e adalah persamaan kuadrat dalam a dengan menggunakan rumus abc, akar-akar persamaan tersebut dapat diselesaikan untuk mendapatkan nilai a . Dengan diperolehnya nilai a maka kapasitas momen penampang dapat ditentukan sebagai berikut :

$$Mn = C \cdot \left(d - \frac{a}{2} \right) \dots\dots\dots (2.26.a)$$

$$Mn = 0,85.f'c.b.a. \left(d - \frac{a}{2}\right) \dots\dots\dots (2.26.b)$$

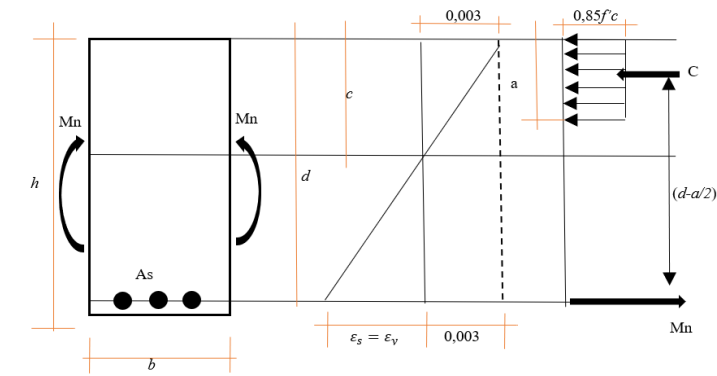
atau dengan persamaan berikut :

$$Mn = As.f_s.\left(d - \frac{a}{2}\right) \dots\dots\dots (2.27.a)$$

$$\text{Dengan } f_s = 600.\frac{\beta_1 d - a}{a} < f_y \dots\dots\dots (2.27.b)$$

c. Keruntuhan seimbang (*balanced*)

Keruntuhan seimbang (*balanced*) dapat dijelaskan pada **Gambar 2.5** Pada keruntuhan ini terjadi pada saat regangan beton (ϵ_c) mencapai nilai 0,003 dan pada saat yang sama baja tulangan mencapai regangan lelehnya ($\epsilon_g = \epsilon_y$), dari segitiga regangan yang diperlihatkan pada **Gambar 2.5** dapat dituliskan persamaan 2.28 yaitu sebagai berikut :



Gambar 2.5 Diagram tegangan regangan pada keruntuhan seimbang
(Sumber: Zaidir, 2012)

$$\frac{\epsilon_s}{\epsilon_c} = \frac{\epsilon_y}{0,003} = \frac{d - c_b}{c_b} \quad (2.28)$$

Dimana c_b adalah jarak garis netral pada kondisi seimbang (*balanced*) dan regangan leleh baja, $c_y = f_y/E_g$

$$\frac{c_b}{d} = \frac{0,003}{0,003 + \frac{f_y}{E_y}} \dots\dots\dots (2.29)$$

$$c_b = \frac{0,003.E_s}{0,003.E_s + f_y} \cdot d \dots\dots\dots (2.30)$$

Dengan $E_s = 200.000$ MPa diperoleh :

$$c_b = \frac{600}{600 + f_y} \cdot d \quad (2.31)$$

Tinggi blok tegangan, $a_b = \beta_1.c_b$, dari pers. Diperoleh :

$$a_b = \frac{600}{600 + f_y} \cdot \beta_1 \cdot d \dots\dots\dots (2.32)$$

Keseimbangan internal penampang : $C = T$

$$0,85.f'c.b.a_b = As.f_y \dots\dots\dots (2.33)$$

$$P_b = \frac{As}{b.d} \rightarrow As = p_b.b.d \dots\dots\dots (2.34)$$

$$0,85.f'c.b.\frac{600}{600 + f_y} \cdot \beta_1 \cdot d = P_b.b.d.f_y \dots\dots\dots (2.35)$$

$$P_b = 0,85 \cdot \beta_1 \cdot \frac{f'_c}{f_y} \left(\frac{600}{600 + f_y} \right) \dots\dots\dots (2.36)$$

Dimana : P_b = rasio tulangan pada keruntuhan seimbang (*balanced*)

Secara umum, jika diketahui rasio tulangan pada suatu penampang balok beton bertulang ($P = A_g / b \cdot d$) dan P_b dapat ditentukan dari pers. Maka tipe keruntuhan dari balok tersebut dapat ditentukan sebagai berikut :

Jika : $p < P_b \rightarrow$ balok akan mengalami keruntuhan tarik

Jika : $p = P_b \rightarrow$ balok akan mengalami keruntuhan seimbang

Jika : $p > P_b \rightarrow$ balok akan mengalami keruntuhan tekan

Menurut Nawy (1990), berdasarkan jenis keruntuhannya, keruntuhan yang terjadi pada balok dapat dikelompokkan menjadi 3 kelompok yaitu sebagai berikut;

a. Kondisi *balanced*

Pada awal terjadinya keruntuhan, regangan tekan yang diizinkan pada saat serat tepi yang tertekan adalah 0,003 sedangkan regangan baja sama dengan regangan leleh yaitu $\epsilon_y = f_y / E_c$.

b. Kondisi *over-reinforced*

Keruntuhan ditandai dengan hancurnya beton yang tertekan. Pada awal keruntuhan, regangan baja ϵ_s yang terjadi masih lebih kecil dari pada regangan lelehnya ϵ_y . Dengan demikian tegangan baja f_s juga lebih kecil daripada tegangan lelehnya f_y , kondisi ini terjadi apabila tulangan yang digunakan lebih banyak daripada yang diperlukan dalam keadaan *balanced*.

c. Kondisi *under reinforced*

Keruntuhan ditandai dengan terjadinya leleh pada tulangan baja. Tulangan baja ini terus bertambah panjang dengan bertambahnya regangan ϵ_y . Kondisi penampang yang demikian dapat terjadi apabila tulangan tarik yang dipakai pada balok bertulang kurang dari yang diperlukan dibawah kondisi *balanced*.

2. Analisis balok dengan tulangan rangkap

Penampang balok dengan tulangan rangkap adalah penampang dengan baja tulangan pada bagian tarik dan tekan beton. Pada banyak kasus, penggunaan penulangan rangkap sangat dibutuhkan apabila persyaratan arsitektur membatasi ketinggian balok.

Dari segi ekonomis, direkomendasikan untuk merencanakan elemen struktur sebagai penampang dengan tulangan tunggal dengan baja tulangan tarik. Jika luas tulangan tarik melampaui luas tulangan maksimum baja yang ditentukan oleh standar, maka penulangan tekan dapat ditambahkan. Penambahan baja tulangan tekan kemungkinan akan merubah tipe keruntuhan

tekan menjadi keruntuhan tekan menjadi keruntuhan tarik atau dapat merubah kondisi dari penulangan lebih (*over-reinforced*) menjadi penulangan kurang (*under-reinforced*). Tulangan tekan juga dapat mengurangi lendutan dalam jangka panjang dan meningkatkan daktilitas balok. Secara umum luas tulangan tekan berkisar antara 0,1-0,5 luas tulangan tarik. Untuk daerah rawan gempa, dimana akibat beban gempa akan menyebabkan perubahan arah dari momen-momen yang bekerja, dianjurkan untuk menggunakan luas tulangan tekan 50% dari tulangan tarik. Luas tulangan A_s' digambarkan dalam bentuk rasio tulangan tarik A_s' sebagai berikut :

$$\delta = \frac{A_s'}{A_s} \dots\dots\dots (2.37)$$

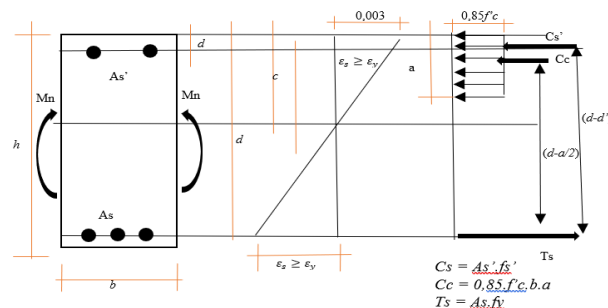
dimana δ berkisar antara 0,1 – 0.5

a. Kasus 1 : Baja tulangan tekan sudah leleh ($f_s' \geq f_y$)

Keseimbangan gaya-gaya dan kompatibilitas regangan dapat digunakan untuk menganalisis penampang tersebut. Distribusi regangan dan gaya-gaya internal yang bekerja pada balok dengan tulangan tekan diperlihatkan pada **Gambar 2.7**.

Gaya tekan yang bekerja adalah penjumlahan dari 2 bagian gaya, yaitu :

- a) gaya tekan beton C_c
- b) gaya baja tulangan tekan C_s .



Gambar 2.6 Analisis penampang tulangan rangkap pada kondisi baja tulangan leleh
(Sumber: Zaidir, 2012)

Dengan asumsi baja tulangan tekan dan tarik sudah leleh ($f_s' = f_s = f_y$), tinggi blok tegangan “a” dapat ditentukan dari persamaan berikut:

$$C_c + C_s = T \dots\dots\dots (2.38)$$

$$0,85.fc'.a.b + A_s'.f_y = A_s.f_y \dots\dots\dots (2.39)$$

$$a = \frac{(A_s - A_s').f_y}{0,85.fc.b} \quad (2.40)$$

Tegangan pada baja tulangan tarik f_s dan tekan f_s' dapat dicek dengan menggunakan kompatibilitas regangan berikut :

$$\epsilon_s = 0,003 \frac{d-c}{c} \quad (2.41.a)$$

$$\epsilon_s' = 0,003 \frac{c-d'}{c} \quad (2.41.b)$$

$$f_s = \varepsilon_s \times E_s = 600 \cdot \frac{d-c}{c} \dots\dots\dots (2.42.a)$$

$$f'_s = \varepsilon'_s \times E_s = 600 \cdot \frac{c-d'}{c} \dots\dots\dots (2.42.b)$$

$$f'_s = 600 \cdot \frac{c-d'}{c} = 600 \cdot \frac{a-\beta_1 d'}{a} \dots\dots\dots (2.42.c)$$

Jika diperoleh nilai $f'_s < f_y$, analisis dapat dilakukan dengan menggunakan prosedur pada kasus 2.

Sebaliknya, jika $f'_s \geq f_y$ pada pers. 2.42.c maka asumsi bahwa baja tulangan tekan sudah leleh valid, dan kapasitas momen dapat ditentukan dari persamaan berikut :

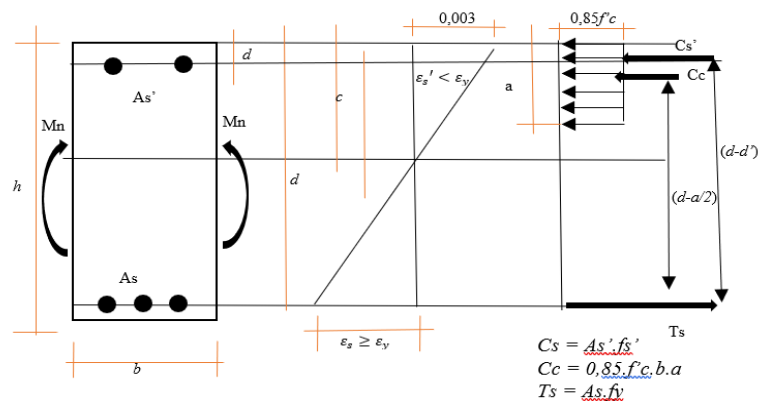
$$M_n = (A_s - A'_s) \cdot f_y \cdot (d - 0,5 a) + A'_s \cdot f_y (d - d') \dots\dots\dots (2.43)$$

$$M_n = 0,85 \cdot f'_c \cdot b \cdot a (d - 0,5 a) + A'_s \cdot f_y (d - d') \dots\dots\dots (2.44)$$

b. Kasus 2 : Baja tulangan tekan belum leleh ($f'_s < f_y$)

Distribusi regangan dan gaya-gaya internal yang bekerja pada balok dengan tulangan tekan diperlihatkan pada Gambar. Dengan menggunakan persamaan keseimbangan dan dari **Gambar 2.8** dapat dituliskan persamaan 2.45.

$$0,85 \cdot f'_c \cdot b \cdot a + A'_s \cdot f_y = A_s \cdot f_s \dots\dots\dots (2.45)$$



Gambar 2.7 Analisis penampang tulangan rangkap pada kondisi baja tulangan belum leleh
(Sumber: Zaidir, 2012)

Dengan substitusi nilai f'_s dari pers. 2.42.c ke pers. 2.45, akan diperoleh :

$$0,85 \cdot f'_c \cdot b \cdot a + A'_s \cdot 600 \cdot \frac{a-\beta_1 d'}{a} = A_s \cdot f_y \dots\dots\dots (2.46)$$

Persamaan tersebut dapat dituliskan sebagai berikut :

$$0,85 \cdot f'_c \cdot b \cdot a^2 + (600 \cdot A'_s - A_s \cdot f_y) \cdot a - 600 A'_s \cdot \beta_1 \cdot d' = 0 \dots\dots\dots (2.47.a)$$

$$a^2 + \left\{ \frac{(600 A'_s - A_s \cdot f_y)}{0,85 \cdot f'_c \cdot b} \right\} \cdot a - \left(\frac{600 A'_s \cdot \beta_1 \cdot d'}{0,85 \cdot f'_c \cdot b} \right) = 0 \dots\dots\dots (2.47.b)$$

Penyelesaian pers. Akan diperoleh nilai "a". kapasitas momen penampang

$$M_n = 0,85 \cdot f'_c \cdot b \cdot a \cdot (d - 0,5 a) + A'_s \cdot f'_s (d - d') \dots\dots\dots (2.48)$$

$$M_n = (A_s \cdot f_y - A'_s \cdot f'_s) (d - 0,5 a) + A'_s \cdot f'_s (d - d') \dots\dots\dots (2.49)$$

Sama halnya pada penampang balok dengan tulangan tunggal, keruntuhan tarik dan tekan dapat pula terjadi pada balok dengan tulangan rangkap. Pada keruntuhan tarik, baja tulangan tarik sudah leleh ($f_g = f_y$) dan pada keruntuhan tekan baja tulangan tarik belum leleh ($f_g < f_y$). Pada kedua tipe keruntuhan tersebut, baja tulangan tekan dapat leleh ($f'_g = f_y$) atau belum leleh ($f'_g < f_y$).

Analisis Kekuatan Penampang Balok

Menurut Imran dan Zulkifli (2014) kekuatan pada struktur penahan lentur (balok) harus memenuhi persyaratan sebagai berikut:

$$\phi M_n \geq M_u \dots\dots\dots (2.50)$$

Nilai ϕ merupakan nilai faktor reduksi kekuatan yang berdasarkan SK SNI T-15-1991-03 pasal 3.2 ayat 3.2.3 adalah sebagai berikut:

5. Lentur tanpa beban axial, $\phi = 0,80$
6. Beban axial, dan beban axial dengan lentur:
 - c. Axial tarik, dan axial tarik dengan lentur, $\phi = 0,80$
 - d. Axial tekan, dan axial tekan dengan lentur:
 - 3) Komponen struktur dengan tulangan spiral maupun sengkang ikat, $\phi = 0,70$
 - 4) Komponen struktur dengan tulangan sengkang biasa, $\phi = 0,65$
7. Geser dan torsi, $\phi = 0,60$
8. Tumpuan pada beton, $\phi = 0,70$

2.4 Pelat Lantai

Pelat lantai adalah pelat datar besar yang ditopang oleh balok, dinding atau kolom beton bertulang. Jika pelat tersebut hanya ditopang pada kedua sisi yang saling berhadapan, pelat tersebut disebut pelat satu arah, karena lentur hanya terjadi pada satu arah yaitu arah tegak lurus sisi perletakan. Jika pelat ditopang oleh balok pada kedua keempat sisinya, pelat disebut pelat dua arah karena lendutan yang terjadi pada kedua arah tersebut. Sebenarnya, jika suatu pelat persegi ditopang di keempat sisinya tetapi sisi yang lebih panjang memiliki panjang dua kali atau lebih daripada sisi pelat pendek, pelat tersebut akan bekerja seperti pelat satu arah untuk semua tujuan praktis (Mc Cormac, 2001).

Dipohusodo (1996) menjelaskan bahwa “beban yang bekerja pada pelat umumnya diperhitungkan terhadap beban gravitasi (beban mati dan atau beban hidup), beban-beban tersebut mengakibatkan terjadinya momen lentur (seperti pada kasus balok)”.

Analisis Kekuatan Pelat Lantai

Pelat lantai selain berfungsi sebagai struktur sekunder juga dapat berfungsi sebagai diafragma yang membantu menyalurkan gaya-gaya lateral akibat gempa ke rangka struktur utama (Budiono dan Supriatna, 2011).

Menurut Fauzan dan Rizwan (2002), analisis kekuatan pada pelat sama seperti analisis pada balok, pembebanan disesuaikan dengan pembebanan persatuan panjang dari lajur pelat sehingga gaya momen yang timbul adalah gaya per lebar satuan pelat berdasarkan pola lendutan dan momen tipikal dengan sistem balok.

Berdasarkan SNI 03-2847-2002 dalam menganalisis kekuatan pelat yang harus ditinjau adalah analisis kekuatan lentur yang terjadi. Analisis kekuatan lentur yang terjadi pada pelat dapat diuraikan sebagai berikut.

1. Analisis kekuatan lentur pelat

Analisis kekuatan pelat dibawah ini dianggap hanya menahan kekuatan lentur saja, sama halnya pada balok dengan perletakan sendi-rol yang didominasi oleh lenturan dan geser, akan tetapi karena struktur pelat yang cenderung lebar maka dianggap beton pada pelat mampu menahan gaya geser tanpa ada bantuan dari tulangan geser.

Analisis lentur pada pelat sama seperti analisis lentur pada balok, hanya saja pelat cenderung lebar yaitu lebih dari 1 meter, maka untuk mempermudah analisis dilakukan pada tinjauan 1 meter arah lebar pelat.

Menurut Wang dan Salmon (1994), momen yang didapat pada tahap awal menghasilkan nilai momen perlu (M_u), sehingga:

$$M_n = \frac{M_u}{\phi} \dots\dots\dots (2.51)$$

Menurut SK SNI T-15-1991-03 tentang "Tata Cara Perhitungan Struktur Beton untuk Bangunan Gedung", rasio tulangan yang diperlukan adalah:

$$\rho_{min} \leq \rho \leq \rho_{maks} \dots\dots\dots (2.52)$$

a. Luas (A_s)

$$A_s = \rho . b . d \dots\dots\dots (2.53)$$

b. Jarak tulangan (s)

$$S = - \frac{b (\frac{1}{4} \pi \phi_{tul}^2)}{m} \dots\dots\dots (2.54)$$

c. Kontrol kapasitas dan tulangan yang digunakan

$$C_c = T_s \dots\dots\dots (2.55)$$

$$C_c = 0,85 . f_c' . a . b \dots\dots\dots (2.56)$$

$$T_s = A_s . f_s \dots\dots\dots (2.57)$$

d. Kuat lentur nominal pelat

Apabila diasumsikan tulangan tarik telah leleh, maka:

$$f_s = f_y \dots \dots \dots (2.58)$$

sehingga pemeriksaan kuat lentur nominal pelat adalah :

$$M_n = T_s d - \frac{a}{2} \dots \dots \dots (2.59)$$

Pemeriksaan Lendutan Pelat

Pemeriksaan lendutan pada pelat mengacu pada “Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung SK SNI T-15-1991-03” yaitu :

$$\delta_{yang\ terjadi} < \delta_{ijin} \dots \dots \dots (2.60)$$

SK SNI T-15-1991-03 menjelaskan bahwa batas lendutan izin maksimum pada komponen struktur “lantai tidak menahan atau berhubungan dengan komponen nonstruktural yang mungkin rusak akibat lendutan yang besar” dengan lendutan yang diperhitungkan akibat beban hidup adalah sebesar 1 – 360.

2.5 ETABS

Program *ETABS* merupakan program untuk menganalisis struktur bangunan. Banyak program yang bisa digunakan untuk menganalisis struktur bangunan, *ETABS* merupakan program yang banyak digunakan untuk menganalisis struktur, terutama untuk bangunan-bangunan tinggi (*high rise building*).

Program *ETABS* (*Extended Three Analysis Building System*) merupakan program analisis struktur yang dikembangkan oleh perusahaan *software Computers and Structures, Incorporated* (CSI) yang berlokasi di Barkeley, California, Amerika Serikat. Barawal dari penelitian dan pengembangan riset oleh Dr. Edward L. Wilson pada tahun 1970 di Universitas of California, Barkeley, Amerika Serikat. Maka pada tahun 1975 didirikan perusahaan CSI oleh Ashraf Habibullah.

Penggunaan aplikasi ini sangat tepat bagi perencana struktur untuk menganalisis struktur yang telah dirancang karena ketepatan dari hasil (*output*) dan memiliki waktu yang efektif untuk melakukan analisis strukturnya. Adapun kelebihan aplikasi *ETABS* yaitu sebagai berikut :

1. Fitur pada aplikasi *ETABS* lebih *simple*, ringan dan cepat untuk dioperasikan (*fast loading*). Hal ini disebabkan karena fitur dan menu yang ada di aplikasi *ETABS* hanya dikhususkan untuk desain gedung saja.
2. Data karakteristik gedung yang akan dilakukan analisis struktur dapat di *input* dengan lebih cepat, mudah dan praktis yang meliputi :
 - a. Jumlah lantai
 - b. Ketinggian antar lantai yang sama
 - c. Ketinggian lantai bawah

d. Penentuan satuan yang akan digunakan

Dalam melakukan analisis struktur dengan bantuan *software ETABS* terdapat beberapa langkah yang wajib dilakukan diantaranya adalah sebagai berikut :

1. Pemodelan struktur kolom dan balok pada aplikasi *ETABS*

Kolom dan balok ini merupakan komponen utama sehingga dimodelkan sebagai *frame* lengkap beserta dimensi penampang dan ukuran bentang masing-masing sesuai gambar rencana.

2. Penentuan jenis dan mutu bahan

Penentuan jenis dan mutu bahan terdiri dari dua yaitu dapat dirincikan sebagai berikut :

a. Mutu beton

Mutu beton bertulang merupakan kualitas atau kekuatan karakteristik dari beton bertulang yang biasanya ditunjukkan dengan satuan angka dan huruf seperti K dan f_c' . Adapun penjelasan mengenai mutu beton dapat dirincikan sebagai berikut :

1) Mutu beton K

Mutu beton K merupakan kuat tekan karakteristik beton untuk per cm^2 dengan benda uji kubus dan umur beton 28 hari. Di Indonesia, mutu beton K yang paling sering digunakan dibandingkan dengan Mutu beton f_c' . Adapun rumus konversi mutu beton K ke mutu beton f_c' yaitu :

$$f_c' = \frac{K (\text{kg/cm}^2)}{10 \text{ kg/cm}^2} \times 0,83 \dots\dots\dots (2.51)$$

$$1 \text{ MPa} = 1 \text{ N/mm}^2 = 10 \text{ kg/cm}^2$$

2) Mutu beton f_c'

Mutu beton f_c' merupakan kuat tekan beton dengan satuan MPa karena menggunakan benda uji silinder dan umur beton 28 hari. Adapun rumus konversi mutu beton f_c' ke mutu beton K yaitu :

$$K = \frac{f_c' (\text{MPa}) \times 10 \text{ kg/cm}^2}{0,83} \dots\dots\dots (2.52)$$

$$1 \text{ MPa} = 1 \text{ N/mm}^2 = 10 \text{ kg/cm}^2$$

b. Mutu baja

Berdasarkan SNI 03-2847-2013, tulangan merupakan batang baja berbentuk polos atau ulir yang berfungsi untuk menahan gaya tarik pada komponen stuktur beton. Dalam SNI 2052-2017, baja tulangan beton dapat dibedakan menjadi dua yaitu sebagai berikut :

- 1) Baja tulangan beton polos (BJTP)
Baja tulangan polos ini biasanya digunakan untuk tulangan geser/begel/senggang dan mempunyai tegangan leleh (f_y) minimal sebesar 240 MPa (BJTP-24), dengan ukuran Ø6, Ø8, Ø10, Ø12, Ø14 dan Ø16 (dengan Ø menyatakan symbol diameter polos).
- 2) Baja tulangan beton sirip/ulir (BJTS/BJTD)
Baja tulangan sirip/ulir ini biasanya digunakan untuk tulangan longitudinal atau tulangan memanjang dan mempunyai tegangan leleh (f_y) minimal sebesar 300 MPa (BJTS-30/BJTD-30), dengan ukuran D10, D13, D16, D19, D22, D25, D29, D32, dan D36.
3. Penentuan dimensi elemen struktur
Penentuan dimensi elemen struktur ini dilakukan untuk meng-*input* ukuran balok, kolom dan pelat lantai sehingga membentuk *frame* yang lengkap beserta mutu beton dan mutu bajanya.
4. Pembebanan pada struktur
Pembebanan pada struktur disesuaikan dengan fungsi gedung yang akan ditinjau. Beban yang sering dilakukan analisis yaitu beban hidup dan beban mati.
5. Kombinasi pembebanan struktur
Kombinasi pembebanan struktur ini berfungsi untuk mengetahui beban ultimate maksimum ($P_{u \max}$) dan momen ultimate maksimum ($M_{u \max}$) yang akan bekerja pada suatu struktur.
6. Analisa dengan aplikasi *ETABS*
Analisa ini dilakukan untuk melihat hasil dari pemodelan struktur hingga kombinasi beban yang terjadi, apakah struktur masih mampu menahan beban yang bekerja atau mengalami kegagalan struktur.

2.6 Penelitian Terdahulu

Penelitian yang akan dilakukan tidak terlepas dari hasil penelitian-penelitian terdahulu. Penelitian terdahulu sebagai bahan perbandingan dan kajian terhadap penelitian yang akan dilakukan. Dalam penelitian terdahulu hasil penelitian yang akan dijadikan perbandingan ini tidak terlepas dari topik penelitian yang akan dilakukan yaitu mengenai Analisis Kekuatan Struktur Balok dan Pelat Lantai Akibat Rencana Alih Fungsi Bangunan dimana untuk analisis struktur balok dan pelat lantai ini dilakukan secara manual dan dengan *software ETABS student version*.

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan oleh Christiawan (2008), melakukan penelitian mengenai Evaluasi Kinerja Perkuatan Struktur Gedung

Guna Alih Fungsi Bangunan, yang bertujuan untuk mengevaluasi kinerja dan kekuatan struktur pada kondisi *existing* serta memberikan alternatif solusi perkuatan. Evaluasi kinerja struktur gedung pada Universitas Semarang yang mana mengalami perubahan fungsi bangunan ruang kelas menjadi ruang perpustakaan. Pada evaluasi gedung ini kinerja batas layan dan kinerja batas ultimate didapatkan simpangan antar tingkat < simpangan ijin, yang artinya telah memenuhi syarat sesuai dengan SNI-1726-2002. Dalam analisis struktur balok diperlukan perkuatan lentur dan geser dengan menggunakan FRP sehingga mampu menahan kuat lentur balok sebesar 21,64% dan kuat geser 28,77%.

Alfianto dan Rahmat (2018), melakukan penelitian mengenai Analisa Perhitungan Bangunan dengan Metode *Etabs* Versi 9.7.2 dengan metode studi literatur dan analisis dengan cara Takabaye. Tujuan penelitian ini adalah memperoleh perencanaan yang lebih ekonomis, cepat dan tepat, serta membandingkan dengan konsultan perencana. Dalam analisis struktur menggunakan *ETABS* dapat menghasilkan gaya-gaya dalam yang terjadi dan kekuatan masing-masing elemen struktur dari beberapa kombinasi yang digunakan. kekuatan suatu struktur balok diketahui setelah melakukan *run* dengan *ETABS*, bila balok berwarna merah (mengalami *over strength*) artinya penampang terlalu kecil dan tidak sanggup menahan beban-beban yang bekerja diatasnya maka penampang perlu diperbesar. Sehingga dari analisis hasil *ETABS* ini dapat dibandingkan dengan konsultan perencana untuk ukuran penampang balok, kolom, *sloof* dan pelat lantai.

Perbandingan dengan penelitian terdahulu dapat dilihat pada rincian

Tabel 2.5 Dibawah ini :

Tabel 2.5 Perbandingan Hasil Penelitian

Komponen	Penulis	
	Ignatius Christiawan, Andreas triwiyono, Hary Christady 2008	Rudi Alfianto & Dedi Rahmat 2018
Judul Penelitian	Evaluasi Kinerja Dan Perkuatan Struktur Gedung Guna Alih Fungsi Bangunan	Analisa Perhitungan Bangunan Dengan Metode Etabs Versi 9.7.2
Jurnal	Forum Teknik Sipil	<i>Journal Of Civil Engineering, Building And Transportasion (JCEBT)</i>
Volume dan halaman	No.XVIII/I, Hal 725 - 738	ISSN 2549-6379 (Print) dan ISSN 2549-6387 (Online), Hal 28 - 33
Lokasi penelitian	Ruang kelas Universitas Semarang	Proyek Surya Bomeo Industri di Kota pangkalan bun-Kalimantan Tengah
Metode penelitian	Studi literatur	Studi literatur dan metode perhitungan dengan Takabeya
Hasil penelitian	Perubahan fungsi bangunan perlu mengevaluasi kinerja	Dalam analisis struktur menggunakan Etabs dapat

batas layan dan kinerja batas ultimate untuk melihat apakah telah memenuhi syarat sesuai ketentuan SNI. Pada evaluasi gedung ini kinerja batas layan dan kinerja batas ultimate didapatkan simpangan antar tingkat < simpangan izin, yang artinya telah memenuhi syarat sesuai dengan SNI-1726-2002. Dan nilai perkuatan lentur dan geser dengan menggunakan FRP sehingga mampu menahan kuat lentur balok sebesar 21,64% dan kuat geser 28,77%.	menghasilkan gaya-gaya dalam yang terjadi dan kekuatan masing-masing elemen struktur. kekuatan suatu struktur balok diketahui setelah melakukan run dengan Etabs, bila balok berwarna merah (<i>over strength</i>) artinya penampang terlalu kecil dan tidak sanggup menahan beban-beban yang bekerja diatasnya maka penampang perlu diperbesar
---	--

Dengan mengamati penelitian-penelitian yang telah dilakukan diatas maka penulis dapat menyimpulkan bahwa *software ETABS* sangat membantu dalam menganalisis suatu struktur bangunan karena dapat terlihat bahwa suatu struktur yang masih mampu dalam menahan beban-beban yang bekerja pada struktur tersebut. Sehingga dalam penelitian yang akan penulis lakukan *software ETABS* sangat dibutuhkan untuk menganalisis kekuatan struktur penampang balok dan pelat lantai akibat alih fungsi bangunan yaitu Gedung Rektorat menjadi Gedung Perpustakaan Universitas Jambi karena penulis ingin mengetahui bahwa dengan alih fungsi bangunan struktur pada fungsi awal masih mampu atau tidak menahan beban-beban yang bekerja.

III. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Obyek penelitian adalah Gedung Rektorat Universitas Jambi yang akan dialih fungsi menjadi Gedung Perpustakaan. Obyek penelitian ini terletak di Jl. Lintas Sumatera Jl. Jambi-Muara Bulian No.Km. 15, Mendalo Darat, Kec. Jambi Luar Kota, Kabupaten Muaro Jambi. Waktu penelitian ini dimulai sejak bulan November 2020 hingga bulan April 2021. Peninjauan dimensi komponen struktur dilapangan, pengambilan dokumen gambar rencana dan pengujian *hammer test* untuk mengetahui mutu beton dilaksanakan pada April 2021.

3.2 Peralatan Penelitian

Peralatan yang digunakan dalam pelaksanaan penelitian yang dilakukan pada Gedung Rektorat Universitas Jambi dirincikan sebagai berikut :

1. *Hammer test* (alat uji *hammer*) digunakan untuk mengambil sampel mutu beton.
2. Tangga dan *scaffolding* digunakan pada saat melakukan *hammer test* pada ketinggian tertentu.
3. Meteran digunakan pada saat melakukan pengukuran dimensi Gedung Rektorat Universitas Jambi.
4. Spidol digunakan untuk memberi tanda pada titik uji balok dan pelat lantai
5. Buku dan pena digunakan untuk menulis data dari hasil *hammer test*.

3.3 Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan dalam penyelesaian Tugas Akhir ini adalah menggunakan metode studi kasus (evaluasi). Cakupan metode evaluasi ini mengetahui reaksi yang terjadi akibat beban yang bekerja sehingga dapat dilakukan analisis kekuatan struktur gedung, terutama meninjau kekuatan struktur balok dan pelat lantai pada Gedung Rektorat yang akan dialih fungsikan menjadi Gedung Perpustakaan. Proses analisis dengan metode evaluasi berupa pembuatan ulang dengan menggunakan model yang dibuat sesuai kondisi bangunan yang tercantum dalam gambar rencana dan syarat-syarat dengan menggunakan *software ETABS*. Evaluasi yang dilakukan ini mengacu pada “SNI 03-1727-1989 Mengenai Pedoman Perencanaan Pembebanan untuk Rumah dan Gedung”.

Tahapan dalam melakukan analisis kekuatan struktur balok dan pelat lantai terdiri dari 4 tahapan yaitu tahap pengumpulan data, tahap *input*, tahap analisis dan tahap *output*. Tahap analisis ini dapat dirincikan sebagai berikut:

1. Pada tahap pengumpulan data penulis akan mengumpulkan semua data yang akan digunakan dalam menganalisis struktur balok dan pelat lantai.
2. Pada tahap *input* akan dijelaskan tentang dimensi dan spesifikasi elemen struktur, penentuan beban yang bekerja dan pemodelan 3D menggunakan *software ETABS student versions*.
3. Tahap analisis adalah tahap pemodelan struktur dengan menggunakan *software ETABS student versions*, yaitu memasukkan perhitungan gaya dalam elemen struktur balok dan pelat lantai serta kombinasi terhadap beban-beban yang bekerja. Tahap analisis ini akan memperoleh nilai Beban Ultimate (P_u) dan Momen Ultimate (M_u).
4. Tahap *output* membahas tentang hasil dari gaya dalam struktur balok dan pelat lantai yang terjadi. Pada tahap *output* ini hasil dari analisis akan ditinjau kembali untuk melihat apakah telah memenuhi syarat momen nominal yang direduksi lebih besar dari momen ultimate ($\phi M_n \geq M_u$). Peninjauan ini digunakan untuk melihat kekuatan struktur balok dan pelat lantai dalam menahan beban-beban yang bekerja akibat alih fungsi bangunan.

3.4 Variabel Penelitian

Pada penelitian dengan judul “Analisis Kekuatan Struktur Balok dan Pelat Lantai akibat Rencana Alih Fungsi Gedung Rektorat Menjadi Gedung Perpustakaan Universitas Jambi” terdapat beberapa variabel yang ditinjau dengan rincian sebagai berikut:

1. Luas bangunan
Luas bangunan yang dimaksud pada penelitian ini adalah luas keseluruhan gedung Rektorat Universitas Jambi. Luas bangunan ini didapat dari gambar rencana dan akan dilakukan pengukuran dengan kondisi sekarang.
2. Fungsi bangunan
Fungsi bangunan pada Gedung Rektorat Universitas Jambi adalah Gedung Perkantoran dan akan dilakukan alih fungsi menjadi Gedung Perpustakaan. Fungsi bangunan pada penelitian ini diketahui dengan melakukan wawancara langsung kepada kepala BMN Rektorat Universitas Jambi dan gambar rencana.
3. Kolom
Kolom merupakan elemen struktur yang meneruskan tekanan dari beban-beban yang bekerja di atasnya ke elemen struktur bawah (pondasi). Pada elemen kolom terdapat jenis kolom, dimensi kolom dan jumlah kolom.

Semua elemen yang terdapat pada kolom didapat dari gambar rencana dan kondisi yang ada dilapangan pada saat melakukan penelitian.

4. Balok

Balok merupakan bagian elemen struktur yang dirancang untuk menahan dan mentransferkan beban-beban yang bekerja menuju elemen-elemen struktur kolom. Pada penelitian yang dilakukan perlu mengetahui jenis balok yang digunakan, dimensi balok dan jumlah balok. Semua elemen yang terdapat pada balok didapat dari gambar rencana dan kondisi yang ada dilapangan pada saat melakukan penelitian.

5. Pelat lantai

Pelat lantai merupakan lantai tingkat pembatas antara tingkat yang satu dengan tingkat yang lain. Pelat lantai didukung oleh balok-balok yang bertumpu pada kolom bangunan. Pada penelitian ini perlu mengetahui tebal pelat lantai yang digunakan pada Gedung Rektorat Universitas Jambi dalam menganalisis kekuatan struktur balok. Tebal pelat lantai ini didapat dari gambar rencana.

6. Selimut beton

Selimut beton merupakan bagian luar yang melindungi tulangan baja. Selimut beton ini berfungsi melindungi tulangan baja agar tidak terjadi korosi. Tebal selimut beton pada kolom, balok dan pelat lantai didapat dari gambar rencana.

7. Mutu baja

Mutu baja merupakan kualitas (kekuatan) baja yang digunakan dalam suatu struktur. Pada penelitian yang akan dilakukan harus mengetahui mutu baja untuk melihat nilai kuat leleh minimum yang digunakan. Pada penelitian ini mutu baja yang digunakan mengacu pada Peraturan Beton Indonesia (PBI) 1971.

8. Mutu beton

Mutu beton merupakan kualitas (kekuatan) beton yang digunakan dalam suatu struktur. Pada penelitian yang akan dilakukan mutu beton diperoleh dengan cara melakukan *hammer test* pada Gedung Rektorat Universitas Jambi.

3.5 Studi Literatur

Studi literatur merupakan teknik pengumpulan data dengan cara merangkum dari buku-buku, jurnal yang bersangkutan dengan pembuatan Tugas Akhir yang akan dikaji dan Tugas Akhir terdahulu yang memiliki kaitan yang erat dengan permasalahan yang sedang dikaji yaitu berhubungan dengan

masalah alih fungsi bangunan gedung. Studi literatur ini bertujuan untuk membantu memberikan penjelasan isi, menentukan jawaban sementara dari masalah yang terjadi dan proses analisa. Sehingga pengerjaan Tugas Akhir dapat berjalan dengan lancar.

3.6 Metode Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan dengan metode pengamatan, wawancara dan literatur. Metode pengamatan dilakukan langsung dilokasi studi kasus penelitian untuk memperoleh mutu beton dengan melakukan *hammer test*, untuk metoda wawancara ini dilakukan dengan kepala Gedung Rektorat Universitas Jambi guna memperoleh gambar rencana dan metode literatur ini digunakan untuk mendukung referensi yang digunakan untuk pengambilan data yaitu untuk mengetahui beban mati dan beban hidup sesuai fungsi bangunan.

Dalam suatu penelitian harus memiliki dasar pembahasan dari suatu obyek yang akan diteliti, hal ini berkaitan dengan data-data yang dikumpulkan dan untuk menunjang hasil penelitian tersebut. Data-data yang diperlukan dalam penelitian dengan judul “Analisis Struktur Balok dan Pelat Lantai Terhadap Gedung Rektorat yang akan Dialih Fungsikan Menjadi Gedung Perpustakaan Universitas Jambi” terbagi menjadi dua yaitu data primer dan data sekunder.

Data Primer

Data primer diperoleh dengan cara melakukan pengamatan langsung dilapangan pada Universitas Jambi tepatnya pada Gedung Rektorat. Data primer yang digunakan pada penelitian ini adalah mutu beton. Mutu beton diperoleh pada saat pengamatan dilapangan dengan melakukan uji *hammer test*.

Data Sekunder

Data sekunder diperoleh dengan cara melakukan studi literatur. Data sekunder merupakan data yang berupa hasil penelitian orang lain yang dapat dipertanggungjawabkan keabsahannya. Data sekunder juga dapat diperoleh dari beberapa instansi terkait.

Adapun data sekunder yang digunakan pada penelitian dapat dirincikan sebagai berikut :

1. Gambar rencana diperoleh pada saat melakukan wawancara langsung dengan kepala BMN Rektorat Universitas Jambi pada Desember 2020. Pada Gambar rencana diperoleh data luas bangunan, fungsi bangunan, jenis kolom dan balok, dimensi kolom dan balok, jumlah kolom dan balok, tebal

pelat lantai, mutu tulangan baja, tebal selimut beton pada kolom, balok dan pelat lantai.

2. Beban Hidup dan Beban Mati mengacu pada Peraturan Pembebanan Indonesia untuk Gedung Tahun 1983 (PPIUG 1983).
3. Kombinasi Pembebanan mengacu pada SNI 03-1727-1989 Mengenai Pedoman Perencanaan Pembebanan untuk Rumah dan Gedung.
4. Mutu Tulangan Baja mengacu pada Peraturan Beton Bertulang Indonesia Tahun 1971 (PBI 1971) dan gambar rencana.

Dari penjelasan metode pengumpulan data diatas penulis akan menuangkan kedalam **Tabel 3.1** dibawah ini:

Tabel 3.1 Metode Pengumpulan Data

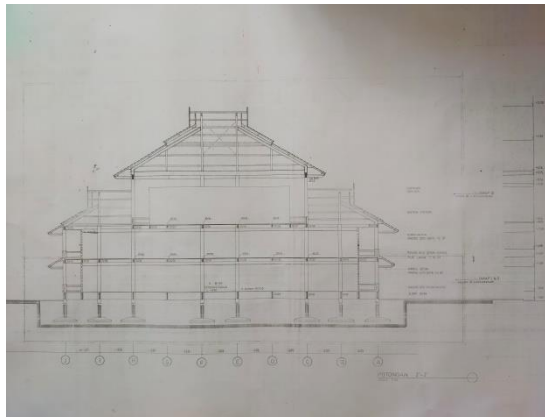
No	Jenis Data	Teknik Pengumpulan data	
		Data Primer	Data Sekunder
1.	Luas bangunan	-	Gambar Rencana
2.	Fungsi bangunan	-	Gambar Rencana dan hasil wawancara
3.	Kolom: - Dimensi - jumlah	-	Gambar Rencana
4.	Balok : - Dimensi - Jumlah	-	Gambar Rencana
5.	Tebal pelat lantai	-	Gambar Rencana
6.	Mutu tulangan baja	-	PBI 1971 dan Gambar Rencana
7.	Mutu beton	<i>Hammer Test</i>	
8.	Tebal selimut beton	-	Gambar Rencana
9.	Pembebanan : - Beban hidup - Beban mati	-	PPIUG 1983
10.	Kombinasi pembebanan	-	SNI 03-1727-1989

(Sumber : Data Penelitian, 2021)

Pada **Gambar 3.1** merupakan Gedung Rektorat yang akan dialih fungsikan menjadi Gedung Perpustakaan Univesitas Jambi, dan **Gambar 3.2** merupakan jenis struktur balok yang akan di analisis.



Gambar 3.1 Gedung Rektorat Universitas Jambi
(sumber : Data Penelitian 2021)



Gambar 3.2 Jenis Balok yang Akan dianalisis
(sumber : Gambar rencana)

3.7 Pengolahan Data

Pada penyelesaian Tugas Akhir ini penulis menggunakan *software ETABS student versions* untuk menganalisis kekuatan struktur balok dan pelat lantai pada Gedung Rektorat yang akan dialih fungsi menjadi Gedung Perpustakaan. Pengolahan data tertuju pada pengumpulan data yaitu studi literatur, data primer dan data sekunder yang digunakan.

Pengolahan data yang dilakukan dalam menganalisis kekuatan struktur balok dan pelat lantai terdiri dari 2 tahapan yaitu menggunakan *software ETABS* dan analisis secara manual. Adapun cara pengolahan data diuraikan sebagai berikut:

Pengolahan Data Dengan *Software ETABS*

Dalam analisis struktur menggunakan *software ETABS* terdapat 3 tahap yaitu tahap *input* data, tahap analisis dan tahap *output*. 3 tahapan analisis menggunakan *software ETABS* dapat dirincikan sebagai berikut:

1. Tahap *input*

Pada tahap *input*, memasukkan semua data yang digunakan untuk menganalisis kekuatan struktur balok dan pelat lantai. Tahapan yang dilakukan dalam *input* data adalah sebagai berikut:

- a. Menyesuaikan satuan yang digunakan.
- b. Pemodelan 3D sesuai dengan denah dari gambar rencana dan kondisi lapangan pada Gedung Rektorat Universitas Jambi, dalam pemodelan 3D ini juga menyesuaikan dengan dimensi kolom, balok dan pelat lantai sehingga membentuk struktur yang utuh dengan mutu beton dan mutu baja.
- c. *Input* beban-beban yang bekerja dan kombinasi beban yang digunakan. Beban-beban yang bekerja yaitu beban mati dan beban hidup, dan kombinasi pembebanan ini sesuai dengan SNI 03-1727-1989.

2. Tahap analisis

Pada tahap analisis memproses dari data-data yang telah di *input* ke *software ETABS* untuk dilakukan analisis. Tahap analisis akan menghasilkan gaya-gaya dalam yang terjadi dan kekuatan masing-masing struktur dari kombinasi yang digunakan. Tahap analisis dilakukan dengan cara:

- a. Klik menu *analyze* pada *software ETABS*.
- b. Selanjutnya klik *run analyze* dan tunggu sampai *software ETABS* selesai menganalisis struktur
- c. Selanjutnya klik *design* pada *ikon software ETABS*, lalu pilih *concrete freme design*, pilih *start design/check of strukture* dan tunggu *software ETABS* menganalisis kembali beban-beban yang bekerja pada struktur
- d. Setelah selesai menganalisis maka didapatkan nilai beban ultimate (P_u) dan momen ultimate (M_u). Nilai beban ultimate (P_u) dan momen ultimate (M_u) didapat dari hasil analisis kombinasi beban yang bekerja.

3. Tahap output

Pada tahap *ouput* memperoleh hasil dari analisis yang dilakukan pada struktur balok. Tahap *output* ini menghasilkan :

- a. Dilihat dari hasil analisis yang telah dilakukan, jika penampang balok mampu menahan beban-beban yang bekerja maka pada elemen struktur berwarna hijau. Akan tetapi struktur yang berwarna merah juga dikatakan mampu menahan beban-beban yang bekerja jika muncul nilai gaya dalam pada struktur.
- b. Sebaliknya, jika penampang balok tidak mampu menahan beban-beban yang bekerja didapatkan *output* berupa kondisi elemen struktur yang mengalami kegagalan atau *over strength* (O/S) yang ditandai dengan warna merah pada elemen strukturnya dan nilai-nilai gaya dalam yang terjadi tidak muncul. Pada aplikasi *ETABS* kondisi yang mengatakan bahwa suatu struktur tidak mampu menahan beban-beban yang bekerja akan muncul lambang OS (*over strength*).

Pengolahan Data Secara Manual

Pengolahan data secara manual dilakukan untuk melihat kekuatan penampang balok dan besarnya momen yang terjadi pada pelat lantai. Terdapat beberapa langkah-langkah yang harus dilakukan dalam pengolahan data yang dilakukan secara manual yaitu sebagai berikut:

1. Pelat lantai

Pengolahan data secara manual pada pelat lantai digunakan untuk melihat besarnya momen yang terjadi pada pelat lantai. Langkah-langkah yang harus dilakukan adalah sebagai berikut:

- a. Melakukan perhitungan momen yang diizinkan pada pelat lantai 2 dan lantai 3 dengan tebal lantai 10 cm dan panjang 6720 mm.
- b. Data yang diperlukan dalam menghitung besar momen yang diizinkan adalah panjang pelat lantai.
- c. Setelah semua data terkumpul dilakukan perhitungan nilai momen yang diizinkan.
- d. Setelah didapat nilai momen yang diizinkan (δ_{ijin}) dan momen yang terjadi ($\delta_{yang\ terjadi}$), selanjutnya menganalisis besarnya momen yang didapat dari hasil analisis menggunakan *software ETABS* dan hitungan manual. Analisis momen yang terjadi dengan ketentuan nilai momen yang terjadi ($\delta_{yang\ terjadi}$) harus lebih kecil dari nilai momen yang diizinkan (δ_{ijin}).

2. Balok

Pengolahan data secara manual pada pelat lantai digunakan untuk melihat kekuatan penampang struktur balok yang terjadi pada pelat lantai. Langkah-langkah yang harus dilakukan adalah sebagai berikut:

- a. Melakukan perhitungan kapasitas momen pada setiap jenis balok. Pada penelitian ini terdapat 3 jenis balok yaitu balok induk (B1) dengan dimensi 30 x 65 cm, balok anak (B2) dengan dimensi 25 x 50 cm dan balok bagi/gantung (B3) dengan dimensi 20 x 40 cm.
- b. Dalam perhitungan kapasitas momen data yang digunakan adalah mutu beton, mutu baja, dimensi balok, tinggi efektif balok, luas tulangan tarik dan luas tulangan tekan.
- c. Setelah semua data terkumpul dilakukan perhitungan nilai a.
- d. Selanjutnya melakukan perhitungan tinggi garis netral c, yaitu perbandingan dari nilai a yang diperoleh dengan nilai β_1 .
- e. Melakukan perhitungan regangan leleh baja tulangan, ϵ_y , yaitu perbandingan antara mutu baja yang digunakan dengan modulus elastisitas.
- f. Menghitung regangan pada tulangan baja. Perhitungan regangan pada baja digunakan untuk mengetahui apakah baja tulangan yang digunakan sudah leleh atau sebaliknya. Jika didapatkan ternyata baja tulangan belum leleh maka dilakukan perhitungan ulang terhadap nilai a.

- g. Selanjutnya melakukan analisis kapasitas momen penampang balok. Nilai ini didapat dari hasil analisis yang dilakukan dengan *software ETABS* yaitu nilai momen nominal (M_n).
- h. Selanjutnya melakukan perhitungan momen terfaktor (M_u). Momen terfaktor ini didapat dari hasil analisis yang dilakukan dengan *software ETABS* yaitu nilai momen terfaktor (M_u). Pada perhitungan momen terfaktor pembebanan yang bekerja dihitung dengan analisis pembebanan yaitu beban mati dan beban hidup.
- i. Selanjutnya menganalisis kekuatan penampang balok yang didapat dari hasil analisis menggunakan *software ETABS* dan hitungan manual. Analisis kekuatan penampang balok dengan ketentuan nilai momen nominal (M_n) harus lebih besar dari nilai momen terfaktor (M_u).
- e. Setelah dilakukan pengolahan data dengan menggunakan *software ETABS* dan hitungan manual, penulis akan mendapatkan hasil akhir dari penelitian ini yaitu melihat masih mampu atau tidak struktur balok dan pelat lantai menahan beban-beban yang bekerja jika dilakukan alih fungsi bangunan dari Gedung Rektorat menjadi Gedung Perpustakaan Universitas Jambi. Untuk mengetahui mampu atau tidaknya dilihat dari hasil Analisis kekuatan penampang balok dengan ketentuan nilai momen nominal (M_n) harus lebih besar dari nilai momen terfaktor (M_u) dan besarnya momen yang terjadi pada pelat lantai dengan ketentuan nilai momen yang terjadi ($\delta_{yang\ terjadi}$) harus lebih kecil dari nilai momen yang diizinkan (δ_{ijin}).

3.8 Rencana Bagan Alir Penelitian

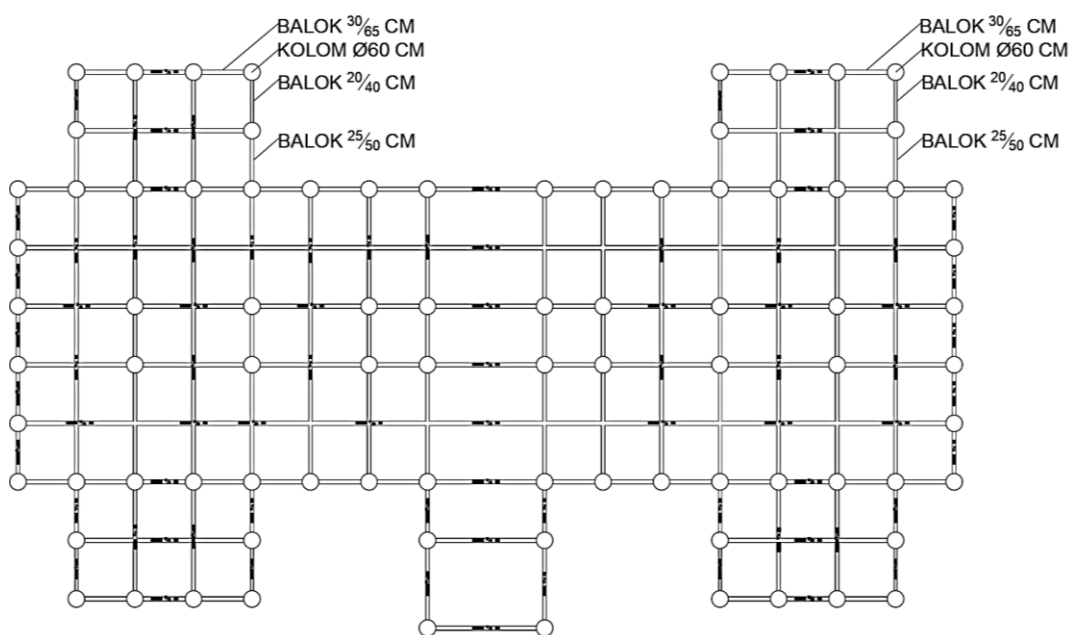
Prosedur atau langkah-langkah yang akan penulis lakukan dalam melakukan penelitian guna untuk menyelesaikan Tugas Akhir tergambar dalam bagan alir (*flow chart*) yang tercantum pada **Lampiran 1**.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

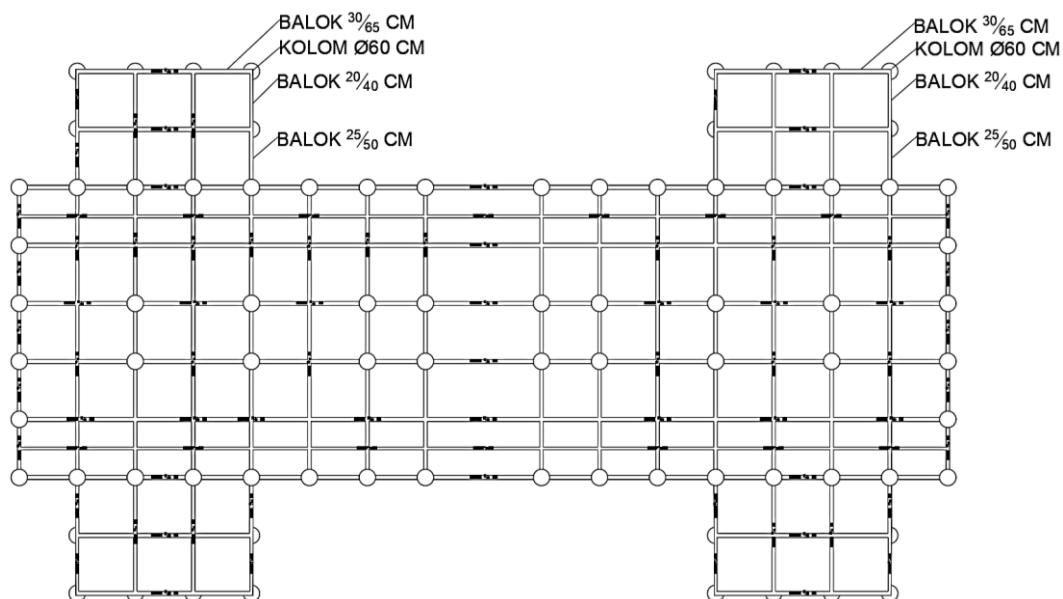
Tahap analisis yang dilakukan untuk penyelesaian Tugas Akhir mengenai “Analisis Kekuatan Struktur Balok dan Pelat Lantai Akibat Rencana Alih Fungsi Gedung Rektorat Menjadi Gedung Perpustakaan Universitas Jambi” dilakukan analisis terhadap seluruh struktur utama Gedung Rektorat yaitu elemen struktur kolom, balok dan pelat lantai (analisis pada saat *Run* di *software ETABS*) dan yang menjadi tinjauan dalam Tugas Akhir ini adalah meninjau elemen struktur balok dan pelat lantai. Untuk berat sendiri dari elemen struktur kolom telah ter-*input* secara otomatis pada saat melakukan analisis dengan menggunakan *software ETABS*.

4.1 Denah Balok

Sebelum melakukan perhitungan kekuatan struktur balok dan pelat lantai pada Gedung Rektorat Universitas Jambi yang akan dialih fungsikan menjadi Gedung Perpustakaan, perlu diketahui terlebih dahulu posisi-posisi balok yang akan dianalisis. Pada **Gambar 4.1** dan **Gambar 4.2** merupakan denah balok yang akan dianalisis.



Gambar 4.1 Denah Balok Lantai 2
(sumber : Data Penelitian 2021)



Gambar 4.2 Denah Balok Lantai 3
(sumber : Data Penelitian 2021)

4.2 Data Perhitungan

Data yang digunakan dalam melakukan perhitungan kekuatan struktur balok dan pelat lantai pada Gedung Rektorat Universitas Jambi yang terdiri dari 3 lantai adalah sebagai berikut:

1. Penampang kolom
 Lantai 1 : Ø 600 mm
 Lantai 2 : Ø 600 mm
 Lantai 3 : Ø 600 mm
2. Penampang balok, terdiri dari:
 B1 (30 x 65) cm
 B2 (25 x 50) cm
 B3 (20 x 40) cm

Rincian data untuk penampang balok setiap lantai dirincikan dalam **Tabel**

4.1 dibawah ini:

Tabel 4.1 Data Penampang Balok

Struktur	Elemen struktur	Keterangan	
		Panjang (m)	Jumlah (Bh)
Lantai 2	B1 (30 x 65) cm	4,2	44
		8,4	18
		12,6	4
		67,2	2
	B2 (25 x 50) cm	4,2	28
		8,4	24
		21	6
	B3 (20 x 40) cm	4,2	10
Jumlah Balok Lt.2			136

Tabel 4.1 Data Penampang Balok (Lanjutan)

Struktur	Elemen struktur	Keterangan	
		Panjang (m)	Jumlah (Bh)
Lantai 3	B1 (30 x 65) cm	4,2	44
		8,4	16
		12,6	4
		67,2	2
	B2 (25 x 50) cm	4,2	26
		8,4	24
		21	6
	B3 (20 x 40) cm	4,2	8
		67,2	2
	Jumlah Balok Lt.3		132
Total			2688

(Sumber : Data Penelitian, 2021)

3. Mutu Beton

Pada penelitian yang dilakukan, mutu beton diperoleh dengan cara melakukan *hammer test* pada Gedung Rektorat Universitas Jambi. *Hammer test* dilakukan pada bulan April hingga Mei 2021. Rincian hasil *hammer test* yang dilakukan dapat dilihat pada **Lampiran 2**. Pada **Tabel 4.2** merupakan hasil rekapitan *hammer test* yang digunakan untuk memperoleh mutu beton.

Tabel 4.2 Mutu Beton dari Hasil *Hammer Test*

No	Jenis Struktur	Mutu Beton	
		(R)	(MPa)
1	Kolom Lantai 1	38,4	39,5
2	Kolom Lantai 2	38,4	39,5
3	Kolom Lantai 3	38,3	39,3
4	Balok	38,3	39,3
5	Pelat Lantai	38,3	39,3
Mutu Beton Yang Digunakan			39,3

(Sumber : Data Penelitian, 2021)

Berdasarkan **Tabel 4.2** diperoleh mutu beton sebesar 39,3 Mpa. Mutu beton yang diperoleh direduksi terlebih dahulu sebelum melakukan analisis struktur menggunakan *Software ETABS Student Version*. Mutu beton yang diperoleh direduksi sebesar 70% yang mengacu pada PBI 1971 yang menyatakan bahwa “apabila percobaan mutu beton diperoleh nilai minimum maka digunakan nilai reduksi sebesar 70% dari nilai mutu beton minimum. Sehingga diperoleh mutu beton yang akan digunakan dalam analisis kekuatan struktur balok dan pelat lantai dengan rincian sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 \text{Mutu beton } (f'c) &= 39,3 \text{ Mpa} \times 70\% \\
 &= 27,51 \text{ Mpa}
 \end{aligned}$$

4. Mutu Baja Tulangan

Tulangan utama yang digunakan pada seluruh struktur utama Gedung Rektorat yaitu Baja Ulir dengan diameter 19 mm. Berdasarkan PBI 1971

mutu baja yang digunakan untuk Baja Tulangan Ulir yaitu 320 Mpa dan Tulangan Polos yaitu 220 Mpa.

5. Tebal Pelat Lantai

Tebal pelat lantai pada Gedung Rektorat yang akan dialih fungsikan menjadi Gedung Perpustakaan Universitas Jambi adalah sebesar 10 cm.

6. Tebal Selimut Beton diperoleh dari gambar rencana dan disesuaikan kembali dengan SNI 03-2847-2002 tentang “Tata Cara Perhitungan Struktur beton” yang tertuang dalam pasal 9.7 ayat 1 (c) menyatakan bahwa “Tebal selimut beton untuk kolom, balok dan pelat lantai adalah sebesar 40 mm”. Sehingga dalam analisis kekuatan struktur balok dan pelat lantai akibat rencana alih fungsi Gedung Rektorat menjadi Gedung Perpustakaan Universitas Jambi tebal selimut beton yang digunakan adalah sebagai berikut:

Kolom = 40 mm

Balok = 40 mm

Pelat Lantai = 40 mm

7. Fungsi Gedung

Fungsi Gedung Rektorat sebelum dilakukan alih fungsi adalah sebagai Gedung Perkantoran dan akan dilihfungsikan menjadi Gedung Perpustakaan.

8. Modulus Elastisitas

$$= 4700\sqrt{f'c}$$

$$= 4700\sqrt{27,51 MPa}$$

$$= 24.651,488 MPa$$

4.3 Perhitungan Beban Mati dan Beban Hidup

Perhitungan beban-beban yang bekerja pada balok lantai 2, balok lantai 3, pelat lantai 2 dan pelat lantai 3 dilakukan analisis struktur dengan bantuan *Software ETABS Student Version*. Untuk pembebanan yang bekerja pada struktur dapat dihitung analisis pembebanannya sebagai berikut:

Beban Mati

Beban mati pada Gedung Rektorat Universitas Jambi yang akan dialihfungsikan menjadi Gedung Perpustakaan terdiri dari berat sendiri elemen struktur yang terdiri dari kolom, balok, plat dan beban mati tambahan. Berat sendiri elemen struktur ini dihitung secara otomatis dalam *software ETABS* dengan memberikan faktor pengali berat sendiri yaitu sama dengan 1. Beban mati tambahan mengacu pada PPIUG 1983 yang tertuang pada **Tabel 2.1** mengenai berat sendiri bahan bangunan dan **Tabel 2.2** mengenai komponen

gedung. Beban mati tambahan yang bekerja pada Gedung Rektorat dapat dirincikan sebagai berikut :

$$P_{\text{beton}} = 2400 \text{ kg/m}^3$$

Analisis beban mati :

a. Beban Lantai 2

Beban luasan pada pelat lantai 2 (tebal = 10 cm)

$$\text{Berat sendiri pelat} = 0,1 \times 2400 = 240 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{Keramik (Tebal 0,5 cm)} = 0,5 \times 24 = 12 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{Spesi (Tebal 2 cm)} = 2,0 \times 21 = 42 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{Plafond/penggantung} = 18 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{Jumlah} = 312 \text{ kg/m}^2$$

Berat Dinding (tinggi = 4 m)

$$\text{Pasangan } \frac{1}{2} \text{ bata} = 250 = 250 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{Plesteran (tebal 1 cm)} = 1 \times 21 = 21 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{Jumlah} = 271 \text{ kg/m}^2$$

b. Beban Lantai 3

Beban luasan pada pelat lantai 2 (tebal = 10 cm)

$$\text{Berat sendiri pelat} = 0,1 \times 2400 = 240 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{Keramik (Tebal 0,5 cm)} = 0,5 \times 24 = 12 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{Spesi (Tebal 2 cm)} = 2,0 \times 21 = 42 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{Plafond/penggantung} = 18 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{Jumlah} = 312 \text{ kg/m}^2$$

Berat Dinding (tinggi = 4 m)

$$\text{Pasangan } \frac{1}{2} \text{ bata} = 250 = 250 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{Plesteran (tebal 1 cm)} = 1 \times 21 = 21 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{Jumlah} = 271 \text{ kg/m}^2$$

c. Berat Atap

$$\text{Berat Sendiri Atap} = 50 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{Plafond/penggantung} = 18 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{Genangan Air} = 10 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{Jumlah} = 78 \text{ kg/m}^2$$

c. Total beban mati yang bekerja

$$\text{Beban Lantai 2} = 583 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{Beban Lantai 3} = 583 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{Beban Atap} = 78 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{Jumlah} = 1.244 \text{ kg/m}^2$$

Beban Hidup

Berdasarkan fungsi Gedung Rektorat yang akan dialih fungsi menjadi Gedung Perpustakaan Universitas Jambi mengacu pada PPIUG 1983 yang tertera pada **Tabel 2.3** mengenai beban hidup pada lantai gedung. Beban hidup yang bekerja pada Gedung Rektorat dapat dirincikan sebagai berikut :

- a. Beban Perpustakaan = 400 kg/m^2
- b. Atap = 100 kg/m^2

Beban hidup yang bekerja direduksi terlebih dahulu sebelum dilakukan analisis struktur menggunakan *Software ETABS Version Student* yang mengacu pada PPIUG 1983. Pada **Tabel 4.3** merupakan beban hidup yang telah direduksi.

Tabel 4.3 Beban Hidup yang Bekerja Pada Gedung Perpustakaan Universitas Jambi

Fungsi Struktur	Beban Fungsi Struktur (kg/m^2)	Koefisien Reduksi	Beban Fungsi yang Digunakan (kg/m^2)
Perpustakaan	400	0,8	320
Atap	100		

(Sumber : PPIUG, 1983)

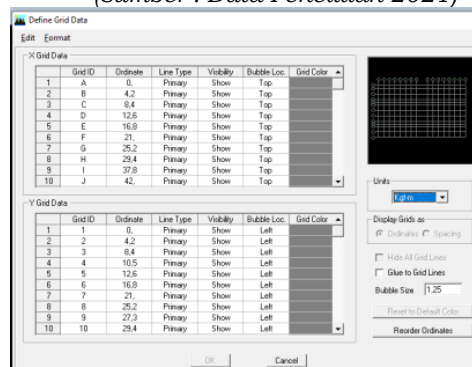
4.4 Tahapan Perhitungan Beban Ultimate, Momen Ultimate dan Lendutan

Perhitungan beban ultimate (P_u) dan momen ultimate (M_u) diperoleh dari hasil analisis menggunakan *Software ETABS student version*. Tahapan perhitungan ini dibedakan menjadi 3 tahap yang dirincikan sebagai berikut :

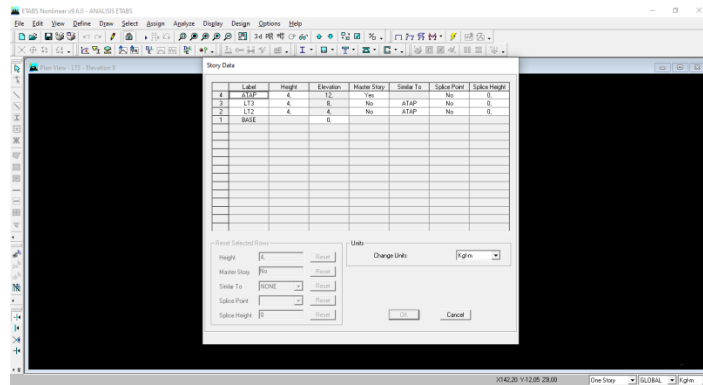
1. Tahap input



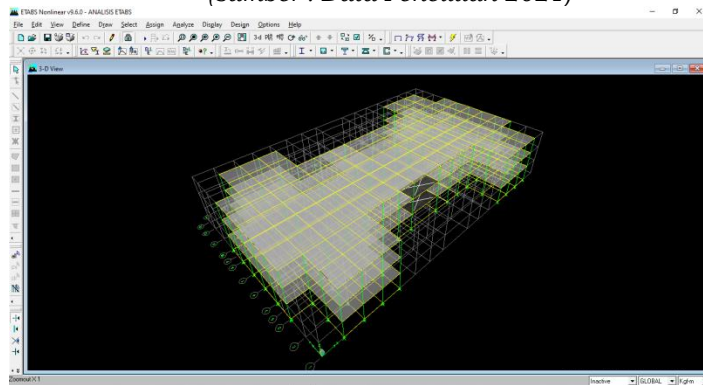
Gambar 4.3 Penyesuaian Satuan
(sumber : Data Penelitian 2021)



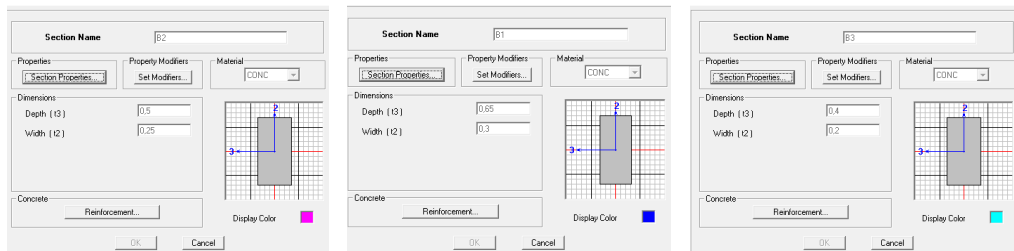
Gambar 4.4 Input Jarak Setiap Ruangan
(sumber : Data Penelitian 2021)



Gambar 4.5 Input Ketinggian Setiap Lantai
(sumber : Data Penelitian 2021)



Gambar 4.6 Model 3D
(sumber : Data Penelitian 2021)

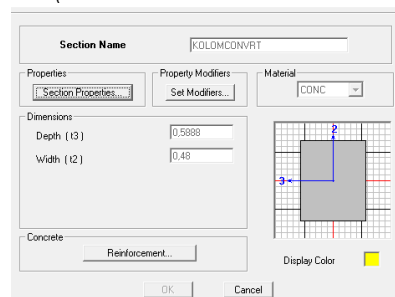


a. Balok B1

b. Balok B2

c. Balok B3

Gambar 4.7 Input Dimensi Balok
(sumber : Data Penelitian 2021)



Gambar 4.8 Input Dimensi Kolom
(sumber : Data Penelitian 2021)

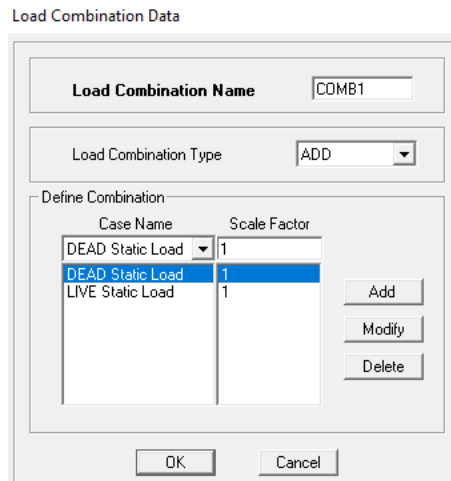
Gambar 4.9 Input Dimensi Pelat Lantai
(sumber : Data Penelitian 2021)

Gambar 4.10 Input Mutu Baja dan Mutu Beton
(sumber : Data Penelitian 2021)

a. Beban mati

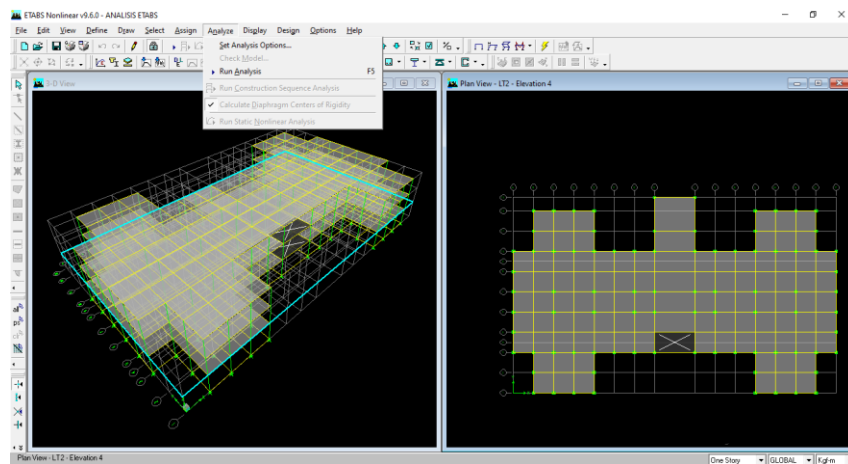
b. Beban hidup

Gambar 4.11 Input Beban Mati dan Beban Hidup
(sumber : Data Penelitian 2021)

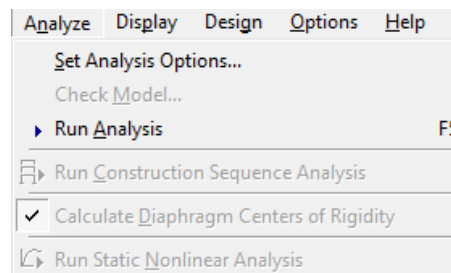


Gambar 4.12 Input Kombinasi Pembebanan
(sumber : Data Penelitian 2021)

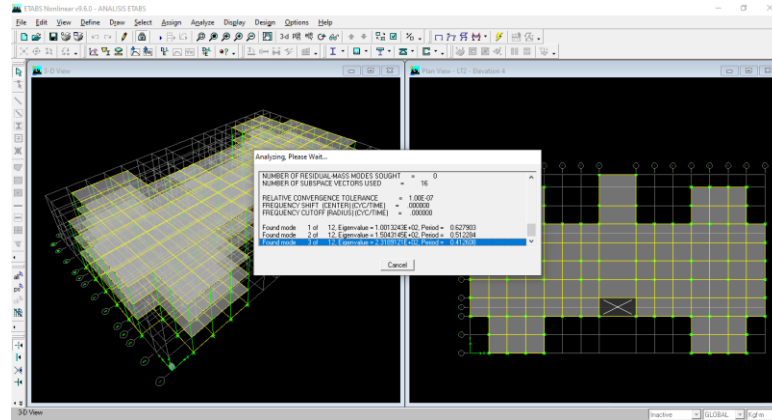
2. Tahap Analisis



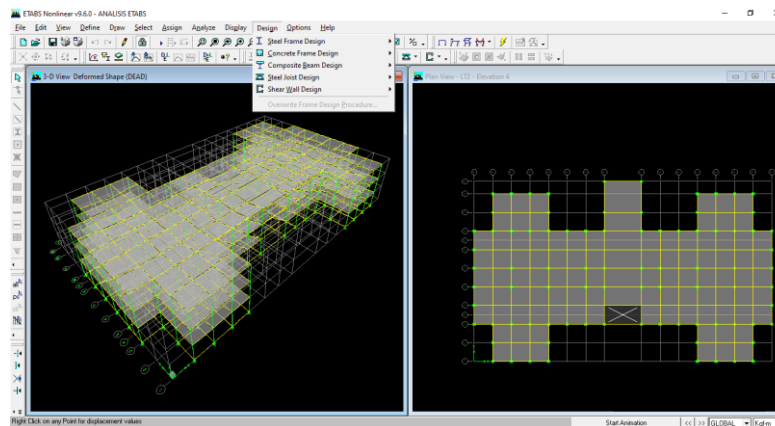
Gambar 4.13 Klik Menu Analyze
(sumber : Data Penelitian 2021)



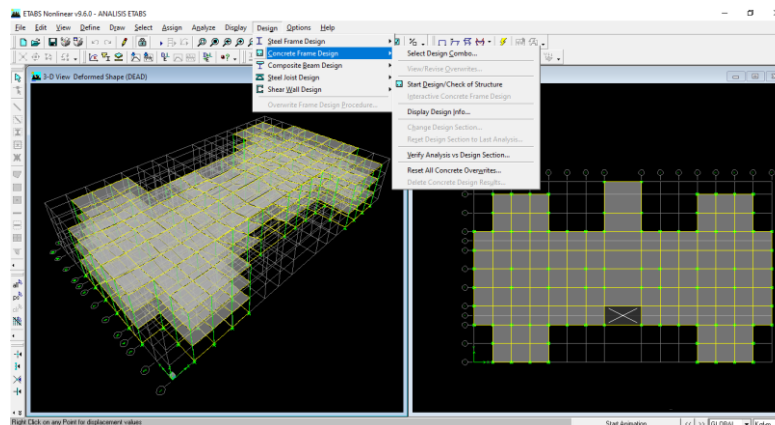
Gambar 4.14 Klik Menu Run Analysis
(sumber : Data Penelitian 2021)



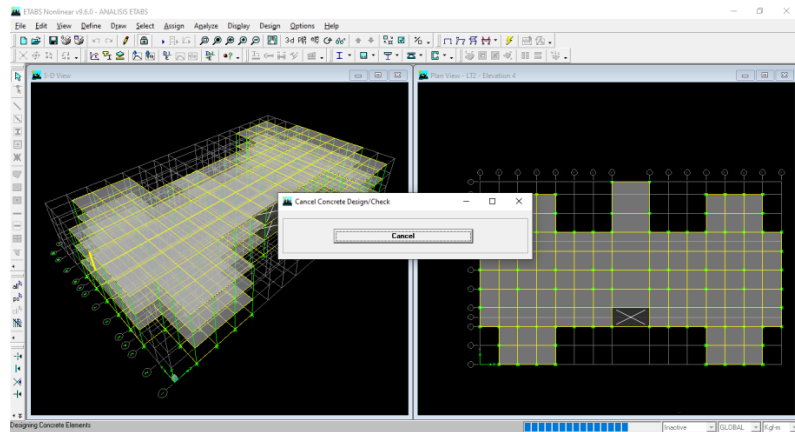
Gambar 4.15 Software ETABS sedang menganalisis Struktur
(sumber : Data Penelitian 2021)



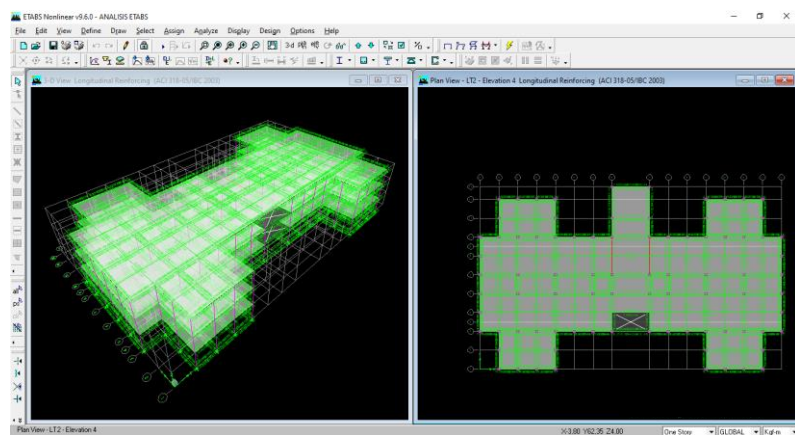
Gambar 4.16 Klik Menu Design
(sumber : Data Penelitian 2021)



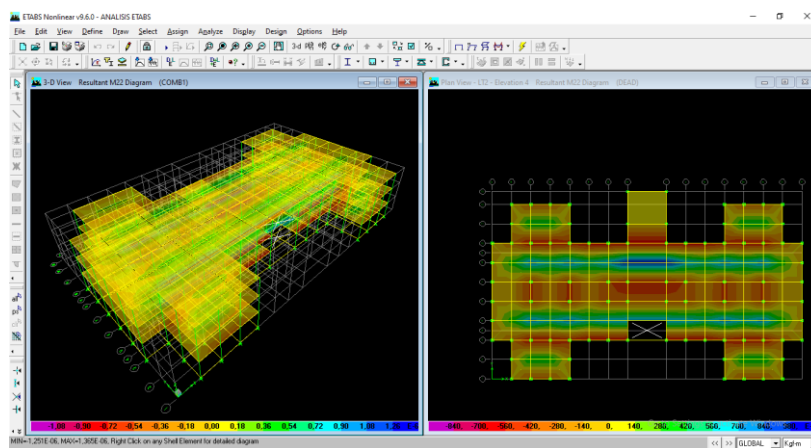
Gambar 4.17 Klik concrete frame design dan start design/check of structure
(sumber : Data Penelitian 2021)



Gambar 4.18 Software ETABS sedang menganalisis Struktur
(sumber : Data Penelitian 2021)



Gambar 4.19 Hasil Analisis Struktur
(sumber : Data Penelitian 2021)



Gambar 4.20 Lendutan yang terjadi
(sumber : Data Penelitian 2021)

Struktur yang telah dianalisis menggunakan *Software ETABS student version* maka didapatkan nilai beban ultimate (P_u) dan momen ultimate (M_u) yang terjadi pada balok B1, B2 dan B3, serta didapatkan lendutan yang terjadi pada pelat lantai 2 dan lantai 3. Nilai beban ultimate (P_u) dan momen ultimate (M_u) yang terjadi pada balok B1, B2 dan B3 tertuang pada **Lampiran 3**. Pada **Tabel 4.4** merupakan nilai beban ultimate (P_u) dan momen ultimate (M_u) yang

digunakan untuk mengecek kekuatan penampang balok serta besarnya lendutan yang terjadi untuk mengecek kekuatan pelat lantai.

Tabel 4.4 Nilai Beban Ultimate (P_u), Momen Ultimate (M_u) dan Lendutan

Elemen Struktur	Keterangan		
	Beban Ultimate (P_u) kNm	Momen Ultimate (M_u) kNm	Lendutan
Balok B1	-18,76	-319,756	
Balok B2	-4,13	-344,126	
Balok B3	-0,65	-32,813	
Pelat Lantai 2			$1,248 \times 10^{-5}$
Pelat lantai 3			$1,248 \times 10^{-5}$

(Sumber : Data Penelitian, 2021)

Keterangan :

(-) : Gaya yang bekerja kearah kiri

(+) : Gaya yang bekerja kearah kanan

4.5 Perhitungan Kekuatan Penampang Balok

Kekuatan penampang balok yang dihitung adalah kapasitas momen dari penampang balok tersebut. Perhitungan kekuatan penampang balok untuk semua jenis balok yaitu balok B1, B2 dan B3. Sebelum melakukan perhitungan diketahui terlebih dahulu mutu beton dan mutu baja yaitu:

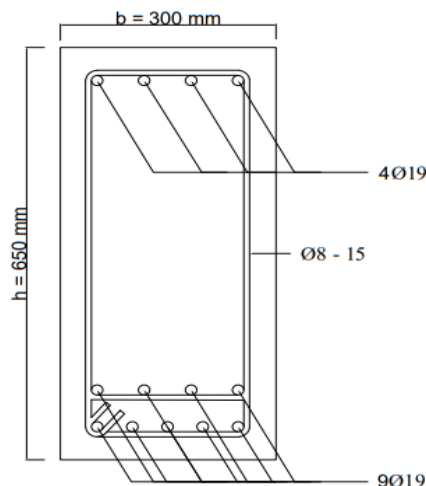
Mutu beton = $f'_c = 27,51 \text{ Mpa} < 30 \text{ MPa}$, maka $\beta_1 = 0,85$

Mutu baja = $f_y = 320 \text{ Mpa}$

Adapun analisis perhitungan untuk balok B1, B2 dan B3 dapat dirincikan sebagai berikut:

Perhitungan Kapasitas Momen Balok B1 (300 x 600) mm

Diketahui :



Gambar 4.21 Dimensi Balok B1
(sumber : Data Penelitian 2021)

Beban Ultimate (P_u) = -18,76 N

$$\text{Momen Ultimate (M}_u\text{)} = -319,756 \text{ kNm}$$

$$\text{Tinggi balok (h)} = 600 \text{ mm}$$

$$\text{Lebar balok (b)} = 300 \text{ mm}$$

$$\text{Tinggi efektif balok (d)} = 560 \text{ mm}$$

$$\text{Selimut beton (d')} = 40 \text{ mm}$$

$$\text{Luas tulangan tarik (As)} = 9\text{D}19 + 2\text{D}12 = 2778 \text{ mm}^2$$

$$\text{Luas tulangan tekan (As')} = 4\text{D}19 = 1134 \text{ mm}^2$$

Asumsi, semua baja tulangan tulangan sudah leleh ($f_s = f'_s = f_y$)

Hitung nilai a

$$a = \frac{(A_s - A_s') \cdot f_y}{0,85 \cdot f'_c \cdot b} = \frac{(2778 - 1134) \times 320}{0,85 \times 27,51 \times 300} = 74,993 \text{ mm}$$

Tinggi garis netral, c

$$c = \frac{a}{\beta_1} = \frac{74,993}{0,85} = 88,227 \text{ mm}$$

Regangan leleh baja tulangan, ϵ_y

$$\epsilon_y = \frac{f_y}{E_s} = \frac{320}{200.000} = 0,002$$

Regangan pada baja tulangan

$$\epsilon_s = 0,003 \cdot \frac{d-c}{c} = 0,003 \cdot \frac{560-88,227}{88,227} = 0,016 > \epsilon_y \dots\dots\dots \text{Oke!}$$

$$\epsilon_{s'} = 0,003 \cdot \frac{c-d'}{c} = 0,003 \cdot \frac{88,227-40}{88,227} = 0,002 = \epsilon_y \dots\dots\dots \text{Oke!}$$

$$f'_s = 600 \cdot \frac{c-d'}{c} = 600 \cdot \frac{88,227-40}{88,227} = 327,974 \text{ MPa} > f_y \dots\dots\dots \text{Oke!}$$

Sehingga :

$$\begin{aligned} M_n &= 0,85 \cdot f'_c \cdot b \cdot a \cdot (d - 0,5a) + A_s' \cdot f'_s' \cdot (d - d') \\ &= 0,85 \times 27,51 \times 300 \times 74,993 \times (560 - 0,5 \times 74,993) + 1134 \times 327,974 \times (560 - 40) \\ &= 467693608,5 \text{ Nmm} \\ &= 467,693 \text{ kNm} \end{aligned}$$

Cek kekuatan penampang balok B1

Cek kekuatan balok harus memenuhi persyaratan yang tertera pada persamaan (2.50) yaitu :

$$\phi M_n \geq M_u$$

Dengan nilai ϕ merupakan faktor reduksi kuat lentur untuk penampang terkendali tarik sebesar 0,8 yang mengacu pada SK SNI T 15-1991-03 pasal 3.2 ayat 3.2.3.

Kekuatan penampang balok B1

$$\phi M_n \geq M_u$$

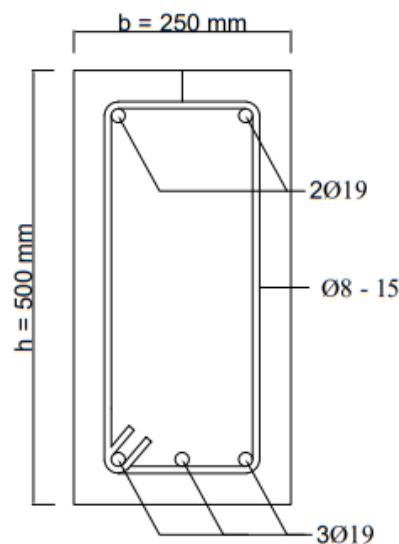
$$0,8 \cdot 467,693 \geq -319,756$$

374,154 $\geq$ -319,756.....Oke!

Dari hasil analisis kekuatan penampang balok B1 (300 x 600) mm dapat disimpulkan bahwa balok B1 mampu menahan beban-beban yang bekerja secara maksimal jika dilakukan alih fungsi Gedung Rektorat menjadi Gedung Perpustakaan dengan penambahan beban sebesar 150 kg/m². Dikatakan mampu menahan beban yang bekerja ini dibuktikan dengan telah memenuhi persyaratan cek kekuatan penampang balok yaitu kapasitas penampang yang mampu ditahan oleh struktur balok yang telah direduksi (ϕM_n) harus lebih besar dari momen yang bekerja (M_u). Jadi dengan melihat hasil analisis dan perhitungan balok B1 didapatkan bahwa nilai 374,154 $\geq$ -319,756, hal ini membuktikan bahwa balok B1 mampu menahan beban-beban yang bekerja dan dapat menyalurkan beban secara maksimal pada kolom.

Perhitungan Kapasitas Momen Balok B2 (250 x 500) mm

Diketahui :



Gambar 4.22 Dimensi Balok B2
(sumber : Data Penelitian 2021)

Beban Ultimate (P_u)	= -4,13
Momen Ultimate (M_u)	= -344,126
Tinggi balok (h)	= 500 mm
Lebar balok (b)	= 250 mm
Tinggi efektif balok (d)	= 460 mm
Selimut beton (d')	= 40 mm
Luas tulangan tarik (A_s)	= 3D19 = 851 mm ²
Luas tulangan tekan (A_s')	= 2D19 = 567 mm ²

Asumsi, semua baja tulangan tulangan sudah leleh ($f_s = f'_s = f_y$)

Hitung nilai a

$$a = \frac{(A_s - A_s') f_y}{0,85 f'_c b} = \frac{(851 - 567) \times 320}{0,85 \times 27,51 \times 250} = 15,546 \text{ mm}$$

Tinggi garis netral, c

$$c = \frac{a}{\beta_1} = \frac{15,546}{0,85} = 18,289 \text{ mm}$$

Regangan leleh baja tulangan, ϵ_y

$$\epsilon_y = \frac{f_y}{E_s} = \frac{320}{200.000} = 0,002$$

Regangan pada baja tulangan

$$\epsilon_s = 0,003 \cdot \frac{d-c}{c} = 0,003 \cdot \frac{460-18,289}{18,289} = 0,072 > \epsilon_y \dots\dots\dots \text{Oke!}$$

$$\epsilon_{s'} = 0,003 \cdot \frac{c-d'}{c} = 0,003 \cdot \frac{18,289-40}{18,289} = -0,003 < \epsilon_y \dots\dots\dots \text{Tidak Oke, asumsi tidak benar}$$

Ternyata baja tulangan belum leleh, meskipun baja tulangan tarik sudah leleh sehingga nilai “ a ” yang dihitung tidak benar. Maka untuk menghitung nilai a digunakan persamaan berikut:

$$a^2 + \left\{ \frac{(600 A_s' - A_s f_y)}{0,85 f'_c b} \right\} a - \left\{ \frac{600 A_s' b d'}{0,85 f'_c b} \right\} = 0$$

$$a^2 + \left\{ \frac{(600 \times 567 - 851 \times 320)}{0,85 \times 27,51 \times 250} \right\} a - \left\{ \frac{600 \times 567 \times 250 \times 40}{0,85 \times 27,51 \times 250} \right\} = 0$$

sehingga diperoleh nilai $a_1 = 62,81 \text{ mm}$

$$c = \frac{a}{\beta_1} = \frac{62,81}{0,85} = 73,894 \text{ mm}$$

$$f'_s = 600 \cdot \frac{c-d'}{c} = 600 \cdot \frac{73,894-40}{73,894} = 275,210 \text{ MPa} < f_y \dots\dots\dots \text{Oke!}$$

Sehingga :

$$\begin{aligned} M_n &= 0,85 \cdot f'_c \cdot b \cdot a \cdot (d - 0,5a) + A_s' \cdot f_s' \cdot (d - d') \\ &= 0,85 \times 27,51 \times 250 \times 62,81 \times (460 - 0,5 \times 62,81) + 851 \times 275,210 \times (460 - 40) \\ &= 255729668,49 \text{ Nmm} \\ &= 255,729 \text{ kNm} \end{aligned}$$

Cek kekuatan penampang balok B2

Cek kekuatan balok harus memenuhi persyaratan yang tertera pada persamaan (2.50) yaitu :

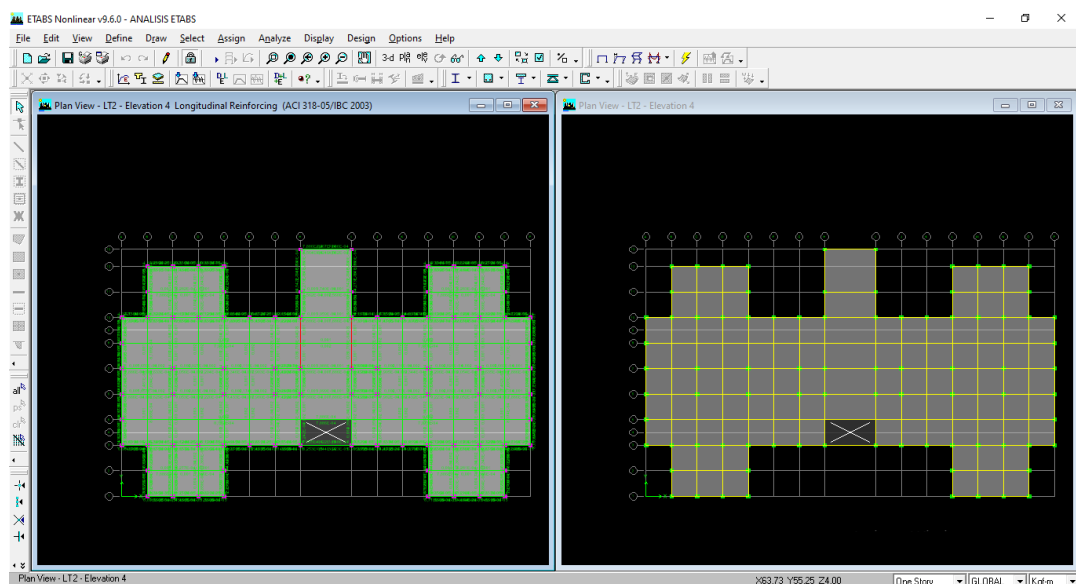
$$\phi M_n \geq M_u$$

Dengan nilai ϕ merupakan faktor reduksi kuat lentur untuk penampang terkendali tarik sebesar 0,8 yang mengacu pada SK SNI T 15-1991-03 pasal 3.2 ayat 3.2.3.

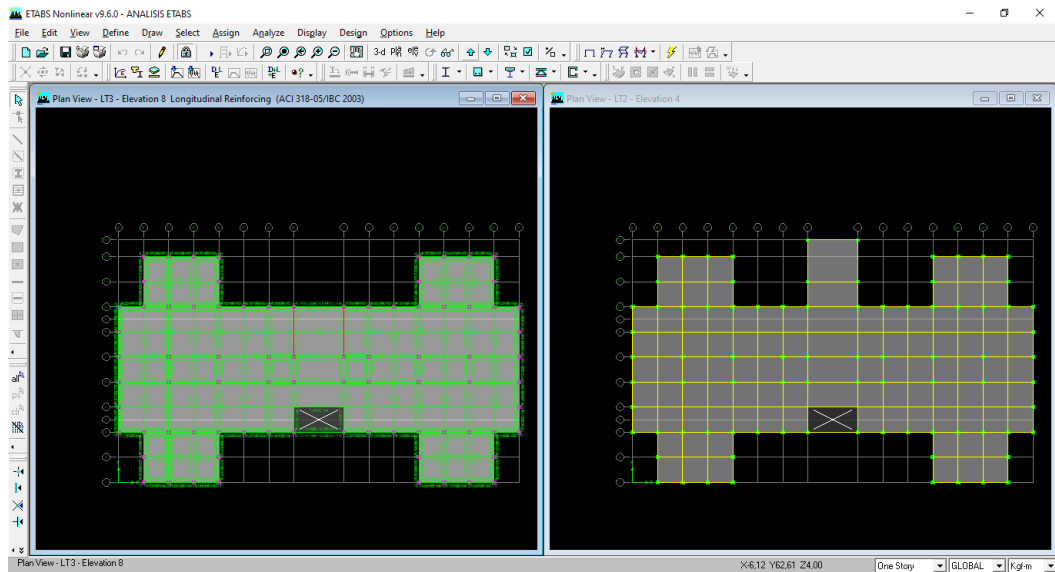
Kekuatan penampang balok B2

$$\begin{aligned} \phi M_n &\geq M_u \\ 0,8 \cdot 255,729 &\geq -344,126 \\ 204,583 &\leq -344,126 \dots \dots \dots \text{Tidak oke!} \end{aligned}$$

Dari hasil analisis kekuatan penampang balok B2 dapat disimpulkan bahwa balok B2 tidak mampu bekerja secara maksimal jika dilakukan alih fungsi Gedung Rektorat menjadi Gedung Perpustakaan dengan penambahan beban sebesar 150 kg/m². Peristiwa ini ditandai dengan hasil analisis *ETABS* pada balok B2 ada yang berwarna merah (*Over Strenght*) pada 2 titik lantai 2 dan lantai 3 dan hasil perhitungan manual. Balok B2 dikatakan tidak mampu menahan beban yang bekerja dibuktikan dengan hasil perhitungan cek kekuatan penampang balok yaitu kapasitas penampang yang telah direduksi (ϕM_n) yaitu 204,583 lebih kecil dari momen yang bekerja (M_u) yaitu -344,126, sehingga mengakibatkan balok tidak aman (tidak mampu menahan beban yang bekerja). Dalam hal ini untuk melakukan alih fungsi gedung rektorat menjadi gedung perpustakaan tidak bisa dilakukan karena terdapat 2 titik balok pada lantai 2 dan lantai 3 yang tidak aman dan merupakan balok kritis (balok yang menerima beban paling besar). Jika dilakukan alih fungsi gedung rektorat menjadi gedung perpustakaan maka harus dilakukan perkuatan struktur pada balok B2 (titik yang tidak aman) sehingga balok bisa bekerja secara maksimal. Pada **Gambar 4.22** dan **Gambar 4.23** merupakan hasil analisis *ETABS* pada balok B2 yang menunjukkan terdapat 2 titik balok yang berwarna merah (*Over Strenght*).



Gambar 4.23 Plan view Lantai 2
(sumber : Data Penelitian 2021)



Gambar 4.24 Plan view Lantai 3
(sumber : Data Penelitian 2021)

Balok B2 (250 x 500) mm yang mengalami *Over Strenght* pada 2 titik di lantai 2 dan lantai 3 hasil perhitungan menyatakan bahwa balok tidak mampu menahan beban yang bekerja akibat perubahan fungsi Gedung Rektorat menjadi Gedung Perpustakaan Universitas Jambi dengan penambahan beban sebesar 150 kg/m². Penyebab *Over Strenght* pada balok B2 ini dilihat dari visual dilapangan bahwa dengan adanya alih fungsi bangunan balok dengan bentang yang cukup besar namun berdimensi kecil dan merupakan balok anak hal ini menyebabkan balok mengalami *Over Strenght*. Pada **Gambar 4.25** dan **Gambar 4.26** merupakan posisi balok dilapangan yang mengalami *Over Strenght*.



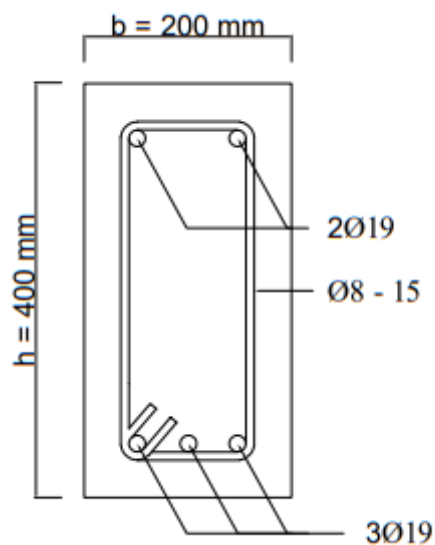
Gambar 4.25 Balok Lantai 2
(sumber : Data Penelitian 2021)



Gambar 4.26 Balok Lantai 3
(sumber : Data Penelitian 2021)

Perhitungan Kapasitas Momen Balok B3 (200 x 400) mm

Diketahui :



Gambar 4.27 Dimensi Balok B3
(sumber : Data Penelitian 2021)

Beban Ultimate (P_u)	= -0,65
Momen Ultimate (M_u)	= -32,813
Tinggi balok (h)	= 400 mm
Lebar balok (b)	= 200 mm
Tinggi efektif balok (d)	= 360 mm
Selimut beton (d')	= 40 mm

Luas tulangan tarik (A_s) = 3D19 = 851 mm²

Luas tulangan tekan (A_s') = 2D19 = 567 mm²

Asumsi, semua baja tulangan tulangan sudah leleh ($f_s = f'_s = f_y$)

Hitung nilai a

$$a = \frac{(A_s - A_s') \cdot f_y}{0,85 \cdot f'_c \cdot b} = \frac{(851 - 567) \times 320}{0,85 \times 27,51 \times 200} = 19,432 \text{ mm}$$

Tinggi garis netral, c

$$c = \frac{a}{\beta_1} = \frac{19,432}{0,85} = 22,861 \text{ mm}$$

Regangan leleh baja tulangan, ϵ_y

$$\epsilon_y = \frac{f_y}{E_s} = \frac{320}{200.000} = 0,002$$

Regangan pada baja tulangan

$$\epsilon_s = 0,003 \cdot \frac{d-c}{c} = 0,003 \cdot \frac{360-22,861}{22,861} = 0,044 > \epsilon_y \dots\dots\dots \text{Oke!}$$

$$\epsilon_{s'} = 0,003 \cdot \frac{c-d'}{c} = 0,003 \cdot \frac{22,861-40}{22,861} = -0,002 < \epsilon_y \dots\dots\dots \text{Tidak Oke, asumsi tidak benar}$$

Ternyata baja tulangan belum leleh, meskipun baja tulangan tarik sudah leleh sehingga nilai “ a ” yang dihitung tidak benar. Maka untuk menghitung nilai a digunakan persamaan berikut:

$$a^2 + \left\{ \frac{(600 \cdot A_s' - A_s \cdot f_y)}{0,85 \cdot f'_c \cdot b} \right\} a - \left\{ \frac{600 \cdot A_s' \cdot b \cdot d'}{0,85 \cdot f'_c \cdot b} \right\} = 0$$
$$a^2 + \left\{ \frac{(600 \times 567 - 851 \times 320)}{0,85 \times 27,51 \times 200} \right\} a - \left\{ \frac{600 \times 567 \times 200 \times 40}{0,85 \times 27,51 \times 200} \right\} = 0$$

sehingga diperoleh nilai $a_1 = 70,22 \text{ mm}$

$$c = \frac{a}{\beta_1} = \frac{70,22}{0,85} = 82,611 \text{ mm}$$

$$f'_s = 600 \cdot \frac{c-d'}{c} = 600 \cdot \frac{82,611-40}{82,611} = 309,482 \text{ Mpa} < f_y \dots\dots\dots \text{Oke!}$$

Sehingga :

$$\begin{aligned} M_n &= 0,85 \cdot F'_c \cdot b \cdot a \cdot (d - 0,5a) + A_s' \cdot f'_s \cdot (d - d') \\ &= 0,85 \times 27,51 \times 200 \times 70,22 \times (460 - 0,5 \times 70,22) + 851 \times 309,482 \times (360 - 40) \\ &= 223810566,28 \text{ Nmm} \\ &= 223,810 \text{ kNm} \end{aligned}$$

Cek kekuatan penampang balok B3

Cek kekuatan balok harus memenuhi persyaratan yang tertera pada persamaan (2.50) yaitu :

$$\phi M_n \geq M_u$$

Dengan nilai ϕ merupakan faktor reduksi kuat lentur untuk penampang terkendali tarik sebesar 0,8 yang mengacu pada SK SNI T 15-1991-03 pasal 3.2 ayat 3.2.3.

Kekuatan penampang balok B3

$$\phi M_n \geq M_u$$

$$0,8 \cdot 223,810 \geq -32,813$$

$$179,048 \geq -32,813 \dots \dots \dots \text{Oke!}$$

Dari hasil analisis kekuatan penampang balok B3 dapat disimpulkan bahwa balok B3 mampu menahan beban-beban yang bekerja secara maksimal setelah dilakukan alih fungsi Gedung Rektorat menjadi Gedung Perpustakaan dengan penambahan beban sebesar 150 kg/m². Hal ini dibuktikan dengan melihat hasil analisis dan perhitungan cek kekuatan penampang balok yang telah memenuhi persyaratan yaitu nilai kapasitas penampang balok yang telah direduksi (ϕM_n) yaitu 179,048 lebih besar dari momen yang bekerja (M_n) yaitu -32,813. Hal ini membuktikan bahwa balok B3 mampu menahan beban-beban yang bekerja dan dapat menyalurkan beban secara maksimal pada kolom.

4.6 Cek Lendutan Pelat Lantai

Lendutan akibat perubahan fungsi bangunan kemudian dicek apakah lendutan tersebut masih di dalam batas lendutan izin yang diatur oleh SK SNI T-15-1991-03 yang telah dijelaskan pada persamaan 2.60. Besarnya lendutan yang terjadi pada pelat lantai 2 dan lantai 3 berdasarkan hasil analisis menggunakan *software ETABS Student Version* adalah sama yaitu sebesar 1,248 x 10⁻⁵. Cek lendutan pada pelat lantai dirincikan sebagai berikut:

Lendutan Lantai 2 dan Lantai 3

Syarat cek lendutan :

$$\delta_{\text{yang terjadi}} < \delta_{\text{ijin}}$$

Dengan lendutan yang diizinkan adalah sebesar L/360.

Diketahui :

$$\delta_{\text{yang terjadi}} = 1,248 \times 10^{-5}$$

$$L = 6720 \text{ mm}$$

Sehingga :

$$\begin{aligned} L/360 &= 6720 / 360 \\ &= 18,667 \text{ mm} \end{aligned}$$

Jadi besarnya lendutan yang terjadi pada pelat lantai 2 dan lantai 3 adalah sebesar :

$$\delta_{\text{yang terjadi}} < \delta_{\text{ijin}}$$

$$1,248 \times 10^{-5} < 18,667 \dots \dots \dots \text{Oke!}$$

Dari hasil cek lendutan pada pelat lantai 2 dan pelat lantai 3 dapat disimpulkan bahwa pelat mampu menahan beban-beban yang bekerja secara maksimal setelah dilakukan alih fungsi Gedung Rektorat menjadi Gedung

Perpustakaan dengan penambahan pembebanan sebesar 150 kg/m^2 . Hal ini dibuktikan dengan hasil analisis dan perhitungan cek lendutan pelat lantai yaitu lendutan yang terjadi ($\delta_{yang\ terjadi}$) yaitu $1,248 \times 10^{-5}$ lebih kecil dari lendutan yang diizinkan (δ_{ijin}) yaitu 18,667. Hal ini membuktikan bahwa pelat lantai 2 dan lantai 3 dapat bekerja secara maksimal dan menyalurkan beban pada balok.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari hasil penelitian “**Kekuatan Struktur Balok dan Pelat Lantai Akibat Alih Fungsi Gedung Rektorat Menjadi Gedung Perpustakaan Universitas Jambi**” yang telah dilakukan dan hasil analisis menggunakan *software ETABS Student Version* serta perhitungan manual pada poin **IV. Hasil dan Pembahasan** dapat disimpulkan bahwa:

1. Hasil analisis kekuatan struktur balok akibat alih fungsi Gedung Rektorat menjadi Gedung Perpustakaan Universitas Jambi dengan menggunakan *software ETABS student version* dan perhitungan manual untuk jenis balok B1, dan B3 bahwa masih mampu menahan beban-beban yang bekerja secara maksima, untuk struktur balok B2 terdapat 2 titik pada lantai 2 dan lantai 3 yang menunjukkan bahwa balok tidak mampu menahan beban – beban yang bekerja akibat perubahan pembebanan yang terjadi, hal ini disebabkan oleh bentang balok B2 terlalu besar namun dimensi balok yang digunakan kecil dan merupakan balok anak sehingga mengakibatkan balok O/S. Balok dikatakan mampu dan tidak mampu menahan beban-beban yang bekerja dibuktikan dengan hasil analisis dan perhitungan manual yang telah memenuhi persyaratan untuk cek kekuatan penampang balok ($\phi M_n \geq M_u$) dengan hasil yang tertera pada Tabel 5.1.

Tabel 5.1 Hasil kekuatan Struktur Balok

Elemen Struktur	M_u (kNm)	ϕM_n (kNm)	Keterangan
B1	-319,756	374,154	Terpenuhi
B2	-344,126	204,583	Tidak Terpenuhi
B3	-32,813	179,048	Terpenuhi

(Sumber : Data Penelitian, 2021)

2. Hasil analisis kekuatan struktur pelat lantai menggunakan *software ETABS* dan cek secara manual untuk pelat lantai 2 dan lantai 3 mampu menahan beban-beban yang bekerja secara maksimal, hal ini dibuktikan telah memenuhi persyaratan untuk cek kekuatan pelat lantai ($\delta_{yang\ terjadi} < \delta_{ijin}$) dengan hasil $1,248 \times 10^{-5} < 18,667$.
3. Kekuatan struktur bangunan harus ditinjau dari berbagai elemen struktur yaitu Balok, Pelat Lantai, Kolom dan pondasi. Dari hasil perhitungan kekuatan stuktur balok B1 dan B3 mampu menahan beban yang bekerja secara maksimal setelah dilakukan alih fungsi Gedung Retorat menjadi Gedung Perpustakaan Universitas Jambi, namum pada balok B2 terdapat 2 titik balok yang merupakan balok kritis tidak mampu menahan beban perpustakaan sebesar 150 kg/m^2 dan hasil perhitungan pelat lantai 2 dan lantai 3 mampu menahan beban secara maksimal. Maka dapat dikatakan

bahwa kekuatan struktur Gedung Rektorat belum bisa dilakukan alih fungsi menjadi gedung Perpustakaan melainkan dengan melakukan analisis ulang pada titik balok B2 yang mengalami *over strenght*.

5.2 Saran

Dari analisis serta hasil penelitian yang telah dilakukan, terdapat beberapa saran yang perlu diperhatikan untuk peneliti selanjutnya yaitu sebagai berikut:

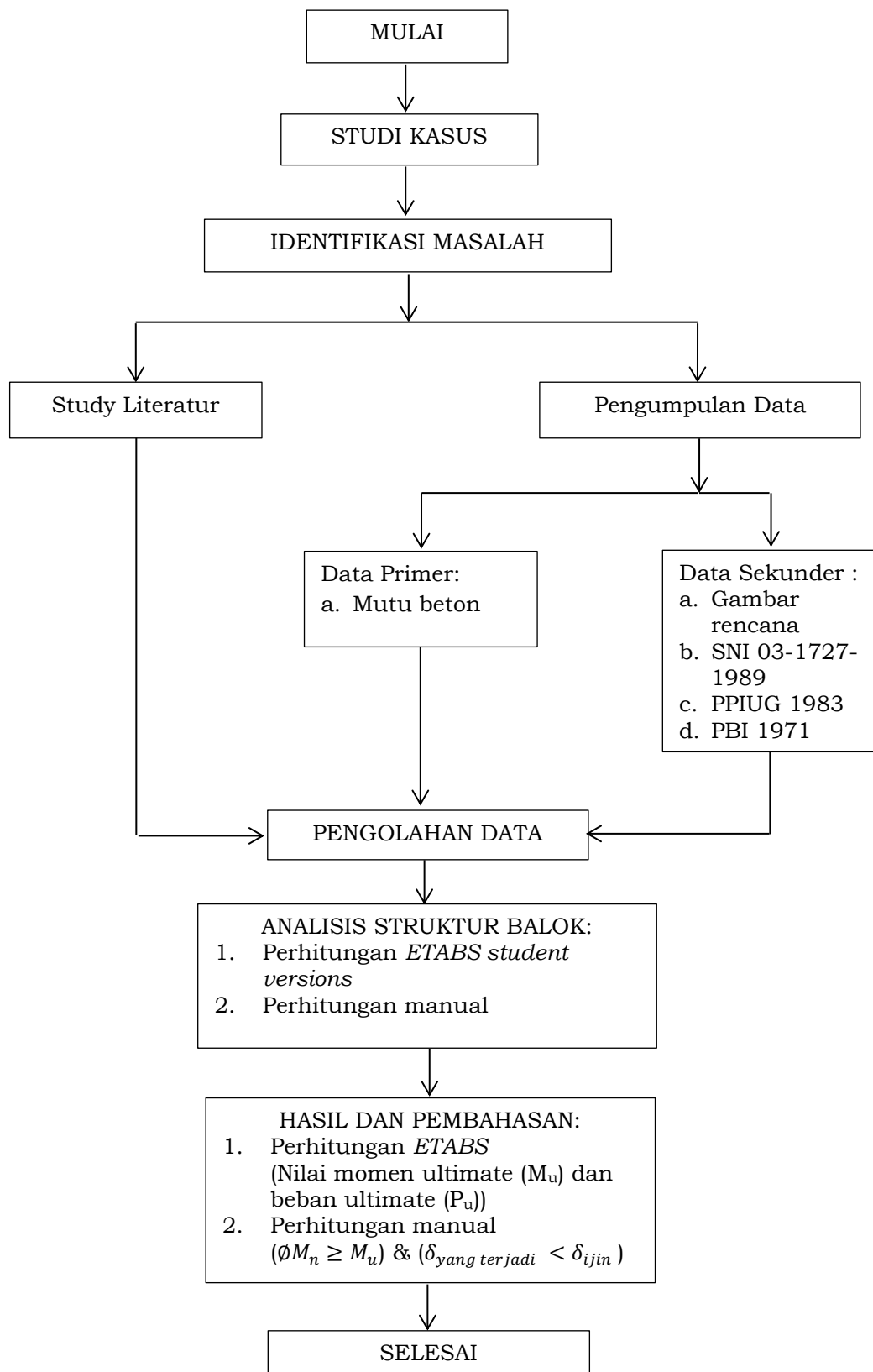
1. Membahas topik tentang perkuatan struktur pada balok B2
2. Melakukan pengujian dengan pembebanan langsung

DAFTAR PUSTAKA

- Alfianto, Rudi dan Dedi Rahmat. *Analisa Perhitungan Bangunan Dengan Metode Etabs Versi 9.7.2*. JCEBT, Universitas Medan, ISSN 2549-6379 (Print), ISSN 2549-6387 (Online), Maret 2018 : 28-33.
- Asroni, 2010. *Balok dan Pelat Beton Bertulang*. Yogyakarta : Graha Ilmu.
- Budiono B, Supriatma L. 2011. *Studi Komparasi Desain Bangunan Tahan Gempa Dengan Menggunakan SNI 03-1726-2002 dan RSNI 03-1726-201X*. Bandung (ID) : ITB Press.
- Christiawan, Ignatius dan Andreas Triwiyono, Christady. *Evaluasi Kinerja dan Perkuatan Struktur Gedung Guna Alih Fungsi Bangunan*. Jurnal Forum Teknik Sipil, Universitas Semarang, No.XVIII/I, Januari 2008: 725-738.
- Dipohusodo, Istimawan. 1993. *Struktur Beton Bertulang Berdasarkan SK. SNI T-15-19-1991-03*. Jakarta : Departemen Pekerjaan Umum RI.
- Dipohusodo, Istimawan. 1996. *Struktur Beton Bertulang*. PT. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.
- Fauzan M, Riswan D. 2002. *Analisis dan Perhitungan Konstruksi Gedung Perkantoran Bidakara Pancoran*. (Skripsi). Padang (ID) : Universitas Andalas.
- Gautama, Alfaro Rocky. 2020. *Analisis Numerik Balok Lantai dan Balok T menggunakan Software ABAQUS 6.13*. Skripsi Universitas Negeri Semarang, Semarang.
- Hartono, J. 2009. *Perkuatan Lentur Pelat Lantai Persegi dengan Penambahan Tulangan Tarik dan Komposit Mortar*. Tesis, Pascasarjana UGM. Yogyakarta.
- Haryanto, Galih Sendiko, dkk. 2018. *Lendutan Pelat Lantai Gedung Rektorat Universitas Islam "45" Bekasi*. Jurnal Bentang, Universitas Islam 45, Bekasi, Vol.6 No.1, Januari : 2018.
- Imran, Zulkifli. 2014. *Perencanaan Dasar Struktur Beton Bertulang*. Bandung ITB Press.
- Lisantonio, Ade dan Wigroho yoso, Haryanto. 2006. *Pengaruh Lokasi Bukaannya Terhadap Kapasitas Lentur dan Geser Balok Beton Bertulang*. Jurnal Teknik Sipil, UAJ, Yogyakarta, Volume 6 No.2, April 2006 : 105-115.
- McCormac, J.C. 2001. *Desain Beton Bertulang Jilid I*. Erlangga. Yogyakarta.
- Nasution. 2009. *Analisis dan Desain Struktur Beton Bertulang*. Bandung : ITB.
- Nawy, Edward G. 1990. *Beton Bertulang Suatu Pendekatan Dasar*. PT. Eresco Bandung.

- Peraturan Pembebanan Indonesia. 1983. *Peraturan Pembebanan Indonesia Untuk Gedung*. Edisi Kedua. Bandung : Direktorat Penyelidikan Masalah Bangunan.
- Standar Nasional Indonesia. 1727 : 1989. *Pedoman Perencanaan Pembebanan Untuk Rumah dan Gedung*. Jakarta : Badan Standardisasi Nasional (BSN).
- Wang, C.K., Salmon, C.G, Hariandja, B. 1994. *Desain Beton Bertulang Edisi Keempat Jilid I*. Erlangga : Jakarta.
- Zaidir. 2012. *Konstruksi Beton Bertulang Jilid 1*. Padang: Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Andalas.

LAMPIRAN



Lampiran 1. Bagan alir penelitian

Lampiran 2. Hasil *Hammer Test*

1) Hasil Uji Mutu Beton Kolom Lantai 1

Lantai			1	
Elemen Struktur			Kolom	
Sudut Pukulan			90	
Kode Bidang Uji			K.1.1	
BACAAN	SATUAN	NO	(R) (Mpa)	
	Rebound (R)			
			1	38 39
			2	36 35
			3	40 42
			4	42 46
			5	38 39
			6	36 35
			7	39 41
			8	40 42
			9	41 44
	10	37 37		
Jumlah			387 400	
Rata-Rata			38,7 40,0	

Lantai			1			
Elemen Struktur			Kolom			
Sudut Pukulan			90			
Kode Bidang Uji			K.1.2			
BACAAN	Rebound (R)	Grafik (Mpa)	SATUAN	NO	(R)	(Mpa)
				1	42	46
				2	44	50
				3	46	54
				4	43	48
				5	44	50
				6	42	46
				7	46	54
				8	44	50
				9	44	50
				10	46	54
Jumlah			441	502		
Rata-Rata			44,1	50,2		

Lantai			1			
Elemen Struktur			Kolom			
Sudut Pukulan			90			
Kode Bidang Uji			K.1.3			
BACAAN	Rebound (R)	Grafik (Mpa)	SATUAN	NO	(R)	(Mpa)
				1	39	41
				2	41	44
				3	42	46
				4	38	39
				5	40	42
				6	42	46
				7	39	41
				8	42	46
				9	39	41
				10	41	44
Jumlah			403	430		
Rata-Rata			40,3	43,0		

Lantai			1			
Elemen Struktur			Kolom			
Sudut Pukulan			90			
Kode Bidang Uji			K.1.4			
BACAAN	Rebound (R)	Grafik (Mpa)	SATUAN	NO	(R)	(Mpa)
				1	42	46
				2	40	42
				3	40	42
				4	38	39
				5	39	41
				6	41	44
				7	43	48
				8	40	42
				9	39	41
				10	40	42
Jumlah			402	427		
Rata-Rata			40,2	42,7		

Lantai			1			
Elemen Struktur			Kolom			
Sudut Pukulan			90			
Kode Bidang Uji			K.1.5			
BACAAN	Rebound (R)	Grafik (Mpa)	SATUAN	NO	(R)	(Mpa)
				1	40	42
				2	42	46
				3	42	46
				4	38	39
				5	41	44
				6	39	41
				7	38	39
				8	40	42
				9	44	50
				10	42	46
Jumlah			406		435	
Rata-Rata			40,6		43,5	

Lantai			1			
Elemen Struktur			Kolom			
Sudut Pukulan			90			
Kode Bidang Uji			K.1.6			
BACAAN	Rebound (R)	Grafik (Mpa)	SATUAN	NO	(R)	(Mpa)
				1	44	50
				2	45	52
				3	46	54
				4	48	60
				5	48	60
				6	44	50
				7	46	54
				8	44	50
				9	47	56
				10	48	60
Jumlah			460	546		
Rata-Rata			46	54,6		

Lantai			1			
Elemen Struktur			Kolom			
Sudut Pukulan			90			
Kode Bidang Uji			K.1.7			
BACAAN	Rebound (R)	Grafik (Mpa)	SATUAN	NO	(R)	(Mpa)
				1	42	46
				2	40	42
				3	37	37
				4	39	41
				5	40	42
				6	38	39
				7	37	37
				8	39	41
				9	38	39
				10	38	39
Jumlah			388		403	
Rata-Rata			38,8		40,3	

Lantai			1
Elemen Struktur			Kolom
Sudut Pukulan			90
Kode Bidang Uji			K.1.8
BACAAN	Rebound (R)	SATUAN	
		NO	(R)
		1	38
		2	39
		3	42
		4	36
		5	40
		6	41
		7	37
		8	38
		9	36
	10	37	
Jumlah		384	
Rata-Rata		38,4	

Lantai			1			
Elemen Struktur			Kolom			
Sudut Pukulan			90			
Kode Bidang Uji			K.1.9			
BACAAN	Rebound (R)	Grafik (Mpa)	SATUAN	NO	(R)	(Mpa)
				1	43	48
				2	38	39
				3	37	37
				4	41	44
				5	42	46
				6	42	46
				7	38	39
				8	39	41
				9	44	50
				10	42	46
Jumlah			406	436		
Rata-Rata			40,6	43,6		

Lantai			1			
Elemen Struktur			Kolom			
Sudut Pukulan			90			
Kode Bidang Uji			K.1.10			
BACAAN	Rebound (R)	Grafik (Mpa)	SATUAN	NO	(R)	(Mpa)
				1	40	42
				2	42	46
				3	43	48
				4	37	37
				5	39	41
				6	38	39
				7	40	42
				8	42	46
				9	39	41
				10	41	44
Jumlah			401	426		
Rata-Rata			40,1	42,6		

2) Hasil Uji Mutu Beton Kolom Lantai 2

Lantai			2			
Elemen Struktur			Kolom			
Sudut Pukulan			90			
Kode Bidang Uji			K.2.1			
BACAAN	Rebound (R)	Grafik (Mpa)	SATUAN	(R)	(Mpa)	
				1	44	50
				2	43	48
				3	38	39
				4	43	48
				5	39	41
				6	46	54
				7	43	48
				8	42	46
				9	40	42
				10	44	50
Jumlah			422	466		
Rata-Rata			42,2	46,6		

Lantai			2		
Elemen Struktur			Kolom		
Sudut Pukulan			90		
Kode Bidang Uji			K.2.2		
BACAAN	Rebound (R)	Grafik (Mpa)	SATUAN	(R)	(Mpa)
			1	42	46
			2	43	48
			3	40	42
			4	41	44
			5	43	48
			6	40	42
			7	38	39
			8	39	41
			9	41	44
			10	44	50
Jumlah			411	444	
Rata-Rata			41,1	44,4	

Lantai			2			
Elemen Struktur			Kolom			
Sudut Pukulan			90			
Kode Bidang Uji			K.2.3			
BACAAN	Rebound (R)	Grafik (Mpa)	SATUAN	NO	(R)	(Mpa)
				1	37	37
				2	38	39
				3	36	35
				4	42	46
				5	41	44
				6	40	42
				7	38	39
				8	39	41
				9	40	42
				10	37	37
Jumlah			388	402		
Rata-Rata			38,8	40,2		

Lantai			2			
Elemen Struktur			Kolom			
Sudut Pukulan			90			
Kode Bidang Uji			K.2.4			
BACAAN	Rebound (R)	Grafik (Mpa)	SATUAN	NO	(R)	(Mpa)
				1	45	52
				2	44	50
				3	42	46
				4	40	42
				5	43	48
				6	45	52
				7	44	50
				8	42	46
				9	42	46
				10	44	50
Jumlah			431	482		
Rata-Rata			43,1	48,2		

Lantai			2			
Elemen Struktur			Kolom			
Sudut Pukulan			90			
Kode Bidang Uji			K.2.5			
BACAAN	Rebound (R)	Grafik (Mpa)	SATUAN	NO	(R)	(Mpa)
				1	41	44
				2	38	39
				3	37	37
				4	42	46
				5	40	42
				6	37	37
				7	38	39
				8	38	39
				9	36	35
				10	37	37
Jumlah			384	395		
Rata-Rata			38,4	39,5		

Lantai			2
Elemen Struktur			Kolom
Sudut Pukulan			90
Kode Bidang Uji			K.2.6
BACAAN	Rebound (R)	SATUAN	
		NO	(R)
		1	39
		2	37
		3	43
		4	42
		5	44
		6	39
		7	38
		8	36
		9	40
		10	37
Jumlah		395	
Rata-Rata		39,5	

Lantai			2		
Elemen Struktur			Kolom		
Sudut Pukulan			90		
Kode Bidang Uji			K.2.7		
BACAAN	SATUAN	NO	(R)	(Mpa)	
	Rebound (R)	Grafik (Mpa)	1	44	50
			2	42	46
			3	42	46
			4	38	39
			5	40	42
			6	41	44
			7	39	41
			8	38	39
			9	39	41
			10	41	44
	Jumlah		404	432	
Rata-Rata		40,4	43,2		

Lantai			2			
Elemen Struktur			Kolom			
Sudut Pukulan			90			
Kode Bidang Uji			K.2.8			
BACAAN	Rebound (R)	Grafik (Mpa)	SATUAN	NO	(R)	(Mpa)
				1	41	44
				2	41	44
				3	44	50
				4	42	46
				5	39	41
				6	38	39
				7	40	42
				8	42	46
				9	41	44
				10	43	48
			Jumlah			411
Rata-Rata			41,1		44,4	

Lantai			2			
Elemen Struktur			Kolom			
Sudut Pukulan			90			
Kode Bidang Uji			K.2.9			
BACAAN	Rebound (R)	Grafik (Mpa)	SATUAN	NO	(R)	(Mpa)
				1	44	50
				2	43	48
				3	45	52
				4	42	46
				5	38	39
				6	43	48
				7	42	46
				8	39	41
				9	43	48
				10	45	52
Jumlah			424	470		
Rata-Rata			42.4	47		

Lantai			2		
Elemen Struktur			Kolom		
Sudut Pukulan			90		
Kode Bidang Uji			K.2.10		
BACAAN	Rebound (R)	Grafik (Mpa)	SATUAN	(R)	(Mpa)
			1	37	37
			2	38	39
			3	38	39
			4	42	46
			5	41	44
			6	38	39
			7	39	41
			8	42	46
			9	36	35
			10	37	37
Jumlah			388	403	
Rata-Rata			38,8	40,3	

3) Hasil Uji Mutu Beton Kolom Lantai 3

Lantai			3			
Elemen Struktur			Kolom			
Sudut Pukulan			90			
Kode Bidang Uji			K.3.1			
BACAAN	Rebound (R)	Grafik (Mpa)	SATUAN	NO	(R)	(Mpa)
				1	42	46
				2	42	46
				3	36	35
				4	38	39
				5	40	42
				6	39	41
				7	37	37
				8	36	35
				9	38	39
				10	39	41
Jumlah			387	401		
Rata-Rata			38,7	40,1		

Lantai			3
Elemen Struktur			Kolom
Sudut Pukulan			90
Kode Bidang Uji			K.3.2
BACAAN	Rebound (R)	SATUAN	(Mpa)
		NO	(R)
		1	39
		2	38
		3	38
		4	42
		5	40
		6	37
		7	36
		8	38
		9	39
		10	42
Jumlah		389	
Rata-Rata		38,9	

Lantai			3
Elemen Struktur			Kolom
Sudut Pukulan			90
Kode Bidang Uji			K.3.3
BACAAN	Rebound (R)	SATUAN	
		NO	(R)
		1	36
		2	37
		3	37
		4	40
		5	42
		6	39
		7	37
		8	38
		9	42
10	38		
Jumlah		386	
Rata-Rata		38,6	
		39,9	

Lantai			3	
Elemen Struktur			Kolom	
Sudut Pukulan			90	
Kode Bidang Uji			K.3.4	
BACAAN	Rebound (R)	Grafik (Mpa)	SATUAN	
			NO	(R)
				(Mpa)
			1	38
			2	39
			3	38
			4	39
			5	41
			6	44
			7	41
			8	42
			9	39
10	37			
Jumlah			388	41
Rata-Rata			38,8	40,3

Lantai			3			
Elemen Struktur			Kolom			
Sudut Pukulan			90			
Kode Bidang Uji			K.3.5			
BACAAN	Rebound (R)	Grafik (Mpa)	SATUAN	NO	(R)	(Mpa)
				1	42	46
				2	40	42
				3	41	44
				4	38	39
				5	41	44
				6	38	39
				7	39	41
				8	41	44
				9	43	48
				10	37	37
Jumlah			400	424		
Rata-Rata			40	42,4		

Lantai			3			
Elemen Struktur			Kolom			
Sudut Pukulan			90			
Kode Bidang Uji			K.3.6			
BACAAN	Rebound (R)	Grafik (Mpa)	SATUAN	NO	(R)	(Mpa)
				1	37	37
				2	39	41
				3	40	42
				4	39	41
				5	41	44
				6	38	39
				7	37	37
				8	37	37
				9	38	39
				10	40	42
Jumlah			386	399		
Rata-Rata			38,6	39,9		

Lantai			3		
Elemen Struktur			Kolom		
Sudut Pukulan			90		
Kode Bidang Uji			K.3.7		
BACAAN	Rebound (R)	Grafik (Mpa)	SATUAN	(R)	(Mpa)
			1	40	42
			2	37	37
			3	39	41
			4	41	44
			5	40	42
			6	37	37
			7	36	35
			8	39	41
			9	37	37
			10	37	37
Jumlah			383	393	
Rata-Rata			38,3	39,3	

Lantai			3
Elemen Struktur			Kolom
Sudut Pukulan			90
Kode Bidang Uji			K.3.8
BACAAN	Rebound (R)	SATUAN	(Mpa)
		NO	(R)
		1	38
		2	42
		3	42
		4	40
		5	36
		6	37
		7	38
		8	39
		9	38
10	36		
Jumlah		386	399
Rata-Rata		38,6	39,9

Lantai			3
Elemen Struktur			Kolom
Sudut Pukulan			90
Kode Bidang Uji			K.3.9
BACAAN	Rebound (R)	SATUAN	(Mpa)
		NO	(R)
		1	39
		2	43
		3	41
		4	41
		5	40
		6	38
		7	37
		8	38
		9	41
		10	40
Jumlah		398	420
Rata-Rata		39,8	42,0

Lantai			3
Elemen Struktur			Kolom
Sudut Pukulan			90
Kode Bidang Uji			K.3.10
BACAAN	Rebound (R)	SATUAN	(Mpa)
		NO	(R)
		1	44
		2	50
		3	42
		4	46
		5	40
		6	42
		7	46
		8	45
		9	52
10	44		
Jumlah			425
Rata-Rata			470
			42,5
			47,0

4) Hasil Uji Mutu Beton Balok

Elemen Struktur			Balok		
Sudut Pukulan			90		
Kode Bidang Uji			B.1		
BACAAN	SATUAN	NO	(R)	(Mpa)	
	Rebound (R)	Grafik (Mpa)	1	38	39
			2	35	33
			3	39	41
			4	41	44
			5	40	42
			6	42	46
			7	42	46
			8	36	35
			9	37	37
			10	37	37
	Jumlah		387	400	
Rata-Rata		38,7	40,0		

Elemen Struktur			Balok			
Sudut Pukulan			90			
Kode Bidang Uji			B.2			
BACAAN	Rebound (R)	Grafik (Mpa)	SATUAN	NO	(R)	(Mpa)
				1	44	50
				2	42	46
				3	43	48
				4	39	41
				5	40	42
				6	41	44
				7	40	42
				8	45	52
				9	43	48
				10	46	54
			Jumlah			423
Rata-Rata			42,3	46,7		

Elemen Struktur			Balok		
Sudut Pukulan			90		
Kode Bidang Uji			B.3		
BACAAN	SATUAN		NO	(R)	(Mpa)
	Rebound (R)	Grafik (Mpa)	1	41	44
			2	40	42
			3	43	48
			4	42	46
			5	38	39
			6	37	37
			7	39	41
			8	40	42
			9	42	46
			10	43	48
	Jumlah			405	433
Rata-Rata			40,5	43,3	

Elemen Struktur			Balok			
Sudut Pukulan			90			
Kode Bidang Uji			B.4			
BACAAN	Rebound (R)	Grafik (Mpa)	SATUAN	NO	(R)	(Mpa)
				1	37	37
				2	40	42
				3	37	37
				4	36	35
				5	42	46
				6	39	41
				7	41	44
				8	37	37
				9	36	35
				10	38	39
Jumlah			383	393		
Rata-Rata			38,3	39,3		

Elemen Struktur			Balok		
Sudut Pukulan			90		
Kode Bidang Uji			B.5		
BACAAN	Rebound (R)	Grafik (Mpa)	SATUAN	(R)	(Mpa)
			1	39	41
			2	37	37
			3	38	39
			4	40	42
			5	39	41
			6	42	46
			7	37	37
			8	36	35
			9	41	44
			10	40	42
Jumlah			389	404	
Rata-Rata			38,9	40,4	

Elemen Struktur			Balok	
Sudut Pukulan			90	
Kode Bidang Uji			B.6	
BACAAN	Rebound (R)	Grafik (Mpa)	SATUAN	(Mpa)
			NO	(R)
			1	44
			2	43
			3	40
			4	38
			5	39
			6	39
			7	41
			8	40
			9	42
10	38			
Jumlah			404	432
Rata-Rata			40,4	43,2

Elemen Struktur			Balok
Sudut Pukulan			90
Kode Bidang Uji			B.7
BACAAN	Rebound (R)	SATUAN	(Mpa)
		NO	(R)
		1	40
		2	41
		3	37
		4	38
		5	40
		6	42
		7	44
		8	42
		9	39
		10	43
Jumlah		406	
Rata-Rata		40,6	

5) Hasil Uji Mutu Beton Pelat Lantai

Elemen Struktur		Pelat Lantai		
Sudut Pukulan		90		
Kode Bidang Uji		PL.1		
BACAAN	SATUAN	NO	(R) (Mpa)	
	Rebound (R)	Grafik (Mpa)	1	37 37
			2	40 42
			3	37 37
			4	38 39
			5	40 42
			6	38 39
			7	37 37
			8	39 41
			9	39 41
			10	40 42
Jumlah		385	397	
Rata-Rata		38,5	39,7	

Elemen Struktur		Pelat Lantai		
Sudut Pukulan		90		
Kode Bidang Uji		PL.2		
BACAAN	SATUAN	NO	(R) (Mpa)	
	Rebound (R)	Grafik (Mpa)	1	36 35
			2	40 42
			3	37 37
			4	37 37
			5	42 46
			6	39 41
			7	38 39
			8	40 42
			9	36 35
			10	41 44
Jumlah		386	398	
Rata-Rata		38,6	39,8	

Elemen Struktur			Pelat Lantai		
Sudut Pukulan			90		
Kode Bidang Uji			PL.3		
BACAAN	SATUAN		NO	(R)	(Mpa)
	Rebound (R)	Grafik (Mpa)	1	37	37
			2	40	42
			3	37	37
			4	36	35
			5	42	46
			6	39	41
			7	41	44
			8	37	37
			9	36	35
			10	38	39
	Jumlah			383	393
Rata-Rata			38,3	39,3	

Elemen Struktur			Pelat Lantai		
Sudut Pukulan			90		
Kode Bidang Uji			PL.4		
BACAAN	SATUAN		NO	(R)	(Mpa)
	Rebound (R)	Grafik (Mpa)	1	41	44
			2	38	39
			3	37	37
			4	42	46
			5	40	42
			6	37	37
			7	38	39
			8	38	39
			9	36	35
			10	37	37
	Jumlah			384	395
Rata-Rata			38,4	39,5	

Lampiran 3. Nilai Beban Ultimate (Pu) dan Momen Ultimate (Mu) Balok B1

No	Pu (N)	Mu (kNm)	No	Pu (N)	Mu (kNm)
1	-18,76	-319,756	1122	12,38	7,664
2	-18,76	-319,705	1123	12,38	7,683
3	-18,76	-316,897	1124	12,38	7,686
4	-18,76	-316,827	1125	12,38	7,693
5	-18,76	-315,572	1126	12,38	7,714
6	-18,76	-315,563	1127	12,38	7,741
7	-18,76	-312,88	1128	12,38	7,769
8	-18,76	-312,778	1129	12,38	7,981
9	-18,76	-312,702	1130	12,51	7,982
10	-18,76	-312,701	1131	12,51	8,058
11	-18,76	-312,455	1132	12,51	8,058
12	-18,76	-312,45	1133	12,51	8,2
13	-18,76	-312,332	1134	12,51	8,215
14	-18,76	-312,276	1135	12,51	8,217
15	-18,76	-311,93	1136	12,51	8,252
16	-18,76	-311,925	1137	12,51	8,289
17	-18,76	-307,415	1138	12,51	8,296
18	-11	-307,336	1139	-10,47	8,302
19	-11	-307,305	1140	-10,47	8,311
20	-11	-307,28	1141	-10,47	8,347
21	-11	-305,176	1142	-10,47	8,367
22	-11	-305,176	1143	-10,47	8,427
23	-11	-305,163	1144	-10,47	8,427
24	-11	-305,15	1145	-10,47	8,427
25	-11	-293,587	1146	-10,47	8,431
26	-11	-293,53	1147	-10,47	8,432
27	-11	-293,527	1148	-10,47	8,438
28	-11	-293,402	1149	-10,47	8,443
29	-11	-287,629	1150	-10,47	8,468
30	-11	-287,622	1151	-10,47	8,5
31	-11	-287,584	1152	-10,47	8,521
32	-11	-287,571	1153	-10,47	8,718
33	-11	-280,032	1154	-10,47	8,735
34	-11	-280,03	1155	-10,47	8,8
35	-1,07	-279,913	1156	-5,02	8,807
36	-1,07	-279,908	1157	-5,02	8,92
37	-1,07	-277,533	1158	-5,02	8,933
38	-1,07	-277,528	1159	-5,02	9,083
39	-1,07	-275,036	1160	-5,02	9,085
40	-1,07	-275,033	1161	-5,02	9,117
41	-1,07	-272,085	1162	-5,02	9,138
42	-1,07	-272,022	1163	-5,02	9,327
43	-1,07	-271,974	1164	-5,02	9,328
44	-1,05	-271,932	1165	-4,99	9,541
45	-1,05	-271,813	1166	-4,99	9,547
46	-1,05	-271,797	1167	-4,99	9,607
47	-1,05	-269,547	1168	-4,99	9,625
48	-1,05	-269,487	1169	-4,99	9,782
49	-1,05	-240,912	1170	-4,99	9,785
50	-1,05	-240,911	1171	-4,99	9,816
51	-1,05	-240,906	1172	-4,99	9,821
52	-1,05	-240,906	1173	-4,99	9,91
53	-0,83	-231,992	1174	-4,99	9,91
54	-0,83	-231,985	1175	-4,99	9,948
55	-0,83	-231,922	1176	-4,99	9,989
56	-0,83	-231,866	1177	-4,99	10,184

No	Pu (N)	Mu (kNm)	No	Pu (N)	Mu (kNm)
57	-0,83	-231,338	1178	-4,99	10,187
58	-0,83	-231,325	1179	-4,99	10,241
59	-0,83	-231,263	1180	-4,99	10,247
60	-0,83	-231,26	1181	-4,99	10,419
61	-0,83	-230,058	1182	-4,99	10,421
62	-0,79	-229,809	1183	-4,99	10,423
63	-0,79	-229,723	1184	-4,99	10,439
64	-0,79	-229,717	1185	-4,99	10,448
65	-0,79	-223,01	1186	-4,99	10,463
66	-0,79	-222,97	1187	-4,99	10,475
67	-0,79	-222,895	1188	-4,99	10,484
68	-0,79	-222,745	1189	-4,99	10,524
69	-0,79	-222,709	1190	-4,99	10,535
70	-0,79	-222,7	1191	-4,99	10,536
71	1,13	-222,662	1192	-4,66	10,541
72	1,13	-221,409	1193	-4,66	10,544
73	1,13	-216,766	1194	-4,66	10,56
74	1,13	-216,722	1195	-4,66	10,899
75	1,13	-214,757	1196	-4,66	10,92
76	1,13	-214,696	1197	-4,66	10,978
77	1,13	-213,383	1198	-4,66	10,985
78	1,13	-213,376	1199	-4,66	11,024
79	1,13	-211,571	1200	-4,66	11,024
80	1,14	-211,489	1201	-4,53	11,093
81	1,14	-211,369	1202	-4,53	11,096
82	1,14	-211,368	1203	-4,53	11,181
83	1,14	-211,19	1204	-4,53	11,201
84	1,14	-211,188	1205	-4,53	11,444
85	1,14	-211,096	1206	-4,53	11,462
86	1,14	-211,045	1207	-4,53	11,69
87	1,14	-210,753	1208	-4,53	11,695
88	1,14	-210,748	1209	-4,53	11,726
89	1,24	-210,737	1210	-4,53	11,735
90	1,24	-210,734	1211	-4,53	11,753
91	1,24	-210,136	1212	-4,53	11,762
92	1,24	-210,133	1213	-4,53	11,791
93	1,24	-208,414	1214	-4,53	11,792
94	1,24	-208,349	1215	-4,53	11,81
95	1,24	-207,837	1216	-4,53	11,843
96	1,24	-207,779	1217	-4,53	11,951
97	1,24	-206,789	1218	-4,53	11,952
98	1,24	-206,722	1219	-4,53	11,974
99	1,24	-206,708	1220	-4,53	11,985
100	1,24	-206,678	1221	-4,39	11,987
101	1,24	-206,331	1222	-4,39	12,002
102	1,24	-206,286	1223	-4,39	12,021
103	1,24	-205,649	1224	-4,39	12,022
104	1,24	-205,647	1225	-4,39	12,027
105	1,24	-205,546	1226	-4,39	12,038
106	1,24	-205,541	1227	-4,39	12,049
107	1,26	-204,821	1228	-4,39	12,055
108	1,26	-204,82	1229	-4,39	12,056
109	1,26	-204,812	1230	-4,39	12,064
110	1,26	-204,802	1231	-4,39	12,065
111	1,26	-198,33	1232	-4,39	12,068
112	1,26	-198,291	1233	-4,39	12,082

No	Pu (N)	Mu (kNm)	No	Pu (N)	Mu (kNm)
113	1,26	-198,182	1234	-4,39	12,134
114	1,26	-198,174	1235	-4,39	12,135
115	1,26	-197,823	1236	-4,39	12,148
116	1,26	-197,778	1237	-4,39	12,242
117	1,26	-197,769	1238	-4,32	12,251
118	1,26	-197,672	1239	-4,32	12,268
119	1,26	-195,058	1240	-4,32	12,27
120	1,26	-194,996	1241	-4,32	12,53
121	1,26	-192,983	1242	-4,32	12,61
122	1,26	-192,978	1243	-4,32	12,612
123	1,26	-192,948	1244	-4,32	12,626
124	1,26	-192,938	1245	-4,32	12,626
125	1,29	-180,225	1246	-4,32	12,642
126	1,29	-180,221	1247	-4,27	12,676
127	1,29	-178,537	1248	-4,27	12,828
128	1,29	-178,534	1249	-4,27	12,838
129	1,29	-175,184	1250	-4,27	12,955
130	1,29	-175,129	1251	-4,27	12,956
131	1,29	-174,921	1252	-4,27	13,008
132	1,29	-174,919	1253	-4,27	13,015
133	1,29	-174,802	1254	-4,27	13,018
134	1,32	-174,802	1255	-4,27	13,057
135	1,32	-173,458	1256	-4,25	13,06
136	1,32	-173,406	1257	-4,25	13,061
137	1,32	-163,958	1258	-4,25	13,078
138	1,32	-163,952	1259	-4,25	13,093
139	1,32	-163,902	1260	-4,25	13,095
140	1,32	-163,85	1261	-4,25	13,112
141	1,32	-162,238	1262	-4,25	13,161
142	1,32	-162,006	1263	-4,25	13,165
143	1,69	-161,93	1264	-4,25	13,202
144	1,69	-161,924	1265	-4,25	13,215
145	1,69	-157,301	1266	-4,25	13,216
146	1,69	-157,298	1267	-4,25	13,221
147	1,69	-156,177	1268	-4,25	13,245
148	1,69	-156,142	1269	-4,25	13,247
149	1,69	-156,078	1270	-4,25	13,284
150	1,69	-155,92	1271	-4,25	13,289
151	1,69	-155,905	1272	-4,25	13,334
152	1,76	-155,881	1273	-4,25	13,35
153	1,76	-155,846	1274	-4,23	13,381
154	1,76	-155,628	1275	-4,23	13,426
155	1,76	-155,628	1276	-4,23	13,436
156	1,76	-154,687	1277	-4,23	13,456
157	1,76	-153,327	1278	-4,23	13,498
158	1,76	-153,325	1279	-4,23	13,54
159	1,76	-153,325	1280	-4,23	13,594
160	1,76	-153,324	1281	-4,23	13,599
161	1,77	-144,598	1282	-4,23	13,623
162	1,77	-144,597	1283	-4,23	13,632
163	1,77	-144,535	1284	-4,23	13,661
164	1,77	-144,534	1285	-4,23	13,708
165	1,77	-136,543	1286	-4,23	13,744
166	1,77	-136,541	1287	-4,23	13,745
167	1,77	-136,456	1288	-4,23	13,776
168	1,77	-136,45	1289	-4,23	13,808
169	1,77	-131,823	1290	-4,23	13,941
170	1,79	-131,818	1291	-4,22	14,042

No	Pu (N)	Mu (kNm)	No	Pu (N)	Mu (kNm)
171	1,79	-131,205	1292	-4,22	14,047
172	1,79	-131,202	1293	-4,22	14,049
173	1,79	-129,963	1294	-4,22	14,058
174	1,79	-129,928	1295	-4,22	14,061
175	1,79	-129,829	1296	-4,22	14,075
176	1,79	-129,828	1297	-4,22	14,09
177	1,79	-129,479	1298	-4,22	14,143
178	1,79	-129,422	1299	-4,22	14,151
179	3,38	-128,903	1300	-4,22	14,168
180	3,38	-128,852	1301	-4,22	14,276
181	3,38	-128,733	1302	-4,22	14,278
182	3,38	-128,733	1303	-4,22	14,318
183	3,38	-127,538	1304	-4,22	14,323
184	3,38	-127,538	1305	-4,22	14,327
185	3,38	-127,398	1306	-4,22	14,339
186	3,38	-127,358	1307	-4,22	14,352
187	3,38	-127,298	1308	-4,22	14,355
188	3,51	-127,296	1309	-4,2	14,371
189	3,51	-125,944	1310	-4,2	14,376
190	3,51	-125,944	1311	-4,2	14,383
191	3,51	-125,461	1312	-4,2	14,388
192	3,51	-125,46	1313	-4,2	14,418
193	3,51	-123,866	1314	-4,2	14,418
194	3,51	-123,862	1315	-4,2	14,615
195	3,51	-121,565	1316	-4,2	14,617
196	3,51	-121,565	1317	-4,2	14,739
197	4,33	-120,85	1318	-4,19	14,748
198	4,33	-120,843	1319	-4,19	14,754
199	4,33	-119,054	1320	-4,19	14,754
200	4,33	-119,016	1321	-4,19	14,766
201	4,33	-118,735	1322	-4,19	14,767
202	4,33	-118,68	1323	-4,19	14,77
203	4,33	-117,894	1324	-4,19	14,773
204	4,33	-117,842	1325	-4,19	14,813
205	4,33	-116,728	1326	-4,19	14,817
206	4,35	-116,728	1327	-4,13	14,856
207	4,35	-116,556	1328	-4,13	14,858
208	4,35	-116,554	1329	-4,13	14,891
209	4,35	-116,472	1330	-4,13	14,902
210	4,35	-116,466	1331	-4,13	14,93
211	4,35	-116,194	1332	-4,13	14,936
212	4,35	-116,193	1333	-4,13	14,938
213	4,35	-115,54	1334	-4,13	14,975
214	4,35	-115,477	1335	-4,13	14,975
215	4,44	-115,312	1336	-4,1	14,983
216	4,44	-115,312	1337	-4,1	14,986
217	4,44	-115,203	1338	-4,1	14,998
218	4,44	-115,203	1339	-4,1	15,027
219	4,44	-115,137	1340	-4,1	15,038
220	4,44	-115,091	1341	-4,1	15,057
221	4,44	-114,822	1342	-4,1	15,061
222	4,44	-114,82	1343	-4,1	15,091
223	4,44	-111,44	1344	-4,1	15,101
224	4,49	-111,388	1345	-4,1	15,112
225	4,49	-111,385	1346	-4,1	15,128
226	4,49	-111,354	1347	-4,1	15,172
227	4,49	-109,743	1348	-4,1	15,194
228	4,49	-109,742	1349	-4,1	15,217
229	4,49	-109,738	1350	-4,1	15,233

No	Pu (N)	Mu (kNm)	No	Pu (N)	Mu (kNm)
230	4,49	-109,731	1351	-4,1	15,237
231	4,49	-107,335	1352	-4,1	15,247
232	4,49	-107,303	1353	-4,1	15,247
233	4,5	-107,289	1354	-4,09	15,25
234	4,5	-107,219	1355	-4,09	15,281
235	4,5	-105,396	1356	-4,09	15,296
236	4,5	-105,342	1357	-4,09	15,485
237	4,5	-105,026	1358	-4,09	15,486
238	4,5	-105,026	1359	-4,09	15,492
239	4,5	-104,15	1360	-4,09	15,52
240	4,5	-104,15	1361	-4,09	15,556
241	4,5	-103,615	1362	-4,09	15,565
242	4,58	-103,611	1363	-4,09	15,568
243	4,58	-103,589	1364	-4,09	15,588
244	4,58	-103,583	1365	-4,09	15,614
245	4,58	-101,202	1366	-4,09	15,617
246	4,58	-101,197	1367	-4,09	15,641
247	4,58	-101,159	1368	-4,09	15,65
248	4,58	-101,111	1369	-4,09	15,71
249	4,58	-100,575	1370	-4,09	15,727
250	4,58	-100,574	1371	-4,09	15,777
251	5	-99,695	1372	-4,01	15,781
252	5	-99,54	1373	-4,01	15,785
253	5	-99,54	1374	-4,01	15,799
254	5	-99,481	1375	-4,01	15,819
255	5	-99,414	1376	-4,01	15,822
256	5	-99,409	1377	-4,01	15,845
257	5	-94,622	1378	-4,01	15,851
258	5	-94,591	1379	-4,01	15,854
259	5	-94,538	1380	-4,01	15,854
260	5,24	-94,378	1381	-4,01	15,857
261	5,24	-94,373	1382	-4,01	15,858
262	5,24	-94,338	1383	-4,01	15,899
263	5,24	-94,308	1384	-4,01	15,9
264	5,24	-93,242	1385	-4,01	15,998
265	5,24	-93,107	1386	-4,01	16,003
266	5,24	-93,106	1387	-4,01	16,048
267	5,24	-92,989	1388	-4,01	16,052
268	5,24	-92,989	1389	-4,01	16,075
269	5,24	-90,179	1390	-3,93	16,088
270	5,24	-90,16	1391	-3,93	16,091
271	5,24	-89,989	1392	-3,93	16,099
272	5,24	-89,942	1393	-3,93	16,102
273	5,24	-89,928	1394	-3,93	16,107
274	5,24	-89,926	1395	-3,93	16,116
275	5,24	-89,91	1396	-3,93	16,122
276	5,24	-89,83	1397	-3,93	16,296
277	5,24	-88,195	1398	-3,93	16,296
278	5,28	-88,192	1399	-3,93	16,379
279	5,28	-87,796	1400	-3,93	16,383
280	5,28	-87,794	1401	-3,93	16,647
281	5,28	-87,511	1402	-3,93	16,656
282	5,28	-87,506	1403	-3,93	16,68
283	5,28	-87,316	1404	-3,93	16,683
284	5,28	-87,313	1405	-3,93	17,078
285	5,28	-87,053	1406	-3,93	17,079
286	5,28	-87,053	1407	-3,93	17,496
287	5,3	-87,013	1408	-3,84	17,496
288	5,3	-87,011	1409	-3,84	17,634

No	Pu (N)	Mu (kNm)	No	Pu (N)	Mu (kNm)
290	5,3	-85,917	1411	-3,84	17,659
291	5,3	-85,461	1412	-3,84	17,659
292	5,3	-85,46	1413	-3,84	17,659
293	5,3	-85,254	1414	-3,84	17,676
294	5,3	-85,253	1415	-3,84	17,679
295	5,3	-84,598	1416	-3,84	17,679
296	5,31	-84,598	1417	-3,84	17,69
297	5,31	-84,041	1418	-3,84	17,693
298	5,31	-84,04	1419	-3,84	17,918
299	5,31	-83,706	1420	-3,84	17,922
300	5,31	-83,703	1421	-3,84	17,932
301	5,31	-83,56	1422	-3,84	17,933
302	5,31	-83,513	1423	-3,84	18,076
303	5,31	-82,647	1424	-3,84	18,079
304	5,31	-82,602	1425	-3,84	18,087
305	5,34	-81,975	1426	-3,83	18,09
306	5,34	-81,974	1427	-3,83	18,099
307	5,34	-81,648	1428	-3,83	18,107
308	5,34	-81,644	1429	-3,83	18,118
309	5,34	-79,857	1430	-3,83	18,121
310	5,34	-79,857	1431	-3,83	18,133
311	5,34	-79,69	1432	-3,83	18,134
312	5,34	-79,688	1433	-3,83	18,135
313	5,34	-79,411	1434	-3,83	18,135
314	5,36	-79,409	1435	-3,83	19,134
315	5,36	-78,694	1436	-3,83	19,141
316	5,36	-78,693	1437	-3,83	19,232
317	5,36	-77,673	1438	-3,83	19,233
318	5,36	-77,65	1439	-3,83	19,301
319	5,36	-77,573	1440	-3,83	19,323
320	5,36	-77,535	1441	-3,83	19,368
321	5,36	-76,172	1442	-3,83	19,395
322	5,36	-76,172	1443	-3,83	19,653
323	5,36	-75,456	1444	-3,78	19,694
324	5,42	-75,45	1445	-3,78	20,087
325	5,42	-75,324	1446	-3,78	20,088
326	5,42	-75,322	1447	-3,78	20,494
327	5,42	-75,253	1448	-3,78	20,496
328	5,42	-75,247	1449	-3,78	21,445
329	5,42	-72,984	1450	-3,78	21,446
330	5,42	-72,983	1451	-3,78	21,684
331	5,42	-72,299	1452	-3,78	21,69
332	5,42	-72,296	1453	-3,78	22,146
333	5,44	-71,362	1454	-3,78	22,176
334	5,44	-71,359	1455	-3,78	22,699
335	5,44	-71,021	1456	-3,78	22,735
336	5,44	-71,019	1457	-3,78	23,578
337	5,44	-71,018	1458	-3,78	23,579
338	5,44	-71,017	1459	-3,78	23,814
339	5,44	-69,729	1460	-3,78	23,827
340	5,44	-69,728	1461	-3,78	24,431
341	5,44	-69,49	1462	-3,43	24,433
342	5,47	-69,489	1463	-3,43	24,439
343	5,47	-69,482	1464	-3,43	24,441
344	5,47	-69,452	1465	-3,43	24,485
345	5,47	-69,371	1466	-3,43	24,486
346	5,47	-69,361	1467	-3,43	24,625
347	5,47	-68,3	1468	-3,43	24,636
348	5,47	-68,226	1469	-3,43	24,784

No	Pu (N)	Mu (kNm)	No	Pu (N)	Mu (kNm)
349	5,47	-66,083	1470	-3,43	24,786
350	5,47	-66,082	1471	-3,42	24,888
351	5,54	-65,684	1472	-3,42	24,889
352	5,54	-65,684	1473	-3,42	25,04
353	5,54	-64,432	1474	-3,42	25,044
354	5,54	-64,384	1475	-3,42	25,072
355	5,54	-63,146	1476	-3,42	25,075
356	5,54	-63,137	1477	-3,42	25,523
357	5,54	-63,087	1478	-3,42	25,55
358	5,54	-63,082	1479	-3,42	25,551
359	5,54	-62,776	1480	-3,37	25,567
360	5,54	-62,775	1481	-3,37	25,685
361	5,61	-62,696	1482	-3,37	25,702
362	5,61	-62,696	1483	-3,37	25,707
363	5,61	-61,818	1484	-3,37	25,741
364	5,61	-61,718	1485	-3,37	25,752
365	5,61	-61,67	1486	-3,37	25,754
366	5,61	-61,558	1487	-3,37	25,755
367	5,61	-58,386	1488	-3,37	25,756
368	5,61	-58,385	1489	-3,36	25,767
369	5,61	-58,238	1490	-3,36	25,767
370	5,61	-58,235	1491	-3,36	25,771
371	5,67	-58,169	1492	-3,36	25,783
372	5,67	-58,166	1493	-3,36	25,798
373	5,67	-58,008	1494	-3,36	25,842
374	5,67	-58,007	1495	-3,36	25,842
375	5,67	-57,552	1496	-3,36	25,844
376	5,67	-57,55	1497	-3,36	25,877
377	5,67	-57,468	1498	-3,35	25,894
378	5,67	-57,465	1499	-3,35	26,183
379	5,67	-57,2	1500	-3,35	26,203
380	5,68	-57,199	1501	-3,35	26,213
381	5,68	-57,11	1502	-3,35	26,23
382	5,68	-57,108	1503	-3,35	26,333
383	5,68	-55,822	1504	-3,35	26,334
384	5,68	-55,774	1505	-3,35	26,396
385	5,68	-55,247	1506	-3,35	26,397
386	5,68	-55,203	1507	-3,35	26,812
387	5,68	-54,281	1508	-3,35	26,812
388	5,68	-54,24	1509	-3,35	26,883
389	5,68	-54,226	1510	-3,35	26,899
390	5,68	-54,218	1511	-3,35	26,9
391	5,68	-53,742	1512	-3,35	26,906
392	5,68	-53,708	1513	-3,35	26,906
393	5,68	-52,949	1514	-3,35	26,936
394	5,68	-52,934	1515	-3,35	26,946
395	5,68	-52,926	1516	-3,35	26,949
396	5,68	-52,867	1517	-3,35	27,063
397	5,68	-51,975	1518	-3,35	27,067
398	5,68	-51,971	1519	-3,35	27,093
399	5,68	-51,946	1520	-3,35	27,095
400	5,68	-51,945	1521	-3,35	27,112
401	5,68	-51,538	1522	-3,35	27,112
402	5,68	-51,498	1523	-3,35	27,259
403	5,68	-51,463	1524	-3,35	27,262
404	5,68	-51,412	1525	-3,33	27,623
405	5,68	-51,284	1526	-3,33	27,625
406	5,68	-51,282	1527	-3,33	27,951
407	5,68	-51,186	1528	-3,33	27,953

No	Pu (N)	Mu (kNm)	No	Pu (N)	Mu (kNm)
408	5,7	-51,186	1529	-3,33	27,972
409	5,7	-48,326	1530	-3,33	27,977
410	5,7	-48,326	1531	-3,33	29,239
411	5,7	-47,022	1532	-3,33	29,25
412	5,7	-46,966	1533	-3,33	29,474
413	5,7	-46,826	1534	-3,22	29,525
414	5,7	-46,824	1535	-3,22	30,592
415	5,7	-46,333	1536	-3,22	30,594
416	5,7	-46,328	1537	-3,22	30,596
417	5,7	-46,305	1538	-3,22	30,604
418	5,74	-46,303	1539	-3,22	30,611
419	5,74	-46,303	1540	-3,22	30,612
420	5,74	-46,258	1541	-3,22	30,644
421	5,74	-45,659	1542	-3,22	30,644
422	5,74	-45,658	1543	-3,22	30,877
423	5,74	-45,581	1544	-3,22	30,879
424	5,74	-45,579	1545	-3,22	30,879
425	5,74	-45,315	1546	-3,22	30,89
426	5,74	-45,308	1547	-3,22	31,228
427	5,9	-45,039	1548	-3,22	31,231
428	5,9	-44,843	1549	-3,22	31,231
429	5,9	-44,785	1550	-3,22	31,253
430	5,9	-44,781	1551	-3,22	31,255
431	5,9	-43,985	1552	-3,2	31,255
432	5,9	-43,828	1553	-3,2	31,26
433	5,9	-43,804	1554	-3,2	31,269
434	5,9	-43,802	1555	-3,2	31,339
435	5,9	-42,522	1556	-3,2	31,339
436	5,9	-42,49	1557	-3,2	31,345
437	6,28	-42,468	1558	-3,2	31,346
438	6,28	-42,466	1559	-3,2	31,428
439	6,28	-40,953	1560	-3,2	31,432
440	6,28	-40,927	1561	-3,2	31,434
441	6,28	-40,884	1562	-3,2	31,435
442	6,28	-40,738	1563	-3,2	31,64
443	6,28	-40,712	1564	-3,2	31,659
444	6,28	-40,682	1565	-3,2	32,095
445	6,28	-40,656	1566	-3,2	32,252
446	6,35	-39,683	1567	-3,2	32,256
447	6,35	-39,647	1568	-3,2	32,261
448	6,35	-39,572	1569	-3,2	32,296
449	6,35	-39,513	1570	-3,1	32,298
450	6,35	-39,429	1571	-3,1	32,701
451	6,35	-39,12	1572	-3,1	32,744
452	6,35	-38,962	1573	-3,1	32,744
453	6,35	-38,922	1574	-3,1	32,747
454	6,35	-38,915	1575	-3,1	33,011
455	6,35	-37,821	1576	-3,1	33,085
456	6,37	-37,82	1577	-3,1	33,244
457	6,37	-37,809	1578	-3,1	33,25
458	6,37	-37,808	1579	-3,1	33,31
459	6,37	-37,529	1580	-3,1	33,345
460	6,37	-37,496	1581	-3,1	33,401
461	6,37	-37,461	1582	-3,1	33,402
462	6,37	-37,459	1583	-3,1	33,503
463	6,37	-36,685	1584	-3,1	33,504
464	6,37	-36,683	1585	-3,1	34,025
465	6,43	-36,672	1586	-3,1	34,028
466	6,43	-36,665	1587	-3,1	34,198

467	6,43	-36,587	1588	-3,09	34,199
468	6,43	-36,577	1589	-3,09	34,207
469	6,43	-36,576	1590	-3,09	34,224
470	6,43	-36,566	1591	-3,09	34,244
471	6,43	-36,412	1592	-3,09	34,364
472	6,43	-36,412	1593	-3,09	34,431
473	6,43	-36,113	1594	-3,09	34,452
474	6,43	-36,112	1595	-3,09	34,469
475	6,46	-35,738	1596	-3,09	34,497
476	6,46	-35,735	1597	-3,05	34,5
477	6,46	-35,181	1598	-3,05	34,683
478	6,46	-35,179	1599	-3,05	34,685
479	6,46	-33,589	1600	-3,05	34,892
480	6,46	-33,58	1601	-3,05	34,908
481	6,46	-33,511	1602	-3,05	35,1
482	6,46	-33,494	1603	-3,05	35,1
483	6,46	-33,379	1604	-3,05	35,158
484	6,5	-33,296	1605	-3,05	35,159
485	6,5	-33,26	1606	-3,04	35,246
486	6,5	-33,253	1607	-3,04	35,255
487	6,5	-33,252	1608	-3,04	35,266
488	6,5	-33,193	1609	-3,04	35,48
489	6,5	-32,599	1610	-3,04	35,485
490	6,5	-32,597	1611	-3,04	35,506
491	6,5	-32,536	1612	-3,04	35,628
492	6,5	-32,531	1613	-3,04	35,925
493	6,5	-32,459	1614	-3,04	35,933
494	6,51	-32,392	1615	-3,04	35,946
495	6,51	-32,365	1616	-3,03	35,948
496	6,51	-32,294	1617	-3,03	35,951
497	6,51	-32,282	1618	-3,03	35,966
498	6,51	-32,226	1619	-3,03	35,967
499	6,51	-32,218	1620	-3,03	36,041
500	6,51	-32,145	1621	-3,03	36,069
501	6,51	-31,16	1622	-3,03	36,073
502	6,51	-31,008	1623	-3,03	36,118
503	6,51	-30,984	1624	-3,03	36,12
504	6,61	-30,917	1625	-3,03	36,146
505	6,61	-30,499	1626	-3,03	36,146
506	6,61	-30,38	1627	-3,03	36,388
507	6,61	-30,348	1628	-3,03	36,389
508	6,61	-30,281	1629	-3,03	36,712
509	6,61	-29,747	1630	-3,03	36,735
510	6,61	-29,697	1631	-3,03	36,76
511	6,61	-29,69	1632	-3,03	36,761
512	6,61	-29,632	1633	-3,03	36,795
513	6,69	-29,228	1634	-3,02	36,796
514	6,69	-29,197	1635	-3,02	37,3
515	6,69	-28,918	1636	-3,02	37,327
516	6,69	-28,875	1637	-3,02	37,821
517	6,69	-28,796	1638	-3,02	37,822
518	6,69	-28,729	1639	-3,02	39,536
519	6,69	-28,697	1640	-3,02	39,547
520	6,69	-28,599	1641	-3,02	39,753
521	6,69	-28,384	1642	-3,02	39,753
522	6,71	-28,346	1643	-3,02	39,813
523	6,71	-28,327	1644	-3,01	39,822
524	6,71	-28,31	1645	-3,01	39,843
525	6,71	-28,227	1646	-3,01	39,891

No	Pu (N)	Mu (kNm)	No	Pu (N)	Mu (kNm)
526	6,71	-28,218	1647	-3,01	40,19
527	6,71	-27,447	1648	-3,01	40,236
528	6,71	-27,442	1649	-3,01	40,47
529	6,71	-27,394	1650	-3,01	40,474
530	6,71	-27,352	1651	-3,01	43,717
531	6,93	-27,143	1652	-3,01	43,721
532	6,93	-27,142	1653	-3,01	44,117
533	6,93	-27,104	1654	-3,01	44,121
534	6,93	-27,102	1655	-3,01	44,145
535	6,93	-27,064	1656	-3,01	44,169
536	6,93	-27,023	1657	-3,01	44,529
537	6,93	-26,794	1658	-3,01	44,549
538	6,93	-26,792	1659	-3,01	45,526
539	6,93	-26,738	1660	-3,01	45,528
540	6,93	-26,722	1661	-3,01	45,55
541	6,99	-26,684	1662	-3,01	45,558
542	6,99	-26,68	1663	-3,01	47,028
543	6,99	-26,61	1664	-2,83	47,114
544	6,99	-26,603	1665	-2,83	47,395
545	6,99	-25,063	1666	-2,83	47,403
546	6,99	-25,052	1667	-2,83	47,427
547	6,99	-24,957	1668	-2,83	47,441
548	6,99	-24,952	1669	-2,83	48,071
549	6,99	-24,734	1670	-2,83	48,072
550	6,99	-24,714	1671	-2,83	48,878
551	7,07	-24,695	1672	-2,83	48,879
552	7,07	-24,654	1673	-2,82	48,883
553	7,07	-24,653	1674	-2,82	48,884
554	7,07	-24,652	1675	-2,82	49,153
555	7,07	-24,576	1676	-2,82	49,153
556	7,07	-24,575	1677	-2,82	49,171
557	7,07	-24,521	1678	-2,82	49,174
558	7,07	-24,514	1679	-2,82	49,198
559	7,07	-24,258	1680	-2,82	49,234
560	7,28	-24,254	1681	-2,82	49,368
561	7,28	-24,143	1682	-2,81	49,478
562	7,28	-24,142	1683	-2,81	49,586
563	7,28	-24,066	1684	-2,81	49,621
564	7,28	-24,065	1685	-2,81	50,123
565	7,28	-24,026	1686	-2,81	50,125
566	7,28	-24,023	1687	-2,81	50,127
567	7,28	-24	1688	-2,81	50,14
568	7,28	-24	1689	-2,81	50,14
569	7,28	-23,988	1690	-2,81	50,151
570	7,3	-23,977	1691	-2,81	50,279
571	7,3	-23,972	1692	-2,79	50,301
572	7,3	-23,955	1693	-2,79	50,522
573	7,3	-23,935	1694	-2,79	50,527
574	7,3	-23,916	1695	-2,79	50,537
575	7,3	-23,823	1696	-2,79	50,555
576	7,3	-23,771	1697	-2,79	50,556
577	7,3	-22,656	1698	-2,79	50,573
578	7,3	-22,636	1699	-2,79	50,763
579	7,3	-22,579	1700	-2,79	50,763
580	7,33	-22,569	1701	-2,79	51,106
581	7,33	-22,552	1702	-2,78	51,11
582	7,33	-22,55	1703	-2,78	51,272
583	7,33	-22,55	1704	-2,78	51,297
584	7,33	-22,547	1705	-2,78	51,948

No	Pu (N)	Mu (kNm)	No	Pu (N)	Mu (kNm)
585	7,33	-22,432	1706	-2,78	51,949
586	7,33	-22,423	1707	-2,78	53,006
587	7,33	-22,276	1708	-2,78	53,013
588	7,33	-22,276	1709	-2,78	53,044
589	7,33	-22,133	1710	-2,78	53,051
590	7,36	-22,13	1711	-2,78	53,208
591	7,36	-22,117	1712	-2,76	53,306
592	7,36	-22,114	1713	-2,76	54,108
593	7,36	-22,054	1714	-2,76	54,109
594	7,36	-22,053	1715	-2,76	54,165
595	7,36	-21,987	1716	-2,76	54,166
596	7,36	-21,985	1717	-2,76	54,168
597	7,36	-21,932	1718	-2,76	54,17
598	7,36	-21,885	1719	-2,76	55,223
599	7,36	-21,82	1720	-2,76	55,246
600	7,38	-21,77	1721	-2,76	55,459
601	7,38	-21,7	1722	-2,75	55,468
602	7,38	-21,699	1723	-2,75	55,47
603	7,38	-21,644	1724	-2,75	55,487
604	7,38	-21,619	1725	-2,75	55,493
605	7,38	-21,581	1726	-2,75	55,526
606	7,38	-21,571	1727	-2,75	56,055
607	7,38	-21,567	1728	-2,75	56,055
608	7,38	-21,498	1729	-2,75	56,122
609	7,42	-21,011	1730	-2,75	56,266
610	7,42	-20,965	1731	-2,75	56,296
611	7,42	-20,894	1732	-2,73	56,298
612	7,42	-20,769	1733	-2,73	56,335
613	7,42	-20,551	1734	-2,73	56,336
614	7,42	-20,501	1735	-2,73	56,453
615	7,42	-20,386	1736	-2,73	56,453
616	7,42	-20,352	1737	-2,73	56,874
617	7,42	-20,337	1738	-2,73	56,875
618	7,42	-20,318	1739	-2,73	57,247
619	7,53	-20,044	1740	-2,73	57,259
620	7,53	-20,043	1741	-2,73	57,268
621	7,53	-19,738	1742	-2,72	57,375
622	7,53	-19,718	1743	-2,72	57,462
623	7,53	-19,714	1744	-2,72	57,479
624	7,53	-19,611	1745	-2,72	57,492
625	7,53	-19,602	1746	-2,72	58,184
626	7,53	-19,531	1747	-2,72	62,881
627	7,53	-19,527	1748	-2,72	62,883
628	7,53	-19,473	1749	-2,72	63,498
629	7,53	-19,447	1750	-2,72	63,499
630	7,53	-19,43	1751	-2,72	65,235
631	7,53	-19,404	1752	-2,71	65,268
632	7,53	-19,384	1753	-2,71	65,81
633	7,53	-19,376	1754	-2,71	65,839
634	7,53	-19,375	1755	-2,71	66,263
635	7,53	-19,365	1756	-2,71	66,345
636	7,53	-19,335	1757	-2,71	66,367
637	7,53	-19,273	1758	-2,71	66,369
638	7,53	-19,235	1759	-2,71	66,634
639	7,61	-19,222	1760	-2,71	66,652
640	7,61	-19,169	1761	-2,71	66,673
641	7,61	-19,158	1762	-2,7	66,674
642	7,61	-19,151	1763	-2,7	67,23
643	7,61	-19,141	1764	-2,7	67,23

No	Pu (N)	Mu (kNm)	No	Pu (N)	Mu (kNm)
644	7,61	-19,141	1765	-2,7	67,313
645	7,61	-19,13	1766	-2,7	67,336
646	7,61	-19,085	1767	-2,7	67,341
647	7,61	-18,834	1768	-2,7	67,346
648	7,61	-18,833	1769	-2,7	67,354
649	7,66	-18,809	1770	-2,7	67,356
650	7,66	-18,8	1771	-2,7	67,947
651	7,66	-18,725	1772	-2,64	67,95
652	7,66	-18,723	1773	-2,64	68,883
653	7,66	-18,71	1774	-2,64	68,884
654	7,66	-18,598	1775	-2,64	69,62
655	7,66	-18,598	1776	-2,64	69,622
656	7,66	-18,583	1777	-2,64	69,803
657	7,66	-18,396	1778	-2,64	69,805
658	7,66	-18,264	1779	-2,64	69,811
659	7,76	-18,263	1780	-2,64	69,819
660	7,76	-18,25	1781	-2,64	71,032
661	7,76	-18,161	1782	-2,64	71,033
662	7,76	-18,16	1783	-2,64	71,039
663	7,76	-18,157	1784	-2,64	71,052
664	7,76	-18,124	1785	-2,64	72,691
665	7,76	-18,087	1786	-2,64	72,705
666	7,76	-18,017	1787	-2,64	72,714
667	7,76	-18,016	1788	-2,64	72,731
668	7,76	-18,013	1789	-2,64	72,759
669	7,85	-18,002	1790	-2,64	72,761
670	7,85	-17,997	1791	-2,64	73,029
671	7,85	-17,921	1792	-2,64	73,04
672	7,85	-17,874	1793	-2,64	73,05
673	7,85	-17,868	1794	-2,64	73,121
674	7,85	-17,815	1795	-2,64	73,373
675	7,85	-17,671	1796	-2,64	73,396
676	7,85	-17,611	1797	-2,64	73,397
677	7,85	-17,582	1798	-2,64	73,404
678	7,85	-17,579	1799	-2,64	73,442
679	7,9	-17,504	1800	-2,64	73,475
680	7,9	-17,485	1801	-2,64	73,512
681	7,9	-17,465	1802	-2,6	73,543
682	7,9	-17,461	1803	-2,6	73,565
683	7,9	-17,345	1804	-2,6	73,578
684	7,9	-17,321	1805	-2,6	73,64
685	7,9	-17,268	1806	-2,6	73,641
686	7,9	-17,238	1807	-2,6	73,674
687	7,9	-17,237	1808	-2,6	73,675
688	7,9	-17,216	1809	-2,6	73,682
689	7,9	-17,171	1810	-2,6	73,712
690	7,9	-17,075	1811	-2,6	73,836
691	7,9	-16,959	1812	-2,6	73,942
692	7,9	-16,957	1813	-2,6	73,953
693	7,9	-16,957	1814	-2,6	73,96
694	7,9	-16,916	1815	-2,6	73,962
695	7,9	-16,228	1816	-2,6	73,973
696	8,18	-16,182	1817	-2,6	73,979
697	8,18	-16,172	1818	-2,6	73,981
698	8,18	-16,17	1819	-2,6	73,983
699	8,18	-16,078	1820	-2,6	73,985
700	8,18	-16,059	1821	-2,6	74,073
701	8,18	-15,978	1822	-2,56	74,141
702	8,18	-15,972	1823	-2,56	74,168

No	Pu (N)	Mu (kNm)	No	Pu (N)	Mu (kNm)
703	8,18	-15,93	1824	-2,56	74,17
704	8,18	-15,888	1825	-2,56	74,181
705	8,18	-15,764	1826	-2,56	74,188
706	8,23	-15,718	1827	-2,56	74,188
707	8,23	-15,588	1828	-2,56	74,189
708	8,23	-15,578	1829	-2,56	74,193
709	8,23	-15,504	1830	-2,56	74,201
710	8,23	-15,503	1831	-2,56	74,447
711	8,23	-15,461	1832	-2,55	74,663
712	8,23	-15,453	1833	-2,55	74,767
713	8,23	-15,4	1834	-2,55	74,786
714	8,23	-15,393	1835	-2,55	74,788
715	8,23	-15,383	1836	-2,55	74,801
716	8,23	-15,348	1837	-2,55	83,7
717	8,23	-15,219	1838	-2,55	83,7
718	8,23	-15,205	1839	-2,55	85,672
719	8,23	-15,12	1840	-2,55	85,674
720	8,23	-15,119	1841	-2,55	85,675
721	8,23	-15,002	1842	-2,55	85,683
722	8,23	-15,002	1843	-2,55	86,987
723	8,23	-14,362	1844	-2,55	86,996
724	8,23	-14,337	1845	-2,55	86,999
725	8,23	-14,288	1846	-2,55	87,054
726	8,23	-14,258	1847	-2,55	87,067
727	8,23	-14,219	1848	-2,55	87,195
728	8,23	-14,211	1849	-2,55	87,203
729	8,23	-14,153	1850	-2,55	87,207
730	8,23	-14,084	1851	-2,55	87,286
731	8,23	-13,536	1852	-2,55	87,295
732	8,23	-13,523	1853	-2,55	87,3
733	8,23	-13,482	1854	-2,55	87,345
734	8,25	-13,449	1855	-2,55	87,583
735	8,25	-13,417	1856	-2,55	87,61
736	8,25	-13,411	1857	-2,55	87,619
737	8,25	-13,397	1858	-2,55	87,619
738	8,25	-13,393	1859	-2,55	87,713
739	8,25	-13,352	1860	-1,96	87,84
740	8,25	-13,316	1861	-1,96	87,84
741	8,25	-13,304	1862	-1,96	87,846
742	8,25	-13,274	1863	-1,96	87,954
743	8,25	-13,125	1864	-1,96	87,966
744	8,35	-13,122	1865	-1,96	87,967
745	8,35	-12,623	1866	-1,96	88,558
746	8,35	-12,621	1867	-1,96	88,56
747	8,35	-12,388	1868	-1,96	88,719
748	8,35	-12,385	1869	-1,96	88,732
749	8,35	-12,262	1870	-1,96	88,749
750	8,35	-12,251	1871	-1,96	88,749
751	8,35	-11,875	1872	-1,96	88,755
752	8,35	-11,845	1873	-1,96	88,811
753	8,35	-11,666	1874	-1,96	88,828
754	8,37	-11,664	1875	-1,96	88,829
755	8,37	-11,273	1876	-1,96	90,368
756	8,37	-11,268	1877	-1,96	90,376
757	8,37	-11,214	1878	-1,96	90,377
758	8,37	-11,206	1879	-1,96	90,378
759	8,37	-11,079	1880	-1,88	92,525
760	8,37	-11,076	1881	-1,88	92,526
761	8,37	-10,996	1882	-1,88	92,536

No	Pu (N)	Mu (kNm)	No	Pu (N)	Mu (kNm)
762	8,37	-10,988	1883	-1,88	92,58
763	8,41	-10,581	1884	-1,88	97,031
764	8,41	-10,535	1885	-1,88	97,034
765	8,41	-10,408	1886	-1,88	97,034
766	8,41	-10,399	1887	-1,88	97,035
767	8,41	-10,394	1888	-1,88	98,264
768	8,41	-10,374	1889	-1,88	98,27
769	8,41	-10,292	1890	-1,88	98,27
770	8,41	-10,265	1891	-1,88	98,29
771	8,41	-9,578	1892	-1,88	100,399
772	8,41	-9,514	1893	-1,88	100,402
773	8,41	-9,511	1894	-1,88	100,407
774	8,41	-9,51	1895	-1,88	100,489
775	8,41	-9,419	1896	-1,88	100,607
776	8,41	-9,409	1897	-1,88	100,618
777	8,41	-9,408	1898	-1,7	100,624
778	8,41	-9,368	1899	-1,7	100,784
779	8,41	-9,336	1900	-1,7	100,791
780	8,41	-9,333	1901	-1,7	100,804
781	8,41	-9,112	1902	-1,7	100,804
782	8,46	-9,111	1903	-1,7	100,92
783	8,46	-8,865	1904	-1,7	100,948
784	8,46	-8,864	1905	-1,7	100,95
785	8,46	-8,778	1906	-1,7	100,95
786	8,46	-8,771	1907	-1,7	101,06
787	8,46	-8,721	1908	-1,69	101,226
788	8,46	-8,708	1909	-1,69	101,257
789	8,46	-8,641	1910	-1,69	101,266
790	8,46	-8,581	1911	-1,69	101,269
791	8,49	-8,58	1912	-1,69	101,303
792	8,49	-8,568	1913	-1,69	101,398
793	8,49	-8,553	1914	-1,69	101,415
794	8,49	-8,503	1915	-1,69	101,416
795	8,49	-8,454	1916	-1,69	101,58
796	8,49	-8,414	1917	-1,69	101,58
797	8,49	-8,047	1918	-1,62	102,298
798	8,49	-8,039	1919	-1,62	102,299
799	8,49	-8,023	1920	-1,62	102,828
800	8,58	-7,996	1921	-1,62	102,83
801	8,58	-7,982	1922	-1,62	102,837
802	8,58	-7,982	1923	-1,62	102,838
803	8,58	-7,979	1924	-1,62	103,676
804	8,58	-7,976	1925	-1,62	103,682
805	8,58	-7,972	1926	-1,62	103,683
806	8,58	-7,945	1927	-1,6	103,688
807	8,58	-7,945	1928	-1,6	105,994
808	8,58	-7,945	1929	-1,6	105,996
809	8,64	-7,945	1930	-1,6	106,611
810	8,64	-7,931	1931	-1,6	106,612
811	8,64	-7,882	1932	-1,6	107,872
812	8,64	-7,863	1933	-1,6	107,892
813	8,64	-7,813	1934	-1,6	108,285
814	8,64	-7,743	1935	-1,6	108,289
815	8,64	-7,579	1936	-1,59	108,301
816	8,64	-7,528	1937	-1,59	108,314
817	8,64	-7,446	1938	-1,59	108,352
818	8,66	-7,446	1939	-1,59	108,377
819	8,66	-7,355	1940	-1,59	108,45
820	8,66	-7,353	1941	-1,59	108,45

No	Pu (N)	Mu (kNm)	No	Pu (N)	Mu (kNm)
821	8,66	-7,143	1942	-1,59	108,646
822	8,66	-7,101	1943	-1,59	108,649
823	8,66	-7,095	1944	-1,59	108,653
824	8,66	-7,027	1945	-1,58	108,654
825	8,66	-7,025	1946	-1,58	108,927
826	8,66	-7,008	1947	-1,58	108,949
827	8,66	-6,999	1948	-1,58	109,168
828	8,66	-6,988	1949	-1,58	109,169
829	8,66	-6,963	1950	-1,58	110,429
830	8,66	-6,949	1951	-1,58	110,446
831	8,66	-6,947	1952	-1,58	116,717
832	8,66	-6,932	1953	-1,58	116,72
833	8,66	-6,574	1954	-1,48	116,856
834	8,66	-6,488	1955	-1,48	116,882
835	8,66	-6,463	1956	-1,48	116,903
836	8,76	-6,413	1957	-1,48	116,914
837	8,76	-6,359	1958	-1,48	116,921
838	8,76	-6,299	1959	-1,48	116,934
839	8,76	-6,17	1960	-1,48	117,018
840	8,76	-6,17	1961	-1,48	117,019
841	8,76	-6,158	1962	-1,48	117,084
842	8,76	-6,063	1963	-1,48	117,085
843	8,76	-5,957	1964	-1,47	118,246
844	8,76	-5,943	1965	-1,47	118,264
845	8,79	-5,906	1966	-1,47	118,424
846	8,79	-5,904	1967	-1,47	118,427
847	8,79	-5,89	1968	-1,47	118,553
848	8,79	-5,839	1969	-1,47	118,554
849	8,79	-5,831	1970	-1,47	118,671
850	8,79	-5,83	1971	-1,47	118,671
851	8,79	-5,79	1972	-1,47	118,733
852	8,79	-5,778	1973	-1,47	118,769
853	8,79	-5,711	1974	-1,46	118,782
854	8,88	-5,71	1975	-1,46	118,788
855	8,88	-5,701	1976	-1,46	119,642
856	8,88	-5,701	1977	-1,46	119,647
857	8,88	-5,684	1978	-1,46	119,653
858	8,88	-5,632	1979	-1,46	119,655
859	8,88	-5,63	1980	-1,46	120,052
860	8,88	-5,563	1981	-1,46	120,058
861	8,88	-5,511	1982	-1,46	120,069
862	8,88	-5,509	1983	-1,45	120,071
863	8,88	-5,407	1984	-1,45	121,496
864	8,88	-5,405	1985	-1,45	121,527
865	8,88	-5,39	1986	-1,45	123,845
866	8,88	-5,39	1987	-1,45	123,85
867	8,88	-5,381	1988	-1,45	123,853
868	8,88	-5,298	1989	-1,45	123,986
869	8,88	-5,205	1990	-1,45	123,994
870	8,88	-5,181	1991	-1,45	124,004
871	8,88	-5,18	1992	-0,76	124,008
872	8,89	-5,155	1993	-0,76	124,391
873	8,89	-5,14	1994	-0,76	124,395
874	8,89	-5,134	1995	-0,76	124,428
875	8,89	-5,132	1996	-0,76	124,432
876	8,89	-5,056	1997	-0,76	124,433
877	8,89	-5,011	1998	-0,76	124,665
878	8,89	-5,004	1999	-0,76	124,75
879	8,89	-4,946	2000	-0,76	124,765

No	Pu (N)	Mu (kNm)	No	Pu (N)	Mu (kNm)
880	8,89	-4,852	2001	-0,72	124,766
881	8,89	-4,832	2002	-0,72	125,37
882	8,89	-4,82	2003	-0,72	125,412
883	8,89	-4,756	2004	-0,72	125,42
884	8,89	-4,749	2005	-0,72	125,437
885	8,89	-4,711	2006	-0,72	130,511
886	8,89	-4,61	2007	-0,72	130,512
887	8,89	-4,608	2008	-0,72	132,057
888	8,89	-4,509	2009	-0,72	132,058
889	9,39	-4,506	2010	-0,71	133,198
890	9,39	-4,493	2011	-0,71	133,212
891	9,39	-4,485	2012	-0,71	133,949
892	9,39	-4,432	2013	-0,71	133,971
893	9,39	-4,423	2014	-0,71	135,473
894	9,39	-4,34	2015	-0,71	135,498
895	9,39	-4,173	2016	-0,71	136,79
896	9,39	-4,162	2017	-0,71	136,791
897	9,39	-4,069	2018	-0,71	137,406
898	9,39	-4,052	2019	-0,66	137,407
899	9,39	-4,049	2020	-0,66	139,152
900	9,39	-4,041	2021	-0,66	139,168
901	9,39	-3,981	2022	-0,66	139,726
902	9,39	-3,979	2023	-0,66	139,74
903	9,39	-3,891	2024	-0,66	141,227
904	9,39	-3,857	2025	-0,66	141,238
905	9,39	-3,855	2026	-0,66	141,733
906	9,43	-3,85	2027	-0,66	141,739
907	9,43	-3,828	2028	-0,55	141,741
908	9,43	-3,815	2029	-0,55	141,822
909	9,43	-3,74	2030	-0,55	141,832
910	9,43	-3,727	2031	-0,55	141,834
911	9,43	-3,722	2032	-0,55	141,926
912	9,43	-3,721	2033	-0,55	142,171
913	9,43	-3,693	2034	-0,55	142,303
914	9,43	-3,69	2035	-0,55	142,35
915	9,47	-3,603	2036	-0,55	142,357
916	9,47	-3,601	2037	-0,51	142,357
917	9,47	-3,581	2038	-0,51	142,468
918	9,47	-3,502	2039	-0,51	142,543
919	9,47	-3,47	2040	-0,51	142,556
920	9,47	-3,468	2041	-0,51	142,557
921	9,47	-3,445	2042	-0,51	148,833
922	9,47	-3,443	2043	-0,51	148,84
923	9,47	-3,43	2044	-0,51	151,783
924	9,49	-3,401	2045	-0,51	151,792
925	9,49	-3,313	2046	-0,51	151,792
926	9,49	-3,304	2047	-0,51	151,813
927	9,49	-3,299	2048	-0,51	151,822
928	9,49	-3,281	2049	-0,51	151,824
929	9,49	-3,152	2050	-0,51	152,028
930	9,49	-3,15	2051	-0,51	152,11
931	9,49	-2,691	2052	-0,51	152,379
932	9,49	-2,687	2053	-0,51	152,434
933	9,5	-2,649	2054	-0,51	152,435
934	9,5	-2,641	2055	-0,5	152,444
935	9,5	-2,635	2056	-0,5	152,444
936	9,5	-2,633	2057	-0,5	152,5
937	9,5	-2,633	2058	-0,5	152,511
938	9,5	-2,616	2059	-0,5	152,511

No	Pu (N)	Mu (kNm)	No	Pu (N)	Mu (kNm)
939	9,5	-2,596	2060	-0,5	154,061
940	9,5	-2,592	2061	-0,5	155,267
941	9,5	-2,55	2062	-0,5	155,267
942	10,15	-2,549	2063	-0,5	155,884
943	10,15	-2,546	2064	0,19	155,884
944	10,15	-2,526	2065	0,19	157,633
945	10,15	-2,432	2066	0,19	157,641
946	10,15	-2,403	2067	0,19	158,206
947	10,15	-2,36	2068	0,19	158,214
948	10,15	-2,353	2069	0,19	159,486
949	10,15	-2,326	2070	0,19	159,492
950	10,15	-2,318	2071	0,19	159,505
951	10,15	-2,312	2072	0,19	159,506
952	10,15	-2,283	2073	0,21	159,707
953	10,15	-2,278	2074	0,21	159,712
954	10,15	-2,278	2075	0,21	160,238
955	10,15	-2,013	2076	0,21	160,245
956	10,15	-1,986	2077	0,21	160,261
957	10,15	-1,935	2078	0,21	160,279
958	10,15	-1,931	2079	0,21	161,426
959	10,15	-1,918	2080	0,21	162,043
960	10,16	-1,89	2081	0,21	163,796
961	10,16	-1,879	2082	0,27	163,84
962	10,16	-1,877	2083	0,27	163,847
963	10,16	-1,656	2084	0,27	163,862
964	10,16	-1,604	2085	0,27	163,864
965	10,16	-1,215	2086	0,27	164,369
966	10,16	-1,164	2087	0,27	165,869
967	10,16	-1,078	2088	0,27	168,305
968	10,16	-1,073	2089	0,27	168,352
969	10,17	-0,855	2090	0,27	168,358
970	10,17	-0,732	2091	0,28	168,373
971	10,17	-0,73	2092	0,28	169,019
972	10,17	-0,678	2093	0,28	169,02
973	10,17	-0,676	2094	0,28	169,137
974	10,17	-0,668	2095	0,28	169,137
975	10,17	-0,627	2096	0,28	174,216
976	10,17	-0,624	2097	0,28	174,233
977	10,17	-0,573	2098	0,28	174,347
978	10,3	-0,544	2099	0,28	174,373
979	10,3	-0,332	2100	0,31	174,384
980	10,3	-0,281	2101	0,31	174,393
981	10,3	0,046	2102	0,31	174,483
982	10,3	0,177	2103	0,31	174,485
983	10,3	0,179	2104	0,31	174,559
984	10,3	0,213	2105	0,31	174,56
985	10,3	0,217	2106	0,31	174,867
986	10,3	0,219	2107	0,31	174,891
987	10,31	0,278	2108	0,31	175,203
988	10,31	0,315	2109	0,34	175,22
989	10,31	1,231	2110	0,34	175,537
990	10,31	1,259	2111	0,34	175,591
991	10,31	1,289	2112	0,34	175,603
992	10,31	1,291	2113	0,34	175,609
993	10,31	1,479	2114	0,34	176,198
994	10,31	1,513	2115	0,34	176,206
995	10,31	1,605	2116	0,34	176,215
996	10,31	1,615	2117	0,34	176,218
997	10,31	1,617	2118	0,34	176,82

No	Pu (N)	Mu (kNm)	No	Pu (N)	Mu (kNm)
998	10,31	1,617	2119	0,34	176,822
999	10,31	1,706	2120	0,34	177,443
1000	10,31	1,722	2121	0,34	177,454
1001	10,31	1,861	2122	0,34	183,217
1002	10,31	1,895	2123	0,34	183,218
1003	10,31	2,244	2124	0,34	185,572
1004	10,31	2,266	2125	0,34	185,572
1005	10,31	2,297	2126	0,34	186,245
1006	10,31	2,431	2127	0,35	186,26
1007	10,31	2,477	2128	0,35	188,581
1008	10,31	2,503	2129	0,35	188,599
1009	10,31	2,524	2130	0,35	201,315
1010	10,31	2,591	2131	0,35	201,323
1011	10,31	2,592	2132	0,35	201,341
1012	10,31	2,714	2133	0,35	201,344
1013	10,38	2,717	2134	0,35	204,013
1014	10,38	2,736	2135	0,35	204,022
1015	10,38	2,743	2136	0,35	204,044
1016	10,38	3,296	2137	0,35	204,046
1017	10,38	3,297	2138	0,35	204,928
1018	10,38	3,326	2139	0,35	204,972
1019	10,38	3,364	2140	0,35	204,991
1020	10,38	3,396	2141	0,35	204,997
1021	10,38	3,399	2142	0,35	205,862
1022	10,53	3,403	2143	0,35	205,891
1023	10,53	3,404	2144	0,35	205,92
1024	10,53	3,405	2145	0,38	205,93
1025	10,53	3,768	2146	0,38	206,874
1026	10,53	3,802	2147	0,38	206,874
1027	10,53	3,85	2148	0,38	206,992
1028	10,53	3,854	2149	0,38	206,992
1029	10,53	3,937	2150	0,38	214,223
1030	10,53	3,95	2151	0,38	214,239
1031	10,54	3,98	2152	0,38	225,399
1032	10,54	3,985	2153	0,38	225,436
1033	10,54	4,188	2154	0,45	225,477
1034	10,54	4,196	2155	0,45	225,498
1035	10,54	4,204	2156	0,45	225,54
1036	10,54	4,265	2157	0,45	225,551
1037	10,54	4,276	2158	0,45	225,568
1038	10,54	4,304	2159	0,45	225,571
1039	10,54	4,601	2160	0,45	225,787
1040	10,57	4,61	2161	0,45	225,787
1041	10,57	4,615	2162	0,45	226,028
1042	10,57	4,641	2163	0,45	226,086
1043	10,57	4,781	2164	0,45	226,117
1044	10,57	4,845	2165	0,45	226,123
1045	10,57	4,849	2166	0,45	226,439
1046	10,57	4,859	2167	0,45	226,451
1047	10,57	4,884	2168	0,45	226,464
1048	10,57	4,89	2169	0,45	226,468
1049	10,61	5,063	2170	0,45	227,237
1050	10,61	5,063	2171	0,45	227,245
1051	10,61	5,088	2172	0,6	228,903
1052	10,61	5,121	2173	0,6	228,904
1053	10,61	5,52	2174	0,6	229,61
1054	10,61	5,526	2175	0,6	229,61
1055	10,61	5,595	2176	0,6	230,327
1056	10,61	5,628	2177	0,6	230,331

No	Pu (N)	Mu (kNm)	No	Pu (N)	Mu (kNm)
1057	10,61	5,628	2178	0,6	232,111
1058	10,9	5,665	2179	0,6	232,111
1059	10,9	5,721	2180	0,6	232,228
1060	10,9	5,723	2181	0,62	232,228
1061	10,9	5,724	2182	0,62	232,228
1062	10,9	5,727	2183	0,62	232,235
1063	10,9	5,84	2184	0,62	232,773
1064	10,9	5,84	2185	0,62	232,773
1065	10,9	5,854	2186	0,62	235,086
1066	10,9	5,888	2187	0,62	235,095
1067	10,98	5,892	2188	0,62	235,117
1068	10,98	5,915	2189	0,62	235,119
1069	10,98	5,966	2190	0,62	235,376
1070	10,98	6	2191	0,62	235,386
1071	10,98	6,026	2192	0,62	237,846
1072	10,98	6,053	2193	0,62	237,887
1073	10,98	6,133	2194	0,62	237,916
1074	10,98	6,14	2195	0,62	237,92
1075	10,98	6,179	2196	0,62	238,276
1076	10,99	6,24	2197	0,62	238,284
1077	10,99	6,302	2198	0,62	244,729
1078	10,99	6,334	2199	0,64	244,729
1079	10,99	6,386	2200	0,64	244,836
1080	10,99	6,392	2201	0,64	244,847
1081	10,99	6,402	2202	0,64	244,847
1082	10,99	6,435	2203	0,64	244,848
1083	10,99	6,492	2204	0,64	244,879
1084	10,99	6,506	2205	0,64	244,881
1085	11,73	6,511	2206	0,64	246,31
1086	11,73	6,553	2207	0,64	247,782
1087	11,73	6,557	2208	0,77	247,833
1088	11,73	6,561	2209	0,77	247,874
1089	11,73	6,576	2210	0,77	247,878
1090	11,73	6,576	2211	0,77	272,298
1091	11,73	6,641	2212	0,77	272,299
1092	11,73	6,644	2213	0,77	272,815
1093	11,73	6,73	2214	0,77	272,878
1094	12,3	6,734	2215	0,77	272,878
1095	12,3	6,98	2216	0,77	272,903
1096	12,3	6,983	2217	0,77	272,92
1097	12,3	7,253	2218	0,77	272,921
1098	12,3	7,254	2219	0,77	272,935
1099	12,3	7,278	2220	0,77	272,939
1100	12,3	7,285	2221	0,77	272,949
1101	12,3	7,347	2222	0,77	272,953
1102	12,3	7,366	2223	0,77	272,977
1103	12,32	7,42	2224	0,77	272,992
1104	12,32	7,441	2225	0,77	272,992
1105	12,32	7,446	2226	5,29	273,006
1106	12,32	7,474	2227	5,29	273,009
1107	12,32	7,499	2228	5,29	273,013
1108	12,32	7,539	2229	5,29	273,31
1109	12,32	7,543	2230	5,29	273,31
1110	12,32	7,552	2231	5,29	274,506
1111	12,32	7,568	2232	5,29	274,506
1112	12,35	7,568	2233	5,29	275,566
1113	12,35	7,572	2234	5,29	275,567
1114	12,35	7,586	2235	5,29	276,27
1115	12,35	7,595	2236	5,29	276,27

No	Pu (N)	Mu (kNm)	No	Pu (N)	Mu (kNm)
1116	12,35	7,597	2237	5,29	277,281
1117	12,35	7,601	2238	5,29	277,281
1118	12,35	7,634	2239	5,29	278,467
1119	12,35	7,637	2240	5,29	278,469
1120	12,35	7,637	2241	5,29	279,504
1121	12,38	7,643	2242	5,29	279,506

Lampiran 4. Nilai Beban Ultimate (Pu) dan Momen Ultimate (Mu) Balok B2

No	Pu (N)	Mu (kNm)	No	Pu (N)	Mu (kNm)
1	-4,13	-344,126	970	0,53	2,154
2	-4,13	-344,123	971	0,53	2,962
3	-4,13	-341,135	972	0,53	2,987
4	-4,13	-341,131	973	0,53	3,107
5	-4,13	-336,535	974	0,53	3,109
6	-4,13	-336,532	975	0,53	3,245
7	-4,13	-336,517	976	0,56	3,258
8	-4,13	-336,514	977	0,56	3,358
9	-4,13	-282,527	978	0,56	3,361
10	-4,12	-282,454	979	0,56	3,456
11	-4,12	-282,224	980	0,56	3,458
12	-4,12	-282,134	981	0,56	3,714
13	-4,12	-282,127	982	0,56	3,717
14	-4,12	-281,972	983	0,56	3,922
15	-4,12	-281,58	984	0,56	3,923
16	-4,12	-281,565	985	0,57	4,19
17	-4,12	-280,034	986	0,57	4,214
18	-4,12	-279,513	987	0,57	4,384
19	-3,82	-279,401	988	0,57	4,388
20	-3,82	-279,387	989	0,57	4,444
21	-3,82	-279,298	990	0,57	4,447
22	-3,82	-279,222	991	0,57	4,467
23	-3,82	-279,216	992	0,57	4,488
24	-3,82	-279,176	993	0,57	4,519
25	-3,82	-276,609	994	0,57	4,519
26	-3,82	-276,603	995	0,57	4,684
27	-3,82	-274,784	996	0,57	4,695
28	-3,82	-274,765	997	0,57	4,695
29	-3,82	-273,691	998	0,57	4,697
30	-3,82	-273,684	999	0,57	4,699
31	-3,82	-273,401	1000	0,57	4,705
32	-3,82	-273,369	1001	0,57	4,871
33	-3,82	-273,174	1002	0,57	4,875
34	-3,82	-273,153	1003	0,65	4,983
35	-3,82	-272,583	1004	0,65	4,999
36	-3,82	-272,573	1005	0,65	5,005
37	-3,62	-271,137	1006	0,65	5,012
38	-3,62	-271,125	1007	0,65	5,049
39	-3,62	-270,56	1008	0,65	5,06
40	-3,62	-270,55	1009	0,65	5,165
41	-3,62	-265,401	1010	0,65	5,169
42	-3,62	-265,39	1011	0,65	5,278
43	-3,62	-264,808	1012	0,93	5,285
44	-3,62	-264,775	1013	0,93	5,293
45	-3,62	-263,688	1014	0,93	5,314
46	-3,62	-263,67	1015	0,93	5,419
47	-3,62	-263,006	1016	0,93	5,422
48	-3,62	-262,905	1017	0,93	5,515
49	-3,62	-259,789	1018	0,93	5,537
50	-3,62	-259,783	1019	0,93	5,557
51	-3,62	-258,693	1020	0,93	5,562
52	-3,61	-258,685	1021	1,04	5,662
53	-3,61	-258,031	1022	1,04	5,675
54	-3,61	-258,028	1023	1,04	5,686
55	-3,61	-256,987	1024	1,04	5,693
56	-3,61	-256,979	1025	1,04	5,695
57	-3,61	-256,863	1026	1,04	5,708
58	-3,61	-256,858	1027	1,04	5,789

No	Pu (N)	Mu (kNm)	No	Pu (N)	Mu (kNm)
59	-3,61	-255,736	1028	1,04	5,811
60	-3,61	-255,731	1029	1,04	5,901
61	-3,61	-251,303	1030	1,07	5,907
62	-3,61	-251,296	1031	1,07	5,942
63	-3,61	-250,639	1032	1,07	5,947
64	-3,61	-250,632	1033	1,07	5,959
65	-3,61	-250,03	1034	1,07	5,981
66	-3,61	-250,025	1035	1,07	6,188
67	-3,55	-249,952	1036	1,07	6,193
68	-3,55	-249,945	1037	1,07	6,233
69	-3,55	-249,845	1038	1,07	6,255
70	-3,55	-249,833	1039	1,33	6,362
71	-3,55	-246,797	1040	1,33	6,383
72	-3,55	-246,79	1041	1,33	6,442
73	-3,55	-244,921	1042	1,33	6,445
74	-3,55	-244,912	1043	1,33	6,507
75	-3,55	-241,671	1044	1,33	6,531
76	-3,55	-241,668	1045	1,33	6,561
77	-3,55	-237,733	1046	1,33	6,564
78	-3,55	-237,729	1047	1,33	6,566
79	-3,55	-232,926	1048	1,34	6,566
80	-3,55	-232,924	1049	1,34	6,688
81	-3,55	-231,402	1050	1,34	6,714
82	-3,55	-231,399	1051	1,34	6,808
83	-3,55	-229,984	1052	1,34	6,811
84	-3,55	-229,98	1053	1,34	6,836
85	-3,48	-226,468	1054	1,34	6,84
86	-3,48	-226,466	1055	1,34	6,89
87	-3,48	-226,1	1056	1,34	6,897
88	-3,48	-226,097	1057	1,39	7,062
89	-3,48	-195,767	1058	1,39	7,065
90	-3,48	-195,701	1059	1,39	7,536
91	-3,48	-195,435	1060	1,39	7,537
92	-3,48	-195,428	1061	1,39	7,543
93	-3,48	-195,292	1062	1,39	7,568
94	-3,47	-195,062	1063	1,39	7,57
95	-3,47	-194,725	1064	1,39	7,643
96	-3,47	-194,712	1065	1,39	7,699
97	-3,47	-189,304	1066	1,4	7,737
98	-3,47	-188,902	1067	1,4	7,879
99	-3,47	-188,844	1068	1,4	7,883
100	-3,47	-188,794	1069	1,4	7,983
101	-3,47	-188,794	1070	1,4	7,988
102	-3,47	-188,788	1071	1,4	8,563
103	-3,15	-188,704	1072	1,4	8,571
104	-3,15	-188,691	1073	1,4	8,571
105	-3,15	-187,014	1074	1,4	8,585
106	-3,15	-187	1075	1,92	8,715
107	-3,15	-186,61	1076	1,92	8,725
108	-3,15	-186,609	1077	1,92	9,026
109	-3,15	-186,58	1078	1,92	9,027
110	-3,15	-186,573	1079	1,92	9,027
111	-3,15	-186,117	1080	1,92	9,033
112	-3,13	-186,057	1081	1,92	9,456
113	-3,13	-185,346	1082	1,92	9,456
114	-3,13	-185,338	1083	1,92	9,592
115	-3,13	-183,177	1084	1,93	9,594
116	-3,13	-183,171	1085	1,93	10,379
117	-3,13	-182,36	1086	1,93	10,435

No	Pu (N)	Mu (kNm)	No	Pu (N)	Mu (kNm)
118	-3,13	-182,341	1087	1,93	10,63
119	-3,13	-180,982	1088	1,93	10,642
120	-3,13	-180,974	1089	1,93	10,655
121	-3,09	-180,967	1090	1,93	10,708
122	-3,09	-180,952	1091	1,93	10,72
123	-3,09	-180,872	1092	1,93	10,739
124	-3,09	-180,864	1093	1,95	11,541
125	-3,09	-180,614	1094	1,95	11,554
126	-3,09	-180,603	1095	1,95	11,68
127	-3,09	-180,467	1096	1,95	11,69
128	-3,09	-180,438	1097	1,95	11,784
129	-3,09	-180,243	1098	1,95	11,785
130	-3,09	-180,234	1099	1,95	11,91
131	-3,09	-179,449	1100	1,95	11,912
132	-3,09	-179,44	1101	1,95	12,632
133	-3,09	-179,387	1102	1,95	12,635
134	-3,09	-179,374	1103	1,95	12,791
135	-3,09	-177,992	1104	1,95	12,793
136	-3,09	-177,982	1105	1,95	13,091
137	-3,09	-174,986	1106	1,95	13,101
138	-3,09	-174,979	1107	1,95	13,157
139	-3,06	-174,331	1108	1,95	13,158
140	-3,06	-174,322	1109	1,95	13,173
141	-3,06	-173,856	1110	1,95	13,184
142	-3,06	-173,829	1111	1,97	13,214
143	-3,06	-172,607	1112	1,97	13,225
144	-3,06	-172,592	1113	1,97	13,281
145	-3,06	-172,058	1114	1,97	13,283
146	-3,06	-171,978	1115	1,97	13,309
147	-3,06	-171,1	1116	1,97	13,32
148	-3,06	-171,094	1117	1,97	13,404
149	-3,06	-170,253	1118	1,97	13,406
150	-3,06	-170,247	1119	1,97	13,446
151	-3,06	-169,883	1120	1,98	13,457
152	-3,06	-169,876	1121	1,98	13,489
153	-3,06	-169,787	1122	1,98	13,491
154	-3,06	-169,78	1123	1,98	13,5
155	-3,06	-169,688	1124	1,98	13,511
156	-3,06	-169,685	1125	1,98	13,531
157	-3,01	-169,452	1126	1,98	13,533
158	-3,01	-169,451	1127	1,98	13,584
159	-3,01	-169,21	1128	1,98	13,596
160	-3,01	-169,204	1129	3,45	13,601
161	-3,01	-168,908	1130	3,45	13,602
162	-3,01	-168,903	1131	3,45	13,677
163	-3,01	-168,582	1132	3,45	13,691
164	-3,01	-168,52	1133	3,45	14,291
165	-3,01	-168,297	1134	3,45	14,293
166	-3,01	-168,285	1135	3,45	14,523
167	-3,01	-168,24	1136	3,45	14,524
168	-3,01	-168,236	1137	3,45	15,793
169	-3,01	-165,027	1138	3,47	15,794
170	-3,01	-165,019	1139	3,47	15,817
171	-3,01	-164,102	1140	3,47	15,817
172	-3,01	-164,099	1141	3,47	16,02
173	-3,01	-163,913	1142	3,47	16,02
174	-3,01	-163,908	1143	3,47	16,021
175	-2,97	-163,633	1144	3,47	16,021
176	-2,97	-163,627	1145	3,47	16,038

No	Pu (N)	Mu (kNm)	No	Pu (N)	Mu (kNm)
177	-2,97	-163,369	1146	3,47	16,039
178	-2,97	-163,359	1147	3,48	16,059
179	-2,97	-162,719	1148	3,48	16,059
180	-2,97	-162,714	1149	3,48	16,06
181	-2,97	-158,132	1150	3,48	16,061
182	-2,97	-158,13	1151	3,48	16,065
183	-2,97	-157,85	1152	3,48	16,067
184	-2,97	-157,847	1153	3,48	17,152
185	-2,97	-152,877	1154	3,48	17,153
186	-2,97	-152,805	1155	3,48	21,042
187	-2,97	-152,518	1156	3,5	21,044
188	-2,97	-152,499	1157	3,5	21,082
189	-2,97	-152,477	1158	3,5	21,09
190	-2,97	-152,474	1159	3,5	21,164
191	-2,97	-152,456	1160	3,5	21,165
192	-2,97	-152,404	1161	3,5	21,212
193	-2,96	-152,397	1162	3,5	21,223
194	-2,96	-152,386	1163	3,5	21,225
195	-2,96	-152,058	1164	3,5	21,234
196	-2,96	-152,048	1165	3,54	21,406
197	-2,96	-151,741	1166	3,54	21,407
198	-2,96	-151,727	1167	3,54	21,464
199	-2,96	-151,725	1168	3,54	21,464
200	-2,96	-151,721	1169	3,54	21,654
201	-2,96	-149,939	1170	3,54	21,656
202	-2,96	-149,916	1171	3,54	22,847
203	-2,96	-149,793	1172	3,54	22,849
204	-2,96	-149,594	1173	3,54	23,538
205	-2,96	-149,489	1174	3,56	23,539
206	-2,96	-149,469	1175	3,56	23,587
207	-2,96	-149,432	1176	3,56	23,589
208	-2,96	-149,406	1177	3,56	23,608
209	-2,96	-145,97	1178	3,56	23,61
210	-2,96	-145,967	1179	3,56	23,666
211	-2,95	-144,682	1180	3,56	23,67
212	-2,95	-144,679	1181	3,56	25,086
213	-2,95	-142,429	1182	3,56	25,126
214	-2,95	-142,429	1183	3,57	25,131
215	-2,95	-141,118	1184	3,57	25,138
216	-2,95	-141,115	1185	3,57	25,241
217	-2,95	-126,486	1186	3,57	25,244
218	-2,95	-126,484	1187	3,57	25,258
219	-2,95	-123,592	1188	3,57	25,261
220	-2,95	-123,589	1189	3,57	26,081
221	-2,95	-123,125	1190	3,57	26,244
222	-2,95	-123,112	1191	3,57	26,31
223	-2,95	-122,769	1192	3,59	26,335
224	-2,95	-122,746	1193	3,59	26,414
225	-2,95	-122,745	1194	3,59	26,423
226	-2,95	-122,737	1195	3,59	26,479
227	-2,95	-122,349	1196	3,59	26,488
228	-2,95	-122,245	1197	3,59	29,117
229	-2,91	-121,18	1198	3,59	29,126
230	-2,91	-121,177	1199	3,59	29,313
231	-2,91	-121,114	1200	3,59	29,326
232	-2,91	-121,053	1201	3,6	29,335
233	-2,91	-120,902	1202	3,6	29,455
234	-2,91	-120,898	1203	3,6	29,531
235	-2,91	-120,426	1204	3,6	29,766

No	Pu (N)	Mu (kNm)	No	Pu (N)	Mu (kNm)
236	-2,91	-120,423	1205	3,6	30,549
237	-2,91	-119,025	1206	3,6	30,552
238	-2,91	-119,011	1207	3,6	30,679
239	-2,91	-118,808	1208	3,6	30,718
240	-2,91	-118,807	1209	3,6	30,744
241	-2,91	-118,243	1210	3,74	30,748
242	-2,91	-118,237	1211	3,74	30,869
243	-2,91	-118,112	1212	3,74	30,925
244	-2,91	-118,105	1213	3,74	31,482
245	-2,91	-117,935	1214	3,74	31,486
246	-2,91	-117,917	1215	3,74	31,592
247	-2,9	-117,777	1216	3,74	31,597
248	-2,9	-117,741	1217	3,74	34,915
249	-2,9	-116,953	1218	3,74	34,917
250	-2,9	-116,947	1219	3,74	35,23
251	-2,9	-114,747	1220	3,79	35,235
252	-2,9	-114,743	1221	3,79	35,338
253	-2,9	-114,364	1222	3,79	35,342
254	-2,9	-114,364	1223	3,79	39,799
255	-2,9	-113,768	1224	3,79	39,801
256	-2,9	-113,709	1225	3,79	42,863
257	-2,89	-113,494	1226	3,79	42,904
258	-2,89	-113,489	1227	3,79	42,904
259	-2,89	-113,119	1228	3,79	42,929
260	-2,89	-112,912	1229	3,79	43,066
261	-2,89	-112,63	1230	3,8	43,07
262	-2,89	-112,619	1231	3,8	43,463
263	-2,89	-112,184	1232	3,8	43,739
264	-2,89	-112,184	1233	3,8	43,96
265	-2,89	-110,951	1234	3,8	43,971
266	-2,89	-110,948	1235	3,8	44,291
267	-2,86	-110,737	1236	3,8	44,345
268	-2,86	-110,732	1237	3,8	44,366
269	-2,86	-109,997	1238	3,8	44,39
270	-2,86	-109,957	1239	3,8	44,548
271	-2,86	-109,747	1240	3,8	44,551
272	-2,86	-109,735	1241	3,8	44,571
273	-2,86	-103,333	1242	3,8	44,574
274	-2,86	-103,265	1243	3,8	47,06
275	-2,86	-103,171	1244	3,8	47,127
276	-2,86	-103,126	1245	3,8	47,175
277	-2,86	-103,121	1246	3,8	47,176
278	-2,86	-102,934	1247	3,8	47,26
279	-2,86	-102,768	1248	3,8	47,271
280	-2,86	-102,756	1249	3,82	47,328
281	-2,86	-98,842	1250	3,82	47,337
282	-2,86	-98,834	1251	3,82	47,345
283	-2,86	-97,745	1252	3,82	47,425
284	-2,86	-97,739	1253	3,82	48,938
285	-2,61	-97,424	1254	3,82	48,942
286	-2,61	-97,418	1255	3,82	49,02
287	-2,61	-96,08	1256	3,82	49,031
288	-2,61	-96,071	1257	3,82	49,996
289	-2,61	-95,832	1258	3,82	50,01
290	-2,61	-95,777	1259	3,84	50,089
291	-2,61	-95,663	1260	3,84	50,091
292	-2,61	-95,66	1261	3,84	50,1
293	-2,61	-94,686	1262	3,84	50,102
294	-2,6	-94,678	1263	3,84	50,725

No	Pu (N)	Mu (kNm)	No	Pu (N)	Mu (kNm)
295	-2,6	-94,626	1264	3,84	50,726
296	-2,6	-94,621	1265	3,84	50,755
297	-2,6	-94,463	1266	3,84	50,756
298	-2,6	-94,454	1267	3,84	51,047
299	-2,6	-94,337	1268	4,11	51,047
300	-2,6	-94,294	1269	4,11	51,074
301	-2,6	-93,777	1270	4,11	51,084
302	-2,6	-93,775	1271	4,11	51,243
303	-2,6	-93,742	1272	4,11	51,283
304	-2,6	-93,73	1273	4,11	51,289
305	-2,6	-93,729	1274	4,11	51,29
306	-2,6	-93,672	1275	4,11	51,322
307	-2,6	-93,661	1276	4,11	51,337
308	-2,6	-93,656	1277	4,12	51,398
309	-2,6	-93,573	1278	4,12	51,407
310	-2,6	-93,571	1279	4,12	52,153
311	-2,6	-93,446	1280	4,12	52,156
312	-2,6	-93,421	1281	4,12	54,188
313	-2,59	-93,31	1282	4,12	54,193
314	-2,59	-93,304	1283	4,12	55,015
315	-2,59	-93,211	1284	4,12	55,018
316	-2,59	-93,208	1285	4,12	55,543
317	-2,59	-93,044	1286	4,13	55,546
318	-2,59	-93,036	1287	4,13	55,901
319	-2,59	-93,03	1288	4,13	55,905
320	-2,59	-93,024	1289	4,13	55,919
321	-2,59	-91,91	1290	4,13	55,92
322	-2,59	-91,899	1291	4,13	56,636
323	-2,58	-91,449	1292	4,13	56,638
324	-2,58	-91,444	1293	4,13	57,122
325	-2,58	-91,074	1294	4,13	57,125
326	-2,58	-91,067	1295	4,18	58,204
327	-2,58	-90,917	1296	4,18	58,206
328	-2,58	-90,915	1297	4,18	59,375
329	-2,58	-90,887	1298	4,18	59,383
330	-2,58	-90,834	1299	4,18	59,454
331	-2,58	-90,833	1300	4,18	59,458
332	-2,58	-90,799	1301	4,18	59,509
333	-2,58	-90,652	1302	4,18	59,534
334	-2,58	-90,483	1303	4,18	59,539
335	-2,58	-90,458	1304	4,36	59,578
336	-2,58	-90,456	1305	4,36	59,585
337	-2,58	-90,453	1306	4,36	59,656
338	-2,58	-90,445	1307	4,36	59,659
339	-2,58	-90,438	1308	4,36	59,668
340	-2,58	-90,428	1309	4,36	59,696
341	-2,58	-90,385	1310	4,36	59,727
342	-2,58	-90,364	1311	4,36	59,774
343	-2,58	-90,359	1312	4,36	59,874
344	-2,58	-90,354	1313	4,36	59,875
345	-2,58	-89,893	1314	4,4	59,928
346	-2,58	-89,886	1315	4,4	59,946
347	-2,58	-89,733	1316	4,4	59,99
348	-2,58	-89,73	1317	4,4	60,531
349	-2,58	-89,607	1318	4,4	60,535
350	-2,57	-89,599	1319	4,4	61,06
351	-2,57	-88,863	1320	4,4	61,063
352	-2,57	-88,863	1321	4,4	61,211
353	-2,57	-88,021	1322	4,4	61,216

No	Pu (N)	Mu (kNm)	No	Pu (N)	Mu (kNm)
354	-2,57	-88,013	1323	4,4	61,249
355	-2,57	-87,663	1324	4,41	61,25
356	-2,57	-87,643	1325	4,41	61,363
357	-2,57	-87,604	1326	4,41	61,376
358	-2,57	-87,601	1327	4,41	62,017
359	-2,54	-87,17	1328	4,41	62,022
360	-2,54	-87,168	1329	4,41	62,539
361	-2,54	-87,168	1330	4,41	62,552
362	-2,54	-87,166	1331	4,41	62,903
363	-2,54	-86,839	1332	4,41	62,904
364	-2,54	-86,835	1333	4,41	63,879
365	-2,54	-86,559	1334	4,41	63,895
366	-2,54	-86,557	1335	4,41	63,956
367	-2,54	-86,286	1336	4,41	63,956
368	-2,52	-86,274	1337	4,41	63,994
369	-2,52	-86,104	1338	4,41	63,995
370	-2,52	-86,102	1339	4,41	64,046
371	-2,52	-85,869	1340	4,41	64,048
372	-2,52	-85,833	1341	4,41	64,178
373	-2,52	-85,827	1342	4,42	64,178
374	-2,52	-85,812	1343	4,42	64,253
375	-2,52	-85,64	1344	4,42	64,254
376	-2,52	-85,637	1345	4,42	64,851
377	-2,47	-84,377	1346	4,42	64,852
378	-2,47	-84,374	1347	4,42	65,037
379	-2,47	-84,118	1348	4,42	65,038
380	-2,47	-84,118	1349	4,42	65,386
381	-2,47	-83,402	1350	4,42	65,463
382	-2,47	-83,397	1351	4,44	65,526
383	-2,47	-83,292	1352	4,44	65,538
384	-2,47	-83,29	1353	4,44	65,751
385	-2,47	-83,181	1354	4,44	65,752
386	-2,47	-83,178	1355	4,44	65,779
387	-2,47	-82,555	1356	4,44	65,781
388	-2,47	-82,551	1357	4,44	65,985
389	-2,47	-82,073	1358	4,44	66,001
390	-2,47	-82,068	1359	4,44	66,062
391	-2,47	-81,652	1360	4,44	66,063
392	-2,47	-81,645	1361	4,51	66,714
393	-2,47	-80,916	1362	4,51	66,716
394	-2,47	-80,887	1363	4,51	66,773
395	-2,46	-80,885	1364	4,51	66,776
396	-2,46	-80,872	1365	4,51	67,127
397	-2,46	-79,679	1366	4,51	67,127
398	-2,46	-79,67	1367	4,51	67,184
399	-2,46	-79,649	1368	4,51	67,19
400	-2,46	-79,649	1369	4,51	67,295
401	-2,46	-78,789	1370	4,51	67,363
402	-2,46	-78,785	1371	4,59	67,436
403	-2,46	-73,469	1372	4,59	67,444
404	-2,46	-73,422	1373	4,59	68,251
405	-2,46	-73,349	1374	4,59	68,252
406	-2,46	-73,339	1375	4,59	68,26
407	-2,46	-73,325	1376	4,59	68,264
408	-2,46	-73,323	1377	4,59	68,816
409	-2,46	-71,38	1378	4,59	68,822
410	-2,46	-71,369	1379	4,59	68,825
411	-2,46	-71,259	1380	4,77	68,839
412	-2,46	-71,255	1381	4,77	69,786

No	Pu (N)	Mu (kNm)	No	Pu (N)	Mu (kNm)
413	-2,46	-69,613	1382	4,77	69,807
414	-2,46	-69,607	1383	4,77	69,838
415	-2,36	-68,865	1384	4,77	69,884
416	-2,36	-68,861	1385	4,77	69,953
417	-2,36	-67,639	1386	4,77	69,955
418	-2,36	-67,637	1387	4,77	70,01
419	-2,36	-66,283	1388	4,77	70,013
420	-2,36	-66,282	1389	4,81	71,633
421	-2,36	-65,071	1390	4,81	71,647
422	-2,36	-65,071	1391	4,81	71,689
423	-2,36	-63,996	1392	4,81	71,689
424	-2,36	-63,984	1393	4,81	72,534
425	-2,36	-63,689	1394	4,81	72,612
426	-2,36	-63,678	1395	4,81	72,672
427	-2,36	-63,67	1396	4,81	72,681
428	-2,36	-63,632	1397	4,81	72,743
429	-2,36	-63,627	1398	5,11	72,748
430	-2,36	-63,625	1399	5,11	72,855
431	-2,36	-63,34	1400	5,11	72,902
432	-2,36	-63,193	1401	5,11	72,904
433	-2,05	-62,036	1402	5,11	72,966
434	-2,05	-61,99	1403	5,11	73,009
435	-2,05	-60,816	1404	5,11	73,019
436	-2,05	-60,787	1405	5,11	75,813
437	-2,05	-60,264	1406	5,11	75,832
438	-2,05	-60,259	1407	5,42	75,863
439	-2,05	-60,111	1408	5,42	75,863
440	-2,05	-60,106	1409	5,42	76,019
441	-2,05	-60,015	1410	5,42	76,019
442	-2,05	-59,99	1411	5,42	76,103
443	-2,05	-59,846	1412	5,42	76,11
444	-2,05	-59,842	1413	5,42	76,115
445	-2,05	-59,804	1414	5,42	76,116
446	-2,05	-59,741	1415	5,42	76,467
447	-2,05	-59,284	1416	5,42	76,478
448	-2,05	-59,231	1417	5,47	76,502
449	-2,05	-59,166	1418	5,47	76,502
450	-2,05	-59,156	1419	5,47	76,896
451	-2,05	-57,997	1420	5,47	76,933
452	-2,05	-57,988	1421	5,47	76,936
453	-1,93	-57,64	1422	5,47	76,941
454	-1,93	-57,634	1423	5,47	77,186
455	-1,93	-57,362	1424	5,47	77,276
456	-1,93	-57,338	1425	5,47	77,314
457	-1,93	-57,21	1426	5,47	77,321
458	-1,93	-57,204	1427	5,5	77,442
459	-1,93	-57,023	1428	5,5	77,443
460	-1,93	-57,02	1429	5,5	77,499
461	-1,93	-57,007	1430	5,5	77,549
462	-1,92	-56,978	1431	5,5	77,572
463	-1,92	-56,526	1432	5,5	77,58
464	-1,92	-56,514	1433	5,5	78,215
465	-1,92	-56,306	1434	5,5	78,238
466	-1,92	-56,266	1435	5,5	78,24
467	-1,92	-56,233	1436	5,58	78,252
468	-1,92	-56,216	1437	5,58	78,31
469	-1,92	-56,171	1438	5,58	78,312
470	-1,92	-56,153	1439	5,58	79,382
471	-1,91	-55,957	1440	5,58	79,523

No	Pu (N)	Mu (kNm)	No	Pu (N)	Mu (kNm)
472	-1,91	-55,946	1441	5,58	79,638
473	-1,91	-55,875	1442	5,58	79,645
474	-1,91	-55,866	1443	5,58	79,884
475	-1,91	-55,654	1444	5,58	79,885
476	-1,91	-55,63	1445	5,84	79,895
477	-1,91	-55,627	1446	5,84	79,949
478	-1,91	-55,615	1447	5,84	79,962
479	-1,91	-55,344	1448	5,84	79,966
480	-1,91	-55,338	1449	5,84	80,107
481	-1,91	-54,644	1450	5,84	80,122
482	-1,91	-54,635	1451	5,84	80,123
483	-1,91	-54,417	1452	5,84	80,175
484	-1,91	-54,409	1453	5,84	80,752
485	-1,91	-54,394	1454	5,84	80,759
486	-1,91	-54,392	1455	5,86	80,825
487	-1,91	-54,216	1456	5,86	80,862
488	-1,91	-54,206	1457	5,86	80,862
489	-1,9	-54,143	1458	5,86	80,924
490	-1,9	-54,138	1459	5,86	81,057
491	-1,9	-53,932	1460	5,86	81,117
492	-1,9	-53,927	1461	5,86	81,117
493	-1,9	-53,222	1462	5,86	81,246
494	-1,9	-53,212	1463	5,86	81,493
495	-1,9	-51,48	1464	5,87	81,496
496	-1,9	-51,477	1465	5,87	82,2
497	-1,9	-51,426	1466	5,87	82,221
498	-1,84	-51,419	1467	5,87	82,222
499	-1,84	-51,323	1468	5,87	82,222
500	-1,84	-51,293	1469	5,87	83,224
501	-1,84	-50,992	1470	5,87	83,226
502	-1,84	-50,99	1471	5,87	83,636
503	-1,84	-50,906	1472	5,87	83,748
504	-1,84	-50,898	1473	5,87	83,75
505	-1,84	-50,744	1474	5,93	83,757
506	-1,84	-50,743	1475	5,93	86,346
507	-1,84	-50,168	1476	5,93	86,405
508	-1,84	-50,154	1477	5,93	86,444
509	-1,84	-49,943	1478	5,93	86,454
510	-1,84	-49,906	1479	5,93	86,455
511	-1,84	-48,901	1480	5,93	86,521
512	-1,84	-48,9	1481	5,93	86,593
513	-1,84	-48,238	1482	5,93	86,594
514	-1,84	-48,233	1483	5,95	89,129
515	-1,84	-48,174	1484	5,95	89,203
516	-1,82	-48,174	1485	5,95	89,21
517	-1,82	-47,078	1486	5,95	89,217
518	-1,82	-47,077	1487	5,95	89,278
519	-1,82	-46,62	1488	5,95	89,278
520	-1,82	-46,596	1489	5,95	89,484
521	-1,82	-46,587	1490	5,95	89,503
522	-1,82	-46,571	1491	5,95	90,288
523	-1,82	-44,53	1492	5,95	90,289
524	-1,82	-44,522	1493	5,95	93,901
525	-1,78	-44,506	1494	5,95	93,95
526	-1,78	-44,499	1495	5,95	93,951
527	-1,78	-43,691	1496	5,95	93,963
528	-1,78	-43,687	1497	5,95	94,124
529	-1,78	-41,72	1498	5,95	94,2
530	-1,78	-41,677	1499	5,95	94,209

No	Pu (N)	Mu (kNm)	No	Pu (N)	Mu (kNm)
531	-1,78	-41,572	1500	5,95	94,21
532	-1,78	-41,571	1501	5,95	94,809
533	-1,78	-41,327	1502	5,98	94,812
534	-1,77	-41,326	1503	5,98	95,968
535	-1,77	-41,038	1504	5,98	95,974
536	-1,77	-40,988	1505	5,98	95,98
537	-1,77	-39,341	1506	5,98	96,02
538	-1,77	-39,267	1507	5,98	96,025
539	-1,77	-39,248	1508	5,98	96,03
540	-1,77	-39,196	1509	5,98	96,256
541	-1,77	-39,134	1510	5,98	96,386
542	-1,77	-39,102	1511	6,01	96,672
543	-1,77	-39,034	1512	6,01	96,673
544	-1,77	-39,029	1513	6,01	96,745
545	-1,77	-38,997	1514	6,01	96,794
546	-1,77	-38,996	1515	6,01	96,795
547	-1,77	-38,976	1516	6,01	96,811
548	-1,77	-38,97	1517	6,01	96,919
549	-1,77	-38,791	1518	6,01	96,998
550	-1,77	-38,784	1519	6,01	97,014
551	-1,77	-38,755	1520	6,01	97,015
552	-1,77	-38,754	1521	6,18	97,23
553	-1,77	-38,535	1522	6,18	97,231
554	-1,77	-38,533	1523	6,18	98,635
555	-1,77	-38,426	1524	6,18	98,636
556	-1,77	-38,241	1525	6,18	99,189
557	-1,77	-38,015	1526	6,18	99,19
558	-1,77	-38,005	1527	6,18	99,562
559	-1,77	-37,919	1528	6,18	99,574
560	-1,77	-37,882	1529	6,18	99,579
561	-1,76	-37,837	1530	6,2	99,629
562	-1,76	-37,819	1531	6,2	99,647
563	-1,76	-37,746	1532	6,2	99,652
564	-1,76	-37,745	1533	6,2	99,662
565	-1,76	-37,742	1534	6,2	99,681
566	-1,76	-37,735	1535	6,2	99,863
567	-1,76	-37,602	1536	6,2	99,866
568	-1,76	-37,576	1537	6,2	99,942
569	-1,76	-37,193	1538	6,2	99,952
570	-1,69	-37,159	1539	6,26	100,535
571	-1,69	-37,001	1540	6,26	100,537
572	-1,69	-36,982	1541	6,26	100,562
573	-1,69	-36,488	1542	6,26	100,777
574	-1,69	-36,442	1543	6,26	101,026
575	-1,69	-36,271	1544	6,26	101,035
576	-1,69	-36,162	1545	6,26	102,725
577	-1,69	-36,147	1546	6,26	102,727
578	-1,69	-36,132	1547	6,26	102,801
579	-1,68	-36,099	1548	6,28	102,801
580	-1,68	-36,082	1549	6,28	103,428
581	-1,68	-35,804	1550	6,28	103,428
582	-1,68	-35,722	1551	6,28	103,484
583	-1,68	-35,379	1552	6,28	103,494
584	-1,68	-35,346	1553	6,28	103,692
585	-1,68	-35,057	1554	6,28	103,695
586	-1,68	-35,049	1555	6,28	103,704
587	-1,68	-34,18	1556	6,28	103,776
588	-1,67	-34,174	1557	6,54	103,954
589	-1,67	-33,538	1558	6,54	103,994

No	Pu (N)	Mu (kNm)	No	Pu (N)	Mu (kNm)
590	-1,67	-33,534	1559	6,54	103,994
591	-1,67	-33,312	1560	6,54	104,033
592	-1,67	-33,295	1561	6,54	104,377
593	-1,67	-33,287	1562	6,54	104,383
594	-1,67	-33,278	1563	6,54	104,467
595	-1,67	-32,703	1564	6,54	104,536
596	-1,67	-32,694	1565	6,54	104,575
597	-1,67	-32,277	1566	6,57	104,575
598	-1,67	-32,276	1567	6,57	104,701
599	-1,67	-32,238	1568	6,57	104,783
600	-1,67	-32,2	1569	6,57	104,855
601	-1,67	-32,109	1570	6,57	104,857
602	-1,67	-32,106	1571	6,57	105,35
603	-1,67	-32,086	1572	6,57	105,353
604	-1,67	-32,075	1573	6,57	105,82
605	-1,67	-32,074	1574	6,57	105,823
606	-1,67	-32,068	1575	6,57	106,504
607	-1,67	-32,058	1576	6,57	106,506
608	-1,67	-32,056	1577	6,57	106,554
609	-1,67	-31,93	1578	6,57	106,575
610	-1,67	-31,927	1579	6,57	106,584
611	-1,67	-31,851	1580	6,57	106,652
612	-1,67	-31,847	1581	6,57	106,664
613	-1,67	-31,84	1582	6,57	106,665
614	-1,67	-31,838	1583	6,57	106,939
615	-1,67	-31,715	1584	6,6	106,979
616	-1,67	-31,686	1585	6,6	107,502
617	-1,64	-31,449	1586	6,6	107,504
618	-1,64	-31,443	1587	6,6	107,674
619	-1,64	-30,504	1588	6,6	107,694
620	-1,64	-30,497	1589	6,6	107,744
621	-1,64	-30,068	1590	6,6	107,746
622	-1,64	-30,067	1591	6,6	107,748
623	-1,64	-29,517	1592	6,6	107,756
624	-1,64	-29,515	1593	6,61	107,969
625	-1,64	-29,437	1594	6,61	107,975
626	-1,64	-29,429	1595	6,61	108,015
627	-1,64	-28,727	1596	6,61	108,084
628	-1,64	-28,727	1597	6,61	108,59
629	-1,64	-28,164	1598	6,61	108,593
630	-1,64	-28,162	1599	6,61	108,72
631	-1,64	-27,984	1600	6,61	108,746
632	-1,64	-27,978	1601	6,61	109,481
633	-1,64	-27,526	1602	6,61	109,481
634	-1,64	-27,524	1603	6,66	110,601
635	-1,58	-26,479	1604	6,66	110,603
636	-1,58	-26,474	1605	6,66	110,631
637	-1,58	-26,421	1606	6,66	110,633
638	-1,58	-26,419	1607	6,66	112,301
639	-1,58	-26,2	1608	6,66	112,303
640	-1,58	-26,196	1609	6,66	113,196
641	-1,58	-25,108	1610	6,66	113,196
642	-1,58	-25,028	1611	6,66	116,112
643	-1,58	-24,937	1612	6,66	116,114
644	-1,58	-24,932	1613	6,94	116,892
645	-1,58	-24,842	1614	6,94	116,895
646	-1,58	-24,76	1615	6,94	116,899
647	-1,58	-24,727	1616	6,94	116,899
648	-1,58	-24,68	1617	6,94	118,661

No	Pu (N)	Mu (kNm)	No	Pu (N)	Mu (kNm)
649	-1,58	-24,678	1618	6,94	118,663
650	-1,58	-24,505	1619	6,94	118,671
651	-1,58	-24,311	1620	6,94	118,68
652	-1,58	-24,3	1621	6,94	118,875
653	-1,58	-24,247	1622	7,01	118,877
654	-1,58	-24,202	1623	7,01	119,451
655	-1,53	-23,753	1624	7,01	119,454
656	-1,53	-23,748	1625	7,01	119,689
657	-1,53	-23,37	1626	7,01	119,69
658	-1,53	-23,368	1627	7,01	120,034
659	-1,53	-22,239	1628	7,01	120,037
660	-1,53	-22,233	1629	7,01	120,621
661	-1,53	-22,23	1630	7,01	120,621
662	-1,53	-22,228	1631	7,03	121,245
663	-1,53	-21,823	1632	7,03	121,247
664	-1,53	-21,82	1633	7,03	121,531
665	-1,53	-21,406	1634	7,03	121,533
666	-1,53	-21,399	1635	7,03	122,228
667	-1,53	-21,176	1636	7,03	122,23
668	-1,53	-21,173	1637	7,03	122,462
669	-1,53	-20,992	1638	7,03	122,493
670	-1,53	-20,965	1639	7,03	122,498
671	-1,53	-20,658	1640	7,05	122,499
672	-1,53	-20,646	1641	7,05	122,687
673	-1,49	-20,543	1642	7,05	122,708
674	-1,49	-20,521	1643	7,05	122,756
675	-1,49	-19,944	1644	7,05	122,757
676	-1,49	-19,936	1645	7,05	123,68
677	-1,49	-19,818	1646	7,05	123,68
678	-1,49	-19,808	1647	7,05	123,802
679	-1,49	-19,803	1648	7,05	123,921
680	-1,49	-19,756	1649	7,33	123,981
681	-1,49	-19,528	1650	7,33	123,987
682	-1,45	-19,522	1651	7,33	129,074
683	-1,45	-19,38	1652	7,33	129,075
684	-1,45	-19,371	1653	7,33	129,164
685	-1,45	-19,252	1654	7,33	129,169
686	-1,45	-19,208	1655	7,33	130,067
687	-1,45	-19,15	1656	7,33	130,067
688	-1,45	-19,145	1657	7,33	130,117
689	-1,45	-19,025	1658	7,35	130,143
690	-1,45	-19,017	1659	7,35	135,227
691	-1,45	-18,929	1660	7,35	135,228
692	-1,45	-18,883	1661	7,35	136,533
693	-1,45	-18,581	1662	7,35	136,534
694	-1,45	-18,535	1663	7,35	138,817
695	-1,45	-18,528	1664	7,35	138,818
696	-1,45	-18,522	1665	7,35	139,401
697	-1,45	-18,353	1666	7,35	139,401
698	-1,45	-18,309	1667	7,48	140,67
699	-1,45	-18,033	1668	7,48	140,671
700	-1,45	-18,027	1669	7,48	140,692
701	-1,45	-18,019	1670	7,48	140,692
702	-1,42	-17,99	1671	7,48	140,86
703	-1,42	-17,856	1672	7,48	140,86
704	-1,42	-17,828	1673	7,48	141,567
705	-1,42	-17,535	1674	7,48	141,568
706	-1,42	-17,527	1675	7,48	142,101
707	-1,42	-17,485	1676	7,48	142,102

No	Pu (N)	Mu (kNm)	No	Pu (N)	Mu (kNm)
708	-1,42	-17,442	1677	7,48	142,583
709	-1,42	-17,282	1678	7,48	142,584
710	-1,42	-17,278	1679	7,48	145,019
711	-1,41	-17,241	1680	7,48	145,021
712	-1,41	-17,231	1681	7,48	145,567
713	-1,41	-17,207	1682	7,48	145,568
714	-1,41	-17,164	1683	7,48	145,686
715	-1,41	-17,029	1684	7,48	145,693
716	-1,41	-17,024	1685	7,55	147,247
717	-1,41	-16,938	1686	7,55	147,247
718	-1,41	-16,891	1687	7,55	147,514
719	-1,41	-16,608	1688	7,55	147,552
720	-1,36	-16,601	1689	7,55	147,78
721	-1,36	-16,588	1690	7,55	147,782
722	-1,36	-16,58	1691	7,55	147,827
723	-1,36	-16,58	1692	7,55	147,828
724	-1,36	-16,531	1693	7,55	147,945
725	-1,36	-16,169	1694	7,55	147,946
726	-1,36	-16,159	1695	7,6	148,049
727	-1,36	-16,145	1696	7,6	148,058
728	-1,36	-16,14	1697	7,6	148,781
729	-1,36	-16,069	1698	7,6	148,934
730	-1,36	-16,063	1699	7,6	149,21
731	-1,36	-15,914	1700	7,6	149,219
732	-1,36	-15,912	1701	7,6	149,228
733	-1,36	-15,879	1702	7,6	149,229
734	-1,36	-15,872	1703	7,6	149,271
735	-1,36	-15,833	1704	7,6	149,314
736	-1,36	-15,821	1705	7,66	149,667
737	-1,36	-15,813	1706	7,66	149,669
738	-1,28	-15,758	1707	7,66	150,096
739	-1,28	-15,53	1708	7,66	150,098
740	-1,28	-15,516	1709	7,66	150,846
741	-1,28	-15,003	1710	7,66	150,846
742	-1,28	-14,998	1711	7,66	151,108
743	-1,28	-14,932	1712	7,66	151,109
744	-1,28	-14,926	1713	7,66	152,398
745	-1,28	-14,922	1714	7,68	152,4
746	-1,28	-14,919	1715	7,68	152,506
747	-1,28	-14,418	1716	7,68	152,506
748	-1,28	-14,414	1717	7,68	152,78
749	-1,28	-13,983	1718	7,68	152,782
750	-1,28	-13,981	1719	7,68	152,987
751	-1,28	-13,49	1720	7,68	152,987
752	-1,28	-13,489	1721	7,68	153,443
753	-1,28	-13,22	1722	7,68	153,446
754	-1,28	-13,218	1723	7,83	153,821
755	-1,28	-12,935	1724	7,83	153,824
756	-1,28	-12,928	1725	7,83	155,04
757	-1,28	-12,369	1726	7,83	155,041
758	-1,28	-12,348	1727	7,83	155,073
759	-1,28	-12,346	1728	7,83	155,073
760	-1,28	-12,336	1729	7,83	155,403
761	-1,28	-12,25	1730	7,83	155,417
762	-1,28	-12,246	1731	7,83	155,775
763	-1,28	-12,09	1732	7,93	155,779
764	-1,28	-12,089	1733	7,93	156,463
765	-0,89	-12,074	1734	7,93	156,464
766	-0,89	-11,992	1735	7,93	156,779

No	Pu (N)	Mu (kNm)	No	Pu (N)	Mu (kNm)
767	-0,89	-11,874	1736	7,93	156,78
768	-0,89	-11,866	1737	7,93	157,237
769	-0,89	-11,812	1738	7,93	157,275
770	-0,89	-11,805	1739	7,93	158,599
771	-0,89	-11,795	1740	7,93	158,6
772	-0,89	-11,621	1741	7,97	159,307
773	-0,89	-11,608	1742	7,97	159,307
774	-0,89	-11,602	1743	7,97	159,37
775	-0,88	-11,564	1744	7,97	159,371
776	-0,88	-11,56	1745	7,97	160,526
777	-0,88	-11,47	1746	7,97	160,526
778	-0,88	-11,465	1747	7,97	160,549
779	-0,88	-11,31	1748	7,97	160,573
780	-0,88	-11,305	1749	7,97	161,399
781	-0,88	-11,229	1750	8,01	161,399
782	-0,88	-11,212	1751	8,01	161,617
783	-0,88	-11,128	1752	8,01	161,619
784	-0,88	-11,126	1753	8,01	161,735
785	-0,88	-11,06	1754	8,01	161,748
786	-0,88	-11,055	1755	8,01	162,062
787	-0,88	-10,949	1756	8,01	162,159
788	-0,88	-10,94	1757	8,01	162,163
789	-0,88	-10,843	1758	8,01	162,167
790	-0,88	-10,801	1759	8,03	163,19
791	-0,88	-10,79	1760	8,03	163,192
792	-0,88	-10,786	1761	8,03	163,227
793	-0,88	-10,72	1762	8,03	163,286
794	-0,88	-10,717	1763	8,03	165,334
795	-0,88	-10,418	1764	8,03	165,34
796	-0,88	-10,413	1765	8,03	165,45
797	-0,88	-10,332	1766	8,03	165,452
798	-0,88	-10,325	1767	8,03	167,086
799	-0,88	-10,179	1768	8,04	167,117
800	-0,88	-10,173	1769	8,04	167,228
801	-0,88	-10,146	1770	8,04	167,23
802	-0,88	-10,124	1771	8,04	170,657
803	-0,88	-9,999	1772	8,04	170,658
804	-0,88	-9,997	1773	8,04	172,164
805	-0,74	-9,828	1774	8,04	172,165
806	-0,74	-9,825	1775	8,04	172,369
807	-0,74	-9,801	1776	8,04	172,37
808	-0,74	-9,765	1777	8,2	172,501
809	-0,74	-9,763	1778	8,2	172,518
810	-0,74	-9,76	1779	8,2	172,546
811	-0,74	-9,707	1780	8,2	172,552
812	-0,74	-9,702	1781	8,2	173,954
813	-0,74	-9,646	1782	8,2	173,984
814	-0,67	-9,636	1783	8,2	174,232
815	-0,67	-9,59	1784	8,2	174,235
816	-0,67	-9,586	1785	8,2	174,263
817	-0,67	-9,575	1786	8,21	174,338
818	-0,67	-9,543	1787	8,21	176,099
819	-0,67	-9,395	1788	8,21	176,1
820	-0,67	-9,347	1789	8,21	177,506
821	-0,67	-9,262	1790	8,21	177,506
822	-0,67	-9,258	1791	8,21	177,877
823	-0,66	-9,191	1792	8,21	177,877
824	-0,66	-9,184	1793	8,21	180,835
825	-0,66	-8,95	1794	8,21	180,842

No	Pu (N)	Mu (kNm)	No	Pu (N)	Mu (kNm)
826	-0,66	-8,936	1795	8,28	182,667
827	-0,66	-8,912	1796	8,28	182,668
828	-0,66	-8,883	1797	8,28	184,475
829	-0,66	-8,815	1798	8,28	184,476
830	-0,66	-8,81	1799	8,28	187,823
831	-0,66	-8,702	1800	8,28	187,824
832	-0,64	-8,695	1801	8,28	187,99
833	-0,64	-8,677	1802	8,28	187,99
834	-0,64	-8,673	1803	8,28	188,553
835	-0,64	-8,402	1804	8,3	188,554
836	-0,64	-8,387	1805	8,3	189,238
837	-0,64	-8,217	1806	8,3	189,262
838	-0,64	-8,215	1807	8,3	189,536
839	-0,64	-7,993	1808	8,3	189,537
840	-0,64	-7,993	1809	8,3	190,045
841	-0,6	-7,991	1810	8,3	190,047
842	-0,6	-7,988	1811	8,3	190,839
843	-0,6	-7,444	1812	8,3	190,931
844	-0,6	-7,436	1813	8,66	191,234
845	-0,6	-7,415	1814	8,66	191,242
846	-0,6	-7,413	1815	8,66	191,244
847	-0,6	-7,41	1816	8,66	191,25
848	-0,6	-7,408	1817	8,66	191,787
849	-0,6	-7,208	1818	8,66	191,789
850	-0,59	-7,203	1819	8,66	195,111
851	-0,59	-7,16	1820	8,66	195,112
852	-0,59	-7,137	1821	8,66	195,195
853	-0,59	-7,125	1822	8,69	195,212
854	-0,59	-7,117	1823	8,69	195,662
855	-0,59	-6,957	1824	8,69	195,664
856	-0,59	-6,952	1825	8,69	196,135
857	-0,59	-6,946	1826	8,69	196,135
858	-0,59	-6,938	1827	8,69	196,795
859	-0,56	-6,633	1828	8,69	196,796
860	-0,56	-6,598	1829	8,69	196,881
861	-0,56	-6,53	1830	8,69	196,904
862	-0,56	-6,526	1831	8,74	196,907
863	-0,56	-6,504	1832	8,74	196,956
864	-0,56	-6,5	1833	8,74	197,419
865	-0,56	-6,482	1834	8,74	197,423
866	-0,56	-6,48	1835	8,74	197,994
867	-0,56	-6,369	1836	8,74	198,01
868	-0,55	-6,365	1837	8,74	198,736
869	-0,55	-6,364	1838	8,74	198,737
870	-0,55	-6,358	1839	8,74	199,256
871	-0,55	-6,265	1840	8,76	199,258
872	-0,55	-6,264	1841	8,76	199,594
873	-0,55	-6,22	1842	8,76	199,643
874	-0,55	-6,187	1843	8,76	207,505
875	-0,55	-6,1	1844	8,76	207,506
876	-0,55	-6,099	1845	8,76	207,607
877	-0,54	-5,992	1846	8,76	207,62
878	-0,54	-5,986	1847	8,76	207,847
879	-0,54	-5,948	1848	8,76	207,848
880	-0,54	-5,935	1849	9,06	208,207
881	-0,54	-5,928	1850	9,06	208,208
882	-0,54	-5,925	1851	9,06	209,34
883	-0,54	-5,534	1852	9,06	209,393
884	-0,54	-5,5	1853	9,06	209,469

No	Pu (N)	Mu (kNm)	No	Pu (N)	Mu (kNm)
885	-0,54	-5,275	1854	9,06	209,47
886	-0,54	-5,267	1855	9,06	209,634
887	-0,54	-5,264	1856	9,06	209,639
888	-0,54	-5,262	1857	9,06	210,207
889	-0,54	-5,26	1858	9,1	210,207
890	-0,54	-5,245	1859	9,1	210,506
891	-0,54	-5,241	1860	9,1	210,507
892	-0,54	-5,24	1861	9,1	212,542
893	-0,54	-5,109	1862	9,1	212,55
894	-0,54	-5,076	1863	9,1	215,119
895	-0,29	-4,869	1864	9,1	215,119
896	-0,29	-4,864	1865	9,1	216,635
897	-0,29	-4,863	1866	9,1	216,636
898	-0,29	-4,832	1867	9,18	217,687
899	-0,29	-4,5	1868	9,18	217,697
900	-0,29	-4,494	1869	9,18	219,061
901	-0,29	-4,453	1870	9,18	219,1
902	-0,29	-4,421	1871	9,18	222,538
903	-0,29	-4,25	1872	9,18	222,539
904	-0,27	-4,217	1873	9,18	222,557
905	-0,27	-4,121	1874	9,18	222,557
906	-0,27	-4,117	1875	9,18	224,251
907	-0,27	-4,102	1876	9,2	224,252
908	-0,27	-4,084	1877	9,2	225,605
909	-0,27	-4,043	1878	9,2	225,613
910	-0,27	-4,007	1879	9,2	227,521
911	-0,27	-3,841	1880	9,2	227,53
912	-0,27	-3,835	1881	9,2	227,85
913	0,17	-3,791	1882	9,2	227,851
914	0,17	-3,79	1883	9,2	229,456
915	0,17	-3,773	1884	9,2	229,486
916	0,17	-3,735	1885	9,31	229,817
917	0,17	-3,457	1886	9,31	229,824
918	0,17	-3,453	1887	9,31	232,365
919	0,17	-3,425	1888	9,31	232,365
920	0,17	-3,412	1889	9,31	233,039
921	0,17	-3,38	1890	9,31	233,039
922	0,17	-3,376	1891	9,31	233,37
923	0,17	-2,372	1892	9,31	233,371
924	0,17	-2,358	1893	9,31	234,062
925	0,17	-2,345	1894	9,44	234,063
926	0,17	-2,344	1895	9,44	235,431
927	0,17	-2,147	1896	9,44	235,433
928	0,17	-2,104	1897	9,44	235,623
929	0,17	-2,071	1898	9,44	235,626
930	0,17	-2,06	1899	9,44	235,765
931	0,22	-1,995	1900	9,44	235,767
932	0,22	-1,99	1901	9,44	236,474
933	0,22	-1,951	1902	9,44	236,476
934	0,22	-1,944	1903	9,45	237,144
935	0,22	-1,602	1904	9,45	237,161
936	0,22	-1,57	1905	9,45	238,509
937	0,22	-1,259	1906	9,45	238,57
938	0,22	-1,255	1907	9,45	246,439
939	0,22	-0,966	1908	9,45	246,459
940	0,22	-0,964	1909	9,45	246,802
941	0,22	-0,941	1910	9,45	246,804
942	0,22	-0,92	1911	9,45	248,153
943	0,22	-0,526	1912	9,45	248,227

No	Pu (N)	Mu (kNm)	No	Pu (N)	Mu (kNm)
944	0,22	-0,515	1913	9,45	248,598
945	0,22	-0,392	1914	9,45	248,606
946	0,22	-0,391	1915	9,45	256,138
947	0,22	0,247	1916	9,45	256,14
948	0,22	0,248	1917	9,45	257,664
949	0,33	0,256	1918	9,45	257,667
950	0,33	0,262	1919	9,45	259,386
951	0,33	0,524	1920	9,45	259,401
952	0,33	0,529	1921	12,87	260,727
953	0,33	0,723	1922	12,87	260,774
954	0,33	0,729	1923	12,87	269,583
955	0,33	0,729	1924	12,87	269,583
956	0,33	0,741	1925	12,87	270,033
957	0,33	0,995	1926	12,87	270,033
958	0,36	1,007	1927	12,87	272,268
959	0,36	1,087	1928	12,87	272,269
960	0,36	1,096	1929	12,87	272,686
961	0,36	1,171	1930	12,91	272,686
962	0,36	1,204	1931	12,91	327,518
963	0,36	1,79	1932	12,91	327,518
964	0,36	1,798	1933	12,91	329,119
965	0,36	1,923	1934	12,91	329,119
966	0,36	1,929	1935	12,91	330,589
967	0,53	2,028	1936	12,91	330,589
968	0,53	2,044	1937	12,91	331,723
969	0,53	2,153	1938	12,91	331,723

Lampiran 5. Nilai Beban Ultimate (Pu) dan Momen Ultimate (Mu) Balok B3

0	Pu (N)	Mu (kNm)	No	Pu (N)	Mu (kNm)
1	-0,65	-32,813	82	-0,52	2,766
2	-0,65	-32,811	83	-0,52	4,803
3	-0,65	-25,582	84	-0,52	4,81
4	-0,65	-25,581	85	-0,52	4,847
5	-0,65	-19,616	86	-0,52	4,847
6	-0,65	-19,615	87	-0,52	4,955
7	-0,65	-18,238	88	-0,52	4,957
8	-0,65	-18,23	89	-0,52	5,009
9	-0,65	-18,212	90	-0,52	5,012
10	-0,65	-18,21	91	1,25	5,485
11	-0,65	-17,951	92	1,25	5,49
12	-0,65	-17,947	93	1,25	5,515
13	-0,65	-17,898	94	1,25	5,531
14	-0,65	-17,89	95	1,25	5,645
15	-0,65	-17,343	96	1,25	5,655
16	-0,65	-17,301	97	1,25	5,67
17	-0,65	-17,211	98	1,25	5,676
18	-0,65	-17,135	99	1,25	5,797
19	-0,63	-16,993	100	1,25	5,805
20	-0,63	-16,982	101	1,25	5,827
21	-0,63	-16,905	102	1,25	5,829
22	-0,63	-16,884	103	1,25	5,88
23	-0,63	-16,602	104	1,25	5,883
24	-0,63	-16,583	105	1,25	5,924
25	-0,63	-16,348	106	1,25	5,939
26	-0,63	-16,302	107	1,25	5,949
27	-0,63	-16,228	108	1,25	5,95
28	-0,57	-16,217	109	1,33	6,023
29	-0,57	-16,208	110	1,33	6,027
30	-0,57	-16,203	111	1,33	6,053
31	-0,57	-16,155	112	1,33	6,058
32	-0,57	-16,148	113	1,33	6,209
33	-0,57	-15,949	114	1,33	6,217
34	-0,57	-15,948	115	1,33	12,022
35	-0,57	-15,913	116	1,33	12,027
36	-0,57	-15,888	117	1,33	12,073
37	-0,57	-15,858	118	1,35	12,074
38	-0,57	-15,852	119	1,35	12,106
39	-0,57	-14,193	120	1,35	12,107
40	-0,57	-14,192	121	1,35	12,16
41	-0,57	-8,536	122	1,35	12,162
42	-0,57	-8,535	123	1,35	12,531
43	-0,57	-5,659	124	1,35	12,542
44	-0,57	-5,652	125	1,35	12,543
45	-0,57	-5,625	126	1,35	12,562
46	-0,57	-5,623	127	1,8	12,595
47	-0,57	-5,44	128	1,8	12,596
48	-0,57	-5,436	129	1,8	12,597
49	-0,57	-5,386	130	1,8	12,597
50	-0,57	-5,381	131	1,8	12,604
51	-0,57	-4,92	132	1,8	12,617
52	-0,57	-4,92	133	1,8	12,621
53	-0,57	-4,868	134	1,8	12,623
54	-0,57	-4,835	135	1,8	12,661
55	-0,56	-4,805	136	1,82	12,664
56	-0,56	-4,744	137	1,82	12,694
57	-0,56	-4,603	138	1,82	12,698
58	-0,56	-4,595	139	1,82	12,699

No	Pu (N)	Mu (kNm)	No	Pu (N)	Mu (kNm)
59	-0,56	-4,572	140	1,82	12,703
60	-0,56	-4,556	141	1,82	12,758
61	-0,56	-4,344	142	1,82	12,758
62	-0,56	-4,331	143	1,82	12,891
63	-0,56	-4,153	144	1,82	12,893
64	-0,56	-4,132	145	1,82	12,967
65	-0,56	-4,129	146	1,82	12,968
66	-0,56	-4,123	147	1,82	14,87
67	-0,56	-4,079	148	1,82	14,874
68	-0,56	-4,074	149	1,82	14,885
69	-0,56	-4,029	150	1,82	14,886
70	-0,56	-4,021	151	1,82	14,928
71	-0,56	-3,941	152	1,82	14,93
72	-0,56	-3,941	153	1,82	14,94
73	-0,53	-3,859	154	2,04	14,94
74	-0,53	-3,854	155	2,04	15,206
75	-0,53	-3,794	156	2,04	15,219
76	-0,53	-3,777	157	2,04	15,22
77	-0,53	-0,7	158	2,04	15,221
78	-0,53	-0,699	159	2,04	15,347
79	-0,53	1,108	160	2,04	15,355
80	-0,53	1,109	161	2,04	15,358
81	-0,53	2,766	162	2,04	15,358

DOKUMENTASI

Dokumentasi 1. Pengecekan Mutu Beton Kolom Lantai 1

Pengecekan Titik Pertama



Pengecekan Titik Kedua



Pengecekan Titik Ketiga



Pengecekan Titik Keempat



Pengecekan Titik Kelima



Dokumentasi 1. Pengecekan Mutu Beton Kolom Lantai 1 (Lanjutan)

Pengecekan Titik Keenam



Pengecekan Titik Ketujuh



Pengecekan Titik Kedelapan



Pengecekan Titik Kesembilan



Pengecekan Titik Kesepuluh



Dokumentasi 2. Pengecekan Mutu Beton Kolom Lantai 2

Pengecekan Titik Pertama



Pengecekan Titik Kedua



Pengecekan Titik Ketiga



Pengecekan Titik Keempat



Pengecekan Titik Kelima



Dokumentasi 2. Pengecekan Mutu Beton Kolom Lantai 2 (Lanjutan)

Pengecekan Titik Keenam



Pengecekan Titik Ketujuh



Pengecekan Titik Kedelapan



Pengecekan Titik Kesembilan



Pengecekan Titik Kesepuluh



Dokumentasi 3. Pengecekan Mutu Beton Kolom Lantai 3

Pengecekan Titik Pertama



Pengecekan Titik Kedua



Pengecekan Titik Ketiga



Pengecekan Titik Keempat



Pengecekan Titik Kelima



Dokumentasi 3. Pengecekan Mutu Beton Kolom Lantai 3 (Lanjutan)

Pengecekan Titik Keenam



Pengecekan Titik Ketujuh



Pengecekan Titik Kedelapan



Pengecekan Titik Kesembilan



Pengecekan Titik Kesepuluh



Dokumentasi 4. Pengecekan Mutu Beton Balok

Pengecekan Titik Pertama



Pengecekan Titik Kedua



Pengecekan Titik Ketiga



Pengecekan Titik Keempat



Pengecekan Titik Kelima



Dokumentasi 4. Pengecekan Mutu Beton Balok (Lanjutan)

Pengecekan Titik Keenam



Pengecekan Titik Ketujuh



Dokumentasi 5. Pengecekan Mutu Beton Pelat Lantai

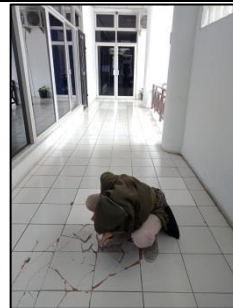
Pengecekan Titik Pertama



Pengecekan Titik Kedua



Pengecekan Titik Ketiga



Pengecekan Titik Keempat



Dokumentasi 6. Pengukuran Luas Bangunan

Pengukuran Samping Kanan
Gedung Rektorat



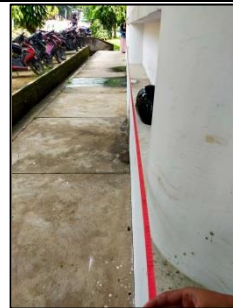
Pengukuran Samping Kiri
Gedung Rektorat



Pengukuran Depan Gedung
Rektorat



Pengukuran Belakang Gedung
Rektorat



Dokumentasi 7. Pengukuran Dimensi Kolom

Pengecekan Titik Pertama



Pengecekan Titik Kedua



Pengecekan Titik Ketiga



Pengecekan Titik Keempat



Dokumentasi 8. Pengukuran Dimensi Balok

Pengecekan Titik Pertama



Pengecekan Titik Kedua



Pengecekan Titik Ketiga



Pengecekan Titik Keempat

