

SKRIPSI

ANALISIS PERHITUNGAN STRUKTUR GEDUNG PENGADILAN NEGERI TELUK KUANTAN

*Diajukan Kepada Universitas Islam Kuantan Singingi Untuk Memenuhi
Persyaratan Memperoleh Derajat Sarjana Strata 1 (S-1) Teknik Sipil*



Disusun Oleh:

SESTRI DAYANTI
NPM: 180204015

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS ISLAM KUANTAN SINGINGI
TELUK KUANTAN**

2023

LEMBAR PERSETUJUAN

**ANALISIS PERHITUNGAN STRUKTUR
GEDUNG PENGADILAN NEGERI TELUK KUANTAN**

Disusun Oleh

SESTRIDAYANTI
NPM. 180204015

Skripsi ini telah disetujui untuk dilaksanakan ujian pada tanggal 27 September 2023.

Dan dinyatakan telah memenuhi syarat

Menyetujui,

Pembimbing I



SURYA ADINATA., S.T., M.T.
NIDN. 1005097703

Pembimbing II



ADE IRAWAN., S.T., M.T.
NIDN. 1027117901

**LEMBAR TIM PENGUJI
SKRIPSI**


**"ANALISIS PERHITUNGAN STRUKTUR
GEDUNG PENGADILAN NEGERI TELUK KUANTAN"**

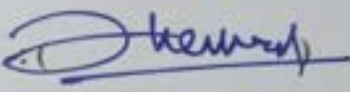
Disusun Oleh :

SESTRI DAYANTI


NPM. 180204015

Telah Dipertahankan Di Depan Dosen Penguji
Pada Hari Rabu, tanggal 27 September 2023 Pada Program Studi
Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Islam Kuantan Singingi

Ketua : AGUS CANDRA., S.T., M.Si. : ()

Penguji I : CHITRA HERMAWAN., S.T., M.T. : ()

Penguji II : RIKKI AFRIZAL., S.Pd., M.Sc. : ()

Pembimbing I : SURYA ADINATA., S.T., M.T. : ()

Pembimbing II : ADE IRAWAN., S.T., M.T. : ()

HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi ini telah diuji didepan Dosen Penguji dan dinyatakan diterima sebagai syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Islam Kuantan Singingi.

Pada hari : Rabu

Tanggal : 27 September 2023

Dosen Penguji

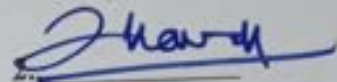
1. AGUS CANDRA, S.T., M.Si

NIDN. 1020088701

1. 


2. CHITRA HERMAWAN., S.T., M.T.

NIDN. 1022068901

2. 

3. RIKKI AFRIZAL., S.Pd., M.Sc.

NIDN. 1022128603

3. 

4. SURYA ADINATA., S.T., M.T.

NIDN. 1005097703

4. 

5. ADE IRAWAN., S.T., M.T.

NIDN. 1027117901

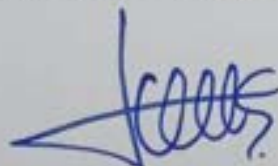
5. 

Teluk Kuantan, 27 September 2023

Dekan

Fakultas Teknik

Universitas Islam Kuantan Singingi



AGUS CANDRA, S.T., M.Si.

NIDN. 1020088701

Ketua

Program Studi Teknik Sipil



ADE IRAWAN, S.T., M.T.

NIDN. 1027117901

LEMBAR PENGESAHAN

ANALISIS PERHITUNGAN STRUKTUR GEDUNG PENGADILAN NEGERI TELUK KUANTAN


Diajukan Kepada Universitas Islam Kuantan Singingi Untuk Memenuhi
Persyaratan Memperoleh Derajat Sarjana Strata Satu Teknik Sipil

Disusun Oleh


SESTRI DAYANTI
NPM. 180204015

Telah diperiksa dan disahkan oleh :

SURYA ADINATA., S.T., M.T.
Dosen Pembimbing I


Tanggal : 17/10 - 2023

ADE IRAWAN., S.T., M.T.
Dosen Pembimbing II


Tanggal : 24/10 - 2023

SURAT PERNYATAAN

Menyatakan bahwa dalam skripsi ini dilaksanakan penelitian dan analisis oleh penulis. Skripsi ini sepenuhnya merupakan hasil intelektual saya dan seluruh sumber referensi dalam skripsi ini telah saya sebutkan sesuai kaidah akademik yang berlaku umum.

Yang bertanda tangan di bawah ini, Saya:

Nama : Sestri Dayanti

NPM : 180204015

Program Studi : Teknik Sipil

Demikian pernyataan ini saya buat

Teluk Kuantan, 11 September 2023

Penulis,

10000
METERAI
TEMPEL
008AKX830062808

SESTRIDAYANTI

NPM : 180204012

MOTTO

**Tidak perlu iri dengan keberhasilan orang lain,
karena jalan hidup kita tidak sama.**

Kita lambat bukan berarti kita bodoh, tapi kita tau setiap melakukan sesuatu punya proses yang berbeda-beda. Dan disitulah kita bisa memilih jalan hidup kita, tetap maju dan terus berusaha atau mundur dan menyerah.

(penulis)

DAFTAR RIWAYAT HIDUP



Nama : Sestri Dayanti
Tempat/Tanggal Lahir : Munsalo, 8 September 2000
Anak Ke : 4 (Empat)
Alamat : Munsalo Kopah, Kec. Kuantan Tengah
No Handphone : 085363104316
Email : sestridayanti89@gmail.com

Nama Orang Tua

Ayah : Samsumar

Ibu : Saruli

Riwayat Pendidikan :

1. SD N 030 Munsalo Kopah (2006-2012)
2. SMPN 6 Teluk Kuantan (2012-2015)
3. SMA N 2 Teluk Kuantan (2015-2018)
4. Universitas Islam Kuantan Singingi (2018- 2023)

ABSTRAK

Skripsi ini bertujuan untuk mengetahui gaya-gaya dan dimensi struktur pada Gedung pengadilan negeri teluk kuantan. Struktur yang ditinjau pada Gedung ini adalah pelat, balok dan kolom. Analisis struktur dilakukan dengan menggunakan program SAP2000. Hasil dari penelitian ini yaitu Untuk struktur pelat beton dengan tebal 120 mm dipakai dengan jarak tulangan P10-207 mm untuk $t_x = t_y$, dan untuk jarak tulangan $t_y = t_x$ yaitu P10-245 mm. Struktur kolom K1 (600x600) dengan $f_c=24,90$ MPa dan $f_y = 400$ Mpa. Didapat tulangan lentur dengan luas tulangan memanjang yaitu 20D22 = 3600 mm², sedangkan tulangan transversal 335 mm². Untuk gaya aksial rencana kolom portal arah x, $P_u = 3717,2414$ KN, momen rancang kolom, $M_u = 3720,6855$ KNm. Sedangkan untuk rencana kolom portal arah y, $P_u = 3601,0905$ KN, dan momen rancang kolom, $M_u = 3604,5345$ KNm. Struktur balok B1(350x700) pada portal x dipakai tulangan 20D19 dengan $f_c=24,90$ MPa dan $f_y = 400$ MPa. Didapat $A_s' = 0,017$ mm² dan $A_s=805,567$ mm². jarak bersih antar tulangan yaitu 86,5 mm. dipakai tulangan geser P10-104 mm dalam daerah sendi plastis, dan tulangan geser P10-268 mm diluar sendi plastis. Pada portal arah Y didapat $A_s' = 8,87$ mm² dan $A_s = 583,32$ mm². jarak bersih antar tulangan 192 mm, dipakai tulangan geser P10-104 mm dalam sendi plastis dan tulangan geser P10-269 mm diluar sendi plastis.

Kata Kunci : Pelat, Balok, Kolom, SAP2000.

ABSTRACT

This thesis aims to determine the styles and structural dimensions of the Teluk Kuantan District Court Building. The structures reviewed in this building are plates, beams and columns. Structural analysis was carried out using the SAP2000 program. The results of this research are that for concrete slab structures with a thickness of 120 mm, a reinforcement distance of P10-207 mm is used for $t_x = t_y$, and for a reinforcement distance of $t_y = t_x$, namely P10-245 mm. K1 column structure (600x600) with $f_c = 24.90$ MPa and $f_y = 400$ Mpa. Flexible reinforcement with an area of longitudinal reinforcement is $20D22 = 3600$ mm², while the transverse reinforcement is 335 mm². For the design axial force of the portal column in the x direction, $P_u = 3717.2414$ KN, column design moment, $M_u = 3720.6855$ KNm. Meanwhile, for the y direction portal column design, $P_u = 3601.0905$ KN, and the column design moment, $M_u = 3604.5345$ KNm. The B1(350x700) beam structure at portal x uses 20D19 reinforcement with $f_c = 24.90$ MPa and $f_y = 400$ MPa. Obtained $A_s' = 0.017$ mm² and $A_s = 805.567$ mm². The clear distance between reinforcement is 86.5 mm. P10-104 mm shear reinforcement is used in the plastic joint area, and P10-268 mm shear reinforcement outside the plastic joint. In the Y direction portal we get $A_s' = 8.87$ mm² and $A_s = 583.32$ mm². The clear distance between reinforcement is 192 mm, P10-104 mm shear reinforcement is used in plastic joints and P10-269 mm shear reinforcement is used outside plastic joints.

Keywords : Plates, Beams, Columns, SAP2000.

KATA PENGANTAR

Segala puji bagi Allah SWT yang telah memberikan nikmat serta hidayahnya terutama nikmat kesempatan dan kesehatan sehingga penulis bisa menyelesaikan skripsi ini. Shalawat serta salam kita sampaikan kepada Nabi Besar Muhammad SAW yang telah memberikan pedoman hidup yakni Al-Qur'an dan Sunah untuk keselamatan umat manusia.

Penulis tidak akan dapat menyelesaikan skripsi ini tanpa dukungan dari orang tua, keluarga dan orang-orang yang telah memberikan bimbingan dan dukungan penuh kepada penulis selama penulis menempuh masa studi. Dengan segala kerendahan hati, dari lubuk hati yang paling dalam, dan juga kesempatan yang sudah diberikan Allah SWT untuk menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Bapak Dr. H. Nopriadi, SK.M.,M.Kes., sebagai Rektor Universitas Islam Kuantan Singingi.
2. Bapak Agus Candra, ST.,M.Si., sebagai Dekan Fakultas Teknik Universitas Islam Kuantan Singingi.
3. Bapak Ade Irawan, ST.,MT., sebagai Kaprodi Teknik Sipil Universitas Islam Kuantan Singingi.
4. Bapak Surya Adinata, ST.,MT., selaku Pembimbing I dalam Menyusun skripsi ini.
5. Bapak Ade Irawan,ST.,MT., selaku Pembimbing II dalam Menyusun skripsi ini.
6. Seluruh dosen-dosen Program Studi Teknik Sipil Universitas Islam Kuantan Singingi.
7. Kedua orang tua dan keluarga yang selalu memberikan bantuannya baik moril maupun materil.
8. Teman-teman seperjuangan program studi teknik sipil yang selalu memberikan dukungannya dalam menyelesaikan skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa terdapat banyak kekurangan dalam penulisan skripsi ini, maka dari itu penulis tidak menutup diri terhadap kritik dan saran yang

membangun dari para pembaca untuk penyempurnaan skripsi ini. Semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat khususnya bagi penulis dan umumnya para pembaca sekalian. Agar kita berguna bagi Bangsa dan Negara dan berguna bagi orang lain serta kita sendiri. Amin...

Teluk Kuantan, 9 September 2023

Penulis

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR.....	i
DAFTAR ISI	iii
DAFTAR GAMBAR.....	vi
DAFTAR TABEL.....	viii
DAFTAR NOTASI.....	ix
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan masalah	1
1.3 Tujuan penelitian	1
1.4 Manfaat penelitian	1
1.5 Batasan Masalah	2
BAB II TINJAUAN UMUM PUSTAKA	3
2.1. Tinjauan Umum	3
2.2. Penelitian Sebelumnya	4
2.3. Penelitian Saat Ini	5
BAB III LANDASAN TEORI	7
3.1 Proyek Pembangunan Gedung Pengadilan Negeri Teluk Kuantan ...	7
3.2 Struktur Bangunan	7
3.2.1 Struktur Bawah (Lower Structure).....	8
3.2.2 Struktur Atas (Upper Structure)	8
3.3 Perencanaan Elemen Struktur	8
3.3.1 Kolom	8
3.3.2 Balok	9
3.3.3 Pelat.....	12

3.4 Penggunaan Program SAP 2000.....	13
3.5 Pembebanan	15
BAB IV METODOLOGI PENELITIAN	21
4.1 Lokasi Penelitian.....	21
4.2 Metode Penelitian	22
4.2.1 Metode survey	22
4.2.2 Metode studi Pustaka	22
4.3 Pelaksanaan Penelitian	22
4.4 Bagan Alur Penulisan	23
4.5 Jadwal penelitian.....	24
BAB V ANALISA DAN PEMBAHASAN	
5.1 Kriteria Perencanaan	25
5.2 Pemodelan Struktur Gedung.....	26
5.2.1 Model Baru	26
5.2.2 Tipe Material	27
5.2.3 Membuat Koordinat Denah	27
5.2.4 Input Data Kolom, Balok, Pelat	28
5.2.4.1 Input Data Kolom.....	28
5.2.4.2 Input Data Balok	30
5.2.4.3 Input Data Pelat.....	32
5.2.5 Menggambar Kolom, Balok, Pelat	33
5.2.5.1 Membuat Kolom	33
5.2.5.2 Membuat Balok	34
5.2.5.3 Membuat Pelat.....	35
5.2.6 Menentukan Jenis Perletakan	36
5.2.7 Membuat Tipe Beban.....	37
5.2.7.1 Beban Pada Balok	37
5.2.7.2 Beban Pada Pelat.....	38
5.2.8 Diafragma	40
5.2.9 Massa Struktur.....	41
5.2.10 Hubungan Balok Dan Kolom.....	42

5.2.11	Parameter Beban Gempa	42
5.2.12	Input Tipe Beban Gempa Statis	43
5.2.13	Input Tipe Beban Dinamis	44
5.2.14	Modal Analysis	44
5.2.15	Analysis	45
5.3	Pembebanan Pelat Lantai	46
5.3.1	Beban-Beban Yang Bekerja Pada Pelat Lantai	46
5.3.2	Menghitung Distribusi Momen Pelat	47
5.3.3	Perhitungan Tulangan Pelat Lantai	47
5.4	Perencanaan Kolom.....	50
5.4.1	Perhitungan Momen dan Gaya Aksial Rencana	50
5.4.2	Tulangan Transversal	51
5.4.3	Analisis Gaya Aksial dan Momen Akibat Balok	57
5.5	Desain Balok.....	59
BAB VI	PENUTUP	72
6.1	Kesimpulan	72
6.2	Saran	73

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

BAB III LANDASAN TEORI

Gambar 3.1 wilayah gempa Indonesia	19
--	----

BAB IV METODOLOGI PENELITIAN

Gambar 4.1 Lokasi Gedung Pengadilan Negeri Teluk Kuantan	21
Gambar 4.2 Bangunan Pengadilan Negeri Teluk Kuantan.....	21

BAB V ANALISA DAN PEMBAHASAN

Gambar 5.1	Permulaan Pembuatan Model Baru.....	26
Gambar 5.2	Input Grid Line Bangunan	26
Gambar 5.3	Input Material Property Data	27
Gambar 5.4	Koordinat System Denah.....	28
Gambar 5.5	Input Koordinat	28
Gambar 5.6	Input Material Property Data	29
Gambar 5.7	Input Dimensi Kolom.....	29
Gambar 5.8	Input Reduksi Kolom	30
Gambar 5.9	Reinforcement Data Kolom.....	30
Gambar 5.10	Input Dimensi Balok.....	31
Gambar 5.11	Input Reduksi Balok	31
Gambar 5.12	Reinforcement Data Balok.....	32
Gambar 5.13	Input Dimensi Pelat	32
Gambar 5.14	Input Reduksi Pelat.....	33
Gambar 5.15	Pilihan Section Property Kolom.....	33
Gambar 5.16	Membuat Kolom.....	34
Gambar 5.17	Pilihan Section Property Balok	34
Gambar 5.18	Membuat Balok	35
Gambar 5.19	Pilihan Section Property Pelat.....	35

Gambar 5.20	Pelat Yang Selesai Dikerjakan	36
Gambar 5.21	Menentukan Lokasi Perletakan	36
Gambar 5.22	Menentukan Jenis Perletakan	37
Gambar 5.23	Menentukan Tipe Beban	37
Gambar 5.24	Memodelkan Beban Dinding	38
Gambar 5.25	Beban Dinding Pada Balok	38
Gambar 5.26	Menentukan Jenis Beban Dan Besarnya.....	39
Gambar 5.27	Memodelkan Beban Mati Pada Lantai	40
Gambar 5.28	Menentukan Jenis Constrain	40
Gambar 5.29	Joint Constrain.....	41
Gambar 5.30	Penentuan Massa Gedung	41
Gambar 5.31	Pengaturan Sambungan Balok Kolom.....	42
Gambar 5.32	Input Kurva Spectrum Respons Desain	42
Gambar 5.33	Tipe Beban Gempa Statis.....	43
Gambar 5.34	Modify Lateral Load Pattern Baris SY	43
Gambar 5.35	Beban Respons Spectrum	44
Gambar 5.36	Tipe Beban Dinamis	44
Gambar 5.37	Modify Modal Load Case	45
Gambar 5.38	Pilihan Program Analysis	45
Gambar 5.39	Pilihan Menjalankan Program.....	46

DAFTAR TABEL

BAB II LANDASAN TEORI

Tabel 3.1 Berat Bahan Bangunan	16
Tabel 3.2 Bagian-Bagian Konstruksi	16
Tabel 3.3 Tabel Beban Hidup Pada Plat Lantai	17
Table 3.4 faktor reduksi kekuatan \emptyset	20

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Tabel 4.1 Jadwal Penelitian	24
-----------------------------------	----

DAFTAR NOTASI

A_s	= luas penampang tulangan baja per meter lebar pelat.
A_{sh}	= luas penampang total tulangan transversal
A_s'	= luas tulangan tekan
A_v	= luas tulangan geser horizontal dalam spasi s
b_w	= lebar komponen struktur
d	= tinggi efektif balok
E	= beban gempa
E_c	= modulus elastisitas beton
f_c'	= kuat tekan beton karakteristik 28 hari.
F_s	= tegangan tarik yang dihitung dalam tulangan saat beban layan
f_y	= mutu baja (tulangan lentur)
f_{ys}	= mutu baja (tulangan geser)
H_n	= ketinggian struktur
I_e	= faktor Keutamaan Gempa
K	= eksponen yang terkait dengan perioda struktur
L	= beban hidup (live load)
L_y	= bentang panjang pelat lantai
L_x	= bentang pendek pelat lantai
m	= faktor modifikasi komponen
M_{kap}	= momen kapasitas
M_n	= momen nominal
M_{nb}	= momen nominal kolom pada kondisi balance
M_t	= momen tersedia
M_u	= momen ultimit
M_-	= momen negatif
M_+	= momen positif
n	= jumlah
P_b	= gaya aksial pada kondisi balance
P_n	= gaya aksial nominal
P_{nb}	= gaya aksial nominal pada kondisi balance

- P_n0 = kuat desak nominal/teoritik suatu kolom akibat beban sentris
- P_u = gaya tekan aksial terfaktor
- R_m = faktor reduksi gempa maksimum yang dapat dikerahkan
- s = spasi minimum Sengkang
- V = gaya geser dasar
- V_c = kekuatan geser nominal yang disediakan oleh beton
- V_n = kekuatan geser nominal
- V_s = kekuatan geser nominal yang disediakan oleh tulangan geser
- V_t = geser dasar ragam
- V_u = gaya geser terfaktor pada penampang yang ditinjau
- β_1 = faktor distribusi tegangan beton persegi ekuivalen
- ρ = faktor redundansi
- ρ = rasio tulangan
- δ_a = perpindahan di titik a
- δ_b = perpindahan di titik b

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Gedung Pengadilan Negeri Teluk Kuantan ini memiliki struktur kolom, balok yang begitu besar. Konsultan perencana melakukan perencanaan dengan beban wilayah gempa 6. Sementara di daerah Teluk Kuantan ini beban wilayah gempanya 3, maka penulis melakukan percobaan dengan memberikan beban gempa 3. Dengan begitu diperkirakan hasil strukturnya juga lebih kecil, juga lebih kuat dan proporsional.

Berdasarkan ulasan diatas, penulis ingin melakukan tinjauan terhadap analisis perhitungan struktur pada Gedung pengadilan tersebut dengan tema "*Analisis Perhitungan Struktur Gedung Pengadilan Negeri Teluk Kuantan*". Analisis perhitungan ini di bantu dengan menggunakan program SAP2000 agar hasil yang didapat lebih baik dan akurat.

1.2 Rumusan Masalah

1. Bagaimana menghitung gaya-gaya dalam struktur Gedung pengadilan negeri teluk kuantan?
2. Bagaimana dimensi struktur yang dihasilkan pada Gedung pengadilan negeri teluk kuantan?

1.3 Tujuan Penelitian

1. Mengetahui gaya-gaya pada struktur Gedung pengadilan negeri teluk kuantan.
2. Mengetahui hasil dimensi struktur pada Gedung pengadilan negeri teluk kuantan.

1.4 Manfaat Penelitian

Adapun Manfaat dari penelitian ini adalah :

1. Untuk menentukan perhitungan struktur yang aman, dan efisien pada gedung menggunakan SAP2000.
2. Sebagai bahan acuan atau bahan bacaan bagi yang melakukan penelitian yang berhubungan dengan analisis perhitungan struktur gedung.

1.5 Batasan Masalah

Beberapa Batasan masalah dalam penelitian ini antara lain sebagai berikut :

1. Data yang didapat dari data sekunder pada proyek yaitu gambar rencana pada proyek.
2. Perhitungan pondasi dan atap tidak dilakukan.

BAB II

TINJAUAN UMUM PUSTAKA

2.1 Tinjauan Umum

Struktur dalam bangunan merupakan sarana untuk menyalurkan beban yang diakibatkan penggunaan dan atau kehadiran bangunan di atas tanah dan tujuan utama dari struktur adalah memberikan kekuatan pada suatu bangunan. Struktur bangunan dipengaruhi oleh beban mati (dead load) berupa berat sendiri, beban hidup (live load) berupa beban akibat penggunaan ruangan dan beban khusus seperti penurunan pondasi, tekanan tanah atau air, pengaruh temperatur dan beban akibat gempa.

Pada prinsipnya, elemen struktur berfungsi untuk mendukung keberadaan elemen nonstruktur yang meliputi elemen tampak, interior, dan detail arsitektur sehingga membentuk satu kesatuan. Setiap bagian struktur bangunan tersebut juga mempunyai fungsi dan peranannya masing-masing. Kegunaan lain dari struktur bangunan gedung yaitu meneruskan beban bangunan dari bagian bangunan atas menuju bagian bangunan bawah, lalu menyebarkannya ke tanah. Perancangan struktur harus memastikan bahwa bagian-bagian sistem struktur ini sanggup mengizinkan atau menanggung gaya gravitasi dan beban bangunan, kemudian menyokong dan menyalurkannya ke tanah dengan aman.

Gedung Pengadilan Negeri merupakan sebuah Lembaga Peradilan dilingkungan peradilan umum yang berkedudukan di ibukota kabupaten atau kota. Dibentuknya Pengadilan Negeri Teluk Kuantan dikarenakan awalnya secara geografis berada sangat jauh dari kantor Pengadilan Negeri Rengat yang merupakan satker induk akan memudahkan masyarakat mencari keadilan. Masyarakat tidak lagi mengeluarkan biaya besar untuk menuju kepengadilan karena waktu tempuh yang relatif singkat. Pengadilan Negeri Teluk Kuantan bertempat di Jl. Perintis Kemerdekaan No. 181 Kuantan Singing.

Kemudian dibangun kembali Gedung Pengadilan Negeri Teluk Kuantan yang baru yang bertempat di Jl. Lintas Teluk Kuantan-Pekanbaru km. 6 Kebun Nanas, Kec. Kuantan Tengah Kab. Kuantan Singingi. Dengan adanya Gedung

Pengadilan Negeri Teluk Kuantan baru ini maka bertambah pula bangunan pelayanan kepada masyarakat, sehingga masyarakat kuansing akan semakin mudah pula dalam mendapatkan keadilan.

2.2 Penelitian Sebelumnya

Dalam memperjelas posisi penelitian ini, maka disusun suatu tinjauan ulang terhadap penelitian-penelitian sejenis yang telah dilakukan sebelumnya berdasarkan pada kesamaan aspek bahasan maupun pada kesamaan metoda yang digunakan.

Ermawati, Eka Purnamasari, Abdurrahman, Analisis Perhitungan Struktur Kolom Gedung Instalasi Rawat Inap (Irna) Bedah Rsud. Dr. H. Moch. Ansari Saleh Banjarmasin. Berdasarkan hasil analisis diperoleh data-data seperti gambar arsitektur, data mutu baja, mutu beton, pembebanan serta beberapa literatur yang ada diolah dengan program software komputer untuk mendapatkan gaya-gaya dalam seperti gaya aksial dan gaya momen. Dari gaya-gaya tersebut menghasilkan perhitungan jumlah tulangan yang sanggup memikul beban kerja sehingga struktur menjadi kuat dan aman. Dengan demikian terdapat perbedaan terhadap analisis tulangan kolom tersebut dengan bangunan secara real di lapangan atau pada perencanaan sebelumnya. Dalam analisis ini kita dapat mengetahui efisiensi tulangan pada kolom gedung tersebut agar dapat digunakan sesuai fungsinya secara aman dan ekonomis.

Puspita Rahmasari, Yoke Lestyowati, Gatot Setya Budi. Analisis perhitungan struktur gedung pendidikan fakultas mipa universitas tanjungpura pontianak. Perhitungan yang dilakukan meliputi elemen pelat, balok, kolom, dan pondasi. Digunakan aplikasi SAP2000 untuk membantu perhitungan gaya dalam elemen struktur. Pada struktur digunakan Sistem Rangka Pemikul Momen Biasa (SRPMB) karena berada pada wilayah kategori desain seismik A, dimana tidak ada aturan khusus yang harus dipenuhi. Digunakan pondasi tiang pancang karena sesuai untuk kondisi tanah lunak di Kota Pontianak dengan daya dukung yang sebagian besar didapat dari daya lekat tiang pada tanah.

Maysarah, Yulina Ismida, Meilandy Purwandito. Analisis Perhitungan Struktur Laboratorium Teknik Sipil Type II Fakultas Teknik Universitas Samudra. Gedung Laboratorium yang akan dianalisis ini memiliki jumlah tingkat 3 lantai dengan dimensi lantai 43 m x 27,49 m. Pemodelan dan analisis struktur gedung ini dibantu dengan program SAP2000 dengan menggunakan Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SPRMK) dan didesain mengacu pada SNI 03-1726-2012, SNI 03-2847-2013, dan PPPURG 1987. Struktur direncanakan menggunakan mutu beton $f_c' 30$ MPa dan mutu baja $f_y 400$ MPa. Hasil analisis diperoleh tebal pelat lantai 13 cm dengan menggunakan tulangan D10- 200 mm untuk tulangan pokok dan D10-300 mm untuk tulangan bagi. Tebal pelat atap 12 cm dengan menggunakan tulangan D10-200 mm untuk tulangan pokok dan D10-300 mm untuk tulangan bagi. Dimensi balok B1 50 cm x 70 cm menggunakan 12D25 untuk daerah tumpuan dengan begel D10-80 mm dan tulangan 8D25 untuk daerah lapangan dengan begel D10-120 mm. Balok B2 30 cm x 50 cm menggunakan tulangan 4D25 untuk daerah tumpuan dan lapangan dengan begel untuk lapangan D10-200 mm dan begel untuk tumpuan D10-100 mm. Dimensi kolom K1 60 cm x 80 cm menggunakan tulangan 10D25 dengan begel D10-300 mm. Dimensi kolom K2 60 cm x 60 cm menggunakan tulangan 8D25 dengan begel D10-200 mm. Tebal pelat tangga dan bordes diperoleh 13 cm menggunakan tulangan D10-200 mm.

2.3 Penelitian Saat Ini

Penelitian saat ini dilakukan oleh Sestri Dayanti (2023) dengan penelitiannya yang berjudul “*Analisis perhitungan struktur Gedung pengadilan negeri teluk Kuantan*”.

Adapun Langkah-langkah dalam penelitian pada analisis perhitungan struktur Gedung antara lain:

1. Mengumpulkan data proyek berupa gambar rencana struktur Gedung yang akan dianalisis.
2. Melakukan pemodelan struktur Gedung yaitu struktur kolom, balok, dan pelat lantai menggunakan SAP2000.

3. menganalisis gaya-gaya yang ada pada struktur gedung.
4. Menganalisis dimensi tulangan yang ada pada struktur Gedung.

BAB III

LANDASAN TEORI

3.1 Proyek Pembangunan Gedung Pengadilan Negeri Teluk Kuantan

Gedung Pengadilan Negeri Teluk Kuantan ini merupakan gedung yang termegah di Kuantan Singingi ini. Bisa di lihat dari dana yang cukup besar untuk membangun gedung ini, dan juga bisa dilihat dari bentuk bangunan nya. Gedung ini mempunyai struktur yang begitu besar dimensinya dan juga sesuai dibangun untuk wilayah gempa 6. Gedung ini juga merupakan konstruksi sarang laba-laba. Bisa dilihat dari pelatnya yang berbentuk sarang laba-laba.

Pada Gedung Pengadilan Negeri Teluk Kuantan ini terdapat dua lantai, dengan tingginya 12 meter. Tinggi pada lantai bawah yaitu 5 meter, dan tinggi lantai atas 4 meter, kemudian untuk tinggi lantai duck pada atap 3 meter. Pada Gedung Pengadilan Negeri Teluk Kuantan ini yang akan di analisis yaitu kolom, balok, plat lantai pada lantai 2 gedung.

3.2 Struktur Bangunan

Struktur bangunan merupakan suatu susunan yang terdiri dari komponen-komponen yang saling berhubungan antara satu dengan yang lainnya agar mendapatkan konstruksi yang stabil. Pada prinsipnya, elemen struktur berfungsi untuk mendukung keberadaan elemen nonstruktur yang meliputi elemen tampak, interior, dan detail arsitektur sehingga membentuk satu kesatuan. Setiap bagian struktur bangunan tersebut juga mempunyai fungsi dan peranannya masing-masing.

Kegunaan lain dari struktur bangunan gedung yaitu meneruskan beban bangunan dari bagian bangunan atas menuju bagian bangunan bawah, lalu menyebarkannya ke tanah. Perancangan struktur harus memastikan bahwa bagian-bagian sistem struktur ini sanggup mengizinkan atau menanggung gaya gravitasi dan beban bangunan, kemudian menyokong dan menyalurkannya ke tanah dengan aman.

Ditinjau dari sisi susunannya, struktur bangunan gedung dibagi menjadi 2 (dua) bagian yaitu sebagai berikut:

3.2.1 Struktur Bawah (*Lower Structure*)

Struktur bawah suatu gedung adalah pondasi, yang berhubungan langsung dengan tanah, atau bagian bangunan yang terletak dibawah permukaan tanah, atau bagian bangunan yang terletak dibawah permukaan tanah yang mempunyai fungsi memikul beban bagian bangunan yang ada di atasnya. Pondasi harus diperhitungkan untuk dapat menjamin kestabilan bangunan terhadap beratnya sendiri, beban-beban bangunan (beban isi bangunan), gaya-gaya luar seperti tekanan angin gempa bumi, dan lain-lain. Disamping itu, tidak boleh terjadi penurunan level melebihi batas yang diijinkan.

3.2.2 Struktur Atas (*Upper Structure*)

Struktur atas suatu gedung adalah seluruh bagian struktur gedung yang berada di atas muka tanah (SNI 2019). Struktur atas ini terdiri dari kolom, pelat, dan balok. Setiap komponen tersebut memiliki fungsi yang berbeda-beda di dalam sebuah struktur.

3.3 Perencanaan Elemen Struktur

Perencanaan awal elemen struktur direncanakan dengan asumsi berdasarkan kriteria minimum pada SK SNI T-2847-2019, yang merupakan suatu perencanaan pendahuluan untuk menaksir atau memperkirakan dimensi dari struktur (balok, kolom dan pelat) sehingga didapat suatu dimensi yang maksimal, tidak terlalu kuat juga tidak terlalu lemah (*over design and under design*).

3.3.1 Kolom

Kolom adalah batang tekan vertical dari rangka struktur yang memikul beban dari balok. Kolom merupakan suatu elemen struktur tekan yang memegang peranan penting dari suatu bangunan, sehingga keruntuhan pada suatu kolom merupakan lokasi kritis yang dapat

menyebabkan runtuhnya (*collaps*) lantai yang bersangkutan dan juga runtuh total (*total collaps*) seluruh struktur (Sudarmoko,1996).

Perhitungan penulangan geser kolom dapat dihitung dengan persamaan-persamaan seperti di bawah ini :

1. Gaya lintang rencana rangka ruang untuk SRPMM (SNI-03-2847-2019 psl.23.10.2 hal 230), dapat dihitung dengan persamaan :

$$V_u = \frac{M_{nt} + M_{nb}}{h_n} \dots\dots\dots (3.1)$$

2. Gaya geser yang disumbangkan beton akibat gaya tekan aksial (SNI-03-2847-2019 psl.13.3.1.2 hal 89), dapat dihitung dengan persamaan:

$$V_c = \left\{ 1 + \frac{N_u}{14.A_g} \right\} \left\{ \frac{\sqrt{f_c'}}{6} \right\} \times b_w \times d \dots\dots\dots (3.2)$$

3. Kontrol kekuatan geser (SNI-03-2847-2019 psl.13.5.6.2 hal 94), dapat dihitung dengan persamaan :

$$\begin{aligned} \phi V_n &\geq V_u, & V_n &= V_c + V_s \\ V_s &= \frac{A_v \times f_y \times d}{s} \dots\dots\dots (3.3) \end{aligned}$$

3.3.2 Balok

Balok adalah bagian struktural yang berfungsi sebagai pendukung beban vertikal dan horizontal. Beban vertikal berupa beban mati dan beban hidup yang diterima pelat lantai. Balok juga dapat didefinisikan sebagai batang struktur yang didesain untuk menahan gaya-gaya yang bekerja dalam arah transversal terhadap sumbunya yang mengakibatkan terjadinya lenturan.

1. Tulangan longitudinal

Jumlah tulangan tarik (As), Berdasarkan SNI 03- 2847-2019 dilengkapi penjelasan pasal 12.5.1, tidak boleh kurang dari:

$$A_s \text{ min} = \frac{\sqrt{f_c'}}{4.f_y} \times b_w \times d \dots\dots\dots (3.4)$$

dan tidak boleh kurang dari :

$$A_s \text{ min} = \frac{1,4}{f_y} \times b_w \times d \dots\dots\dots (3.5)$$

Adapun langkah-langkah perencanaan tulangan dengan tulangan rangkap adalah sebagai berikut :

1. Ambil suatu harga $x \leq 0,75 \times b$

$$x b = \frac{600}{600 + f_y} d \quad \dots\dots\dots (3.6)$$

2. Ambil A_{sc} berdasarkan x rencana

$$A_{sc} = \frac{0,85 \beta_1 f_c' b x}{f_y} d \quad \dots\dots\dots (3.7)$$

3. Hitung M_{nc}

$$M_{nc} = A_{sc} f_y \left\{ d - \frac{\beta_1 x}{2} \right\} \quad \dots\dots\dots (3.8)$$

4. Hitung $M_n - M_{nc}$

Apabila : $M_n - M_{nc} > 0$, perlu tulangan tekan

$M_n - M_{nc} < 0$, tulangan tekan minimum

5. Bila tidak perlu tulangan tekan dipasang tulangan tekan minimum

6. Bila perlu tulangan tekan, maka :

$$C_s' = T_2 = \frac{M_n - M_{nc}}{d - d''} \quad \dots\dots\dots (3.9)$$

7. Kontrol tulangan tekan leleh

$$f_s' = \left\{ 1 - \frac{d''}{x} \right\} 600 \geq f_y \text{ (leleh)} \quad \dots\dots\dots (3.10)$$

$$f_s' = \left\{ 1 - \frac{d''}{x} \right\} 600 < f_y \text{ (tidak leleh)} \quad \dots\dots\dots (3.11)$$

8. Hitung tulangan tekan perlu dan tulangan tarik tambahan

$$A_s' = \frac{C_s'}{f_s' - 0,85 f_c'} \quad \dots\dots\dots (3.12)$$

$$A_{ss} = \frac{T_2}{f_y} \quad \dots\dots\dots (3.13)$$

9. Tulangan perlu

$$A_s = A_{sc} + A_{ss} \quad \dots\dots\dots (3.14)$$

$$A_s' = A_{ss}'$$

10. Kontrol kekuatan

$$\phi M_n \geq M_u \quad \dots\dots\dots (3.15)$$

2. Tulangan transversal

Menurut pasal 23.3.4.1, gaya geser rencana (V_e) harus ditentukan dari peninjauan gaya statik pada bagian komponen struktur antara dua muka tumpuan. Momen-momen dengan tanda berlawanan sehubungan dengan kuat lentur maksimum (M_{pr}) harus dianggap bekerja pada muka-muka tumpuan, dan komponen struktur tersebut dibebani dengan beban gravitasi terfaktor di sepanjang bentangnya.

Langkah-langkah yang digunakan untuk perencanaan tulangan geser balok dapat dilihat seperti di bawah ini :

1. Diberikan data f_c , f_y , diameter sengkang dan V_g
2. Hitung momen tumpuan

- a. Momen tumpuan negatif

$$M_{pr}^{(-)} = A_s \times 1,25 \times f_y \times \left\{ d - \frac{a}{2} \right\} \dots\dots\dots (3.16)$$

dimana:

$$a = \frac{A_s \times f_y}{0,85 \times f_c' \times b} \dots\dots\dots (3.17)$$

- b. Momen tumpuan positif

$$M_{pr}^{(+)} = A_s' \times 1,25 \times f_y \times \left\{ d - \frac{a}{2} \right\} \dots\dots\dots (3.18)$$

Dimana :

$$a = \frac{A_s \times f_y}{0,85 \times f_c' \times b} \dots\dots\dots (3.19)$$

3. Hitung reaksi di ujung-ujung balok

$$V_{gempa} = \frac{(M_{pr} + M_{pr})}{L_n} V_{gempa} \dots\dots\dots (3.20)$$

dimana :

L_n = panjang bentang bersih balok (m)

4. Hitung gaya geser total

$$V_u = V_{gempa} + V_g \rightarrow (\text{dipilih yang paling besar})(3.21)$$

dimana :

V_g = Gaya geser akibat beban gravitasi diambil dari output SAP2000 (N)

5. Hitung kuat geser rencana

$$V_s = \frac{V_u}{\phi} - V_c \quad \dots\dots\dots (3.22)$$

dimana :

$$\phi = 0,8 \text{ (pasal 11.3.2.3 (c))}$$

$$V_c = 0 \text{ (pasal 23.3.4.2)}$$

6. Pasang kebutuhan tulangan geser

$$S = \frac{A_v \cdot f_y \cdot d}{V_s} \leq S_{mak} \quad \dots\dots\dots (3.23)$$

dimana :

$$A_v = \text{luas tulangan sengkang (mm}^2\text{)}$$

$$S_{mak} \leq \frac{1}{2} d \text{ (SNI 03-2847-2019 Ps.23.9)}$$

3.3.3 Pelat

Pelat lantai adalah elemen horizontal utama yang menyalurkan beban hidup maupun beban mati kerangka pendukung vertikal dari suatu sistem struktur. Perencanaan desain pelat terdiri dari pelat satu arah (*one way slab*) dan pelat dua arah (*two way slab*) yang mendesainnya hanya menerima beban lentur saja. (SNI 03–2847–2019 dilengkapi penjelasan Ps 11.5.3.3).

Untuk memenuhi syarat lendutan, ketebalan minimum dari pelat harus memenuhi persyaratan SNI 03–2847–2019 dilengkapi penjelasan Psl 11.5.3.3 yaitu :

1. Untuk $0,2 < \alpha_m < 2,0$ tebal plat minimum, tidak boleh kurang dari 120 mm

$$h = \frac{\lambda n \left\{ 0,8 + \frac{f_y}{1500} \right\}}{36 + 5\beta(\alpha_m - 0,2)} \quad \dots\dots\dots (3.24)$$

2. Untuk $\alpha_m > 2,0$ tebal plat minimum tiak boleh kurang dari :

$$h = \frac{\lambda n \left\{ 0,8 + \frac{f_y}{1500} \right\}}{36 + 9\beta} \quad \dots\dots\dots (3.25)$$

Untuk perencanaan pelat lantai telah ditentukan ukuran dan jenis-jenis serta termasuk pelat satu arah dan dua arah. Menetapkan batas-batas harga perbandingan tulangan dapat dilihat seperti persamaan berikut :

$$\rho_b = \frac{0,85.f'c.\beta_1}{f_y} \left\{ \frac{600}{600+f_y} \right\} \dots\dots\dots (3.26)$$

dimana :

$$\beta_1 = 0,85 \text{ untuk } 0 < f'_c < 30 \text{ Mpa} \dots\dots\dots (3.27)$$

$$\rho_{min} = \frac{1,4}{f_y} \rho_{maks} = 0,75 . \rho_b \dots\dots\dots (3.28)$$

Untuk menghitung harga tulangan ρ yang dibutuhkan dapat dilihat seperti di bawah ini :

$$\rho = \frac{1}{m} \left\{ 1 - \sqrt{1 - \frac{2.m.Rn}{f_y}} \right\} \dots\dots\dots (3.29)$$

dengan harga :

$$m = \frac{f_y}{0,85.f'c} \dots\dots\dots (3.30)$$

$$Rn = \frac{Mu}{\phi.b.d^2} \dots\dots\dots (3.31)$$

3.4 Penggunaan Program SAP 2000

Program SAP2000 merupakan pengembangan program SAP yang dibuat oleh Prof. Edward L. Wilson dari University Of California At Berkeley, US sekitar tahun 1971. Untuk melayani keperluan komersial dari program SAP, pada tahun 1975 dibentuk perusahaan Computer dan Structure, Inc, dipimpin oleh Ashraf Habibullah, dimana perusahaan tersebut sampai saat ini masih tetap eksis dan berkembang.

SAP2000 merupakan penyempurnaan dari program SAP 90, SAP 80, SAP IV, SAP 3, SAP dan SOLID SAP berjalan di bawah sistem DOS. Dengan menggunakan SAP2000, analisis struktur dapat dilakukan dengan lebih cepat dan mudah serta bisa langsung direncanakan perencanaan dimensinya. Program ini menggunakan GUI (*Graphical User Interface*) yang memudahkan

sebuah struktur disusun dari segi bentuk geometri, beban, bahan, dan perletakan.

Selain itu, keunggulan dari program SAP2000 ini adalah dapat terintegrasi sepenuhnya dengan sistem operasi Windows (98 dan NT), memiliki tipe-tipe elemen dari *frame/truss*, *shell/plate* sampai *brick/solid elements*, memiliki kemampuan dalam pemodelan sebuah sruktur konstruksi berskala besar (jembatan dan gedung bertingkat), memiliki dasar *respons spectrum*, terdapat opsi analisa *nonlinier* dan *pushover*, terdiri dari berbagai jenis kode *desain concrete steel* dan *aluminum*, serta dapat menampilkan hasil dalam perspektif 3D yang beragam.

Model geometri pada SAP 2000 terbagi menjadi dua jenis, yaitu template dan koordinat. Model geometri template digunakan apabila semua jarak adalah sama untuk sumbu X dan sumbu Z, sedangkan model geometri koordinat digunakan apabila jarak tidak sama baik dalam arah X maupun arah Z.

Model geometri koordinat dipakai apabila salah satu sumbu saja yang memakai ukuran tidak sama. Hal itu dapat dilakukan dengan langkah-langkah sebagai berikut:

1. Jalankan aplikasi SAP 2000
2. Pilih menu File → New Model...
3. Selanjtnya akan ditampilkan kotak dialog New Model
4. Pilih Grid Only
5. Selanjutnya akan ditampilkan kotak dialog Quick Grid Lines
6. X direction diartikan jumlah panjang dari arah sumbu X dari suatu frame
7. Z direction diartikan jumlah panjang dari arah sumbu Z dari suatu frame
8. Sedangkan untuk Y direction tidak perlu diisi karena sumbu yang aktif pada SAP 2000 adalah XZ
9. Klik Ok
10. Selanjutnya akan ditampilkan antarmuka SAP 2000
11. Tutup jendela 3-D View dan perbesar jendela X-Y Plane
12. Klik ikon XZ pada toolbar untuk mengubah tampilan sumbu X-Y menjadi tampilan sumbu X-Z

13. Selanjutnya akan ditampilkan antarmuka SAP 2000 dengan X-Z Plane
14. Setelah mengetahui batas-batas gambar, mulailah menggambar yang dimulai dengan pembuatan kolom-kolomnya kemudian baru balok-baloknya.
15. Pilih menu Draw → Draw Frame/Cable /Tendon
16. Gambarlah dari titik ke titik dengan cara mengklik tiap titik yang dilewati sehingga akhir dari gambar tersebut.

3.5 Pembebanan

Beban adalah gaya luar yang bekerja dalam suatu struktur. Menentukan besarnya pembebanan terhadap struktur secara pasti, bukan hal yang mudah. Karena itu, biasanya perhitungan pembebanan hanya merupakan estimasi saja. Saat merencanakan struktur bangunan khususnya dalam perhitungan mekanika ada dua macam pembebanan yaitu beban p dan beban q , dimana :

1. Beban P adalah beban terpusat seperti berat kendaraan atau berat struktur terpusat di atasnya.
2. Beban q adalah beban merata seperti berat sendiri struktur atau berat suatu benda yang membebani semua bagian struktur secara merata.

Dalam menghitung besarnya beban yang bekerja pada struktur, kita bisa mengacu pada standar yang ditetapkan di Indonesia, Peraturan Pembebanan Indonesia Untuk Gedung 1983 (PPIUG 1983).

Adapun jenis beban yang sering dijumpai antara lain :

a. Beban Mati

Beban mati adalah berat dari semua bagian suatu gedung yang bersifat tetap selama masa layan struktur.

Tabel 3.1 Berat Bahan Bangunan

No.	Nama Material	Nilai	Satuan
1.	Pasir (kering udara sampai lembab)	1600	Kg/m ³
2.	Pasir (jenuh air)	1800	Kg/m ³
3.	Kerikil (kering udara sampai lembab)	1600	Kg/m ³
4.	Pasir kerikil (kering udara sampai lembab)	1850	Kg/m ³
5.	Batu pecah	1450	Kg/m ³
6.	Beton	2200	Kg/m ³
7.	Beton bertulang	2400	Kg/m ³
8.	Pasangan batu bata	1700	Kg/m ³
9.	Besi tuang	7250	Kg/m ³
10.	Baja	7850	Kg/m ³
11.	Kayu (kelas 1)	1000	Kg/m ³

(Sumber : Ir. V. Sunggono kh Buku Teknik Sipil Hal - 180)

Tabel 3.2 Bagian-Bagian Konstruksi

No.	Nama Material	Nilai	Satuan
1.	Semen asbes (t = 4 mm)	11	Kg/m ²
2.	Kaca (4 mm)	10	Kg/m ²
3.	Penggantung langit-langit kayu jarak minimum 0,8 m	7	Kg/m ²
4.	Semen	21	Kg/m ²
5.	Kapur, tras, semen merah	17	Kg/m ²
6.	Dinding bata pasangan satu batu	450	Kg/m ²

7.	Dinding bata pasangan setengah batu	250	Kg/m ²
8.	Penutup lantai	24	Kg/m ²
9.	Penutup atap genteng dengan reng	50	Kg/m ²
10.	Penutup atap seng gelombang	10	Kg/m ²
11.	Semen asbes gelombang	11	Kg/m ²

(Sumber : Ir. V. Sunggono kh Buku Teknik Sipil Hal - 180)

b. Beban Hidup

Beban hidup adalah beban yang besar dan posisinya dapat berubah-ubah. Termasuk beban ini adalah berat manusia, perabotan yang dipindah-pindah, kendaraan, dan beban barang lain yang sering berpindah tempat.

Tabel 3.3 Tabel Beban Hidup Pada Plat Lantai

No.	Nama Material	Nilai	Satuan
1.	Lantai dan tangga rumah tinggal	200	Kg/m ²
2.	Lantai dan tangga, bukan toko / rumah kerja	150	Kg/m ²
3.	Lantai sekolah, ruang kuliah, kantor, toko, restoran, rumah sakit	250	Kg/m ²
4.	Lantai ruang olah raga	400	Kg/m ²
5.	Tangga, bordes tangga, dan gang	300	Kg/m ²
6.	Lantai ruang dansa	500	Kg/m ²
7.	Lantai balkon ruang pertemuan	400	Kg/m ²
8.	Lantai atap (play dak)	100	Kg/m ²
9.	Lantai gedung parkir bertingkat	800	Kg/m ²

(Sumber : Ir. V. Sunggono kh Buku Teknik Sipil Hal - 181)

c. Beban Angin

Beban angin adalah beban yang bekerja pada bangunan atau bagiannya karena adanya selisih tekanan udara (hembusan angin kencang). Beban angin ini ditentukan dengan menganggap adanya tekanan positif dan tekanan negatif (isapan angin), yang bekerja tegak lurus pada bidang - bidang bangunan yang ditinjau.

Menurut Peraturan Pembebanan Indonesia untuk Gedung 1983, besarnya tekanan tiup angin ini harus diambil minimum 25 kg/m² luas bidang bangunan yang ditinjau. Sedangkan untuk di laut sampai sejauh 5 km dari tepi pantai tekanan tiup angin ini diambil minimum 40 kg/m², serta untuk daerah-daerah di dekat laut dan daerah-daerah lain dimana kemungkinan terdapat kecepatan angin yang mungkin dapat menghasilkan tekanan tiup yang lebih besar dari yang ditentukan di atas, maka tekanan tiup angin tersebut harus dihitung dengan rumus:

$$p = V^2 / 16 \text{ (kg/m}^2\text{)}$$

Dimana :

p = tekanan tiup angin (kg/m²).

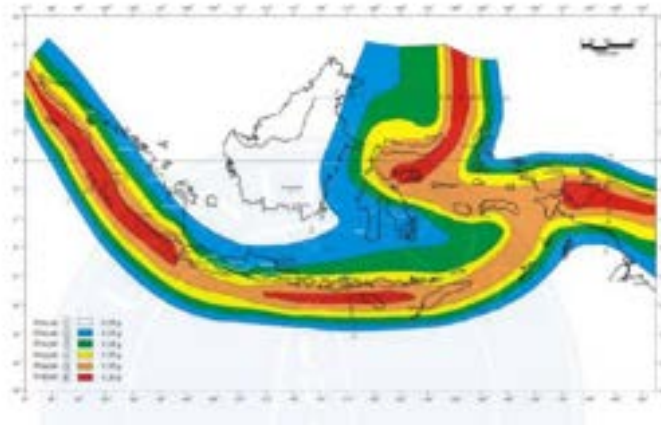
V = kecepatan angin (m/detik)

d. Beban Gempa

Suatu bangunan gedung harus direncanakan tahan terhadap gempa sesuai dengan peraturan yang ada yaitu SNI -2847-2019. Ada beberapa hal yang harus diperhatikan dalam perencanaan gempa yaitu wilayah gempa, kategori gedung, jenis sistem struktur gedung, dan daktilitas.

1. Wilayah gempa Indonesia

Sesuai dengan SNI 2019, Indonesia terbagi dalam 6 wilayah gempa. Wilayah gempa 1 dan 2 adalah termasuk wilayah dengan tingkat kegempaan yang rendah, wilayah gempa 3 dan 4 adalah wilayah dengan tingkat kegempaan menengah dan wilayah 5 dan 6 dengan tingkat kegempaan tinggi. Bangunan yang ditinjau masuk pada wilayah gempa 3 dengan tingkat kegempaan menengah dan direncanakan dengan daktilitas parsial.



Gambar 3.1 wilayah gempa Indonesia

2. Kombinasi Pembebanan

Untuk perhitungan dengan cara SNI 03-2847-2019 kombinasi yang digunakan adalah pasal 11.2.

1. Kuat perlu (U)

Kuat perlu merupakan kekuatan yang diperlukan untuk menahan beban yang bekerja. Agar struktur memenuhi persyaratan kekuatan, perhitungan kombinasi beban yang ada harus dikalikan dengan faktor beban sebagai berikut :

- a. Beban mati, ditinjau terhadap nilai U terbesar, yaitu :

$$U = 1,4 D \dots\dots\dots(4.1)$$

- b. Kombinasi beban mati dan beban hidup, ditinjau terhadap nilai U terbesar dari kombinasi tersebut, yaitu :

$$U = 1,2 D + 1,6 L \dots\dots\dots(4.2)$$

- c. Kombinasi beban mati, beban hidup dan beban gempa, ditinjau terhadap nilai U terbesar dari kombinasi tersebut, yaitu :

$$U = 1,2 D + 1,0 L \pm E \dots\dots\dots(4.3)$$

- d. Kombinasi beban mati dan beban gempa, ditinjau terhadap nilai U terbesar dari kombinasi tersebut, yaitu :

$$U = 0,9 D \pm 1,0 E \dots\dots\dots(4.4)$$

2. Kuat Rencana (UR)

Dalam menentukan kuat rencana, maka kuat nominal (U_n) harus dikalikan dengan faktor pengali kekuatan (ϕ) yang besarnya sesuai dengan sifat beban seperti pada rumus:

$$U_r = \phi U_n$$

Kuat nominal adalah kekuatan yang sesuai dengan kapasitas struktur dan merupakan nilai nominal kekuatan diambang kehancuran/kritis. Kuat rencana besarnya harus lebih besar dari kuat perlunya, sehingga struktur dapat disebut aman.

Tabel 3.4 Faktor reduksi kekuatan ϕ

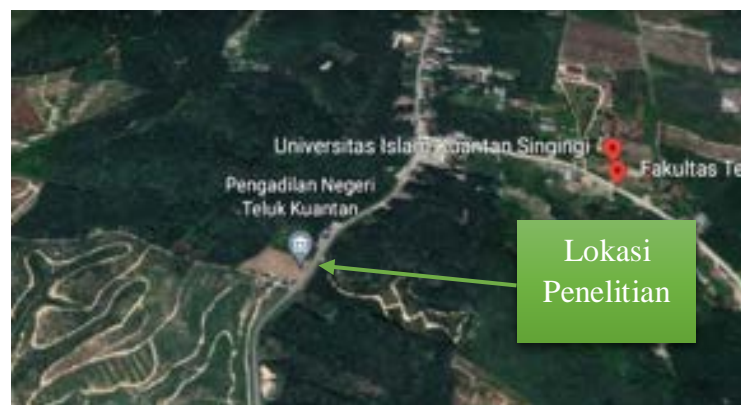
Kondisi gaya	Faktor reduksi (ϕ)
Lentur tanpa beban aksial	0,80
Beban aksial, dan beban aksial dengan lentur:	
a. Aksial tarik dan aksial tarik dengan lentur	0,80
b. Aksial tekan dan aksial tekan dengan lentur :	
• Komponen struktur dengan tulangan spiral	0,70
• Komponen struktur lainnya	0,65
Geser dan torsi	0,75
Tumpuan beton	0,65

Sumber : SNI 03 – 2847 - 2019

BAB IV METODOLOGI PENELITIAN

4.1 Lokasi Penelitian

Studi kasus yang dilakukan oleh penulis yaitu pada Bangunan Gedung Pengadilan Negeri Teluk Kuantan. Lokasi penelitian dapat lebih jelas dilihat pada gambar 4.1 dan foto dokumentasi bangunan Pengadilan Negeri Teluk Kuantan ditunjukkan pada gambar 4.2.



*Gambar 4.1 Lokasi Gedung Pengadilan Negeri Teluk Kuantan
Sumber : google earth*



*Gambar 4.2 Bangunan Pengadilan Negeri Teluk Kuantan
Sumber : dokumentasi lapangan*

4.2 Metode Penelitian

Metode penelitian adalah metode ilmiah untuk mencari dan memperoleh data, yang berkaitan dengan tata cara pelaksanaan penelitian dan teknis penelitian. Proses pelaksanaan untuk melakukan investigasi membutuhkan analisis yang cermat. Semakin kompleks permasalahan, semakin kompleks juga analisisnya. Analisis yang baik membutuhkan data atau informasi yang lengkap dan akurat, dilengkapi dengan teori atau konsep dasar yang terkait. Metode penelitian yang digunakan antara lain:

4.2.1 Metode Survei

Metode survey terdiri dari mengamati secara langsung keadaan yang sebenarnya terjadi ditempat. Untuk memahami situasi nyata saat ini, hal ini mutlak diperlukan, sehingga diharapkan tidak terjadi kesalahan dalam penilaian dan perencanaan. Data yang diperoleh dari kegiatan survey ini disebut data mentah. Data tangan pertama adalah data utama yang diperoleh dengan pengamatan langsung dilapangan.

4.2.2 Metode Studi Pustaka

Setelah menentukan topik, diperlukan penelusuran literature sebagai referensi penelitian. Penelitian sastra juga merupakan landasan teori-teori yang berkaitan dengan penelitian.

4.3 Pelaksanaan Penelitian

Proposal penelitian disusun dalam ruang lingkup pekerjaan sebagai berikut :

1. Studi literatur

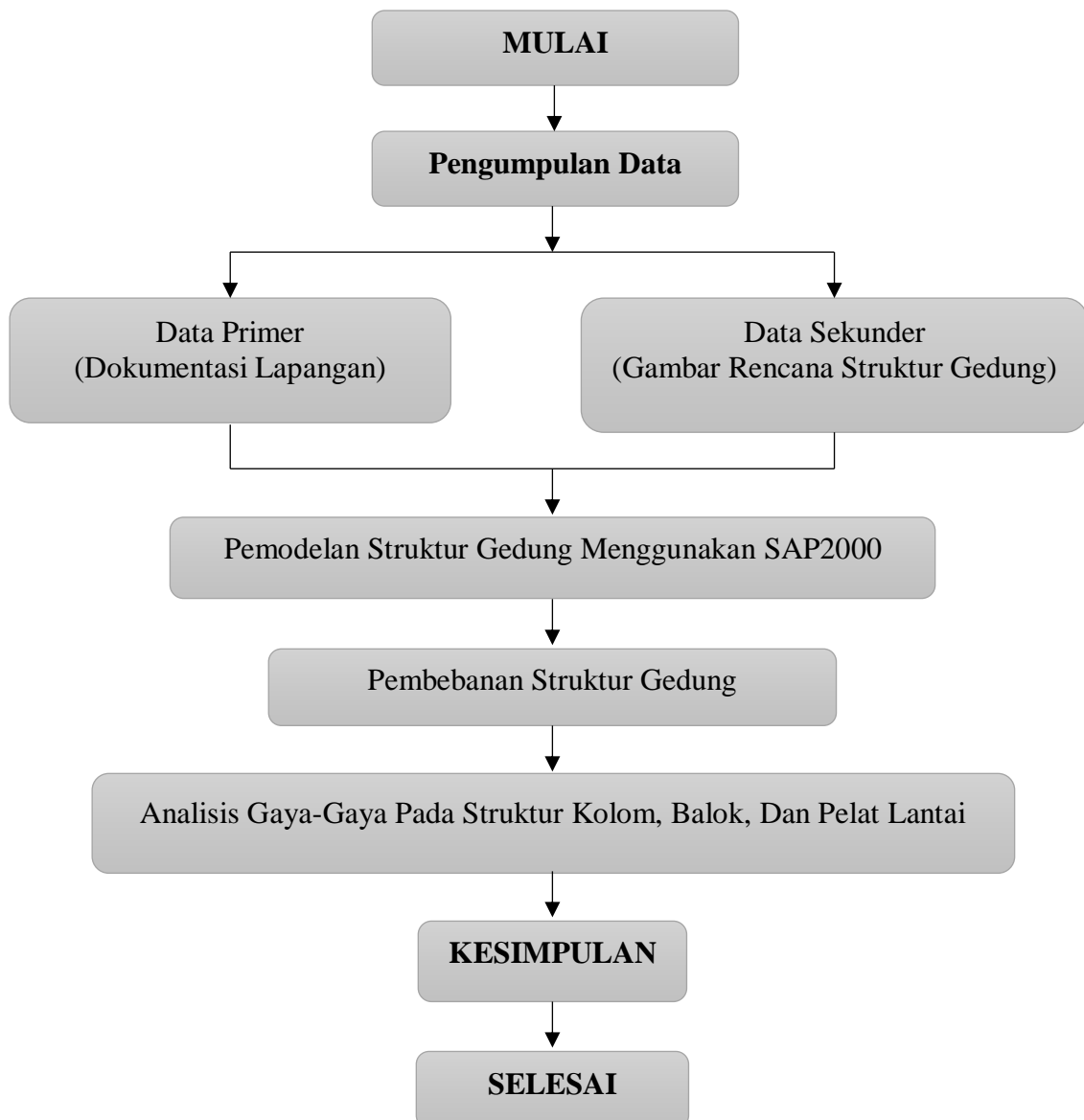
Mengumpulkan bahan-bahan atau teori-teori dari beberapa buku dan jurnal yang berhubungan dengan pengerjaan skripsi.

2. Pengumpulan data

Mengambil data-data yang terdiri dari data primer merupakan data yang diperoleh dengan mengadakan kunjungan langsung ke lokasi studi sehingga diperoleh kondisi existing pembangunan gedung tersebut. Data Sekunder merupakan data pendukung yang dipakai dalam proses pembuatan dan penyusunan skripsi ini. Yang termasuk dalam klasifikasi data sekunder ini

antara lain adalah literatur-literatur penunjang, grafik, tabel, peta/denah dan data pembebanan sesuai dengan peraturan standard nasional yang berkaitan erat dengan proses perancangan struktur bangunan gedung.

4.4 Bagan Alur Penulisan



4.5 Jadwal penelitian

Usulan penelitian juga harus mengungkapkan rancangan waktu, biaya, dan tenaga bahkan bila perlu peralatan-peralatan yang akan digunakan. Rancangan waktu (jadwal penelitian) diperlukan agar dapat diketahui berapa lama penelitian itu dilakukan, dan dalam waktu sekian langkah-langkah apa yang akan dilakukan serta kegiatan-kegiatan macam apa yang dilakukan dalam waktu-waktu tertentu yang perlu dijadwalkan tersebut. Jadwal penelitian yang dilakukan penulis ditunjukkan pada tabel 4.1 :

Tabel 4.1 Jadwal Penelitian

No.	Kegiatan	Bulan											
		Okt 2022	Nov 2022	Des 2022	Jan 2023	Feb 2023	Mrt 2023	Aprl 2023	Mei 2023	Juni 2023	Juli 2023	Agt 2023	Sep 2023
1.	Menyusun Proposal												
2.	Mengumpulkan Data												
3.	Analisis Data												
4.	Penyusunan Skripsi												
5.	Sidang Skripsi												
6.	Perbaikan Skripsi												
7.	Penyelesaian Akhir												

BAB V

ANALISA DAN PEMBAHASAN

5.1 Kriteria Perencanaan

Dalam menganalisis suatu struktur gedung bertingkat, terlebih dahulu kita harus mengetahui kriteria suatu gedung, seperti :

1. Spesifikasi bangunan

- a. Fungsi bangunan : Perkantoran
- b. Luas bangunan : 3.978,02 m²
- c. Jumlah lantai : 2 lantai
- d. Tinggi antar lantai : 5 m lantai 1 dan 4 m lantai 2.

2. Spesifikasi bahan

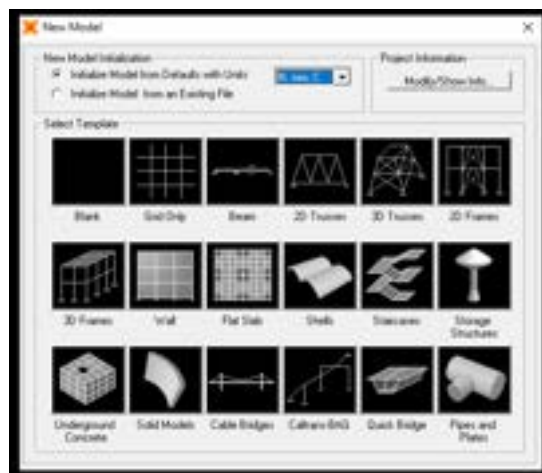
- a. Mutu beton (f_c') : 24,90 Mpa
- b. Mutu baja tulangan (f_y) : 240 Mpa (pelat lantai)
: 400 Mpa (kolom dan balok)

5.2 PEMODELAN STRUKTUR GEDUNG

Untuk pembuatan model yang akan digunakan satuan N-mm (untuk kemudahan) karena merupakan satuan yang digunakan dapat diubah setiap saat. Dengan langkah-langkah berikut ini :

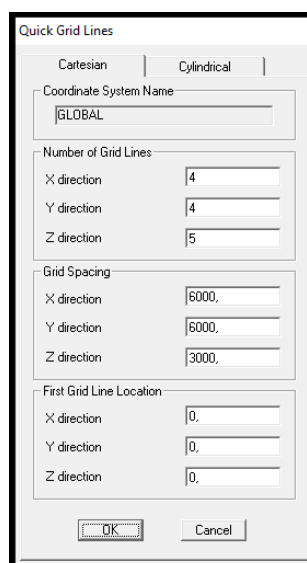
5.2.1 MODEL BARU

- Pilih *New Model*. Selanjutnya, akan muncul pop up (New Model Initialization), pilih *grid only* untuk membuat model baru tanpa mengambil file SAP2000 yang sudah ada pada computer.



Gambar 5.1 permulaan pembuatan model baru

- Pilih *grid only* untuk memulai membuat model.



Gambar 5.2 input grid line bangunan

- c. Sesuai dengan denah rencana, jumlah *grid lines* arah X dan Y adalah 4 serta arah Z adalah 5.
- d. Jarak antar balok arah X dan Y sama, yaitu 6000 mm dengan tinggi masing-masing tingkat 6000 mm.

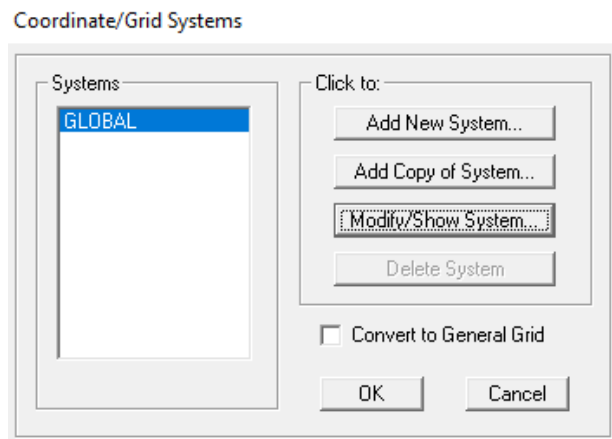
5.2.2 TIPE MATERIAL

Pilih menu *define, material, add new material*. Isi tab material name and *display color* dengan kata beton. Pilih tab *material type* dengan *concrete*. *Weight per unit volume* = $2,35E-05$. *Modulus of elasticity* = 23687. *Poisson ratio* = 0,2. *Coefficient of thermal expansion* = $9,9E-06$. *Specified concrete compressive strength* = 25,4.

Gambar 5.3 input material property data

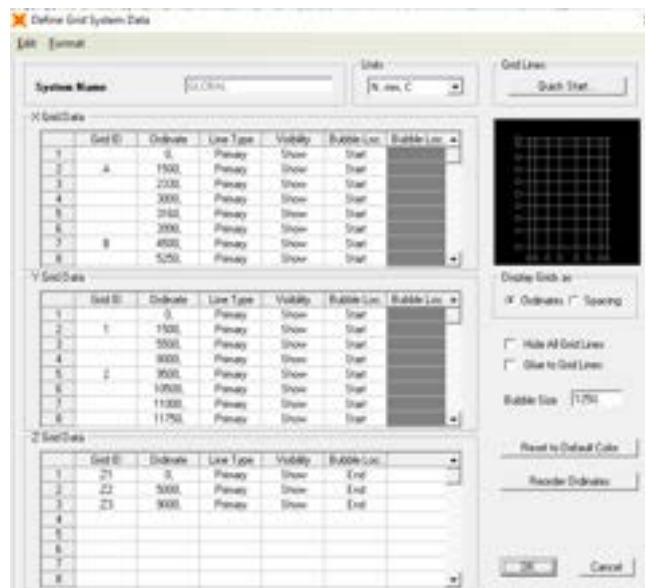
5.2.3 MEMBUAT KOORDINAT DENAH

- a. Pilih menu *define, coordinate systems/grids, modify/show sistem*.



Gambar 5.4 koordinat sistem denah

b. Klik *modify/show system* dan isikan seperti gambar berikut.



Gambar 5.5 input koordinat

5.2.4 INPUT DATA KOLOM, BALOK, PELAT

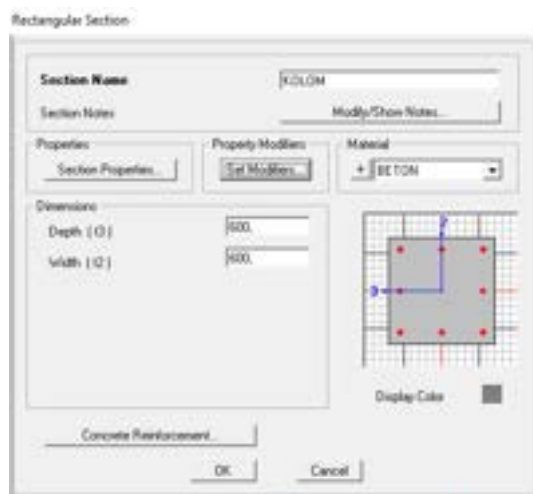
5.2.4.1 Input Data Kolom

a. Pilih menu *define, section properties, frame section, add new property*, dan *concrete*. Untuk kolom dan balok bangunan ini, pilih yang *rectangular*.



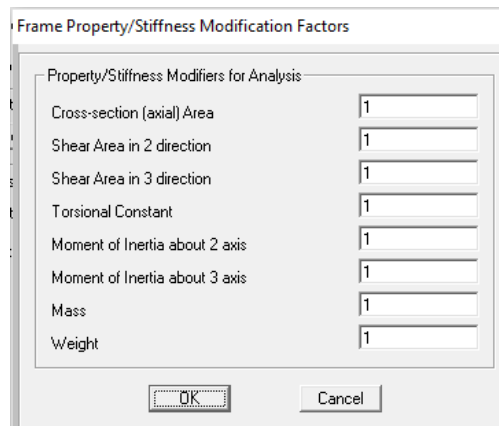
Gambar 5.6 input material property data

- b. Selanjutnya, isikan seperti pada gambar. Gunakan nama K1 sebagai nama kolom, ukuran kolom yang digunakan sesuai dengan perhitungan sebelumnya adalah 600 mm x 600 mm, jenis material adalah beton.



Gambar 5.7 input dimensi kolom

Pada tahap ini, semua komponen struktur tidak ada reduksi momen inersia. Semua baris pada *frame property* tetap diisikan angka 1 seperti pada gambar berikut.



Gambar 5.8 input reduksi kolom

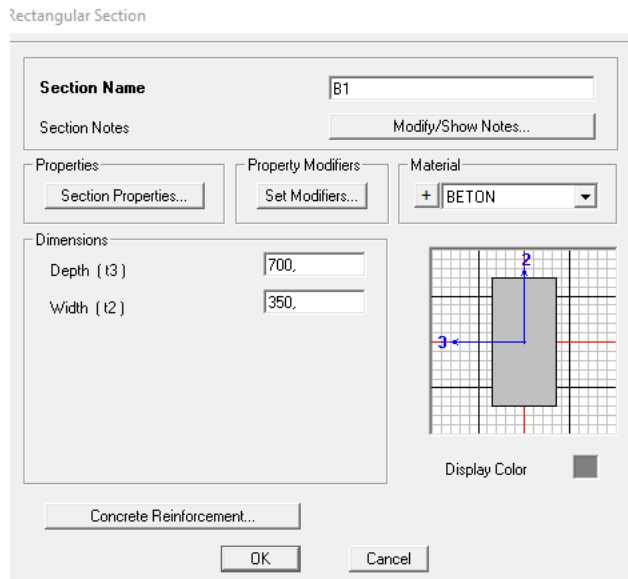
Untuk pengaturan tulangan, klik *concrete reinforcement*, akan muncul gambar seperti pada gambar dibawah. *Design type* pilih *column* dan isikan tebal selimut beton 50 mm pada *concrete cover to longitudinal bars center*. Klik ok apabila selesai.



Gambar 5.9 reinforcement data kolom

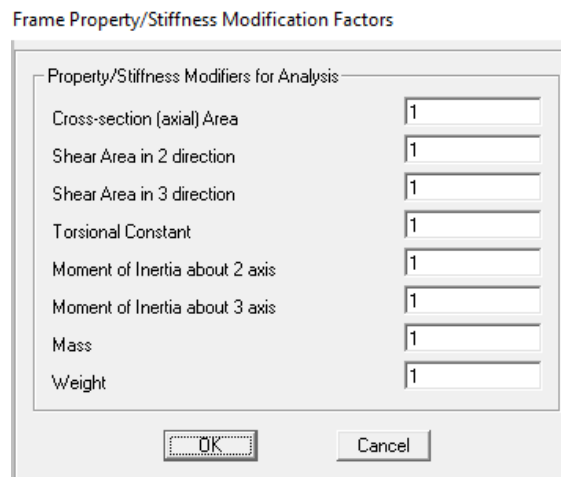
5.2.4.2 Input Data Balok

Input data balok dimulai seperti langkah awal input data kolom, pilih menu *define, section properties, frame section, add new property, dan concrete*. Untuk kolom dan balok bangunan ini, pilih yang *rectangular*. Ukuran balok 700 mm x 350 mm.



Gambar 5.10 input dimensi balok

Pada tahap ini, semua komponen struktur tidak ada reduksi momen inersia. Semua baris pada *frame property* tetap diisi angka 1 seperti pada gambar berikut.



Gambar 5.11 input reduksi balok

Untuk pengaturan tulangan, klik *concrete reinforcement*, akan muncul gambar seperti pada gambar dibawah. *Design type* pilih column dan isikan tebal selimut beton 50 mm pada *concrete cover to longitudinal rebar center*. Klik ok apabila selesai.

Reinforcement Data

Rebar Material

Longitudinal Bars + A615Gr60

Confinement Bars (Ties) + A615Gr60

Design Type

Column (P-M2-M3 Design)

Beam (M3 Design Only)

Concrete Cover to Longitudinal Rebar Center

Top 50.

Bottom 50.

Reinforcement Overrides for Ductile Beams

	Left	Right
Top	0.	0.
Bottom	0.	0.

OK Cancel

Gambar 5.12 reinforcement data balok

5.2.4.3 Input Data Pelat

Untuk membuat pelat beton, pilih menu *define, section properties, dan area section*. Pada pilihan *select section type to add* pilih *shell, shell-thin*. Isi semua seperti pada gambar dibawah.

Shell Section Data

Section Name PELAT 12

Section Notes Modfy/Show

Display Color

Type

Shell - Thin

Shell - Thick

Plate - Thin

Plate Thick

Membrane

Shell - Layered/Nonlinear

Modfy/Show Layer Definition...

Material

Material Name + GETON

Material Angle 0.

Thickness

Membrane 120.

Ending 120.

Concrete Shell Section Design Parameters

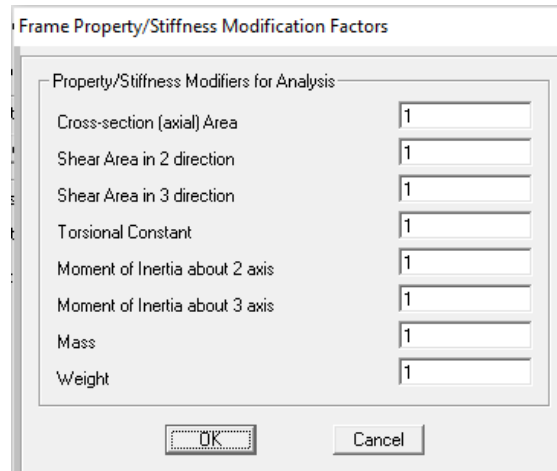
Modfy/Show Shell Design Parameters

Stiffness Modifiers Temp. Characteristic Properties

OK Cancel

Gambar 5.13 input dimensi pelat

Pada tahap ini, semua komponen struktur tidak ada reduksi momen inersia. Semua baris pada frame property tetap diisikan angka 1 seperti pada gambar.

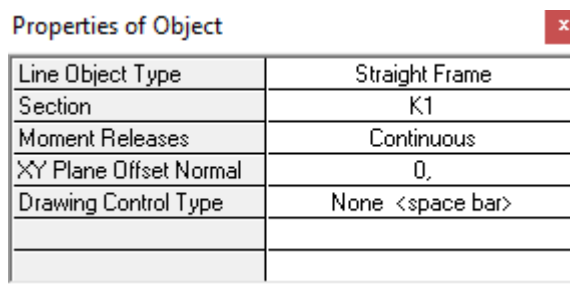


Gambar 5.14 input reduksi pelat

5.2.5 MENGGAMBARKAN KOLOM, BALOK, DAN PELAT

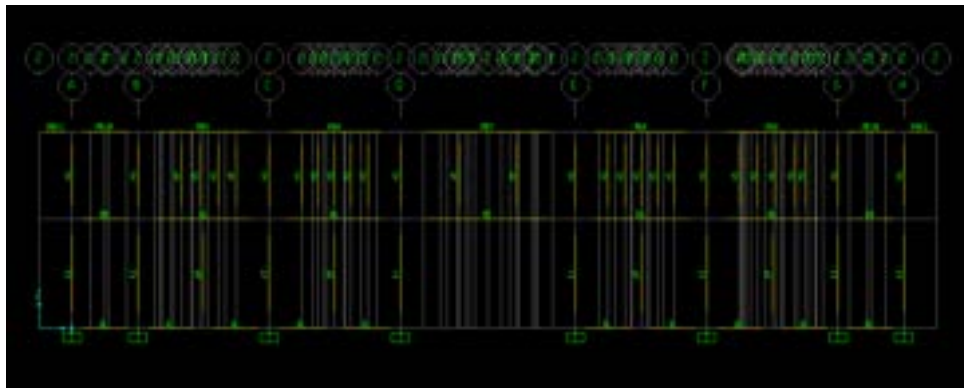
5.2.5.1 Membuat Kolom

- a. Buat kolom pada as A. Pilih menu *view*, *set 2D view*, *X-Z plane* $Y=0$. Lalu pilih menu *draw*, *draw frame/cable/tendon*. Pada pop up pilih section K1.



Gambar 5.15 pilihan section property kolom

- b. selanjutnya, buat kolom dengan menarik garis dari titik level atas ke level dibawahnya. Lakukan langkah tersebut diseluruh as dan lantai tempat rencana kolom.



Gambar 5.16 membuat kolom

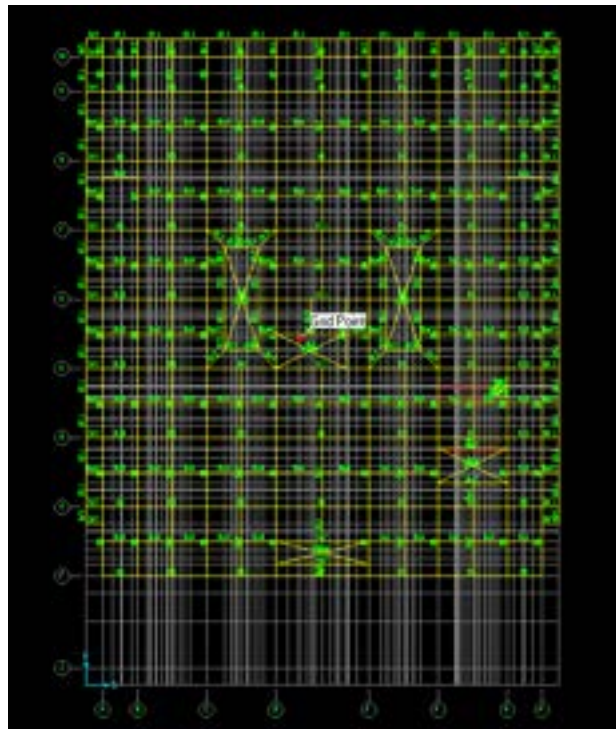
5.2.5.2 Membuat Balok

Pilih menu *view*, set *2D view*, pilih *X-Y plane Z = 3000*. Untuk membuat balok pilih menu *draw*, *draw frame/cable/tendon*. Pada top up pilihlah nama balok B1 pada section.

Line Object Type	Straight Frame
Section	B1
Moment Releases	Continuous
XY Plane Offset Normal	0,
Drawing Control Type	None <space bar>

Gambar 5.17 pilihan section property balok

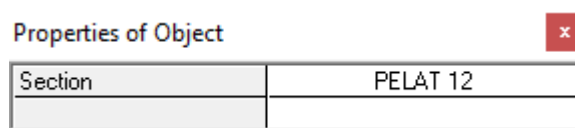
Lalu, tariklah garis balok sesuai dengan rencana sehingga membentuk denah seperti pada gambar dibawah. Modelkan seluruh balok disetiap lantai.



Gambar 5.18 membuat balok

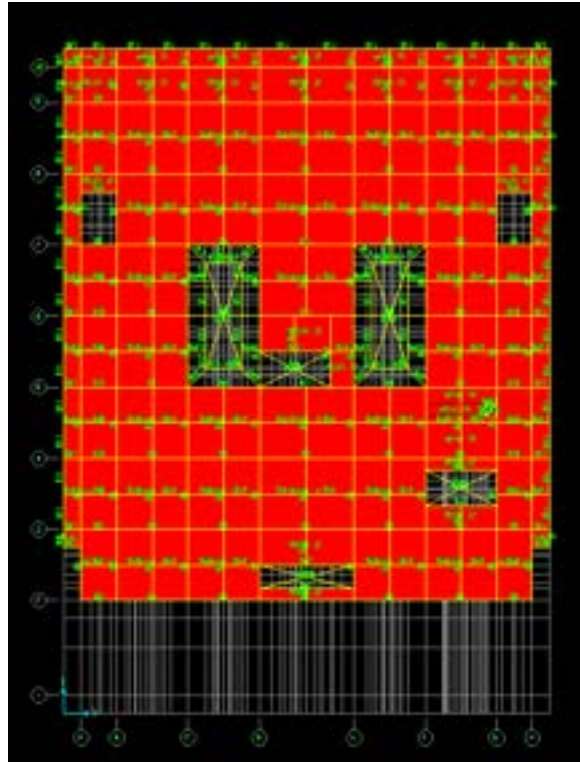
5.2.5.3 Membuat Pelat Lantai

Pilih menu *draw, draw rectangular area*. Pada pop up yang muncul pilih nama pelat S12 pada section seperti pada gambar.



Gambar 5.19 pilihan section property pelat

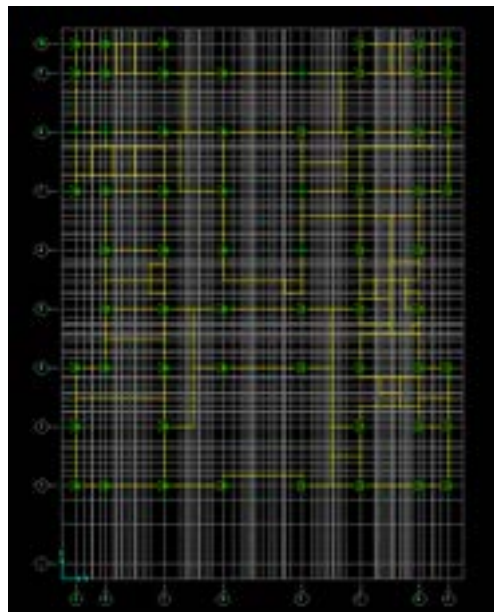
Untuk menampilkan agar terlihat jelas dimana saja lokasi pelat, pilih menu *view, set building view options*. Pada bagian *general* pilih tulisan *fill objec*. Klik ok untuk keluar. Pelat akan tampak lebih jelas seperti pada gambar berikut.



Gambar 5.20 pelat yang selesai dikerjakan

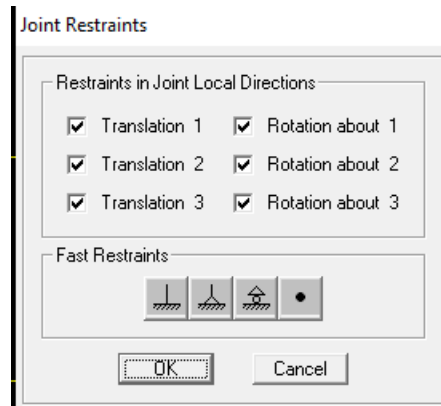
5.2.6 MENENTUKAN JENIS PERLETAKAN

Pada lantai base, klik semua titik-titik yang berada dibawah kolom.



Gambar 5.21 menentukan lokasi perletakan

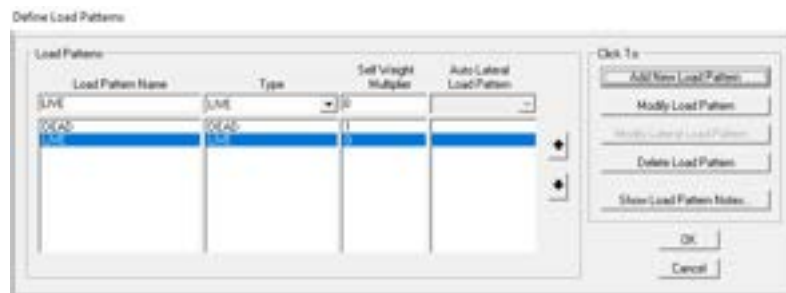
Pilih menu *assign, joint, restraints*. Pilih jenis support jepit. Klik ok untuk keluar.



Gambar 5.22 menentukan jenis perletakan

5.2.7 MEMBUAT TIPE BEBAN

Pilih menu *define, load patterns*. Untuk membuat tipe beban mati isikan pop up seperti gambar berikut. Untuk beban hidup, beri nama LIVE pada load pattern name dan isikan pada kolom *selfweight multiplier* dengan angka 0. Klik add new load pattern. Klik ok apabila sudah selesai.



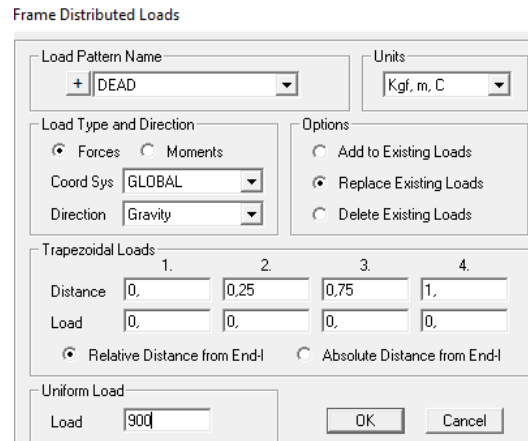
Gambar 5.23 menentukan tipe beban

5.2.7.1 Beban Pada Balok

Berat dinding adalah $(4\text{m}-0,7) \times 250 \text{ kg/m}^2 = 825 \text{ kg/m}$ (B1, B2 dan B11), $(4\text{m}-0,55) \times 250 \text{ kg/m}^2 = 862,5 \text{ kg/m}$ (B3, B4, B5, B6, B9, B12), $(4\text{m}-0,4) \times 250 \text{ kg/m}^2 = 900 \text{ kg/m}$ (B7, B8, B10). Dinding gedung ini terletak diatas balok tepi keliling bangunan (as-A,as-D,as-1, dan as-4), pada lantai LT2. Masih pada view

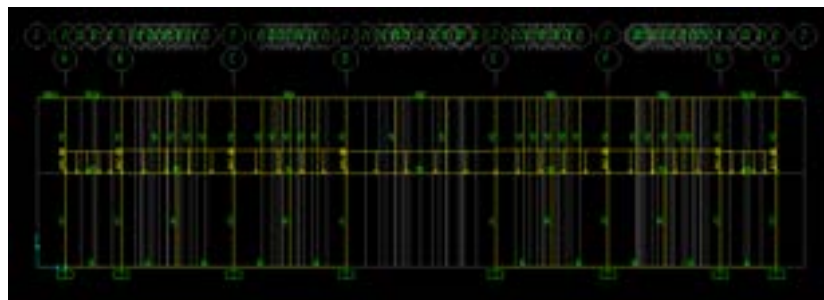
yang sama seperti membuat kolom. Pilih balok as-As di setiap level lantai. Lalu pilih menu *assign, frame loads, dan distributed*, akan muncul pop up seperti pada gambar berikut.

Load pattern name pilih SD, satuan (units) ganti kg-m dan pada *uniforms load* isikan 825, 862,5, 900. Klik ok.



Gambar 5.24 memodelkan beban dinding

Akan terlihat beban dinding sudah selesai dibuat seperti pada gambar berikut. Lakukan hal yang sama pada as-D, as-1, dan as - 4.



Gambar 5.25 beban dinding pada balok

5.2.7.2 Beban Pada Pelat

beban yang bekerja pada pelat adalah :

beban hidup = 250 kg/m² (perkantoran)

beban mati tambahan :

plester (2,5 cm) = 53 kg/m²

keramik	= 24 kg/m ²
M/E	= 25 kg/m ²
Plafond	= 18 kg/m ² +
	= 120 kg/m ²

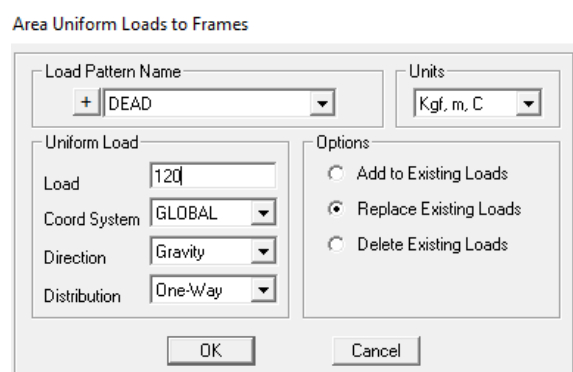
Lantai 2 :

beban hidup	= 100 kg/m ² (perkantoran)
-------------	---------------------------------------

beban mati tambahan :

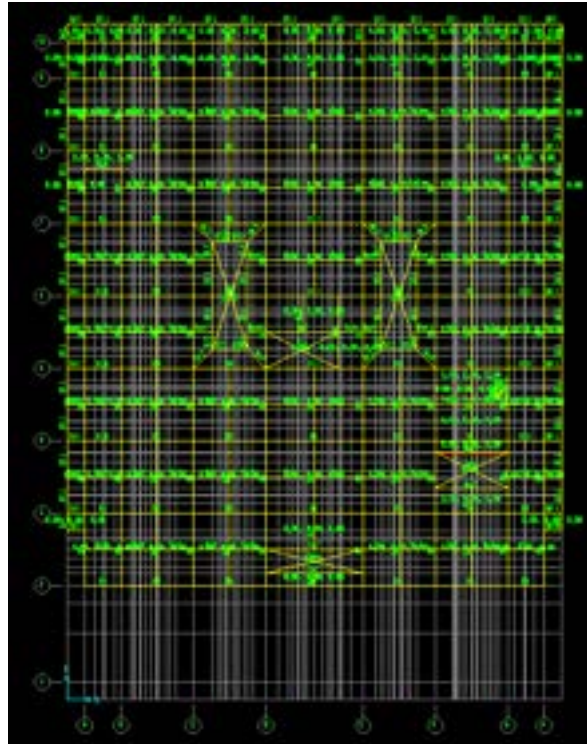
plester (2,5 cm)	= 53 kg/m ²
water proofing	= 5 kg/m ²
M/E	= 25 kg/m ²
Plafond	= 18 kg/m ² +
	= 101 kg/m ²

Untuk input beban pada pelat, kembalikan view ke denah. Pilih menu view, set 2D view, X-Y plane Z = 3000. Pilih pelat lantai yang akan diberi beban mati DL. Setelah itu, pilih menu *assign, Area loads, Uniform to frame (shell)*. Pilih satuan yang dipakai kg-m dan isikan besar beban yang telah ditentukan besarnya seperti pada gambar berikut. Klik ok.



Gambar 5.26 menentukan jenis beban dan besarnya

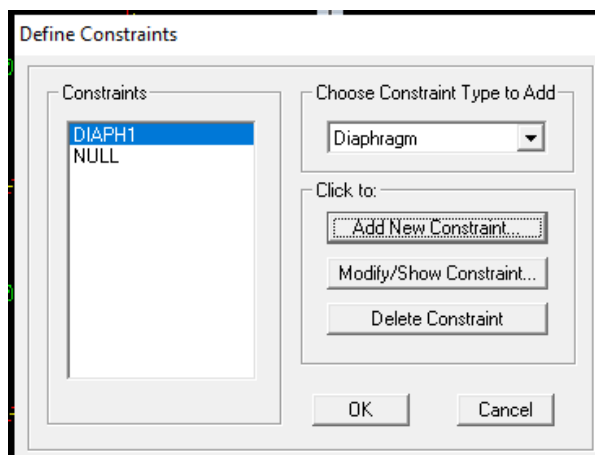
Akan terlihat beban mati telah bekerja pada pelat lantai. Lakukan hal yang sama untuk beban hidup, diseluruh tingkat lantai.



Gambar 5.27 memodelkan beban mati pada lantai

5.2.8 DIAFRAGMA

Masih pada view yang sama seperti pada bagian sebelumnya. Pilih menu *select, all*. Selanjutnya, pilih menu *define, joint constraints*.



Gambar 5.28 menentukan jenis constrain

Sampai pada tahap ini, semua pelat ini lantai sudah dimodelkan sebagai diafragma kaku.

Diaphragm Constraint

Constraint Name: DIAPH1

Coordinate System: GLOBAL

Constraint Axis:

- X Axis
- Y Axis
- Z Axis
- Auto

Assign a different diaphragm constraint to each different selected Z level

OK Cancel

Gambar 5.29 joint constraint

5.2.9 MASSA STRUKTUR

Untuk kasus gedung ini, pilihan yang tepat adalah *From Loads*. Dimana yang dihitung adalah berat massa tambahan dan beban hidup, ditambah dengan berat sendiri elemen atau komponen struktur.

Define Mass Source

Mass Definition:

- From Element and Additional Masses
- From Loads
- From Element and Additional Masses and Loads

Define Mass Multiplier for Loads:

Load	Multiplier
LIVE	1
DEAD	1
LIVE	1

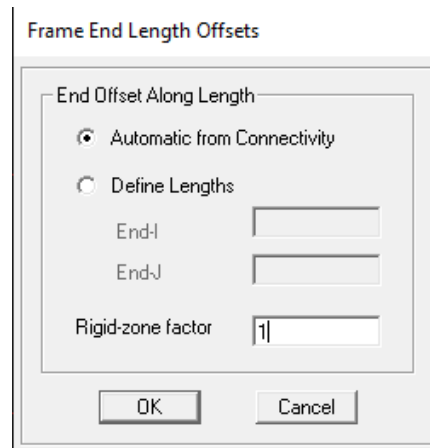
Add Modify Delete

OK Cancel

Gambar 5.30 penentuan massa Gedung

5.2.10 HUBUNGAN BALOK DAN KOLOM

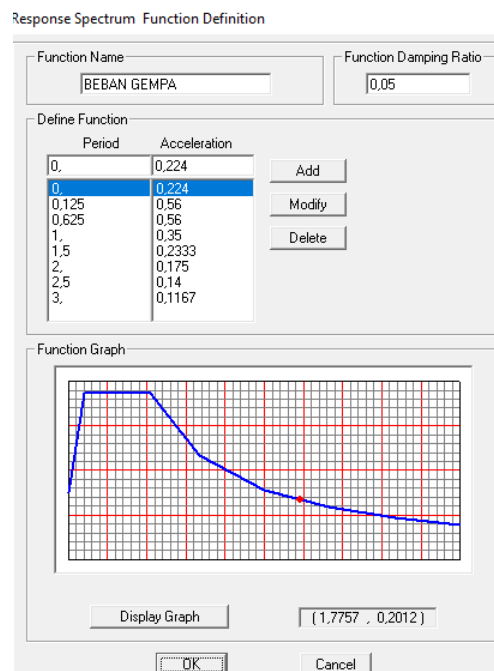
Pilih menu *select, select, all*. Selanjutnya, pilih menu *assign, frame, end length offsets*. Isikan pilihan seperti gambar berikut.



Gambar 5.31 pengaturan sambungan balok kolom

5.2.11 PARAMETER BEBAN GEMPA

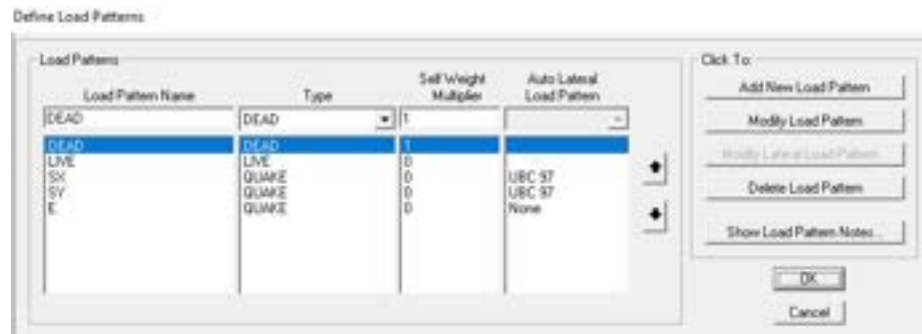
Pilih menu *define, functions, respons spectrum, choose function type to add* pilih user. Isikan seperti pada gambar berikut. Klik ok.



Gambar 5.32 input kurva spectrum respons desain

5.2.12 INPUT TIPE BEBAN GEMPA STATIS

Isikan pada tampilan pop up seperti ada gambar berikut.



Gambar 5.33 tipe beban gempa statis

Pada bagian baris SX pilih pada kolom *auto lateral load pattern* pilihan UBC97. Klik *modify load pattern*. Selanjutnya, klik *modify lateral load pattern*. Isikan sesuai petunjuk pada buku. Klik OK apabila sudah selesai.

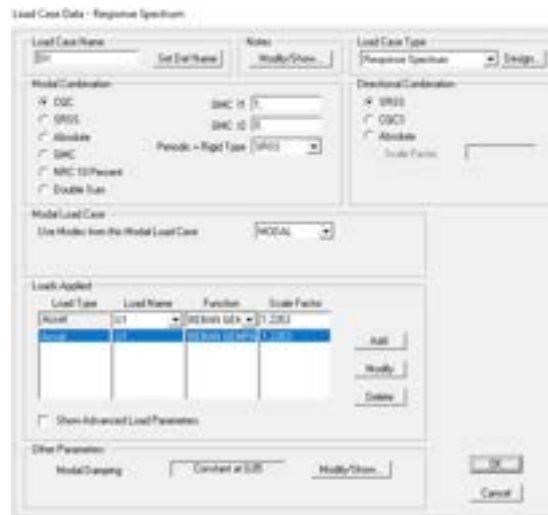


Gambar 5.34 modify lateral load pattern

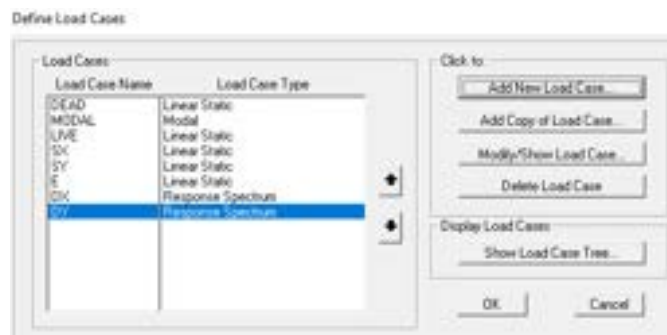
Klik ok selesai langkah penambahan tipe beban gempa statis.

5.2.13 INPUT TIPE BEBAN DINAMIS

- a. Pilih menu *define, load cases, add new load cases*. Untuk beban dinamis arah X dan beban dinamis arah Y dengan cara yang sama. Isikan pada tampilan pop up seperti gambar berikut.



Gambar 5.35 beban respons spectrum

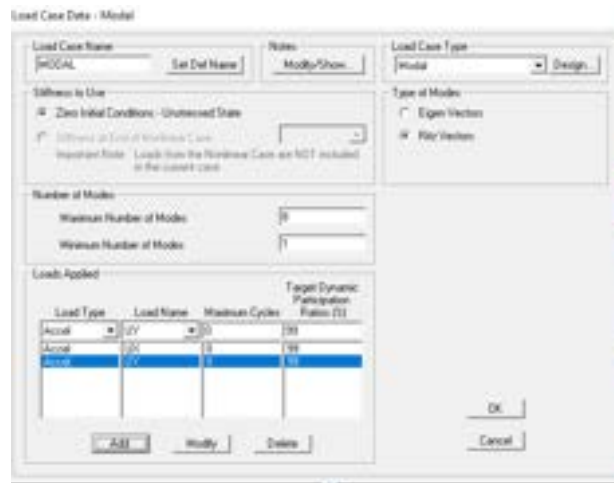


Gambar 5.36 tipe beban dinamis

Klik ok dan selesai langkah penambahan tipe beban dinamis.

5.2.14 MODAL ANALYSIS

- Pilih menu *define, load cases*, pilih pada *load cases MODAL, modify/show load case*. Isikan pada tampilan pop up seperti gambar 5.39 berikut.

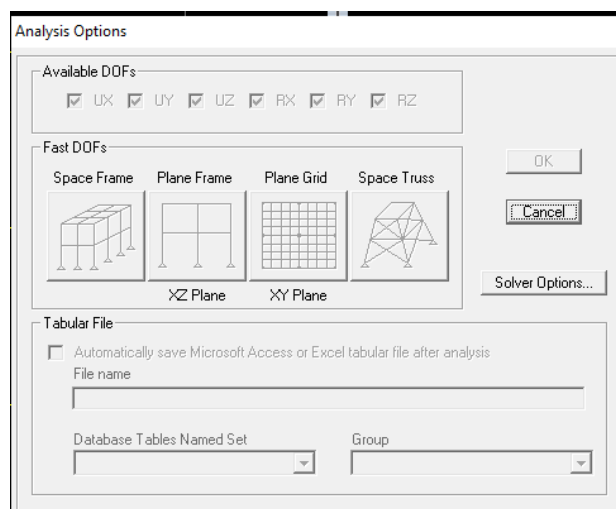


Gambar 5.37 modify modal load case

5.2.15 ANALYSIS

Pilih menu *analyze, set analysis options*. Klik gambar *space frame* yang artinya model portal akan dilakukan analisis 3 dimensi. Lihat gambar 5.38.

Sampai disini model sudah siap dijalankan. Untuk menjalankan pilih menu *analyze, run analysis*. Pastikan kolom action semua dalam keadaan RUN. Klik run now. Lihat gambar 5.39. hasil output dan pembahasan dapat dilihat pada halaman selanjutnya.



Gambar 5.38 pilihan program analysis



Gambar 5.39 pilihan menjalankan program

5.3 Pembebanan Pelat Lantai

5.3.1 Beban-Beban Yang Bekerja Pada Pelat Lantai

Beban Mati Dari Berat Pelat Sendiri

$$DL = 2400 \times 0,12 = 288 \text{ kg/m}^2$$

Beban Mati Tambahan Perkiraan

$$DL = 200 \text{ kg/m}^2$$

$$DL \text{ total} = 288 + 200 = 488 \text{ kg/m}^2$$

Beban Hidup

$$LL = 250 \text{ kg/m}^2$$

Kombinasi Beban

$$U = 1,2 DL + 1,6 LL$$

$$U = 1,2 \times 488 + 1,6 \times 250$$

$$U = 985,6$$

Perbandingan L_y dan L_x

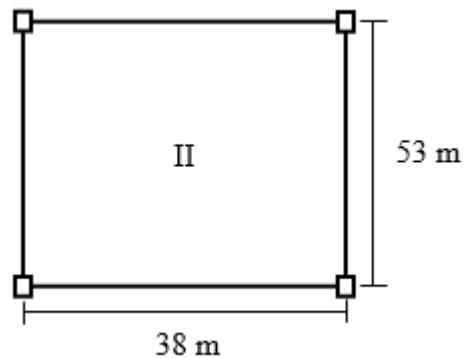
$$L_y = 53000$$

$$L_x = 38000$$

$$L_y/L_x = 53000/38000$$

$$= 1,4$$

5.3.2 Menghitung Distribusi Momen Pelat



$$I_y = 53 \text{ m}$$

$$I_x = 38 \text{ m}$$

$$I_y/I_x = 1,4 \text{ m}$$

Dari tabel (SNI 03–2847–2019), didapat :

$$c_{lx} = 50 ; \quad c_{tx} = 50$$

$$c_{ly} = 38 ; \quad c_{ty} = 38$$

$$M_{lx} = 0,001 \cdot q_u \cdot l_x^2 \cdot c_{lx} = 0,001 \cdot 11,98 \cdot 38^2 \cdot 50 = 864,95 \text{ KN/m}$$

$$M_{tx} = -0,001 \cdot q_u \cdot l_x^2 \cdot c_{tx} = -0,001 \cdot 11,98 \cdot 38^2 \cdot 50 = -864,95 \text{ KN/m}$$

$$M_{ly} = 0,001 \cdot q_u \cdot l_x^2 \cdot c_{ly} = 0,001 \cdot 11,98 \cdot 38^2 \cdot 38 = 657,36 \text{ KN/m}$$

$$M_{ty} = -0,001 \cdot q_u \cdot l_x^2 \cdot c_{ty} = -0,001 \cdot 11,98 \cdot 38^2 \cdot 38 = -657,36 \text{ KN/m}$$

5.3.3 Perhitungan Tulangan Pelat Lantai

1. Tulangan Lapangan /Tumpuan Arah X

Selimit beton 50 mm dan digunakan tulangan utaman $\varnothing 10$

$$h = 120 \text{ mm}$$

$$d = h - p_b - \frac{1}{2} \varnothing_{tul.tx}$$

$$= 120 - 50 - \frac{1}{2} \cdot 10$$

$$= 65 \text{ mm}$$

$$M_{lx} = M_{tx} = 864,95 \text{ KN/m}$$

Momen nominal : $\phi = 0,80$, karena lentur $M_u = 864,95$ KN/m

$$M_n = \frac{M_u}{\phi} = \frac{864,95}{0,8} = 1081,18 \text{ KNm}$$

Rasio tulangan minimum

$$\rho_{min} = \frac{1,4}{f_y} = \frac{1,4}{240} = 0,00583$$

Rasio tulangan maksimum $\beta_1 = 0,85$, karena $f_c' = 24,90 \text{ Mpa} \leq 30 \text{ Mpa}$ $\rho_{maks} = 0,75 \rho_b$

$$\rho_{maks} = 0,75 \left[\beta_1 \cdot \frac{0,85 \cdot f_c'}{f_y} \cdot \left(\frac{600}{600 + f_y} \right) \right]$$

$$\begin{aligned} \rho_{maks} &= 0,75 \left[0,85 \cdot \frac{0,85 \cdot 24,90}{240} \cdot \left(\frac{600}{600 + 240} \right) \right] \\ &= 0,0402 \end{aligned}$$

Rasio tulangan perlu

$$R_n = \frac{M_n}{b \cdot d^2} = \frac{1081,18 \cdot 10^6}{1000 \cdot 65^2} = 255,90 \text{ Mpa}$$

$$m = \frac{f_y}{0,85 \cdot f_c'} = \frac{240}{0,85 \cdot 24,90} = 11,339$$

$$\begin{aligned} \rho_{perlu} &= \frac{1}{m} \left\{ 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot m \cdot R_n}{f_y}} \right\} \\ &= \frac{1}{11,339} \left\{ 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 11,339 \cdot 255,90}{240}} \right\} \\ &= 0,08819 > \rho_{min} = \frac{1,4}{f_y} = \frac{1,4}{240} = 0,00583 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \rho_b &= \frac{0,85 \cdot f_c'}{f_y} \cdot \beta \left\{ \frac{600}{600 + f_y} \right\} \\ &= \frac{0,85 \cdot 24,90}{240} \cdot 0,85 \left\{ \frac{600}{600 + 240} \right\} \\ &= 0,053 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A_s \text{ perlu} &= \rho_{\text{terpakai}} \cdot b \cdot d \\ &= 0,00583 \cdot 1000 \cdot 65 \geq 0,002 \cdot 1000 \cdot 120 \\ &= 378,95 \text{ mm}^2 \geq 240 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$A_s \text{ perlu pakai} = 378,95 \text{ mm}^2$$

Dipakai tulanga $\phi 10$

$$\text{Jarak tulangan} = \frac{1/4 \cdot \pi \cdot \phi^2 \cdot b}{A_s} = \frac{1/4 \cdot \pi \cdot 10 \cdot 1000}{378,95} = 207 \text{ mm}$$

Maka dipakai tulangan $\phi 10-207$

2. Tulangan Lapangan /Tumpuan Arah Y

Selimut beton 50 mm dan digunakan tulangan utaman $\phi 10$

$$h = 120 \text{ mm}$$

$$d = h - pb - \phi_{\text{tul}} \cdot l_x - \frac{1}{2} \phi_{\text{tul}} \cdot t_x$$

$$= 120 - 50 - 10 - \frac{1}{2} \cdot 10$$

$$= 55 \text{ mm}$$

$$M_{ly} = M_{ty} = 657,36 \text{ KN/m}$$

Momen nominal :

$$\phi = 0,80, \text{ karena lentur}$$

$$M_u = 657,36 \text{ KN/m}$$

$$M_n = \frac{M_u}{\phi} = \frac{657,36}{0,8} = 821,7 \text{ KNm}$$

Rasio tulangan minimum

$$\rho_{\min} = \frac{1,4}{f_y} = \frac{1,4}{240} = 0,00583$$

Rasio tulangan maksimum

$$\beta_1 = 0,85, \text{ karena } f_c' = 24,90 \text{ Mpa} \leq 30 \text{ Mpa}$$

$$\rho_{\text{maks}} = 0,75 \rho_b$$

$$\rho_{\text{maks}} = 0,75 \left[\beta_1 \cdot \frac{0,85 \cdot f_c'}{f_y} \cdot \left(\frac{600}{600 + f_y} \right) \right]$$

$$\begin{aligned} \rho_{\text{maks}} &= 0,75 \left[0,85 \cdot \frac{0,85 \cdot 24,90}{240} \cdot \left(\frac{600}{600 + 240} \right) \right] \\ &= 0,0402 \end{aligned}$$

Rasio tulangan perlu

$$R_n = \frac{M_n}{b \cdot d^2} = \frac{821,7 \cdot 10^6}{1000 \cdot 96^2} = 89,16 \text{ Mpa}$$

$$m = \frac{f_y}{0,85 \cdot f_{c'}} = \frac{240}{0,85 \cdot 24,90} = 11,339$$

$$\begin{aligned} \rho_{\text{perlu}} &= \frac{1}{m} \left\{ 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot m \cdot R_n}{f_y}} \right\} \\ &= \frac{1}{11,339} \left\{ 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 11,339 \cdot 89,16}{240}} \right\} \\ &= 0,08819 > \rho_{\text{min}} = \frac{1,4}{f_y} = \frac{1,4}{240} = 0,00583 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \rho_b &= \frac{0,85 \cdot f_{c'}}{f_y} \cdot \beta \left\{ \frac{600}{600 + f_y} \right\} \\ &= \frac{0,85 \cdot 24,90}{240} \cdot 0,85 \left\{ \frac{600}{600 + 240} \right\} \\ &= 0,053 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A_s \text{ perlu} &= \rho_{\text{terpakai}} \cdot b \cdot d \\ &= 0,00583 \cdot 1000 \cdot 55 \geq 0,002 \cdot 1000 \cdot 120 \\ &= 320,65 \text{ mm}^2 \geq 240 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$A_s \text{ perlu pakai} = 320,65 \text{ mm}^2$$

Dipakai tulanga $\emptyset 10$

$$\text{Jarak tulangan} = \frac{1/4 \cdot \pi \cdot \emptyset^2 \cdot b}{A_s} = \frac{1/4 \cdot \pi \cdot 10 \cdot 1000}{320,65} = 245 \text{ mm}$$

Maka dipakai tulangan $\emptyset 10$ -245

5.4 Perencanaan Kolom

5.4.1 Perhitungan Momen Dan Gaya Aksial Rencana

$$p_{u \text{ terbesar}} = 643 \text{ KN}$$

$$p_{u \text{ terkecil}} = 596 \text{ KN}$$

$$M_{ux \text{ terbesar}} = 21,16 \text{ KNm}$$

$$M_{ux \text{ terkecil}} = 3,04 \text{ KNm}$$

$$M_{uy \text{ terbesar}} = 17,02 \text{ KNm}$$

$$M_{uy \text{ terkecil}} = 7,54 \text{ KNm}$$

Komponen struktur rangka harus memenuhi :

$$p_u > A_g \cdot f_c' / 10$$

$$A_g = \text{luas penampang kolom}$$

$$= 600 \times 600$$

$$= 120000 \text{ mm}^2$$

$$A_g \cdot f_c' / 10 = 120000 \times 24,90 / 10$$

$$= 298800 < p_u = 643802 \text{ N (ok)}$$

Rasio ukuran kolom tidak boleh $< 0,4$

$$600/600 = 1 > 0,4$$

Desain tulangan lentur

$$\text{Luas tulangan memanjang } A_{st} > 0,01 \cdot A_g = 0,01 \times 600 \times 600$$

$$= 3600 \text{ mm}^2$$

$$\text{Dipakai } 20\text{D}22 = 20 \cdot 7603 = (A_{st} = 152060 \text{ mm}^2)$$

Kuat maksimal tekan rencana kolom tidak boleh diambil lebih besar dari

$$p_{n(max)};$$

$$p_{n(max)} = 0,80 \cdot \phi [0,85 \cdot f_c' (A_g - A_{st}) + A_{st} \cdot f_y]$$

$$= 0,80 \cdot \phi [0,85 \cdot 24,90 (120000 - 15206) + 152060 \cdot 400]$$

$$= 31275634 \text{ N}$$

$$= 3127 \text{ KN}$$

Dipakai tulangan 20D22 ($A_{st}=152060$)

5.4.2 Tulangan transversal

Nilai t_o harus sama atau lebih besar dari tiga hal berikut :

1. Tinggi balok = 700 mm
2. $1/6$ panjang bentang = $1/6 \cdot (8000-700) = 1216 \text{ mm}$
3. 450 mm

Maka nilai $t_o = 1216 \text{ mm}$

Spasi tulangan transversal sepanjang t_o yaitu :

1. $1/4$ dimensi kolom terkecil = $1/4 \times 600 = 150 \text{ mm}$
2. $6 \times \phi_{tul} = 6 \times 10 = 60 \text{ mm}$

$$3. S_o = 100 + (350 - 200)/3 = 150 \text{ mm}$$

S_o tidak boleh $> 150 \text{ mm}$ dan tidak perlu $< 100 \text{ mm}$

Ambil nilai yang terkecil $S_o = 100 \text{ mm}$

Keutuhan nilai tulangan transversal di hitung berdasarkan :

$$\begin{aligned} A_{sh} &= 0,3 \cdot \frac{Sb_c \cdot f_c'}{f_y} \left[\left(\frac{A_g}{A_{ch}} \right) - 1 \right] \\ &= 0,3 \cdot \frac{100 \cdot 600 \cdot 24 \cdot 90}{400} \left[\left(\frac{120000}{400} \right) - 1 \right] \\ &= 335 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$A_{sh} = 0,09 \cdot \frac{Sb_c \cdot f_c'}{f_y}$$

$$A_{sh} = 0,09 \cdot \frac{100 \cdot 600 \cdot 24 \cdot 90}{400} = 336 \text{ mm}^2$$

Dipakai tulangan 20D22 = 152060 mm² $> 335 \text{ mm}^2$

$$M_{Dx} = 703,66 \text{ KNm}$$

$$M_{Dy} = 593,04 \text{ KNm}$$

$$M_L = 114,45 \text{ KNm}$$

$$M_E = 680,53 \text{ KNm}$$

Kombinasi pembebanan:

Atas :

$$\begin{aligned} 1,2P_{Dx} + 1,6P_L &= 1,2 \cdot 703,66 + 1,6 \cdot 114,45 \\ &= 1027,512 \text{ KNm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 1,05(P_{Dx} + 1,6P_L + P_E) &= 105 (100,56 + 1,6 \cdot 114,45 + 680,530) \\ &= 1012,4205 \text{ KNm} \end{aligned}$$

Bawah

$$\begin{aligned} 1,2P_{Dy} + 1,6P_L &= 1,2 \cdot 593,04 + 1,6 \cdot 114,45 \\ &= 894,768 \text{ KNm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 1,05(P_{Dy} + 1,6P_L + P_E) &= 105 (593,04 + 1,6 \cdot 114,45 + 680,530) \\ &= 1529,5245 \text{ KNm} \end{aligned}$$

1. Portal x

Data kolom :

$$\begin{aligned} E_c &= 4700 \sqrt{f_c'} \\ &= 4700 \sqrt{24,90} \\ &= 23452 \text{ Mpa} \end{aligned}$$

Kolom lantai 2 , K1b (600x600)

$$\begin{aligned} I_x = I_y &= 0,7 \left(\frac{1}{12} \cdot 600 \cdot 600^3 \right) \\ &= 7560 \cdot 10^6 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} E \cdot I_c &= 23452 \cdot 7560 \cdot 10^6 \\ &= 1.772.9712 \cdot 10^{10} \end{aligned}$$

Panjang kolom $\lambda_t = 4000$ m

Panjang bersih kolom

$$\begin{aligned} \lambda_u &= \text{Panjang kolom} - \text{tinggi penampang kolom} \\ &= 4000 - 600 = 3400 \text{ mm} \end{aligned}$$

Kolom lantai 1, K1 (600x600)

$$\begin{aligned} I_x = I_y &= 0,7 \left(\frac{1}{12} \cdot 600 \cdot 600^3 \right) \\ &= 7560 \cdot 10^6 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} E \cdot I_c &= 23452 \cdot 7560 \cdot 10^6 \\ &= 1.772.9712 \cdot 10^{10} \end{aligned}$$

Panjang kolom $\lambda_t = 4000$ m

Panjang bersih kolom

$$\begin{aligned} \lambda_u &= \text{Panjang kolom} - \text{tinggi penampang kolom} \\ &= 4000 - 600 = 3400 \text{ mm} \end{aligned}$$

Data balok kanan dan kiri kolom

Balok kiri B5 = 300 x 550

$$I_x = 0,35 \left(\frac{1}{12} \cdot 300 \cdot 550^3 \right) = 1455 \text{ mm}^4$$

$$I_c = \frac{1}{12} \cdot 600 \cdot 600^3 = 10800 \text{ mm}^4$$

$$\begin{aligned} B_d &= \frac{1,2 M_{Dx}}{1,2 M_{Dx} + 1,6 M_L} = \frac{1,2 \cdot 703,66}{1,2 \cdot 703,66 + 1,6 \cdot 114,45} \\ &= 0,82 \end{aligned}$$

$$E.l = \frac{Ec . Lc}{2,5(1 + \beta_d)} = \frac{23452 . 10800}{2,5(1 + 0,82)}$$

$$= 55666285 \text{ Nmm}^2 \approx 55,66 . 10^{13} \text{ Nmm}^2$$

$$I_{cr} = \frac{1}{2} \left(\frac{1}{12} b . h^3 \right) = \frac{1}{2} \left(\frac{1}{12} 600 . 600^3 \right) = 5,4 . 10^9 \text{ mm}^4$$

Panjang balok = 8000

Data balok kanan B5 (300x550)

$$I_x = 0,35 \left(\frac{1}{12} . 300 . 550^3 \right) = 1455 \text{ mm}^4$$

$$I_c = \frac{1}{12} . 600 . 600^3 = 10800$$

$$\beta_d = \frac{1,2 M_{Dx}}{1,2 M_{Dx} + 1,6 M_L} = \frac{1,2 . 703,66}{1,2 . 703,66 + 1,6 . 114,45} = 0,82$$

$$E.l = \frac{Ec . Lc}{2,5(1 + \beta_d)} = \frac{23452 . 10800}{2,5(1 + 0,82)}$$

$$= 55666285 . 10^{13} \text{ Nmm}^2 \approx 55,66 . 10^{13} \text{ Nmm}^2$$

$$I_{cr} = \frac{1}{2} \left(\frac{1}{12} b . h^3 \right) = \frac{1}{2} \left(\frac{1}{12} 600 . 600^3 \right) = 5,4 . 10^9 \text{ mm}^4$$

Panjang balok = 8000

Menghitung faktor kekangan ujung kolom Ψ

$$\Psi_{atas} = \Psi_{bawah} = \frac{\sum \left\{ \frac{EI}{LC} \right\}}{\sum \left\{ \frac{Ec . I_{cr}}{Lg} \right\}}$$

$$\Psi_a = \frac{\left(\frac{E.l}{\lambda_c} \right) lt.2 + \left(\frac{E.lc}{\lambda_c} \right) lt.1}{\left(\frac{E.lc}{\lambda} \right) kiri + \left(\frac{E.lc}{\lambda} \right) kanan}$$

$$= \frac{\left(\frac{55,66 . 10^{13}}{4000} \right) lt.2 + \left(\frac{55,66 . 10^{13}}{4000} \right) lt.1}{\left(\frac{72886}{8000} \right) kiri + \left(\frac{72886}{8000} \right) kanan}$$

$$= 1,52$$

$$\begin{aligned}\Psi_b &= \frac{\left(\frac{E \cdot l}{\lambda_c}\right) lt. 2 + \left(\frac{E \cdot lc}{\lambda_c}\right) lt. 1}{\left(\frac{E \cdot lc}{\lambda}\right) kiri + \left(\frac{E \cdot lc}{\lambda}\right) kanan} \\ &= \frac{\left(\frac{55666285 \cdot 10^{13}}{4000}\right) lt. 2 + \left(\frac{55666285 \cdot 10^{13}}{4000}\right) lt. 1}{\left(\frac{72886}{8000}\right) kiri + \left(\frac{72886}{8000}\right) kanan} \\ &= 15,27\end{aligned}$$

Dari hasil nomogram portal, didapat $k = 2$,

$$r = 0,3 \cdot h = 0,3 \cdot 600 = 180$$

$$\frac{k \cdot lu}{r} = \frac{2 \cdot 4000}{180} = 44,4 > l_0 (\text{termasuk kolom langsing})$$

Beban tekuk euler yang terjadi :

$$\begin{aligned}P_c &= \frac{\pi^2 \cdot El}{(k \cdot Lc)^2} = \frac{\pi^2 \cdot 55,66 \cdot 10^{13}}{(2 \cdot 10800)^2} \\ &= 11774309 \text{ N}\end{aligned}$$

Menghitung momen pembesaran momen δ_{by}

$$\delta_{by} = \frac{cm}{1 - \left(\frac{Pu}{\phi P_c}\right)} > 1$$

$C_m = 1$ (untuk portal tanpa pengaku)

$$\delta_{by} = \frac{1}{1 - \left(\frac{1027,512}{0,65 \cdot 11774309}\right)} = 1,3 > 1$$

2. Arah Y

$$\begin{aligned}E_c &= E_g = 4700 \sqrt{f'c'} \\ &= 4700 \sqrt{24,90} \\ &= 23452 \text{ Mpa}\end{aligned}$$

Rencana dimensi kolom = 400 x 400 mm

$$I_c (\text{Inersia kolom}) = \frac{1}{12} \cdot 600 \cdot 600^3 = 10800$$

$$B_d = \frac{1,2 M_{Dy}}{1,2 M_{Dy} + 1,6 M_L} = \frac{1,2 \cdot 593,04}{1,2 \cdot 593,04 + 1,6 \cdot 114,45} = 0,795$$

$$\begin{aligned}E_I &= \frac{E_c \cdot L_c}{2,5 (1 + \beta_d)} = \frac{23452 \cdot 10800}{2,5 (1 + 0,795)} \\ &= 56441582 \cdot 10^{13} \text{ Nmm}^2 \approx 56,44 \cdot 10^{13} \text{ Nmm}^2\end{aligned}$$

Menghitung momen inersia balok di kanan dan kiri kolom, dengan menganggap momen inersia penampang retak balok sebesar setengah dari momen inersia penampang bruto, maka :

Momen inersia balok di kanan kiri atas kolom, yaitu :

$$\begin{aligned} I_{cr} &= \frac{1}{2} \left(\frac{1}{12} b \cdot h^3 \right) \\ &= \frac{1}{2} \left(\frac{1}{12} 600 \cdot 600^3 \right) \\ &= 5,4 \cdot 10^9 \text{ mm}^4 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Psi_a &= \frac{\left(\frac{E \cdot l}{\lambda_c} \right) l_{t.2} + \left(\frac{E \cdot l_c}{\lambda_c} \right) l_{t.1}}{\left(\frac{E \cdot l_c}{\lambda} \right) k_{iri} + \left(\frac{E \cdot l_c}{\lambda} \right) k_{anan}} \\ &= \frac{\left(\frac{56441582 \cdot 1013}{4000} \right) l_{t.2} + \left(\frac{56441582 \cdot 1013}{4000} \right) l_{t.1}}{\left(\frac{72886}{8000} \right) k_{iri} + \left(\frac{72886}{8000} \right) k_{anan}} \\ &= 1,54 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Psi_b &= \frac{\left(\frac{E \cdot l}{\lambda_c} \right) l_{t.2} + \left(\frac{E \cdot l_c}{\lambda_c} \right) l_{t.1}}{\left(\frac{E \cdot l_c}{\lambda} \right) k_{iri} + \left(\frac{E \cdot l_c}{\lambda} \right) k_{anan}} \\ &= \frac{\left(\frac{56,44 \cdot 1013}{4000} \right) l_{t.2} + \left(\frac{56,44 \cdot 1013}{4000} \right) l_{t.1}}{\left(\frac{72886}{8000} \right) k_{iri} + \left(\frac{72886}{8000} \right) k_{anan}} \\ &= 15,48 \end{aligned}$$

Dari nomogram portal tanpa pengaku, didapat $K = 2,2$, $r = 0,3 \cdot h = 0,3 \cdot 600 = 180$

$$\frac{k \cdot l_u}{r} = \frac{2,2 \cdot 4000}{180} = 48,8 > l_0 (\text{termasuk kolom angsing})$$

Beban tekuk euler yang terjadi

$$P_c = \frac{\pi^2 \cdot EI}{(k \cdot l_c)^2} = \frac{\pi^2 \cdot 56,44 \cdot 10^{13}}{(48,8 \cdot 10800)^2} = 10569225 \text{ N}$$

Menghitung factor momen pembesaran momen δ_{by}

$$\delta_{by} = \frac{cm}{1 - \left(\frac{P_u}{\phi P_c} \right)} > 1$$

$C_m = 1$ (untuk portal tanpa pengaku)

$$\delta_{by} = \frac{1}{1 - \left(\frac{866.580}{0,65 \cdot 10569225} \right)} = 1,4 > 1$$

5.4.3 Analisis Gaya Aksial Dan Momen Akibat Balok

$$h = 6 \text{ m}$$

$$h_n = 4 \text{ m}$$

$$R_v = 1 \text{ (jumlah lantai ; } 1 < n \leq 5 \text{)}$$

$\omega_d = 1,3$ kecuali untuk kolom lantai 1 dan lantai paling atas yang kemungkinan terjadi sendi plastis pada kolom, $\omega_d = 1$

$$k = 1$$

1. Perhitungan arah X

$$M_{kap(kiri)} = 1,25 M_{nak} = 1,25 \cdot 5,4 \cdot 10^9 = 6750 \text{ KNm}$$

$$M_{kap(kanan)} = 1,25 M_{nak} = 1,25 \cdot 5,4 \cdot 10^9 = 6750 \text{ KNm}$$

Menghitung gaya aksial rencana

$$\begin{aligned} P_{u,kx} &= 0,7 \cdot R_v \cdot \frac{M_{kap(kiri)} + M_{kap(kanan)}}{l} + 1,05 N_g \\ &= 0,7 \cdot 1 \cdot \frac{6750 + 6750}{1} + 1,05 (703,66 + 114,45) \\ &= 10309 \text{ KNm} \end{aligned}$$

Tidak perlu melebihi :

$$\begin{aligned} P_{u,kx} &= 1,05 (N_D + N_L + 4 \cdot N_E) \\ &= 1,05 (703,66 + 114,45 + 4 \cdot 680,53) \\ &= 3717.2415 \text{ KN} \end{aligned}$$

Menghitung α :

$$M_{Ex \text{ atas}} = 681,35 \text{ KNm}$$

$$M_{Ex \text{ bawah}} = 125,40 \text{ KNm}$$

$$\begin{aligned} \alpha_{ka} &= \frac{M_{E,k(lti+latas)}}{M_{E,k(lti+latas)} + M_{E,k(ltibawah)}} \\ &= \frac{681,35}{681,35 + 125,40} = 0,84 \end{aligned}$$

$$\alpha_{kb} = \frac{M_{E,k(\text{Itibawah})}}{M_{E,k(\text{Iti+latas})} + M_{E,k(\text{Itibawah})}}$$

$$= \frac{125,40}{681,35 + 125,40} = 0,15$$

Menghitung momen rancang kolom

$$M_{u,k_x \text{ atas}} = \frac{h_n}{h} \omega_d \cdot \alpha \cdot 0,7 \left\{ \frac{I_{ki}}{I'_{ki}} M_{kap, ki} + \frac{I_{ka}}{I'_{ka}} M_{kap, ka} \right\}$$

$$= \frac{4}{6} \cdot 1,0 \cdot 0,84 \cdot 0,7 \left\{ \frac{6}{8} \cdot 6750 + \frac{6}{8} \cdot 6750 \right\}$$

$$= 3969 \text{ KNm}$$

$$M_{u,k_x \text{ bawah}} = \frac{h_n}{h} \omega_d \cdot \alpha \cdot 0,7 \left\{ \frac{I_{ki}}{I'_{ki}} M_{kap, ki} + \frac{I_{ka}}{I'_{ka}} M_{kap, ka} \right\}$$

$$= \frac{4}{6} \cdot 1,0 \cdot 0,15 \cdot 0,7 \left\{ \frac{6}{8} \cdot 6750 + \frac{6}{8} \cdot 6750 \right\}$$

$$= 708,75 \text{ KNm}$$

Tidak perlu melebihi :

$$M_{u,k} = 1,05 (M_{D_x} + M_L + 4/k \cdot M_{E_x})$$

$$= 1,05 (703,66 + 114,45 + 4/1 \cdot (681,35))$$

$$= 3720,6855 \text{ KNm}$$

2. Perhitungan arah Y

$$M_{kap(\text{kiri})} = 1,25 M_{nak} = 1,25 \cdot 5,4 \cdot 10^9 = 6750 \text{ KNm}$$

$$M_{kap(\text{kanan})} = 1,25 M_{nak} = 1,25 \cdot 5,4 \cdot 10^9 = 6750 \text{ KNm}$$

Menghitung gaya aksial rencana

$$P_{u,k_y} = 0,7 \cdot R_v \cdot \frac{M_{kap\text{kiri}} + M_{kap\text{kanan}}}{l} + 1,05 N_g$$

$$= 0,7 \cdot 1 \cdot \frac{6750 + 6750}{1} + 1,05 (703,66 + 114,45)$$

$$= 10309 \text{ KNm}$$

Tidak perlu melebihi :

$$P_{u,k_y} = 1,05 (N_{D_y} + N_L + 4 \cdot N_E)$$

$$= 1,05 (593,04 + 114,45 + 4 \cdot 680,53)$$

$$= 3601,0905 \text{ KN}$$

Menghitung α :

$$M_{Ey \text{ atas}} = 681,35 \text{ KNm}$$

$$M_{Ey \text{ bawah}} = 125,40 \text{ KNm}$$

$$\begin{aligned}\alpha_{ka} &= \frac{M_{E,k(lti+latas)}}{M_{E,k(lti+latas)} + M_{E,k(ltibawah)}} \\ &= \frac{681,35}{681,35 + 125,40} = 0,84\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\alpha_{kb} &= \frac{M_{E,k(ltibawah)}}{M_{E,k(lti+latas)} + M_{E,k(ltibawah)}} \\ &= \frac{125,40}{681,35 + 125,40} = 0,15\end{aligned}$$

Menghitung momen rancang kolom

$$\begin{aligned}Mu_{kx \text{ atas}} &= \frac{hn}{h} \omega d \cdot \alpha \cdot 0,7 \left\{ \frac{I_{ki}}{I'_{ki}} M_{kap, ki} + \frac{I_{ka}}{I'_{ka}} M_{kap, ka} \right\} \\ &= \frac{4}{6} 1,0 \cdot 0,84 \cdot 0,7 \left\{ \frac{6}{8} \cdot 6750 + \frac{6}{8} \cdot 6750 \right\} \\ &= 3969 \text{ KNm}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}Mu_{kx \text{ bawah}} &= \frac{hn}{h} \omega d \cdot \alpha \cdot 0,7 \left\{ \frac{I_{ki}}{I'_{ki}} M_{kap, ki} + \frac{I_{ka}}{I'_{ka}} M_{kap, ka} \right\} \\ &= \frac{4}{6} 1,0 \cdot 0,15 \cdot 0,7 \left\{ \frac{6}{8} \cdot 6750 + \frac{6}{8} \cdot 6750 \right\} \\ &= 708,75 \text{ KNm}\end{aligned}$$

Tidak perlu melebihi :

$$\begin{aligned}Mu_{k} &= 1,05 (M_{Dy} + M_L + 4/k \cdot M_E) \\ &= 1,05 (593,04 + 114,45 + 4/1 \cdot (681,35)) \\ &= 3604,5345 \text{ KNm}\end{aligned}$$

5.5 Desain Balok

1. Portal arah X

Dipakai dimensi B1 = 350/700

$$f_c' = 24,90 \text{ Mpa}$$

$$f_y = 400 \text{ Mpa}$$

$$Mu = 33,43 \text{ Nm (-)}$$

$$M_n = \frac{Mu}{\phi} = \frac{33,43}{0,8} = 41,787 \text{ KNm}$$

rasio tulangan minimum

$$\rho_{\min} = \frac{1,4}{f_y} = \frac{1,4}{400} = 0,0035$$

rasio tulangan maksimum

$$\rho_b = \frac{0,85 \cdot f_c'}{f_y} \cdot \beta_1 \left\{ \frac{600}{600 + f_y} \right\} = \frac{0,85 \cdot 24,90}{400} \cdot 0,85 \left\{ \frac{600}{600 + 400} \right\} = 0,0269$$

$$\rho_{\max} = 0,75 \cdot \rho_b = 0,75 \cdot 0,0269 = 0,0202$$

rasio tulangan perlu

$$\rho_{\text{pakai}} = 0,75 \cdot \rho_{\max} = 0,75 \cdot 0,0202 = 0,0152$$

$$m = \frac{f_y}{0,85 \cdot f_c'} = \frac{400}{0,85 \cdot 24,90} = 18,89$$

$$R_n = \rho_{\text{pakai}} \cdot f_y (1 - \frac{1}{2} \rho_{\text{pakai}} \cdot m) = 0,0152 \cdot 400 (1 - \frac{1}{2} \cdot 0,0152 \cdot 18,89) \\ = 5,207 \text{ Mpa}$$

$$d = h - p_b - \text{Øtul lx} - \frac{1}{2} \text{Øtul.tx}$$

$$d = 700 - 50 - 10 - \frac{1}{2} 19 = 630,5 \text{ mm}$$

$$d' = p_b + \text{Øtul lx} + \frac{1}{2} \text{Øtul.tx}$$

$$= 50 + 10 + \frac{1}{2} \cdot 19$$

$$= 69,5 \approx 70$$

$$d_{\text{perlu}} = \sqrt{\frac{M_n}{R_n \cdot b}} = \sqrt{\frac{41,787 \cdot 10^6}{5,207 \cdot 350}} = 151,42 \text{ mm} < d = 630,5 \text{ mm}$$

$$d_{\text{ada}} = h - d'$$

$$= 700 - 70 = 630 \text{ mm} < d_{\text{perlu}},$$

maka dipakai tulangan rangkap

$$A_{sl} = \rho_{\text{pakai}} \cdot b \cdot d_{\text{perlu}}$$

$$= 0,0152 \cdot 350 \cdot 151,42 = 805,55 \text{ mm}^2$$

1.1 Tulangan Atas

Dipakai tulangan Ø19 dengan $A1\text{Ø} = 284 \text{ mm}^2$

$$\text{Jumlah tulangan (n)} = \frac{A_{sl}}{A1\text{Ø}} = \frac{805,55}{284} = 2,83 \approx 3 \text{ batang}$$

$$\text{Dipakai 8D19, maka } A_{\text{sada}} = 8 \cdot 284 = 2272 \text{ mm}^2 > A_{sl}$$

$$a = \frac{Asl \cdot fy}{0,85 \cdot fc' \cdot b} = \frac{805,55 \cdot 400}{0,85 \cdot 24,90 \cdot 350} = 43,49 \text{ mm}$$

$$\begin{aligned} Mn_1 &= Asl \cdot fy (d_{\text{perlu}} - a/2) < Mn \\ &= 805,55 \cdot 400 (151,43 - 43,49/2) \cdot 10^{-6} \\ &= 41,783 \text{ KNm} < 41,787 \text{ KNm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Mn_2 &= Mn - Mn_1 \\ &= 41,787 - 41,783 = 0,004 \text{ KNm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} fs' &= 600 \left\{ 1 - \frac{0,85 \cdot fc' \cdot \beta_1}{(\rho_{\text{pakai}}) \cdot fy} \cdot \frac{d'}{d_{\text{diketahui}}} \right\} \leq fy \\ &= 600 \left\{ 1 - \frac{0,85 \cdot 24,90 \cdot 0,85}{0,0152 \cdot 400} \cdot \frac{70}{630} \right\} = 402 \text{ Mpa} \geq 400 \text{ Mpa} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} As' &= \frac{Mn_2}{fs'(d-d')} \\ &= \frac{0,004 \cdot 10^6}{402(630,5-70)} = 0,017 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

1.2 Tulangan Bawah

Dipakai tulangan Ø19 dengan $A_{\text{Ø1}} = 284 \text{ mm}^2$

$$\text{Jumlah tulangan (n)} = \frac{As'}{A_{1\text{Ø}}} = \frac{0,017}{284} = 5,9 \text{ batang} \approx \text{diambil 6 batang}$$

Dipakai 5D19, maka $A_{\text{Sada}} = 5 \cdot 284 = 1420 \text{ mm}^2 > As'$

$$As = Asl + As' = 805,55 + 0,017 = 805,567 \text{ mm}^2$$

Kontrol kapasitas lentur

$$\begin{aligned} \rho &= \frac{As}{b \cdot d_{\text{diketahui}}} \\ &= \frac{805,567}{350 \cdot 630,5} = 0,003 \approx 0,01 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \rho &= \frac{As'}{b \cdot d_{\text{diketahui}}} \\ &= \frac{1420}{350 \cdot 630,5} = 0,006 \end{aligned}$$

$$fs' = 600 \left\{ 1 - \frac{0,85 \cdot fc' \cdot \beta_1}{(\rho - \rho')} \cdot \frac{d'}{d_{\text{diketahui}}} \right\} \leq fy$$

$$fs' = 600 \left\{ 1 - \frac{0,85 \cdot 24,90 \cdot 0,85}{(0,01 - 0,006) \cdot 400} \cdot \frac{70}{630,5} \right\} = 149 \text{ Mpa} \leq 400 \text{ Mpa}$$

$$\begin{aligned}
 a &= \frac{A_s \cdot f_y - A_{s_{ada}} \cdot f_s'}{0,85 \cdot f_c' \cdot b} \\
 &= \frac{805,567 \cdot 400 - 1402 \cdot 149}{0,85 \cdot 24,90 \cdot 350} = 9203 \text{ mm} \\
 M_n &= (A_s \cdot f_y - A_{s_{ada}} \cdot f_s') \cdot (d_{diketahui} - a/2) + (A_{s_{ada}} \cdot f_s') \cdot (d_{diketahui} - d') \\
 &= (805,567 \cdot 400 - 1420 \cdot 149) \cdot (630,5 - 9203/2) + \\
 &\quad (1420 \cdot 149) \cdot (630,5 - 70) \cdot 10^{-6} \\
 &= 439 \text{ KNm} > M_n = 41,787 \text{ KNm} \dots \text{OK !!}
 \end{aligned}$$

Jarak bersih antar tulangan

$$\begin{aligned}
 &= \frac{b - 2 \cdot p_b - 2 \cdot \emptyset \text{sengkang} - n \cdot \emptyset \text{ tul}}{(n-1)} \\
 &= \frac{350 - 2 \cdot 50 - 2 \cdot 10 - 3 \cdot 19}{(3-1)} \\
 &= 86,5 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

1.3 Momen nominal aktual balok

Momen aktual balok negatif tumpuan kiri = kanan

Tulangan atas = 8D19 dengan $A_{s_{ada}} = 2272 \text{ mm}^2$

Tulangan bawah = 5D19 dengan $A_{s_{ada}} = 1420 \text{ mm}^2$

$$\rho = \frac{A_{s_{ada}}}{b \cdot d_{pakai}} = \frac{2272}{350 \cdot 630} = 0,010$$

$$\rho' = \frac{A_{s'_{ada}}}{b \cdot d_{pakai}} = \frac{1420}{350 \cdot 630,5} = 0,006$$

$$\rho = \rho - \rho' = 0,010 - 0,006 = 0,004$$

$$\begin{aligned}
 f_s' &= 600 \left\{ 1 - \frac{0,85 \cdot f_c' \cdot \beta \cdot d'}{(\rho - \rho') f_y \cdot d} \right\} \\
 &= 600 \left\{ 1 - \frac{0,85 \cdot 24,90 \cdot 0,85 \cdot 70}{0,004 \cdot 400 \cdot 630,5} \right\} \\
 &= 149 \text{ Mpa} < f_y = 400 \text{ Mpa}
 \end{aligned}$$

$f_s' < f_y$, maka dipakai $f_s' = 149 \text{ Mpa}$

$$\begin{aligned}
 a &= \frac{(A_{s_{ada}} \cdot f_y) - (A_{s'_{ada}} \cdot f_s')}{0,85 \cdot f_c' \cdot b} \\
 &= \frac{(2272 \cdot 400) - (1420 \cdot 149)}{0,85 \cdot 24,90 \cdot 350} \\
 &= 94,120 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
Mn_1 &= (As_{ada} \cdot fy - As'_{ada} \cdot fs') \cdot (d - a/2) \\
&= (2272 \cdot 400 - 1420 \cdot 149) \cdot (630,5 - 94,120/2) \cdot 10^{-6} \\
&= 406,79 \text{ KNm} \\
Mn_2 &= (As'_{ada} \cdot fs') \cdot (d - d') \\
&= (1420 \cdot 149) \cdot (630,5 - 70) \cdot 10^{-6} \\
&= 118,59 \text{ KNm} \\
Mn_{ak}^- &= Mn_1 + Mn_2 \\
&= 406,79 + 118,59 \\
&= 525,38 \text{ KNm}
\end{aligned}$$

Momen aktual balok positif

$$\rho_{aktual} = \frac{As'_{ada}}{b \cdot d_{pakai}} = \frac{1420}{350 \cdot 630,5} = 0,006$$

$$\begin{aligned}
Rn &= \rho \cdot fy (1 - 1/2 \cdot \rho \cdot m) \\
&= 0,006 \cdot 400 (1 - 1/2 \cdot 0,006 \cdot 18,89) \\
&= 2,26 \text{ Mpa}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
Mn_{ak}^+ &= Rn \cdot b \cdot d^2 \\
&= 2,26 \cdot 350 \cdot 630^2 \cdot 10^{-6} \\
&= 313,94 \text{ KNm}
\end{aligned}$$

1.4 Perencanaan tulangan geser balok

Syarat penentuan gaya geser rencana balok

$$Vu,b = 0,7 \phi_0 \left\{ \frac{M_{nak,b} + M_{nak,b'}}{Ln} + 1,05 Vg \right\}$$

Tetapi tidak lebih besar dari $Vu,b = 1,05 (V_{D,b} + V_{L,b} + 4/k \cdot V_{E,b})$

$$V_D = 103,365 \text{ KN}; \quad V_L = 13,172 \text{ KN}; \quad V_E = 11,13 \text{ KN}$$

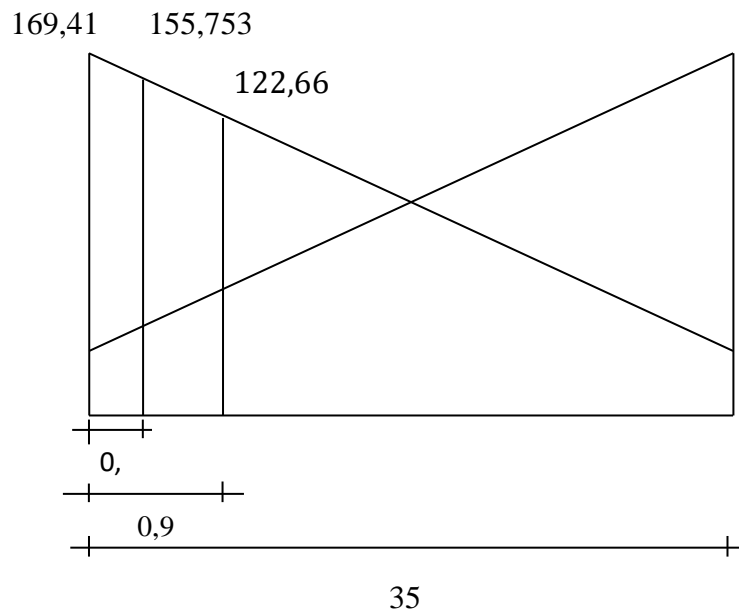
$$Vu,b = 0,7 \phi_0 \left\{ \frac{M_{nak,b} + M_{nak,b'}}{Ln} + 1,05 Vg \right\}$$

$$= 0,7 \cdot 1,25 \left\{ \frac{525,94 + 313,94}{7} \right\} + 1,05 (103,65 + 13,172) = 227,65 \text{ KN}$$

Dengan syarat tidak lebih besar dari :

$$Vu,b = 1,05 (103,65 + 13,172 + 4/1 \cdot 11,13) = 169,41 \text{ KN}$$

$$\begin{aligned}
V_{u,b_{\text{pakai}}} &= \left\{ 1,05V_g - 0,7\emptyset \left\{ \frac{M_{\text{nak},b} + M_{\text{nak},b'}}{L_n} \right\} \right\} + \\
&\quad \frac{L_n - d}{L_n} \left\{ V_{u,b} - \left\{ 1,05V_g - 0,7\emptyset \left\{ \frac{M_{\text{nak},b} + M_{\text{nak},b'}}{L_n} \right\} \right\} \right\} \\
&= \left\{ 122,66 - 0,7 \cdot 1,25 \left\{ \frac{525,94 + 313,94}{7} \right\} \right\} + \\
&\quad \frac{7 - 0,63}{7} \left\{ 169,41 - \left\{ 122,66 - 0,7 \cdot 1,25 \left\{ \frac{525,94 + 313,94}{7} \right\} \right\} \right\} \\
&= 155,753 \text{ KN}
\end{aligned}$$



Gambar 5.17 Diagram tegangan geser balok arah X

Dalam daerah sendi plastis

$V_{u,b}$ untuk perencanaan di dalam daerah sendi plastis diambil sejauh d dari tumpuan, yaitu :

$$V_{u,b} = 227,65 \text{ KN}$$

$$V_c = 0$$

$$\frac{V_{u,b}}{\emptyset} = \frac{227,65}{0,6} = 379,41 \text{ KN}$$

Digunakan sengkang $\emptyset P10$ mm, maka : $A_v = 2 \cdot \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot 10^2 = 157 \text{ mm}^2$

Jarak sengkang :

$$S \leq \frac{A_v \cdot f_y \cdot d}{V_{u,b} - V_c} = \frac{157 \cdot 400 \cdot 630}{379,41 - 0} \cdot 10^{-3} = 104 \text{ mm}$$

$$\leq d/4 = 630/4 = 157 \text{ mm}$$

Jadi dipakai tulangan geser P10 – 104 mm

Di luar sendi plastis

Diambil jarak sejauh $2h = 2 \cdot 700 = 1400 \text{ mm}$

$$V_{u,b} = 227,65 - \frac{227,65 (1-0,63)}{(3,5-0,63)} = 198,30 \text{ KN}$$

$$V_c = 1/6 \sqrt{f_c'} \cdot b \cdot d = 1/6 \sqrt{24,90} \cdot 350 \cdot 630 \cdot 10^{-3} = 183,38 \text{ KN}$$

$$V_s = \frac{V_{u,b}}{\phi} - V_c = \frac{198,30}{0,6} - 183,38 = 147,12 \text{ KN}$$

Digunakan sengkang ØP10 mm, maka : $A_v = 2 \cdot \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot 10^2 = 157 \text{ mm}^2$

Jarak sengkang :

$$S \leq \frac{A_v \cdot f_y \cdot d}{V_s} = \frac{157 \cdot 400 \cdot 630}{147,12} \cdot 10^{-3} = 268 \text{ mm}$$

$$\leq d/2 = 630/2 = 315 \text{ mm}$$

Jadi dipakai tulangan geser P10 – 268 mm

2. Portal arah Y

Dipakai dimensi rencana 350/700

$$f_c' = 24,90 \text{ Mpa}$$

$$f_y = 400 \text{ Mpa}$$

Tulangan tumpuan momen negatif

$$M_u = 17,00 \text{ Nm (-)}$$

$$M_n = \frac{M_u}{\phi} = \frac{17,00}{0,8} = 21,25 \text{ KNm}$$

rasio tulangan minimum

$$\rho_{\min} = \frac{1,4}{f_y} = \frac{1,4}{400} = 0,0035$$

rasio tulangan maksimum

$$\rho_b = \frac{0,85 \cdot f_c'}{f_y} \cdot \beta_1 \left\{ \frac{600}{600 + f_y} \right\} = \frac{0,85 \cdot 24,90}{400} \cdot 0,85 \left\{ \frac{600}{600 + 400} \right\} = 0,0269$$

$$\rho_{\max} = 0,75 \cdot \rho_b = 0,75 \cdot 0,0269 = 0,0202$$

rasio tulangan perlu

$$\rho_{\text{pakai}} = 0,75 \cdot \rho_{\text{maks}} = 0,75 \cdot 0,0202 = 0,0152$$

$$m = \frac{f_y}{0,85 \cdot f_c'} = \frac{400}{0,85 \cdot 24,90} = 18,90$$

$$R_n = \rho \cdot f_y (1 - \frac{1}{2} \rho m) = 0,0152 \cdot 400 (1 - \frac{1}{2} \cdot 0,0152 \cdot 18,90) = 5,207 \text{ Mpa}$$

$$d = h - p_b - \text{Øtul lx} - \frac{1}{2} \text{Øtul.tx}$$

$$d = 700 - 50 - 10 - \frac{1}{2} 19 = 630,5 \text{ mm}$$

$$d' = p_b + \text{Øtul lx} + \frac{1}{2} \text{Øtul.tx}$$

$$= 50 + 10 + \frac{1}{2} \cdot 19$$

$$= 69,5 \approx 70$$

$$d_{\text{perlu}} = \sqrt{\frac{M_n}{R_n \cdot b}} = \sqrt{\frac{21,25 \cdot 10^6}{5,207 \cdot 350}} = 107,98 \text{ mm} < d = 630,5 \text{ mm}$$

$$d_{\text{ada}} = h - d'$$

$$= 700 - 70 = 630 \text{ mm} < d_{\text{perlu}},$$

Maka dipakai tulangan rangkap

$$A_{s1} = \rho_1 \cdot b \cdot d$$

$$= 0,0152 \cdot 350 \cdot 107,98 = 574,45 \text{ mm}^2$$

2.1 Tulangan Atas

Dipakai tulangan Ø19 dengan $A1\text{Ø} = 284,14 \text{ mm}^2$

$$\text{Jumlah tulangan (n)} = \frac{A_{s1}}{A1\text{Ø}} = \frac{574,45}{284} = 2 \text{ batang}$$

Dipakai 8D19, maka $A_{s\text{ada}} = 8 \cdot 284,14 = 2273,12 \text{ mm}^2 > A_s$

$$a = \frac{A_{s1} \cdot f_y}{0,85 \cdot f_c' \cdot b} = \frac{574,45 \cdot 400}{0,85 \cdot 24,90 \cdot 350} = 31,02 \text{ mm}$$

$$M_{n1} = A_{s1} \cdot f_y (d_{\text{perlu}} - a/2) < M_n$$

$$= 574,45 \cdot 400 (107,98 - 31,02/2) \cdot 10^{-6}$$

$$= 21,2 \text{ KNm} < 23,5 \text{ KNm}$$

$$M_{n2} = M_n - M_{n1}$$

$$= 23,5 - 21,2 = 2 \text{ KNm}$$

$$\begin{aligned}
 f_s' &= 600 \left\{ 1 - \frac{0,85 \cdot f_{c'} \cdot \beta_1}{(\rho_{pakai}) \cdot f_y} \cdot \frac{d'}{d_{diketahui}} \right\} \leq f_y \\
 &= 600 \left\{ 1 - \frac{0,85 \cdot 24,90 \cdot 0,85}{0,0152 \cdot 400} \cdot \frac{70}{630,5} \right\} = 402 \text{ Mpa} \geq 400 \text{ Mpa} \\
 A_{s'} &= \frac{M_n}{f_s' (d - d')} \\
 &= \frac{2 \cdot 10^6}{402(630,5 - 70)} = 8,87 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

2.2 Tulangan Bawah

Dipakai tulangan Ø19 dengan $A_{\emptyset 1} = 284,14 \text{ mm}^2$

$$\text{Jumlah tulangan (n)} = \frac{A_{s'}}{A_{1\emptyset}} = \frac{8,876}{284,14} = 0,031 \text{ batang} \approx \text{diambil 1 batang}$$

Dipakai 5D19, maka $A_{s_{ada}} = 5 \cdot 284,14 = 1420,7 \text{ mm}^2 > A_{s'}$

$$A_s = A_{s1} + A_{s'} = 574,45 + 8,87 = 583,32 \text{ mm}^2$$

Kontrol kapasitas lentur

$$\begin{aligned}
 \rho &= \frac{A_s}{b \cdot d_{diketahui}} \\
 &= \frac{583,32}{350 \cdot 630,5} = 0,002
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \rho &= \frac{A_{s'}}{b \cdot d_{diketahui}} \\
 &= \frac{1420,7}{350 \cdot 630} = 0,006
 \end{aligned}$$

$$f_s' = 600 \left\{ 1 - \frac{0,85 \cdot f_{c'} \cdot \beta_1}{(\rho - \rho')} \cdot \frac{d'}{d_{diketahui}} \right\} \leq f_y$$

$$f_s' = 600 \left\{ 1 - \frac{0,85 \cdot 24,90 \cdot 0,85}{(0,002 - 0,006) \cdot 400} \cdot \frac{70}{630,5} \right\} = 1349 \text{ Mpa} \geq 400 \text{ Mpa}$$

$$\begin{aligned}
 a &= \frac{A_s \cdot f_y - A_{s'} \cdot f_s'}{0,85 \cdot f_{c'} \cdot b} \\
 &= \frac{583,32 \cdot 400 - 1420,7 \cdot 400}{0,85 \cdot 24,90 \cdot 350} = 45,216 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 M_n &= (A_s \cdot f_y - A_{s'} \cdot f_s') \cdot (d_{diketahui} - a/2) + (A_{s'} \cdot f_s') \cdot (d_{diketahui} - d') \\
 &= (583,32 \cdot 400 - 1420,7 \cdot 400) \cdot (630,5 - 45,216 / 2) + \\
 &\quad (1420,7 \cdot 400) \cdot (630 - 70) \cdot 10^{-6} \\
 &= 203 \text{ KNm} > M_n = 23,5 \text{ KNm} \dots \text{OK !!}
 \end{aligned}$$

Jarak bersih antar tulangan

$$\begin{aligned} &= \frac{b-2 \cdot p_b-2\phi_{\text{sengkang}}-n\phi_{\text{tul}}}{(n-1)} \\ &= \frac{350-2 \cdot 50-2 \cdot 10-2 \cdot 19}{(2-1)} \\ &= 192 \text{ mm} > 25 \text{ mm} \end{aligned}$$

2.3 Momen nominal aktual balok

Momen aktual balok negatif tumpuan kiri = kanan

Tulangan atas = 4D19 dengan $A_{S_{\text{ada}}} = 2273,12 \text{ mm}^2$

Tulangan bawah = 2D19 dengan $A_{S'_{\text{ada}}} = 1420,7 \text{ mm}^2$

$$\rho = \frac{A_{S_{\text{ada}}}}{b \cdot d_{\text{pakai}}} = \frac{2273,12}{350 \cdot 630,5} = 0,010$$

$$\rho' = \frac{A'_{S_{\text{ada}}}}{b \cdot d_{\text{pakai}}} = \frac{1420,7}{350 \cdot 630,5} = 0,006$$

$$\rho = \rho - \rho' = 0,010 - 0,006 = 0,004$$

$$\begin{aligned} f_s' &= 600 \left\{ 1 - \frac{0,85 \cdot f_c' \cdot \beta \cdot d'}{(\rho - \rho') f_y \cdot d} \right\} \\ &= 600 \left\{ 1 - \frac{0,85 \cdot 24,90 \cdot 0,85}{0,004 \cdot 400} \cdot \frac{70}{630,5} \right\} = 149 \text{ Mpa} < f_y = 400 \text{ Mpa} \end{aligned}$$

$f_s' < f_y$, maka dipakai $f_s' = 149 \text{ Mpa}$

$$\begin{aligned} a &= \frac{(A_{S_{\text{ada}}} \cdot f_y) - (A'_{S_{\text{ada}}} \cdot f_s')}{0,85 \cdot f_c' \cdot b} = \frac{(2273,12 \cdot 400) - (1420,7 \cdot 149)}{0,85 \cdot 24,90 \cdot 350} \\ &= 94,166 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_{n1} &= (A_{S_{\text{ada}}} \cdot f_y - A'_{S_{\text{ada}}} \cdot f_s') \cdot (d - a/2) \\ &= (2273,12 \cdot 400 - 1420,7 \cdot 149) \cdot (630,5 - 94,166/2) \cdot 10^{-6} \\ &= 406,97 \text{ KNm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_{n2} &= (A'_{S_{\text{ada}}} \cdot f_s') \cdot (d - d') \\ &= (1420,7 \cdot 149) \cdot (630,5 - 70) \cdot 10^{-6} \\ &= 118,65 \text{ KNm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_{\text{nak}} &= M_{n1} + M_{n2} \\ &= 406,97 + 118,65 \\ &= 525,62 \text{ KNm} \end{aligned}$$

Momen aktual balok positif

$$\rho_{\text{aktual}} = \frac{A_{s\text{ada}}}{b \cdot d_{\text{pakai}}} = \frac{1420,7}{350 \cdot 630,5} = 0,006$$

$$\begin{aligned} R_n &= \rho \cdot f_y (1 - 1/2 \cdot \rho \cdot m) \\ &= 0,006 \cdot 400 (1 - 1/2 \cdot 0,006 \cdot 18,90) \\ &= 2,26 \text{ Mpa} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_{\text{nak}}^+ &= R_n \cdot b \cdot d^2 \\ &= 2,26 \cdot 350 \cdot 630^2 \cdot 10^{-6} \\ &= 313,94 \text{ KNm} \end{aligned}$$

2.4 Perencanaan tulangan geser balok

Syarat penentuan gaya geser rencana balok

$$V_{u,b} = 0,7 \emptyset_0 \left\{ \frac{M_{\text{nak},b} + M_{\text{nak},b'}}{L_n} + 1,05 V_g \right\}$$

Tetapi tidak lebih besar dari $V_{u,b} = 1,05 (V_{D,b} + V_{L,b} + 4/k \cdot V_{E,b})$

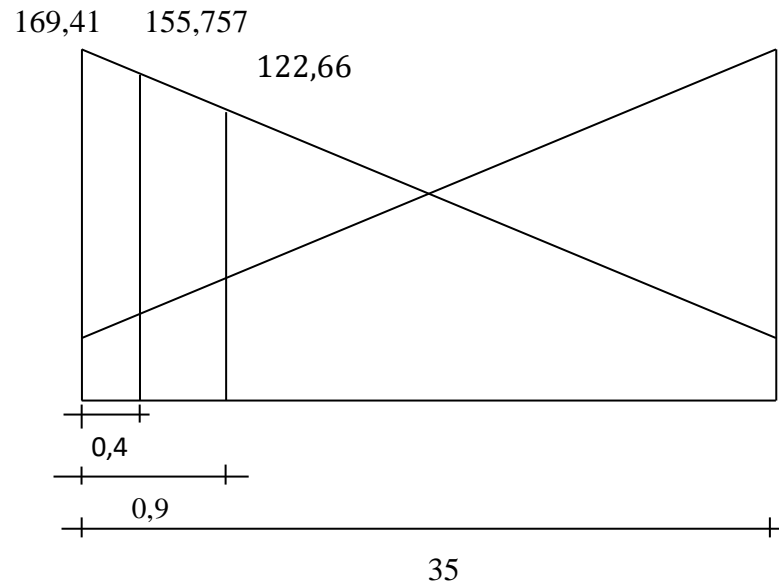
$$V_D = 103,365 \text{ KN}; \quad V_L = 13,172 \text{ KN}; \quad V_E = 11,13 \text{ KN}$$

$$\begin{aligned} V_{u,b} &= 0,7 \emptyset_0 \left\{ \frac{M_{\text{nak},b} + M_{\text{nak},b'}}{L_n} + 1,05 V_g \right\} \\ &= 0,7 \cdot 1,25 \left\{ \frac{525,62 + 313,94}{7} \right\} + 1,05 (103,365 + 13,172) = 227,31 \text{ KN} \end{aligned}$$

Dengan syarat tidak lebih besar dari :

$$V_{u,b} = 1,05 (103,65 + 13,172 + 4/1 \cdot 11,13) = 169,41 \text{ KN}$$

$$\begin{aligned} V_{u,b_{\text{pakai}}} &= \left\{ 1,05 V_g - 0,7 \emptyset_0 \left\{ \frac{M_{\text{nak},b} + M_{\text{nak},b'}}{L_n} \right\} \right\} + \\ &\quad \frac{L_n - d}{L_n} \left\{ V_{u,b} - \left\{ 1,05 V_g - 0,7 \emptyset_0 \left\{ \frac{M_{\text{nak},b} + M_{\text{nak},b'}}{L_n} \right\} \right\} \right\} \\ &= \left\{ 184,68 - 0,7 \cdot 1,25 \left\{ \frac{525,62 + 313,94}{7} \right\} \right\} + \\ &\quad \frac{7 - 0,4}{7} \left\{ 169,41 - \left\{ 184,68 - 0,7 \cdot 1,25 \left\{ \frac{525,62 + 313,94}{7} \right\} \right\} \right\} \\ &= 155,757 \text{ KN} \end{aligned}$$



Gambar 5.17 Diagram tegangan geser balok arah X

Dalam daerah sendi plastis

$V_{u,b}$ untuk perencanaan di dalam daerah sendi plastis diambil sejauh d dari tumpuan, yaitu :

$$V_{u,b} = 227,31 \text{ KN}$$

$$V_c = 0$$

$$\frac{V_{u,b}}{\phi} = \frac{227,31}{0,6} = 378,85 \text{ KN}$$

Digunakan sengkang $\emptyset P10$ mm, maka : $A_v = 2 \cdot \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot 10^2 = 157 \text{ mm}^2$

Jarak sengkang :

$$S \leq \frac{A_v \cdot f_y \cdot d}{V_{u,b} / \phi - V_c} = \frac{157 \cdot 400 \cdot 630}{378,85 - 0} \cdot 10^{-3} = 104 \text{ mm}$$

$$\leq d/4 = 600/4 = 150 \text{ mm}$$

Jadi dipakai tulangan geser P10 – 104 mm

Di luar sendi plastis

Diambil jarak sejauh $2h = 2 \cdot 700 = 1400 \text{ mm}$

$$V_{u,b} = 227,31 - \frac{227,31(1-0,63)}{(3,5-0,63)} = 198 \text{ KN}$$

$$V_c = 1/6 \sqrt{f_c'} \cdot b \cdot d = 1/6 \sqrt{24,90} \cdot 350 \cdot 630 \cdot 10^{-3} = 183,38 \text{ KN}$$

$$V_s = \frac{V_{u,b}}{\phi} - V_c = \frac{198}{0,6} - 183,38 = 146,62 \text{ KN}$$

Digunakan sengkang ØP10 mm, maka : $A_v = 2 \cdot \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot 10^2 = 157 \text{ mm}^2$

Jarak sengkang :

$$S \leq \frac{A_v \cdot f_y \cdot d}{V_s} = \frac{157 \cdot 400 \cdot 630}{146,62} \cdot 10^{-3} = 269 \text{ mm}$$

$$\leq d/2 = 600/2 = 300 \text{ mm}$$

Jadi dipakai tulangan geser P10 – 269 mm

BAB VI

PENUTUP

6.1 KESIMPULAN

Dari hasil penelitian pada Analisis perhitungan struktur Gedung pengadilan negeri teluk Kuantan dengan metode SAP2000 yang telah diselesaikan, maka didapatkan kesimpulan sebagai berikut :

1. Untuk struktur pelat beton dengan tebal 120 mm dipakai dengan jarak tulangan P10-207 mm untuk $t_x=t_y$, dan untuk jarak tulangan $t_y=t_x$ yaitu P10-245 mm.
2. Struktur kolom K1 (600x600) dengan $f_c=24,90$ MPa dan $f_y=400$ Mpa. Didapat tulangan lentur dengan luas tulangan memanjang yaitu 20D22=3600 mm², sedangkan tulangan transversal 335 mm². Untuk gaya aksial rencana kolom portal arah x, $P_u=3717,2414$ KN, momen rancang kolom, $M_u=3720,6855$ KNm. Sedangkan untuk rencana kolom portal arah y, $P_u=3601,0905$ KN, dan momen rancang kolom, $M_u=3604,5345$ KNm.
3. Struktur balok B1(350x700) pada portal x dipakai tulangan 20D19 dengan $f_c=24,90$ MPa dan $f_y=400$ MPa. Didapat $A_s'=0,017$ mm² dan $A_s=805,567$ mm². jarak bersih antar tulangan yaitu 86,5 mm. dipakai tulangan geser P10-104 mm dalam daerah sendi plastis, dan tulangan geser P10-268 mm diluar sendi plastis. Pada portal arah Y didapat $A_s'=8,87$ mm² dan $A_s=583,32$ mm². jarak bersih antar tulangan 192 mm, dipakai tulangan geser P10-104 mm dalam sendi plastis dan tulangan geser P10-269 mm diluar sendi plastis.

6.2 SARAN

Dalam merencanakan suatu struktur gedung, perencana harus memakai peraturan-peraturan perencanaan struktur gedung terbaru yang berlaku, mengingat semakin kompleksnya permasalahan yang berkembang.

Jika dalam perencanaan menggunakan program bantu untuk perhitungan analisa mekanika struktur seperti SAP2000, diharapkan dicek ulang dengan hitungan analisa struktur secara konvensional agar hasilnya bisa dibandingkan sehingga kesalahan bisa diminimalisir.

DAFTAR PUSTAKA

Nasution Amrinsyah, 2009, *Analisis dan Desain Struktur Beton Bertulang*. Bandung : ITB.

Dipohusodo istimewa, 1994, *Struktur Beton Bertulang*. Jakarta.

Setiawan Agus, 2006, *Perancangan Struktur Beton Bertulang*. Ciracas : Jakarta.

Pamungkas Anugrah, Harianti Erny, 2018, *Struktur Beton Bertulang Tahan Gempa*. Yogyakarta : ANDI.

Leonard Ella Michael, 2019, *Tugas Akhir*, Perhitungan Struktur Bangunan Pasar Tua Tombatu Minahasa Tenggara, Kementerian Riset, Teknologi Dan Pendidikan Tinggi Politeknik Negeri Manado, Teknik Sipil.

Bakri Saragih Muhammad, 2021, *Skripsi*, Analisis Perhitungan Struktur Dengan Menggunakan Sap 2000 Dan Metode Cross Di Gedung Kantor Dinas Kesehatan Kota Medan, Universitas Medan Area, Teknik Sipil.

Alfianto Rudi, 2017, *Skripsi*, Analisa Perhitungan Bangunan Dengan Metode Etabs Versi 9.7.2 (Studi Kasus), Universitas Medan Area, Teknik Sipil.

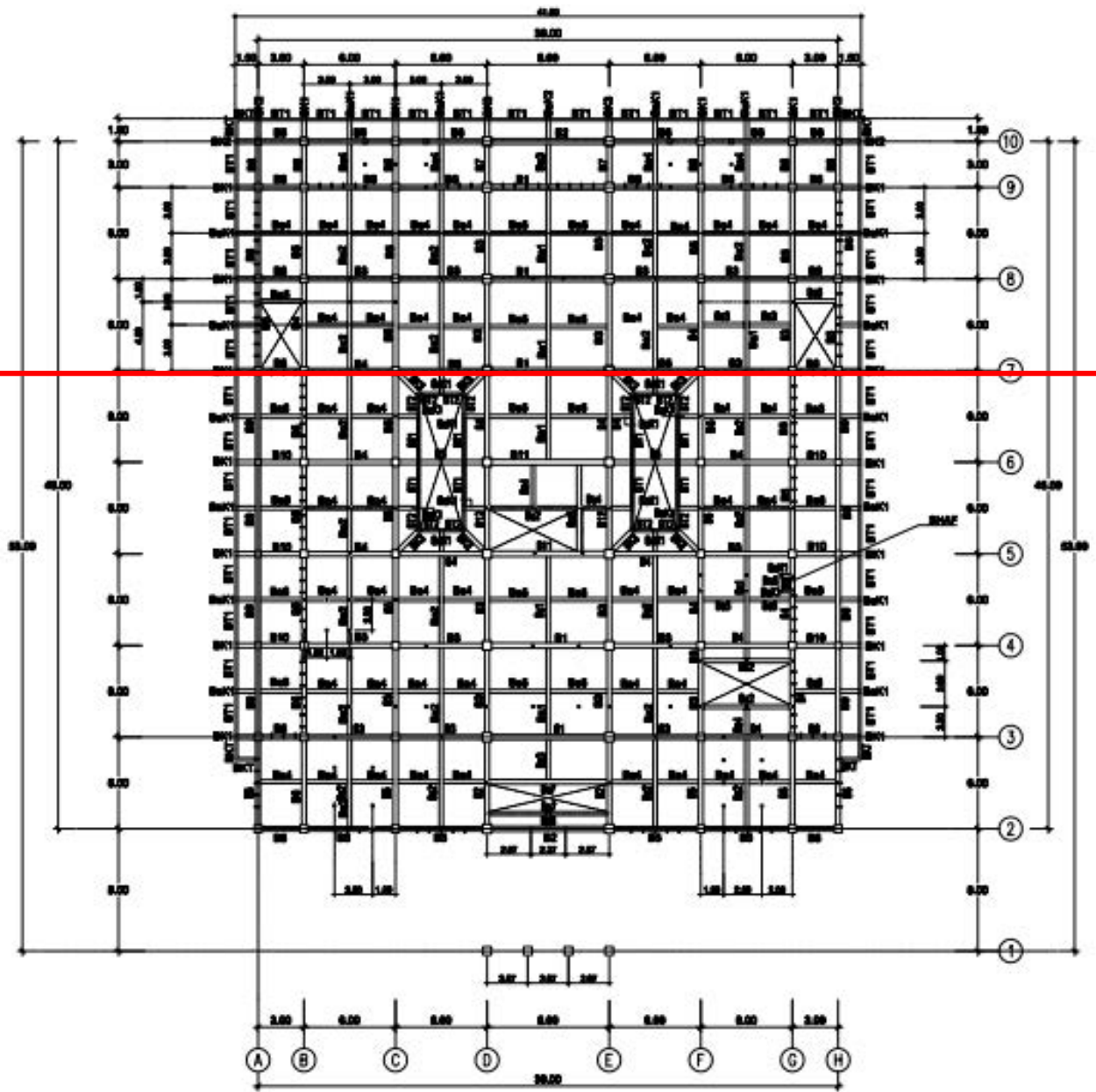
http://www.gunadarma.ac.id/library/articles/graduate/civilengineering/2005/Artikel_10300035.pdf

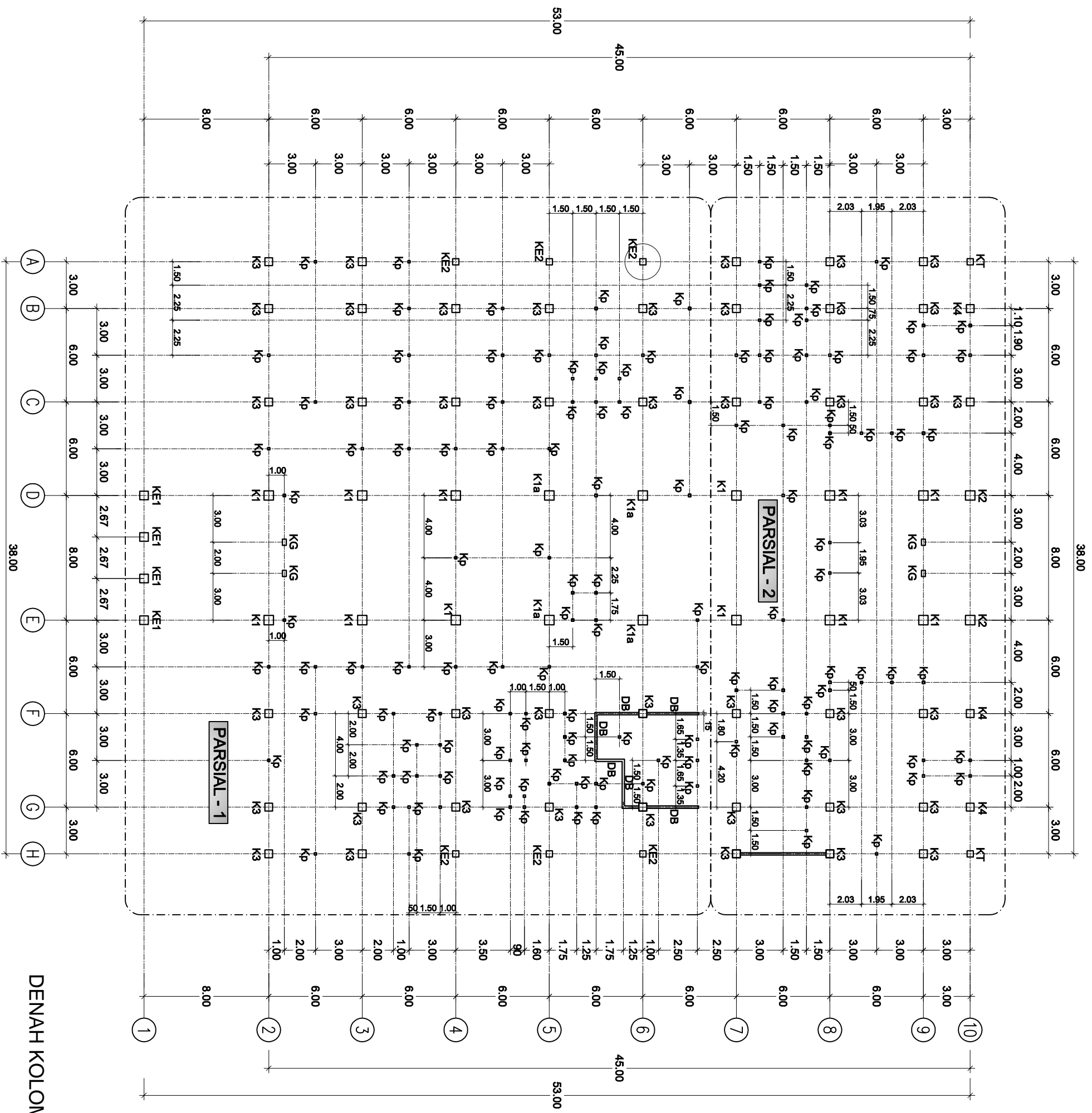


LAMPIRAN

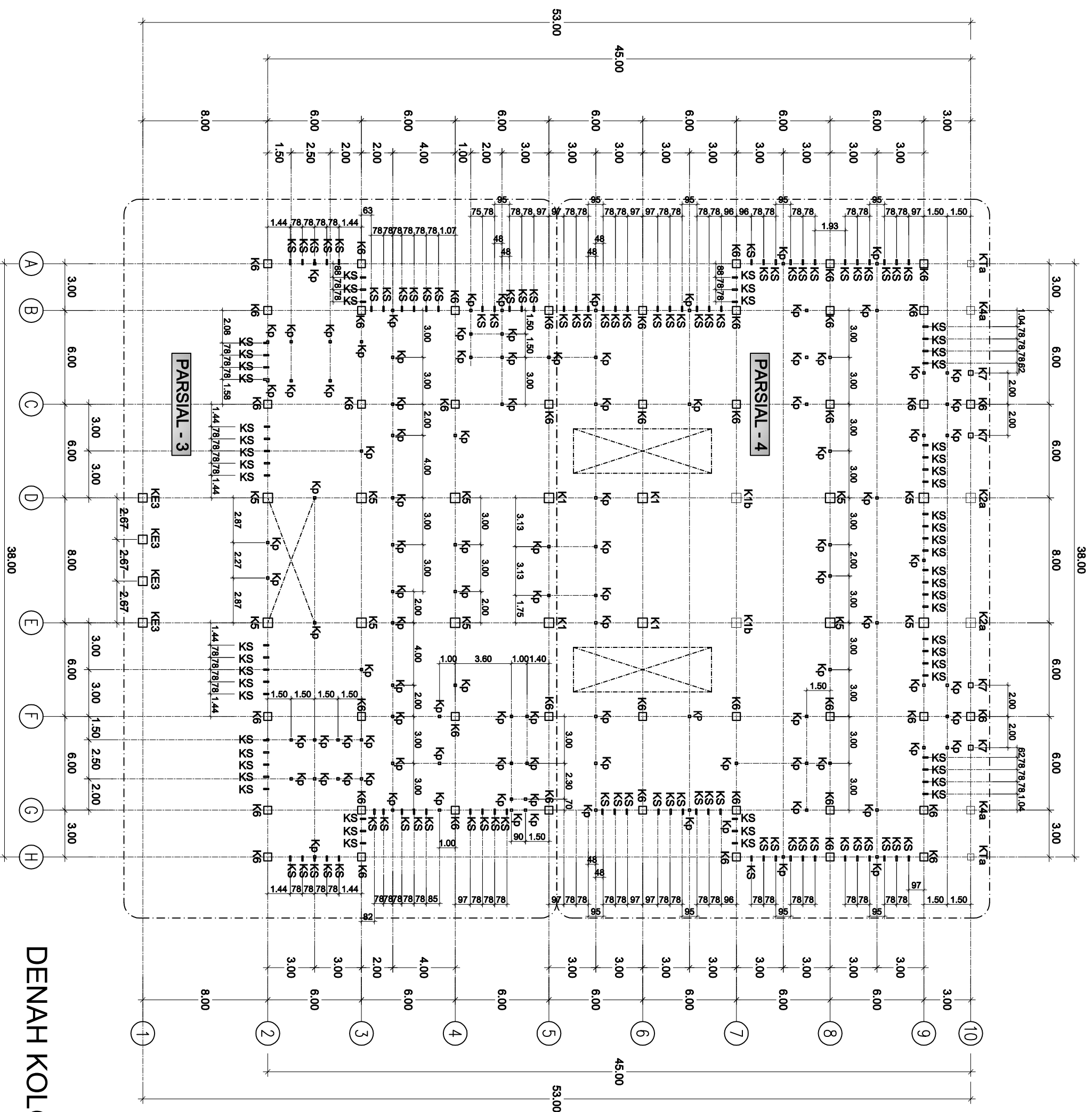


**GAMBAR RENCANA GEDUNG
YANG AKAN DIMODELKAN
PADA SAP2000**

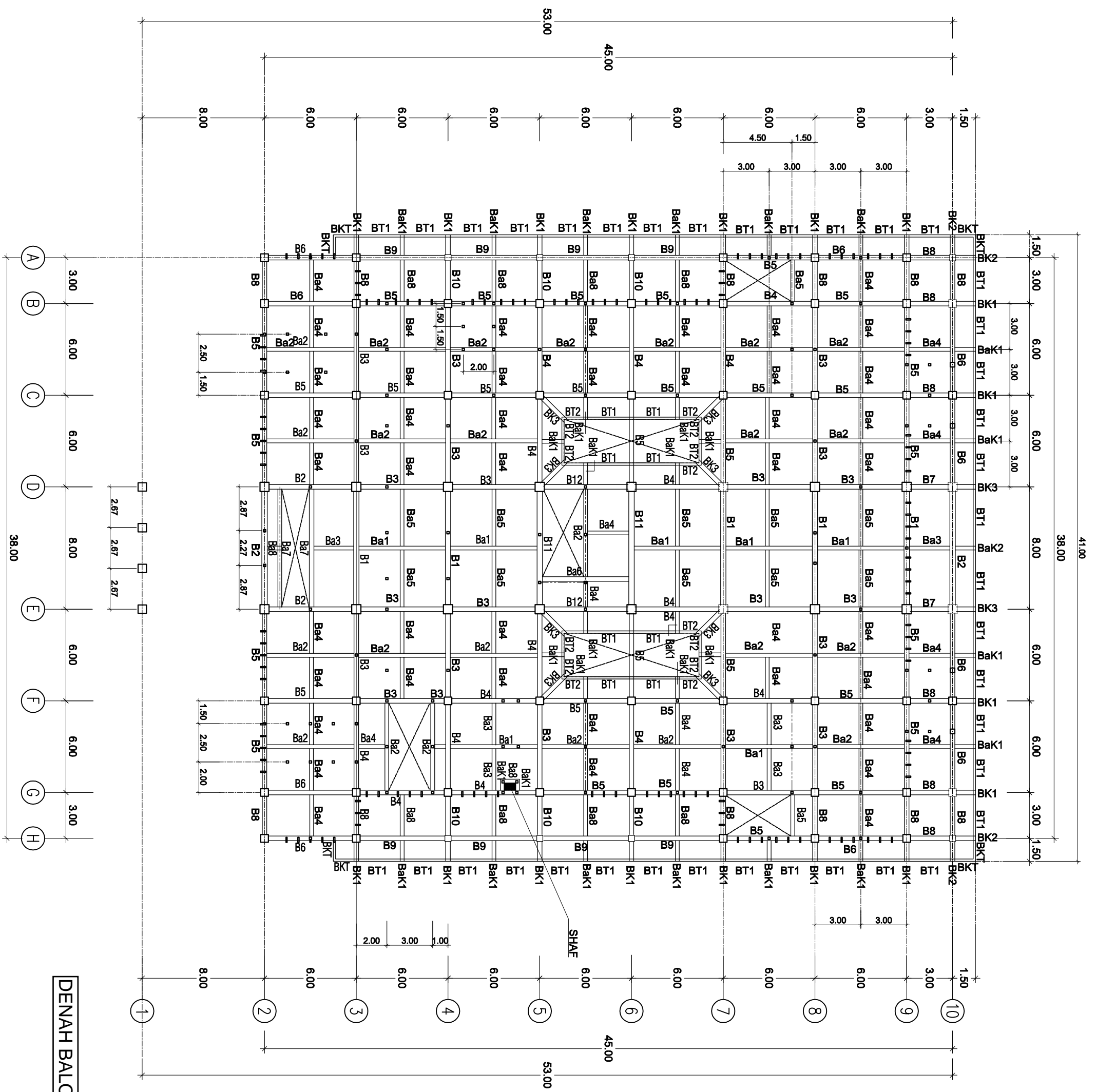




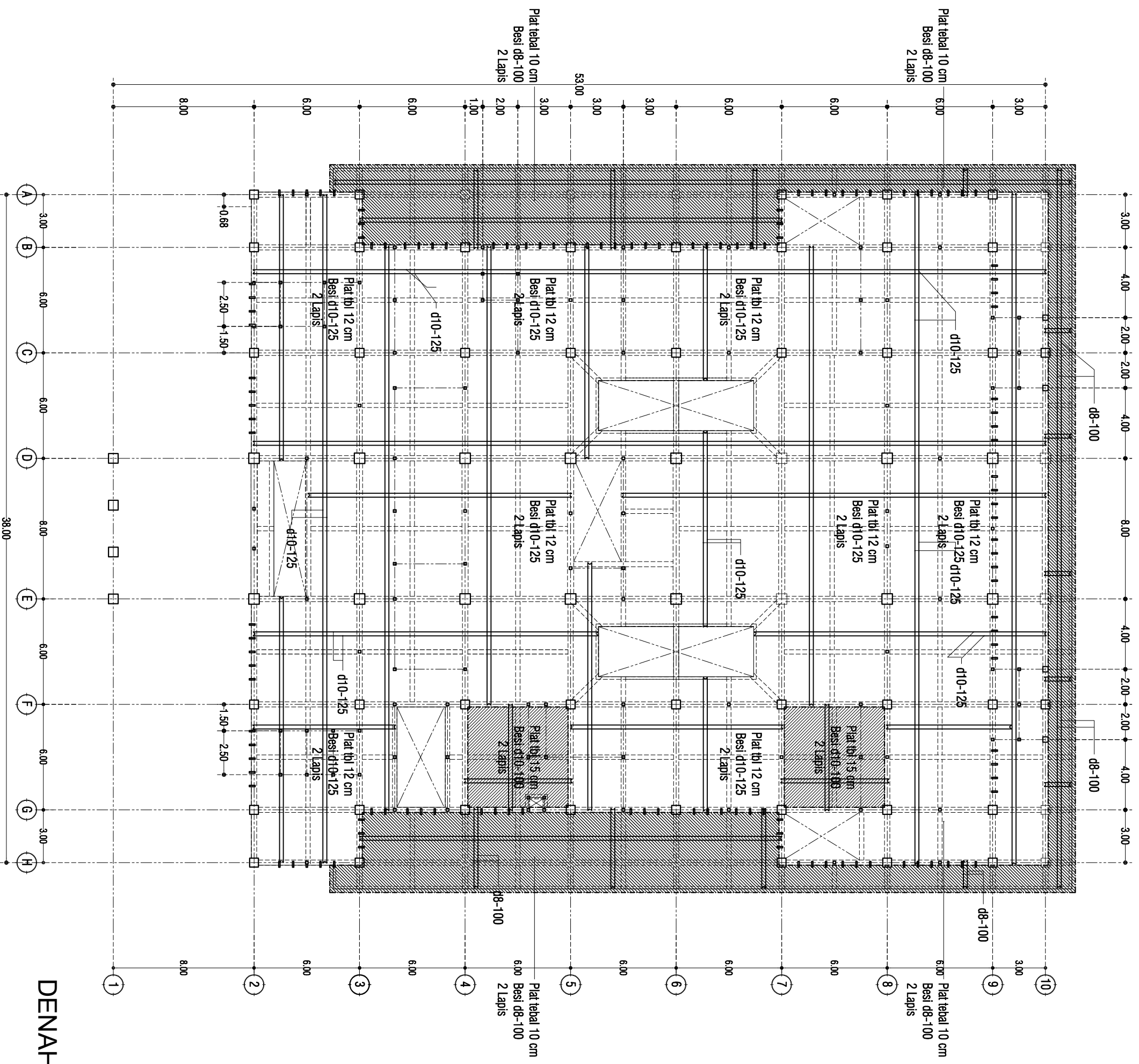
DENAH KOLOM LANTAI SATU



DENAH KOLOM LANTAI DUA



DENAH BALOK LANTAI DUA



DENAH PELAT LANTAI DUA



FOTO KEGIATAN DI LOKASI

LAMPIRAN FOTO





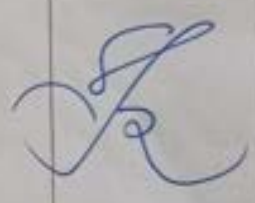





LEMBAR BIMBINGAN ACC


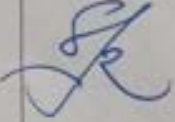

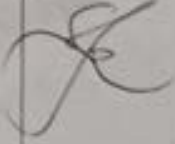
**LEMBAR KONSULTASI
SKRIPSI**

Nama : SESTRI DAYANTI
Npm : 180204015
Program Studi : Teknik Sipil
Judul Laporan : Analisis Perhitungan Struktur Gedung Pengadilan
Negeri Teluk Kuantan
Pembimbing I : Surya Adinata, ST., MT.

No	TANGGAL	URAIAN	PARAF
	11/9/2023	Ace diujikan	
	17/10/2023	Ace skripsi dijilid	


**LEMBAR KONSULTASI
SKRIPSI**

Nama : SESTRI DAYANTI
Npm : 180204015
Program Studi : Teknik Sipil
Judul Laporan : Analisis Perhitungan Struktur Gedung Pengadilan
Negeri Teluk Kuantan
Pembimbing I : Surya Adinata, ST., MT.

No	TANGGAL	URAIAN	PARAF
	8/8-2023	- Permodelan SAP2000 nya di sempurnakan lagi. - Lanjutkan	
	11/8-2023	Lanjutkan lagi SAP2000 nya	
	12/8-2023	Pengecekan ulang hasil analyze pada SAP2000	
	10/9-2023	- Dilatih lagi SAP2000 untuk portal tingkat 2 dimensi dan 3 dimensi. - Ace di jtkm	

**LEMBAR KONSULTASI
SKRIPSI**

Nama : SESTRI DAYANTI
Npm : 180204015
Program Studi : Teknik Sipil
Judul Laporan : Analisis Perhitungan Struktur Gedung Pengadilan
Negeri Teluk Kuantan
Pembimbing II : Ade Irawan,ST.,MT.

No	TANGGAL	URAIAN	PARAF
	12/9-2023	Acc Dibagikan	



SK PEMBIMBING



YAYASAN PERGURUAN TINGGI ISLAM KUANTAN SINGINGI
UNIVERSITAS ISLAM KUANTAN SINGINGI
FAKULTAS TEKNIK

Jl. Gatot Subroto KM 7 Teluk Kuantan Telp. 0760-561655 Fax. 0760-561655 Email: unikskuantan@gmail

SURAT KEPUTUSAN
DEKAN FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS ISLAM KUANTAN SINGINGI
NOMOR : A.025/FT-UNIKS/Kpts/IX/2023

TENTANG:

PERUBAHAN DOSEN PEMBIMBING SKRIPSI MAHASISWA
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS ISLAM KUANTAN SINGINGI
TAHUN AKADEMIK 2022/2023

MENIMBANG

- : a. bahwa untuk kelancaran proses Bimbingan Skripsi Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil maka di tetapkan Dosen Pembimbing Skripsi Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Islam Kuantan Singingi Tahun Akademik 2022/2023;
- b. bahwa untuk memenuhi point "a" diatas perlu mengangkat Tim Penguji;

MENINGAT

- : a. Undang-undang Nomor 20 Tahun 2003 tentang Sistem Pendidikan Nasional;
- b. Undang-undang Nomor 14 Tahun 2005 tentang Guru dan Dosen;
- c. Undang-undang Nomor 12 Tahun 2012 tentang Pendidikan Tinggi;
- d. Peraturan Pemerintah Nomor 17 Tahun 2010 tentang Pengelolaan dan Penyelenggaraan Pendidikan;
- e. Peraturan Pemerintah Nomor 04 tahun 2014 tentang Penyelenggaraan Pendidikan Tinggi dan Pengelolaan Perguruan Tinggi;
- f. Permenristek Dikti RI No. 44 Tahun 2015 tentang Standar Nasional Pendidikan Tinggi;
- g. Keputusan Menteri Hukum dan Hak Asasi Manusia No : AHU-4766.AH.01.04 Tahun 2010 Tanggal 15 November 2010 tentang Pengesahan Yayasan Perguruan Tinggi Islam Kuantan Singingi;
- h. Keputusan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia No. 408/E/O/2013 Tanggal 13 September 2013 Penggabungan Sekolah Tinggi Ilmu Pertanian Swarnadwipa (STIP) dan Sekolah Tinggi Teknologi Unggulan Swarnadwipa (STT-US) menjadi Universitas Islam Kuantan Singingi di Kabupaten Kuantan Singingi yang diselenggarakan oleh Yayasan Perguruan Tinggi Islam Kuantan Singingi;
- i. Akte Notaris Yayasan Perguruan Tinggi Islam Kuantan Singingi No. 26 Tanggal 26 Juli 2010;
- j. Keputusan Yayasan Perguruan Tinggi Islam Kuantan Singingi No. 04/YPTIKS/KPTS/XII/2020 Tentang Statuta Universitas Islam Kuantan Singingi;

- k. Keputusan Yayasan Perguruan Tinggi Islam Kuantan Singingi No. 12/YPTIKS/KPTS/VIII/2021 Tanggal 30 Agustus 2021 tentang Pengangkatan Rektor Universitas Islam Kuantan Singingi;
- l. Keputusan Rektor Universitas Islam Kuantan Singingi Nomor 08/UNIKS/KPTS/II/2018 tentang Penetapan Fakultas dan Program Studi;
- m. Keputusan Rektor Universitas Islam Kuantan Singingi Nomor 123/UNIKS/Kpts/X/2021 Tanggal 13 Oktober 2021 tentang Pengangkatan Wakil Rektor Universitas Islam Kuantan Singingi;
- n. Keputusan Rektor Universitas Islam Kuantan Singingi Nomor 124/UNIKS/Kpts/X/2017 Tanggal 13 Oktober 2021 tentang Pengangkatan Dekan di Lingkungan Universitas Islam Kuantan Singingi;

MEMUTUSKAN

MENETAPKAN

:

PERTAMA

: Menetapkan nama-nama yang terdapat pada lampiran Surat Keputusan ini selaku Dosen Pembimbing Skripsi Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Islam Kuantan Singingi Tahun Akademik 2022/2023.

KEDUA

: Kepada Dosen Pembimbing Skripsi Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Islam Kuantan Singingi Tahun Akademik 2022/2023 diberikan honorarium sesuai dengan kemampuan keuangan Fakultas Teknik Universitas Islam Kuantan Singingi;

KETIGA

: Surat keputusan ini berlaku sejak ditetapkan dengan ketentuan bahwa apabila ternyata terdapat kekeliruan atau kekurangan dalam keputusan ini akan diperbaiki sebagaimana mestinya.

DITETAPKAN DI : TELUK KUANTAN
PADA TANGGAL : 13 SEPTEMBER 2023



Tembusan Kepada :

1. Yth. Ketua Yayasan Perguruan Tinggi Islam Kuantan Singingi.
2. Yth. Rektor Universitas Islam Kuantan Singingi
3. Yth. Ketua Prodi Teknik Sipil
4. Arsip

Lampiran : Surat Keputusan Dekan Fakultas Teknik Universitas Islam Kuantan Singingi
Nomor : A.025/FT-UNIKS/Kpts/IX/2023
Tentang : Perubahan Dosen Pembimbing Skripsi Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Islam Kuantan Singingi Tahun Akademik 2022/2023

No	Nama Mahasiswa	NPM	Pembimbing (lama)	Pembimbing (baru)
1	R. Zaskia Veronika	180204009	Chitra Hermawan, ST., MT (Pembimbing 1) Joko Triyanto, ST., MT (Pembimbing 2)	Chitra Hermawan, ST., MT (Pembimbing 1) Ade Irawan, ST., MT (Pembimbing 2)
2	Sestri Dayanti	180204015	Surya Adinata, ST., MT (Pembimbing 1) Joko Triyanto, ST., MT (Pembimbing 2)	Surya Adinata, ST., MT (Pembimbing 1) Ade Irawan, ST., MT (Pembimbing 2)

DITETAPKAN DI : TELUK KUANTAN
PADA TANGGAL : 13 SEPTEMBER 2023

DEKAN,

AGUS CANDRA, ST., M.Si
NIDN.1020088701

UNIVERSITAS ISLAM KUANTAN SINGINGI
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
JADWAL SIDANG SKRIPSI MAHASISWA TEKNIK SIPIL

NO.	HARI/ TANGGAL	WAKTU	RUANG	NPM	NAMA MAHASISWA	JUDUL	KETUA	PEMBIMBING	PENGUJI
1	Rabu, 27 September 2023	09.00-11.00 WIB	RUANG SIDANG	180204009	R. Zaskia Veronika	Analisa Percepatan Proyek Menggunakan Metode <i>Crashing</i> Dengan Penambahan Jam Kerja Empat Jam dan Sistem Shift Kerja (Studi Kasus: Proyek Pembangunan Pengadilan Negeri Teluk Kuantan)	Agus Candra, ST., M.Si	1 Chitra Hermawan, ST., MT	Surya Adinata, ST., MT
								2 Ade Irawan, ST., MT	Ria Asmeri Jafra, ST., MT
2	Rabu, 27 September 2023	11.00-13.00 WIB	RUANG SIDANG	180204015	Sestri Dayanti	Analisis Perhitungan Struktur Gedung Pengadilan Negeri Teluk Kuantan	Agus Candra, ST., M.Si	1 Surya Adinata, ST., MT	Chitra Hermawan, ST., MT
								2 Ade Irawan, ST., MT	Rikki Afrizal, S.Pd., M.Sc
3.	Rabu, 27 September 2023	13.30-15.00	RUANG SIDANG	180204016	Sri Amelina	Analisa Produktivitas dan Biaya Penggunaan Alat Berat Pada Pekerjaan Lapisan Perkerasan Lentur (Studi Kasus: Proyek Rekonstruksi/ Peningkatan Kapasitas Struktur Jalan Teluk Kuantan- Cerenti	Agus Candra, ST., M.Si	1 Chitra Hermawan, ST., MT	Ade Irawan, ST., MT
								2 Surya Adinata, ST., MT	Ria Asmeri Jafra, ST., MT

