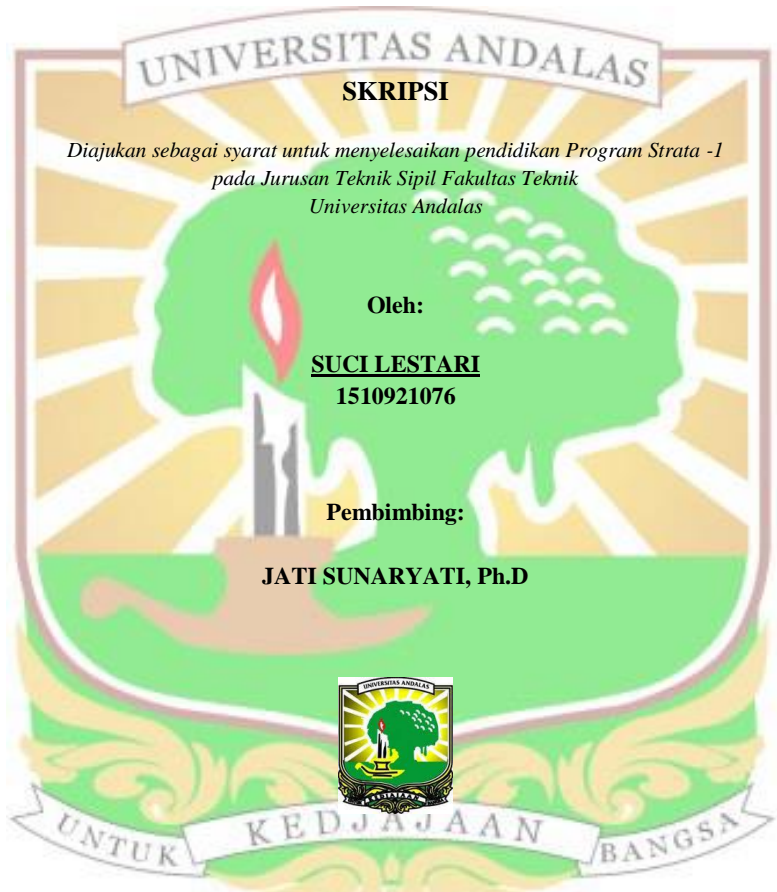


**ANALISIS JARAK DILATASI BANGUNAN BER –
LAYOUT L DAN PERHITUNGAN PENULANGAN
ELEMEN BALOK DAN KOLOM DISEKITAR DILATASI**



**JURUSAN TEKNIK SIPIL – FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS ANDALAS
PADANG
2019**

LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR
JURUSAN TEKNIK SIPIL – FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS ANDALAS

ANALISIS JARAK DILATASI BANGUNAN BER-LAYOUT L
DAN PERHITUNGAN PENULANGAN ELEMEN BALOK DAN
KOLOM DISEKITAR DILATASI



Oleh:

Nama : SUCI LESTARI

BP : 1510921076

Pembimbing Utama

JATI SUNARYATI, Ph.D

Padang, 10 Oktober 2019

 Ketua Jurusan

TAUFIKA OPHIYANDRI, Ph. D

NIP. 197501041998021001

LEMBAR BERITA ACARA SIDANG TUGAS AKHIR
JURUSAN TEKNIK SIPIL – FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS ANDALAS

Pada hari ini, Kamis 10 Oktober 2019 telah dilaksanakan Sidang Tugas Akhir
untuk mahasiswa:

Nama : SUCI LESTARI

BP : 1510921076

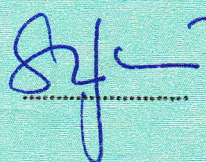
Judul : ANALISIS JARAK DILATASI BANGUNAN BER-LAYOUT L
DAN PERHITUNGAN PENULANGAN ELEMEN BALOK
DAN KOLOM DISEKITAR DILATASI

Tim Penguji:

Ketua : Rudy Ferial, MT

Anggota : Sabril Haris HG, Ph.D

Jati Sunaryati, Ph.D



PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : SUCI LESTARI
NIM : 1510921076
Tempat Tgl Lahir : Lambak, 18 Agustus 1996
Alamat : Jl. SD N 14 Koto Panjang, Pauh

Dengan ini menyatakan bahwa Skripsi dengan judul "**ANALISIS JARAK DILATASI BANGUNAN BER-LAYOUT L DAN PERHITUNGAN PENULANGAN ELEMEN BALOK DAN KOLOM DISEKITAR DILATASI**" adalah hasil pekerjaan saya; dan seluruh ide, pendapat, atau materi dari sumber lain telah dikutip dengan cara penulisan referensi yang sesuai.

Pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya dan jika pernyataan ini tidak sesuai dengan kenyataan, maka saya bersedia menanggung sanksi yang akan dikenakan kepada saya termasuk pencabutan gelar Sarjana Teknik yang nanti saya dapatkan.

Padang, 10 Oktober 2019



Suci Lestari

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Alhamdulillahirabbil'alamin, Segala puji dan syukur tak henti-hentinya tertuturkan dari lisan ini kepada Sang Khaliqul 'Alam yang telah melimpahkan segala rahmat dan karunia-Nya kepada kita semua sehingga kita bisa merasakan indahnya pagi dengan fajar-Nya serta damai-malam di bawah naungan tamaram rembulan-Nya. Salawat serta salam selalu terlisankan dari lidah ini kepada kekasih Allah yaitu Rasulullah S.A.W. yang tanpa kehadirannya, mustahil kita bisa merasakan nikmat yang begitu besar, yaitu nikmat iman dan nikmat islam.

Melalui tulisan ini, saya akan menyampaikan rasa syukur dan terimakasih kepada orang-orang yang begitu luar biasa yang ditakdirkan Allah menjadikan hari-hari ku menjadi terasa lebih istimewa dikehidupan dunia.

Terutama kepada kedua orangtua ku yang telah mengorbankan segala yang dimiliki untuk kebaikan masa depan ku. Bah, mak, Anak bungsu mu sekarang sudah bergelar sarjana yang siap menempuh hidup keras yang sesungguhnya. Perjuangan mendapatkan gelar sarjana ini tidaklah akan berjalan lancar tanpa restu dan do'a kalian. Terimakasih bah, mak semoga gelar dan ilmu yang kumiliki saat ini dapat membawa berkah bagi kita dan banyak orang. Semoga anakmu ini selalu menjadi kebanggaan kalian.

Terimakasih kepada uni2 dan abang2 ku yang telah memberikan warna dikehidupanku, yang menjadi orang tua kedua bagiku menyayangiku selalu dan menjadikan ku seperti ratu karena yang paling kecil. Dan keponakan2 ku tersayang yang membuatku selalu bahagia dan ceria kalau dirumah.

Terimakasih kepada, Bu Jati Sunaryati, Ph.D selaku pembimbing Tugas Akhir yang telah meluangkan waktu dan berbagi ilmu kepada ku

sehingga Tugas Akhir ini dapat terselesaikan. Dan Terima Kasih juga kepada Bapak Rudy Ferial, MT selaku Dosen Pembimbing akademik yang sudah seperti orang tua yang selalu memberi nasehat dan masukan selama kuliah di Teknik Sipil. Terimakasih kepada seluruh dosen teknik sipil atas segala ilmu yang diberikan. Terimakasih kepada staff jurusan teknik sipil yang telah membantu kelancaran perkuliahan ku.

Terimakasih kepada teman2 kontrakan keceeh Jejen (Roomate selama 3 tahun), Lusi, Ai. Terimakasih telah menjadi keluarga keduaku yang sangat berarti yang tak terlupakan. Bukan hanya rela meminjamkan barang-barang atau sedikit uang saat aku benar-benar membutuhkan tetapi lebih dari itu mereka merupakan teman belajar dan begadang, teman berbelanja dan berburu kebutuhan, teman curhat dan mendengarkan keluhan masing-masing, teman bermain dan tentunya masih banyak lagi pengalaman yang tak terlupakan bersama mereka.

Terimakasih kepada sahabat2 ku (wirda, nia, ewi, sahabat kh, ipa, umi) yang selalu setia menasehati dan mendengarkan keluh kesahku. Semoga tetap jadi sahabat till jannah ya dan dapat menjadi inspirasi bagi banyak orang.

Terimakasih kepada keluarga besar Civil Engineering 15, begitu banyak kenangan dan pembelajaran yang tak terlupakan bersama kalian, dari awal perkenalan, buat tugas bareng, praktikum, asistensi, begadang massal dan tentunya masih banyak lagi. Semoga kita semua sukses kedepannya. Aamin

Dan kepada semua pihak yang tak tertulis namanya dalam lembaran terimakasih ini. Terimakasih dan mohon maaf yang sebesar-besarnya.

Kutuliskan ini dari sebuah sudut bersejarah
Padang, 18 Oktober 2019

KATA PENGANTAR

Alhamdulillahirabbil'alamin, Puji syukur kehadirat Allah SWT sang penguasa alam semesta yang telah memberi nikmat yang sebegitu luar biasa tak terhitung jumlahnya yakni nikmat iman, islam, dan nikmat sehat walafiat. Karena dengan nikmat tersebut Tugas Akhir ini dapat terselesaikan oleh penulis.

Sholawat dan salam senantiasa terlimpah curahkan kepada sang baginda Nabi agung Muhammad SAW beserta keluarga, sahabat, seluruh umat-nya hingga akhir zaman yang menjadikan sebagai uswatun hasanah, suri tauladan yang baik dan tidak lupa juga untuk kita semua hingga kita memperoleh syafa'at di yaumul akhir. Aamiin Yaa Robbal Alamiin...

Tugas Akhir dengan judul “**Analisis Jarak Dilatasi Bangunan Ber - Layout L dan Perhitungan Penulangan Elemen Balok dan Kolom Disekitar Dilatasi**“ disusun untuk memenuhi persyaratan akademik guna penuntasan Program Strata-1 pada Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Andalas Padang.

Selama proses pengerjaan Tugas Akhir ini penulis mendapatkan banyak edukasi, arahan, dan dukungan dari banyak pihak. Maka dari itu di kesempatan ini penulis mengungkapkan terima kasih sebesar-besarnya terhadap:

1. Orang tua dan keluarga yang selalu mendoakan, memberikan energi yang sangat luar biasa serta memberikan dukungan besar terhadap penulis baik secara moril maupun materil.
2. Ibu Jati Sunaryati, Ph.D selaku pembimbing Tugas Akhir yang begitu besar memberikan Bimbingan dan nasihat semasa proses pengerjaan Tugas Akhir ini.
3. Seluruh dosen, staf pengajar dan karyawan/ti, beserta rekan-rekan mahasiswa dilingkungan Fakultas Teknik teristimewa Jurusan Teknik Sipil.

Penulis menyadari masih banyak kekurangan dari laporan Tugas Akhir ini. Untuk itu penulis menginginkan kritik dan saran yang membina dari semua pembaca Tugas Akhir ini.

Besar harapan penulis bahwasanya laporan Tugas Akhir ini bisa berguna baik itu untuk penelitian berikutnya maupun untuk kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi.

Padang, Oktober 2019

Suci Lestari

Abstrak

Indonesia merupakan daerah yang berada pada jalur gempa tektonik di dunia karena berada pada jalur cincin api pasifik. Secara tektonik aktif Indonesia mempunyai peluang besar terjadi gempa berpotensi besar pada saat sekarang atau suatu hari nanti. Pergerakan lempeng tektonik mengakibatkan bergoyangnya permukaan bumi sehingga bangunan yang berdiri di atas permukaan bumi mengalami kerusakan fisik bahkan dapat mengancam jiwa manusia. Sebagian besar kerugian materi yang disebabkan gempa bumi adalah kerusakan terhadap ribuan bangunan terutama bangunan asimetris bertingkat tinggi yang berpotensi besar terjadi perpindahan horizontal pada struktur bangunan. Maka untuk mencegah terjadinya perpindahan horizontal pada struktur bangunan harus diberi dilatasi supaya dapat mengurangi ketidakberaturan bangunan. Pada Tugas Akhir ini dilakukan analisis terhadap bangunan ber - *layout* L dimana bangunan berada pada daerah yang beresiko gempa tinggi yaitu di Kota Padang, Sumatera Barat. Analisis bertujuan untuk mengetahui perilaku struktur yang diberi dilatasi sehingga dapat diketahui besar perpindahan horizontal bangunan yang mengakibatkan benturan antar bangunan, jarak dilatasi yang efektif digunakan serta detail penulangan elemen balok dan kolom disekitar dilatasi. Analisa dikerjakan terhadap tiga model struktur dimana model pertama merupakan Struktur utuh ber - *layout* L sedangkan model dua dan tiga merupakan pemisahan dari bangunan utuh yang masing-masingnya diberi dilatasi dengan balok kantilever. Bangunan masing-masingnya terdiri dari enam lantai dengan tinggi lantai adalah 4 meter untuk setiap lantai. Untuk mempermudah dalam perhitungan parameter yang diharapkan, analisis dibantu dengan program analisa struktur yaitu Etabs versi 2016. Data gempa yang digunakan mengacu pada data gempa *Time History* kota Padang. Detail penulangan elemen balok dan kolom berpedoman pada peraturan beton SNI 2847-2013. Hasil yang didapatkan dari analisis menggunakan program Etabs versi 2016 adalah total nilai perpindahan model 2 dan model 3 sebesar 3,48 cm sehingga jarak dilatasi yang direncanakan sebelumnya 10 cm aman digunakan. Berdasarkan gaya dalam dari analisa struktur pada program Etabs versi 2016 didapatkan detail penulangan balok dan kolom disekitar dilatasi dimana untuk desain tulangan balok bangunan 1 didapatkan diameter tulangan lentur sebesar 4D22 (tarik), 2D22 (tekan) dan tulangan geser sebesar 2D13-100 mm sedangkan tulangan balok kantilever bangunan

1a dan bangunan 1b didapatkan tulangan lentur sebesar 2D22 (Tarik), 2D22 (tekan) dan tulangan geser 2D13-60 mm. Desain tulangan kolom di sekitar dilatasi pada ketiga bangunan untuk lantai 1-3 dengan diameter kolom (80 x 80) cm didapatkan tulangan utama sebesar 16D25 dan tulangan geser sebesar 2D13-100 mm sedangkan untuk lantai 4-6 dengan diameter kolom (70x70) cm didapatkan tulangan utama sebesar 16D22 dan tulangan geser sebesar 2D13-100 mm.

Kata Kunci: *Bangunan Asimetris, Dilatasi, Etabs Versi 2016, Perpindahan Horizontal, Penulangan Balok dan Kolom*



DAFTAR ISI

Abstrak	i
Daftar Isi	iii
Daftar Tabel	v
Daftar Gambar	vi
Daftar Lampiran	viii
Kata Pengantar	ix
BAB I. PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Tujuan dan Manfaat Penelitian	2
1.3. Batasan Masalah	3
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA	
2.1. Bangunan Asimetris atau Tidak Beraturan	4
2.2. Pemisahan Struktur	4
2.3. Pembebanan	8
2.3.1. Beban Gravitasi	8
2.3.2. Beban Gempa	9
2.4. Simpangan Antar Lantai	12
2.5. <i>Pounding</i>	12
BAB III. METODOLOGI PENELITIAN	
3.1. Diagram Alir Penelitian	13
3.2. Studi Literatur	14
3.3. <i>Preliminary Design</i>	14
3.4. Permodelan Struktur	14
3.5. Analisis Benturan Antar Struktur yang Dipisah	14
3.6. Menentukan Jarak Dilatasi	14
3.7. Design Penulangan	14
3.8. Kesimpulan dan Saran	14

BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Deskripsi Umum Struktur	15
4.1.1. Keterangan Umum Banunan	15
4.1.2. Data Struktur	15
4.1.3. Spesifikasi Material	16
4.1.4. Pembebanan	17
4.1.5. Kategori Desain Seismik	19
4.2. Permodelan Struktur	20
4.3. Pengecekan Perilaku Struktur	23
4.3.1. Periode Struktur	23
4.3.2. Partisipasi Massa	25
4.3.3. Simpangan Antar Lantai	25
4.3.4. Jarak Pemisahan Struktur	29
4.4. Desain Elemen Struktur Disekitar Dilatasi	31

BAB IV. PENUTUP

5.1. Kesimpulan	35
5.2. Saran	36

DAFTAR PUSTAKA



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Gempa bumi diartikan sebagai suatu getaran yang berasal dari adanya pergerakan lempeng tektonik di bawah permukaan bumi. Dan juga merupakan bencana alam yang paling sering terjadi di beberapa tahun terakhir ini terutama di sepanjang jalur tektonik aktif. Kenaikan total aktivitas gempa yang drastis telah terjadi di Indonesia yaitu 4.648 peristiwa gempa tektonik selama tahun 2018 (Triyono, 2018). Dari kutipan tersebut dapat disimpulkan bahwa Indonesia termasuk kawasan seismik yang beresiko tinggi saat ini.

Sebagian besar Wilayah Indonesia berada pada patahan aktif atau sesar. Patahan besar Sumatera yang memisahkan Aceh sampai Lampung, sesar aktif Jawa, Lembang, Jogjakarta, di utara Bali, Sumbawa, NTT, NTB, Lombok, di Sulawesi, Sorong, Mamberamo, disamping Kalimantan adalah sejumlah patahan aktif tersebut (Daryono, 2018).

Sumatera Barat merupakan daerah yang dilewati jalur patahan Sumatera sangat berpotensi terjadinya gempa. Akibat Sumatera Barat dilalui oleh tiga asal resiko gempa bumi yaitu zona sesar Sumatera (Sumatera Fault Zone), sesar Mentawai dan zona subduksi pertemuan antara lempeng tektonik India-Australia dengan lempeng Eurasia maka hal tersebut yang menyebabkan terjadinya gempa (Mentawai Fault Zone) (Sean, 2018).

Salah satu dari sekian dampak dari bencana gempa bumi adalah kerusakan terhadap bangunan. Gempa yang terjadi di permukaan bumi

akan menggetarkan bangunan yang berdiri di atasnya. Getaran yang diakibatkan oleh beban gempa sangat berpengaruh terhadap Perilaku Struktur bangunan contohnya pada bangunan asimetris ber-*layout* L. Bangunan asimetris dimana kondisi titik berat bangunan tidak berada ditengah bangunan mendatangkan dampak Puntir yang begitu besar ketika bangunan mendapat beban horizontal seperti beban gempa. Semakin lama beban gempa mempengaruhi bangunan maka semakin besar puntir dan deformasi sehingga dapat mengakibatkan kerusakan pada bangunan.

Cara yang bisa dikerjakan untuk mengurangi dampak puntir yaitu memberi pemisahan elemen struktur atau yang disebut juga dengan dilatasi dengan balok kantilever pada struktur asimetris tersebut. Setelah dilakukan pemberian dilatasi maka dapat dianalisis bangunan mengalami benturan atau tidak dan juga dapat mengetahui penulangan yang efektif digunakan pada balok kantilever tersebut.

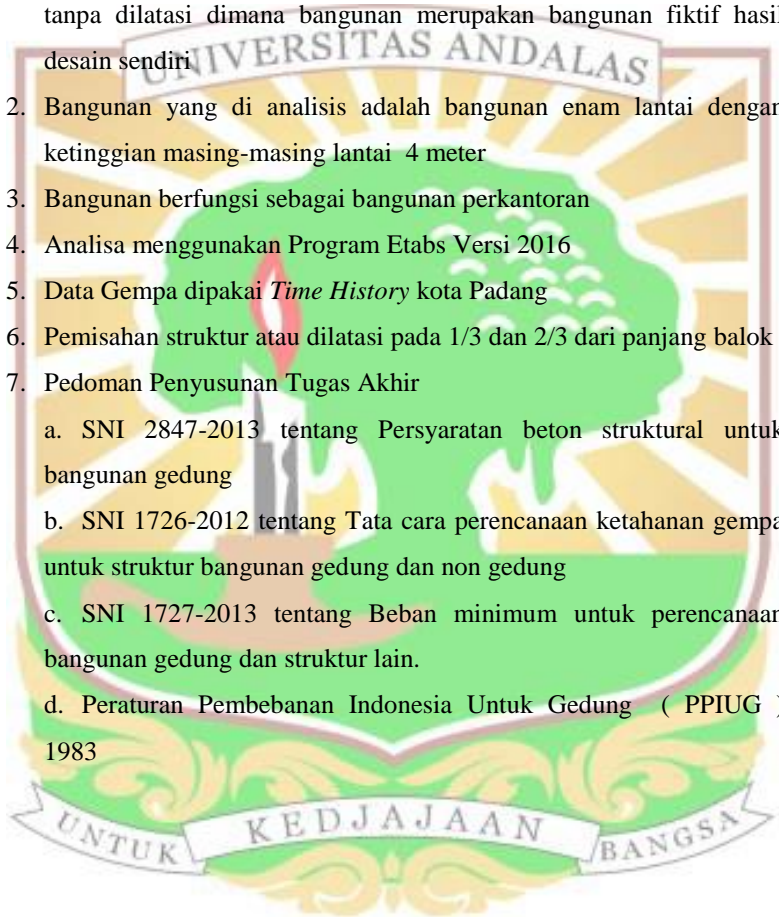
1.2 Tujuan dan Manfaat Penelitian

Penelitian Tugas Akhir ini Bertujuan menganalisis jarak dilatasi yang aman digunakan yang mengacu pada beban *time history* Kota Padang. Jarak dilatasi direncanakan mengacu dari nilai perpindahan horizontal bangunan yang telah dipisah dengan balok kantilever serta dapat diketahui penulangan balok kantilever yang efektif dipakai di daerah yang beresiko terjadinya gempa. Dari penelitian ini diperoleh manfaat yaitu mengetahui jarak dilatasi serta detail penulangan balok dan kolom disekitar dilatasi yang aman digunakan didaerah rawan gempa yang dapat digunakan sebagai referensi untuk penelitian berikutnya.

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah Tugas akhir ini lebih menitik beratkan atas:

1. Analisa dikerjakan pada bangunan ber-*layout* L dengan dilatasi dan tanpa dilatasi dimana bangunan merupakan bangunan fiktif hasil desain sendiri
2. Bangunan yang di analisis adalah bangunan enam lantai dengan ketinggian masing-masing lantai 4 meter
3. Bangunan berfungsi sebagai bangunan perkantoran
4. Analisa menggunakan Program Etabs Versi 2016
5. Data Gempa dipakai *Time History* kota Padang
6. Pemisahan struktur atau dilatasi pada $\frac{1}{3}$ dan $\frac{2}{3}$ dari panjang balok
7. Pedoman Penyusunan Tugas Akhir
 - a. SNI 2847-2013 tentang Persyaratan beton struktural untuk bangunan gedung
 - b. SNI 1726-2012 tentang Tata cara perencanaan ketahanan gempa untuk struktur bangunan gedung dan non gedung
 - c. SNI 1727-2013 tentang Beban minimum untuk perencanaan bangunan gedung dan struktur lain.
 - d. Peraturan Pembebanan Indonesia Untuk Gedung (PPIUG) 1983



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

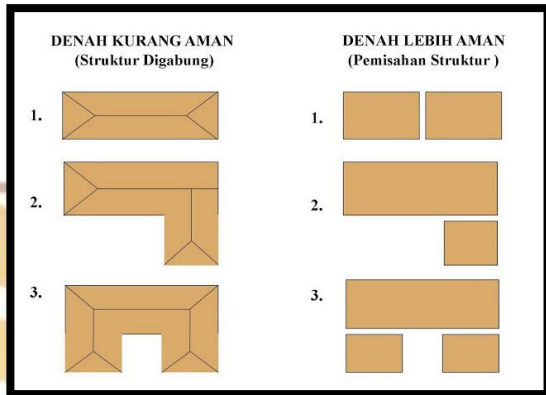
2.1 Bangunan Asimetris atau Tidak Beraturan

Peraturan SNI 1726-2012 menyatakan bahwa klasifikasi bangunan tidak beraturan dilihat pada perpindahan horizontal dan vertikal dari struktur bangunan. Ketidakberaturan vertikal dan horizontal bisadiamati di tabel 10 dan tabel 11 halaman 45 dan 46 . Pada peraturan SNI 1726-2012 dan pada peraturan SNI 1726-2002 juga memuat ketentuan-ketentuan bangunan asimetris.

Pengaruh beban gempa rencana untuk struktur bangunan beraturan diamati jadi akibat beban gempa statik ekivalen, sedangkan pengaruh beban gempa rencana untuk struktur bangunan tidak beraturan diamati jadi akibat pembebanan gempa dinamik.

2.2 Pemisahan Struktur

pemisahan struktur atau yang disebut juga dengan Dilatasi adalah garis atau sambungan pada sebuah bangunan yang memiliki perbedaan sistem struktur (pemisahan struktur). Dilatasi biasanya digunakan pada bangunan yang mempunyai layout yang rumit seperti H, T, X, L, U dan lainnya. Tujuan penggunaan dilatasi pada suatu bangunan adalah untuk mangantisipasi benturan yang menyebabkan kerusakan parah pada bangunan saat terjadi gaya vertikal maupun horizotal seperti gempa bumi. Pada **Gambar 2.1** dapat dilihat cara menentukan bentuk pemisahan struktur secara umum pada bangunan asimetris.



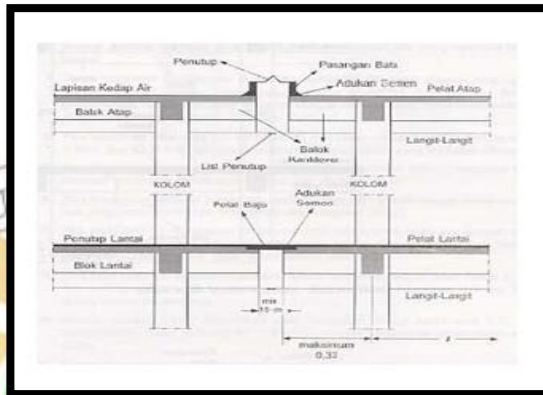
Gambar 2.1 Dilatasi pada Bangunan Asimetris

Sumber: <https://www.arsitur.com/2018/09/pengertian-dilatasi-fungsi-dan-contoh.html>

Dilatasi terbagi menjadi beberapa jenis yaitu dilatasi menggunakan balok kantilever, dilatasi menggunakan 2 kolom, dilatasi menggunakan balok gerber, dilatasi menggunakan konsol dan sebagainya.

1. Dilatasi menggunakan Balok kantilever

Dilatasi menggunakan balok kantilever bentang maksimal balok kantilever adalah $\frac{1}{3}$ dari bentang balok induk. untuk bentang kolom disekitar dilatasi diperkecil menjadi $\frac{2}{3}$ bentang kolom yang lain.

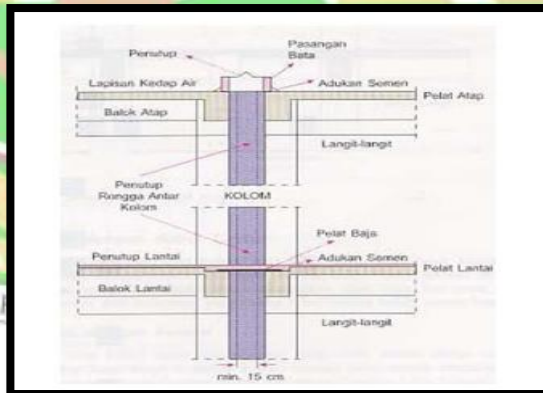


Gambar 2.2 Dilatasi menggunakan Balok Kantilever

Sumber: <https://www.arsitur.com/2018/09/pengertian-dilatasi-fungsi-dan-contoh.html>

2. Dilatasi menggunakan dua Kolom

Dilatasi menggunakan dua buah kolom ini umumnya dipakai bagi bangunan dengan bentuk memanjang (linier).

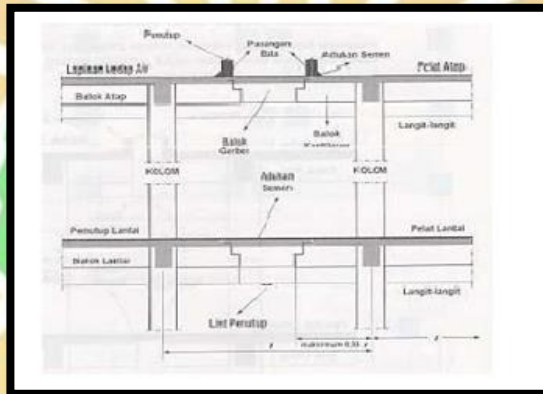


Gambar 2.3 Dilatasi menggunakan Dua Kolom

Sumber: <https://www.arsitur.com/2018/09/pengertian-dilatasi-fungsi-dan-contoh.html>

3. Dilatasi menggunakan Balok Gerber

Dilatasi cocok digunakan ketika diharapkan bentang antar kolom sama namun mempunyai kekurangan yang berakibat fatal ketika ada beban horizontal yang begitu besar.

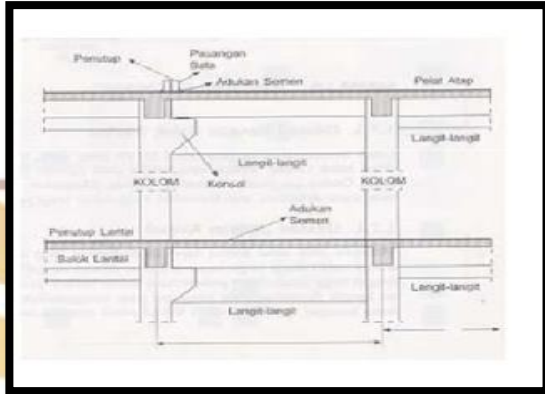


Gambar 2.4 Dilatasi menggunakan Balok Gerber

Sumber: <https://www.arsitur.com/2018/09/pengertian-dilatasi-fungsi-dan-contoh.html>

4. Dilatasi menggunakan Konsol

Menggunakan dilatasi ini bentang antar kolom bisa dipertahankan sama. Rata-rata digunakan pada bangunan yang memakai material prefabrikasi.



Gambar 2.5 Dilatasi menggunakan Konsol

Sumber: <https://www.arsitur.com/2018/09/pengertian-dilatasi-fungsi-dan-contoh.html>

2.3 Pembebanan

2.3.1. Beban Gravitasi

1. Beban Mati

Peraturan pembebanan SNI 1727-2013 pasal 3.1.1 Menyatakan bahwa pengertian beban mati merupakan berat semua beban konstruksi bangunan yang terpasang atau lebih jelasnya berat sendiri dari struktur (balok, kolom, plat lantai dan sebagainya).

2. Beban Hidup

Peraturan pembebanan SNI 1727-2013 menyatakan bahwa pengertian beban hidup merupakan beban yang dipengaruhi oleh pemakai bangunan atau beban mati lain yang berpindah tempat dan tidak terhitung beban konstruksi dan beban lingkungan, seperti beban angin, beban hujan, beban gempa, beban banjir atau beban mati.

2.3.2. Beban Gempa

2.3.2.1. Beban Gempa Respon Spektrum

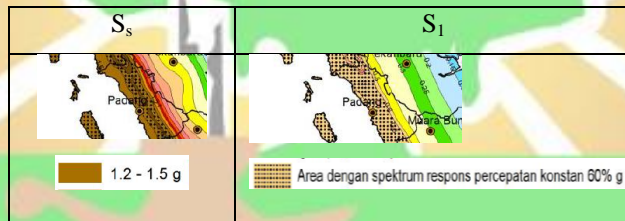
1. Definisi Kelas Situs

Peraturan gempa SNI 1726-2012 menjelaskan bahwa harus ditetapkan tipe kelas situs yang mengacu pada Tabel 3 halaman 17.

2. Parameter *Respons Spectral*

Peraturan gempa SNI 1726-2012 menjelaskan pengertian parameter S_s adalah parameter respon spektral percepatan gempa MCE terpetakan untuk period pendek sedangkan S_1 merupakan parameter respon spektral percepatan gempa MCE terpetakan untuk periode 1,0 detik.

Tabel 2.1 Daerah kota padang pada peta gempa



Sumber: SNI 1726-2012 tentang Tata cara perencanaan ketahanan gempa untuk struktur bangunan gedung dan non gedung

Parameter nilai S_s dan S_1 yang diperoleh dari peta gempa diatas adalah masing-masingnya di asumsikan 1,394 dan 0,6.

3. Koefisien Situs

Bersumber pada peraturan gempa SNI 1726-2012 Koefisien situs F_a merupakan faktor amplifikasi getaran terkait percepatan pada getaran periode pendek sedangkan koefisien situs F_v merupakan faktor amplifikasi tergantung percepatan yang mewakili getaran periode 1 detik yang masing-masingnya merupakan faktor amplifikasi untuk

penentuan respons spektral percepatan gempa maksimum yang diestimasi resiko-tertarget (MCE_R) di permukaan tanah.

Koefisien situs F_a dan F_v sesuai tabel 4 dan 5, sehingga dari tabel didapatkan nilai sesuai rentang yaitu F_a sebesar 0,9 dan F_v sebesar 2,4.

Dari nilai F_a dan F_v didapatkan nilai parameter spektrum respons percepatan pada periode pendek (S_{MS}) dan periode 1 detik (S_{M1}) sesuai terhadap rumus berikut:

$$\begin{aligned} S_{MS} &= F_a \times S_s \\ &= 1,255 \\ S_{M1} &= F_v \times S_1 \\ &= 1,44 \end{aligned}$$

4. Parameter Percepatan Spektral Desain

Bersumber pada peraturan gempa SNI 1726-2012 parameter percepatan spektral terdiri dari parameter percepatan spektral desain untuk periode pendek S_{DS} dan periode 1 detik S_{D1} . Untuk nilai dari S_{DS} dan S_{D1} di tentukan sesuai rumus berikut:

$$\begin{aligned} S_{DS} &= 2/3 \times S_{MS} \\ &= 0,836 \\ S_{D1} &= 2/3 S_{M1} \\ &= 0,96 \end{aligned}$$

5. Spektrum Respon Desain

Peraturan gempa SNI 1726-2012 menyatakan bahwa bila spektrum respons desain dibutuhkan dan prosedur gerak tanah dari spesifik siklus tidak dipakai, maka kurva spektrum respons desain harus dikembangkan berdasarkan Gambar 2.6 dan sesuai peraturan berikut:

a) Untuk $T < T_0$ maka respons percepatan desain, S_a

$$S_a = S_{DS} \left(0,4 + 0,6 \frac{T}{T_0} \right)$$

b) Untuk $T \geq T_0$ dan $\leq T_s$

$$S_a = S_{DS}$$

c) $T > T_s$

$$S_a = S_{D1} / T$$

Keterangan:

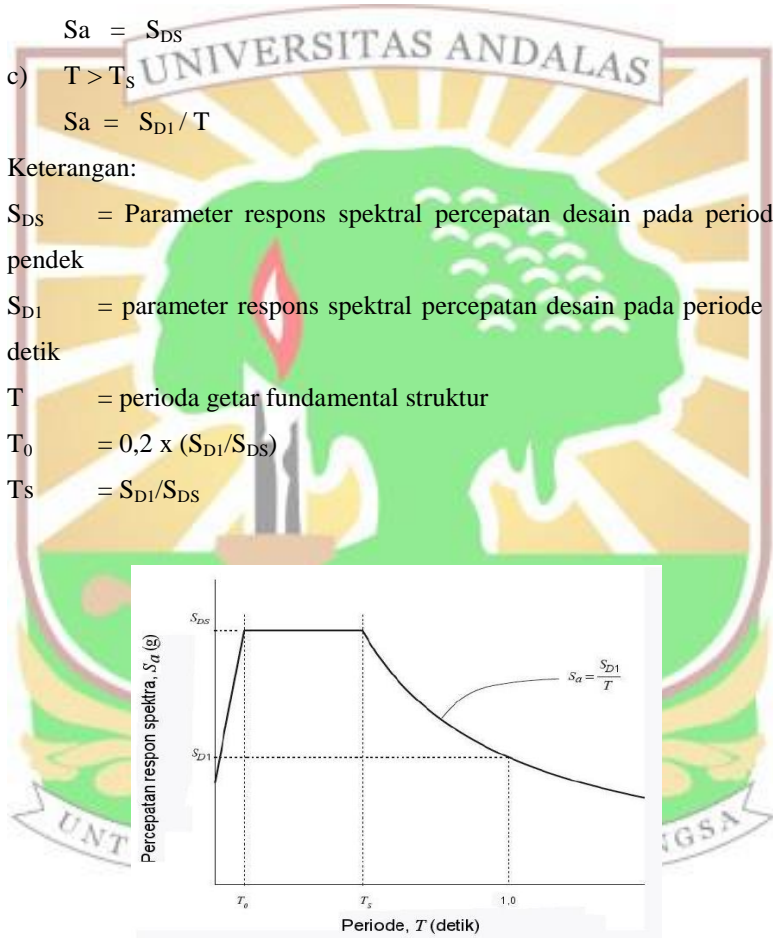
S_{DS} = Parameter respons spektral percepatan desain pada periode pendek

S_{D1} = parameter respons spektral percepatan desain pada periode 1 detik

T = periode getar fundamental struktur

T_0 = $0,2 \times (S_{D1}/S_{DS})$

T_s = S_{D1}/S_{DS}



Gambar 2.6 Spektrum Respons Desain

Sumber: SNI 1726-2012 tentang Tata cara perencanaan ketahanan gempa untuk struktur bangunan gedung dan non gedung

2.3.2.2. Beban Gempa *Time History*

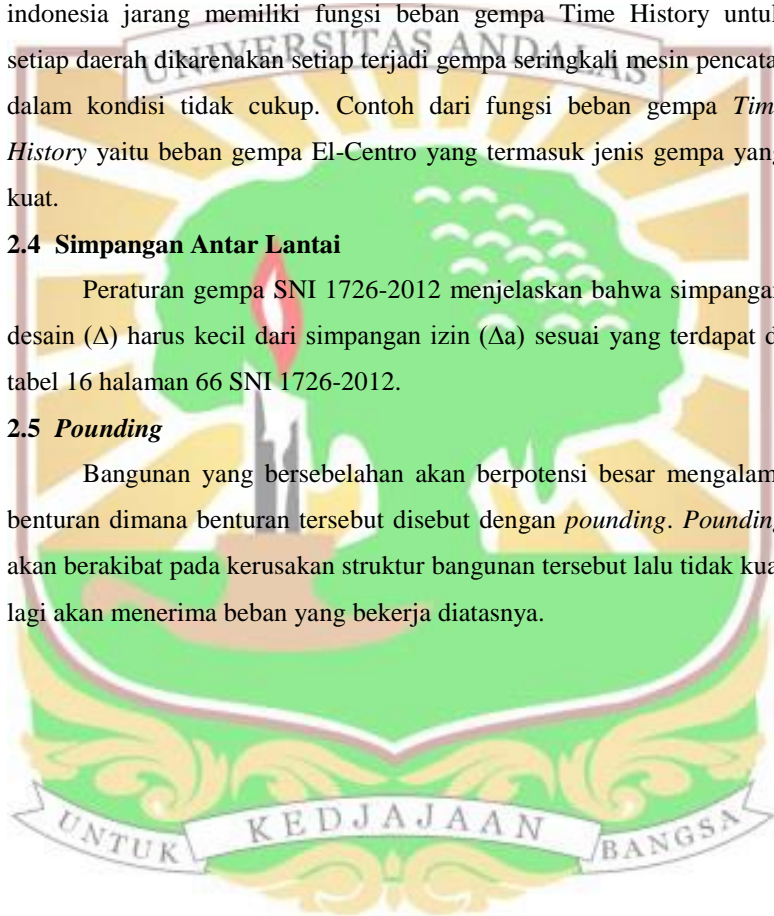
Untuk fungsi *Time History* merupakan fungsi waktu terhadap beban pada suatu gempa yang direkam oleh mesin pencatat. Daerah indonesia jarang memiliki fungsi beban gempa *Time History* untuk setiap daerah dikarenakan setiap terjadi gempa seringkali mesin pencatat dalam kondisi tidak cukup. Contoh dari fungsi beban gempa *Time History* yaitu beban gempa El-Centro yang termasuk jenis gempa yang kuat.

2.4 Simpangan Antar Lantai

Peraturan gempa SNI 1726-2012 menjelaskan bahwa simpangan desain (Δ) harus kecil dari simpangan izin (Δ_a) sesuai yang terdapat di tabel 16 halaman 66 SNI 1726-2012.

2.5 *Pounding*

Bangunan yang bersebelahan akan berpotensi besar mengalami benturan dimana benturan tersebut disebut dengan *pounding*. *Pounding* akan berakibat pada kerusakan struktur bangunan tersebut lalu tidak kuat lagi akan menerima beban yang bekerja di atasnya.

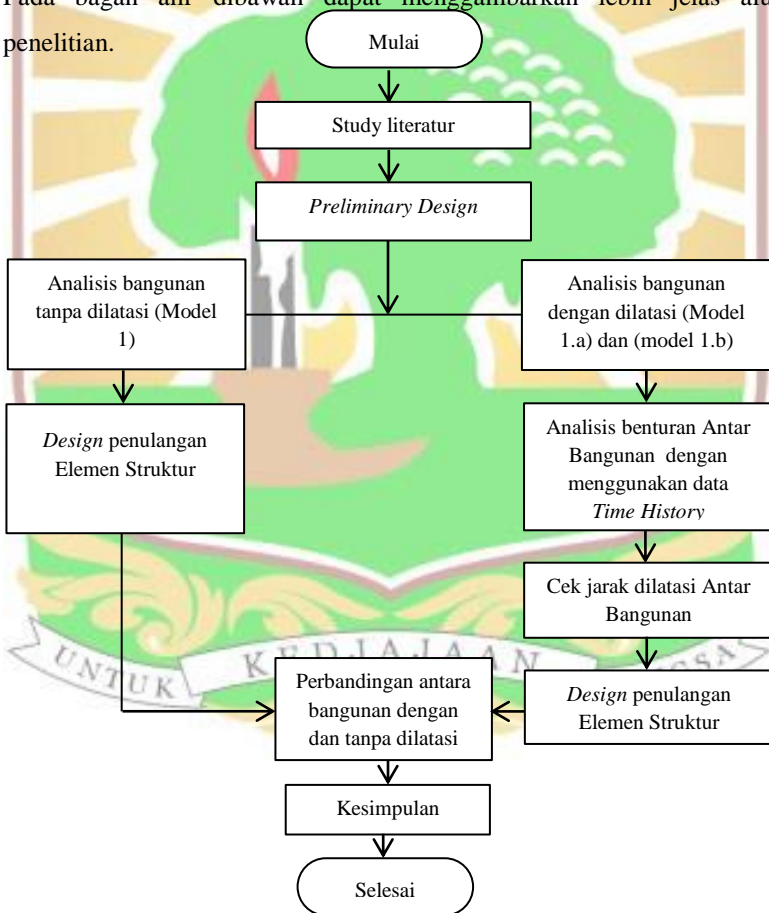


BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Diagram Alir Penelitian

Agar hasil penelitian dapat dipertanggungjawabkan dan memuaskan maka penulisan penelitian harus sesuai dengan sistematika penulisan di buku pedoman dan petunjuk pelaksanaan Tugas Akhir. Pada bagan alir dibawah dapat menggambarkan lebih jelas alur penelitian.



3.2 Study Literatur

Study literatur berisi pembahasan terkait dengan teori-teori yang berkaitan dengan dasar pemikiran penulisan Tugas Akhir. Tujuan dari study literatur agar analisis dapat dipertanggungjawabkan secara ilmiah.

3.3 Preliminary Design

Dengan berpedoman terhadap SNI 2847-2013 *preliminary design* ini bertujuan merancang dimensi elemen struktur.

3.4 Permodelan Struktur

Permodelan struktur secara 3 dimensi menggunakan *software* rekayasa struktur yaitu Etabs versi 2016. Model 1 adalah model *ber-layout* L secara utuh sedangkan model 1.a dan model 1.b dengan menggunakan dilatasi.

3.5 Analisis Benturan Antar Bangunan

Benturan antar bangunan diperhitungkan berdasarkan peraturan SNI 1726-2012.

3.6 Menentukan Jarak Dilatasi

Berdasarkan peraturan SNI 1726-2012 bentang pemisahan struktur antara bangunan yang dipisah mampu diperhitungkan.

3.7 Design Penulangan

Perhitungan jumlah tulangan yang efektif digunakan terhadap balok dan kolom.

3.8 Kesimpulan dan Saran

Akhir analisis dicapai kesimpulan dari hasil yang didapatkan beserta saran untuk analisis berikutnya.

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Deskripsi Umum Struktur

4.1.1. Keterangan umum bangunan

Struktur yang digunakan merupakan Struktur bangunan perkantoran di Kota Padang yang terdiri dari 6 lantai.

4.1.2. Data Struktur

1. Sistem Struktur

Dengan berpedoman pada Peraturan SNI 2847-2013 pasal 21 . 1 . 1 tentang pesyaratan struktur tahan gempa maka Kota Padang dikategorikan tingkat resiko kegempaan tinggi maka untuk Tugas Akhir ini digunakan Kategori Desain Seismik D dan digunakan Sistem Struktur Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK).

2. Tinggi Antar Lantai

Lantai 1 – Lantai 6	: 4 meter
Tinggi Total Bangunan	: 24 meter

3. Pelat

Dengan berpedoman pada peraturan SNI 2847-2013 standar perencanaan dimensi pelat dicantumkan pada Tabel 9.5 (c) dan pada pasal 9.5.3.3 sehingga diperoleh dimensi pelat sebagai berikut:

Tebal Pelat: 120 mm

Detail perhitungan dimensi pelat dapat dilihat pada **Lampiran**

I.

4. Kolom

Dengan mengacu pada peraturan SNI 1727-2103 perencanaan kolom menggunakan metoda pembebanan maka didapatkan dimensi kolom sebagai berikut:

Tabel 4.1 Dimensi Kolom

No	Tipe Kolom	B (cm)	H (cm)
1	Kolom Lantai 1 – 3	80	80
2	Kolom Lantai 4 – 6	70	70

Detail perhitungan dimensi kolom dapat dilihat pada **Lampiran**

I.

5. Balok

Dengan mengacu pada peraturan SNI 2847-2013 standar minimum dimensi balok di cantumkan pada Tabel 9.5 (a) sehingga diperoleh dimensi balok sebagai berikut:

Tabel 4.2 Dimensi Balok

No	Tipe Balok	B (cm)	H (cm)
1	Balok Utama	40	60
2	Balok Anak	25	40
3	Balok Kantilever	25	40

Detail perhitungan dimensi balok dapat dilihat pada **Lampiran**

I.

4.1.3. Spesifikasi Material

1. Mutu baja

- Tulangan Longitudinal, F_y : 390 Mpa
- Tulangan Tranversal, F_y : 390 Mpa

2. Mutu Beton

- a) Kolom : 30 Mpa
- b) Balok : 30 Mpa
- c) Pelat : 30 Mpa

4.1.4. Pembebanan

1. Beban Gravitasi

a) Beban Mati

Nilai beban mati tergantung pada berat jenis dari material yang dipakai. Berikut berat jenis material yang dipakai di perhitungan beban mati.

Tabel 4.3 Beban mati yang bekerja pada struktur bangunan

Type Beban	Besar Beban
Beton Bertulang	2400 kg/m ³
Dinding dari pasangan ½ bata	250 kg/m ²
Dinding dari partisi	20 kg/m ²
Plafond (termasuk rangka plafond dan penggantung)	20 kg/m ²
Instalasi MEP (Mekanikal, Elektikal, dan Plumbing)	25 kg/m ²
Adukam dari semen (spesi), per cm tebal	21 kg/m ²
Water proofing (lapisan aspal)	14 kg/m ²
Penutup lantai (keramik), per cm tebal	24 kg/m ²

Sumber: Yarmawati, Dina. (2018). *Analisis Benturan Dan Perilaku Struktur Dengan Dilatasi Dan Tanpa Dilatasi Pada Bangunan Ber-Layout L*. Padang: Universitas Andalas

Detail perhitungan beban mati dapat dilihat pada **Lampiran II**.

b) Beban Hidup

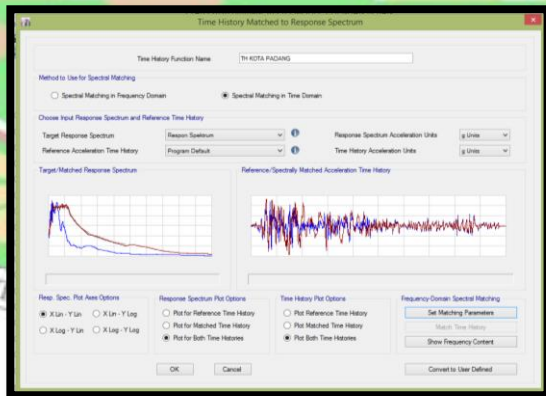
Beban hidup pada Tugas Akhir ini adalah digunakan beban hidup untuk bangunan perkantoran yaitu 250 kg/m^2 yang diaplikasikan untuk setiap lantai bangunan dan untuk lantai atap atau lantai dak beton beban hidup yang digunakan yaitu senilai 96 kg / m^2 . Perhitungan beban hidup berpedoman pada SNI 1727-2013 dan PPURG 1987.

Detail perhitungan beban hidup dapat dilihat pada **Lampiran II**.

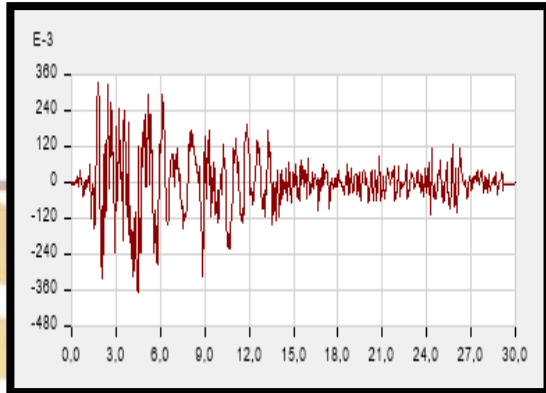
2. Beban Gempa

Beban gempa yang digunakan adalah beban pendekatan dari fungsi beban gempa respon spektrum Kota Padang dengan klasifikasi situs tanah SE (Tanah Lunak) terhadap fungsi beban gempa *Time History*. Pendekatan ini dilakukan dengan software ETABS Versi 2016.

Hasil pendekatan dari beban gempa sebagai berikut:



Gambar 4.1 Pendekatan *Respons Spektrum* terhadap *Time History*



Gambar 4.2 Time History untuk Kota Padang Kelas SE (Tanah Lunak)

3. Kombinasi pembebanan

Berikut adalah kombinasi pembebanan yang diaplikasikan pada struktur tahan gempa, sesuai dengan SNI 1726-2012 pasal 4.2.2:

1. $1,4D$
2. $1,2D + 1,6L + 0,5(L_r \text{ atau } R)$
3. $1,2D + 1,6(L_r \text{ atau } R) + (L \text{ atau } 0,5W)$
4. $1,2D + 1,0W + L + 0,5(L_r \text{ atau } R)$
5. $1,2D + 1,0E + L$
6. $0,9D + 1,0W$
7. $0,9D + 1,0E$

4.1.5. Kategori Desain Seismik

Kategori desain seismik bisa diamati di peraturan gempa SNI 1726-2012 berikut:

Tabel 4.4 Kategori desain seismik berdasarkan parameter respons percepatan pada periode pendek

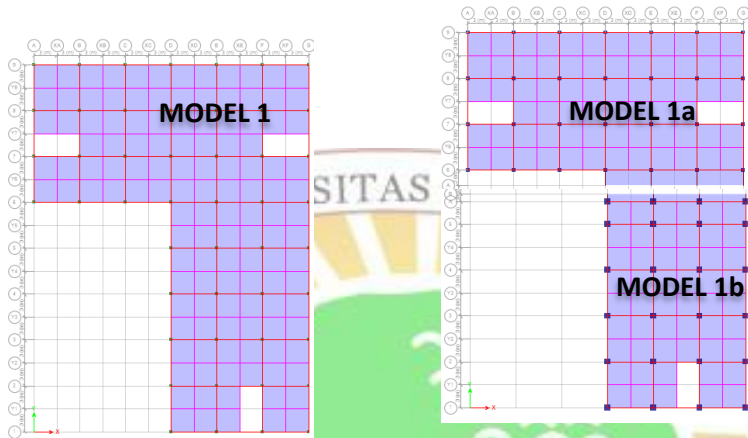
Nilai S_{DS}	Kategori Resiko	
	I atau II atau III	IV
$S_{DS} < 0,167$	A	A
$0,167 \leq S_{DS} < 0,33$	B	C
$0,33 \leq S_{DS} < 0,50$	C	D
$0,50 \leq S_{DS}$	D	D

Sumber: SNI 1726-2012 tentang Tata cara perencanaan ketahanan gempa untuk struktur bangunan gedung dan non gedung

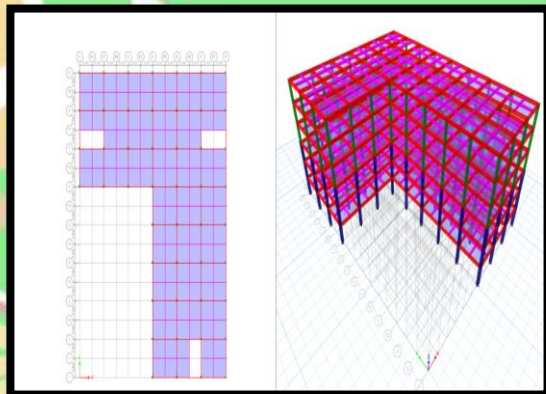
Parameter percepatan spektral desain untuk periode pendek S_{DS} diketahui 0,8364 sehingga berdasarkan tabel diperoleh bahwa bangunan ini berada pada Kategori Resiko IV yaitu KDS D.

4.2 Permodelan Struktur

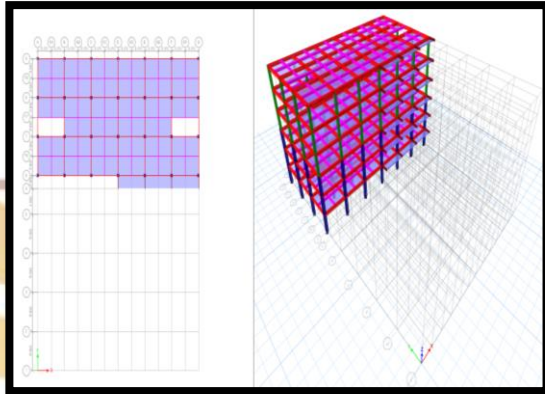
Permodelan struktur dimodelkan dengan memanfaatkan program rekayasa struktur yaitu Etabs versi 2016. Tugas Akhir ini dimodelkan 3 model struktur dimana untuk struktur model 1 merupakan permodelan utuh bangunan ber-*Layout* L dan model 2 dan 3 merupakan permodelan bangunan ber-*Layout* L secara terpisah. Untuk *Layout* ketiga model dapat dilihat pada Gambar 4.3.



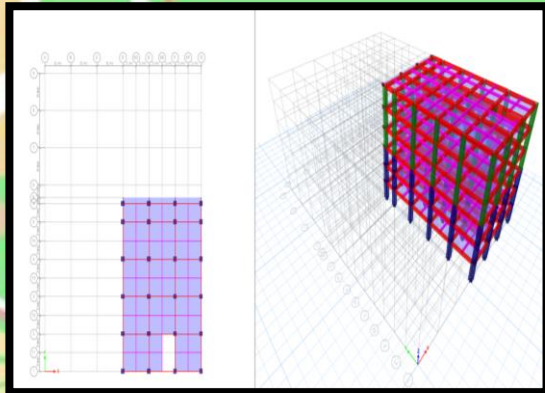
Gambar 4.3 Layout Model 1, Model 1a, dan Model 1b



Gambar 4.4 Pemodelan struktur untuh bangunan ber-layout L
(Model 1)



Gambar 4.5 Pemodelan struktur setelah dipisah dengan balok kantilever
(Model 1a)



Gambar 4.6 Pemodelan struktur setelah dipisah dengan balok kantilever
(Model 1b)

4.3 Pengecekan Perilaku Struktur

4.3.1 Periode Struktur

Dari hasil perhitungan dari program *Etabs* versi 2016 diperoleh periode alami struktur sebagai berikut:

Tabel 4.5 Periode Struktur

Mode	Periode (sec)		
	MODEL 1	MODEL 2	MODEL 3
1	1,032	1,074	1,011
2	1,018	1,032	0,932
3	0,957	0,949	0,849
4	0,313	0,325	0,304
5	0,309	0,315	0,285
6	0,292	0,292	0,262
7	0,158	0,164	0,152
8	0,157	0,161	0,145
9	0,148	0,148	0,134
10	0,123	0,1	0,092
11	0,113	0,098	0,089
12	0,096	0,09	0,081

Peraturan gempa SNI 1726-2012 menyatakan bahwa batasan periode fundamental struktur yang dianalisis dapat dirumuskan sebagai berikut:

a) Periode Minimum: $T_{\min} = C_t \times H_n^x$

$$T_a = 0,0466 \times 24^{0,9}$$

$$T_a = 0,813909$$

Batasan $T < C_u.T_a$

T hanya berlaku dari analisis komputer

c) Periode Maksimum

$$T_{\max} = C_u \cdot T_a = 1,4 \times 0,813909 \\ = 1,139473$$

b) Untuk Sistem Rangka Pemikul Momen:

$$T_a = 0,1 \times N \\ = 0,1 \times 6 \\ = 0,6$$

Syarat:

Jika $T_c > C_u \cdot T_a$ maka gunakan $T = C_u \cdot T_a$

Jika $T_a < T_c < T_u \cdot C_u$ maka gunakan $T = T_c$

Jika $T_c < T_a$ maka gunakan $T = T_a$

Tabel 4.6 Batasan Periode Struktur

Bangunan	T_{Etabs}	C_u	T_a	$C_u \cdot T_a$	Keterangan
1	1,032	1,4	0,813909	1,139473	OKE
2	1,074	1,4	0,813909	1,139473	OKE
3	1,011	1,4	0,813909	1,139473	OKE

4.3.2. Partisipasi Massa

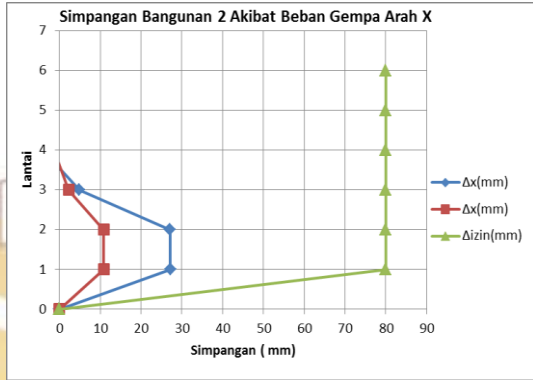
Dari analisis yang dilakukan partisipasi massa yang didapatkan dari ketiga model bangunan sudah memenuhi syarat sesuai SNI 1726-2012 yaitu besar dari 90 % dimana partisipasi massa terkombinasi harus besar dari partisipasi massa aktualnya.

Tabel 4.7 Partisipasi Massa Struktur

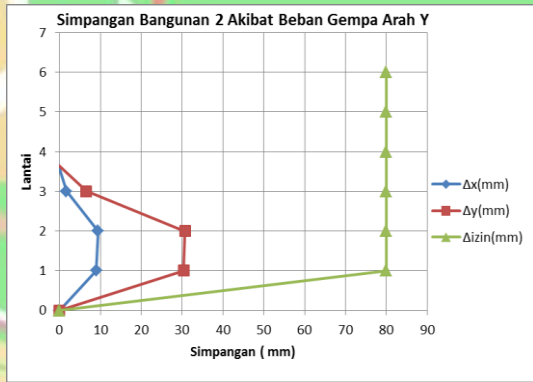
Mode	Sum UX	Sum UY	Sum UX	Sum UY	Sum UX	Sum UY
	Model 1		Model 2		Model 3	
1	0,7567	0,001	0,0001	0,7631	0,76	0
2	0,7583	0,7626	0,7668	0,7632	0,76	0,7677
3	0,767	0,7683	0,7703	0,7666	0,763	0,7678
4	0,886	0,7683	0,7703	0,8859	0,8837	0,7678
5	0,8861	0,8872	0,8881	0,886	0,8837	0,8893
6	0,8867	0,8875	0,8888	0,8866	0,8844	0,8893
7	0,9417	0,8875	0,8888	0,9414	0,9403	0,8893
8	0,9417	0,9421	0,9423	0,9414	0,9403	0,9429
9	0,9417	0,9421	0,9427	0,9417	0,9408	0,9429
10	0,9417	0,9421	0,9427	0,9726	0,972	0,9429
11	0,9417	0,9421	0,9731	0,9726	0,972	0,9734
12	0,9724	0,9422	0,9733	0,9727	0,9723	0,9734
BESAR DARI 90 % OK!!						

4.3.3. Simpangan Antar Lantai

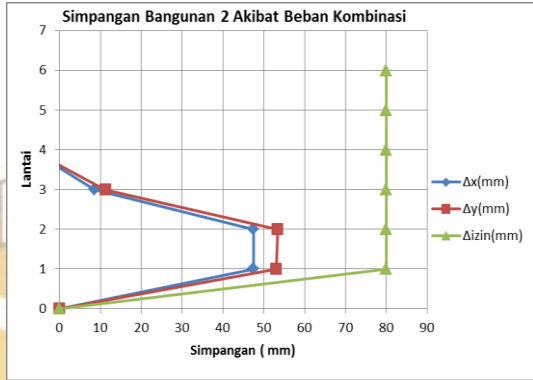
Peraturan gempa SNI 1726-2012 menyatakan bahwa Simpangan antar lantai tingkat desain (Δ) ditentukan berdasarkan penentuan simpangan antar lantai, parameter respon ragam, atau harus kecil dari simpangan izin (Δ_a). Simpangan lantai izin dapat dilihat pada Tabel 16 halaman 66 pada peraturan tentang gempa SNI 1726-2012.



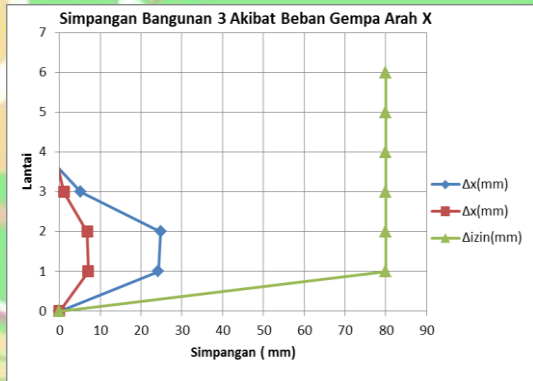
Gambar 4.7 Simpangan antar lantai bangunan 1a akibat beban gempa arah X



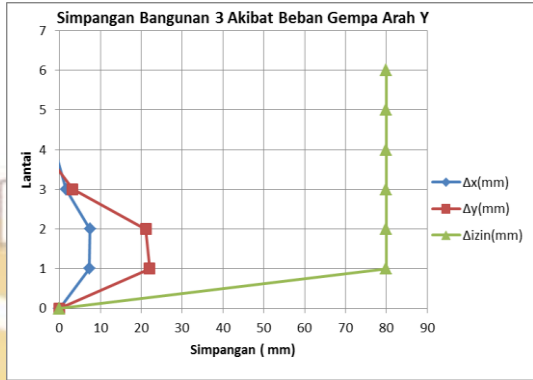
Gambar 4.8 Simpangan antar lantai bangunan 1a akibat beban gempa arah Y



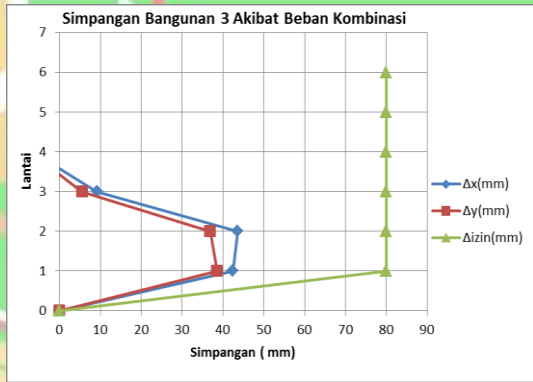
Gambar 4.9 Simpangan antar lantai bangunan 1a akibat beban Kombinasi



Gambar 4.10 Simpangan antar lantai bangunan 1b akibat beban gempa arah X



Gambar 4.11 Simpangan antar lantai bangunan 1b akibat beban gempa arah Y



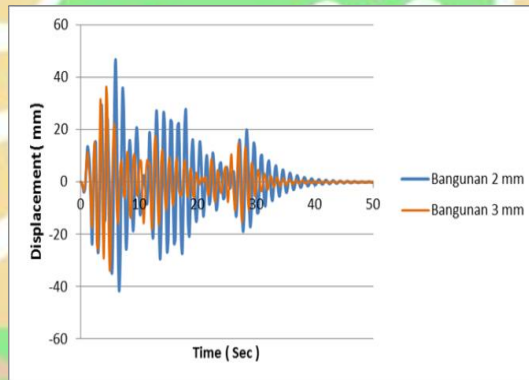
Gambar 4.12 Simpangan antar lantai bangunan 1b akibat beban kombinasi

Berdasarkan masing-masing grafik simpangan di atas dapat disimpulkan bahwa ketiga bangunan memperoleh simpangan kecil dari simpangan izin sehingga bangunan bisa dikatakan telah memenuhi

syarat. Untuk detail perhitungan simpangan masing-masing bangunan dapat dilihat pada **Lampiran III**.

4.3.4. Jarak Pemisahan struktur

Dari analisis didapatkan hasil bahwa antara kedua bangunan pada detik ke- 6,80 mengalami perpindahan bangunan 1a sebesar 28,90 mm dan bangunan 1b sebesar 5,89 mm. perpindahan terbesar terletak pada lantai 6 atau pada titik kritis bangunan 1a dan bangunan 1b dapat dilihat pada Gambar 4.16.



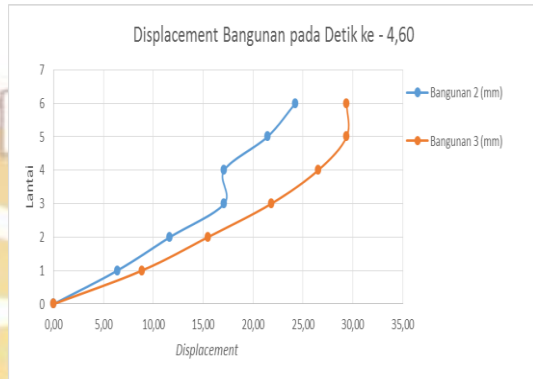
Gambar 4.13 Perpindahan Bangunan 1a dan Bangunan 1b

Dari analisa perpindahan maksimum dan minimum kedua bangunan dapat dilihat pada Tabel 4.7.

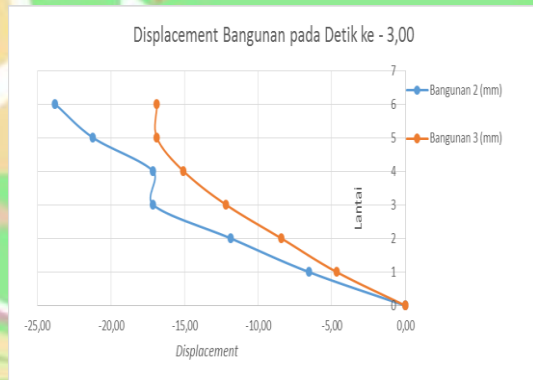
Tabel 4.8 Rekap Displacement bangunan 1a dan bangunan 1b

Lantai	Displacement Bangunan 2 (mm)			Displacement Bangunan 3 (mm)		
	4,60	3,00	6,80	4,60	3,00	6,80
6	24,22	-23,80	-28,90	29,36	-16,89	5,89
5	21,43	-21,22	-26,09	29,36	-16,89	5,89
4	17,09	-17,14	-21,55	26,51	-15,07	5,31
3	17,09	-17,14	-21,55	21,81	-12,17	4,35
2	11,66	-11,85	-15,42	15,47	-8,41	3,05
1	6,38	-6,54	-8,89	8,85	-4,66	1,72
Base	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

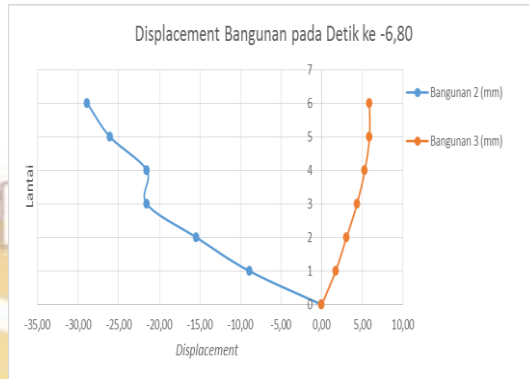
Jika Tabel 4.8 dikonversikan ke format grafik, maka didapatkan grafik seperti pada Tabel 4.14,4.15, dan 4.16 berikut.



Gambar 4.14 Perpindahan Bangunan 1a dan Bangunan 1b pada detik ke-4,60



Gambar 4.15 Perpindahan Bangunan 1a dan Bangunan 1b pada detik ke-3,00



Gambar 4.16 Perpindahan Bangunan 1a dan Bangunan 1b pada detik ke-6,80

4.4 Desain Elemen Struktur Disekitar Dilatasi

Untuk desain tulangan balok dibutuhkan gaya dalam maksimum yang diperoleh dari analisis program Etabs versi 2016.

Tabel 4.9 Rekap gaya dalam balok bangunan 1

	MOMEN (kN-m)	GESER (kN)
MAX	206,304	195,456
MIN	-311578	-195,429

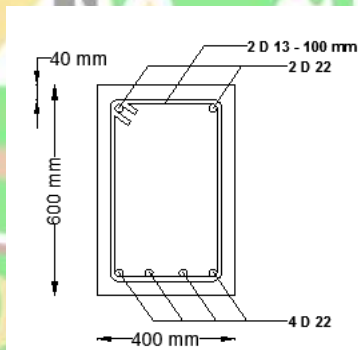
Tabel 4.10 Rekap gaya dalam balok kantilever bangunan 1a

	MOMEN (kN-m)	GESER (kN)
MAX	5,989	39,828
MIN	-42,524	-5,160

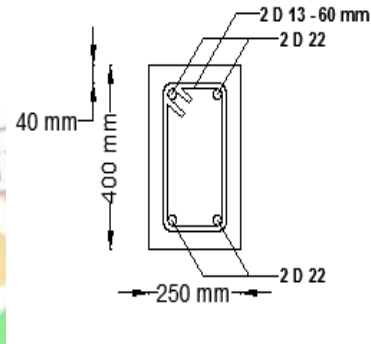
Tabel 4.11 Rekap gaya dalam balok kantilever bangunan 1b

	MOMEN (kN-m)	GESER (kN)
MAX	1,649	3,843
MIN	-5,076	-12,82

Berdasarkan SNI 2847-2013 dari perhitungan tulangan didapatkan tulangan lentur pada balok bangunan 1 sebesar 4D22 (Tarik), 2D22 (Tekan) dan tulangan geser sebesar 2D13-100 mm. Sedangkan tulangan lentur balok kantilever bangunan 1a dan 3 sebesar 2D22 (Tarik), 2D22 (Tekan) dan tulangan geser sebesar 2D13-60 mm. Untuk detail perhitungan penulangan Balok dapat dilihat pada **Lampiran IV**.

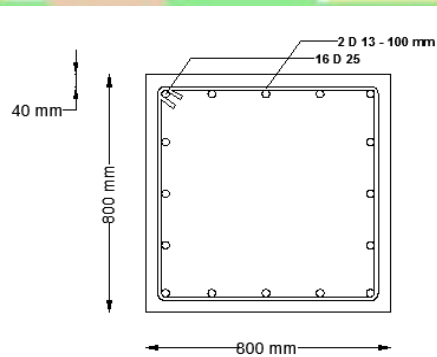


Gambar 4.17 Detail Penulangan Balok Bangunan 1

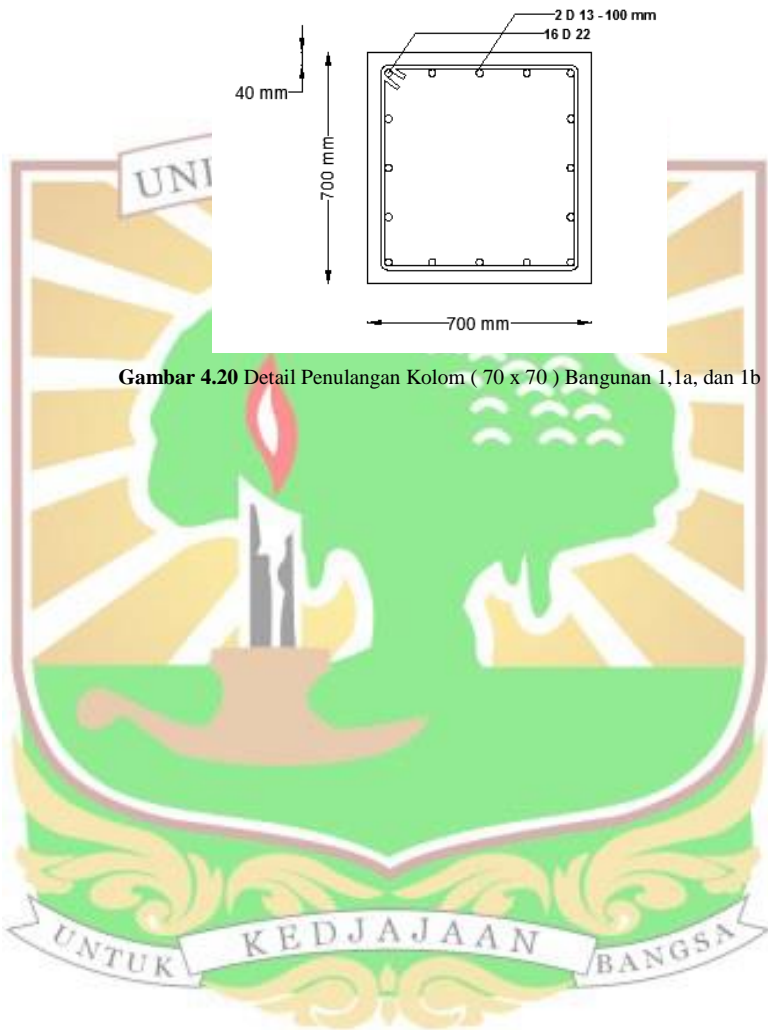


Gambar 4.18 Detail Penulangan Balok Kantilever Bangunan 1a dan 1b

Berdasarkan SNI 2847-2013 dari perhitungan tulangan didapatkan untuk dimensi kolom 80 x 80 tulangan utama kolom bangunan 1, 2 dan 3 sebesar 16D25 dan tulangan geser sebesar 2D13-100 mm. Untuk dimensi kolom 70 x 70 didapatkan tulangan utama sebesar 16D22 dan tulangan geser 2D13-100 mm.



Gambar 4.19 Detail Penulangan Kolom (80 x 80) Bangunan 1,1a, dan 1b



Gambar 4.20 Detail Penulangan Kolom (70 x 70) Bangunan 1,1a, dan 1b

BAB V

PENUTUP

4.1. Kesimpulan

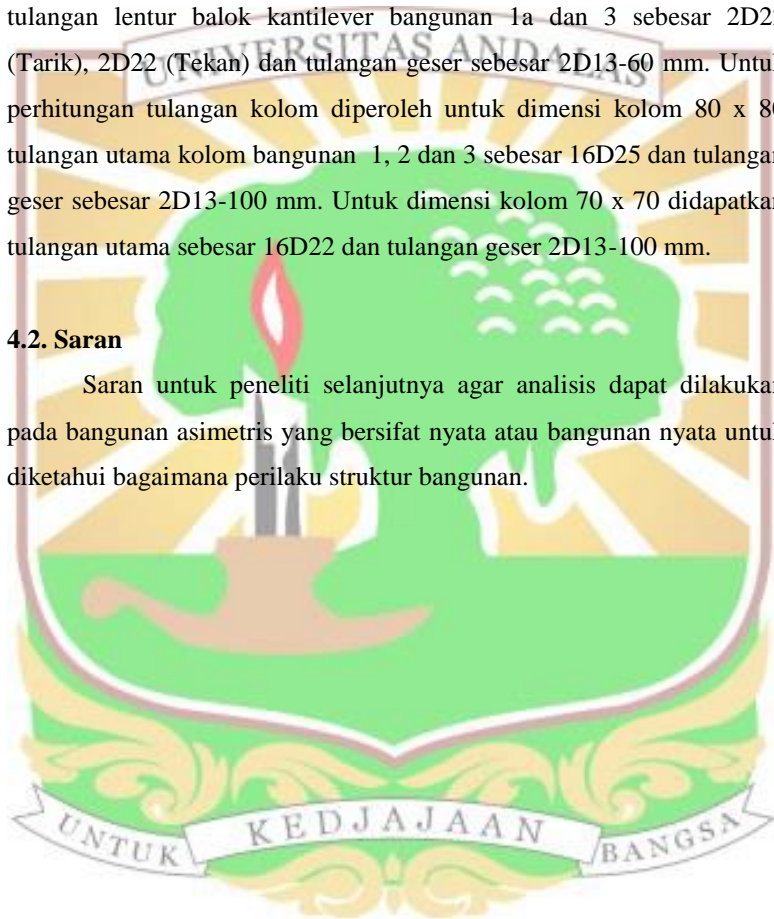
Berdasarkan hasil analisis Struktur maka dapat disimpulkan beberapa kesimpulan adalah sebagai berikut:

1. Berdasarkan peraturan gempa SNI 1726-2012 perioda yang diperoleh dari ketiga model struktur berada antara batas atas dan batas bawah perioda yang di syaratkan dimana batas bawah perioda yang di syaratkan sebesar 0,814 detik dan batas atas perioda yang disyaratkan sebesar 1,139 detik. Adapun nilai perioda yang didapatkan pada bangunan 1 adalah sebesar 1,032 detik, bangunan 1a sebesar 1,074 detik, dan bangunan 1b sebesar 1,011 detik.
2. Partisipasi massa yang didapatkan dari ketiga model bangunan sudah mencapai 90 % sesuai dengan partisipasi massa yang disyaratkan pada SNI 1726-2012.
3. Simpangan yang didapatkan dari ketiga bangunan tidak melebihi simpangan izin sesuai yang ditetapkan pada peraturan gempa SNI 1726-2012.
4. Dari analisis bangunan 1a dan bangunan 1b didapatkan perpindahan elastik antara kedua bangunan yang berbeda arah gerak pada detik 6,80 dengan perpindahan bangunan 1a sebesar 28,90 mm dan bangunan 1b sebesar 5,89 mm. Dengan hal tersebut dapat disimpulkan bahwa total perpindahan tidak melebihi jarak dilatasi yang direncanakan sebelumnya yaitu 10 cm maka dilatasi yang direncanakan sebelumnya efektif digunakan didaerah yang beresiko gempa tinggi.

5. Dari perhitungan penulangan yang mengacu pada SNI 2847-2013 diperoleh tulangan lentur pada balok bangunan 1 sebesar 4D22 (Tarik), 2D22 (Tekan) dan tulangan geser sebesar 2D13-100 mm. Sedangkan tulangan lentur balok kantilever bangunan 1a dan 3 sebesar 2D22 (Tarik), 2D22 (Tekan) dan tulangan geser sebesar 2D13-60 mm. Untuk perhitungan tulangan kolom diperoleh untuk dimensi kolom 80 x 80 tulangan utama kolom bangunan 1, 2 dan 3 sebesar 16D25 dan tulangan geser sebesar 2D13-100 mm. Untuk dimensi kolom 70 x 70 didapatkan tulangan utama sebesar 16D22 dan tulangan geser 2D13-100 mm.

4.2. Saran

Saran untuk peneliti selanjutnya agar analisis dapat dilakukan pada bangunan asimetris yang bersifat nyata atau bangunan nyata untuk diketahui bagaimana perilaku struktur bangunan.



DAFTAR PUSTAKA

- Badan Standarisasi Nasional. (2013). *Beban Minimum untuk Perencanaan Bangunan Gedung dan Struktur Lain*, SNI 1727:2013. Jakarta: BSN
- Badan Standarisasi Nasional. (2013). *Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung*, SNI 2847:2013. Jakarta: BSN
- Badan Stadarisasi Nasional. (2012). *Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung Dan Non Gedung*, SNI 1726:2012. Jakarta: BSN
- Departemen Pemukiman dan Prasarana Wilayah. (2002). *Peraturan Pembebanan Indonesia Untuk Gedung (PPIUG) 1983*. Jakarta
- Budiono, Bambang dkk. (2017). *Contoh Desain Bangunan Tahan Gempa dengan Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus di Jakarta*. Bandung : Institut Teknologi Bandung
- Yarmawati, Dina. (2018). *Analisis Benturan Dan Perilaku Struktur Dengan Dilatasi Dan Tanpa Dilatasi Pada Bangunan Ber-Layout L*. Padang: Universitas Andalas
- Haida, Redatul. (2014). *Analisa Pengaruh Pemisahan Struktur (Dilatasi) Terhadap Perpindahan Horizontal Pada Struktur Bangunan Bertingkat Yang Menggunakan Base Isolator*

Dengan Analisa Pushover (Studi Kasus Bangunan Berbentuk L). Padang: Universitas Andalas

Juventrian, Syano Verdio. (2014). *Analisis Bangunan Asimetris Terhadap Tinjauan Delatasi Akibat Gaya Horizontal*. Jakarta: Universitas Muhammadiyah

Surya, I made. (2017). *Analisis Statik Non-Linier PushOver Pada Optimalisasi Desain Gedung Pendidikan Bersama FKUB Dengan Variasi Konfigurasi Bresing Baja*. Malang: Universitas Brawijaya

Umasugi, Ryana Aryadita. (2018). *Selama 2018, Gempa di Indonesia Meningkatkan 4.648 kali dibanding 2017*.

Daryono, Dr. (2018). *Mengapa gempa terus terjadi di Indonesia*.
<https://www.bbc.com/indonesia/indonesia-45086874>

<https://megapolitan.kompas.com/read/2018/12/29/10303711/selama-2018-gempa-di-indonesia-meningkat-4648-kali-dibanding-2017>





LAMPIRAN I

Preliminary Design

PRELIMINARY DESIGN BALOK

SNI 2847:2013 tentang Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung

Perancangan awal dimensi balok mengacu pada panjang bentang rencana.

Data-data dari denah bangunan gedung:

Data Input	Simbol	Panjang	Satuan
Panjang Balok (tipe persegi panjang)	B1	6000	mm
	B2	3000	mm
Balok Terpanjang	L _{pi}	6000	mm
Balok Terpendek	L _{pd}	3000	mm
Mutu Beton	f _{c'}	30	MPa
Mutu Baja	f _y	390	MPa

Perencanaan balok didasari pada balok yang memiliki harga ketebalan terbesar.

Menurut SNI 2847:2013, standar minimum dimensi balok dicantumkan pada Tabel 9.5 (a) berikut:

Tabel 9.5(a) Tebal minimum balok non-prategang atau pelat satu arah bila lendutan tidak dihitung

Komponen struktur	Tebal minimum, <i>h</i>			
	Tertumpu sederhana	Satu ujung menerus	Kedua ujung menerus	Kantilever
Komponen struktur tidak menumpu atau tidak dihubungkan dengan partisi atau konstruksi lainnya yang mungkin rusak oleh lendutan yang besar				
Pelat masif satu-arah	ℓ / 20	ℓ / 24	ℓ / 28	ℓ / 10
Balok atau pelat rusuk satu-arah	ℓ / 16	ℓ / 18,5	ℓ / 21	ℓ / 8

CATATAN:
Panjang bentang dalam mm.
Nilai yang diberikan harus digunakan langsung untuk komponen struktur dengan beton normal dan tulangan tulangan Mutu 420 MPa. Untuk kondisi lain, nilai di atas harus dimodifikasi sebagai berikut:
(a) Untuk struktur beton ringan dengan berat jenis (*equilibrium density*), *w_s*, di antara 1440 sampai 1840 kg/m³, nilai tadi harus dikalikan dengan (1,65 - 0,0003*w_s*) tetapi tidak kurang dari 1,09.
(b) Untuk *f_y* selain 420 MPa, nilainya harus dikalikan dengan (0,4 + *f_y*/700).

Tinggi Balok (h)

Untuk *f_y* = 420 MPa

$$h \geq L_{pi} / 16$$

$$h \geq 375 \text{ mm}$$

Untuk *f_y* selain 420 MPa, maka:

$$h \geq L_{pi} / 16(0,4 + f_y/700)$$

$$h \geq 358,9286 \text{ mm}$$

diambil nilai h = 600 mm

Lebar Badan Balok (bw)

$$1/2h \leq bw \leq 2/3h$$

$$300 \leq bw \leq 400$$

diambil nilai bw = 400 mm

Kategori Desain Seismik Struktur (KDS) = Kelas D

Digunakan Sistem Struktur Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK)

SNI 2847:2013 Pasal 21.5

Pasal 21.5.1.1

Gaya tekan aksial terfaktor pada komponen struktur, *P_u* tidak boleh melebihi *A_gf_{c'}*/10

$$P_u < A_g f_c' / 10$$

$$0 < 720 \text{ Ok}$$

Pasal 21.5.1.2

Lebar bersih untuk komponen struktur, l_n tidak boleh kurang dari empat kali tinggi efektifnya.

l_n	\geq	$4d$	
5600	\geq	1360	Ok

Pasal 21.5.1.3

Lebar komponen, b_w , tidak boleh kurang dari yang lebih kecil dari $0,3h$ dan 250 mm.

b_w	\geq	$0,3h$	
400	\geq	180	Ok
b_w	\geq	250 mm	
400	\geq	250 mm	Ok

Pasal 21.5.1.3

Lebar komponen struktur, b_w , tidak boleh melebihi lebar komponen struktur penumpu, c_2 , ditambah suatu jarak pada masing-masing sisi komponen struktur penumpu yang sama dengan yang lebih kecil dari (a) dan (b):

(a) Lebar komponen struktur penumpu, c_2

b_w	\leq	$2 \cdot c_2$	
400	\leq	600	Ok

(b) 0,75 kali dimensi keseluruhan komponen struktur penumpu, c_1

b_w	\leq	$c_2 + 3/4 c_1$	
400	\leq	675	Ok

Tabel Hasil *Preliminary Design* Elemen Balok

Nama	Status	Tipe	L(mm)	H min (mm)	H dipakai (mm)	B min (mm)	B dipakai (mm)	B max (mm)
B1	Induk	Balok Persegi Panjang	6000	392	600	300	400	400
B2	Dak-Induk	Balok Persegi Panjang	3000	196	400	200	250	266,6667
B4	KANTILEVER 1	Balok Persegi Panjang	2000	100	400	200	250	266,6667
B5	KANTILEVER 2	Balok Persegi Panjang	1000	50	400	200	250	266,6667

PRELIMINARY DESIGN PELAT LANTAI

SNI 2847:2013 tentang Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung

Digunakan sistem pelat lantai dua arah dengan balok

Perancangan awal dimensi balok mengacu pada panjang bentang rencana.

Data-data dari denah bangunan gedung:

Data Input	Simbol	Panjang	Satuan
Arah Panjang	B1	6000	mm
Arah Pendek	B2	6000	mm
Bentang Bersih	Ln	5700	mm
Balok	bw	300	mm
	h	500	mm
Mutu Beton	fc'	30	MPa
Mutu Baja	fy	390	MPa
Tebal Pelat Rencana	hf	120	mm

Momen Inersia Bruto balok, I_b , dihitung dengan:

- a. Badan balok ditambah dengan perpanjangan sayap kiri dan kanan badan, namun tidak melebihi 4 kali tebal pelat.

$$\begin{aligned} hw &< 4 hf \\ h - hf &< 4 hf \\ 380 &< 480 \quad \text{Ok} \end{aligned}$$

- b. Lebar sayap balok T adalah

$$\begin{aligned} be &= bw + 2(bw - hf) \\ be &= 1060 \quad \text{mm} \end{aligned}$$

Menurut SNI 2847:2013 butir 8.12.2 halaman 63:

$$\begin{aligned} be &\leq 1/4 L_{pj} \\ 1060 &\leq 1500 \quad \text{Ok} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} hw &\leq 8hf \\ 380 &\leq 960 \quad \text{Ok} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} hw &\leq 1/2 Ln \\ 380 &\leq 2850 \quad \text{Ok} \end{aligned}$$

- c. Titik berat penampang ditentukan dengan mengambil momen statik terhadap sisi atas sayap:

$$\begin{aligned} \text{Luas bagian sayap (A2)} &= hf \times be \\ A2 &= 127200 \quad \text{mm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Luas bagian badan (A1)} &= bw \times hw \\ A1 &= 114000 \quad \text{mm}^2 \end{aligned}$$

$$\text{Luas total (A)} = 241200 \quad \text{mm}^2$$

titik berat

$$y = \frac{\left(A1 \cdot \frac{1}{2} hw \right) + \left[A2 \left(\frac{hf}{2} + hw \right) \right]}{(A1) + (A2)}$$

$$\begin{aligned} y &= \frac{[(A1 \times 1/2hw) + (A2 \times (hf/2 + hw))]/A}{=} \\ &= \frac{21660000 + 55968000}{241200} \\ &= 321,840796 \quad \text{mm} \quad \text{322 mm} \end{aligned}$$

$$hw - \bar{y} (h_i) = 178 \quad \text{mm}$$

$$Ix_2 = 152640000$$

$$y_2 = 440$$

$$Ix_1 = 1371800000$$

$$y_1 = 190$$

$$I_b = Ix_1 + (A_1 \times (y_1 - \bar{y})^2) + (Ix_2 + (A_2 \times (y_2 - \bar{y})^2))$$

$$I_b = 5281908800 \quad \text{mm}^4$$

d. Momen Inersia pelat dalam arah panjang adalah:

$$I_1 = 1/12 \times B_1 \times hf^3$$

$$I_1 = 864000000 \quad \text{mm}^4$$

$$\alpha_{11} = 6,11332$$

e. Momen Inersia pelat dalam arah pendek adalah:

$$I_s = 1/12 \times B_2 \times hf^3$$

$$I_s = 864000000 \quad \text{mm}^4$$

$$\alpha_{fs} = 6,11332$$

f. Nilai α_{fm} diperoleh dari rata-rata:

$$\alpha_{fm} = \alpha_{11} + \alpha_{fs} / 2$$

$$\alpha_{fm} = 6,11332$$

$$\beta = 1,00000$$

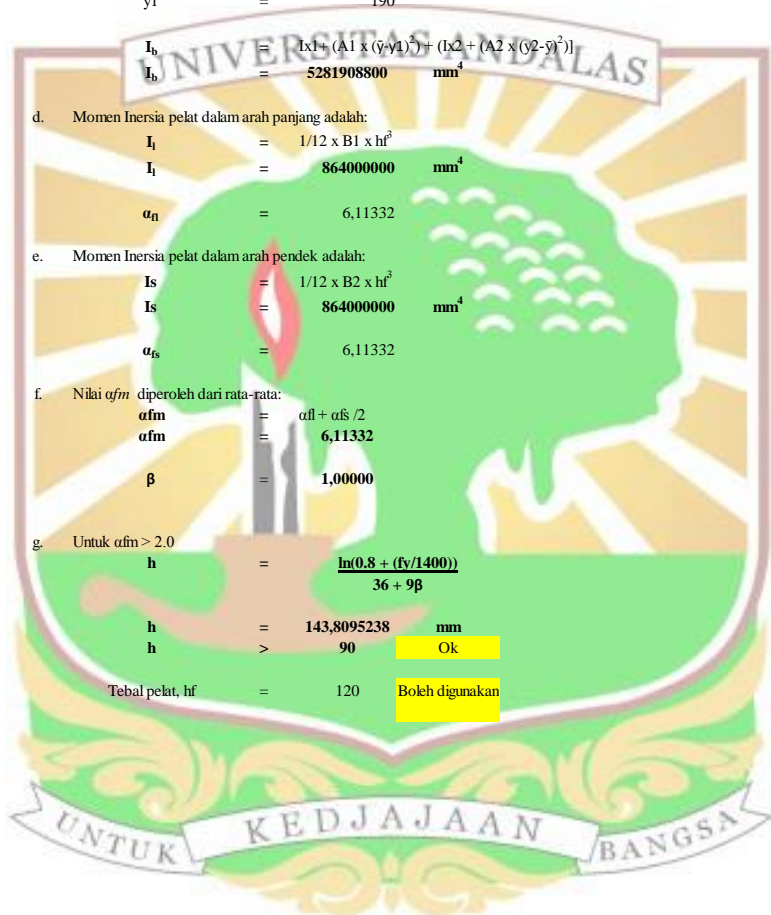
g. Untuk $\alpha_{fm} > 2.0$

$$h = \frac{\ln(0.8 + (fv/1400))}{36 + 9\beta}$$

$$h = 143,8095238 \quad \text{mm}$$

$$h > 90 \quad \text{Ok}$$

$$\text{Tebal pelat, hf} = 120 \quad \text{Boleh digunakan}$$



PRELIMINARY DESIGN DAK BETON

SNI 2847:2013 tentang Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung

Digunakan sistem pelat lantai dua arah dengan balok

Perancangan awal dimensi balok mengacu pada panjang bentang rencana.

Data-data dari denah bangunan gedung:

Data Input	Simbol	Panjang	Satuan
Arah Panjang	B1	6000	mm
Arah Pendek	B2	6000	mm
Bentang Bersih	Ln	5700	mm
Balok	bw	300	mm
	h	500	mm
Mutu Beton	fc'	30	MPa
Mutu Baja	fy	390	MPa
Tebal Pelat Rencana	hf	120	mm

Momen Inersia Bruto balok, I_b , dihitung dengan:

- a. Badan balok ditambah dengan perpanjangan sayap kiri dan kanan badan, namun tidak melebihi 4 kali tebal pelat.

$$\begin{aligned} hw &< 4 hf \\ h - hf &< 4 hf \\ 380 &< 480 \quad \text{Ok} \end{aligned}$$

- b. Lebar sayap balok T adalah

$$\begin{aligned} be &= bw + 2(bw - hf) \\ be &= 1060 \quad \text{mm} \end{aligned}$$

Menurut SNI 2847:2013 butir 8.12.2 halaman 63:

$$\begin{aligned} be &\leq 1/4 L_{pj} \\ 1060 &\leq 1500 \quad \text{Ok} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} hw &\leq 8hf \\ 380 &\leq 960 \quad \text{Ok} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} hw &\leq 1/2 Ln \\ 380 &\leq 2850 \quad \text{Ok} \end{aligned}$$

- c. Titik berat penampang ditentukan dengan mengambil momen statik terhadap sisi atas sayap:

$$\begin{aligned} \text{Luas bagian sayap (A2)} &= hf \times be \\ A2 &= 127200 \quad \text{mm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Luas bagian badan (A1)} &= bw \times hw \\ A1 &= 114000 \quad \text{mm}^2 \end{aligned}$$

$$\text{Luas total (A)} = 241200 \quad \text{mm}^2$$

$$\begin{aligned} y &= [(A1 \times 1/2hw) + (A2 \times (hf/2 + hw))]/A \\ &= 21660000 + 55968000 / 241200 \\ &= 321,840796 \quad \text{mm} \quad \text{322 mm} \end{aligned}$$

titik berat

$$y = \frac{(A1 \cdot \frac{1}{2} hw) + [A2 (\frac{hf}{2} + hw)]}{(A1) + (A2)}$$

$$hw - \bar{y} (h_i) = 178 \quad \text{mm}$$

$$Ix_2 = 152640000$$

$$y_2 = 440$$

$$Ix_1 = 1371800000$$

$$y_1 = 190$$

$$I_b = Ix_1 + (A1 \times (y-y_1)^2) + (Ix_2 + (A2 \times (y_2 - y)^2))$$

$$I_b = 5281908800 \quad \text{mm}^4$$

d. Momen Inersia pelat dalam arah panjang adalah:

$$I_1 = 1/12 \times (B1/2 \times hf^3)$$

$$I_1 = 864000000 \quad \text{mm}^4$$

$$\alpha_n = 6,11332$$

e. Momen Inersia pelat dalam arah pendek adalah:

$$I_s = 1/12 \times B2 \times hf^3$$

$$I_s = 864000000 \quad \text{mm}^4$$

$$\alpha_s = 6,11332$$

f. Nilai α_{fm} diperoleh dari rata-rata:

$$\alpha_{fm} = \alpha_1 + \alpha_s / 2$$

$$\alpha_{fm} = 6,11332$$

$$\beta = 1,00000$$

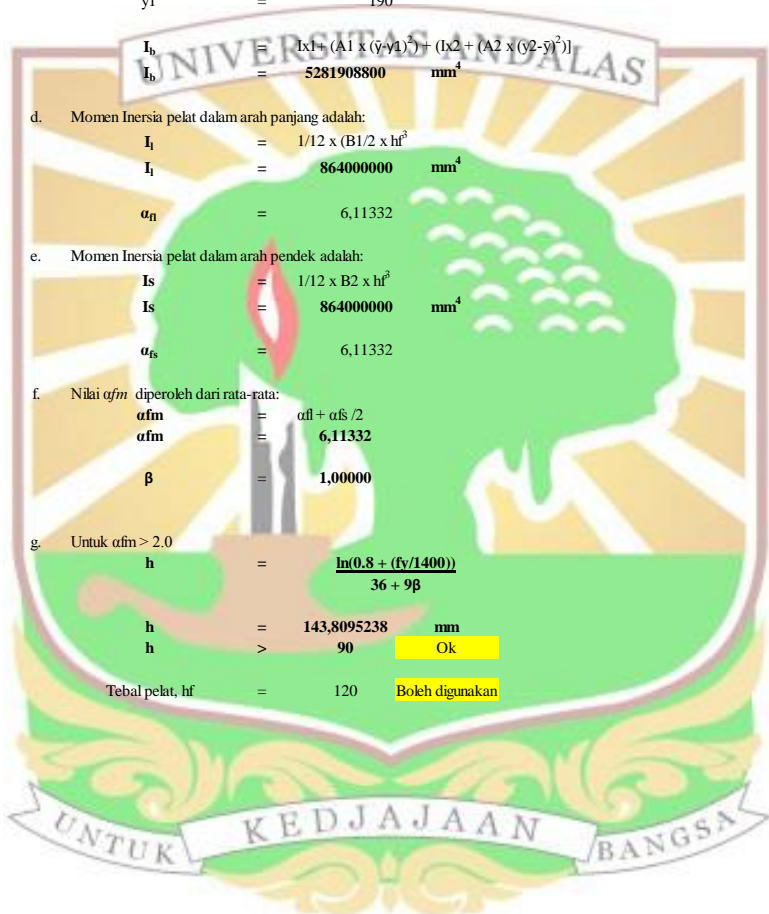
g. Untuk $\alpha_{fm} > 2.0$

$$h = \frac{\ln(0.8 + (fv/1400))}{36 + 9\beta}$$

$$h = 143,8095238 \quad \text{mm}$$

$$h > 90 \quad \text{Ok}$$

$$\text{Tebal pelat, hf} = 120 \quad \text{Boleh digunakan}$$



PRELIMINARY DESIGN KOLOM

SNI 2847:2013 tentang Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung

Lantai 6 - 5 (C-6)

Tebal Pelat	hf	0,120	m
Luas Pelat	Af	36,000	m ²
Bakok	bw	0,4	m
	hw	0,6	m
	L	12,000	m
Kolom	c1	0,700	m
	c2	0,700	m
	h	4	m

Jenis Beban	Tebal (m)	Tinggi (m)	Lebar (m)	Panjang (m)	Luas (m ²)	Beban (kg/m ²)	Beban (kg/m)	Berat (kg)	Kombinasi Pembebanan (kg)
Mati									
a. Beban Bakok			0,6	0,400	12,000	2400		6912	
b. Water Proofing					36,000		14	504	
c. Spesi					36,000		21	1512	
d. MEP					36,000		30	1080	
e. Plafon					36,000		20	720	
f. Beban Dak Beton	0,120				36,000	2400		10368	
Total Beban Mati dikalikan Faktor Beban									25315,2
Hidup									
a. Refleksi Lantai					36,000		479	17244	
b. Beban Hidup					36,000		96	3456	
c. Beban Hujan					36,000		20	720	
Total Beban Hidup dikalikan Faktor Beban									34272,00
Total									59587,2
Luas Rencana Kolom									0,49000 m ²
f'c									30 MPa N/mm ²
K									368,446 kg/cm ²
Caya Berat/Luas									3684462,62 kg/m ²
f' reduksi									121696,531 kg/m ²
									1105338,786 kg/m ²
									OK

Lantai 5 - 4 (C-5)

Tebal Pelat	hf	0,120	m
Luas Pelat	Af	36,000	m ²
Bakok	bw	0,4	m
	hw	0,6	m
	L	12,000	m
Kolom	c1	0,700	m
	c2	0,700	m
	h	4	m

Jenis Beban	Tebal (m)	Tinggi (m)	Lebar (m)	Panjang (m)	Luas (m ²)	Beban (kg/m ²)	Beban (kg/m)	Berat (kg)	Kombinasi Pembebanan (kg)
Mati									
a. Beban Bakok			0,6	0,400	12,000	2400		6912	
b. Beban Kolom			0,700	0,700	4,9000	2400		4704	
c. Beban Pelat Lantai	0,120				36,000	2400		10368	
d. Beban Dinding			4,000		12,000		250	12000	
e. Spesi					36,000		21	1512	
f. MEP					36,000		30	1080	
g. Plafon					36,000		20	720	
h. Kembang					36,000		24	864,000	
Total Beban Mati dikalikan Faktor Beban									45792
Hidup									
a. Beban Hidup Orang					36,000		479	17244	
Total Beban Hidup dikalikan Faktor Beban									27590,40
Total									73382,4
Luas Rencana Kolom									0,49000 m ²
f'c									30 MPa N/mm ²
K									368,446 kg/cm ²
Caya Berat/Luas									1497601,000 kg/m ²
f' reduksi									1105338,786 kg/m ²
									OK

Lantai 4 -3 (C-4)

Tebal Pelat	hf	0,120	m
Luas Pelat	Af	36,000	m ²
Bakok	bw	0,4	m
	hw	0,6	m
	L	12,000	m
Kolom	c1	0,700	m
	c2	0,700	m
	h	4	m

Jenis Beban	Tebal (m)	Tinggi (m)	Lebar (m)	Panjang (m)	Luas (m ²)	Beban (kg/m ²)	Berat (kg/m)	Berat (kg)	Kombinasi	
Mati									Pembebanan (kg)	
a. Beban Balok			0,6	0,400	12,000	2400		6912		
b. Beban Kolom			0,700	0,700	4,000	2400		4704		
c. Beban Pelat Lantai	0,120				36,000	2400		10368		
d. Beban Dinding			4,000		12,000		250	12000		
e. Spesi					36,000		21	1512		
f. MEP					36,000		30	1080		
g. Plafon					36,000		20	720,000		
h. Keramik					36,000		24	864,000		
Total Beban Mati dikalikan Faktor Beban									45792	
Hidup										
a. Beban Hidup Orang					36,000		479	17244		
Total Beban Hidup dikalikan Faktor Beban									27590,40	
Total									73382,4	
Luas Rencana Kolom								0,49000	m ²	
f'c	MPa								30	N/mm ²
	K								368,446	kg/cm ²
Gaya Berat/Luas								149760,000	kg/m ²	
f' reduksi								1105338,786	kg/m ²	
									OK	

Lantai 3 -2 (C-3)

Tebal Pelat	hf	0,120	m
Luas Pelat	Af	36,000	m ²
Bakok	bw	0,4	m
	hw	0,6	m
	L	12,000	m
Kolom	c1	0,800	m
	c2	0,800	m
	h	4	m

Jenis Beban	Tebal (m)	Tinggi (m)	Lebar (m)	Panjang (m)	Luas (m ²)	Beban (kg/m ²)	Berat (kg/m)	Berat (kg)	Kombinasi	
Mati									Pembebanan (kg)	
a. Beban Balok			0,6	0,400	12,000	2400		6912		
b. Beban Kolom			0,800	0,800	4,000	2400		6144		
c. Beban Pelat Lantai	0,120				36,000	2400		10368		
d. Beban Dinding			4,000		12,000		250	12000		
e. Spesi					36,000		21	1512		
f. MEP					36,000		30	1080		
g. Plafon					36,000		20	720,000		
h. Keramik					36,000		24	864,000		
Total Beban Mati dikalikan Faktor Beban									47520	
Hidup										
a. Beban Hidup Orang					36,000		479	17244		
Total Beban Hidup dikalikan Faktor Beban									27590,40	
Total									75110,4	
Luas Rencana Kolom								0,64000	m ²	
f'c	MPa								30	N/mm ²
	K								368,446	kg/cm ²
Gaya Berat/Luas								117840,000	kg/m ²	
f' reduksi								1105338,786	kg/m ²	
									OK	

Lantai 2 -1 (C-2)

Tebal Pelat	hf	0.120	m
Luas Pelat	Af	36.000	m ²
Bakik	bw	0.4	m
	hw	0.6	m
	L	12.000	m
Kolom	c1	0.800	m
	c2	0.800	m
	h	4	m

Jenis Beban	Tebal (m)	Tinggi (m)	Lebar (m)	Panjang (m)	Luas (m ²)	Beban (kg/m ²)	Beban (kg/m)	Berat (kg)	Kombinasi
Mati									
a. Beban Balok			0.6	0.400	12,000	2400		6912	
b. Beban Kolom			0.800	0.800	4,000	2400		6144	
c. Beban Pelat Lantai	0.120				36,000	2400		10368	
d. Beban Dinding			4,000		12,000		250	12000	
e. Spesi					36,000	21		1512	
f. MEP					36,000	30		1080	
g. Plafon					36,000	20		720,000	
h. Keramik					36,000	24		864,000	
Total Beban Mati dikalikan Faktor Beban									47520
Hidup									
a. Beban Hidup Orang					36,000		479	17244	
Total Beban Hidup dikalikan Faktor Beban									27990,40
Total									75110,4
Luas Rencana Kolom								0,64000	m ²
f'c	MPa							30	N/mm ²
	K							388,446	kg/cm ²
								3684462,62	kg/m ²
Gaya Berat/Luas								117360,000	kg/m ²
f'c reduksi								1105338,786	kg/m ²
OK									

Lantai 1 -Ground (C-1)

Tebal Pelat	hf	0.120	m
Luas Pelat	Af	36.000	m ²
Bakik	bw	0.4	m
	hw	0.6	m
	L	12.000	m
Kolom	c1	0.800	m
	c2	0.800	m
	h	4	m

Jenis Beban	Tebal (m)	Tinggi (m)	Lebar (m)	Panjang (m)	Luas (m ²)	Beban (kg/m ²)	Beban (kg/m)	Berat (kg)	Kombinasi
Mati									
a. Beban Balok			0.6	0.400	12,000	2400		6912	
b. Beban Kolom			0.800	0.800	4,000	2400		6144	
c. Beban Pelat Lantai	0.120				36,000	2400		10368	
d. Beban Dinding			4,000		12,000		250	12000	
e. Spesi					36,000	21		1512	
f. MEP					36,000	30		1080	
g. Plafon					36,000	20		720,000	
h. Keramik					36,000	24		864,000	
Total Beban Mati dikalikan Faktor Beban									47520
Hidup									
a. Beban Hidup Orang					36,000		479	17244	
Total Beban Hidup dikalikan Faktor Beban									27990,40
Total									75110,4
Luas Rencana Kolom								0,64000	m ²
f'c	MPa							30	N/mm ²
	K							388,446	kg/cm ²
								3684462,62	kg/m ²
Gaya Berat/Luas								117360,000	kg/m ²
f'c reduksi								1105338,786	kg/m ²
OK									



LAMPIRAN II

Analisa Pembebanan

Analisa Pembebanan

Berdasarkan SNI 1727:2013 dan PPIUG 1983

A. Beban Mati

1. Beban Pelat Lantai

Lantai Dak Beton

		Tebal (m)	Q (kN/m ²)
Berat Plafon dan Rangka	=	0,2	kN/m ² - 0,2
Berat Instalasi Plumbing (ME)	=	0,25	kN/m ² - 0,25
Water Proofing (L.Aspal)	=	14	kN/m ² 0,02 0,28 +
			0,73 (kN/m ²)

Pelat Lantai 2, 3, 4, 5, 6

		Tebal (m)	Q (kN/m ²)
Berat Pasir	=	16	kN/m ³ 0,01 0,16
Berat Spesi	=	22	kN/m ³ 0,03 0,66
Berat Plafon dan Rangka	=	0,2	kN/m ² - 0,2
Berat Instalasi Plumbing (ME)	=	0,25	kN/m ² - 0,25
Berat Keramik	=	22	kN/m ³ 0,01 0,22 +
			1,33 (kN/m ²)

2. Beban Pada Balok

Balok 60 X 40

Tinggi gedung (H)	=	4	m
Tinggi Balok (H)	=	0,6	
Tinggi Dinding (T)	=	3,4	m
BV dinding	=	2,5	kN/m ²
berat dinding	=	8,5	kN/m

Balok 40 X 25

Tinggi gedung (H)	=	4	m
Tinggi Balok (H)	=	0,4	
Tinggi Dinding (T)	=	3,6	m
BV dinding	=	2,5	kN/m ²
berat dinding	=	9	kN/m

Dak Beton

Tinggi Dinding (T)	=	1	m
BV dinding	=	2,5	kN/m ²
berat dinding	=	2,5	kN/m ²

B. Beban Hidup

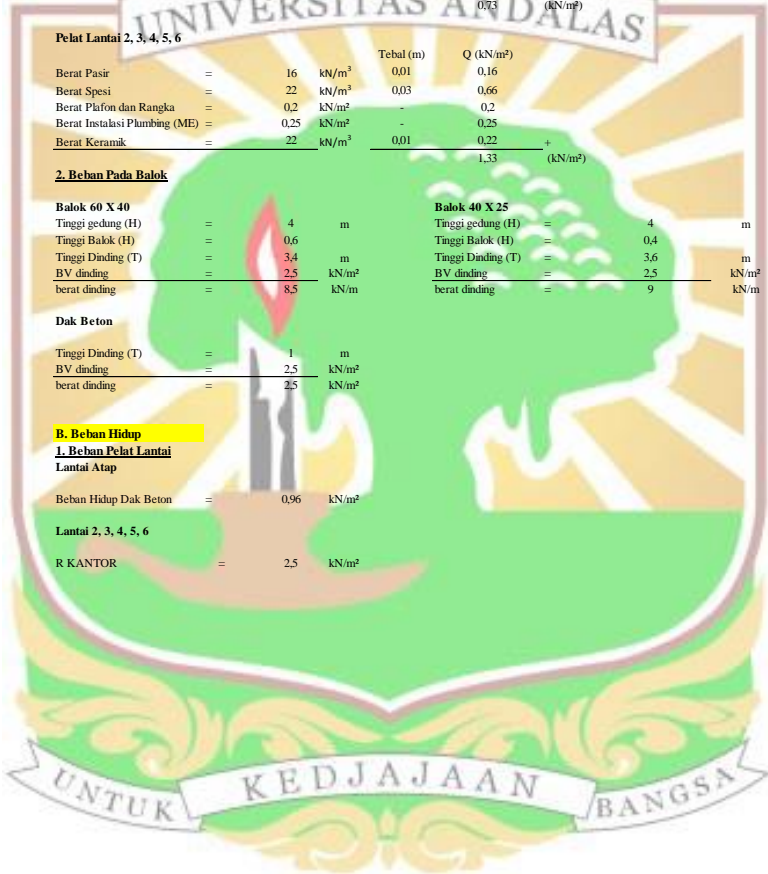
1. Beban Pelat Lantai

Lantai Atap

Beban Hidup Dak Beton	=	0,96	kN/m ²
-----------------------	---	------	-------------------

Lantai 2, 3, 4, 5, 6

R KANTOR	=	2,5	kN/m ²
----------	---	-----	-------------------





LAMPIRAN III

Simpangan Antar Lantai

MODEL II

1. Simpangan bangunan 2 akibat beban gempa arah x

Story	Tinggi Lantai	Drift X (δ_{ex})		Defleksi Pusat Massa Arah X (δ_x)		Δx	keterangan	Δy		Δ_{zin}
	mm	mm	mm	mm	mm			mm	keterangan	
6	24000	4,356	1,873	23,958	10,3015	-16,0985	OK	-6,457	OK	80,00
5	20000	7,283	3,047	40,0565	16,7585	-15,18	OK	-5,907	OK	80,00
4	16000	10,043	4,121	55,2365	22,6655	-3,9545	OK	-1,32	OK	80,00
3	12000	10,762	4,361	59,191	23,9855	4,9170	OK	2,288	OK	80,00
2	8000	9,868	3,945	54,2740	21,6975	27,1095	OK	10,868	OK	80,00
1	4000	4,939	1,969	27,1645	10,8295	27,1645	OK	10,8295	OK	80,00
Base	0	0	0	0	0	0	OK	0	OK	0

2. Simpangan bangunan 2 akibat beban gempa arah y

Story	Tinggi Lantai	Drift X (δ_{ex})		Defleksi Pusat Massa Arah X (δ_x)		Δx	keterangan	Δy		Δ_{zin}
	mm	mm	mm	mm	mm			mm	keterangan	
6	24000	1,505	5,292	8,2775	29,106	-5,4945	OK	-18,1335	OK	80,00
5	20000	2,504	8,589	13,772	47,2395	-5,1205	OK	-16,6815	OK	80,00
4	16000	3,435	11,622	18,8925	63,921	-1,276	OK	-3,8115	OK	80,00
3	12000	3,667	12,315	20,1685	67,7325	1,7215	OK	6,5615	OK	80,00
2	8000	3,354	11,122	18,4470	61,171	9,4270	OK	30,756	OK	80,00
1	4000	1,64	5,53	9,02	30,415	9,02	OK	30,415	OK	80,00
Base	0	0	0	0	0	0	OK	0	OK	0

3. Simpangan bangunan 2 akibat beban kombinasi

Story	Tinggi Lantai	Drift X (δ_{ex})		Defleksi Pusat Massa Arah X (δ_x)		Δx	keterangan	Δy		Δ_{zin}
	mm	mm	mm	mm	mm			mm	keterangan	
6	24000	1,505	5,292	8,2775	29,106	-5,4945	OK	-18,1335	OK	80,00
5	20000	2,504	8,589	13,772	47,2395	-5,1205	OK	-16,6815	OK	80,00
4	16000	3,435	11,622	18,8925	63,921	-1,276	OK	-3,8115	OK	80,00
3	12000	3,667	12,315	20,1685	67,7325	1,7215	OK	6,5615	OK	80,00
2	8000	3,354	11,122	18,4470	61,171	9,4270	OK	30,756	OK	80,00
1	4000	1,64	5,53	9,02	30,415	9,02	OK	30,415	OK	80,00
Base	0	0	0	0	0	0	OK	0	OK	0



MODEL III

1. Simpangan bangunan 3 akibat beban gempa arah x

Story	Tinggi Lantai	Drift X (δ_{ex})		Defleksi Pusat Massa Arah X (δ_{ix})		Defleksi Pusat Massa Arah Y (δ_{iy})		Δx	keterangan	Δy	keterangan	Δz
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm					
6	24000	4,029	1,072	22,1595	5,896	-14,3275	OK	-3,9655	OK	80,00		
5	20000	6,634	1,793	36,487	9,8615	-13,948	OK	-3,9435	OK	80,00		
4	16000	9,47	2,51	50,435	13,805	-3,889	OK	-1,2155	OK	80,00		
3	12000	9,888	2,731	54,274	15,0205	5,1865	OK	1,0835	OK	80,00		
2	8000	8,925	2,534	49,0875	13,937	24,8435	OK	6,831	OK	80,00		
1	4000	4,408	1,292	24,244	7,106	24,244	OK	7,106	OK	80,00		
Base	0	0	0	0	0	0	OK	0	OK	0		

2. Simpangan bangunan 3 akibat beban gempa arah y

Story	Tinggi Lantai	Drift X (δ_{ex})		Defleksi Pusat Massa Arah X (δ_{ix})		Defleksi Pusat Massa Arah Y (δ_{iy})		Δx	keterangan	Δy	keterangan	Δz
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm					
6	24000	1,219	3,204	6,7045	17,622	-4,3285	OK	-12,243	OK	80,00		
5	20000	2,006	5,43	11,033	29,865	-4,1965	OK	-12,43	OK	80,00		
4	16000	2,769	7,69	15,2295	42,295	-1,155	OK	-4,0535	OK	80,00		
3	12000	2,979	8,427	16,3845	46,3485	1,5730	OK	3,1625	OK	80,00		
2	8000	2,693	7,852	14,8115	43,186	7,4965	OK	21,109	OK	80,00		
1	4000	1,33	4,014	7,315	22,077	7,315	OK	22,077	OK	80,00		
Base	0	0	0	0	0	0	OK	0	OK	0		

3. Simpangan bangunan 3 akibat beban kombinasi

Story	Tinggi Lantai	Drift X (δ_{ex})		Defleksi Pusat Massa Arah X (δ_{ix})		Defleksi Pusat Massa Arah Y (δ_{iy})		Δx	keterangan	Δy	keterangan	Δz
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm					
6	24000	7,183	5,76	39,5065	31,68	-24,97	OK	-20,394	OK	80,00		
5	20000	11,723	9,468	64,4765	52,074	-24,2165	OK	-21,7525	OK	80,00		
4	16000	16,126	13,423	88,693	73,8265	-6,5945	OK	-7,106	OK	80,00		
3	12000	17,325	14,715	95,2875	80,9325	9,2070	OK	5,5	OK	80,00		
2	8000	15,651	13,715	86,0805	75,4325	43,6205	OK	36,861	OK	80,00		
1	4000	7,72	7,013	42,46	38,5715	42,46	OK	38,5715	OK	80,00		
Base	0	0	0	0	0	0	OK	0	OK	0		





LAMPIRAN IV

Perhitungan Tulangan Balok Dan Kolom

1. BALOK

MODEL I

PERENCANAAN TULANGAN BALOK

PERHITUNGAN TULANGAN LENTUR BALOK (40 X 60)

1. Tulangan untuk Tumpuan

Diketahui:

Mu	=	206,3035	kN m	
b	=	400	mm	
h	=	600	mm	
d'	=	40	mm	
d	=	560	mm	
fc'	=	30,00	MPa	
fy	=	390	MPa	
∅	=	0,5		(rasio tulangan tekan dan tarik untuk daerah rawan gempa)
D	=	22	mm	(diameter tulangan)
As1	=	380,133	mm ²	
β	=	0,85		(untuk fc' = 17 - 30 Mpa)

Rasio tulangan yang dibutuhkan :

$$A\rho^2 + B\rho + C = 0$$

dimana :

$$A = \frac{0,59 \times (1 - \emptyset)^2 \times fy^2}{fc'}$$
$$= 747,825$$

$$B = - [\{ (1-\emptyset) \times fy \} + \{ \emptyset \times fy \times (1-d'/d) \}]$$
$$= -376,0714$$

$$C = \frac{Mu}{\emptyset \times b \times d^2}$$
$$= 2,055799$$

dengan rumus abc, didapatkan nilai ρ

$$\rho_1 = 0,497359682$$

$$\rho_2 = 0,005527261$$

diambil nilai ρ terkecil dan positif

$$\rho = 0,00552726$$

Luas tulangan yang dibutuhkan

* tulangan tarik

$$As = \rho \times b \times d$$
$$= 1238,10656 \text{ mm}^2$$

* tulangan tekan

$$As' = \rho \times b \times d$$

$$= 619,053281 \text{ mm}^2$$

Jumlah tulangan yang dibutuhkan

* tulangan tarik

$$n = \frac{As}{As1}$$

$$= 3,25703768 \approx 4 \text{ batang}$$

* tulangan tekan

$$n' = \frac{As'}{As1}$$

$$= 1,62851884 \approx 2 \text{ batang}$$

→ Cek Rasio Tulangan Balok :

$$\rho = \frac{As}{b \times d} = 0,0055 \quad \rho' = \frac{As'}{b \times d} = 0,0028$$

$$fs' = \frac{600 \times (1 - d'/d \times (600 + fy / 600))}{529,29}$$

$$\rho_b = \frac{0,85 \times \beta \times (fc' / fy) \times (600 / 600 + fy)}{0,037433625} + \rho' \times (fs' \times fy)$$

→ $\rho_{max} = 0,75 \times \rho_b = 0,028075219$

→ $\rho_{min} = \frac{\sqrt{fc'}}{4 \times fy} = 0,00351$ $\rho_{min} = \frac{1,4}{fy} = 0,00359$

→ $\rho_{min} \leq \rho \leq \rho_{max}$
 $0,0035897 \leq 0,0055273 \leq 0,028075219$

Maka digunakan tulangan : $\frac{4}{2} - \frac{D}{22}$ untuk tulangan tarik
 $\frac{2}{2} - \frac{D}{22}$ untuk tulangan tekan

Tinggi Blok Tegangan Tekan Ekuivalen yang Aktual :

→ $a = \frac{As \cdot fy}{0,85 \cdot Fc' \cdot B} = 58,138 \text{ mm}$

Cek Momen Nominal Aktual :

→ $\phi Mn = \phi As fy (d - a/2) = 251,877 \text{ kN m}$

$$\begin{aligned} \emptyset M_n &\geq \quad \quad \quad \mu_u \\ 251,877 &\geq \quad \quad \quad 206,3035 \quad \dots \quad \text{OK} \end{aligned}$$

2. Tulangan untuk Lapangan

Diketahui:

μ_u	=	206,3035	kN m	
b	=	400	mm	
h	=	600	mm	
d'	=	40	mm	
d	=	560	mm	
f_c'	=	30,00	MPa	
f_y	=	390	MPa	
\emptyset	=	0,5		(rasio tulangan tekan dan tarik untuk daerah rawan gempa)
D	=	22	mm	(diameter tulangan)
A_{s1}	=	380,133	mm ²	
β	=	0,85		(untuk $f_c' = 17 - 28$ Mpa)

Rasio tulangan yang dibutuhkan :

$$A\rho^2 + B\rho + C = 0$$

dimana :

$$A = \frac{0,59 \times (1 - \emptyset)^2 \times f_y^2}{f_c'}$$

$$= 747,825$$

$$B = - \left[\{ (1 - \emptyset) \times f_y \} + \{ \emptyset \times f_y \times (1 - d'/d) \} \right]$$

$$= -376,0714$$

$$C = \frac{\mu_u}{\emptyset \times b \times d^2}$$

$$= 2,055799$$

dengan rumus abc, didapatkan nilai ρ

$$\rho_1 = 0,497359682$$

$$\rho_2 = 0,005527261$$

diambil nilai ρ terkecil dan positif

$$\rho = 0,00552726$$

Luas tulangan yang dibutuhkan

* tulangan tarik

$$A_s = \rho \times b \times d$$

$$= 1238,10656 \quad \text{mm}^2$$

* tulangan tekan

$$A_s' = \emptyset \times \rho \times b \times d$$

$$= 619,053281 \quad \text{mm}^2$$

KAPASITAS GESER BALOK (40 X 60)

Data Material Balok

Kuat Tekan Beton	: f_c'	(MPa)	30,00
Tegangan Leleh Baja	: f_y (BJTS-39)	(MPa)	390,00
Faktor Reduksi Geser	: ϕ		0,75

Dimensi Balok

Panjang Bentang	: L	(mm)	6000,00
Lebar Balok	: b	(mm)	400,00
Tinggi Balok	: h	(mm)	600,00
Selimit Beton	: d'	(mm)	40,00
Tinggi Efektif Beton	: $d = h - d'$	(mm)	560,00

Perhitungan Probable Moment Capacities (Mpr)

Panjang Plat	: L	(m)	6,00
Lebar Plat	: B	(m)	6,00
Beban Hidup	:	(kN/m ²)	2,50
Beban Mati	:	(kN/m ²)	1,33
Ln	:	(m)	5,60
Luas Pelat tributary	: A	(m ²)	18,00
Beban Hidup tidak terfaktor	: L	(kN/m)	7,50
Beban Mati tidak terfaktor	: D	(kN/m)	9,75
Wu	: $1,2 D + 1 L$	(kN/m)	19,20
Vg	: $Wu \cdot Ln / 2$	(kN)	53,76
ap _r	: $1,25 \cdot A_s \cdot F_y / 0,85 \cdot f_c'$. B	(mm)	72,67
Mpr	: $1,25 \cdot A_s \cdot f_y (d - ap_r / 2)$	(kNm)	388,17
Vsway	: $Mpr1 + Mpr2 / Ln$	(kN)	138,63
Ve	: $Vsway \pm v_g$	+ (kN)	192,39
		- (kN)	84,87

Jika nilai Ve lebih besar dari Vu analisis dgn etabs, maka ambil Ve sebagai nilai Vu di tumpuan

Gaya Geser Ultimate Balok

Kuat Geser Ultimit Balok	: Vu	(kN)	195,46
	(Dari Hasil Analisa Struktur)		
Kuat Geser Ultimit Balok	: Vu - (Tumpuan)	(kN)	195,46
Kuat Geser Ultimit Balok	: Vu (Lapangan)	(kN)	97,73

1. Tulangan untuk Tumpuan

Tulangan Geser Balok

Tulangan Geser Balok (Sengkang/ Beugel)		2D13 – 100 mm
Diameter Sengkang	: ds	(mm) 13,00
Luas Penampang Sengkang	: $A_v = 2 [1/4 \pi ds^2]$ (s 2 kaki)	(mm ²) 265,46
Jarak antar Sengkang	: s	(mm) 100,00

Kontrol Jarak Antar Tulangan Geser Balok

$$\begin{aligned} \rightarrow s &\leq d/4 \\ 100,00 &\leq 140 \end{aligned} \quad \dots \text{OK !!}$$

$$\begin{aligned} \rightarrow s &\leq 8 d.\text{longitudinal} \\ 100,00 &\leq 176 \end{aligned} \quad \dots \text{OK !!}$$

$$\begin{aligned} \rightarrow s &\leq 24 d.\text{transversal} \\ 100,00 &\leq 312 \end{aligned} \quad \dots \text{OK !!}$$

$$\begin{aligned} \rightarrow s &\leq 300 \text{ mm} \\ 100 &\leq 300 \end{aligned} \quad \dots \text{OK !!}$$

Kuat Geser Beton dan Baja Tulangan

$$\begin{aligned} \text{Kuat Geser Beton} &: V_c = 0 && (\text{kN}) && 0,00 \\ \text{Kuat Geser Tulangan Geser} &: V_s = (A_v f_y d) / s && (\text{kN}) && 579,77 \end{aligned}$$

Kuat Geser Rencana Balok

$$\checkmark \text{ Kuat Geser Rencana Balok} : \phi V_n = \phi (V_c + V_s) \quad (\text{kN}) \quad 434,83$$

Gaya Geser Ultimate Balok

$$\text{Kuat Geser Ulimit Balok} : V_u \quad (\text{kN}) \quad 195,46$$

KONTROL KUAT GESER RENCANA BALOK

$$\begin{aligned} \phi V_n &\geq V_u \\ 434,83 \text{ kN} &\geq 195,46 \text{ kN} \end{aligned} \quad \dots \text{OK !!}$$

2. Tulangan untuk Lapangan

Tulangan Geser Balok

$$\begin{aligned} \text{Tulangan Geser Balok (Sengkang/ Beugel)} & && \mathbf{2D13 - 150 \text{ mm}} \\ \text{Diameter Sengkang} &: d_s && (\text{mm}) && 13,00 \\ \text{Luas Penampang Sengkang} &: A_v = 2 [1/4 \pi d_s^2] \text{ (s 2 kaki)} && (\text{mm}^2) && 265,46 \\ \text{Jarak antar Sengkang} &: s && (\text{mm}) && 150,00 \\ \text{Jarak Sengkang Maksimum} &: s_{\max} && (\text{mm}) && 280,00 \end{aligned}$$

Kontrol Jarak Antar Tulangan Geser Balok

$$\begin{aligned} \rightarrow s &\leq d/2 \\ 150 &\leq 280 \end{aligned} \quad \dots \text{OK !!}$$

$$\begin{aligned} \rightarrow s &\leq 300 \text{ mm} \\ 150 &\leq 300 \end{aligned} \quad \dots \text{OK !!}$$

Kuat Geser Beton dan Baja Tulangan

$$\begin{aligned} \text{Kuat Geser Beton} &: V_c = 1/6 [(\sqrt{f_c'}) / (b d)] && (\text{kN}) && 204,48 \\ \text{Kuat Geser Tulangan Geser} &: V_s = (A_v f_y d) / s && (\text{kN}) && 386,52 \end{aligned}$$

Kuat Geser Rencana Balok

$$\checkmark \text{ Kuat Geser Rencana Balok} : \phi V_n = \phi (V_c + V_s) \quad (\text{kN}) \quad 443,25$$

Gaya Geser Ultimate Balok

$$\text{Kuat Geser Ulimit Balok} : V_u \quad (\text{kN}) \quad 97,73$$

KONTROL KUAT GESER RENCANA BALOK

$$\begin{aligned} \phi V_n &\geq V_u \\ 443,25 \text{ kN} &\geq 97,73 \text{ kN} \end{aligned}$$

... OK !!

Maka digunakan Tulangan Geser : Tumpuan : \emptyset 13 - 100 mm
Lapangan : \emptyset 13 - 150 mm

Note : Senggang Tertutup Pertama harus Dipasang ≤ 50 mm dari Muka Tumpuan



MODEL II

PERENCANAAN TULANGAN BALOK

PERHITUNGAN TULANGAN LENTUR BALOK KANTILEVER

Diketahui:

Mu	=	5,9894	kN·m	
b	=	250	mm	
h	=	400	mm	
d'	=	40	mm	
d	=	360	mm	
fc'	=	30,00	MPa	
fy	=	390	MPa	
∅	=	0,5		(rasio tulangan tekan dan tarik untuk daerah rawan gempa)
D	=	22	mm	(diameter tulangan)
As1	=	380,133	mm ²	
β	=	0,85		(untuk fc' = 17 - 30 Mpa)

Rasio tulangan yang dibutuhkan :

$$Ap^2 + Bp + C = 0$$

dimana :

$$A = \frac{0,59}{fc'} \times (1 - \emptyset)^2 \times fy^2$$
$$= 747,825$$

$$B = - \left[\{ (1 - \emptyset) \times fy \} + \{ \emptyset \times fy \times (1 - d'/d) \} \right]$$
$$= -368,3333$$

$$C = \frac{Mu}{\emptyset \times b \times d^2}$$
$$= 0,231073$$

dengan rumus abc, didapatkan nilai ρ

$$\rho_1 = 0,491911328$$

$$\rho_2 = 0,000628147$$

diambil nilai ρ terkecil dan positif

$$\rho = 0,00062815$$

Luas tulangan yang dibutuhkan

* tulangan tarik

$$As = \rho \times b \times d$$
$$= 56,5332596 \text{ mm}^2$$

* tulangan tekan

$$As' = \rho \times b \times d = 28,2666298 \text{ mm}^2$$

Jumlah tulangan yang dibutuhkan

* tulangan tarik

$$n = \frac{As}{As1} = \frac{28,2666298}{2} \approx 2 \text{ batang}$$

* tulangan tekan

$$n' = \frac{As'}{As1} = \frac{28,2666298}{2} \approx 2 \text{ batang}$$

→ Cek Rasio Tulangan Balok :

$$\rho = \frac{As}{b \times d} = 0,0006 \quad \rho' = \frac{As'}{b \times d} = 0,0003$$

$$fs' = 600 \times \left(1 - \frac{d'}{d} \times \left(\frac{600 + fy}{600}\right)\right) = 490,00$$

$$\rho_b = 0,85 \times \beta \times \left(\frac{fc'}{fy}\right) \times \left(\frac{600}{600 + fy}\right) + \rho' \times \left(\frac{fs'}{fy}\right) = 0,034077589$$

$$\rightarrow \rho_{max} = 0,75 \times \rho_b = 0,025558192$$

$$\rightarrow \rho_{min} = \frac{\sqrt{fc'}}{4 \times fy} = 0,00351 \quad \rho_{min} = \frac{1,4}{fy} = 0,00359$$

$$\rightarrow \rho_{min} \leq \rho \leq \rho_{max} \quad 0,0035897 \leq 0,0006281 \leq 0,025558192$$

Maka digunakan tulangan : 2 - D 22 untuk tulangan tarik
2 - D 22 untuk tulangan tekan

Tinggi Blok Tegangan Tekan Ekuivalen yang Aktual :

$$\rightarrow a = \frac{As \cdot fy}{0,85 \cdot Fc' \cdot B} = 46,51 \text{ mm}$$

Cek Momen Nominal Aktual :

$$\rightarrow \phi Mn = \phi As fy (d - a/2) = 79,877 \text{ kN m}$$

$$\phi Mn \geq Mu \quad 79,877 \geq 5,9894 \quad \dots \text{ OK}$$

KAPASITAS GESER BALOK KANTILEVER

Data Material Balok

Kuat Tekan Beton	: f_c'	(MPa)	30,00
Tegangan Leleh Baja	: f_y (BjTS-39)	(MPa)	390,00
Faktor Reduksi Geser	: ϕ		0,75

Dimensi Balok

Panjang Bentang	: L	(mm)	6000,00
Lebar Balok	: b	(mm)	250,00
Tinggi Balok	: h	(mm)	400,00
Selimit Beton	: d'	(mm)	40,00
Tinggi Efektif Beton	: $d = h - d'$	(mm)	360,00

Perhitungan Probable Moment Capacities (Mpr)

Panjang Plat	: L	(m)	6,00
Lebar Plat	: B	(m)	6,00
Beban Hidup	:	(kN/m ²)	2,50
Beban Mati	:	(kN/m ²)	1,33
Ln	:	(m)	5,75
Luas Pelat tributary	: A	(m ²)	18,00
Beban Hidup tidak terfaktor	: L	(kN/m)	7,50
Beban Mati tidak terfaktor	: D	(kN/m)	6,39
Wu	: $1,2 D + 1 L$	(kN/m)	15,17
Vg	: $Wu \cdot Ln / 2$	(kN)	43,61
apr	: $1,25 \cdot As \cdot Fy / 0,85 \cdot f_c' \cdot B$	(mm)	58,14
Mpr	: $1,25 \cdot As \cdot fy \cdot (d - apr / 2)$	(kNm)	122,65
Vsway	: $Mpr1 + Mpr2 / Ln$	(kN)	42,66
Ve	: $Vsway \pm Vg$	+ (kN)	86,27
		- (kN)	-0,95

Jika nilai V_e lebih besar dari V_u analisis dgn etabs, maka ambil V_e sebagai nilai V_u di tumpuan

Gaya Geser Ultimate Balok

Kuat Geser Ultimit Balok	: V_u	(kN)	39,83
	(Dari Hasil Analisa Struktur)		
Kuat Geser Ultimit Balok	: V_u (Tumpuan)	(kN)	86,27
Kuat Geser Ultimit Balok	: V_u (Lapangan)	(kN)	19,91

Tulangan Geser Balok

Tulangan Geser Balok (Senggang/ Beugel)		2D13 – 60 mm	
Diameter Senggang	: ds	(mm)	13,00
Luas Penampang Senggang	: $A_v = 2 [1/4 \pi ds^2]$ (s 2 kaki)	(mm ²)	265,46
Jarak antar Senggang	: s	(mm)	60,00

Kontrol Jarak Antar Tulangan Geser Balok

$$\begin{aligned} \rightarrow s &\leq d / 4 \\ 60,00 &\leq 90 \quad \dots \text{OK !!} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \rightarrow s &\leq 8 d.\text{longitudinal} \\ 60,00 &\leq 176 \quad \dots \text{OK !!} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \rightarrow s &\leq 24 d.\text{transversal} \\ 60,00 &\leq 312 \quad \dots \text{OK !!} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \rightarrow s &\leq 300 \text{ mm} \\ 60 &\leq 300 \quad \dots \text{OK !!} \end{aligned}$$

Kuat Geser Beton dan Baja Tulangan

$$\begin{aligned} \text{Kuat Geser Beton} &: V_c = 0 \quad (\text{kN}) \quad 0,00 \\ \text{Kuat Geser Tulangan Geser} &: V_s = (A_v f_y d) / s \quad (\text{kN}) \quad 621,19 \end{aligned}$$

Kuat Geser Rencana Balok

$$\checkmark \text{ Kuat Geser Rencana Balok} : \phi V_n = \phi (V_c + V_s) \quad (\text{kN}) \quad 465,89$$

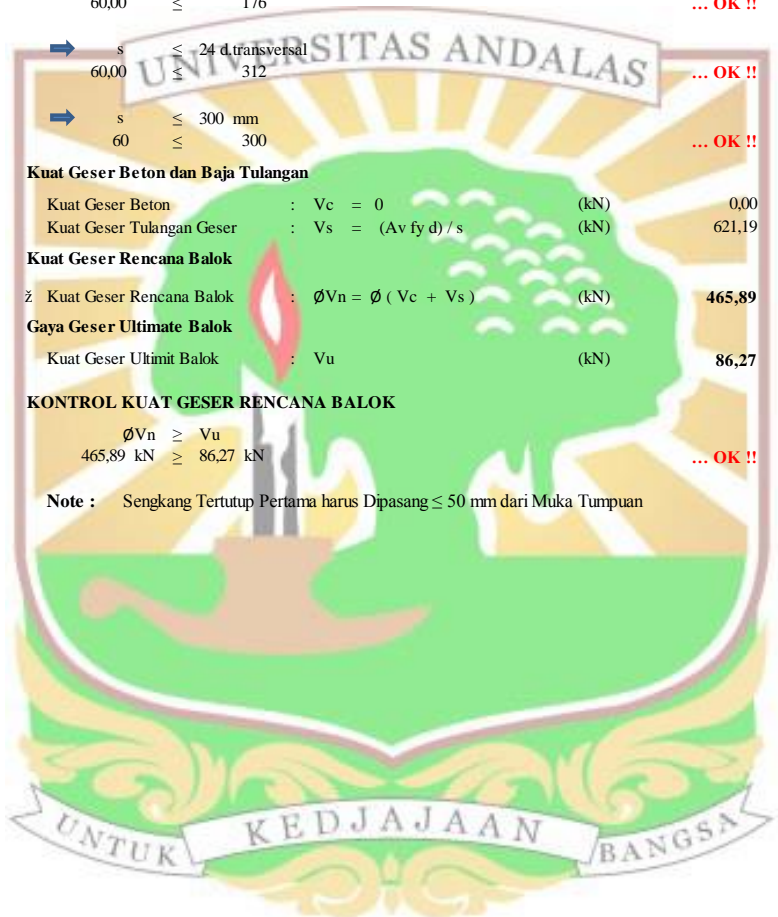
Gaya Geser Ultimate Balok

$$\text{Kuat Geser Ultimit Balok} : V_u \quad (\text{kN}) \quad 86,27$$

KONTROL KUAT GESER RENCANA BALOK

$$\begin{aligned} \phi V_n &\geq V_u \\ 465,89 \text{ kN} &\geq 86,27 \text{ kN} \quad \dots \text{OK !!} \end{aligned}$$

Note : Sengkang Tertutup Pertama harus Dipasang ≤ 50 mm dari Muka Tumpuan



MODEL III

PERENCANAAN TULANGAN BALOK

PERHITUNGAN TULANGAN LENTUR BALOK KANTILEVER

Diketahui:

Mu	=	1,6487	kN·m	
b	=	250	mm	
h	=	400	mm	
d'	=	40	mm	
d	=	360	mm	
fc'	=	30,00	MPa	
fy	=	390	MPa	
∅	=	0,5		(rasio tulangan tekan dan tarik untuk daerah rawan gempa)
D	=	22	mm	(diameter tulangan)
As1	=	380,133	mm ²	
β	=	0,85		(untuk fc' = 17 - 30 Mpa)

Rasio tulangan yang dibutuhkan :

$$A\rho^2 + B\rho + C = 0$$

dimana :

$$A = \frac{0,59 \times (1 - \emptyset)^2 \times fy^2}{fc'}$$
$$= 747,825$$

$$B = - [\{ (1 - \emptyset) \times fy \} + \{ \emptyset \times fy \times (1 - d'/d) \}]$$
$$= -368,3333$$

$$C = \frac{Mu}{\emptyset \times b \times d^2}$$
$$= 0,063607$$

dengan rumus abc, didapatkan nilai ρ

$$\rho_1 = 0,492366726$$

$$\rho_2 = 0,00017275$$

diambil nilai ρ terkecil dan positif

$$\rho = 0,00017275$$

Luas tulangan yang dibutuhkan

* tulangan tarik

$$As = \rho \times b \times d$$
$$= 15,5474968 \text{ mm}^2$$

* tulangan tekan

$$As' = \rho \times b \times d$$

$$= 7,77374838 \text{ mm}^2$$

Jumlah tulangan yang dibutuhkan

* tulangan tarik

$$n = \frac{As}{As1}$$

$$= \frac{7,77374838}{2} \approx 2 \text{ batang}$$

* tulangan tekan

$$n' = \frac{As'}{As1}$$

$$= \frac{7,77374838}{2} \approx 2 \text{ batang}$$

→ Cek Rasio Tulangan Balok :

$$\rho = \frac{As}{b \times d} = 0,0002 \quad \rho' = \frac{As'}{b \times d} = 0,0001$$

$$fs' = 600 \times (1 - d/d) \times (600 + fy / 600)$$

$$= 490,00$$

$$\rho_b = 0,85 \times \beta \times (fc' / fy) \times (600 / 600 + fy) + \rho' \times (fs' \times fy)$$

$$= 0,033791506$$

→ $\rho_{max} = 0,75 \times \rho_b$

$$= 0,02534363$$

→ $\rho_{min} = \frac{\sqrt{fc'}}{4 \times fy}$

$$= 0,00351 \quad \rho_{min} = \frac{1,4}{fy} = 0,00359$$

→ $\rho_{min} \leq \rho \leq \rho_{max}$

$$0,0035897 \leq 0,0001727 \leq 0,02534363$$

Maka digunakan tulangan : 2 - D 22 untuk tulangan tarik
2 - D 22 untuk tulangan tekan

Tinggi Blok Tegangan Tekan Ekuivalen yang Aktual :

→ $a = \frac{As \cdot fy}{0,85 \cdot Fc' \cdot B} = 46,51 \text{ mm}$

Cek Momen Nominal Aktual :

→ $\phi M_n = \phi As fy (d - a/2) = 79,877 \text{ kN m}$

$$\phi M_n \geq Mu$$

$$79,877 \geq 1,6487 \quad \dots \text{ OK}$$

KAPASITAS GESER BALOK KANTILEVER

Data Material Balok

Kuat Tekan Beton	: f_c'	(MPa)	30,00
Tegangan Leleh Baja	: f_y (BjTS-39)	(MPa)	390,00
Faktor Reduksi Geser	: ϕ		0,75

Dimensi Balok

Panjang Bentang	: L	(mm)	6000,00
Lebar Balok	: b	(mm)	250,00
Tinggi Balok	: h	(mm)	400,00
Selimit Beton	: d'	(mm)	40,00
Tinggi Efektif Beton	: $d = h - d'$	(mm)	360,00

Perhitungan Probable Moment Capacities (Mpr)

Panjang Plat	: L	(m)	6,00
Lebar Plat	: B	(m)	6,00
Beban Hidup	:	(kN/m ²)	2,50
Beban Mati	:	(kN/m ²)	1,33
Ln	:	(m)	5,75
Luas Pelat tributary	: A	(m ²)	18,00
Beban Hidup tidak terfaktor	: L	(kN/m)	7,50
Beban Mati tidak terfaktor	: D	(kN/m)	6,39
Wu	: $1,2 D + 1 L$	(kN/m)	15,17
Vg	: $Wu \cdot Ln / 2$	(kN)	43,61
apr	: $1,25 \cdot As \cdot Fy / 0,85 \cdot f_c' \cdot B$	(mm)	58,14
Mpr	: $1,25 \cdot As \cdot fy \cdot (d - apr / 2)$	(kNm)	122,65
Vsway	: $Mpr1 + Mpr2 / Ln$	(kN)	42,66
Ve	: $Vsway \pm Vg$	+ (kN)	86,27
		- (kN)	-0,95

Jika nilai V_e lebih besar dari V_u analisis dgn etabs, maka ambil V_e sebagai nilai V_u di tumpuan

Gaya Geser Ultimate Balok

Kuat Geser Ultimit Balok	: V_u	(kN)	3,84
(Dari Hasil Analisa Struktur)			
Kuat Geser Ultimit Balok	: V_u (Tumpuan)	(kN)	86,27
Kuat Geser Ultimit Balok	: V_u (Lapangan)	(kN)	1,92

Tulangan Geser Balok

Tulangan Geser Balok (Senggang/ Beugel)		2D13 – 60 mm	
Diameter Senggang	: ds	(mm)	13,00
Luas Penampang Senggang	: $A_v = 2 [1/4 \pi ds^2]$ (s 2 kaki)	(mm ²)	265,46
Jarak antar Senggang	: s	(mm)	60,00

Kontrol Jarak Antar Tulangan Geser Balok

$$\begin{aligned} \rightarrow s &\leq d / 4 \\ 60,00 &\leq 90 \quad \dots \text{OK !!} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \rightarrow s &\leq 8 d_{\text{longitudinal}} \\ 60,00 &\leq 176 \quad \dots \text{OK !!} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \rightarrow s &\leq 24 d_{\text{transversal}} \\ 60,00 &\leq 312 \quad \dots \text{OK !!} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \rightarrow s &\leq 300 \text{ mm} \\ 60 &\leq 300 \quad \dots \text{OK !!} \end{aligned}$$

Kuat Geser Beton dan Baja Tulangan

Kuat Geser Beton	: $V_c = 0$	(kN)	0,00
Kuat Geser Tulangan Geser	: $V_s = (A_v f_y d) / s$	(kN)	621,19

Kuat Geser Rencana Balok

$$\checkmark \text{ Kuat Geser Rencana Balok : } \phi V_n = \phi (V_c + V_s) \quad (\text{kN}) \quad 465,89$$

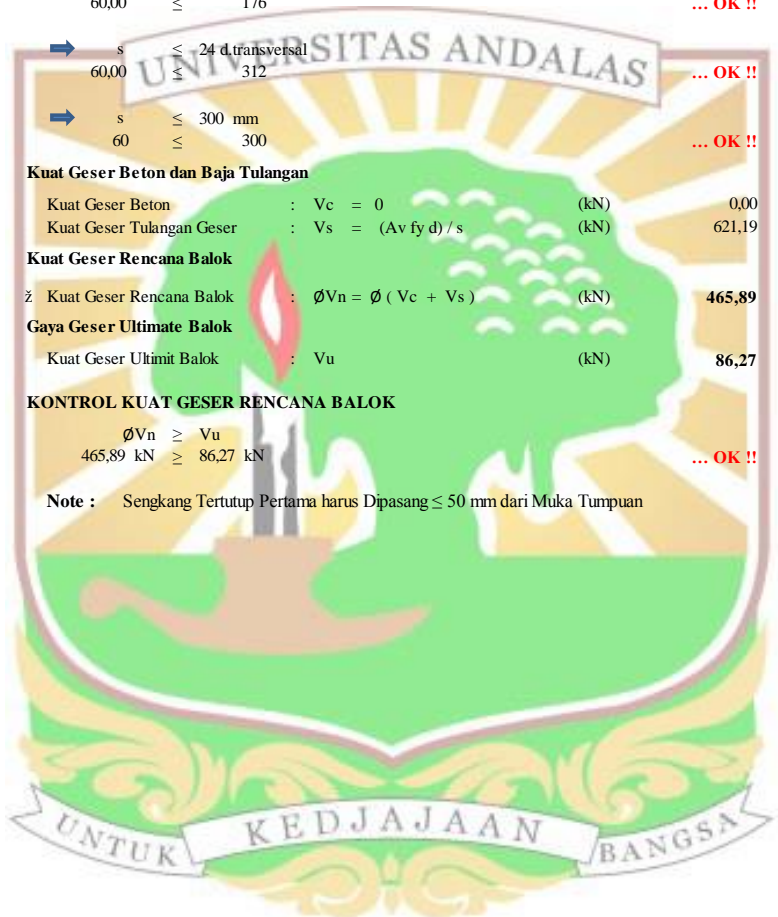
Gaya Geser Ultimate Balok

Kuat Geser Ultimit Balok	: V_u	(kN)	86,27
--------------------------	---------	------	-------

KONTROL KUAT GESER RENCANA BALOK

$$\begin{aligned} \phi V_n &\geq V_u \\ 465,89 \text{ kN} &\geq 86,27 \text{ kN} \quad \dots \text{OK !!} \end{aligned}$$

Note : Sengkang Tertutup Pertama harus Dipasang ≤ 50 mm dari Muka Tumpuan

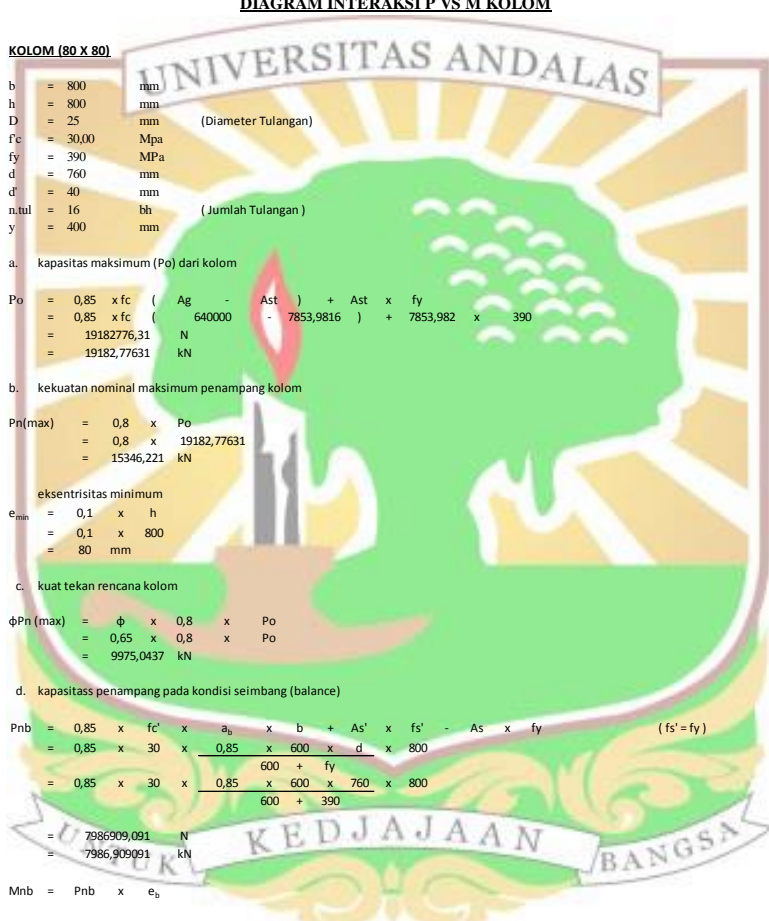


2. KOLOM

MODEL I

DIAGRAM INTERAKSI P VS M KOLOM

KOLOM (80 X 80)



b	=	800	mm
h	=	800	mm
D	=	25	mm (Diameter Tulangan)
f _c	=	30,00	Mpa
f _y	=	390	Mpa
d	=	760	mm
d'	=	40	mm
n.tul	=	16	bh (Jumlah Tulangan)
y	=	400	mm

a. kapasitas maksimum (P_o) dari kolom

$$\begin{aligned}
 P_o &= 0,85 \times f_c \left(A_g - A_{st} \right) + A_{st} \times f_y \\
 &= 0,85 \times f_c \left(640000 - 7853,9816 \right) + 7853,982 \times 390 \\
 &= 19182776,31 \text{ N} \\
 &= 19182,77631 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

b. kekuatan nominal maksimum penampang kolom

$$\begin{aligned}
 P_n(\max) &= 0,8 \times P_o \\
 &= 0,8 \times 19182,77631 \\
 &= 15346,221 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

eksentrisitas minimum

$$\begin{aligned}
 e_{\min} &= 0,1 \times h \\
 &= 0,1 \times 800 \\
 &= 80 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

c. kuat tekan rencana kolom

$$\begin{aligned}
 \phi P_n(\max) &= \phi \times 0,8 \times P_o \\
 &= 0,65 \times 0,8 \times P_o \\
 &= 9975,0437 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

d. kapasitas penampang pada kondisi seimbang (balance)

$$\begin{aligned}
 P_{nb} &= 0,85 \times f_c' \times a_b \times b + A_s' \times f_s' - A_s \times f_y \quad (f_s' = f_y) \\
 &= 0,85 \times 30 \times \frac{0,85 \times 600 \times d}{600 + f_y} \times 800 \\
 &= 0,85 \times 30 \times \frac{0,85 \times 600 \times 760}{600 + 390} \times 800 \\
 &= 7986909,091 \text{ N} \\
 &= 7986,909091 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

$$M_{nb} = P_{nb} \times e_b$$

$$\begin{aligned}
 C_b &= \frac{600}{600 + f_y} \times d \\
 &= \frac{600}{600 + 390} \times 760 \\
 &= 460,6060606 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 a_b &= 0,85 \times C_b \\
 &= 0,85 \times 460,6060606 \\
 &= 391,5151515 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

$$f_s' = E_s \times \epsilon_s' = 600 \times \left[\frac{c - d'}{c} \right]$$

$$= 600 \times \left[\frac{460,6061 - 40}{461} \right]$$

$$= 547,8947368$$

$$f_s' \geq f_y \rightarrow f_s' = f_y = 420$$

$$f_s = E_s \times \epsilon_s' = 600 \times \left[\frac{d - c}{c} \right]$$

$$= 600 \times \left[\frac{760 - 460,6061}{461} \right]$$

$$= 390$$

$$M_{nb} = 0,85 \times f_c' \times ab \times b \times \left(y - \frac{ab}{2} \right) + A_s' \times f_s' \times \left(h/2 - d' \right)$$

$$+ A_s \times f_s \times \left(\frac{d - y}{2} \right)$$

$$= 2776,376197 \text{ Nmm}$$

$$= 2776,376197 \text{ kNm}$$

eksentrisitas pada kondisi seimbang

$$e_b = \frac{M_{nb}}{P_{nb}}$$

$$= 0,347615851 \text{ m}$$

$$= 347,6158506 \text{ mm}$$

$$\phi \times P_{nb} = 5191,4909 \text{ kN}$$

$$\phi \times M_{nb} = 2221,101 \text{ kNm}$$

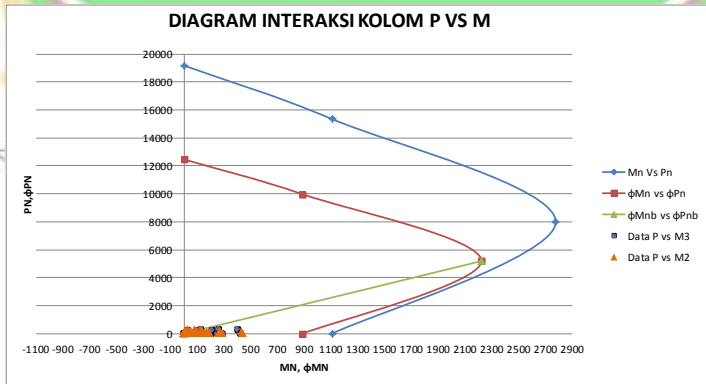
e. Kapasitas penampang pada kondisi momen murni (P=0)

$$M_n = A_s \times f_y \times \left(d - \frac{0,59 \times A_s \times f_y}{f_c' \times b} \right)$$

$$= 1106,298071 \text{ kNm}$$

$$\phi M_n = 885,0384568 \text{ kNm}$$

DIAGRAM INTERAKSI KOLOM P VS M



KAPASITAS GESER KOLOM 80x80

Kuat Tekan Beton	: f_c'	(MPa)	30,00
Tegangan Leleh Baja	: f_y (BJTS-39)	(MPa)	390,00
Faktor Reduksi Geser	: ϕ		0,75

Dimensi Kolom

Lebar Kolom	: b	(mm)	800,00
Tinggi Kolom	: h	(mm)	800,00
Selimit Beton	: d'	(mm)	40,00
Tinggi Efektif Beton	: $d = h - d'$	(mm)	760,00

Perhitungan Probable Moment Capacities (Mpr)

ϕM_n	: Balok 1	(kN.m)	251,88
	: Balok 2	(kN.m)	251,88
Mpr	: Balok 1	(kN.m)	314,85
	: Balok 2	(kN.m)	314,85
Tinggi Lantai	: H	(m)	4,00
	: H_n	(m)	3,20
Vsway	: $M_{pr1} + M_{pr2} / L_n$	(kN)	196,78
V_e	: Vsway	(kN)	196,78

Jika nilai V_e lebih besar dari V_u analisis dgn etabs, maka ambil V_e sebagai nilai V_u di tumpuan

Gaya Geser Ultimate Kolom

Kuat Geser Ultimit Kolom	: V_u	(kN)	221,64
	(Dari Hasil Analisa Struktur)		

Tulangan Geser Kolom

Tulangan Geser Kolom (Senggang/ Beugel)			2D13 – 100 mm
Diameter Senggang	: d_s	(mm)	13,00
Luas Penampang Senggang	: $A_v = 2 [1/4 \pi d_s^2]$	(s 2 kaki) (mm ²)	265,46
Jarak antar Senggang	: s	(mm)	100,00

Kontrol Jarak Antar Tulangan Geser Kolom

→	$s \leq 1/4$ Dimensi Kolom Minimum		
	100 \leq 200		... OK !!
→	$s \leq 6$ Diameter Tulangan Longitudinal		
	100 \leq 150		... OK !!

Kuat Geser Beton dan Baja Tulangan

Kuat Geser Beton	: $V_c = 1/6 [(\sqrt{f_c'}) / (b d)]$	(kN)	555,03
Kuat Geser Tulangan Geser	: $V_s = (A_v f_y d) / s$	(kN)	786,84

Kuat Geser Rencana Kolom

ϕV_n Kuat Geser Rencana Kolom	: $\phi (V_c + V_s)$	(kN)	1006,40
-------------------------------------	----------------------	------	----------------

Gaya Geser Ultimate Kolom

Kuat Geser Ultimit Kolom	: V_u	(kN)	221,64
--------------------------	---------	------	---------------

KONTROL KUAT GESER RENCANA KOLOM

$\phi V_n \geq V_u$			
1006,40 kN \geq 221,64 kN			... OK !!

Maka digunakan Tulangan Geser : 2D13 – 100 mm

Note : Senggang Tertutup Pertama harus Dipasang ≤ 50 mm dari Muka Tumpuan

DIAGRAM INTERAKSI P VS M KOLOM

KOLOM (70 X 70)

b	=	700	mm
h	=	700	mm
D	=	22	mm (Diameter Tulangan)
f _c	=	30,00	Mpa
f _y	=	390	MPa
d	=	660	mm
d'	=	40	mm
n.tul	=	16	bh (Jumlah Tulangan)
y	=	350	mm

a. kapasitas maksimum (P_o) dari kolom

$$\begin{aligned}
 P_o &= 0,85 \times f_c \left(A_g - A_{st} \right) + A_{st} \times f_y \\
 &= 0,85 \times f_c \left(490000 - 6082,1234 \right) + 6082,123 \times 390 \\
 &= 14711933,97 \text{ N} \\
 &= 14711,93397 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

b. kekuatan nominal maksimum penampang kolom

$$\begin{aligned}
 P_n(\max) &= 0,8 \times P_o \\
 &= 0,8 \times 14711,93397 \\
 &= 11769,547 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

eksentrisitas minimum

$$\begin{aligned}
 e_{\min} &= 0,1 \times h \\
 &= 0,1 \times 700 \\
 &= 70 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

c. kuat tekan rencana kolom

$$\begin{aligned}
 \phi P_n(\max) &= \phi \times 0,8 \times P_o \\
 &= 0,65 \times 0,8 \times P_o \\
 &= 7650,2057 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

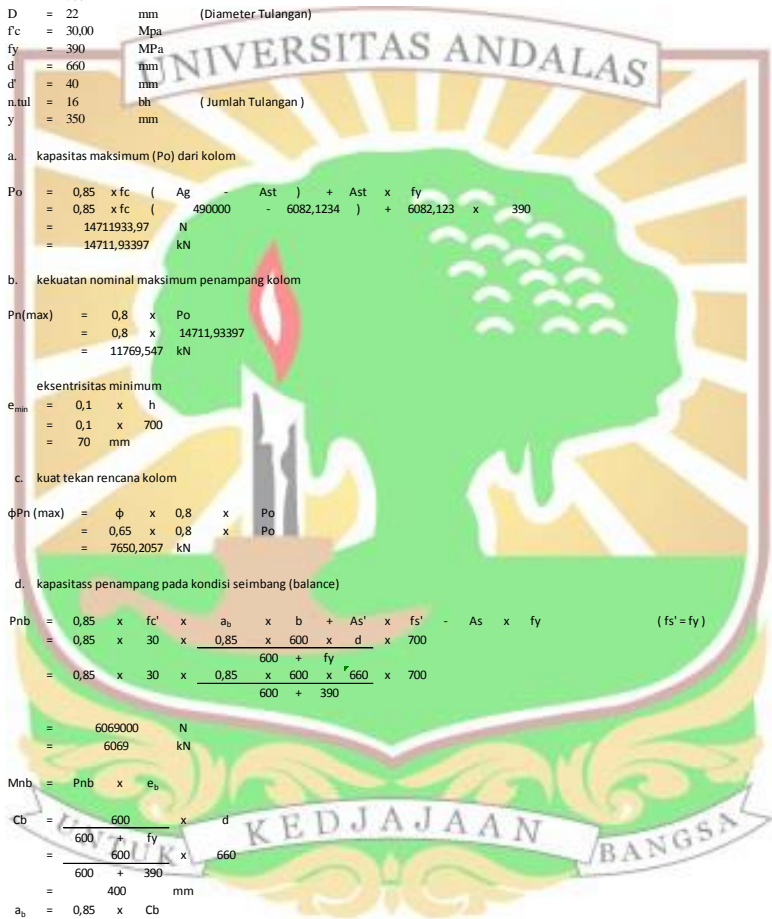
d. kapasitas penampang pada kondisi seimbang (balance)

$$\begin{aligned}
 P_{nb} &= 0,85 \times f_c' \times a_b \times b + A_s' \times f_s' - A_s \times f_y \quad (f_s' = f_y) \\
 &= 0,85 \times 30 \times \frac{0,85 \times 600 \times d}{600 + f_y} \times 700 \\
 &= 0,85 \times 30 \times \frac{0,85 \times 600 \times 660}{600 + 390} \times 700 \\
 &= 6069000 \text{ N} \\
 &= 6069 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

M_{nb} = P_{nb} × e_b

$$\begin{aligned}
 C_b &= \frac{600}{600 + f_y} \times d \\
 &= \frac{600}{600 + 390} \times 660 \\
 &= 400 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 a_b &= 0,85 \times C_b \\
 &= 0,85 \times 400 \\
 &= 340 \text{ mm}
 \end{aligned}$$



$$\begin{aligned}
 f_s' &= E_s \times \epsilon_s' = 600 \times \left[\frac{c - d'}{c} \right] \\
 &= 600 \times \left[\frac{400 - 40}{400} \right] \\
 &= 540
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 f_s' &\geq f_y \rightarrow f_s' = f_y = 420 \\
 f_s &= E_s \times \epsilon_s = 600 \times \left[\frac{d - c}{c} \right] \\
 &= 600 \times \left[\frac{660 - 400}{400} \right] \\
 &= 390
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 M_{nb} &= 0,85 \times f_c' \times a b \times b \times (y - ab/2) + A_s' \times f_s' \times (h/2 - d') \\
 &= 1856030590 \text{ Nmm} \\
 &= 1856,03059 \text{ kNm}
 \end{aligned}$$

eksentrisitas pada kondisi seimbang

$$\begin{aligned}
 e_b &= \frac{M_{nb}}{P_{nb}} \\
 &= 0,305821485 \text{ m} \\
 &= 305,8214846 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

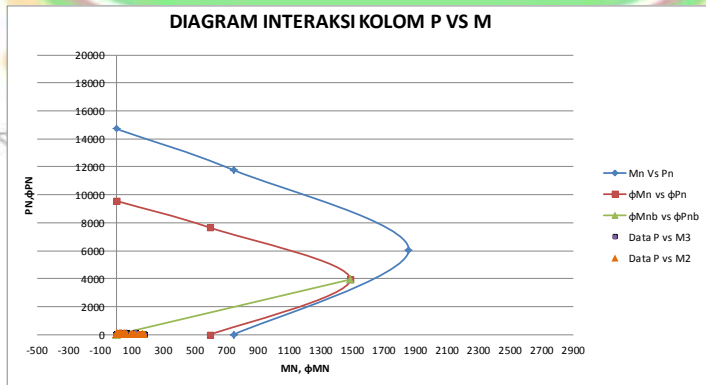
$$\begin{aligned}
 \phi \times P_{nb} &= 3944,85 \text{ kN} \\
 \phi \times M_{nb} &= 1484,8245 \text{ kNm}
 \end{aligned}$$

e. Kapasitas penampang pada kondisi momen murni (P=0)

$$\begin{aligned}
 M_n &= A_s \times f_y \left(d - \frac{0,59 \times A_s \times f_y}{f_c' \times b} \right) \\
 &= 743,2496922 \text{ kNm}
 \end{aligned}$$

$$\phi M_n = 594,5997538 \text{ kNm}$$

DIAGRAM INTERAKSI KOLOM P VS M



KAPASITAS GESER KOLOM 70x70

Kuat Tekan Beton	: f_c'	(MPa)	30,00
Tegangan Leleh Baja	: f_y (BJTS-39)	(MPa)	390,00
Faktor Reduksi Geser	: ϕ		0,75

Dimensi Kolom

Lebar Kolom	: b	(mm)	700,00
Tinggi Kolom	: h	(mm)	700,00
Selimit Beton	: d'	(mm)	40,00
Tinggi Efektif Beton	: $d = h - d'$	(mm)	660,00

Perhitungan Probable Moment Capacities (Mpr)

ϕM_n	: Balok 1	(kN.m)	251,88
	: Balok 2	(kN.m)	251,88
Mpr	: Balok 1	(kN.m)	314,85
	: Balok 2	(kN.m)	314,85
Tinggi Lantai	: H	(m)	4,00
	: H_n	(m)	3,30
Vsway	: $M_{pr1} + M_{pr2} / L_n$	(kN)	190,82
V_e	: Vsway	(kN)	190,82

Jika nilai V_e lebih besar dari V_u analisis dgn etabs, maka ambil V_e sebagai nilai V_u di tumpuan

Gaya Geser Ultimate Kolom

Kuat Geser Ultimit Kolom	: V_u	(kN)	172,49
	(Dari Hasil Analisa Struktur)		

Tulangan Geser Kolom

Tulangan Geser Kolom (Senggang/ Bengel)			2D13 – 100 mm
Diameter Senggang	: d_s	(mm)	13,00
Luas Penampang Senggang	: $A_v = 2 [1/4 \pi d_s^2]$	(s 2 kaki) (mm ²)	265,46
Jarak antar Senggang	: s	(mm)	100,00

Kontrol Jarak Antar Tulangan Geser Kolom

→	$s \leq 1/4$ Dimensi Kolom Minimum		
	100 \leq 175		... OK !!
→	$s \leq 6$ Diameter Tulangan Longitudinal		
	100 \leq 132		... OK !!

Kuat Geser Beton dan Baja Tulangan

Kuat Geser Beton	: $V_c = 1/6 [(\sqrt{f_c'}) / (b d)]$	(kN)	421,75
Kuat Geser Tulangan Geser	: $V_s = (A_v f_y d) / s$	(kN)	683,31

Kuat Geser Rencana Kolom

ϕV_n Kuat Geser Rencana Kolom	: $\phi (V_c + V_s)$	(kN)	828,79
-------------------------------------	----------------------	------	---------------

Gaya Geser Ultimate Kolom

Kuat Geser Ultimit Kolom	: V_u	(kN)	190,82
--------------------------	---------	------	---------------

KONTROL KUAT GESER RENCANA KOLOM

$\phi V_n \geq V_u$			
828,79 kN \geq 190,82 kN			... OK !!

Maka digunakan Tulangan Geser : 2D13 – 100 mm

Note : Senggang Tertutup Pertama harus Dipasang ≤ 50 mm dari Muka Tumpuan

MODEL II

DIAGRAM INTERAKSI P VS M KOLOM

KOLOM (80 X 80)

b	=	800	mm
h	=	800	mm
D	=	25	mm (Diameter Tulangan)
f'c	=	30,00	Mpa
fy	=	390	MPa
d	=	760	mm
d'	=	40	mm
n.tul	=	16	(Jumlah Tulangan)
y	=	400	mm

a. kapasitas maksimum (Po) dari kolom

$$\begin{aligned}
 P_o &= 0,85 \times f_c \left(A_g - A_{st} \right) + A_{st} \times f_y \\
 &= 0,85 \times f_c \left(640000 - 7853,9816 \right) + 7853,982 \times 390 \\
 &= 19182776,31 \text{ N} \\
 &= 19182,77631 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

b. kekuatan nominal maksimum penampang kolom

$$\begin{aligned}
 P_n(\max) &= 0,8 \times P_o \\
 &= 0,8 \times 19182,77631 \\
 &= 15346,221 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

eksentrisitas minimum

$$\begin{aligned}
 e_{\min} &= 0,1 \times h \\
 &= 0,1 \times 800 \\
 &= 80 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

c. kuat tekan rencana kolom

$$\begin{aligned}
 \phi P_n(\max) &= \phi \times 0,8 \times P_o \\
 &= 0,65 \times 0,8 \times P_o \\
 &= 9975,0437 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

d. kapasitas penampang pada kondisi seimbang (balance)

$$\begin{aligned}
 P_{nb} &= 0,85 \times f_c' \times a_b \times b + A_s' \times f_s' - A_s \times f_y \quad (f_s' = f_y) \\
 &= 0,85 \times 30 \times \frac{0,85 \times 600 \times d \times 800}{600 + f_y} - A_s \times 800 \\
 &= 0,85 \times 30 \times \frac{0,85 \times 600 \times 760 \times 800}{600 + 390} - A_s \times 800 \\
 &= 7986909,091 \text{ N} \\
 &= 7986,909091 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

Mnb = Pnb × eb

$$\begin{aligned}
 C_b &= \frac{600}{600 + f_y} \times d \\
 &= \frac{600}{600 + 390} \times 760 \\
 &= 460,6060606 \text{ mm} \\
 a_b &= 0,85 \times C_b \\
 &= 0,85 \times 460,60606 \\
 &= 391,5151515 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 f_s' &= E_s \times \epsilon_s' = 600 \times \left[\frac{c - d'}{c} \right] \\
 &= 600 \times \left[\frac{460,6061 - 40}{461} \right] \\
 &= 547,8947368
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 f_s' &\geq f_y \rightarrow f_s' = f_y = 420 \\
 f_s &= E_s \times \epsilon_s = 600 \times \left[\frac{d - c}{c} \right] \\
 &= 600 \times \left[\frac{760 - 460,60606}{461} \right] \\
 &= 390
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 M_{nb} &= 0,85 \times f_c' \times ab \times b \times \left(y - ab/2 \right) + A_s' \times f_s' \times \left(h/2 - d' \right) \\
 &= \frac{2776376197}{2776,376197} \text{ Nmm} \\
 &= 1000 \text{ kNm}
 \end{aligned}$$

eksentrisitas pada kondisi seimbang

$$\begin{aligned}
 e_b &= \frac{M_{nb}}{P_{nb}} \\
 &= 0,347615851 \text{ m} \\
 &= 347,6158506 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

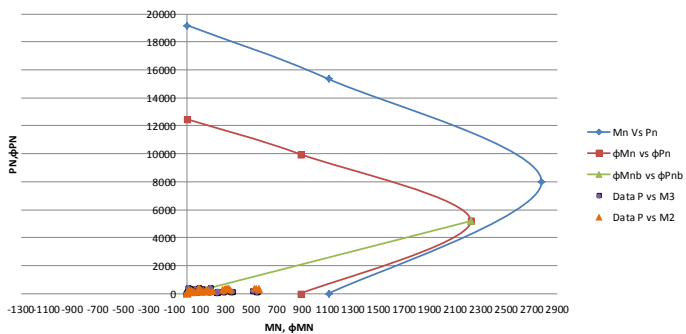
$$\begin{aligned}
 \phi \times P_{nb} &= 5191,4909 \text{ kN} \\
 \phi \times M_{nb} &= 2221,101 \text{ kNm}
 \end{aligned}$$

e. Kapasitas penampang pada kondisi momen murni (P=0)

$$\begin{aligned}
 M_n &= A_s \times f_y \left(d - 0,59 \times \frac{A_s \times f_y}{f_c' \times b} \right) \\
 &= 1106,298071 \text{ kNm}
 \end{aligned}$$

$$\phi M_n = 885,0384568 \text{ kNm}$$

DIAGRAM INTERAKSI KOLOM P VS M



KAPASITAS GESER KOLOM 80x80

Kuat Tekan Beton	: f_c'	(MPa)	30,00
Tegangan Leleh Baja	: f_y (BJTS-39)	(MPa)	390,00
Faktor Reduksi Geser	: ϕ		0,75

Dimensi Kolom

Lebar Kolom	: b	(mm)	800,00
Tinggi Kolom	: h	(mm)	800,00
Selimit Beton	: d'	(mm)	40,00
Tinggi Efektif Beton	: $d = h - d'$	(mm)	760,00

Perhitungan Probable Moment Capacities (Mpr)

ϕM_n	: Balok 1	(kN.m)	79,88
	: Balok 2	(kN.m)	79,88
Mpr	: Balok 1	(kN.m)	99,85
	: Balok 2	(kN.m)	99,85
Tinggi Lantai	: H	(m)	4,00
	: H_n	(m)	3,20
Vsway	: $Mpr1 + Mpr2 / L_n$	(kN)	62,40
V_e	: Vsway	(kN)	62,40

Jika nilai V_e lebih besar dari V_u analisis dgn etabs, maka ambil V_e sebagai nilai V_u di tumpuan

Gaya Geser Ultimate Kolom

Kuat Geser Ultimit Kolom	: V_u	(kN)	234,96
	(Dari Hasil Analisa Struktur)		

Tulangan Geser Kolom

Tulangan Geser Kolom (Senggang/ Beugel)			2D13 – 100 mm
Diameter Senggang	: d_s	(mm)	13,00
Luas Penampang Senggang	: $A_v = 2 [1/4 \pi d_s^2]$	(s 2 kaki) (mm ²)	265,46
Jarak antar Senggang	: s	(mm)	100,00

Kontrol Jarak Antar Tulangan Geser Kolom

→	$s \leq 1/4$ Dimensi Kolom Minimum		
	100 \leq 200		... OK !!
→	$s \leq 6$ Diameter Tulangan Longitudinal		
	100 \leq 150		... OK !!

Kuat Geser Beton dan Baja Tulangan

Kuat Geser Beton	: $V_c = 1/6 [(\sqrt{f_c'}) / (b d)]$	(kN)	555,03
Kuat Geser Tulangan Geser	: $V_s = (A_v f_y d) / s$	(kN)	786,84

Kuat Geser Rencana Kolom

ϕV_n Kuat Geser Rencana Kolom	: $\phi (V_c + V_s)$	(kN)	1006,40
-------------------------------------	----------------------	------	----------------

Gaya Geser Ultimate Kolom

Kuat Geser Ultimit Kolom	: V_u	(kN)	234,96
--------------------------	---------	------	---------------

KONTROL KUAT GESER RENCANA KOLOM

$\phi V_n \geq V_u$			
1006,40 kN \geq 234,96 kN			... OK !!

Maka digunakan Tulangan Geser : 2D13 – 100 mm

Note : Senggang Tertutup Pertama harus Dipasang ≤ 50 mm dari Muka Tumpuan

DIAGRAM INTERAKSI P VS M KOLOM

KOLOM (70 X 70)

b	=	700	mm
h	=	700	mm
D	=	22	mm (Diameter Tulangan)
f _c	=	30,00	Mpa
f _y	=	390	MPa
d	=	660	mm
d'	=	40	mm
n.tul	=	16	bh (Jumlah Tulangan)
y	=	350	mm

a. kapasitas maksimum (P_o) dari kolom

$$\begin{aligned}
 P_o &= 0,85 \times f_c \left(A_g - A_{st} \right) + A_{st} \times f_y \\
 &= 0,85 \times f_c \left(490000 - 6082,1234 \right) + 6082,123 \times 390 \\
 &= 14711933,97 \text{ N} \\
 &= 14711,93397 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

b. kekuatan nominal maksimum penampang kolom

$$\begin{aligned}
 P_n(\max) &= 0,8 \times P_o \\
 &= 0,8 \times 14711,93397 \\
 &= 11769,547 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

eksentrisitas minimum

$$\begin{aligned}
 e_{\min} &= 0,1 \times h \\
 &= 0,1 \times 700 \\
 &= 70 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

c. kuat tekan rencana kolom

$$\begin{aligned}
 \phi P_n(\max) &= \phi \times 0,8 \times P_o \\
 &= 0,65 \times 0,8 \times P_o \\
 &= 7650,2057 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

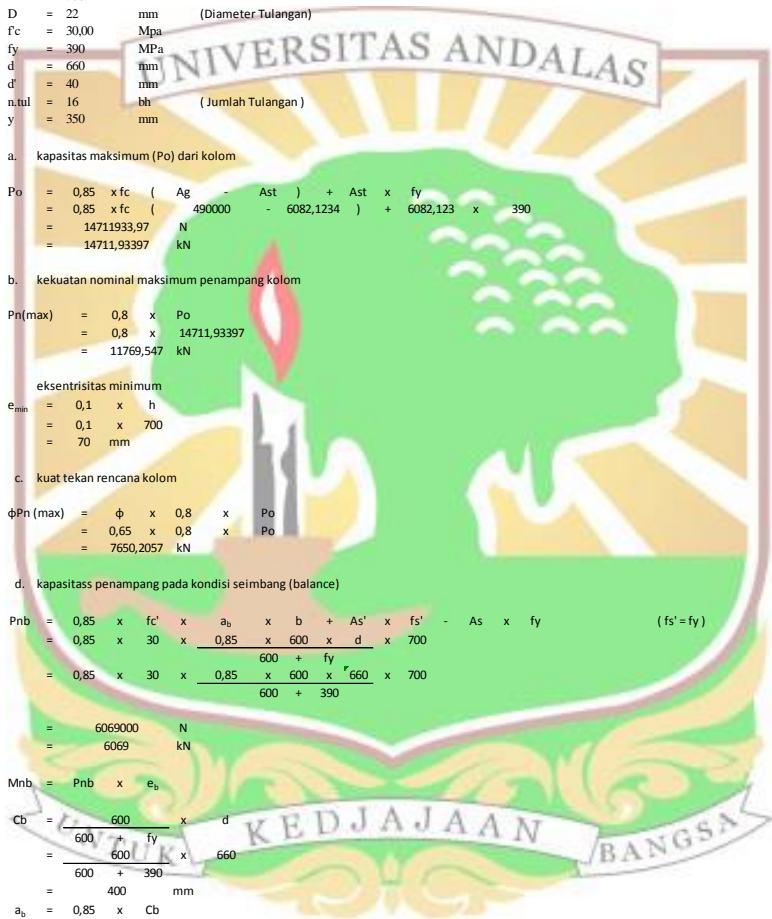
d. kapasitas penampang pada kondisi seimbang (balance)

$$\begin{aligned}
 P_{nb} &= 0,85 \times f_c' \times a_b \times b + A_s' \times f_s' - A_s \times f_y \quad (f_s' = f_y) \\
 &= 0,85 \times 30 \times \frac{0,85 \times 600 \times d}{600 + f_y} \times 700 \\
 &= 0,85 \times 30 \times \frac{0,85 \times 600 \times 660}{600 + 390} \times 700 \\
 &= 6069000 \text{ N} \\
 &= 6069 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

M_{nb} = P_{nb} × e_b

$$\begin{aligned}
 C_b &= \frac{600}{600 + f_y} \times d \\
 &= \frac{600}{600 + 390} \times 660 \\
 &= 400 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 a_b &= 0,85 \times C_b \\
 &= 0,85 \times 400 \\
 &= 340 \text{ mm}
 \end{aligned}$$



$$\begin{aligned}
 f_s' &= E_s \times \epsilon_s' = 600 \times \left[\frac{c - d'}{c} \right] \\
 &= 600 \times \left[\frac{400 - 40}{400} \right] \\
 &= 540
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 f_s' &\geq f_y \rightarrow f_s' = f_y = 420 \\
 f_s &= E_s \times \epsilon_s = 600 \times \left[\frac{d - c}{c} \right] \\
 &= 600 \times \left[\frac{660 - 400}{400} \right] \\
 &= 390
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 M_{nb} &= 0,85 \times f_c' \times a_b \times b \times (y - a_b/2) + A_s' \times f_s' \times (h/2 - d') \\
 &= 1856030590 \\
 &= 1856,03059 \text{ Nmm} \\
 &= 1856,03059 \text{ kNm}
 \end{aligned}$$

eksentrisitas pada kondisi seimbang

$$\begin{aligned}
 e_b &= \frac{M_{nb}}{P_{nb}} \\
 &= \frac{0,305821485 \text{ m}}{305,8214846 \text{ mm}}
 \end{aligned}$$

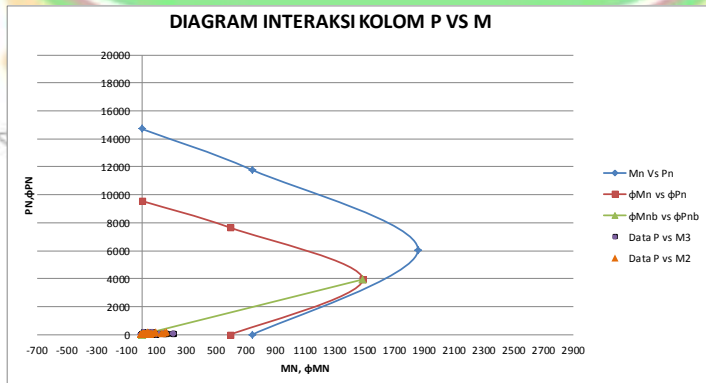
$$\begin{aligned}
 \phi \times P_{nb} &= 3944,85 \text{ kN} \\
 \phi \times M_{nb} &= 1484,8245 \text{ kNm}
 \end{aligned}$$

e. Kapasitas penampang pada kondisi momen murni (P=0)

$$\begin{aligned}
 M_n &= A_s \times f_y \left(d - \frac{0,59 \times A_s \times f_y}{f_c' \times b} \right) \\
 &= 743,2496922 \text{ kNm}
 \end{aligned}$$

$$\phi M_n = 594,5997538 \text{ kNm}$$

DIAGRAM INTERAKSI KOLOM P VS M



KAPASITAS GESER KOLOM 70X70

Kuat Tekan Beton	: f_c'	(MPa)	30,00
Tegangan Leleh Baja	: f_y (BJTS-39)	(MPa)	390,00
Faktor Reduksi Geser	: ϕ		0,75

Dimensi Kolom

Lebar Kolom	: b	(mm)	700,00
Tinggi Kolom	: h	(mm)	700,00
Selimit Beton	: d'	(mm)	40,00
Tinggi Efektif Beton	: $d = h - d'$	(mm)	660,00

Perhitungan Probable Moment Capacities (Mpr)

ϕM_n	: Balok 1	(kN.m)	79,88
	: Balok 2	(kN.m)	79,88
Mpr	: Balok 1	(kN.m)	99,85
	: Balok 2	(kN.m)	99,85
Tinggi Lantai	: H	(m)	4,00
	: H_n	(m)	3,30
Vsway	: $Mpr1 + Mpr2 / L_n$	(kN)	60,51
V_e	: Vsway	(kN)	60,51

Jika nilai V_e lebih besar dari V_u analisis dgn etabs, maka ambil V_e sebagai nilai V_u di tumpuan

Gaya Geser Ultimate Kolom

Kuat Geser Ultimit Kolom	: V_u	(kN)	175,68
	(Dari Hasil Analisa Struktur)		

Tulangan Geser Kolom

Tulangan Geser Kolom (Senggang/ Beugel)			2D13 – 100 mm
Diameter Senggang	: d_s	(mm)	13,00
Luas Penampang Senggang	: $A_v = 2 [1/4 \pi d_s^2]$	(s 2 kaki) (mm ²)	265,46
Jarak antar Senggang	: s	(mm)	100,00

Kontrol Jarak Antar Tulangan Geser Kolom

→	$s \leq 1/4$ Dimensi Kolom Minimum		
	100 \leq 175		... OK !!
→	$s \leq 6$ Diameter Tulangan Longitudinal		
	100 \leq 132		... OK !!

Kuat Geser Beton dan Baja Tulangan

Kuat Geser Beton	: $V_c = 1/6 [(\sqrt{f_c'}) / (b d)]$	(kN)	421,75
Kuat Geser Tulangan Geser	: $V_s = (A_v f_y d) / s$	(kN)	683,31

Kuat Geser Rencana Kolom

ϕV_n Kuat Geser Rencana Kolom	: $\phi (V_c + V_s)$	(kN)	828,79
-------------------------------------	----------------------	------	---------------

Gaya Geser Ultimate Kolom

Kuat Geser Ultimit Kolom	: V_u	(kN)	175,68
--------------------------	---------	------	---------------

KONTROL KUAT GESER RENCANA KOLOM

$\phi V_n \geq V_u$			
828,79 kN \geq 175,68 kN			... OK !!

Maka digunakan Tulangan Geser : 2D13 – 100 mm

Note : Senggang Tertutup Pertama harus Dipasang ≤ 50 mm dari Muka Tumpuan

MODEL III

DIAGRAM INTERAKSI P VS M KOLOM

KOLOM (80 X 80)

b	=	800	mm
h	=	800	mm
D	=	25	mm (Diameter Tulangan)
f'c	=	30,00	Mpa
fy	=	390	MPa
d	=	760	mm
d'	=	40	mm
n.tul	=	16	bh (Jumlah Tulangan)
y	=	400	mm

a. kapasitas maksimum (Po) dari kolom

$$\begin{aligned}
 P_o &= 0,85 \times f_c \left(A_g - A_{st} \right) + A_{st} \times f_y \\
 &= 0,85 \times f_c \left(640000 - 7853,9816 \right) + 7853,982 \times 390 \\
 &= 19182776,31 \text{ N} \\
 &= 19182,77631 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

b. kekuatan nominal maksimum penampang kolom

$$\begin{aligned}
 P_n(\max) &= 0,8 \times P_o \\
 &= 0,8 \times 19182,77631 \\
 &= 15346,221 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

eksentrisitas minimum

$$\begin{aligned}
 e_{\min} &= 0,1 \times h \\
 &= 0,1 \times 800 \\
 &= 80 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

c. kuat tekan rencana kolom

$$\begin{aligned}
 \phi P_n(\max) &= \phi \times 0,8 \times P_o \\
 &= 0,65 \times 0,8 \times P_o \\
 &= 9975,0437 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

d. kapasitas penampang pada kondisi seimbang (balance)

$$\begin{aligned}
 P_{nb} &= 0,85 \times f_c' \times a_b \times b + A_s' \times f_s' - A_s \times f_y \quad (f_s' = f_y) \\
 &= 0,85 \times 30 \times \frac{0,85 \times 600 \times d \times 800}{600 + f_y} + A_s' \times f_s' - A_s \times f_y \\
 &= 0,85 \times 30 \times \frac{0,85 \times 600 \times 760 \times 800}{600 + 390} + A_s' \times f_s' - A_s \times f_y \\
 &= 7986909,091 \text{ N} \\
 &= 7986,909091 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

$$M_{nb} = P_{nb} \times e_b$$

$$\begin{aligned}
 C_b &= \frac{600}{600 + f_y} \times d \\
 &= \frac{600}{600 + 390} \times 760 \\
 &= 460,6060606 \text{ mm} \\
 a_b &= 0,85 \times C_b \\
 &= 0,85 \times 460,60606 \\
 &= 391,5151515 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 f_s' &= E_s \times \epsilon_s' = 600 \times \left[\frac{c - d'}{c} \right] \\
 &= 600 \times \left[\frac{460,6061 - 40}{461} \right] \\
 &= 547,8947368
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 f_s' &\geq f_y \rightarrow f_s' = f_y = 420 \\
 f_s &= E_s \times \epsilon_s = 600 \times \left[\frac{d - c}{c} \right] \\
 &= 600 \times \left[\frac{760 - 460,60606}{461} \right] \\
 &= 390
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 M_{nb} &= 0,85 \times f_c' \times a b \times b \times \left(y - \frac{ab}{2} \right) + A_s' \times f_s' \times \left(h/2 - d' \right) \\
 &= \frac{2776376197}{2776,376197} \text{ Nmm} \\
 &= 1000 \text{ kNm}
 \end{aligned}$$

eksentrisitas pada kondisi seimbang

$$\begin{aligned}
 e_b &= \frac{M_{nb}}{P_{nb}} \\
 &= 0,347615851 \text{ m} \\
 &= 347,6158506 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

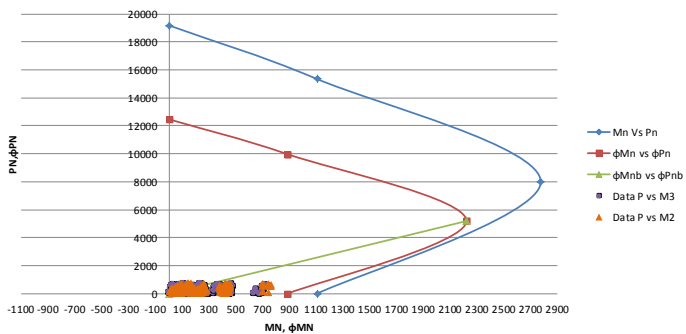
$$\begin{aligned}
 \phi \times P_{nb} &= 5191,4909 \text{ kN} \\
 \phi \times M_{nb} &= 2221,101 \text{ kNm}
 \end{aligned}$$

e. Kapasitas penampang pada kondisi momen murni (P=0)

$$\begin{aligned}
 M_n &= A_s \times f_y \left(d - \frac{0,59 \times A_s \times f_y}{f_c' \times b} \right) \\
 &= 1106,298071 \text{ kNm}
 \end{aligned}$$

$$\phi M_n = 885,0384568 \text{ kNm}$$

DIAGRAM INTERAKSI KOLOM P VS M



KAPASITAS GESER KOLOM 80x80

Kuat Tekan Beton	: f_c'	(MPa)	30,00
Tegangan Leleh Baja	: f_y (BJTS-39)	(MPa)	390,00
Faktor Reduksi Geser	: ϕ		0,75

Dimensi Kolom

Lebar Kolom	: b	(mm)	800,00
Tinggi Kolom	: h	(mm)	800,00
Selimit Beton	: d'	(mm)	40,00
Tinggi Efektif Beton	: $d = h - d'$	(mm)	760,00

Perhitungan Probable Moment Capacities (Mpr)

ϕM_n	: Balok 1	(kN.m)	79,88
	: Balok 2	(kN.m)	79,88
Mpr	: Balok 1	(kN.m)	99,85
	: Balok 2	(kN.m)	99,85
Tinggi Lantai	: H	(m)	4,00
	: H_n	(m)	3,20
Vsway	: $Mpr1 + Mpr2 / L_n$	(kN)	62,40
V_e	: Vsway	(kN)	62,40

Jika nilai V_e lebih besar dari V_u analisis dgn etabs, maka ambil V_e sebagai nilai V_u di tumpuan

Gaya Geser Ultimate Kolom

Kuat Geser Ultimit Kolom	: V_u	(kN)	168,44
	(Dari Hasil Analisa Struktur)		

Tulangan Geser Kolom

Tulangan Geser Kolom (Senggang/ Beugel)			2D13 – 100 mm
Diameter Senggang	: d_s	(mm)	13,00
Luas Penampang Senggang	: $A_v = 2 [1/4 \pi d_s^2]$	(s 2 kaki) (mm ²)	265,46
Jarak antar Senggang	: s	(mm)	100,00

Kontrol Jarak Antar Tulangan Geser Kolom

→	$s \leq 1/4$ Dimensi Kolom Minimum		
	100 \leq 200		... OK !!
→	$s \leq 6$ Diameter Tulangan Longitudinal		
	100 \leq 150		... OK !!

Kuat Geser Beton dan Baja Tulangan

Kuat Geser Beton	: $V_c = 1/6 [(\sqrt{f_c'}) / (b d)]$	(kN)	555,03
Kuat Geser Tulangan Geser	: $V_s = (A_v f_y d) / s$	(kN)	786,84

Kuat Geser Rencana Kolom

ϕV_n Kuat Geser Rencana Kolom	: $\phi (V_c + V_s)$	(kN)	1006,40
-------------------------------------	----------------------	------	----------------

Gaya Geser Ultimate Kolom

Kuat Geser Ultimit Kolom	: V_u	(kN)	168,44
--------------------------	---------	------	---------------

KONTROL KUAT GESER RENCANA KOLOM

$\phi V_n \geq V_u$			
1006,40 kN \geq 168,44 kN			... OK !!

Maka digunakan Tulangan Geser : 2D13 – 100 mm

Note : Senggang Tertutup Pertama harus Dipasang ≤ 50 mm dari Muka Tumpuan

DIAGRAM INTERAKSI P VS M KOLOM

KOLOM (70 X 70)

b	=	700	mm
h	=	700	mm
D	=	22	mm (Diameter Tulangan)
f _c	=	30,00	Mpa
f _y	=	390	MPa
d	=	670	mm
d'	=	30	mm
n.tul	=	16	bh (Jumlah Tulangan)
y	=	350	mm

a. kapasitas maksimum (P_o) dari kolom

$$\begin{aligned}
 P_o &= 0,85 \times f_c \left(A_g - A_{st} \right) + A_{st} \times f_y \\
 &= 0,85 \times f_c \left(490000 - 6082,1234 \right) + 6082,123 \times 390 \\
 &= 14711933,97 \text{ N} \\
 &= 14711,93397 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

b. kekuatan nominal maksimum penampang kolom

$$\begin{aligned}
 P_n(\max) &= 0,8 \times P_o \\
 &= 0,8 \times 14711,93397 \\
 &= 11769,547 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

eksentrisitas minimum

$$\begin{aligned}
 e_{\min} &= 0,1 \times h \\
 &= 0,1 \times 700 \\
 &= 70 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

c. kuat tekan rencana kolom

$$\begin{aligned}
 \phi P_n(\max) &= \phi \times 0,8 \times P_o \\
 &= 0,65 \times 0,8 \times P_o \\
 &= 7650,2057 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

d. kapasitas penampang pada kondisi seimbang (balance)

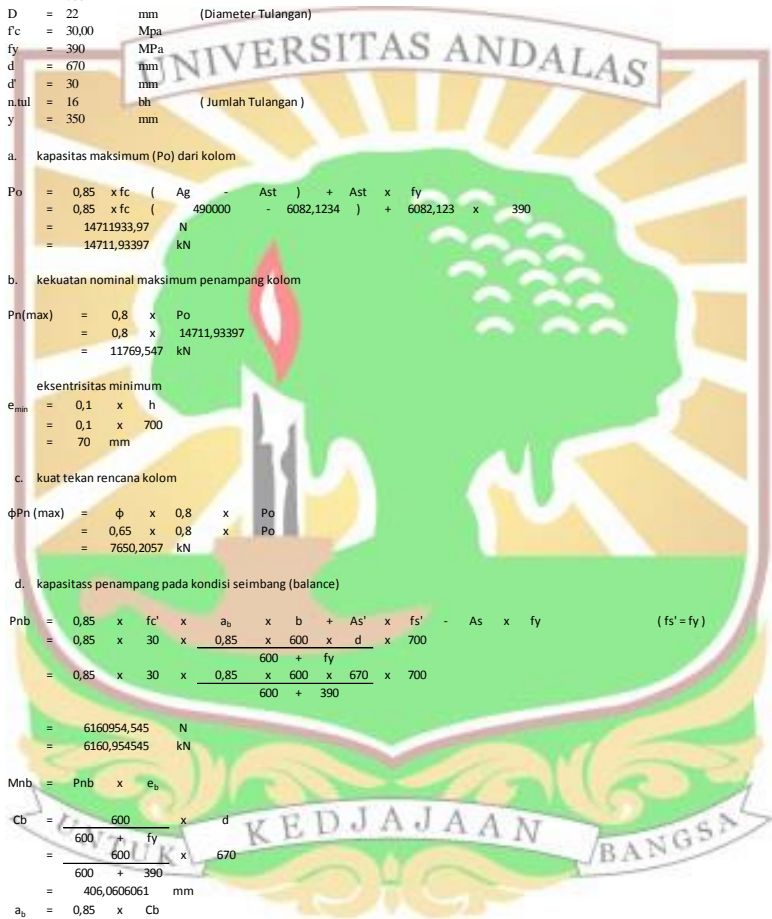
$$\begin{aligned}
 P_{nb} &= 0,85 \times f_c' \times a_b \times b + A_s' \times f_s' - A_s \times f_y \quad (f_s' = f_y) \\
 &= 0,85 \times 30 \times \frac{0,85 \times 600 \times d}{600 + f_y} \times 700 \\
 &= 0,85 \times 30 \times \frac{0,85 \times 600 \times 670}{600 + 390} \times 700
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 &= 6160954,545 \text{ N} \\
 &= 6160,954545 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

$$M_{nb} = P_{nb} \times e_b$$

$$\begin{aligned}
 C_b &= \frac{600}{600 + f_y} \times d \\
 &= \frac{600}{600 + 390} \times 670 \\
 &= 406,06061 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 a_b &= 0,85 \times C_b \\
 &= 0,85 \times 406,06061 \\
 &= 345,15152 \text{ mm}
 \end{aligned}$$



$$\begin{aligned}
 f_s' &= E_s \times \epsilon_s' = 600 \times \left[\frac{c - d'}{c} \right] \\
 &= 600 \times \left[\frac{406,0606 - 30}{406} \right] \\
 &= 555,6716418
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 f_s' &\geq f_y \rightarrow f_s' = f_y = 420 \\
 f_s &= E_s \times \epsilon_s = 600 \times \left[\frac{d - c}{c} \right] \\
 &= 600 \times \left[\frac{670 - 406,06061}{406} \right] \\
 &= 390
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 M_{nb} &= 0,85 \times f_c' \times a b \times b \times (y - a/2) + A_s' \times f_s' \times (h/2 - d') \\
 &= 1881345883 \quad \text{Nmm} \\
 &= 1881,345883 \quad \text{kNm}
 \end{aligned}$$

eksentrisitas pada kondisi seimbang

$$\begin{aligned}
 e_b &= \frac{M_{nb}}{P_{nb}} \\
 &= 0,305365974 \text{ m} \\
 &= 305,3659735 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

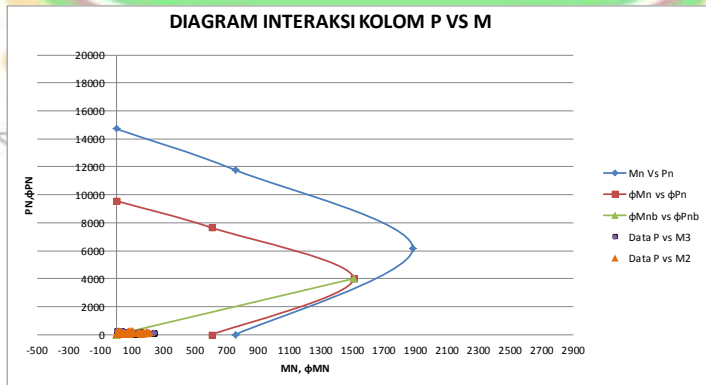
$$\begin{aligned}
 \phi \times P_{nb} &= 4004,6205 \text{ kN} \\
 \phi \times M_{nb} &= 1505,0767 \text{ kNm}
 \end{aligned}$$

e. Kapasitas penampang pada kondisi momen murni (P=0)

$$\begin{aligned}
 M_n &= A_s \times f_y \left(d - \frac{0,59 \times A_s \times f_y}{f_c' \times b} \right) \\
 &= 755,1098328 \text{ kNm}
 \end{aligned}$$

$$\phi M_n = 604,0878663 \text{ kNm}$$

DIAGRAM INTERAKSI KOLOM P VS M



KAPASITAS GESER KOLOM 70X70

Kuat Tekan Beton	: f_c'	(MPa)	30,00
Tegangan Leleh Baja	: f_y (BJTS-39)	(MPa)	390,00
Faktor Reduksi Geser	: ϕ		0,75

Dimensi Kolom

Lebar Kolom	: b	(mm)	700,00
Tinggi Kolom	: h	(mm)	700,00
Selimit Beton	: d'	(mm)	40,00
Tinggi Efektif Beton	: $d = h - d'$	(mm)	660,00

Perhitungan Probable Moment Capacities (Mpr)

ϕM_n	: Balok 1	(kN.m)	79,88
	: Balok 2	(kN.m)	79,88
Mpr	: Balok 1	(kN.m)	99,85
	: Balok 2	(kN.m)	99,85
Tinggi Lantai	: H	(m)	5,00
	: H_n	(m)	4,30
Vsway	: $M_{pr1} + M_{pr2} / L_n$	(kN)	46,44
V_e	: Vsway	(kN)	46,44

Jika nilai V_e lebih besar dari V_u analisis dgn etabs, maka ambil V_e sebagai nilai V_u di tumpuan

Gaya Geser Ultimate Kolom

Kuat Geser Ultimit Kolom	: V_u	(kN)	124,52
	(Dari Hasil Analisa Struktur)		

Tulangan Geser Kolom

Tulangan Geser Kolom (Senggang/ Beugel)			2D13 – 100 mm
Diameter Senggang	: d_s	(mm)	13,00
Luas Penampang Senggang	: $A_v = 2 [1/4 \pi d_s^2]$	(s 2 kaki) (mm ²)	265,46
Jarak antar Senggang	: s	(mm)	100,00

Kontrol Jarak Antar Tulangan Geser Kolom

→	$s \leq 1/4$ Dimensi Kolom Minimum		
	100 \leq 175		... OK !!
→	$s \leq 6$ Diameter Tulangan Longitudinal		
	100 \leq 132		... OK !!

Kuat Geser Beton dan Baja Tulangan

Kuat Geser Beton	: $V_c = 1/6 [(\sqrt{f_c'}) / (b d)]$	(kN)	421,75
Kuat Geser Tulangan Geser	: $V_s = (A_v f_y d) / s$	(kN)	683,31

Kuat Geser Rencana Kolom

ϕV_n Kuat Geser Rencana Kolom	: $\phi (V_c + V_s)$	(kN)	828,79
-------------------------------------	----------------------	------	---------------

Gaya Geser Ultimate Kolom

Kuat Geser Ultimit Kolom	: V_u	(kN)	124,52
--------------------------	---------	------	---------------

KONTROL KUAT GESER RENCANA KOLOM

$\phi V_n \geq V_u$			
828,79 kN \geq 124,52 kN			... OK !!

Maka digunakan Tulangan Geser : 2D13 – 100 mm

Note : Senggang Tertutup Pertama harus Dipasang ≤ 50 mm dari Muka Tumpuan

HASIL PEMERIKSAAN KESAMAAN LAPORAN

Jurusan Teknik Sipil Universitas Andalas sudah melakukan pemeriksaan kesamaan (*similarity*) dengan menggunakan aplikasi Turnitin terhadap laporan Skripsi S1/Tugas Akhir (TA)/Thesis dari mahasiswa berikut:

Nama : SUCI LESTARI
No BP : 1510921076
Judul Skripsi : Analisis Jarak Dilatasi Bangunan Ber-*Layout* L Dan Perhitungan Penulangan Elemen Balok Dan Kolom Disekitar Dilatasi

Pemeriksaan dengan Turnitin menghasilkan *index similarity* sebesar 30 % ; Angka ini sudah memenuhi persyaratan kesamaan yang ditetapkan oleh Universitas Andalas.

Diperiksa oleh
Tim Validator Skripsi S1
Teknik Sipil, FT-UNAND

Validator



Ahmad Junaidi, MT, MEngSc
NIP: 196406251994031003

Padang, 14 Oktober 2019
Mengetahui,
Kaprod S1 Teknik Sipil



Dr. Nurhamidah, MT, MEngSc
NIP: 197109122006042002