

SKRIPSI

**PERENCANAAN STRUKTUR ULANG GEDUNG
BADAN PEMBERDAYAAN MASYARAKAT DAN NAGARI
KABUPATEN PASAMAN BARAT**

*Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
Pada Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah
Sumatera Barat*



oleh:

ISENG CANDRA
181000222201066

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA BARAT
2022**

HALAMAN PENGESAHAN

PERENCANAAN STRUKTUR ULANG GEDUNG BADAN
PEMBERDAYAAN MASYARAKAT DAN NAGARI
KABUPATEN PASAMAN BARAT

Oleh :

ISENG CANDRA
181000222201066

Dosen Pembimbing I



Ir. Surya Eka Priana, M.T, IPP
NIDN. 1016026603

Dosen Pembimbing II



Elfania Bastian, S.T, M.T
NIDN. 1018118901

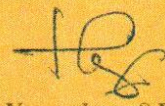
Dekan Fakultas Teknik

UM Sumatera Barat



Ketua Program Studi

Teknik Sipil

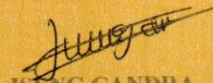


Helga Yermadona, S.Pd, M.T
NIDN. 1013098502

LEMBAR PERSETUJUAN TIM PENGUJI

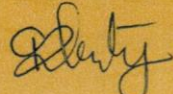
Skripsi ini sudah dipertahankan dan disempurnakan berdasarkan masukan dan koreksi Tim Penguji pada ujian tertutup tanggal 27 Agustus 2022 di Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Barat.

Bukittinggi, 27 Agustus 2022
Mahasiswa,

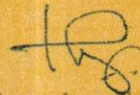

ISENG CANDRA
181000222201066

Disetujui Tim Penguji Skripsi tanggal

1. Ir. Ana Susanti Yusman, M.ENG
2. Masril, S.T, M.T

1. 
2. 

Mengetahui,
Ketua Program Studi Teknik Sipil


Helga Yermadona, S.Pd, M.T
NIDN. 1013098502

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Iseng Candra
NIM : 181000222201066
Judul Skripsi : Perencanaan Struktur Ulang Gedung Badan Pemberdayaan Masyarakat Dan Nagari Kabupaten Pasaman Barat.

Menyatakan dengan Sesungguhnya bahwa penulisan Skripsi ini berdasarkan penelitian, pemikiran dan pemaparan asli dari saya sendiri, baik untuk naskah laporan maupun kegiatan yang tercantum sebagai bagian dari Skripsi ini. jika terdapat karya orang lain, saya akan mencantumkan sumber yang jelas.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila dikemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar yang telah diperoleh karena karya tulis ini dan sanksi lain sesuai dengan peraturan yang berlaku di Universitas Muhammadiyah Sumatera Barat.

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa paksaan dari pihak manapun.

Bukittinggi, 19 Agustus 2022

Mahasiswa



ISENG CANDRA

181000222201066

ABSTRAK

Perencanaan Gedung Badan Pemberdayaan Masyarakat Dan Nagari merupakan salah satu gedung pemerintah, Gedung ini merupakan pusat pelayanan Nagari di Kabupaten Pasaman Barat yang memiliki peran untuk meningkatkan perekonomian dan pemberdayaan masyarakat Pasaman Barat agar lebih maju. Sehingga Gedung Badan Pemberdayaan Masyarakat Dan Nagari memiliki perananan penting di Kabupaten Pasaman Barat. Gedung yang direncanakan merupakan gedung perkantoran 3 lantai yang terletak di wilayah gempa Pasaman Barat. maka di perlukan perencanaan yang mengarah tahan terhadap guncangan gempa, serta membutuhkan perhitungan yang tepat dan teliti. Hal yang menjadi salah satu dasar bagi perencana untuk merencanakan Gedung Badan Pemberdayaan Masyarakat Dan Nagari. Dari hasil analisi struktur inilah maka di dapatkan penulangan struktur berdasarkan analisi penulis. Hasil yang didapat material yang digunakan baja $f_y = 420$ mpa dan mutu beton $f_c' = 24,9$ Mpa, untuk penulangan pelat arah $x = \emptyset 10 - 150$, sedangkan Arah $y = \emptyset 10 - 150$. Perencanaan kolom memakai mutu $f_y = 420$ dan mutu beton $f_c' = 24,9$ Mpa untuk kolom ukuran $40\text{cm} \times 40\text{cm}$ dengan tulangan utama yang dipakai yaitu $8D - 16$ dan kolom $30\text{cm} \times 30\text{cm}$ dengan tulangan utama yang di pakai $6D - 16$. Sedangkan perencanaan balok menggunakan mutu baja $f_y = 420$ Mpa dan mutu beton $f_c' = 24,9$ Mpa untuk balok ukuran $50\text{cm} \times 30\text{cm}$ dengan tulangan yang dipakai $6D - 16$ untuk tulangan tarik dan $3D - 16$ untuk tulangan tekan, mutu baja $f_y = 420$ dan mutu beton $f_c' = 20,75$ untuk balok ukuran $45\text{cm} \times 25\text{cm}$ dengan tulangan yang dipakai $4D - 13$ untuk tulangan tarik dan $3D - 13$ untuk tulangan tekan, sedangkan untuk balok menggunakan mutu baja $f_y = 400$ dan mutu beton $f_c' = 20,75$ untuk ukuran $30\text{cm} \times 20\text{cm}$ dengan tulangan utama yang dipakai $3D - 12$ untuk tulangan tarik dan $2D - 12$ untuk tulangan tekan.

Kata kunci : Struktur Gedung, Balok, Tulangan, Kolom, Pasaman Barat

KATA PEGANTAR

Puji syukur saya panjatkan kehadiran Tuhan Yang Maha Esa, atas rahmat, hidayah dan karunia serta ridho-Nya sehingga saya dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Perencanaan Struktur Gedung Badan Pemberdayaan Masyarakat Dan Nagari 2022” ini dapat selesai sesuai dengan yang diharapkan.

Penyusunan skripsi ini di ajukan sebagai syarat penyelesaian pendidikan gelar studi sarjana Teknik Sipil fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Barat. Dengan itu, penulis ucapkan terimakasih kepada Bapak/ibu:

1. Bapak Masril, ST. MT, Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Barat
2. Ibu Helga Yermadon, S.Pd. MT, Sebagai Ketua Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Barat.
3. Bapak Ir. Surya Eka Priana, MT selaku pembimbing I yang telah memberikan bimbingan dan masukan kepada penulis
4. Ibuk Elfania Bastian, ST. MT selaku pembimbing II yang telah memberikan bimbingan dan masukan kepada penulis
5. Teristimewa terimakasih kepada orang tua beserta keluarga, Ibunda tercinta dan kakak yang sudah memberi dukungan dan mendo'a kan saya sehingga saya memiliki semangat yang tinggi untuk menyelesaikan skripsi ini
6. Terkhusus terimakasih untuk teman-teman terdekat, saudara dan semua pihak yang membantu dan memberi motivasi kepada saya sehingga karya tulis ilmiah saya dapat terselesaikan dengan tepat waktu.

Semoga segala bentuk bantuan dan kebaikan tersebut mendapat limpahan balasan dari Allah SWT. Penulis berharap semoga karya tulis ilmiah ini dapat bermanfaat dan memberikan tambahan pengetahuan, ilmu dan wawasan yang semakin luas bagi pembaca

Bukittinggi, Agustus 2022

Penulis



DAFTAR ISI

JUDUL

HALAMAN PENGESAHAN

LEMBAR PERSETUJUAN TIM PENGUJI

HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

ABSTRAK

KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI	iii
DAFTAR TABEL	vii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR NOTASI	xi

BAB I PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	2
1.3. Batasan Masalah.....	2
1.4. Tujuan dan Manfaat Penulisan	2
1.5. Sistematika Penulisan	2

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Tinjauan Umum.....	4
2.2. Struktur Atas.....	4
2.2.1 Kolom.....	5
2.2.1.1. Pengertian Kolom.....	5
2.2.1.2. Fungsi Kolom.....	5
2.2.1.3. Jenis – jenis Kolom.....	6
2.2.2 Balok.....	9
2.2.2.1. Pengertian Balok.....	9
2.2.2.2. Fungsi Balok.....	9
2.2.2.3. Jenis – Jenis Balok.....	9
2.2.2.4. Perencanaan tulangan pada balok	10
2.2.3 Pelat Lantai.....	13
2.2.3.1. Pengertian Pelat Lantai.....	13

	2.2.3.2. Fungsi Pelat Lantai.....	14
	2.2.3.3. Jenis – Jenis Pelat Lantai.....	14
	2.2.3.4. Perencanaan Pelat Lantai	17
	2.2.4. Aplikasi SAP 2000.....	19
	2.2.4.1 Pengertian SAP 2000.....	19
	2.2.4.2 Fungsi SAP 2000.....	19
2.3.	Material.....	20
2.3.1.	Beton.....	20
2.3.2.	Sifat dan Karakteristik Beton.....	21
2.3.3.	Mutu Beton.....	21
2.3.4.	Baja Tulangan.....	21
	2.3.4.1.Sifat Fisik Baja Tulangan.....	22
	2.3.4.2.Tulangan Polos.....	23
	2.3.4.3.Tulangan Ulir.....	24
2.4.	Pembebanan.....	24
	2.4.1. Beban Mati (<i>Dead Load</i>).....	24
	2.4.2. Beban Hidup (<i>Live Load</i>).....	26
	2.4.3. Beban Gempa (<i>Earthquake</i>).....	28
	2.4.3.1. Waktu Getar Alami	28
	2.4.3.2. Faktor Respon Gempa	29
	2.4.3.3. Faktor Keutamaan Gedung.....	30
	2.4.3.4. Faktor Reduksi	31
2.5.	Kombinasi Pembebanan.....	32
BAB III	METODOLOGI PENELITIAN	
3.1.	Lokasi penelitian.....	36
3.2.	Data penelitian	36
	3.2.1. Jenis Dan Sumber Data.....	36
3.3.	Metode Penelitian	37
	3.3.1 Preliminary design.....	37
	3.3.2 Pembebanan.....	37
	3.3.3 Pemodelan Dan Analisa Struktur.....	38
3.4.	Flowchart.....	39

BAB IV	ANALISIS DATA DAN PEMBAHASAN	
4.1.	Preliminari desain penampang.....	40
4.1.1.	Balok.....	40
4.1.2.	Kolom.	49
4.1.3.	Plat Lantai	55
4.2.	Pembebanan	62
4.2.1.	Beban Mati	62
4.2.2.	Beban Hidup	64
4.2.3.	Beban Angin	65
4.2.4.	Beban Gempa	66
4.3.	Perhitungan Momen Menggunakan Aplikasi SAP2000	71
4.3.1	Menggambar Grid	72
4.3.2	Input Beban Hidup, Mati, Gempa	74
4.3.3	Hasil Running SAP2000	76
4.4.	Perhitungan penulangan	78
4.4.1.	Balok	78
4.4.2.	Kolom	99
4.4.3.	Plat Lantai	109
4.5.	Rekap Penulangan Balok, Kolom Dan Plat Lantai	114
BAB V	PENUTUP	
5.1.	Kesimpulan.....	117
5.2.	Saran.....	119
DAFTAR PUSTAKA		
LAMPIRAN		

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Mutu Beton	21
Tabel 2.2. Mutu baja	23
Tabel 2.3. Baja Tulangan Polos	24
Tabel 2.4. Baja Tulangan Ulir.....	24
Tabel 2.5. Berat bahan bangunan	25
Tabel 2.6 berat komponen bangunan.	26
Tabel 2.7. Beban hidup pada lantai gedung	27
Tabel 2.8. Koefesien (ψ)	30
Tabel 2.9. Percepatan Puncak Muka Tanah (A0)	30
Tabel 2.10. Faktor Keutamaan Gedung (I)	31
Tabel 2.11. Faktor Reduksi Beban Hidup Untuk Peninjauan Gempa.....	32
Tabel 4.1 Data Prelim Balok 30/50.....	39
Tabel 4.2 Tabel Minimum h	40
Tabel 4.3 Data Prelim Balok 25/45.....	42
Tabel 4.4 Data Prelim Balok 20/30.....	45
Tabel 4.5 Tabel Minimum h	46
Tabel 4.6 Prelim Atap	48
Tabel 4.7 Prelim Kolom Lantai 3.....	50
Tabel 4.8 Prelim Kolom Lantai 2.....	51
Tabel 4.9 Prelim Kolom Lantai Dasar	52
Tabel 4.10 ketebalan pelat.....	59
Tabel 4.11 Grafik Respon Spektrum Untuk Kab. Pasaman Barat	65
Tabel 5.1 Rekap Penulangan Balok	117
Tabel 5.2 Rekap Penulangan Kolom	118
Tabel 5.3 Rekap Penulangan Pelat Lantai	118

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Macam kolom dan penulangannya	6
Gambar 2.2 Jenis plat berdasarkan tumpuan	15
Gambar 2.3 Jenis plat berdasarkan perletakannya	16
Gambar 2.4 Jenis plat berdasarkan penulangannya	17
Gambar 2.5 Bentang Teoritis Monolit	18
Gambar 2.6 Bentang Teoritis Tidak Monolit	18
Gambar 2.7 Zona gempa pada wilayah sumatera	28
Gambar 3.1 Peta Lokasi	35
Gambar 3.2 Bagan Alir Penelitian	38
Gambar 4.1 Dimensi Balok.....	39
Gambar 4.2 Dimensi Balok	42
Gambar 4.3 Dimensi Balok	45
Gambar 4.4 Dimensi Pelat	54
Gambar 4.5 Dimensi Pelat Tepi Konstruksi	55
Gambar 4.6 Dimensi Pelat Lantai	57
Gambar 4.7 Pelat Tepi Konstruksi	58
Gambar 4.8 Grid Gedung SAP 2000	70
Gambar 4.9 Input Penampang	72
Gambar 4.10 Beban Pada Pelat Lantai	72
Gambar 4.11 Beban Pada Cor Dak	73
Gambar 4.12 Beban Pada Balok	73
Gambar 4.13 Beban Gempa	74
Gambar 4.14 Hasil Running SAP 2000	74
Gambar 4.15 Diagram Interaksi Kolom Pvs M kolom 1	103
Gambar 4.16 Momen Pada Pelat	110
Gambar 4.17 Balok Induk 50 cm x 30 cm bentang 7m	114
Gambar 4.18 Balok Induk 45 cm x 25 cm bentang 7m	114
Gambar 4.19 Balok Induk 30 cm x 20 cm bentang 3,5m	115
Gambar 4.20 Kolom 1 40cm x 40cm	115
Gambar 4.21 Kolom 2 30 cm x 30 cm	116



DAFTAR NOTASI

A	=	luas bidang desak benda uji (mm^2)
AG	=	luas bruto penampang
PU	=	Gaya aksial
r	=	Besaran kedua sumbu
Ao	=	Percepatan puncak muka tanah akibat pengaruh gempa rencana. Ap Luas penampang ujung tiang.
As	=	Luas tulangan persisi
b	=	Lebar
H	=	Tinggi Total Bangunan
fc'	=	Kuat tekan beton, MPa
fy	=	Kuat leleh baja, MPa
I	=	Faktor keutamaan gedung.
Mu	=	Momen terfaktor pada penampang, N-mm
Vu	=	Gaya geser terfaktor
Ø	=	Diameter tulangan
Ψ	=	Koefesien nilai untuk wilayah gempa
e_t	=	Eksenteritas gaya terhadap sumbu
h	=	Tebal atau tinggi total komponen
e	=	Eksentrisitas
d	=	Tinggi kolom dikurangi asumsi selimut beton
d'	=	Asumsi selimut beton
K	=	Faktor panjang efektif komponen struktur tekan
d	=	Tinggi efektif (m)
p	=	Selimut beton
Pmin	=	Rasio tulangan minimum
Pmax	=	Rasio tulangan maksimum

F_u	=	Tegangan tarik
V_c	=	Kuat geser nominal
S	=	Spasi tulangan geser
L	=	Panjang bentang
p	=	Beban terpusat
A_s	=	Rasio tulangan
P	=	beban tekan (N)
C	=	Faktor Respon Gempa
b_w	=	Lebar Badan Balok
L_n	=	Panjang bentang bersih
β	=	Faktor yang didefinisikan
A_s'	=	Tulangan Tekan
D_s	=	Diameter sengkang
A_{st}	=	Luas total tulangan longitudinal (batang tulangan atau baja profil), mm ²
A_v	=	Luas Tulangan Geser
P_{nb}	=	Kapasitas Aksial Desak
E_b	=	Elastis Balance
P_n	=	Kuat Tekan Beban Aksial
Q_u	=	Beban Ultimate
M_n	=	Momen Nominal
M_{nb}	=	Momen nominal pada kondisi kolom

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Gempa merupakan penyebab terbesar robohnya konstruksi gedung baik di Indonesia maupun dunia. Indonesia adalah kawasan rawan gempa karena Indonesia diapit oleh 3 segmen yaitu segmen Eurasia, lempeng indo-Australia dan lempeng pasifik yang mengakibatkan Indonesia sering terjadi gempa bumi, bukan hanya itu di Indonesia juga banyak terdapat gunung yang aktif juga menjadi pemicunya gempa bumi. Dalam melakukan perencanaan gedung tingkat tinggi beban gempa merupakan bagian terpenting yang harus diperhatikan dalam perencanaan sebuah gedung, karena gedung tingkat tinggi lebih dominan terhadap gaya gravitasi sehingga harus direncanakan sebaik mungkin untuk mendapatkan gedung yang tahan gempa agar tidak terjadinya kegagalan yang menyebabkan gedung tersebut roboh.

Wilayah pulau Sumatera, khususnya wilayah Sumatera Barat sering dilanda gempa bumi yang terjadi pada tahun 2009 gempa yang melanda Sumatera Barat, khususnya kota Padang yang banyak memakan korban jiwa akibat robohnya gedung. Kegagalan perencanaan gedung sangat fatal akibatnya karena bukan hanya robohnya gedung tersebut tetapi juga salah satu penyebab banyaknya nyawa yang melayang justru dari itu seorang perencana harus memperhatikan struktur tahan gempa agar tidak terjadinya kegagalan supaya tercipta rasa aman untuk penghuni

Pada bulan Maret 2022 juga terjadi Gempa di kabupaten Pasaman Barat yang banyak menyebabkan rumah warga maupun gedung pemerintah yang roboh, termasuk gedung Badan Pemberdayaan Masyarakat dan Nagari. Akibat gempa tersebut gedung Badan Pemberdayaan Masyarakat dan Nagari mengalami kerusakan berat. Sehingga gedung ini tidak layak digunakan. justru karena itu muncul pemikiran Penulis untuk melakukan

perencanaan Rehabilitas struktur atas Gedung Badan Pemberdayaan Masyarakat dan Nagari kabupaten Pasaman Barat.

1.2 Rumusan Masalah

Dari latar belakang rumusan masalah yang akan dibahas yaitu;

1. Gaya gempa untuk rencana berdasarkan SNI terbaru
2. Berapa dimensi (kolom, balok, dan pelat) yang mampu memikul beban rencana
3. Perencanaan struktur gedung dengan *software* SAP 2000

1.3 Batasan Masalah

Agar pembahasan masalah tidak terlalu luas maka dibuat batasan masalah yang akan dibahas yaitu:

1. Struktur yang direncanakan yaitu
 - b. Balok kolom serta penulangannya
 - c. Plat lantai dan penulangannya
1. Menghitung beban gempa menurut analisis *response spectrum* SNI 1726-2019
2. Menggunakan bantuan *software* SAP 2000

1.4 Tujuan dan Manfaat Penelitian

Skripsi ini bertujuan untuk menganalisa struktur gedung tersebut agar diperoleh gedung yang memiliki Kapasitas dan Kualitas yang baik

Tujuan dari skripsi ini adalah:

Penulis ingin capai pada skripsi ini adalah perencanaan gedung Badan Pemberdayaan Masyarakat dan Nagari dengan prinsip daktilitas agar gedung aman dan tahan terhadap gempa

1.5 Sistematika Penulisan

Adapun garis besar dalam penulisan ini adalah

BAB 1 PENDAHULUAN

Di bab 1 yang dibahas latar belakang penulisan, Rumusan masalah, batasan masalah, tujuan dan manfaat penelitian dan sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Di bab II membahas pengertian umum perencanaan struktur gedung

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Di bab III menguraikan metode pengumpulan data, menampilkan gambaran umum proyek meliputi: lokasi bangunan dan situasi bangunan, data teknis proyek serta dasar perhitungan perencanaan gedung dan menampilkan *flowchart* penyusunan skripsi

BAB IV ANALISIS DATA DAN PEMBAHASAN

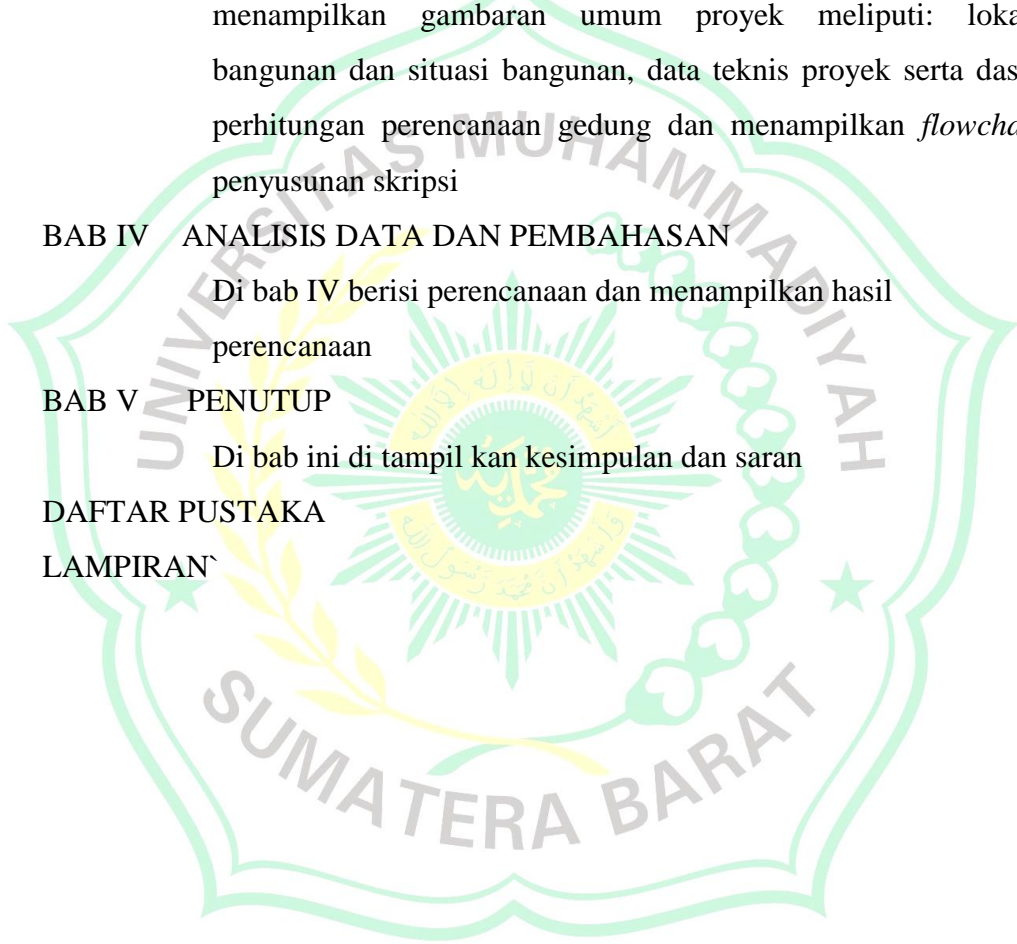
Di bab IV berisi perencanaan dan menampilkan hasil perencanaan

BAB V PENUTUP

Di bab ini di tampil kan kesimpulan dan saran

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tinjauan umum

Suatu gedung dengan struktur beton bertulang yang berlantai banyak sangat rawan terhadap keruntuhan jika tidak direncanakan dengan baik. Oleh karena itu, diperlukan suatu perencanaan struktur yang tepat dan teliti agar dapat memenuhi kriteria kekuatan (*Strength*), kenyamanan (*Serviceability*), keselamatan (*Safety*), dan umur rencana bangunan (*Durability*). Struktur bangunan pada umumnya terdiri dari struktur bawah (*Lower structure*) dan struktur atas (*Upper structure*). Struktur bawah (*Lower structure*) yang dimaksud adalah pondasi dan struktur bangunan yang berada di bawah permukaan tanah, sedangkan yang dimaksud dengan struktur atas (*Upper structure*) adalah struktur bangunan yang berada di atas permukaan tanah seperti kolom, balok, dan pelat. Setiap komponen tersebut memiliki fungsi yang berbeda-beda di dalam sebuah struktur menurut Hariono(2016)

Sebuah konstruksi diharapkan mampu untuk menahan beban tertentu sesuai dengan umur rencana. Salah satu konstruksi yang paling sering digunakan adalah konstruksi menggunakan beton bertulang menurut Elfania Bastian(2018:6)

2.2 Struktur Atas

Struktur atas suatu gedung adalah seluruh bagian struktur gedung yang berada di atas muka tanah (SNI 2002). Struktur atas ini terdiri atas kolom, pelat, balok, dinding geser dan tangga, yang masing-masing mempunyai peran yang sangat penting. Gedung ini terdiri dari 3 lantai, dalam penulisan skripsi ini penulis hanya akan meninjau struktur atas saja, terdiri dari:

1. Kolom
2. Balok
3. Plat lantai

2.2.1 Kolom

2.2.1.1 Pengertian kolom

Kolom merupakan bagian vertikal dari suatu struktur rangka yang menerima beban tekan dan lentur. Kolom meneruskan beban-beban dari elevasi atas ke elevasi yang lebih bawah hingga akhirnya sampai ke tanah melalui pondasi (Nawy,1998).

Keruntuhan pada kolom Struktural merupakan suatu hal yang harus diperhatikan baik secara ekonomis maupun dari segi keselamatan jiwa manusia. Karena itu, di dalam merencanakan kolom perlu lebih hati-hati dengan cara memberikan Faktor keamanan yang lebih besar daripada elemen struktur lainnya seperti balok dan pelat, terlebih lagi keruntuhan tekan yang terjadi pada kolom tidak memberikan peringatan awal yang cukup jelas.

2.2.1.2 Fungsi Kolom

Fungsi kolom adalah sebagai penerus beban seluruh bangunan ke pondasi. Bila diumpamakan, kolom itu seperti rangka tubuh manusia yang memastikan sebuah bangunan berdiri. Kolom termasuk struktur utama untuk meneruskan berat bangunan dan beban lain seperti beban hidup (manusia dan barang-barang), serta beban hembusan angin. SK SNI T-15-1991-03 mendefinisikan kolom adalah komponen struktur bangunan yang tugas utamanya menyangga beban aksial tekan vertikal dengan bagian tinggi yang tidak ditopang paling tidak tiga kali dimensi lateral terkecil.

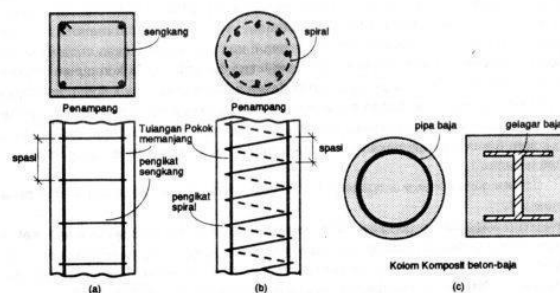
Kolom berfungsi sangat penting, agar bangunan tidak mudah roboh. Beban sebuah bangunan dimulai dari atap. Beban atap akan meneruskan beban yang diterimanya ke kolom. Seluruh beban yang diterima kolom didistribusikan ke permukaan tanah di bawahnya. Struktur dalam kolom dibuat dari besi dan beton. Keduanya merupakan gabungan antara material yang tahan tarikan dan tekanan. Baja adalah material yang tahan tarikan, sedangkan beton adalah material yang tahan tekanan. Gabungan kedua material ini dalam struktur beton memungkinkan kolom

atau bagian struktural lain seperti sloof dan balok bisa menahan gaya tekan dan gaya tarik pada bangunan.

2.2.1.3 Jenis – Jenis Kolom

Jenis kolom berdasarkan bentuk dan macam penulangannya dapat dibagi menjadi tiga kategori yang diperlihatkan pada gambar 2.1. yaitu :

- a. Kolom segi empat atau bujur sangkar dengan tulangan memanjang dan sengkang.
- b. Kolom bundar dengan tulangan memanjang dan sengkang berbentuk spiral.
- c. Kolom komposit yaitu gabungan antara beton dan profil baja sebagai pengganti tulangan didalamnya.



Gambar 2.1. Macam kolom dan penulangannya

(Sumber: <https://cv-yufakaryamandiri.blogspot.com/2012/10/jenis-jenis-kolom-beton.html>)
(2012:10)

Kolom bersengkang merupakan jenis kolom yang paling banyak digunakan karena pengerjaan yang mudah dan murah dalam pembuatannya. Walaupun demikian kolom segi empat maupun kolom bundar dengan penulangan spiral kadang-kadang digunakan juga, terutama untuk kolom yang memerlukan daktilitas cukup tinggi untuk daerah rawan gempa. Pembagian tulangan pada kolom berpenampang persegi dapat dilakukan dengan menggunakan dua cara, yaitu pertama tulangan dipasang simetris pada dua sisi penampang, tegak lurus terhadap arah lentur dan As

= $A's = 0,5 Ast$, sedangkan cara keduanya tulangan dibagi sama rata pada sisi penampang dengan $As = A's = Ast = 0,25 Ast$.

Penggunaan grafik terutama disarankan untuk penulangan pada seluruh sisi kolom dengan eksentrisitas yang pendek, berarti beban aksial relatif besar dan momen relatif kecil.

Pada sumbu vertikal dapat ditentukan dengan menggunakan persamaan di bawah ini:

$$\frac{P_U}{\phi A_{gr} \cdot 0,85 \cdot f_C} \quad (2.1)$$

Keterangan:

- P_U = Gaya Aksial terfaktor kolom
- A_g = Luas bruto penampang
- r = Besaran kedua sumbu
- ϕ = Faktor reduksi kekuatan
- f_C = Kuat tekan beton (MPa)

Pada sumbu horizontal dapat ditentukan dengan menggunakan persamaan dibawah ini:

$$\frac{P_U}{\phi A_{gr} \cdot 0,85 \cdot f_C} \left(\frac{e_t}{h} \right) \quad (2.2)$$

Keterangan:

- e_t = Eksentrisitas gaya terhadap sumbu
- h = Tebal atau tinggi total komponen

Dalam et telah diperhitungkan eksentrisitas yang dapat ditentukan dengan persamaan dibawah ini:

$$e = \frac{M_U}{h} \quad (2.3)$$

Keterangan:

e = Eksentrisitas

M_U = Momen terfaktor

h = Tebal atau tinggi total komponen

Besaran pada kedua sumbu dapat dihitung dan ditentukan, kemudian nilai suatu r dapat dibaca. Penulangan yang diperlukan adalah β_r , dengan β bergantung pada mutu beton. Untuk kolom diperkenankan menganggap faktor reduksi kekuatan $\phi = 0,65$ sedangkan untuk harga dapat ditentukan dengan menggunakan persamaan dibawah ini:

$$P_u < 0,10 A_g r f_c \quad (2.4)$$

Untuk kolom dengan sengkang sebagai pengikatnya dapat ditentukan dengan menggunakan persamaan dibawah ini:

$$\phi = 0,80 - \frac{0,20\phi P_n}{0,1 f'_c A_g} = 0,65 \quad (2.5)$$

Keterangan:

P_n = Gaya aksial nominal

ϕ = Faktor reduksi kekuatan

$$P_n = \frac{A_s f_y}{(d - d') + 0,5} + \frac{b h f_c}{d^2 + 1,18} \quad (2.6)$$

Keterangan:

A_s = Luas tulangan persisi

f_y = Mutu Baja

d = Tinggi kolom dikurangi asumsi selimut

beton

d' = Asumsi selimut beton

$b = h$ = Lebar dan tinggi kolom

Dengan menggunakan baja tulangan yang sudah ditentukan, jarak sengkang ditentukan nilai terkecil dari ketentuan-ketentuan berikut ini:

1. 16 kali diameter tulangan pokok memanjang
2. 48 kali diameter tulangan sengkang
3. Dimensi terkecil kolom

2.2.2 Balok

2.2.2.1 Pengertian Balok

Balok adalah bagian dari struktur yang berfungsi sebagai penyalur momen menuju struktur kolom. Balok dikenal sebagai elemen lentur, yaitu elemen struktur yang dominan memikul gaya dalam berupa momen lentur dan gaya geser.

2.2.2.2 Fungsi Balok

Fungsi balok antara lain :

- 1) Meneruskan beban dinding ke kolom
- 2) Sebagai pengikat kolom
- 3) Menambah kekuatan lentur plat
- 4) Menambah kekuatan horizontal pada struktur

2.2.2.3 Jenis – jenis Balok

Beberapa jenis balok antara lain:

1. Balok sederhana bertumpu pada kolom di ujung-ujungnya, dengan satu ujung bebas berotasi dan tidak memiliki momen tahan. Seperti struktur statis lainnya, nilai dari semua reaksi, pergeseran dan momen untuk balok sederhana adalah tidak tergantung bentuk penampang dan materialnya.
2. Kantilever adalah balok yang diproyeksikan atau struktur kaku lainnya didukung hanya pada satu ujung tetap.
3. Balok teritisan adalah balok sederhana yang memanjang melewati salah satu kolom tumpuannya.
4. Balok dengan ujung-ujung tetap (dikaitkan kuat) menahan translasi dan rotasi.

5. Bentangan tersuspensi adalah balok sederhana yang ditopang oleh teristisan dari dua bentang dengan konstruksi sambungan pin pada momen nol.
6. Balok kontinu memanjang secara menerus melewati lebih dari dua kolom tumpuan untuk menghasilkan kekakuan yang lebih besar dan momen yang lebih kecil dari serangkaian balok tidak menerus dengan panjang dan beban yang sama.

2.2.2.4 Perencanaan Tulangan pada Balok

1. Momen

Perhitungan momen dan gaya aksial pada balok dan kolom diselesaikan menggunakan Program SAP 2000.

2. Luas Tulangan (As)

- a. Mengubah beban atau momen yang bekerja menjadi beban rencana (W_u) atau momen rencana (M_u) termasuk berat sendiri.
- b. Berdasarkan h yang diketahui, maka diperkirakan d dengan menggunakan hubungan $d=h-80\text{ mm}$, dan kemudian hitunglah k yang diperlukan memakai persamaan berikut ini:

$$K = \frac{M_u}{\phi b d^2} \quad (2.7)$$

Keterangan:

K = Faktor panjang efektif komponen struktur tekan

M_u = Momen terfaktor

ϕ = Faktor reduksi kekuatan

b = Lebar (m)

d = Tinggi efektif (m)

- c. Menentukan rasio penulangan berdasarkan tabel luas penampang tulangan baja.

- d. Menghitung A_s yang diperlukan dengan persamaan berikut ini:

$$A_s = p b d \quad (2.8)$$

Keterangan:

A_s = Luas tulangan persisi

p = Selimut beton

b = lebar balok

d = Tinggi efektif penampang balok

3. Merencanakan dimensi penampang dan A_s

- a. Memilih rasio penulangan yang diperlukan berdasarkan tabel, kecuali bila dimensi balok terlalu kecil atau memang dikehendaki pengurangan penulangannya yang dapat ditentukan dengan menggunakan persamaan berikut ini:

$$P_{min} \leq p \leq P_{max} \quad (2.9)$$

Keterangan:

P_{min} = Rasio tulangan minimum

P_{max} = Rasio tulangan maksimum

- b. Memperkirakan b dan kemudian menghitung d yang diperlukan menggunakan persamaan berikut ini:

$$d_{perlu} = \sqrt{\frac{M_u}{\phi b k}} \quad (2.10)$$

Keterangan:

d = Tinggi efektif penampang balok

M_u = Momen terfaktor

ϕ = Faktor reduksi kekuatan

4. Perencanaan tulangan geser

- a. Untuk komponen-komponen struktur yang menahan geser dan lentur, persamaan 13.3-1 SK SNI 03-2847-2002 memberikan kapasitas kemampuan beton untuk menahan gaya geser adalah V_c yang dapat ditentukan dengan persamaan berikut:

$$V_c = \left(\sqrt{\frac{f_u}{6}} \right) b_w d \quad (2.11)$$

Keterangan:

V_c = Kuat geser nominal

F_u = Tegangan tarik

$$V_s = \frac{V_u}{\phi} \quad (2.12)$$

Keterangan:

V_s = Kuat geser nominal

V_u = Gaya geser terfaktor

- b. Berdasarkan SNI 03-2847-2002 pasal 11.3.3 koefisien reduksi (ϕ) = 0,75 dengan M_u adalah momen terfaktor yang terjadi bersamaan dengan gaya geser terfaktor maksimum V_u pada penampang kritis, sedangkan batas atas faktor pengali dan V_c yang dapat ditentukan dengan persamaan berikut ini:

$$\frac{V_u}{M_u} \leq 1,0 \quad (2.13)$$

Keterangan:

V_u = Gaya geser terfaktor

M_u = Momen terfaktor

$$V_c \leq (0,30 \sqrt{f'c}) b_w d \quad (2.14)$$

Keterangan:

V_c = Gaya geser nominal

$F'c$ = Kuat tekan beton

- c. Untuk sengkang yang tegak lurus terhadap sumbu aksial komponen struktur maka dapat ditentukan menggunakan persamaan berikut:

$$A_s = \frac{A_s f_y d}{s} \quad (2.15)$$

Keterangan:

A_s	= Luas tulangan tarik
F_y	= Tegangan leleh baja
S	= Spasi tulangan geser

2.2.3 Pelat lantai

2.2.3.1 Pengertian Pelat Lantai

Pelat lantai adalah lantai yang tidak terletak di atas tanah langsung, merupakan lantai tingkat pembatas antara tingkat yang satu dengan tingkat yang lain. Pelat lantai didukung oleh balok-balok yang bertumpu pada kolom-kolom bangunan. Ketebalan pelat lantai ditentukan oleh :

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

Pelat lantai harus direncanakan kaku, rata, lurus dan waterpass (mempunyai ketinggian yang sama dan tidak miring), pelat lantai dapat diberi sedikit kemiringan untuk kepentingan aliran air. Ketebalan pelat lantai ditentukan oleh : beban yang harus didukung, besar lendutan yang diijinkan, lebar bentangan atau jarak antara balok-balok pendukung, bahan konstruksi dari pelat lantai.

Pelat lantai merupakan suatu struktur solid tiga dimensi dengan bidang permukaan yang lurus, datar dan tebalnya jauh lebih kecil dibandingkan dengan dimensinya yang lain. Struktur pelat bisa saja dimodelkan dengan elemen 3 dimensi yang mempunyai tebal h , panjang b , dan lebar a . Adapun fungsi dari pelat lantai adalah untuk menerima beban yang akan disalurkan ke struktur lainnya.

Pada pelat lantai merupakan beton bertulang yang diberi tulangan baja dengan posisi melintang dan memanjang yang diikat menggunakan kawat bendrat, serta tidak menempel pada permukaan pelat baik bagian bawah maupun atas. Adapun ukuran diameter, jarak antar tulangan, posisi tulangan tambahan bergantung pada bentuk pelat, kemampuan yang diinginkan untuk pelat menerima lendutan yang diijinkan.

2.2.3.2 Fungsi Pelat Lantai

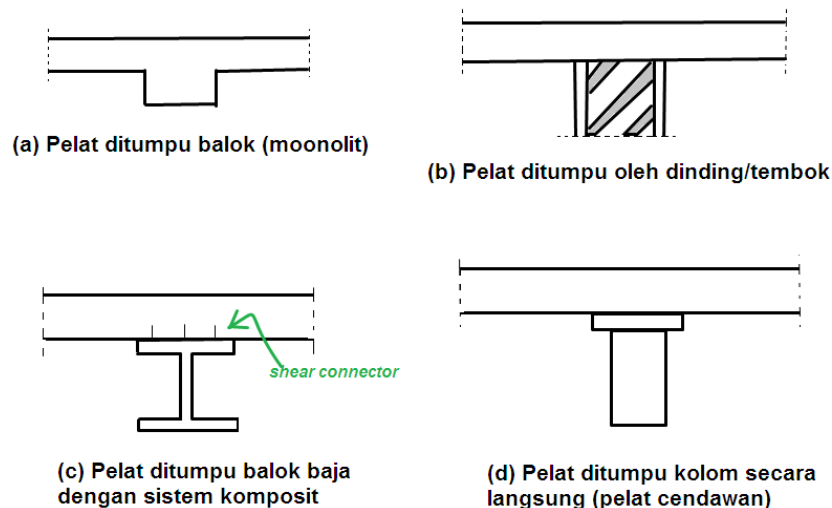
Adapun fungsi pelat lantai adalah sebagai berikut :

- a. Sebagai pemisah ruang bawah dan ruang atas.
- b. Sebagai tempat berpijak penghuni di lantai atas.
- c. Untuk menempatkan kabel listrik dan lampu pada ruang bawah.
- d. Meredam suara dari ruang atas maupun dari ruang bawah.
- e. Menambah kekakuan bangunan pada arah horizontal.

2.2.3.3 Jenis – jenis Pelat Lantai

Ada berbagai jenis plat lantai berdasarkan tumpuannya, peletakannya dan system penulangannya. Jenis – jenis plat lantai berdasarkan tumpuannya adalah:

1. Monolit, yaitu pelat dengan balok cor bersama-sama sehingga menjadi satu kesatuan.
2. Ditumpu dinding-dinding/tembok bangunan.
3. Didukung oleh balok-balok baja dengan sistem komposit.
4. Didukung oleh kolom secara langsung tanpa balok, dikenal dengan pelat cendawan.



(Gambar 2.2 jenis pelat berdasarkan tumpuan)
(Sumber: BagasHermawan1/beton-bertulang)

Jenis – jenis pelat lantai berdasarkan perletakannya adalah:

1. Terletak bebas

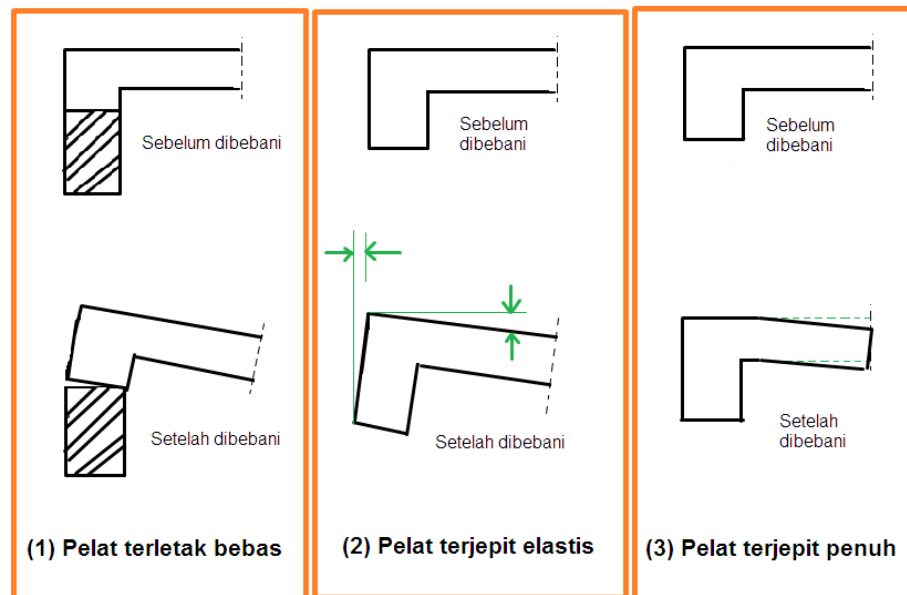
Jika pelat diletakan begitu saja diatas balok, atau antara pelat dan balok tidak dicor bersama-sama sehingga pelat dapat berotasi bebas pada tumpuan tersebut.

2. Terjepit elastis

Jika pelat dan balok dicor bersama-sama secara monolit, tetapi ukuran balok cukup kecil sehingga balok tidak cukup kuat untuk mencegah terjadinya rotasi.

3. Terjepit penuh

Jika plat dan balok dicor bersama-sama secara monolit, dan ukuran balok cukup besar sehingga mampu untuk mencegah terjadinya rotasi plat.



(Gambar 2.3 jenis pelat berdasarkan perletakannya)
(Sumber: BagasHermawan1/beton-bertulang)

Jenis – jenis plat lantai berdasarkan system penulangannya adalah:

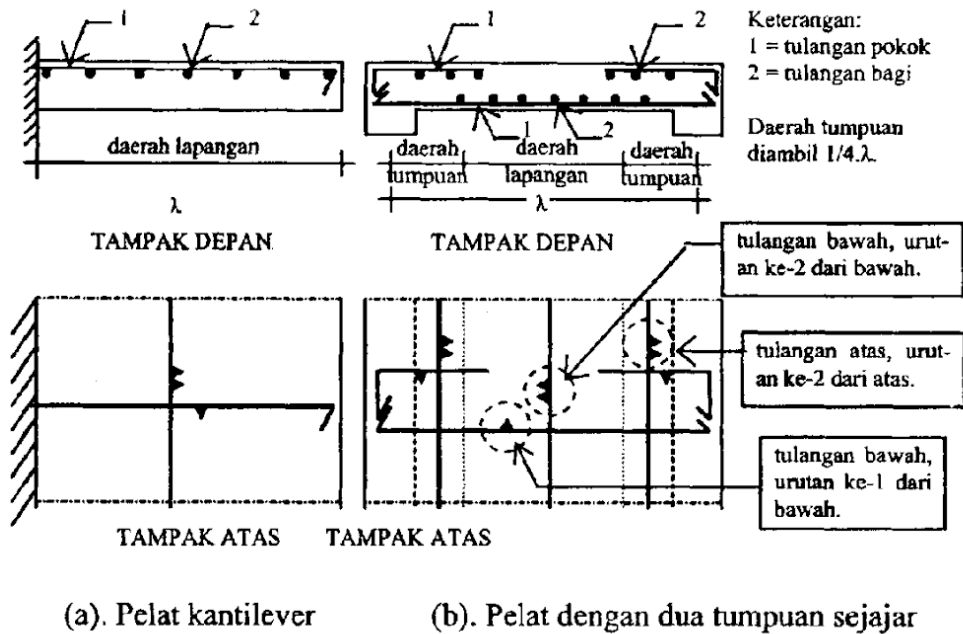
1. Penulangan pelat satu arah (*one way slab*)

Konstruksi pelat satu arah dengan tulangan pokok satu arah ini akan dijumpai jika plat beton lebih dominan menahan beban yang berupa momen lentur pada bentang satu arah saja.

Contoh pelat satu arah adalah pelat Kantilever (Luifel) dan pelat yang ditumpu oleh 2 tumpuan sejajar.

2. Penulangan pelat dua arah (*two way slab*)

Konstruksi pelat dua arah dengan tulangan pokok dua arah ini akan dijumpai jika pelat beton menahan beban yang berupa momen lentur pada bentang dua arah. Pada tinjauan plat lantai ini sistem penulangan plat yang dipakai adalah pelat dua arah ini. Contoh pelat dua arah adalah pelat yang ditumpu oleh 4 sisi yang saling sejajar seperti pada proyek Pembangunan Gedung badan pemberdayaan masyarakat dan nagari kabupaten pasaman barat.



(Gambar 2.4 Jenis pelat berdasarkan penulangannya)
 (Sumber: BagasHermawan1/beton-bertulang)

2.2.3.4 Perencanaan Pelat Lantai

Pelat lantai direncanakan berdasarkan persyaratan ketebalan minimum dengan bantuan tebal minimum h dan ditambah dengan hasil dari faktor pengali bila memakai beton yang lain dari $f_y = 400$ MPa (Vis-Kusuma, 1993) yaitu sesuai dengan persamaan berikut:

$$0,4 + \frac{f_y}{700} \quad (2.16)$$

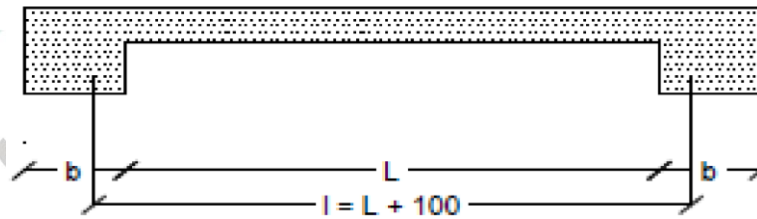
Dalam perhitungan perencanaan pelat beton bertulang digunakan pengertian bentang teoritis yang dinyatakan dengan l . Nilai ini dianggap sama dengan bentang bersih L antara kedua bidang permukaan tumpuan ditambah dengan setengah panjang perletakan a pada setiap ujung. Bila lebar balok lebih dari dua kali tebal keseluruhan pelat, dianggap $l = L + 100$ (seperti Gambar 2.5). Jika perletakan pelat beton bertulang dibuat dari bahan yang lain dengan beton bertulang, sesuai ketentuan untuk bentang $l = l + h$, dengan L adalah bentang bersih dan h tebal total pelat. Apabila $(L+h)$ lebih besar dari jarak pusat ke pusat tumpuan, maka l boleh diambil jarak ke pusat tersebut seperti tampak pada Gambar (2.6). Dapat ditentukan menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$l = L + \left(2 \times \frac{1}{2} b \right) \quad (2.17)$$

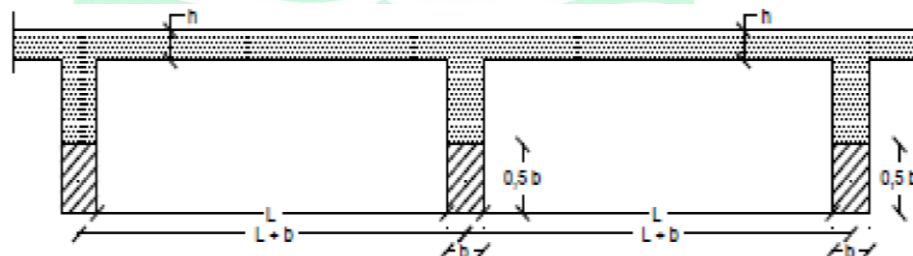
Keterangan:

L = Panjang bentang

B = Lebar daerah komponen



Gambar 2.5 Bentang teoritis monolit
Sumber: (Vis-Kusuma, 1993)



Gambar 2.6 Bentang teoritis tidak monolit
Sumber: (Vis-Kusuma, 1993)

Dengan memperkirakan batang tulangan yang akan dipakai sebagai tulangan tarik pokok dan selimut beton berdasarkan tebal minimum penutup beton pada tulangan terluar dalam mm (Vis-Kusuma, 1993) maka nilai d dapat ditentukan dengan persamaan sebagai berikut:

$$d = h - p - \frac{1}{2} \phi p \quad (2.18)$$

Keterangan:

d = Tebal selimut beton

h = Tinggi pelat

p = Beban terpusat

ϕ = Faktor reduksi kekuatan

Perencanaan menggunakan $M_u = MR$ sebagai limit (batas) dengan $MR = \phi b d^2 k$, maka dapat ditentukan menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$K_{perlu} = \frac{M_u}{\phi b d^2} \quad (2.19)$$

Keterangan:

K = Faktor panjang efektif komponen struktur tekan

M_u = Momen (kNmm)

ϕ = 0,8

Dengan menggunakan persamaan tersebut dapat dihitung rasio baja ρ yang diperlukan, dan dengan demikian dapat dihitung pula A_s yang diperlukan yaitu menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$A_s = \rho_{min} b d \cdot 10^6 \quad (2.20)$$

Keterangan:

A_s = Rasio tulangan

ρ_{min} = Rasio tulangan minimum

b = Lebar (mm)

2.2.4 SAP 2000

2.2.4.1 Pengertian SAP 2000

Sap 2000 adalah sebuah aplikasi yang sangat sering digunakan oleh anak terknik sipil, khususnya yang mengambil program fokus (Bidang) struktur atau sering disebut dengan structure engiiner.

Sap 2000 ini jika didefinisikan adalah sebuah software yang berguna untuk menganalisis struktur, elemen hingga (finite elemen), pemeriksaan atau optimasi sebuah desain.

Karena tampilannya yang berupa model real time secara menyeluruh membuat waktu pembuatan menjadi singkat namun dengan hasil yang tepat sehingga melakukan pemodelan dengan menggunakan sap ini memudahkan penggunaanya.

2.2.4.2 Fungsi dari SAP 2000

- Analisis yang cepat serta akurat,
- Kita dapat melakukan pemodelan shell dengan lebih akurat,
- analisis dinamik dengan ritz dan eigenvalue,

2.3 Material

Pada umumnya pada saat sekarang ini terutama untuk gedung, material yang dipakai dalam konstruksi gedung hanya terdiri dari beton dan baja saja.

2.3.1 Beton

Menurut SNI 2847:2013, beton adalah campuran semen Portland atau semen hidrolis lainnya, agregat halus, agregat kasar ,dan air, dengan atau tanpa bahan tambahan (admixture). Bahan –bahan dasar beton, yaitu :

1. Air
2. Semen – *Portland*
3. Agregat (pasir dan kerikil)

yang setelah dicampur merata (warnanya seragam) menghasilkan suatu campuran yang plastis (antara cair dan padat) sehingga dapat dituang ke dalam cetakan, untuk membentuknya menjadi bentuk yang diinginkan setelah menjadi keras / padat (Tjokrodimuljo,1992).

2.3.2 Sifat dan Karakteristik Beton

Sifat dan karakteristik beton antara lain sebagai berikut:

1. Beton mempunyai tegangan tekan yang tinggi.
2. Sayangnya, tegangan tarik yang dimiliki oleh beton sangat rendah.
3. Beton juga tidak bisa diterapkan pada konstruksi yang menahan momen lengkung.
4. Jika dipaksakan memikul gaya tarik, beton akan mengalami keretakan.
5. Kekuatan beton dipengaruhi oleh banyaknya air dan semen yang dipakai.
6. Beton akan mencapai kekuatan penuh setelah berumur 28 hari.
7. Beton merupakan material murah yang bisa dimanfaatkan untuk menahan beban tekan.
8. Beton memiliki tingkat kekakuan yang tinggi.
9. Beton mempunyai daya ketahanan yang baik terhadap api.
10. Beton tidak terlalu membutuhkan perawatan yang intensif.
11. Seiring berjalannya waktu, beton akan mengalami pengurangan volume akibat susut dan rangkai.
12. Beton adalah bahan bangunan yang memiliki bobot termasuk sangat berat.
13. Struktur yang terbuat dari beton mampu bertahan hingga mencapai lebih dari 50 tahun.
14. Pada masa perkerasan, beton rentan sekali mengalami keretakan.
15. Tulangan baja yang ditanamkan dalam beton akan meningkatkan kekuatannya.

2.3.3 Mutu Beton

Kekuatan tekan adalah kemampuan beton untuk menerima gaya tekan persatuan luas. Kuat tekan beton mengidentifikasi mutu dari sebuah struktur. Semakin tinggi kekuatan struktur dikehendaki, semakin tinggi pula mutu beton yang dihasilkan (Mulyono, 2004).

Persamaan yang digunakan untuk menentukan nilai kuat tekan beton menurut sni adalah:

$$f'_c = \frac{P}{A}$$

Keterangan: f'_c = kuat tekan beton (MPa)
 A = luas bidang dasar benda uji (mm^2)
 P = beban tekan (N)

Tabel 2.1. Mutu Beton

Mutu Beton	f'_c	f'_c (kg/cm^2)
15	15	150
20	20	200
25	25	250
30	30	300
35	35	350

(Sumber : PBI 1971 N.I.-2 ke SNI 03-2847-2002 Satuan dan Benda Uji Beton)

2.3.4 Baja Tulangan

Baja tulangan merupakan baja yang dipakai dalam konstruksi beton atau yang lebih dikenal konstruksi beton bertulang. Beton kuat terhadap tekan, tetapi lemah terhadap tarik. Oleh karena itu, perlu tulangan baja yang terhadap tarik.

2.3.4.1 Sifat Fisik Baja Tulangan

Sifat fisik batang tulangan baja yang penting untuk digunakan dalam perhitungan perencanaan beton bertulang adalah tegangan leleh (f_y) dan modulus elastisitas (E_s). Tegangan leleh baja ditentukan melalui prosedur pengujian standar sesuai SII 0136-84. Tegangan leleh adalah tegangan baja pada saat mana meningkatnya tegangan, tidak disertai lagi dengan peningkatan regangannya. Modulus elastisitas baja ditentukan berdasarkan kemiringan awal kurva tegangan – regangan di daerah elastis. Ketentuan SNI 03-2846-2002 menetapkan nilai $E_s = 200.000$ MPa.

Baja tulangan untuk konstruksi beton bertulang ada bermacam macam jenis dan mutu tergantung dari pabrik yang membuatnya. Ada dua jenis baja tulangan , tulangan polos (*Plain bar*) dan tulangan ulir (*Deformed bar*). Sebagian besar baja tulangan yang ada di Indonesia berupa tulangan polos untuk baja lunak dan tulangan ulir untuk baja keras. Beton tidak dapat menahan gaya tarik melebihi nilai tertentu tanpa mengalami keretakan. Oleh karena itu, agar beton dapat bekerja dengan baik dalam sistem struktur, beton perlu dibantu dengan memberinya perkuatan penulangan yang berfungsi menahan gaya tarik.

Penulangan beton menggunakan bahan baja yang memiliki sifat teknis yang kuat menahan gaya tarik. Baja beton yang digunakan dapat berupa batang baja lonjoran atau kawat rangkai las (*wire mesh*) yang berupa batang-batang baja yang dianyam dengan teknik pengelasan. Baja beton dikodekan berurutan dengan: huruf BJ, TP dan TD.

BJ berarti Baja

TP berarti Tulangan Polos

TD berarti Tulangan Deformasi (Ulir)

Angka yang terdapat pada kode tulangan menyatakan batas leleh karakteristik yang dijamin. Baja beton BJTP 24 dipasok sebagai baja beton polos, dan bentuk dari baja beton BJTD 40 adalah deform atau dipuntir . Baja beton yang dipakai dalam bangunan harus memenuhi norma persyaratan terhadap metode pengujian dan pemeriksaan untuk bermacam macam mutu baja beton menurut Tabel.

Tabel 2.2. Mutu baja

Simbol mutu	Tegangan leleh Minimum (kN/ cm ²)	Kekuatan tarik Minimum (kN/ cm ²)	Perpanjangan Minimum (%)
BJTP – 24	24	39	18
BJTP – 30	30	49	14
BJTD – 30	30	49	14
BJTD – 35	35	50	18
BJTD – 40	40	57	16

(Sumber : SNI Baja Tulangan Beton tahun 2012)

SNI menggunakan simbol BJTP (Baja Tulangan Polos) dan BJTD (Baja Tulangan Ulir). Baja tulangan polos yang tersedia mulai dari mutu BJTP -24 hingga BJTP – 30, dan baja tulangan ulir umumnya dari BJTD – 30 hingga BJTD 40. Angka yang mengikuti simbol ini menyatakan tegangan leleh karakteristik materialnya. Sebagai contoh BJTP – 24 menyatakan baja tulangan polos dengan tegangan leleh material 2400kg/cm^2 (240 MPa)

Secara umum berdasarkan SNI 03-2847-2002 tentang Tata cara perhitungan struktur beton untuk bangunan gedung, baja tulangan yang digunakan harus tulangan ulir. Baja polos diperkenankan untuk tulangan spiral atau tendon. Di samping mutu baja beton BJTP 24 dan BJTD 40 seperti yang ditabelkan itu, mutu baja yang lain dapat juga spesial dipesan (misalnya BJTP 30). Tetapi perlu juga diingat, bahwa waktu didapatnya lebih lama dan harganya jauh lebih mahal. Guna menghindari kesalahan pada saat pemasangan, lokasi penyimpanan baja yang spesial dipesan itu perlu dipisahkan dari baja Bj.Tp 24 dan Bj.Td 40 yang umum dipakai. Sifat-sifat fisik baja beton dapat ditentukan melalui pengujian tarik. Sifat fisik tersebut adalah: kuat tarik (f_y) ,batas luluh/leleh, regangan pada beban maksimal, modulus elastisitas (konstanta material), (E_s)

2.3.4.2 Tulangan Polos

Baja tulangan ini tersedia dalam beberapa diameter, tetapi karena ketentuan SNI hanya memperkenankan pemakaiannya untuk sengkang dan tulangan spiral, maka pemakaiannya terbatas. Saat ini tulangan polos yang mudah dijumpai adalah hingga diameter 16 mm, dengan panjang 12 m.

Tabel 2.3. Baja Tulangan Polos

Diameter (mm)	Berat (kg / m)	Luas penampang (cm^2)
6	0,222	0,28
8	0,395	0,50
10	0,617	0,79
12	0,888	1,13
16	1,578	2,01

(Sumber : SNI Baja Tulangan Beton tahun 2012)

2.3.4.3 Tulangan Ulir

Tabel 2.4. Baja Tulangan Ulir

Diameter(mm)	Berat (kg / m)	Keliling (cm)	L.penampang(cm ²)
10	0,617	3,14	0,785
13	1,04	4,08	1,33
16	1,58	5,02	2,01
19	2,23	5,96	2,84
22	2,98	6,91	3,80
25	3,85	7,85	4,91
32	6,31	10,05	8,04
36	7,99	11,30	10,20
40	9,87	12,56	12,60

(Sumber : SNI Baja Tulangan Beton tahun 2012)

Berdasarkan SNI, baja tulangan ulir lebih diutamakan pemakaiannya untuk batang tulangan struktur beton. Hal ini dimaksudkan agar struktur beton bertulang tersebut memiliki keandalan terhadap efek gempa, karena akan terdapat ikatan yang lebih baik antara beton dan tulangnya.

2.4 Pembebanan

Pembebanan dapat terjadi dari beban konstruksi itu sendiri yang disebut dengan beban mati, dan juga beban orang atau benda benda yang dapat dipindahkan yang bersifat tidak permanen disebut beban hidup, sedangkan yang terjadi akibat gempa disebut beban gempa. Apabila beban beban tersebut terjadi secara bersamaan maka akan ditemukan kombinasi pembebanan nya.

2.4.1 Beban Mati (*Dead Load*)

Menurut sni 2013 Beban mati adalah berat seluruh bahan konstruksi bangunan gedung yang terpasang, termasuk dinding, lantai, atap, plafon, tangga, dinding partisi tetap, finishing, dan komponen arsitektural dan struktural lainnya. Berat sendiri dari bahan-bahan bangunan gedung yang harus ditinjau dalam menentukan beban mati suatu gedung harus diambil dari

tabel berat sendiri bahan bangunan dan komponen gedung berdasarkan PPPURG 1987

Tabel 2.5. Berat bahan bangunan

Bahan Bangunan	Kg/m ³
Baja	7850
Batu alam	2600
Batu belah, batu bulat, batu gunung	1500
Batu karang	700
Batu pecah	1450
Besi tuang	7250
Beton	2200
Beton bertulang	2400
Kayu	1000
Kerikil, Koral	1650
Pasangan bata merah	1700
Pasangan batu belah	2200
Pasangan batu cetak	2200
Pasangan batu karang	1450
Pasir (kering udara sampai lembab)	1600
Pasir (jenuh air)	1800
Pasir kerikil, koral	1850
Tanah, lempung, lanau (kering udara sampai lembab)	1700
Tanah, lempung, lanau (basah)	2000
Timah hitam	11400

(Sumber : PPPURG 1987)

Tabel 2.6 berat komponen bangunan

Komponen Gedung	Kg/m ²
Adukan per cm tebal:	
- dari semen	21
- dari kapur semen merah atau tras	17
Aspal per cm tebal	14
Dinding pasangan bata merah	
- satu batu	450
- setengah batu	250
Dinding pasangan batako	
Berlubang:	
- 20cm	200
- 10cm	120
Tanpa lubang	
- 15	300
- 10	200
Langit-langit dan dinding terdiri dari:	
- semen asbes	11
- kaca 3-5mm	10
Lantai kayu sederhana dengan balok kayu tanpa langit-langit bentang maksimum 5m beban hidup 200kg/m ²	40
Penggantung langit-langit dari kayu	7
Penutup atap genting dengan reng dan usuk	50
Penutup atas sirap	40
Penutup atap seng gelombang	10
Penutup lantai dari ubin	24
Semen asbes gelombang	11

(Sumber : PPPURG 1987)

2.4.2 Beban Hidup (*Live Load*)

Beban hidup adalah beban yang diakibatkan oleh pengguna dan penghuni bangunan gedung atau struktur lain yang tidak termasuk beban konstruksi dan beban lingkungan, seperti beban angin, beban hujan, beban gempa, beban banjir, atau beban mati.

Tabel 2.7. Beban hidup pada lantai gedung

Jenis	Kg/m ²
Lantai dan tangga rumah tinggal kecuali yang disebut dalam b	200
Lantai dan tangga sederhana rumah tinggal dan gudang yang tidak penting yang bukan untuk took, pabrik atau bengkel	125
Lantai sekolah, ruang kuliah, kantor, toko, toserba, restoran, hotel, rumah sakit	250
Lantai ruang olahraga	400
Lantai ruang dansa	500
Lantai dan balkon dalam dari ruang-ruang untuk pertemuan yang lain, daripada yang disebut dalam a sampai e, seperti masjid, gereja, ruang pagelaran, ruang rapat, bioskop dan panggung penonton	400
Panggung penonton dengan tempat duduk tidak tetap atau untuk penonton berdiri	500
Tangga, bordes tangga dan gang yang disebut dalam c	300
Tangga, bordes tangga dan gang yang disebut dalam d,e,g	500
Lantai untuk pabrik, bengkel, gudang, perpustakaan, ruang arsip, toko buku, toko besi, ruang alat-alat dan ruang mesin, harus direncanakan terhadap beban hidup yang ditentukan sendiri	400
Lantai gedung parkir bertingkat	
- untuk lantai bawah	800
- untuk lantai tingkat lainnya	400

Balkon-balkon yang menjorok bebas keluar harus direncanakan terhadap beban hidup dari lantai ruang yang berbatasan, dengan minimum

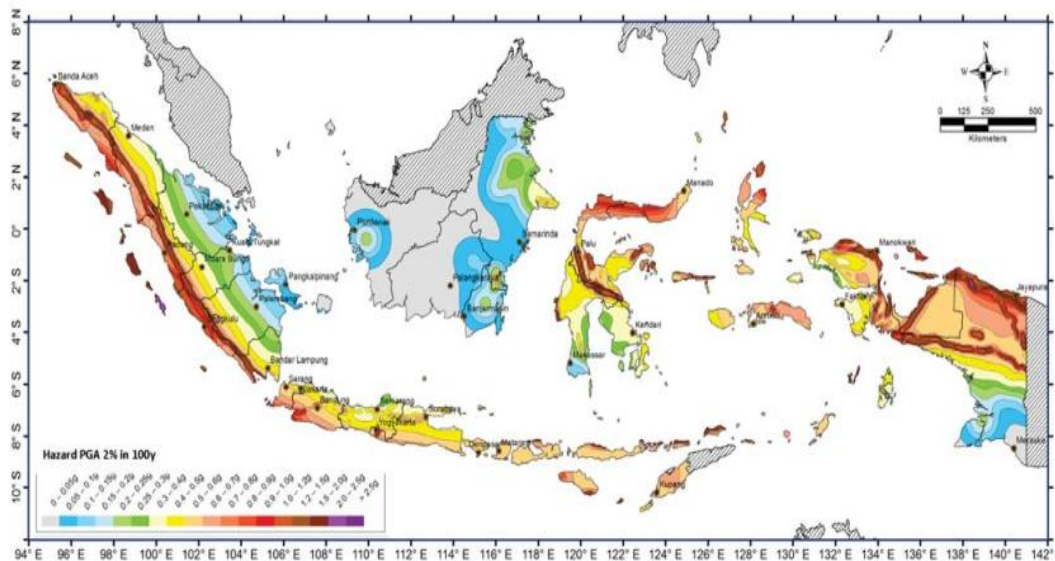
300

(Sumber : PPPURG 1987)

2.4.3 Beban Gempa (*Earthquake*)

Beban gempa adalah semua beban statis ekuivalen yang bekerja pada gedung atau bagian gedung yang menirukan pengaruh dari pergerakan tanah akibat gempa itu. Dalam hal pengaruh gempa pada struktur gedung ditentukan berdasarkan suatu analisa dinamik, maka yang diartikan dengan beban gempa di sini adalah gaya-gaya di dalam struktur tersebut yang terjadi oleh gerakan tanah akibat gempa itu adalah semua beban statik ekuivalen yang bekerja pada gedung atau bagian gedung yang menirukan pengaruh dari gerakan tanah akibat gempa (PPIUG 1983).

Peta percepatan puncak di batuan dasar (S_b) untuk probabilitas terlampaui 2% dalam 100 tahun



(Gambar 2.7 Zona gempa pada wilayah sumatera)

(Sumber : Peta sumber dan bahaya gempa 2017)

2.4.3.1 Waktu Getar Alami

Untuk mencegah penggunaan struktur gedung yang terlalu fleksibel, nilai waktu getar alami fundamental dari struktur gedung harus dibatasi yang

bergantung pada koefisien (ζ) untuk wilayah gempa tempat struktur gedung berada dan jumlah tingkatnya (n) menurut persamaan:

$$T = 0,06 \times (H)^{3/4}$$

Dimana:

H = Jumlah tingkat gedung

2.4.3.2 Faktor Respon Gempa

Untuk menentukan harga Faktor Respon Gempa (C), dapat dihitung menurut persamaan :

$$C = \psi \times A_0 \times I$$

Dimana :

C = Faktor Respon Gempa

ψ = Koefisien ψ untuk menghitung faktor respons gempa vertikal C

A_0 = nilai dari Percepatan Puncak Muka Tanah

I = Faktor Keutamaan gedung

Koefisien ψ bergantung pada wilayah gempa tempat struktur gedung itu berada dan ditetapkan menurut peta wilayah gempa Indonesia, dan A_0 adalah percepatan puncak muka tanah yang dapat dilihat menggunakan tabel, sedangkan I adalah faktor keutamaan gedung juga menggunakan tabel yang berlandaskan kepada Standar Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Gedung SNI – 1726 – 2012, dan jenis tanah tempat struktur bangunan itu berdiri.

Untuk menentukan jenis tanah menggunakan Tabel Percepatan Puncak Batuan Dasar dan Percepatan Puncak Muka Tanah (A_0) untuk masing-masing Wilayah Gempa Indonesia.

Tabel 2.8. Koefisien (ψ)

Wilayah Gempa	Koefisien (ψ)
1	0,5
2	0,5
3	0,5
4	0,6
5	0,7
6	0,8

(Sumber : SNI 1726-2012)

Tabel 2.9. Percepatan Puncak Muka Tanah (A_0)

Wilayah Gempa	Percepatan Puncak Batuan Dasar	Percepatan Puncak Muka Tanah A_0			
		Tanah Keras	Tanah Sedang	Tanah Lunak	Tanah Khusus
1	0,03	0,04	0,05	0,08	Diperlukan Ekuivalen Khusus di Setiap Lokasi
2	0,10	0,12	0,15	0,20	
3	0,15	0,18	0,23	0,30	
4	0,20	0,24	0,28	0,34	
5	0,25	0,28	0,32	0,36	
6	0,30	0,33	0,36	0,38	

(Sumber : SNI 1726-2012)

2.4.3.3 Faktor Keutamaan Gedung

Tingkat kepentingan sesuatu struktur terhadap bahaya gempa dapat berbeda-beda tergantung pada fungsinya. Faktor keutamaan (I) dipakai untuk memperbesar beban gempa rencana agar struktur mampu memikul beban gempa dengan periode ulang yang lebih panjang atau dengan kata lain dengan

tingkat kerusakan yang lebih kecil. Faktor untuk berbagai jenis gedung harus diambil berdasarkan tabel berikut:

Tabel 2.10. Faktor Keutamaan Gedung (I)

Kategori Gedung	Faktor Keutamaan		
	I ₁	I ₂	I ₃
Gedung umum seperti untuk perumahan, perniagaan dan perkantoran	1,0	1,0	1,0
Monumen dan bangunan monumental	1,0	1,6	1,6
Bangunan penting pasca gempa seperti rumah sakit, instalasi air bersih, pembangkit tenaga listrik, pusat penyelamatan dalam keadaan darurat, fasilitas radio dan televisi	1,4	1,0	1,4
Gedung untuk menyimpan bahan berbahaya seperti gas, produk minyak bumi, asam, bahan beracun	1,6	1,0	1,6
Cerobong tangki diatas menara	1,5	1,0	1,5

(Sumber : SNI 1726-2012)

2.4.3.4 Faktor Reduksi

Dalam Peraturan Pembebanan Indonesia Untuk Gedung (PPIUG) 1983 diatur mengenai nilai Faktor Reduksi (R) beban hidup yang digunakan sebagai Sumber Massa Gempa dapat ditentukan melalui tabel sebagai berikut:

Tabel 2.11. Faktor Reduksi Beban Hidup Untuk Peninjauan Gempa

Penggunaan Gedung	Koefisien	
	Perencanaan Portal	Peninjauan Gempa
Perumahan/Penghunian: - Rumah tempat tinggal - Asrama - Hotel - Rumah Sakit	0,75	0,3
Pendidikan: - Sekolah - Ruang Kuliah	0,90	0,5
Pendidikan:	0,60	0,30

- Kantor - Bank		
Perdagangan: - Toko - Toserba - Pasar	0,80	0,80
Penyimpanan: - Gudang - Perpustakaan - Ruang Arsip	0,80	0,80
Industri: - Pabrik - Bengkel	1,00	0,90
Tempat Kendaraan: - Garasi - Gedung Parkir	0,90	0,50
Gang dan Tangga: - Perumahan / Penghunian - Pendidikan, Kantor - Pertemuan umum Perdagangan Penyimpanan Industri Tempat kendaraan	0,75 0,75 0,90	0,30 0,30 0,50

(Sumber : Peraturan Pembebanan Indonesia Untuk Gedung (PPIUG) 1983)

2.5 Kombinasi Pembebanan

Struktur dapat dijamin keamanannya dengan cara memberikan kapasitas kekuatan atau kuat rencana yang lebih besar dari kuat perlu. Kekuatan suatu komponen struktur yang diperlukan untuk muatan beban terfaktor dengan berbagai kombinasi pembebanan efek beban disebut dengan kuat perlu. (Wahyudi dan Rahim, 1999)

Kuat perlu (U) dari suatu struktur harus dihitung dengan beberapa kombinasi beban yang mungkin bekerja pada struktur tersebut. Menurut pasal 3.2.2 SK-SNI-T-15-2012-03.

1. Kuat perlu U yang menahan beban mati D dan beban hidup L paling tidak harus sama dengan

$$U = 1,2 D + 1,6 L$$

2. Bila ketahanan struktur terhadap beban angin W harus diperhitungkan dalam perencanaan, maka pengaruh kombinasi beban D, L, W berikut harus dipilih untuk menentukan nilai U sebesar

$$U = 0,75 (1,2 + 1,6 + 1,6)$$

Dengan beban hidup yang kosong turut pula diperhitungkan unruk mengatisipasi kondisi yang paling berbahaya, sehingga

$$U = 0,9 D + 1,3 W$$

3. Bila ketahanan struktur terhadap beban gempa E turut pula diperhitungkan

$$U = 1,05 (D + Lr \pm E)$$

Dimana :

Lr = beban hidup yang telah direduksi atau

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

4. Bila tekanan horizontal tanah H turut diperhitungkan, kuat perlu minimum U harus sama dengan,

$$U = 1,2 D + 1,6 L + 1,6 H$$

Untuk keadaan yang berpengaruh D dan L mengurangi efek dari H, nilai maximum U ditentukan sebagai,

$$U = 0,9 D + 1,6 H$$

5. Bila pengaruh strukt ural T seperti akibat beban penurunan, rangkak, susut, atau pembebanan suhu yang cukup menentukan dalam perencanaan, maka kekuatan yang diperlukan U minimum harus sama dengan :

$$U = 0,75 (1,2 D + 1,6 T + 1,6 L)$$

Dengan nilai U harus lebih besar dari,

$$U = 1,2 (D + T)$$

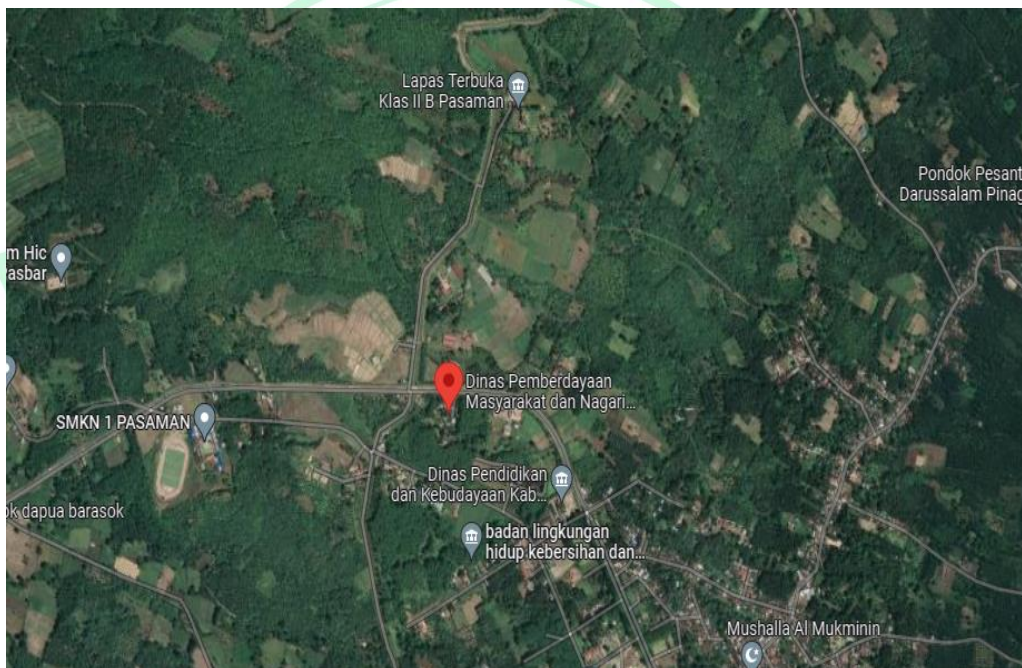
6. Bila ketahanan terhadap pengaruh kejut diperhitungkan dalam perencanaan maka pengaruh tersebut harus disertakan pada perhitungan beban hidup L.

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Lokasi Penelitian

Tempat penelitian di Nagari Aua Kuning, Kecamatan Pasaman Barat, Kabupaten Pasaman Barat, Sumatera Barat. Penulis memilih tempat ini dengan pertimbangan dalam beberapa faktor diantaranya seperti kemudahan dalam menjangkau informasi, pengumpulan data dan efisiensi anggaran.



Gambar 3.1 Lokasi Penelitian
Sumber : Google Map(18 Maret 2022)

3.1 Data Penelitian

3.2.1 Jenis dan Sumber Data

data penelitian didapatkan dari media perantara atau secara tidak langsung seperti buku, catatan, bukti yang ada, atau arsip baik yang dipublikasikan dan yang tidak dipublikasikan secara umum.

penelitian kali ini penulis menggunakan data sekunder sebagai objek penelitian, berikut hasil data sekunder yang diperoleh :

1. Data Umum Bangunan

- a. Nama Gedung : Badan Pemberdayaan Masyarakat Dan Nagari
- b. Lokasi : Nagari Aua Kuniang, Kabupaten Pasaman Barat
- c. Fungsi Bangunan : Layanan Masyarakat
- d. Jumlah Lantai : 3 Lantai
- e. Struktur Bangunan : Beton Bertulang

3.3 Metode Penelitian

3.3.1 Preliminary design

Preliminary design struktur merupakan mendesain struktur bangunan, menganalisa sehingga diperoleh struktur dengan dimensi dan mutu tertentu

1.3.2 Pembebanan

Tahap ini adalah semua beban yang bekerja pada bangunan yang akan direncanakan. Perhitungan pembebanan yaitu :

1. Beban hidup (*live load*)
2. Beban mati (*dead load*)
3. Beban gempa (*earthquake load*)

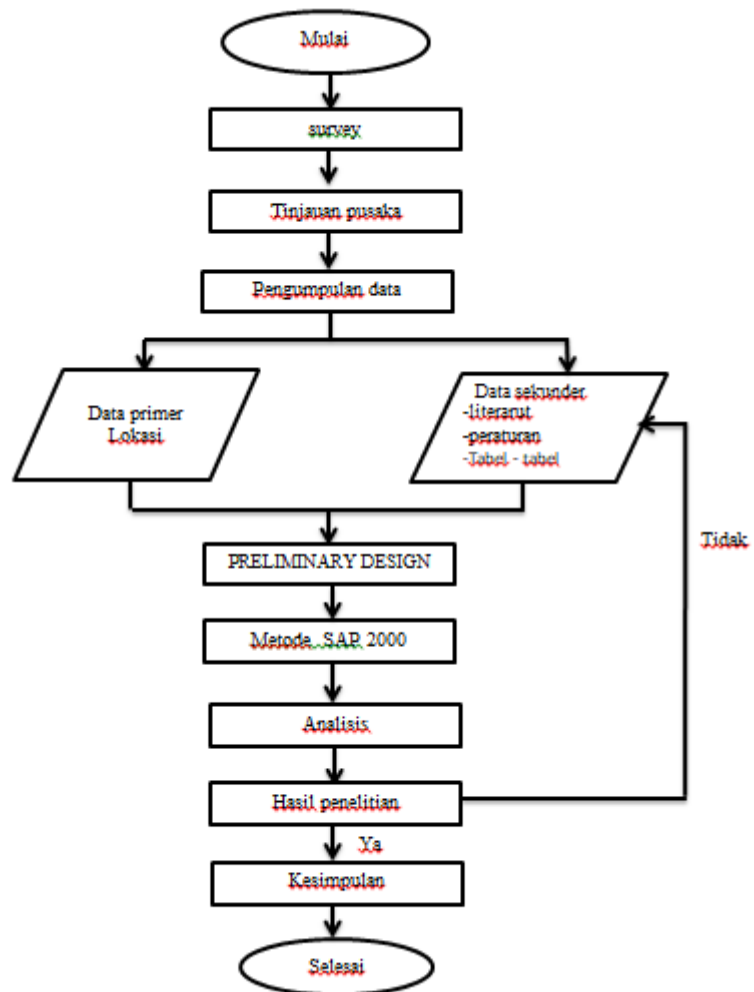
1.3.3 Pemodelan dan Analisa Struktur

Metode ini pemodelan dibuat dengan bantuan program aplikasi struktur SAP 2000 V.14, model struktur yang dibuat berdasarkan denah bangunan yang didapat dari gambar rencana. Setelah melakukan pemodelan struktur, langkah selanjutnya adalah melakukan analisa struktur.

Analisa struktur menggunakan aplikasi SAP 2000 V.14, dimana nantinya akan diketahui kekuatan serta kemampuan struktur dalam menahan beban yang akan bekerja. Hasil dari analisa struktur dengan bantuan aplikasi SAP 2000 V.14 adalah gaya aksial, momen serta geser dari sebuah struktur.



3.4 Bagan alir penelitian



Gambar 3.2 Bagan Alir Penelitian

BAB IV

ANALISIS DATA DAN PEMBAHASAN

4.1. Preliminary Design Penampang

4.1.1. Balok

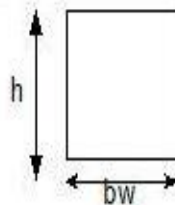
1. Balok Induk 30/50

Tabel 4. 1 Data Prelim Balok

No.	Input Data	Simbol	Panjang	Satuan
1	Panjang Balok	L1	7000	mm
		L2	4000	mm
	Balok Terpanjang	Lpj	7000	mm
	Balok Terpendek	Lpd	4000	mm
2	Tinggi Kolom	H1	4000	mm
3	Mutu Beton	K	24,0	Mpa
4	Mutu Baja	Fy	420	Mpa

(Sumber: Data Prelim)

Untuk kesamaan dimensi balok pada seluruh konstruksi, maka perencanaannya didasari pada balok yang memiliki harga ketebalan terbesar.



Gambar 4.1 Dimensi Balok

Sumber : Masril (2019:1)

a. Tinggi Balok (h)

Berdasarkan SNI (2847;2019) Tabel 9.3.1.1- Tinggi minimum balok non-prategang, halaman 180 untuk balok dengan perlekatan sederhana, tebal balok (h) adalah:

Tabel 4.2 Tabel Minimum h

Kondisi perlekatan	Minimum $h^{[1]}$
Perlekatan sederhana	$l/16$
Menerus satu sisi	$l/18,5$
Menerus dua sisi	$l/21$
Kantilever	$l/8$

(Sumber: SNI (2847:2019))

- Balok Induk

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

$$h \geq 7000/16$$

$$h \geq 437,5 \text{ mm} \quad \text{Nilai ini berlaku untuk } F_y = 420 \text{ Mpa}$$

Untuk F_y selain 420 Mpa, maka :

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

$$h \geq 7000 / 16(0,4+420/700)$$

$$h \geq 437,5 \text{ mm}$$

Maka diambil nilai $h = 500 \text{ mm}$

- Lebar Badan Balok (bw)

Untuk menentukan nilai bw maka digunakan pers balok.

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

$$\text{Dimana, } 1/2 h = 250$$

$$2/3 h = 333,333333$$

$$250 \leq bw \leq 333,3333$$

Maka, $bw = 300 \text{ mm}$

Persyaratan yang harus dipenuhi untuk komponen lentur (Struktur Pemikul Momen Khusus / SRPMK) SNI 2847:2019 pasal 18.6.2.1

Untuk memenuhi persyaratan di atas maka ditentukan sebagai berikut:

1. Gaya tekan aksial terfaktor pada komponen struktur Pu, tidak boleh melebihi $A_g.F_c'/10$
2. Bentang bersih untuk komponen struktur Ln tidak boleh kurang dari 4 kali tinggi efektif.

$$L_n \geq 4d$$

$$L_{pj} - b_w \geq 4 \times (500-30)$$

$$7000 - 300 \geq 4 \times (500-30)$$

$$6700 \geq 1880$$

3. Lebar penampang b_w tidak boleh $< 0,3h$ dan 250mm

$$a. \ b_w \geq 0,3h$$

$$300 \geq 150 \dots \text{ok}$$

$$b. \ b_w \geq 250 \text{ mm}$$

$$300 \geq 250 \text{ mm} \dots \text{ok}$$

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

1. Lebar komponen struktur penumpu c_2 , dan

2. 0,75 kali dimensi keseluruhan komponen struktur penumpu, c_1

$$b_w \leq 2.c_2$$

$$300 \leq 800 \dots \text{ok}$$

$$b_w \leq c_2 + 3/4 c_1$$

$$300 \leq 700 \dots \text{ok}$$

Maka dimensi balok yang digunakan dalam pemodelan adalah : balok 300 x 500 mm

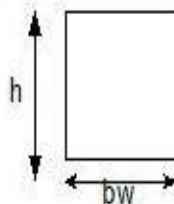
2. Balok Induk 25/45

Tabel 4. 3 Data Prelim Balok

No.	Input Data	Simbol	Panjang	Satuan
1	Panjang Balok	L1	7000	mm
		L2	4000	mm
	Balok Terpanjang	Lpj	7000	mm
	Balok Terpendek	Lpd	4000	mm
2	Tinggi Kolom	H1	4000	mm
3	Mutu Beton	K	24,0	Mpa
4	Mutu Baja	Fy	420	Mpa

(Sumber: Data Prelim)

Untuk kesamaan dimensi balok pada seluruh konstruksi, maka perencanaanya didasari pada balok yang memiliki harga ketebalan terbesar.



Gambar 4.2 Dimensi Balok

Sumber : Masril (2019:1)

a. Tinggi Balok (h)

Untuk menentukan nilai h digunakan pers tinggi balok

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

$$h \geq 437,5 \text{ mm, Nilai ini berlaku untuk } F_y = 420 \text{ Mpa}$$

untuk F_y selain 420 Mpa, maka :

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

$$h \geq 437,5 \text{ mm}$$

Maka diambil nilai $h = 450 \text{ mm}$

b. Lebar Badan Balok (bw)

Untuk menentukan nilai bw maka digunakan pers lebar balok

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

$$\text{Dimana, } 1/2h = 225$$

$$2/3h = 300$$

$$225 \leq bw \leq 300$$

Maka, $bw = 250 \text{ mm}$

Persyaratan yang harus dipenuhi untuk komponen lentur (Struktur Pemikul Momen Khusus / SRPMK) SNI 2847:2019 pasal 18.6.2.1

Untuk memenuhi persyaratan di atas maka ditentukan sebagai berikut:

1. Gaya tekan aksial terfaktor pada komponen struktur Pu, tidak boleh melebihi $A_g \cdot F_c' / 10$
2. Bentang bersih untuk komponen struktur Ln tidak boleh kurang dari 4 kali tinggi efektif.

$$L_n \geq 4d$$

$$3750 \geq 1680 \dots \text{ok}$$

3. Lebar penampang b_w tidak boleh $< 0,3h$ dan 250mm

a. $b_w \geq 0,3h$

$250 \geq 120 \dots \text{ok}$

b. $b_w \geq 250 \text{ mm}$

$250 < 250 \text{ mm} \dots \text{ok}$

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

a. Lebar komponen struktur penumpu c_2 , dan

b. $0,75$ kali dimensi keseluruhan komponen struktur penumpu, c_1

$b_w \leq 2 \cdot c_2$

$250 \leq 800 \dots \text{ok}$

$b_w \leq c_2 + 3/4 c_1$

$250 \leq 700 \dots \text{ok}$

Maka dimensi balok yang digunakan dalam pemodelan adalah : balok $250 \times 450 \text{ mm}$

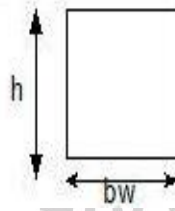
3. Balok Anak 20/30

Tabel 4.4 Data Prelim Balok

No.	Input Data	Simbol	Panjang	Satuan
1	Panjang Balok	L1	3500	mm
		L2	2000	mm
	Balok Terpanjang	Lpj	3500	mm
	Balok Terpendek	Lpd	2000	mm
2	Tinggi Kolom	H1	4000	mm
3	Mutu Beton	K	21,7	Mpa
4	Mutu Baja	Fy	400	Mpa

(Sumber: Data Prelim)

Untuk kesamaan dimensi balok pada seluruh konstruksi, maka perencanaanya didasari pada balok yang memiliki harga ketebalan terbesar.



Gambar 4.3 Dimensi Balok

Sumber : Masril (2019:1)

- Tinggi Balok (h)

Berdasarkan SNI (2847;2019) Tabel 9.3.1.1- Tinggi minimum balok non-prategang, halaman 180 untuk balok dengan perekatan sederhana, tebal balok (h) adalah

Tabel 4.5 Tabel Minimum h

Kondisi perlekatan	Minimum $h^{(1)}$
Perlekatan sederhana	$l/16$
Menerus satu sisi	$l/18,5$
Menerus dua sisi	$l/21$
Kantilever	$l/8$

(Sumber : SNI (2847 : 2019))

- Tinggi Balok (h)

Untuk menentukan nilai h digunakan pers tinggi balok.

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

$$h \geq 3500 / 16$$

$$h \geq 218,75 \text{ mm, Nilai ini berlaku untuk } F_y = 400 \text{ Mpa}$$

Untuk F_y selain 400 Mpa, Maka:

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

$$h \geq L_{pj} / 16 (0,4 + 400/700)$$

$$h \geq 212,5 \text{ mm}$$

Maka diambil nilai $h = 300 \text{ mm}$

- Lebar Badan Balok (bw)

Untuk menentukan nilai bw maka digunakan pers lebar balok

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

$$\text{Dimana, } 1/2 h = 150$$

$$2/3 h = 200$$

$$150 \leq bw \leq 200$$

Maka, $bw = 200 \text{ mm}$

Persyaratan yang harus dipenuhi untuk komponen lentur (Struktur Pemikul Momen Khusus / SRPMK) SNI 2847:2019 pasal 18.6.2.1

Untuk memenuhi persyaratan di atas maka ditentukan sebagai berikut:

1. Gaya tekan aksial terfaktor pada komponen struktur Pu, tidak boleh melebihi $A_g.F_c'/10$

2. Bentang bersih untuk komponen struktur Ln tidak boleh kurang dari 4 kali tinggi efektif.

$$L_n \geq 4d$$

$$1800 \geq 1080 \dots \text{ok}$$

3. Lebar penampang bw tidak boleh < dari 0,3h dan 250mm

$$a. bw \geq 0,3h$$

$$200 \geq 90 \dots \text{ok}$$

$$b. bw \geq 250 \text{ mm}$$

$$200 < 250 \text{ mm} \dots \text{ok}$$

4. Lebar komponen struktur bw, tidak boleh melebihi lebar komponen struktur penumpu, c2, ditambah suatu jarak pada masing-masing sisi komponen struktur penumpu yang sama dengan yang lebih kecil dari a dan b:

a. Lebar komponen struktur penumpu c2, dan

b. 0,75 kali dimensi keseluruhan komponen struktur penumpu, c1

$$bw \leq 2.c2$$

$$200 \leq 800 \dots \text{ok}$$

$$bw \leq c2 + 3/4 c1$$

$$200 \leq 700 \dots \text{ok}$$

Maka dimensi balok yang digunakan dalam pemodelan adalah : balok 250 x 350 mm

4.1.2. Kolom

1. Kolom Lantai 3

Keterangan :

Tebal Pelat = 0,10 m

Luas Pelat = 14,00 m

Dimensi Balok = 0,3 m

= 0,2 m

Panjang Balok = 7,5 m

Dimensi Kolom = 0,2 m

= 0,2 m

Tinggi Kolom = 1,5 m

Tabel 4.6 Prelim Kolom Atap

A. Mati	Tebal (M)	Tinggi (M)	Lebar (M)	panjang (M)	Luas (M)	(kg/m ³)	(kg/m ²)	Berat (Kg)	Kombinasi pembebanan
Beban atap					279,59		2,5	698,98	
Beban reng balok		0,15	0,2	0,75		2400		540,00	
Spesi	0,03				14,00		21	8,82	
MEP					14,00		30	420,00	
plafon					14,00		20	280,00	
B. hidup									2337,354
Beban hidup pekerja					14,00		100	1400,00	
Beban hidup orang					14,00		250	3500,00	
Beban hujan					14,00		20	280,00	8288
							TOTAL	7127,80	10625,354
						AS KOLOM	RENCANA	0,04	0,04

(Sumber : Prelim Kolom Lantai Atap)

$$\text{Gaya Berat (V)} = 10625,354 \text{ Kg}$$

$$\text{Luas Rencana Kolom (A)} = 40.000 \text{ mm}^2$$

$$F'c = 175,000 \text{ Kg / cm}^2$$

$$= 1,750 \text{ Kg / mm}^2$$

$$= 1,453 \text{ Kg / mm}^2$$

Gaya Berat / Luas :

$$V / A \leq 0,3 \times F'c$$

$$10625,354 \text{ Kg} / 40.000 \text{ mm}^2 \leq 0,3 \times 1,453 \text{ kg/mm}^2$$

$$0,2656 \text{ Kg / mm}^2 \leq 0,4358 \text{ Kg / mm}^2 \dots\dots\dots \text{ok}$$

b. Kolom Lantai 2

Keterangan :

$$\text{Tebal Pelat} = 0,12 \text{ m}$$

$$\text{Luas Pelat} = 28,00 \text{ m}$$

$$\text{Dimensi Balok} = 0,45 \text{ m}$$

$$= 0,25 \text{ m}$$

$$\text{Panjang Balok} = 11 \text{ m}$$

$$\text{Dimensi Kolom} = 0,3 \text{ m}$$

$$= 0,3 \text{ m}$$

$$\text{Tinggi Kolom} = 4 \text{ m}$$

Tabel 4.7 Prelim Kolom lantai 3

A. Mati	Tebal (M)	Tinggi (M)	Lebar (M)	panjang (M)	Luas (M)	(kg/m ³)	(kg/m ²)	Berat (Kg)	Kombinasi pembebanan
Beban Pelat	0,1				28	2400		6720,00	
Beban Balok 2		0,45	0,25	11		2400		2970,00	
Beban Ba		0,3	0,2	11		2400		1584,00	
Beban Kolom		0,2	0,2	4		2400		384,00	
Beban Spesi Plafon	0,2				28		21	117,60	
Beban Dinding		3,55	11				250	9762,50	
Mep					28,00		30	840,00	
Berat Granit					28		24	672,00	
									28332,12
B. Hidup									
Beban Orang					28		250		
									11200
TOTAL								30610,1	39532,12
AS KOLOM RENCANA								0,09	0,09

(Sumber : data Prelim kolom lantai 3)

$$\text{Gaya Berat (V)} = 50157,475 \text{ Kg}$$

$$\text{Luas Rencana Kolom (A)} = 90.000 \text{ mm}^2$$

$$F'c = 250.000 \text{ Kg / cm}^2$$

$$= 2,500 \text{ Kg / mm}^2$$

$$= 2,075 \text{ Kg / mm}^2$$

Gaya Berat / Luas :

$$V / A \leq 0,3 \times F'c$$

$$50157,475 \text{ Kg} / 90.000 \text{ mm}^2 \leq 0,3 \times 2,075 \text{ kg/mm}^2$$

$$0,5573 \text{ Kg / mm}^2 \leq 0,6225 \text{ Kg / mm}^2 \dots \dots \dots \text{ok}$$

2. Kolom Lantai 1

Keterangan :

Tebal Pelat = 0,12 m

Luas Pelat = 28,00 m

Dimensi Balok = 0,5 m

= 0,3 m

Panjang Balok = 11 m

Dimensi Kolom = 0,4 m

= 0,4 m

Tinggi Kolom = 4 m

Tabel 4.8 Prelim Kolom Lantai 2

A.	Tebal (M)	Tinggi (M)	Lebar (M)	panjang (M)	Luas (M)	(kg/m ³)	(kg/m ²)	Berat (Kg)	Kombinasi pembebanan
<u>Mati</u>									
<u>Beban Kolom</u>		0,3	0,3	4		2400		864,00	
<u>Beban Spesi Plafon</u>	0,2				28,00		21	117,60	
<u>Berat Dinding</u>		3,5		1			250	9625,00	
<u>MEP</u>					28,00		30	840,00	
<u>Berat Granit</u>					28		24	672,00	
									15214,32
B.									
<u>Hidup</u>					28		250	7000,00	
<u>Beban Orang</u>									11200
TOTAL								19678,6	26414,32
AS KOLOM RENCANA								0,16	0,16

Sumber : Data Prelim Kolom Lantai 2

$$\text{Gaya Berat (V)} = 76571,794 \text{ Kg}$$

$$\text{Luas Rencana Kolom (A)} = 160.000 \text{ mm}^2$$

$$F'_c = 300,000 \text{ Kg / cm}^2$$

$$= 3,000 \text{ Kg / mm}^2$$

$$= 2,490 \text{ Kg / mm}^2$$

Gaya Berat / Luas :

$$V / A \leq 0,3 \times F'_c$$

$$76571,794 \text{ Kg / } 160.000 \text{ mm}^2 \leq 0,3 \times 2,490 \text{ Kg / mm}^2$$

$$0,4786 \text{ Kg / mm}^2 \leq 0,747 \text{ Kg / mm}^2 \dots\dots\dots \text{ok}$$

3. Kolom Lantai Dasar

Keterangan :

$$\text{Tebal Pelat} = 0,12 \text{ m}$$

$$\text{Luas Pelat} = 28,00 \text{ m}^2$$

$$\text{Dimensi Balok} = 0,5 \text{ m}$$

$$= 0,3 \text{ m}$$

$$\text{Panjang Balok} = 11 \text{ m}$$

$$\text{Dimensi Kolom} = 0,4 \text{ m}$$

$$= 0,4 \text{ m}$$

$$\text{Tinggi Kolom} = 4 \text{ m}$$

Tabel 4.9 Prelim Kolom Lantai Dasar

A. Mati	Tebal (M)	Tinggi (M)	Lebar (M)	panjang (M)	Luas (M)	(kg/m ³)	(kg/m ²)	Berat (Kg)	Kombinasi pembebanan
Beban Balok		0,4	0,3	11					
Beban Kolom		0,4	0,4	4		2400		15,36,00	
Beban Spesi Plafon	0,2				28,00		21	117,60	
Berat Dinding		3,5		11			250	9625,00	
MEP					28,00		30	840,00	
Berat Granit					28		24	672,00	
									16020,72
B. Hidup									
Beban Orang					28		250		
									11200
TOTAL								20350,6	27220,72
AS KOLOMRENCANA								0,16	0,16

(Sumber : data Prelim Kolom Lantai Dasar)

$$\text{Gaya Berat (V)} = 103792,514 \text{ Kg}$$

$$\text{Luas Rencana Kolom (A)} = 160.000 \text{ mm}^2$$

$$F'c \quad K = 300$$

$$= 3,000 \text{ Kg / mm}^2$$

$$= 3,000 \times 0,83$$

$$= 2,49 \text{ Kg / mm}^2$$

Gaya Berat / Luas :

$$V / A \leq 0,3 \times Fc'$$

$$103792,514 \text{ Kg} / 160.000 \text{ mm}^2 \leq 0,3 \times 2,49 \text{ Kg} / \text{mm}^2$$

$$0,6487 \text{ Kg} / \text{mm}^2 \leq 0,747 \text{ Kg} / \text{mm}^2 \dots \dots \dots \text{ok}$$

Dari hasil perhitungan di atas maka diperoleh ukuran dimensi kolom perkuatan sebagai berikut :

1. Kolom lantai 40 x 40 cm
2. Kolom lantai 1 40 x 40 cm
3. Kolom lantai 2 30 x 30 cm
4. kolom lantai 3 20 x 20 cm

4.1.3 Pelat Lantai

Pelat direncanakan monolit dengan asumsi balok sebagai balok tunggal dengan memanfaatkan bentuk T, untuk menambahkan luas tekan yang dianalisa, berdasarkan SNI 2847 : 2019 (BETON) ayat 9.2.4.1 halaman 179, dengan demikian tebal flens balok pelat = tebal pelat.

$$bw = 0,3 \text{ m}$$

$$bw = 300 \text{ mm}$$

$$\text{Panjang Balok} = L1 = 7.000 \text{ mm}$$

$$L2 = 4.000 \text{ mm}$$

$$Lpj = 7.000 \text{ mm}$$

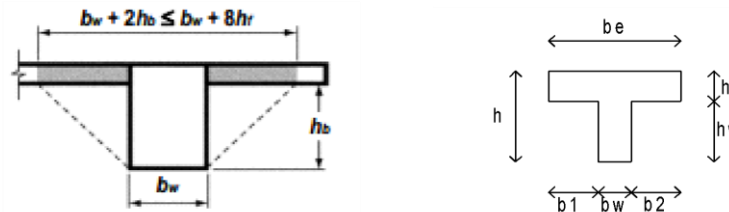
$$Lpd = 4.000 \text{ mm}$$

$$\text{Diambil, hf} = 120 \text{ mm}$$

$$Fy = 420 \text{ Mpa}$$

1. Perencanaan Dimensi Pelat Balok

a. Untuk balok yang berada di tengah konstruksi



Gambar 4.4 Dimensi Pelat
Berdasarkan SNI 2847 : 2019 (BETON)

Lebar sayap ; $be = bw + b1 + b2$

Aturan 1 :

- Untuk $hw < 4hf$, maka $b1 = b2 = hw$
- Untuk $hw > 4 hf$, maka $b1 = b2 = 4 hf$
 - $hw = h - hf$
 $= 500 - 120 \text{ mm}$
 $= 380 \text{ mm}$
 - $b1 = hw$; $b1 = 380 \text{ mm}$sesuai aturan 1
 - $b2 = b1$; $b2 = 380 \text{ mm}$
 - $be = bw + b1 + b2$

$be = 1060 \text{ mm}$

Cek :

- Panjang bentang bersih balok adalah :

$$Ln = L_{balok}$$

$$Ln = 6700 \text{ mm}$$

$$Ln = 6,7 \text{ m}$$

Berdasarkan SNI 2847 : 2019 butir 6.3.2.1 halaman 97

- $b1, b2 \leq 1/8 L_{pj}$; $1/8 L_{pj} = 875 \text{ mm}$
 $380 \leq 875 \text{ mm}$ok

- $b_1, b_2 \leq 8 h_f$; $8 h_f = 960 \text{ mm}$
 $380 \leq 960 \text{ mm} \dots \text{ok}$
- $b_1, b_2 \leq 1/2 L_n$; $1/2 L_n = 3350 \text{ mm}$
 $380 \leq 3350 \text{ mm} \dots \text{ok}$

b. Untuk balok yang berada di tepi konstruksi



4.5 Gambar Dimensi Balok Tepi Konstruksi

Berdasarkan SNI 2847 : 2019

- $b_{e1} = b_w + b_1 = 680 \text{ mm}$
- $h_w = h - h_f = 330 \text{ mm}$

Cek :

Berdasarkan SNI 2847 2013

- $b_1, b_2 \leq 1/12 L_{pj}$; $1/12 L_{pj} = 583,33 \text{ mm}$
 $380 \leq 583,33 \text{ mm} \dots \text{ok}$
- $b_1, b_2 \leq 6 h_f$; $6 h_f = 720 \text{ mm}$
 $380 \leq 720 \text{ mm} \dots \text{ok}$
- $b_1, b_2 \leq 1/2 L_n$; $1/2 L_n = 3350 \text{ mm}$
 $380 \leq 3350 \text{ mm} \dots \text{ok}$

2. Cek Tebal Pelat

Berdasarkan SNI 2847 : 2019 (BETON) hal 134 untuk panel yang memiliki rasio bentang panjang terhadap bentang pendek lebih besar dari 2.

$$h_f = \frac{L_n \cdot \left(0.8 + \frac{f_y}{1400} \right)}{36 + 5 \cdot \beta \cdot (\alpha_m - 0.2)}$$

Jika, $\alpha_m < 2$, maka ; $h_f \geq 125 \text{ mm}$

$$h_f = \frac{L_n \cdot \left(0.8 + \frac{f_y}{1400} \right)}{36 + 9 \cdot \beta}$$

Jika, $\alpha_m > 2$, maka ; $h_f \geq 90 \text{ mm}$

Keterangan

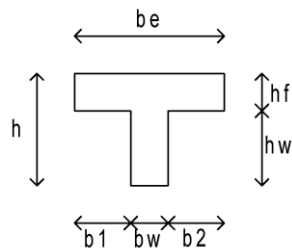
- L_n = panjang bentang bersih (mm), untuk sisi pelat dan balok, L_n adalah jarak dari sisi ke sisi balok
- H_f = Panjang bentang terpanjang dikurang dengan lebar balok
- β = Perbandingan antara bentang bersih dari sisi terpanjang dengan bentang terpendek
- $\alpha = l_{bp}/l_p$

dimana l_{bp} = inersia balok
 l_p = inersia pelat

a. Menentukan momen inersia balok pelat (l_{bp})

Untuk balok yang berada di tengah konstruksi

- $b_e = 1,06 \text{ m}$
 $b_e = 1060 \text{ mm}$
- $h_f = 0,12 \text{ m}$
 $h_f = 120 \text{ mm}$
- $h_w = 0,33 \text{ m}$
 $h_w = 330 \text{ mm}$



Gambar 4.6 Dimensi Pelat

- $A1 = hw \cdot bw = 99.000 \text{ mm}^2$
- $A2 = hf \cdot be = 127.200 \text{ mm}^2$

titik berat

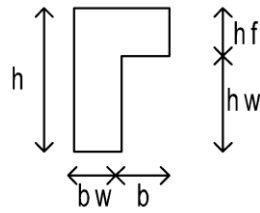
$$y := \frac{\left(A1 \cdot \frac{1}{2} \cdot hw \right) + \left[A2 \cdot \left(\frac{hf}{2} + hw \right) \right]}{(A1) + (A2)}$$

Titik Berat

- $A1 \cdot \frac{1}{2} \cdot hw = 16.335.000 \dots \dots \dots a$
 $A2 (hf/2+hw) = 49.608.000 \dots \dots \dots b$
 $A1 + A2 = 226.200 \dots \dots \dots c$
 Jadi, $y = (a+b)/c = 291,5252 \text{ mm}$
 $= 0,29153 \text{ m}$
- $Ix1 = (1/12 \cdot bw \cdot hw^3) = 748.687.500 \text{ mm}^4$
 $Y1 = 1/2 \cdot hw = 165 \text{ mm}$
- $Ix2 = (1/12 \cdot be \cdot hf^3) = 152.640.000 \text{ mm}^4$
 $Y2 = (1/2 \cdot hf) + hw = 390 \text{ mm}$
- $Ibp1 = Ix1 + (A1 \cdot (y - y1)^2) + Ix2 + (A2 \cdot (y2 - y)^2)$
 $= 3.719.676.306 \text{ mm}^4$

Untuk balok yang berada di tepi konstruksi

$Be1 = 680 \text{ mm}$



Gambar 4.7 Pelat Tepi Konstruksi

(Sumber : Google Image plat

- $A1 = hw \cdot bw = 99.000 \text{ mm}^2$
- $A2 = hf \cdot be1 = 81.600 \text{ mm}^2$

Titik Berat

- $A1 \cdot \frac{1}{2} \cdot hw = 16.335.000 \dots a$
- $A2 (\frac{hf}{2} + hw) = 31.824.000 \dots b$
- $A1 + A2 = 180.600 \dots c$
- Jadi, $y = (a+b)/c = 266,6611 \text{ mm}$
 $= 0,26666 \text{ m}$
- $Ix1 = (\frac{1}{12} \cdot bw \cdot hw^3) = 748.687.500 \text{ mm}^4$
 $y1 = \frac{1}{2} \cdot hw = 165 \text{ mm}$
- $Ix2 = (\frac{1}{12} \cdot be1 \cdot hf^3) = 97.920.000 \text{ mm}^4$
 $y2 = (\frac{1}{2} \cdot hf) + hw = 390 \text{ mm}$
- $Ibp2 = Ix1 + (A1 \cdot (y-y1)^2) + Ix2 + (A2 \cdot (y2-y)^2)$
 $= 3.111.109.161 \text{ mm}^4$

b. Menentukan Inersia Pelat

Untuk balok yang berada di tepi konstruksi

- $Ip1 = \frac{1}{12} (bw/2 + L1/2) \cdot hf^3 = 525.600.000 \text{ mm}^4$
 $\alpha1 = Ibp2 / Ip1 = 5,91915746$
- $Ip2 = \frac{1}{12} (bw/2 + L1/2) \cdot hf^3 = 309.600.000 \text{ mm}^4$
 $\alpha2 = Ibp2 / Ip2 = 10,0488022$

Untuk balok yang berada di tengah konstruksi

- $I_{p3} = 1/12(b_w/2+L1/2).h_f^3 = 1008.000.000 \text{ mm}^4$
 $\alpha_3 = I_{bp1}/I_{p3} = 3,96015507$
- $I_{p4} = 1/12(b_w/2+L1/2).h_f^3 = 576.000.000 \text{ mm}^4$
 $\alpha_4 = I_{bp1}/I_{p4} = 6,45777137$
 $\alpha = (\alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3 + \alpha_4)/4 = 6,52897152$
 $\beta = (L_{pj} - b_w)/(L_{pd} - b_w) = 1,81081081$

Berdasarkan SNI 2847: 2019 hal 134, Untuk pelat non prategang dengan balok membentang di antara tumpuan di semua sisi, ketebalan pelat keseluruhan h harus memenuhi batasan pada tabel 8.3.1.2, kecuali batas lendutan yang dihitung dengan 8.3.2 dipenuhi

Tabel 4.10. Ketebalan Pelat

$\alpha_{fm}^{[1]}$	h minimum, mm		
$\alpha_{fm} \leq 0,2$	8.3.1.1 berlaku		(a)
$0,2 < \alpha_{fm} \leq 2,0$	Terbesar dari:	$\frac{\ell_n \left(0,8 + \frac{f_y}{1400} \right)}{36 + 5\beta(\alpha_{fm} - 0,2)}$	(b) ^{[2],[3]}
		125	(c)
$\alpha_{fm} > 2,0$	Terbesar dari:	$\frac{\ell_n \left(0,8 + \frac{f_y}{1400} \right)}{36 + 9\beta}$	(d) ^{[2],[3]}
		90	(e)

Untuk α lebih besar dari 2.0, ketebalan pelat minimum harus memenuhi

$$h_f = \frac{\ell_n \cdot (0.8 + (f_y : 1400))}{36 + 9 \cdot \beta}$$

dan tidak boleh kurang dari 90 mm

$$108,9514 \text{ mm} \leq h_f = 120 \text{ mm}$$

Maka tebal pelat yang digunakan dalam pemodelan adalah $h_f = 120 \text{ mm}$

4.2 Pembebanan

4.2.1 Beban Mati

1. Beban pada Atap

BV Genteng metal	=	2,5 Kg/m ²	1	2,5 Kg/m ²
BV Plafon	=	20 Kg/m ²	1	20 Kg/m ²
BV MEP	=	25 Kg/m ²	0	25 Kg/m ²
Total	=			47,5 Kg/m ²

2. Lantai dak beton

BV Spesi	=	21 Kg/m ²	2	42 Kg/m ²
BV Plafon	=	20 Kg/m ²	1	20 Kg/m ²
BV MEP	=	25 Kg/m ²	0	25 Kg/m ²
Total	=			87 Kg/m ²

3. Lantai dinding di atas plat 2 dan 1

BV Spesi	=	21 Kg/m ²	2	42 Kg/m ²
BV Plafon	=	20 Kg/m ²	1	20 Kg/m ²
BV MEP	=	25 Kg/m ²	0	25 Kg/m ²
BV pas 1/2 bata (dinding)	=	250 Kg/m ²	1	250 Kg/m ²
BV Keramik	=	24 Kg/m ²	1	24 Kg/m ²
Total	=			361 Kg/m ²

4. Lantai di atas pelat 2 dan 1

BV Spesi	=	21 Kg/m ²	2	42 Kg/m ²
BV Plafon	=	20 Kg/m ²	1	20 Kg/m ²
BV MEP	=	25 Kg/m ²	0	25 Kg/m ²
BV Keramik	=	24 Kg/m ²	1	24 Kg/m ²
Total	=			111 Kg/m ²

2. Beban pada balok

Balok 50 x 30

Tinggi gedung (H)	=	4 m
Tinggi Dinding (T)	=	3,5 m
BV Dinding	=	250 Kg/m ²
Berat dinding	=	875 Kg/m

Balok 40 x 25

Tinggi gedung (H)	=	4 m
Tinggi Dinding (T)	=	3,55 m
BV Dinding	=	250 Kg/m ²
Berat dinding	=	887,5 Kg/m

Balok anak dan reng balok 30 x 20

Tinggi gedung (H)	=	4 m
Tinggi Dinding (T)	=	3,7 m

BV Dinding	=	250 Kg/m ²
Berat dinding	=	925 Kg/m

4.2.2 Beban Hidup

a. Cor dak

Pekerja	=	100 Kg/m ²
Beban Hujan (Bh) α	=	30 (Kemiringan atap)
(40-0,8*α)	=	16
Beban Hidup Atap	=	116 Kg/m ²

c. Lantai

Berat beban hidup berdasarkan SNI 1727:2020

Kantor	=	250 Kg/m ²
Lobi	=	488,44 Kg/m ²
Koridor	=	390,55 Kg/m ²
Kursi Dapat Dipindah	=	484,44 Kg/m ²
Ruang Pertemuan DLL	=	488,44 Kg/m ²
Arsip	=	500 Kg/m ²
Toilet	=	200 Kg/m ²

4.2.3 Beban angin

1. Atap

Tekanan angin di daerah Simpang Empat = 495

Sudut kemiringan = 30

Koef angin tekan = $0,02 \cdot \alpha - 0,4$

= 0,20

Koef angin hisap = -0,4

Angin tekan = Jarak antar gording x bentang antar kuda-kuda x koef
angin hisap x q_w

= 289,674 Kg/m²

HT = angin hisap x $\cos \alpha$

= 250,869 Kg/m²

HH = angin hisap x $\sin \alpha$

= 144,837 Kg/m²

2. Angin hisap

jarak antar gording x bentang antar kuda - kuda x koef angin hisap x

q_w

= 579,348

HT = angin hisap x $\cos \alpha$

= 501,7301 Kg/m²

HH = angin hisap x $\sin \alpha$

= 289,674 Kg/m²

4.2.3 Beban Gempa

Kategori desain seismik struktur

Kategori Resiko = II (Gedung Perkantoran)

Beban gempa respon spektrum : (<http://rsa.ciptakarya.pu.go.id/2021>)

Lokasi Simpang Empat, Pasaman Barat, Tanah Lunak

SNI GEMPA

i = faktor keutamaan gempa = 1 (SNI GEMPA HAL 25. FAKTOR KEUTAMAAN)

r = koefisien modifikasi respon = 8

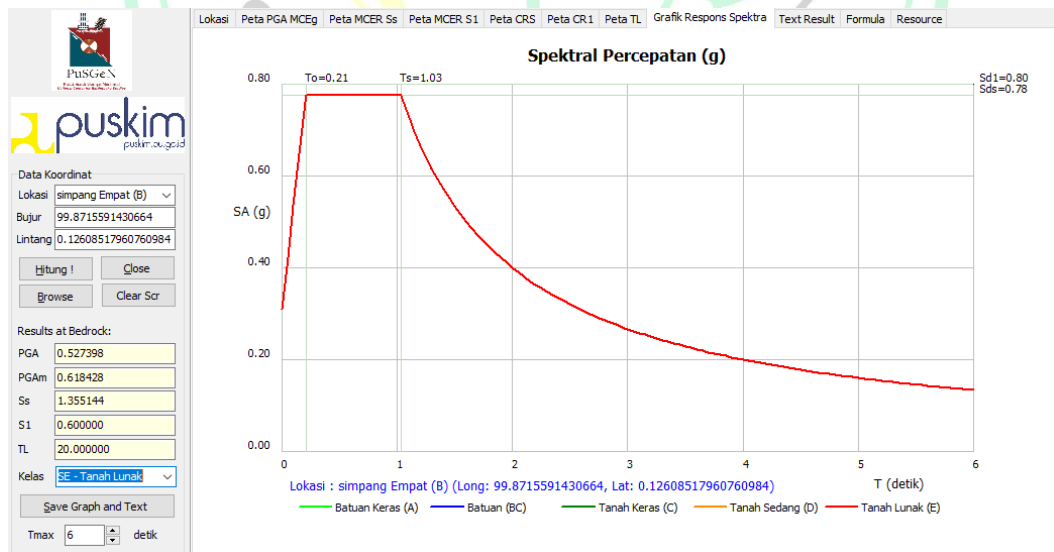
g = gempa 9,81 = 9,81

u = (scale factor) = 1,22625

u_1 = 1,22625

u_2 = 0,367875

Tabel 4.11 Grafik Respon Spektrum Untuk Kabupaten Pasaman Barat



(Sumber ; SAP 2000)

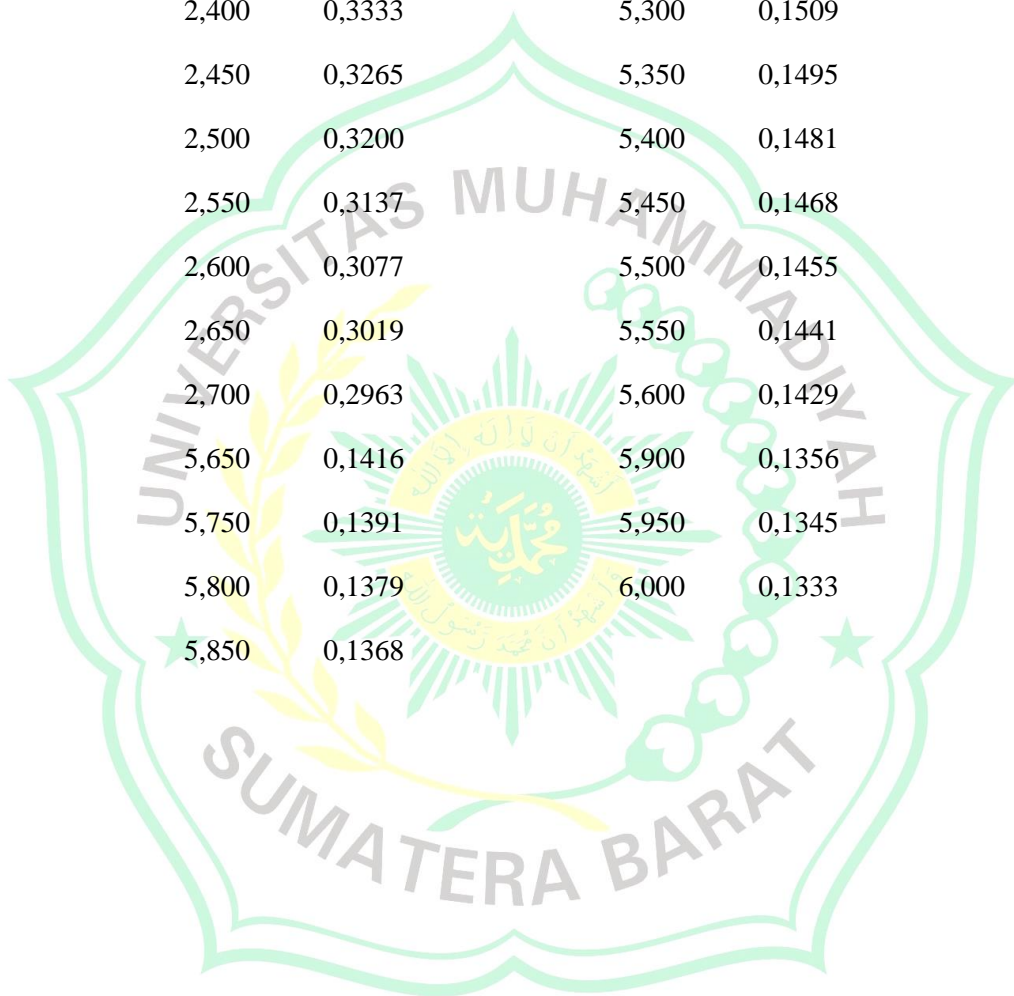
Data yang input dan aplikasi SAP 2000 sebagai beban gempa respon spektra

PGA = 0.527398 g	Fv = 2.000000
PGAm = 0.618428 g	Sms = 1.162636 g
CRs = 0.000000	Sm1 = 1.200000 g
CR1 = 0.000000	Sds = 0.775090 g
Ss = 1.355144 g	Sd1 = 0.800000 g
S1 = 0.600000 g	T0 = 0.206428 detik
TL = 20.000000 detik	Ts = 1.032138 detik
Fa = 0.857942	

Time (sec)	Value (g)	Time (sec)	Value (g)
0,000	0,3100	2,750	0,2909
0,050	0,4227	2,800	0,2857
0,100	0,5353	2,850	0,2807
0,150	0,6480	2,900	0,2759
0,200	0,7606	2,950	0,2712
0,206	0,7751	3,000	0,2667
0,250	0,7751	3,050	0,2623
0,300	0,7751	3,100	0,2581
0,350	0,7751	3,150	0,2540
0,400	0,7751	3,200	0,2500
0,450	0,7751	3,250	0,2462
0,500	0,7751	3,300	0,2424
0,550	0,7751	3,350	0,2388
0,600	0,7751	3,400	0,2353
0,650	0,7751	3,450	0,2319
0,700	0,7751	3,500	0,2286
0,750	0,7751	3,550	0,2254

0,800	0,7751	3,600	0,2222
0,850	0,7751	3,650	0,2192
0,900	0,7751	3,700	0,2162
0,950	0,7751	3,750	0,2133
1,000	0,7751	3,800	0,2105
1,032	0,7751	3,850	0,2078
1,050	0,7619	3,900	0,2051
1,100	0,7273	3,950	0,2025
1,150	0,6957	4,000	0,2000
1,200	0,6667	4,050	0,1975
1,250	0,6400	4,100	0,1951
1,300	0,6154	4,150	0,1928
1,350	0,5926	4,200	0,1905
1,350	0,5926	4,250	0,1882
1,400	0,5714	4,300	0,1860
1,450	0,5517	4,350	0,1839
1,500	0,5333	4,400	0,1818
1,550	0,5161	4,450	0,1798
1,600	0,5000	4,500	0,1778
1,650	0,4848	4,550	0,1758
1,700	0,4706	4,600	0,1739
1,750	0,4571	4,650	0,1720
1,800	0,4444	4,700	0,1702
1,850	0,4324	4,750	0,1684
1,900	0,4211	4,800	0,1667
1,950	0,4103	4,850	0,1649
2,000	0,4000	4,900	0,1633
2,050	0,3902	4,950	0,1616

2,100	0,3810	5,000	0,1600
2,150	0,3721	5,050	0,1584
2,200	0,3636	5,100	0,1569
2,250	0,3556	5,150	0,1553
2,300	0,3478	5,200	0,1538
2,350	0,3404	5,250	0,1524
2,400	0,3333	5,300	0,1509
2,450	0,3265	5,350	0,1495
2,500	0,3200	5,400	0,1481
2,550	0,3137	5,450	0,1468
2,600	0,3077	5,500	0,1455
2,650	0,3019	5,550	0,1441
2,700	0,2963	5,600	0,1429
5,650	0,1416	5,900	0,1356
5,750	0,1391	5,950	0,1345
5,800	0,1379	6,000	0,1333
5,850	0,1368		



A. Kombinasi Pembebanan Respon Spektrum

1. $1,4 D$
2. $1,2 D + 1,6 L$
3. $1,2 D + 1 L + 1 EQX + 0,3 EQY$
4. $1,2 D + 1 L - 1 EQX + 0,3 EQY$
5. $1,2 D + 1 L + 1 EQX - 0,3 EQY$
6. $1,2 D + 1 L + 1EQX - 0,3 EQY$
7. $1,2 D + 1 L + 0,3 EQX + 1 EQY$
8. $1,2 D + 1 L - 0,3 EQX + 1 EQY$
9. $1,2 D + 1 L + 0,3 EQX - 1 EQY$
10. $1,2 D + 1L - 0,3 EQY + 1 EQY$
11. $0,9 D + 1 EQX + 0,3 EQY$
12. $0,9 D - 1 EQX + 0,3 EQY$
13. $0,9 D + 1EQX - 0,3 EQY$
14. $0,9 D - 1 EQX - 0,3 EQY$
15. $0,9 D + 0,3 EQX + 1 EQY$
16. $0,9 D - 0,3 EQX + 1 EQY$
17. $0,9 D + 0,3 EQX - 1 EQY$
18. $0,9 D - 0,3 EQX - 1 EQY$

B. Kombinasi Pembebanan Angin pada Atap

1. $1,4 D$
2. $1,2 D + 1,6 L$

3. $1,2 D + 0,5 L + 0,8 \text{ ANGIN KANAN} - 0,8 \text{ ANGIN KIRI}$

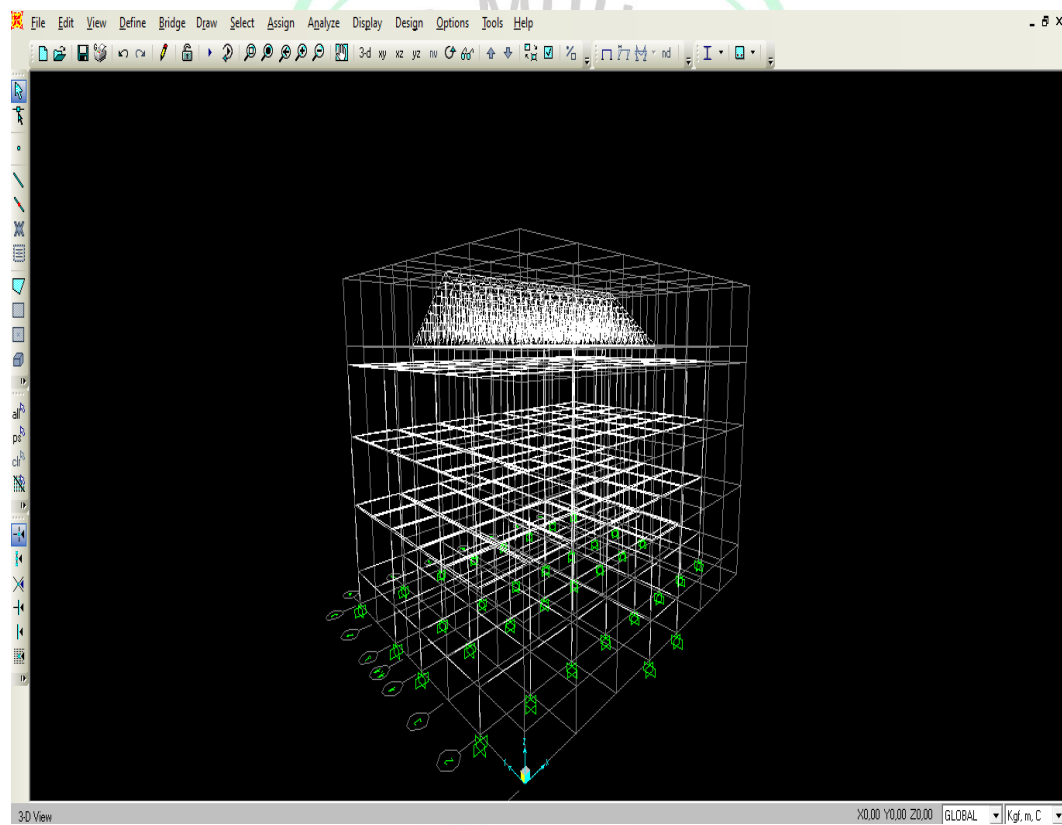
4. $1,2 D + 0,5 L - 0,8 \text{ ANGIN KANAN} + 0,8 \text{ ANGIN KIRI}$

5. $1,2 D + 0,5 L + 0,8 \text{ ANGIN KIRI} - 0,8 \text{ ANGIN KANAN}$

6. $1,2 D + 0,5 L - 0,8 \text{ ANGIN KIRI} + 0,8 \text{ ANGIN KIRI}$

4.3 Perhitungan Momen Menggunakan SAP 2000

4.3.1 Menggambar Grid Bangunan



Gambar 4.8 Grid Gedung SAP 2000

Sumber : Aplikasi SAP 2000

4.3.2 Mendefinisikan Penampang dan Beban

Dari hasil prelim digunakan penampang tiap-tiap balok kolom dan pelat sebagai berikut

Kolom

1. Kolom 1=40cm X 40cm
2. Kolom 2=30cm X 30cm
3. Kolom 3=20cm X 20cm

Balok

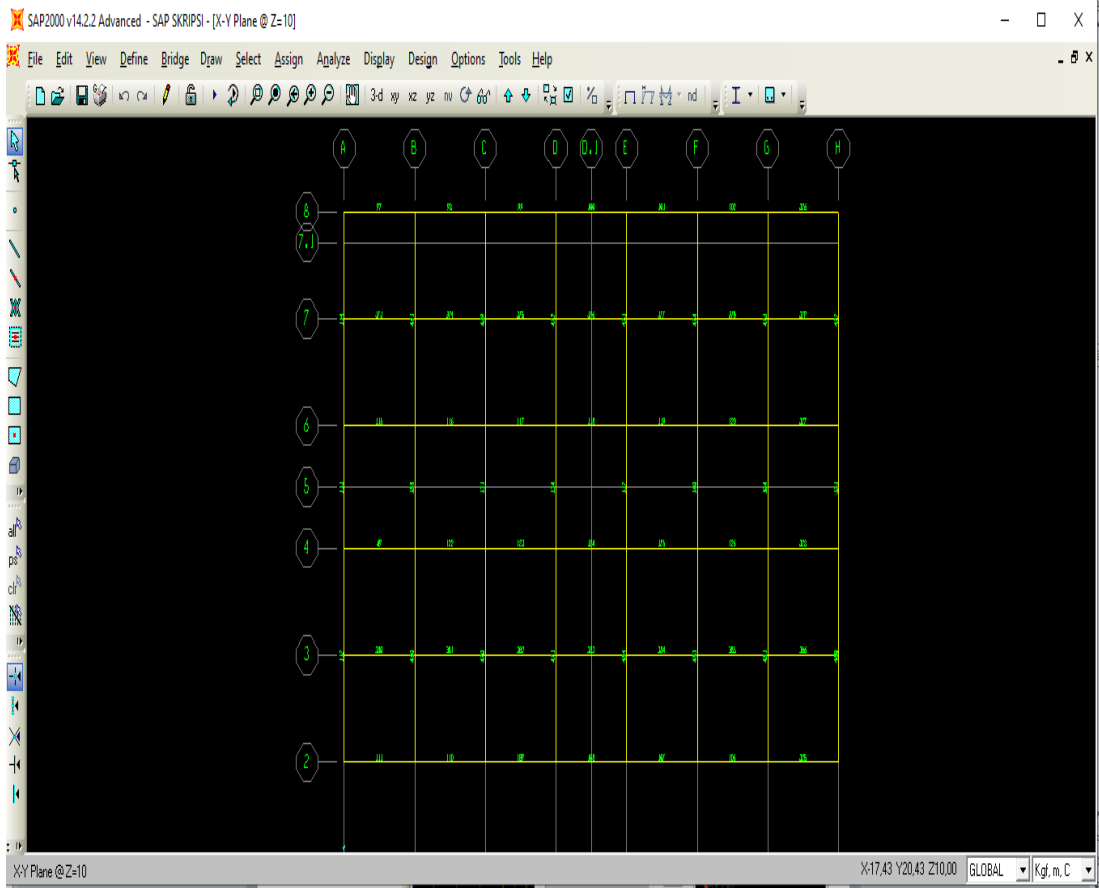
1. Balok induk =50cm X 30cm
2. Balok sloof =45cm X 25cm
3. Balok anak=30cm X 20cm

Pelat lantai;

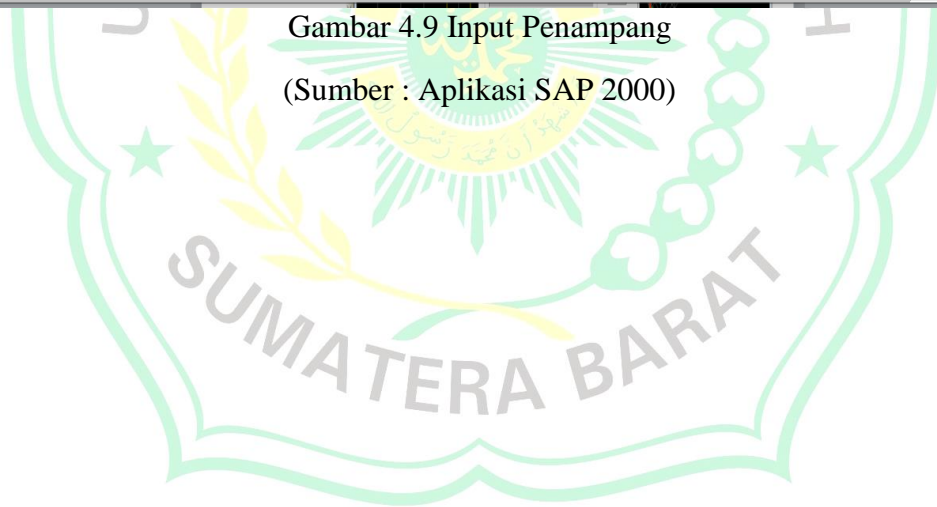
1. Pelat lantai=12cm
2. Pelat cor dak

Dan untuk material yang diinputkan

1. Beton K – 300 ($f'c$) = 24,9 Mpa
2. Beton K – 250 ($f'c$) = 20,75 Mpa
3. Beton K – 175 ($f'c$) = 14,53 Mpa
4. Baja BjTD – 40 (f_y) = 400 Mpa
5. Baja BjTS – 24 (f_y) = 240 Mpa



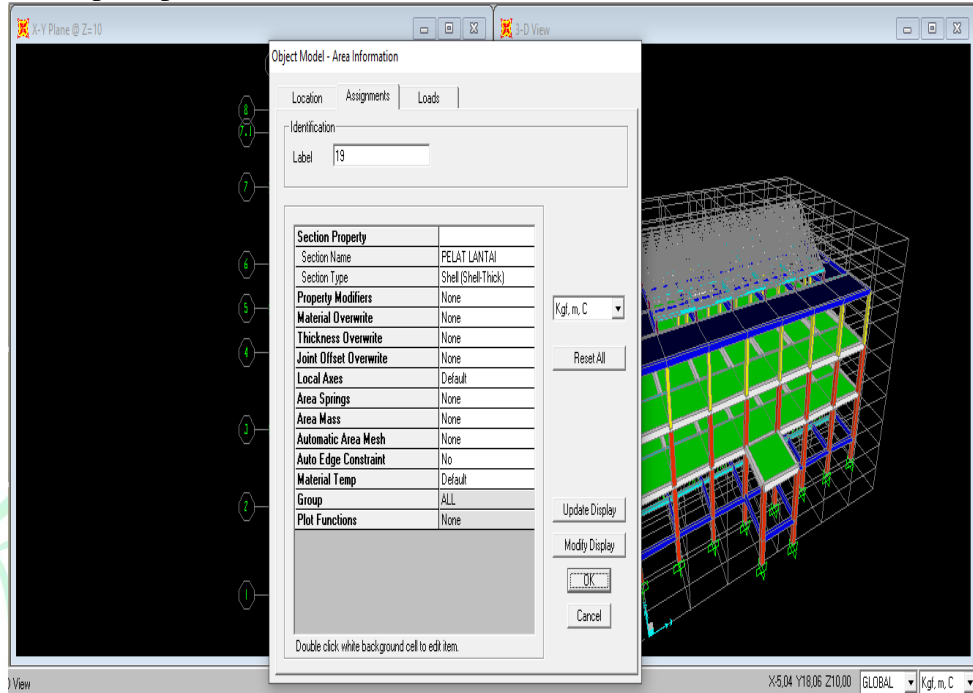
Gambar 4.9 Input Penampang
(Sumber : Aplikasi SAP 2000)



4.3.3 Input beban, mati gempa

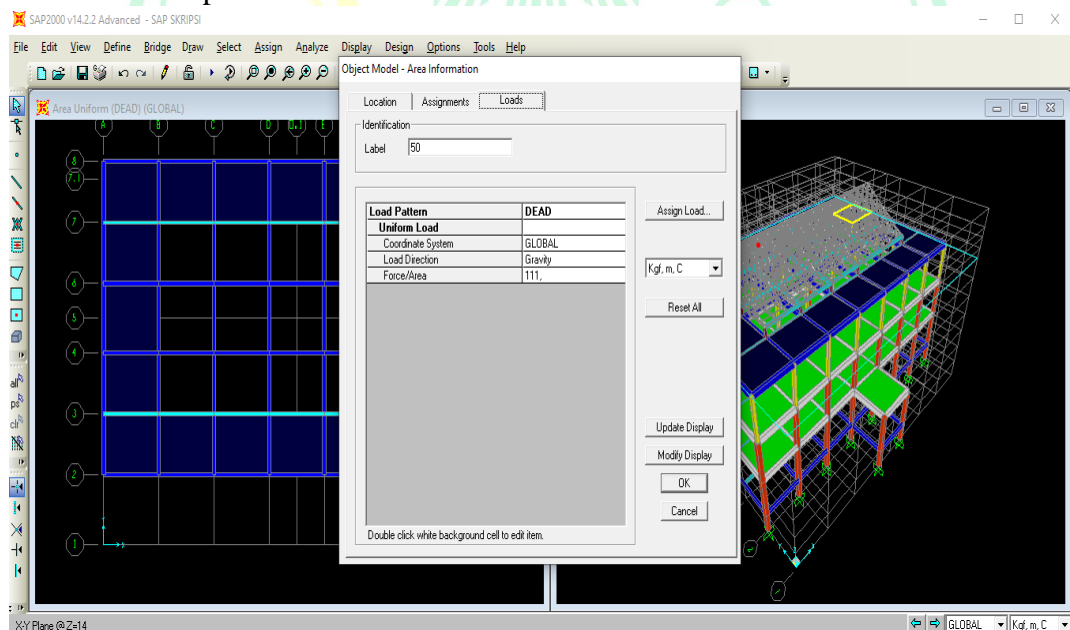
Beban beban yang diinputkan sesuai dengan perhitungan pembebanan pada poin 4.2

1. beban pada pelat lantai



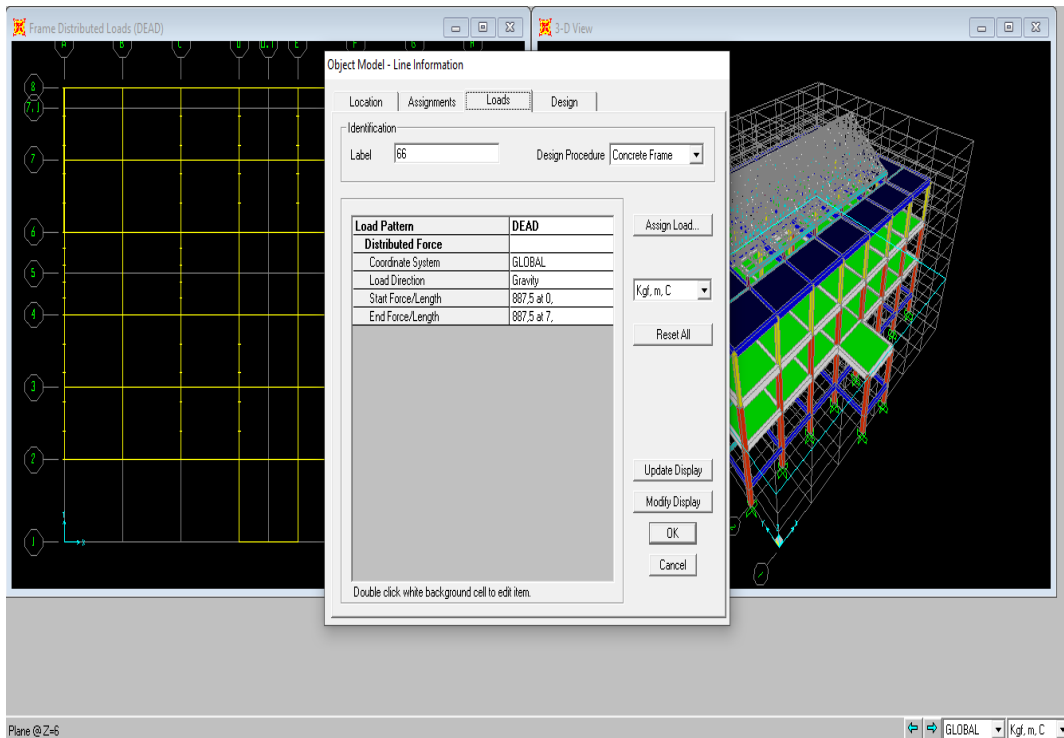
Gambar 4.10 Beban pada Pelat Lantai
(sumber : Aplikasi SAP 2000)

2. Beban pada cor dak



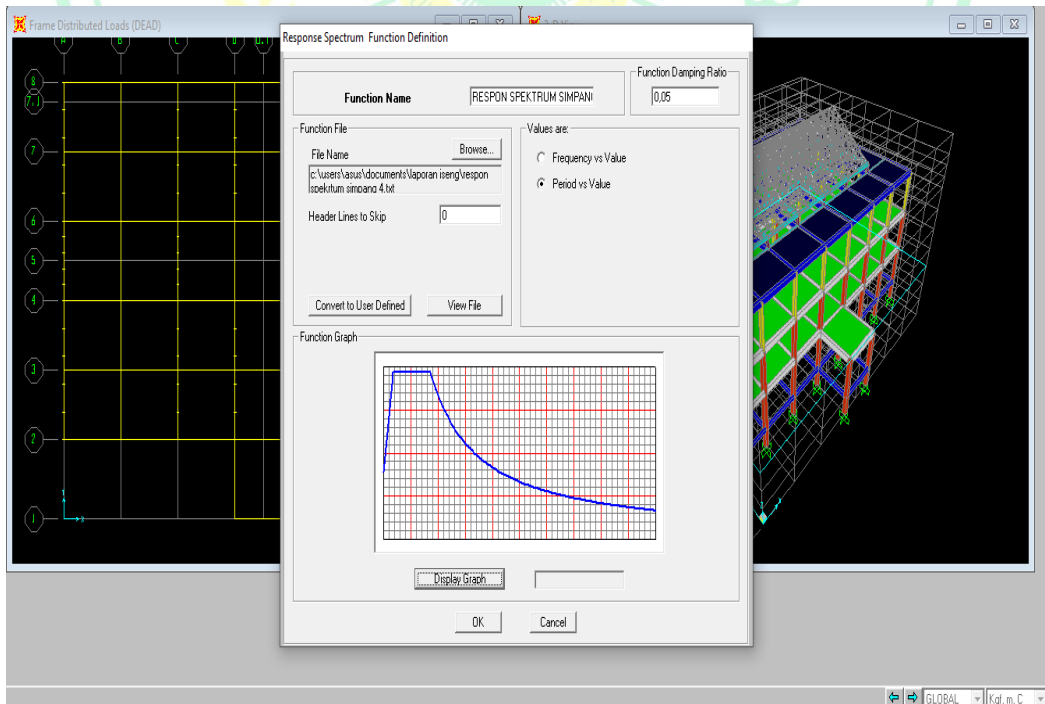
Gambar 4.11 Beban pada cor dak
(Sumber : Aplikasi SAP 2000)

3. BEBAN PADA BALOK



Gambar 4.12 Beban Mati
(Sumber : Aplikasi SAP 2000)

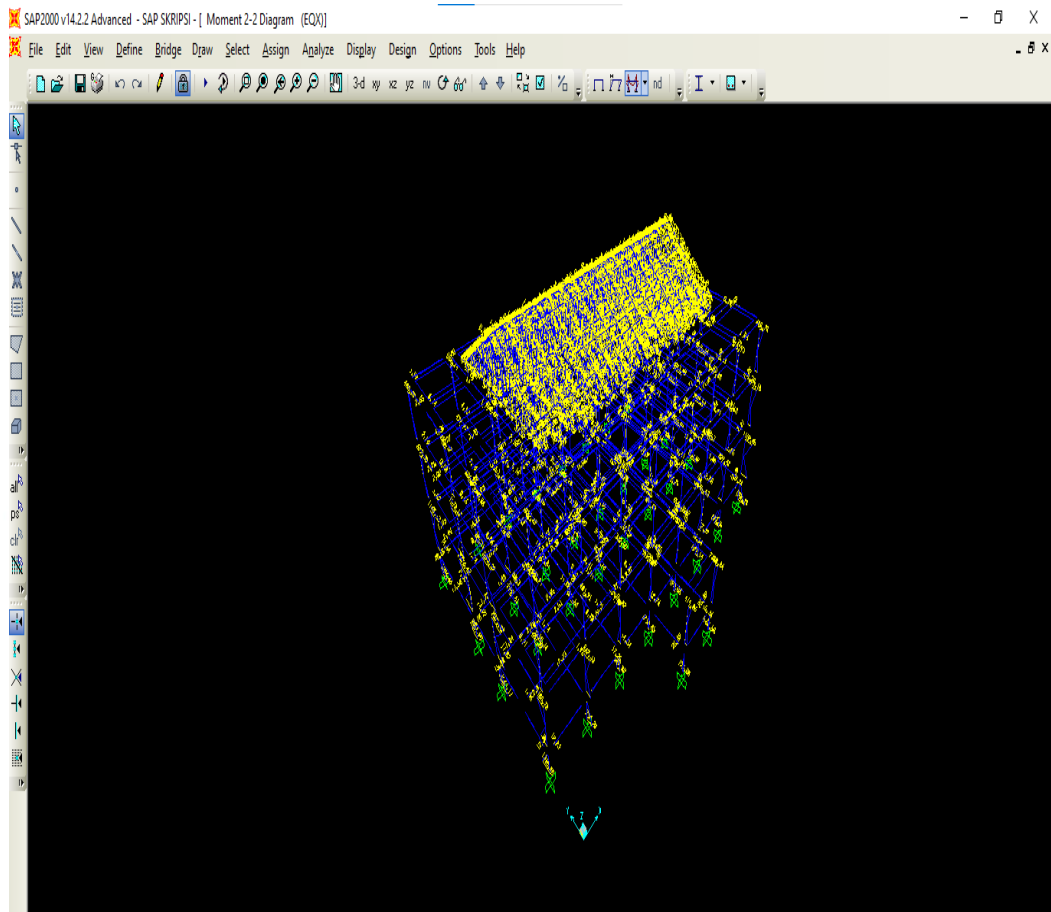
4. beban gempa



Gambar 13 Beban Gempa
(Sumber : Aplikasi SAP 2000)

4.3.4 hasil *running* SAP 2000

Dari hasil Running SAP 2000 didapatkan momen – momen yang nantinya akan pada perhitungan penulangan kolom, balok, pelat, dan pelat cor dak



Gambar 4.14 hasil Running SAP 2000
(Sumber : Aplikasi SAP 2000)

Rekap momen dari hasil perhitungan menggunakan aplikasi SAP 2000

Balok 30 x 50 bentang 7 m

	P	V2	V3	T	M2	M3
	KN	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m
Max	11,52	117,091	0,083	2,434	0,1646	177,904

Min	-4,218	-118,664	-0,047	-2,8145	-0,168	-155,4282
-----	--------	----------	--------	---------	--------	-----------

Balok 25 x 45 7 m

	P	V2	V3	T	M2	M3
	KN	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m
Max	25,463	44,06	0,156	5,5155	0,3429	34,8621
Min	-4,705	-43,8	-0,164	-5,2173	-0,3149	-50,967

Balok 20 x 30 7 m

	P	V2	V3	T	M2	M3
	KN	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m
Max	0,197	26,602	0,003254	0,1083	0,0073	10,2655
Min	-0,829	-26,534	-0,003708	-0,1027	-0,0075	10,2655

Kolom 40 x 40 4 m

	P	V2	V3	T	M2	M3
	KN	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m
Max	-162,181	27,108	23,841	1,060	54,780	56,612
Min	-897,021	-26,976	-26,213	-1,052	-71,536	-57,124

Kolom 30 x 30 4 m

	P	V2	V3	T	M2	M3
	KN	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m
Max	-20,442	9,715	11,328	0,302	35,591	20,502
Min	-150,163	-10,039	-13,444	-0,277	-29,666	-19,655

4.4 Perhitungan Penulangan

4.4.1 Balok

A. Perencanaan tulangan balok 30 x 50 bentang 7 m

1. Tulangan lentur

a. Tulangan untuk tumpuan

$$M_u = 155,4282 \text{ kN m}$$

$$b = 300 \text{ mm}$$

$$h = 500 \text{ mm}$$

$$d' = 30 \text{ mm}$$

$$d = 470 \text{ mm}$$

$$f'_c = 24,9 \text{ Mpa}$$

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

$$\rho = 0,5$$

$$D = 16 \text{ mm}$$

$$A_{s1} = 201,062 \text{ mm}^2$$

Rasio tulangan yang dibutuhkan :

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

Dimana :

$$A = 0,59 \times (1 - \rho)^2 \times f_y^2$$

$$F'_c$$

$$= 947,79116$$

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

$$= -387,23404$$

$$C = MU$$

$$\emptyset \times b \times d^2$$

$$= 2,9317225$$

Dengan rumus abc, didapatkan nilai ρ

$$\rho_1 = 0,400848052$$

$$\rho_2 = 0,007716679$$

Diambil nilai ρ terkecil dan positif

$$\rho = 0,007717$$

Luas tulangan yang dibutuhkan

- Tulangan tarik

$$\begin{aligned} A_s &= \rho \times b \times d \\ &= 1088,052 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

- Tulangan tekan

$$\begin{aligned} A_s' &= \rho \times b \times d \\ &= 544,0259 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Jumlah tulangan yang dibutuhkan

- Tulangan tarik

$$\begin{aligned} n &= \frac{A_s}{A_{s1}} \\ &= \frac{1088,052}{180} \approx 6 \text{ batang} \end{aligned}$$

- Tulangan tekan

$$n = \frac{A_s'}{A_{s1}}$$

$$A_{s1} = 2,705763 \approx 3 \text{ batang}$$

Kebutuhan tulangan minimal : 6 – D 16 untuk tulangan tarik

3 – D 16 untuk tulangan tekan

Kebutuhan tulangan digunakan : 6 – D 16 untuk tulangan tarik

3 – D 16 untuk tulangan tekan

b. Tulangan untuk lapangan

$$M_u = 155,43 \text{ kN m}$$

$$b = 300 \text{ mm}$$

$$h = 500 \text{ mm}$$

$$d' = 30 \text{ mm}$$

$$d = 470 \text{ mm}$$

$$f_c' = 24,9 \text{ Mpa}$$

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

$$\rho = 0,5$$

$$D = 16 \text{ mm}$$

$$A_{s1} = 201,062 \text{ mm}^2$$

Rasio tulangan yang dibutuhkan :

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

Dimana :

$$A = 0,59 \times (1 - \rho)^2 \times f_y^2$$

$$F_c'$$

$$= 947,79116$$

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

$$= -387,23404$$

$$C = \quad MU$$

$$\emptyset \times b \times d^2$$

$$= 2,9317225$$

Dengan rumus abc, didapatkan nilai ρ

$$\rho_1 = 0,400848$$

$$\rho_2 = 0,007717$$

Diambil nilai ρ terkecil dan positif

$$\rho = 0,007717$$

Luas tulangan yang dibutuhkan

- Tulangan tarik

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

$$= 1088,052 \text{ mm}^2$$

- Tulangan tekan

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

$$= 544,0259 \text{ mm}^2$$

Jumlah tulangan yang dibutuhkan

- Tulangan tarik

$$n = \frac{A_s}{A_{s1}}$$

$$A_{s1}$$

$$= 5,411525286 \approx 6 \text{ batang}$$

- Tulangan tekan

$$n = \frac{A_s'}{A_{s1}}$$

$$= 2,705762643 \approx 3 \text{ batang}$$

Kebutuhan tulangan minimal : 6 – D 16 untuk tulangan tarik

3 – D 16 untuk tulangan tekan

Kebutuhan tulangan digunakan : 6 – D 16 untuk tulangan tarik

3 – D 16 untuk tulangan tekan

2. Tulangan Geser

Data material balok

Kuat tekan beton :	f_c (Mpa)	24,90
Tegangan leleh baja :	f_y (Mpa)	240,00
Faktor reduksi geser :	ϕ_s	0,75
Dimensi balok		
Panjang bentang :	L (mm)	7000,00
Lebar Balok :	b (mm)	300,00
Tinggi balok :	h (mm)	400,00
Selimut beton :	d' (mm)	30,00
Tinggi efektif beton :	$d = h - d'$ (mm)	470,00
Gaya geser ultimit balok		
Kuat geser ultimit balok :	V_u	(kN) 118,66

Kuat geser ultimit balok : V_u (Tumpuan) (kN) 188,66
 Kuat geser ultimit balok : V_u (Lapangan) (kN) 59,33

1. Tulangan untuk tumpuan

Tulangan geser balok

Tulangan geser balok (sengkang) 2d10-100 mm

Diameter sengkang : d_s (mm) 10,00

Luas penampang sengkang: $A_v = 2 [1/4 \pi d_s^2]$ (mm²)157,08

Jarak antar sengkang : s (mm) 100,00

Jarak sengkang maksimum : s_{max} (mm) 235,00

Kontrol jarak antar tulangan geser balok

$$s \leq s_{max}$$

$$100,00 \text{ mm} \leq 235,00 \text{ mm} \dots \text{ok}$$

Kuat geser beton dan baja tulangan

Kuat geser beton : $V_c = 1/6[\sqrt{f_c}]/(b d)]$ (kN) 117

Kuat geser tulangan geser : $V_s = (A_v f_y d) / s$ (kN)177,19

Kuat geser nominal balok

Kuat geser nominal balok : $V_n = V_c + V_s$ (kN)294,45

Kuat geser rencana balok

Kuat geser rencana balok : $V_r = \phi_s V_n$ (kN)220,84

Gaya geser ultimit balok

Kuat geser ultimit balok : V_u (kN)118,66

Kontrol kuat geser rencana balok

$$V_r \geq V_u$$

$$220,84 \text{ kN} \geq 118,66 \text{ Kn.....ok}$$

Maka tulangan geser yang dipakai adalah : Tumpuan $d = 10 - 100$

2. Tulangan untuk lapangan

Tulangan geser balok

Tulangan geser balok (sengkang) $2d10-100 \text{ mm}$

Diameter sengkang : d_s (mm) 10,00

Luas penampang sengkang : $A_v = 2 [1/4 \pi d_s^2]$ (mm²) 157,08

Jarak antar sengkang : s (mm) 150,00

Jarak sengkang maksimum : s_{max} (mm) 235,00

Kontrol jarak antar tulangan geser balok

$$s \leq s_{max}$$

$$150,00 \text{ mm} \leq 235,00 \text{ mm.....ok}$$

Kuat geser beton dan baja tulangan

Kuat geser beton : $V_c = 1/6[\sqrt{f_c}]/(b d)]$ (kN) 117,26

Kuat geser tulangan geser : $V_s = (A_v f_y d) / s$ (kN) 118,12

Kuat geser nominal balok

Kuat geser nominal balok : $V_n = V_c + V_s$ (kN) 235,31

Kuat geser rencana balok

Kuat geser rencana balok : $V_r = \phi_s V_n$ (kN) 176,39

Gaya geser ultimit balok

Kuat geser ultimit balok : V_u (kN) 59,33

Kontrol kuat geser rencana balok

$$V_r \geq V_u$$

$$176,54 \text{ kN} \geq 59,33 \text{ kN.....ok}$$

Maka tulangan geser yang dipakai adalah : Lapangan $d = 10 -$

150

B. Perencanaan tulangan balok 25 x 45

TULANGAN LENTUR

1. Tulangan untuk tumpuan

$$M_u = 50,97 \text{ kN m}$$

$$b = 250 \text{ mm}$$

$$h = 450 \text{ mm}$$

$$d' = 30 \text{ mm}$$

$$d = 420 \text{ mm}$$

$$f_c' = 24,9 \text{ Mpa}$$

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

$$\rho = 0,5$$

$$D = 13 \text{ mm}$$

$$A_{s1} = 132,732 \text{ mm}^2$$

Rasio tulangan yang dibutuhkan :

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

Dimana :

$$A = 0,59 \times (1 - \rho)^2 \times f_y^2$$

$$F_c'$$

$$= 947,79116$$

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

$$= -383,78378$$

$$C = M_U$$

$$\begin{aligned} & \emptyset \times b \times d^2 \\ & = 1,444642857 \end{aligned}$$

Dengan rumus abc, didapatkan nilai ρ

$$\begin{aligned} \rho_1 & = 0,40318077 \\ \rho_2 & = 0,003780489 \end{aligned}$$

Diambil nilai ρ terkecil dan positif

$$\rho = 0,003780489$$

Luas tulangan yang dibutuhkan

- Tulangan tarik

$$\begin{aligned} A_s & = \rho \times b \times d \\ & = 396,9513911 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

- Tulangan tekan

$$\begin{aligned} A_s' & = \emptyset \times \rho \times b \times d \\ & = 283,9274 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Jumlah tulangan yang dibutuhkan

- Tulangan tarik

$$\begin{aligned} n & = \frac{A_s}{A_{s1}} \\ & = 2,990616618 \approx 3 \text{ batang} \end{aligned}$$

- Tulangan tekan

$$\begin{aligned} n & = \frac{A_s'}{A_{s1}} \\ & = 1,412139 \approx 2 \text{ batang} \end{aligned}$$

Kebutuhan tulangan minimal : 3 – D 16 untuk tulangan tarik

2 – D 16 untuk tulangan tekan

Kebutuhan tulangan digunakan : 4 – D 16 untuk tulangan tarik

2– D 16 untuk tulangan tekan

2. Tulangan untuk lapangan

$$M_u = 50,97 \text{ kN m}$$

$$b = 250 \text{ mm}$$

$$h = 450 \text{ mm}$$

$$d' = 30 \text{ mm}$$

$$d = 420 \text{ mm}$$

$$f'_c = 24,9 \text{ Mpa}$$

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

$$\rho = 0,5$$

$$D = 13 \text{ mm}$$

$$A_{s1} = 132,732 \text{ mm}^2$$

Rasio tulangan yang dibutuhkan :

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

Dimana :

$$A = 0,59 \times (1 - \rho)^2 \times f_y^2$$

$$F'_c$$

$$= 947,79116$$

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

$$= -385,7142857$$

$$C = \frac{M_U}{\rho \times b \times d^2}$$

$$= 1,444642857$$

Dengan rumus abc, didapatkan nilai ρ

$$\rho_1 = 0,40318077$$

$$\rho_2 = 0,003780489$$

Diambil nilai ρ terkecil dan positif

$$\rho = 0,003780489$$

Luas tulangan yang dibutuhkan

- Tulangan tarik

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

$$= 396,9513911 \text{ mm}^2$$

- Tulangan tekan

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

$$= 198,4756955 \text{ mm}^2$$

Jumlah tulangan yang dibutuhkan

- Tulangan tarik

$$n = \frac{A_s}{A_{s1}}$$

$$= \frac{396,9513911}{130}$$

$$= 2,990616618 \approx 3 \text{ batang}$$

- Tulangan tekan

$$n = \frac{A_s'}{A_{s1}} = 1,495308309 \approx 2 \text{ batang}$$

Kebutuhan tulangan minimal : 3 – D 16 untuk tulangan tarik

2 – D 16 untuk tulangan tekan

Kebutuhan tulangan digunakan : 4 – D 16 untuk tulangan tarik

2 – D 16 untuk tulangan tekan

Tulangan geser

Data material balok

Kuat tekan beton : f'_c (Mpa) 24,90

Tegangan leleh baja : f_y (Mpa) 240,00

Faktor reduksi geser : ϕ_s 0,75

Dimensi balok

Panjang bentang : L (mm)

4000,00

Lebar Balok : b (mm) 250,00

Tinggi balok : h (mm) 450,00

Selimut beton : d' (mm) 30,00

Tinggi efektif beton : $d = h - d'$ (mm) 420,00

Gaya geser ultimit balok

Kuat geser ultimit balok	:	V_u	(kN) 43,80
Kuat geser ultimit balok	:	V_u (Tumpuan)	(kN) 43,80
Kuat geser ultimit balok	:	V_u (Lapangan)	(kN) 21.90

1. Tulangan untuk tumpuan

Tulangan geser balok

Tulangan geser balok (sengkang) 2d10-100 mm

Diameter sengkang : d_s (mm) 10,00

Luas penampang sengkang : $A_v = 2 [1/4 \pi d_s^2]$ (mm²)157,08

Jarak antar sengkang : s (mm) 100,00

Jarak sengkang maksimum : s_{max} (mm) 210,00

Kontrol jarak antar tulangan geser balok

$$s \leq s_{max}$$

$$100,00 \text{ mm} \leq 210,00 \text{ mm} \dots \text{ok}$$

Kuat geser beton dan baja tulangan

Kuat geser beton : $V_c = 1/6 [\sqrt{f'c}] (b d)$ (kN) 87,32

Kuat geser tulangan geser : $V_s = (A_v f_y d) / s$ (kN)158,34

Kuat geser nominal balok

Kuat geser nominal balok : $V_n = V_c + V_s$ (kN)245,66

Kuat geser rencana balok

Kuat geser rencana balok : $V_r = \phi_s V_n$ (kN)184,25

Gaya geser ultimit balok

Kuat geser ultimit balok : V_u (kN)43,80

Kontrol kuat geser rencana balok

$$V_r \geq V_u$$

$$184,25 \text{ kN} \geq 43,80 \text{ Kn.....ok}$$

Maka tulangan geser yang dipakai adalah : Tumpuan $d = 10 - 100$

2. Tulangan untuk lapangan

Tulangan geser balok

Tulangan geser balok (sengkang) $2d10-150 \text{ mm}$

Diameter sengkang : d_s (mm) 10,00

Luas penampang sengkang : $A_v = 2 [1/4 \pi d_s^2]$ (mm²)157,08

Jarak antar sengkang : s (mm) 150,00

Jarak sengkang maksimum : s_{max} (mm) 210,00

Kontrol jarak antar tulangan geser balok

$s \leq s_{max}$

150,00 mm \leq 210,00 mm.....ok

Kuat geser beton dan baja tulangan

Kuat geser beton : $V_c = 1/6 [\sqrt{f'c}] (b d)$ (kN) 87,32

Kuat geser tulangan geser : $V_s = (A_v f_y d) / s$ (kN)105,56

Kuat geser nominal balok

Kuat geser nominal balok : $V_n = V_c + V_s$ (kN)192,88

Kuat geser rencana balok

Kuat geser rencana balok : $V_r = \phi_s V_n$ (kN)144,66

Gaya geser ultimit balok

Kuat geser ultimit balok : V_u (kN)21,90

Kontrol kuat geser rencana balok

$V_r \geq V_u$

144,66 kN \geq 21,90 kN.....ok

Maka tulangan geser yang dipakai adalah : Lapangan d 10 – 150

Perencanaan tulangan balok 20 x 30

Tulangan lentur

1. Tulangan Tumpuan

$$M_u = 19,21 \text{ kN m}$$

$$b = 200 \text{ mm}$$

$$h = 300 \text{ mm}$$

$$d' = 30 \text{ mm}$$

$$d = 270 \text{ mm}$$

$$f'_c = 20,75 \text{ Mpa}$$

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

$$\beta = 0,85$$

$$D = 12 \text{ mm}$$

$$A_{s1} = 113,097 \text{ mm}^2$$

Rasio tulangan yang dibutuhkan :

$$A_p + B\rho + C = 0$$

Dimana :

$$A = 0,59 \times (1 - \beta)^2 \times f_y^2$$

$$B = f_c'$$

$$= 1137,3494$$

$$C = - [\{ (1 - \beta) \times f_y \} + \{ \beta \times f_y \times (1 - d'/d) \}]$$

$$= -377,77778$$

$$C = MU$$

$$\varnothing \times b \times d^2$$

$$= 1,64691358$$

Dengan rumus abc, didapatkan nilai ρ

$$\rho_1 = 0,327738061$$

$$\rho_2 = 0,004418247$$

Diambil nilai ρ terkecil dan positif

$$\rho = 0,004418247$$

Luas tulangan yang dibutuhkan

- Tulangan tarik

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

$$= 238,5853583 \text{ mm}^2$$

- Tulangan tekan

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

$$= 119,2926791 \text{ mm}^2$$

Jumlah tulangan yang dibutuhkan

- Tulangan tarik

$$n = \frac{A_s}{A_{s1}}$$

$$A_{s1}$$

$$= 2,109557729 \approx 3 \text{ batang}$$

- Tulangan tekan

$$n = \frac{A_s'}{A_{s1}'}$$

$$As1 = 1,054778865 \approx 2 \text{ batang}$$

Kebutuhan tulangan minimal : 3 – D 16 untuk tulangan tarik

2 – D 16 untuk tulangan tekan

Kebutuhan tulangan digunakan : 4 – D 16 untuk tulangan tarik

2 – D 16 untuk tulangan tekan

2. Tulangan untuk lapangan

$$Mu = 19,21 \text{ kN m}$$

$$b = 200 \text{ mm}$$

$$h = 300 \text{ mm}$$

$$d' = 30 \text{ mm}$$

$$d = 270 \text{ mm}$$

$$f'c = 20,75 \text{ Mpa}$$

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

$$\delta = 0,5$$

$$D = 12 \text{ mm}$$

$$As1 = 113,097 \text{ mm}^2$$

Rasio tulangan yang dibutuhkan :

$$Ap2 + Bp + C = 0$$

Dimana :

$$A = 0,59 \times (1 - \delta)^2 \times fy^2$$

$$F'c$$

$$= 1137,3494$$

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

$$= -377,77778$$

$$C = \frac{M_U}{\phi \times b \times d^2}$$

$$\phi \times b \times d^2$$

$$= 1,64691358$$

Dengan rumus abc, didapatkan nilai ρ

$$\rho_1 = 0,327738061$$

$$\rho_2 = 0,004418247$$

Diambil nilai ρ terkecil dan positif

$$\rho = 0,004418247$$

Luas tulangan yang dibutuhkan

- Tulangan tarik

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

$$= 238,5853583 \text{ mm}^2$$

- Tulangan tekan

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

$$= 119,2926791 \text{ mm}^2$$

Jumlah tulangan yang dibutuhkan

- Tulangan tarik

$$n = \frac{A_s}{A_{s1}} = 2,109557729 \approx 3 \text{ batang}$$

- Tulangan tekan

$$n = \frac{A_s'}{A_{s1}} = 1,054778865 \approx 2 \text{ batang}$$

Kebutuhan tulangan minimal : 3 – D 16 untuk tulangan tarik
2 – D 16 untuk tulangan tekan

Kebutuhan tulangan digunakan : 4 – D 16 untuk tulangan tarik
2 – D 16 untuk tulangan tekan

Kapasitas geser balok 20 x 30

a. Data material balok

Kuat tekan beton	:	$f'c$ (Mpa)	20,75
Tegangan leleh baja	:	f_y (Mpa)	240,00
Faktor reduksi geser	:	ϕ_s	0,75

b. Dimensi balok

Panjang bentang 7000,00	:	L (mm)	
Lebar Balok	:	b (mm)	250,00
Tinggi balok	:	h (mm)	400,00
Selimit beton	:	d' (mm)	30,00
Tinggi efektif beton	:	$d = h - d'$ (mm)	270,00

c. Gaya geser ultimit balok

Kuat geser ultimit balok : V_u (kN) 26,53

Kuat geser ultimit balok : V_u (Tumpuan) (kN) 26,53

Kuat geser ultimit balok : V_u (Lapangan) (kN) 13,27

1. Tulangan untuk tumpuan

Tulangan geser balok

Tulangan geser balok (sengkang) 2d10-100 mm

Diameter sengkang : d_s (mm) 10,00

Luas penampang sengkang : $A_v = 2 [1/4 \pi d_s^2]$ (mm²) 157,08

Jarak antar sengkang : s (mm) 100,00

Jarak sengkang maksimum : s_{max} (mm) 135,00

Kontrol jarak antar tulangan geser balok

$s \leq s_{max}$

100,00 mm \leq 135,00 mm.....ok

Kuat geser beton dan baja tulangan

Kuat geser beton : $V_c = 1/6[\sqrt{f_c}]/(b d)$ (kN) 41,00

Kuat geser tulangan geser : $V_s = (A_v f_y d) / s$ (kN) 101,79

Kuat geser nominal balok

Kuat geser nominal balok : $V_n = V_c + V_s$ (kN) 142,78

Kuat geser rencana balok

Kuat geser rencana balok : $V_r = \phi_s V_n$ (kN) 107

Gaya geser ultimit balok

Kuat geser ultimit balok : V_u (kN) 26,53

Kontrol kuat geser rencana balok

$$V_r \geq V_u$$

$$107,09 \text{ kN} \geq 26,53 \text{ KN} \dots \text{ok}$$

Maka tulangan geser yang dipakai adalah : Tumpuan d 10 – 100

2. Tulangan untuk lapangan

Tulangan geser balok

Tulangan geser balok (sengkang) 2d10-150 mm

Diameter sengkang : d_s (mm) 10,00

Luas penampang sengkang : $A_v = 2 [1/4 \pi d_s^2]$ (mm²) 157,08

Jarak antar sengkang : s (mm) 120,00

Jarak sengkang maksimum : s_{max} (mm) 135,00

Kontrol jarak antar tulangan geser balok

$$s \leq s_{max}$$

$$120,00 \text{ mm} \leq 135,00 \text{ mm} \dots \text{ok}$$

Kuat geser beton dan baja tulangan

Kuat geser beton : $V_c = 1/6 [\sqrt{f_c}] (b d)$ (kN) 41,00

Kuat geser tulangan geser : $V_s = (A_v f_y d) / s$ (kN) 84,82

Kuat geser nominal balok

Kuat geser nominal balok : $V_n = V_c + V_s$ (kN) 125,82

Kuat geser rencana balok

Kuat geser rencana balok : $V_r = \phi_s V_n$ (kN) 94,36

Gaya geser ultimit balok

Kuat geser ultimit balok : V_u (kN) 13,27

Kontrol kuat geser rencana balok

$$V_r \geq V_u$$
$$94,36 \text{ kN} \geq 13,27 \text{ kN} \dots \text{ok}$$

Maka tulangan geser yang dipakai adalah : Lapangan $d = 10 - 120$

4.4.2 Kolom

1. Kolom 40 x 40

1. Kapasitas geser kolom 40 x 40 tengah

a. Data material kolom

Kuat tekan beton	:	$f'c$ (Mpa)	24,90
Tegangan leleh baja	:	f_y (Mpa)	270,00
Faktor reduksi geser	:	ϕ_s	0,75

b. Dimensi kolom

Lebar kolom	:	b (mm)	400,00
Tinggi kolom	:	h (mm)	400,00
Selimit beton	:	d' (mm)	30,00
Tinggi efektif beton	:	$d = h - d'$ (mm)	370,00

Tulangan geser kolom

Tulangan geser kolom (sengkang)			2d10-100mm
Diameter sengkang	:	d_s	(mm) 10,00
Luas penampang sengkang	:	$A_v = 2 [1/4 \pi d_s^2]$	(mm ²)157,08
Jarak antar sengkang	:	s	(mm) 100,00
Jarak sengkang maksimum	:	s_{max}	(mm) 185,00

Kontrol jarak antar tulangan geser kolom

$$s \leq s_{\max}$$
$$100,00 \text{ mm} \leq 185,00 \text{ mm} \dots \text{ok}$$

Kuat geser beton dan baja tulangan

$$\text{Kuat geser beton} : V_c = 1/6[\sqrt{f'_c}](b d) \text{ (kN)} 123,09$$

$$\text{Kuat geser tulangan geser} : V_s = (A_v f_y d) / s \text{ (kN)} 139,49$$

Kuat geser nominal kolom

$$\text{Kuat geser nominal kolom} : V_n = V_c + V_s \text{ (kN)} 262,57$$

Kuat geser rencana kolom

$$\text{Kuat geser rencana kolom} : V_r = \phi_s V_n \text{ (kN)} 196,93$$

Gaya geser ultimit kolom

$$\text{Kuat geser ultimit kolom} : V_u \text{ (kN)} 27,11$$

Kontrol kuat geser rencana kolom

$$V_r \geq V_u$$
$$196,93 \text{ KN} \geq 27,11 \text{ KN} \dots \text{ok}$$

Maka tulangan geser yang dipakai adalah : Tumpuan d 10 – 100

c. Tulangan utama kolom

$$b = 400 \text{ mm}$$

$$h = 400 \text{ mm}$$

$$D = 16 \text{ mm}$$

$$f'_c = 24,9 \text{ Mpa}$$

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

$$d = 370 \text{ mm}$$

$$d' = 30 \text{ mm}$$

$$n.tul = 8 bh$$

$$y = 200 \text{ mm}$$

a. kapasitas maksimum (P_o) dari kolom

$$\begin{aligned} P_o &= 0,85 \times f_c (A_g - A_{st}) + A_{st} \times f_y \\ &= 0,85 \times f_c (160000 - 1608,495) + 1608,495 \times 400 \\ &= 3995754,369 \text{ N} \\ &= 3995,754369 \text{ kN} \end{aligned}$$

b. Kekuatan nominal maksimum penampang kolom

$$\begin{aligned} P_n (\max) &= 0,8 \times P_o \\ &= 0,8 \times 3995,7544 \\ &= 3196,6035 \text{ kN} \end{aligned}$$

Eksentrisitas minimum

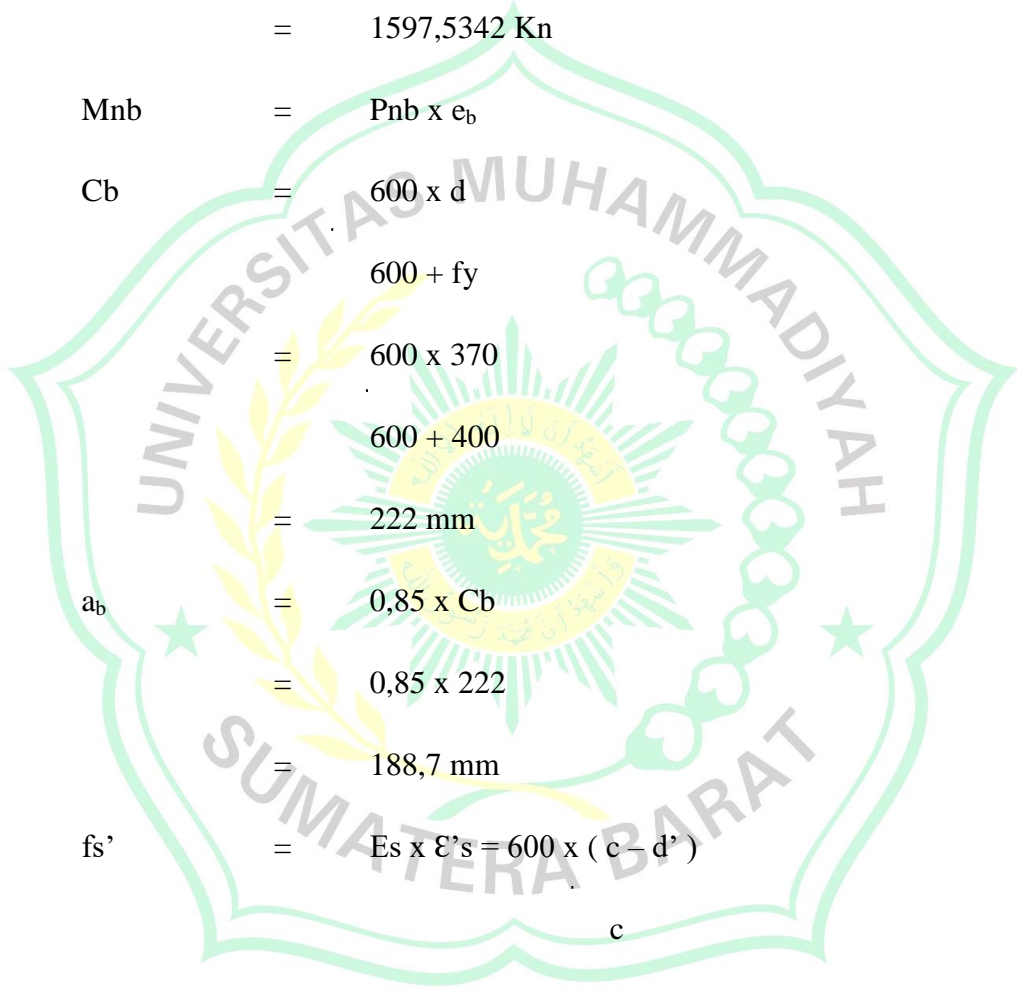
$$\begin{aligned} e_{min} &= 0,1 \times h \\ &= 0,1 \times 400 \\ &= 40 \text{ mm} \end{aligned}$$

c. kuat tekan rencana kolom

$$\begin{aligned} \phi P_n (\max) &= \phi \times 0,8 \times P_o \\ &= 0,65 \times 0,8 \times P_o \\ &= 2077,7923 \text{ kN} \end{aligned}$$

d. Kapasitas penampang pada kondisi seimbang (*balance*)

$$P_{nb} = 0,85 \times f'_c \times a_b \times b + A_s' \times f_s' - A_s \times f_y (f_s' = f_y)$$



$$= 0,85 \times 24,9 \times 0,85 \times 600 \times d \times 400$$

$$600 + f_y$$

$$= 0,85 \times 24,9 \times 0,85 \times 600 \times 370 \times 400$$

$$600 + 400$$

$$= 1597534,2 \text{ N}$$

$$= 1597,5342 \text{ Kn}$$

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

$$C_b = 600 \times d$$

$$600 + f_y$$

$$= 600 \times 370$$

$$600 + 400$$

$$= 222 \text{ mm}$$

$$a_b = 0,85 \times C_b$$

$$= 0,85 \times 222$$

$$= 188,7 \text{ mm}$$

$$f_s' = E_s \times \epsilon'_s = 600 \times (c - d')$$

$$c$$

$$= 600 \times (222 - 30)$$

$$222$$

$$= 518,91892$$

$$f_s = E_s \times \epsilon'_s = 600 \times (c - d')$$

$$c$$

$$= 600 \times (370 - 222)$$

$$222$$

$$= 400$$

$$M_{nb} = 0,85 \times f'_c \times a_b \times b \times (y - a_b/2) + A_s' \times f_x' \times (h/2 - d')$$

$$+ A_s \times f_s \times (d - y)$$

$$= 278157178,1 \text{ Nmm}$$

$$= 278,1571781 \text{ kNm}$$

Eksentrisitas pada kondisi seimbang

$$E_b = M_{nb}/P_{nb}$$

$$= 0,17411657 \text{ m}$$

$$= 174,116572 \text{ mm}$$

$$\phi \times P_{nb} = 1038,397 \text{ kN}$$

$$\phi \times M_{nb} = 222,5257 \text{ Kn}$$

e. kapasitas penampang pada kondisi momen murni ($p = 0$)

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

$$F_c' \times b$$

$$= 112,8982128 \text{ kNm}$$

$$\phi M_n = 90,3185702 \text{ kNm}$$

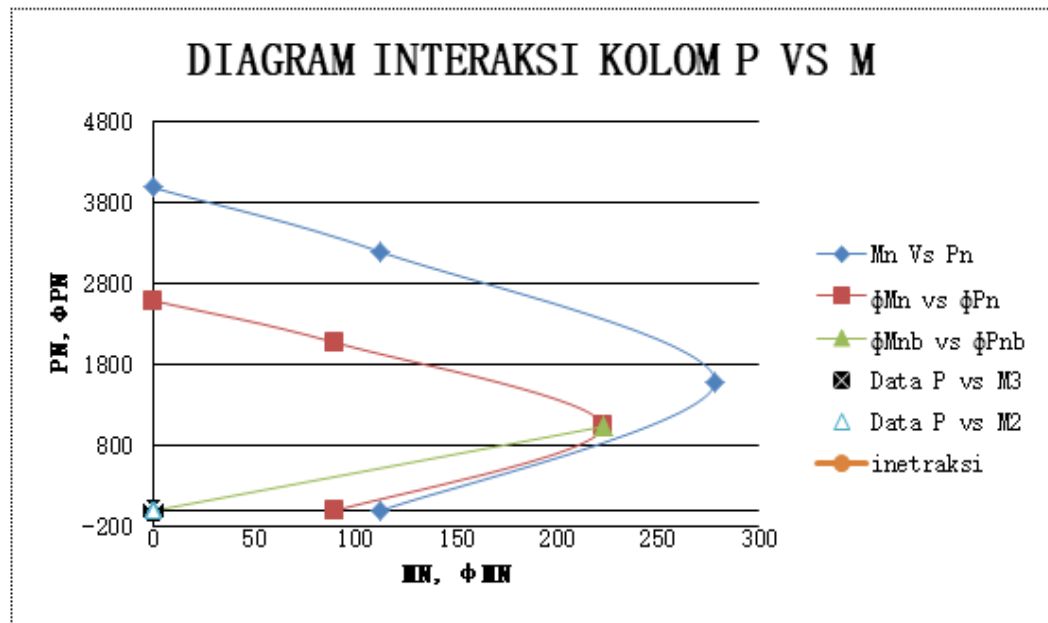
Syarat :

$$\phi M_n \geq M_u$$

$$90,319 \geq 71,5361 \dots \text{ok}$$

$$\phi P_n \geq P_u$$

$$2.077,792 \geq 897,021 \dots \text{ok}$$



(Gambar 4.15 Diagram Interaksi Kolom Pvs M)

2. Kolom anak 30 x 30

a. Data material kolom

Kuat tekan beton : f'_c (Mpa) 20,75

Tegangan leleh baja : f_y (Mpa) 270,00

Faktor reduksi geser : ϕ_s 0,75

Dimensi kolom

Lebar kolom : b (mm) 300,00

Tinggi kolom : h (mm) 300,00

Selimut beton : d' (mm) 30,00

Tinggi efektif beton : $d = h - d'$ (mm) 270,00

b. Tulangan geser kolom

Tulangan geser kolom (sengkang)		2d10-100mm
Diameter sengkang	: ds	(mm) 10,00
Luas penampang sengkang:Av	= 2 [1/4 π ds ²]	(mm ²)157,08
Jarak antar sengkang	: s	(mm) 100,00
Jarak sengkang maksimum:	smax	(mm) 135,00

Kontrol jarak antar tulangan geser kolom

$$s \leq s_{max}$$
$$100,00 \text{ mm} \leq 135,00 \text{ mm} \dots \text{ok}$$

Kuat geser beton dan baja tulangan

Kuat geser beton : $V_c = 1/6[\sqrt{f'_c}]/(b d)] (kN) 61,50$

Kuat geser tulangan geser : $V_s = (A_v f_y d) / s (kN) 114,51$

Kuat geser nominal kolom

Kuat geser nominal kolom : $V_n = V_c + V_s (kN) 176,01$

Kuat geser rencana kolom

Kuat geser rencana kolom : $V_r = \phi_s V_n (kN) 132,00$

Gaya geser ultimit kolom

Kuat geser ultimit kolom : $V_u (kN) 13,44$

Kontrol kuat geser rencana kolom

$$V_r \geq V_u$$
$$132,00 \text{ KN} \geq 13,44 \text{ KN} \dots \text{ok}$$

Maka tulangan geser yang dipakai adalah : Tumpuan d 10 – 100

Tulangan utama kolom

$$b = 300 \text{ mm}$$

$$h = 300 \text{ mm}$$

$$D = 16 \text{ mm}$$

$$f'_c = 20,75 \text{ Mpa}$$

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

$$d = 270 \text{ mm}$$

$$d' = 30 \text{ mm}$$

$$n.tul = 6 bh$$

$$y = 150 \text{ mm}$$

a. kapasitas maksimum (P_o) dari kolom

$$\begin{aligned} P_o &= 0,85 \times f_c (A_g - A_{st}) + A_{st} \times f_y \\ &= 0,85 \times f_c (90000 - 804,2477) + 804,2477 \times 400 \\ &= 2048646,253 \text{ N} \\ &= 2048,646253 \text{ kN} \end{aligned}$$

b. Kekuatan nominal maksimum penampang kolom

$$\begin{aligned} P_n (\text{max}) &= 0,8 \times P_o \\ &= 0,8 \times 2048,6463 \\ &= 1638,917 \text{ kN} \end{aligned}$$

Eksentrisitas minimum

$$e_{\min} = 0,1 \times h$$

$$= 0,1 \times 300$$

$$= 30 \text{ mm}$$

c. kuat tekan rencana kolom

$$\begin{aligned} \phi P_n (\text{max}) &= \phi \times 0,8 \times P_o \\ &= 0,65 \times 0,8 \times P_o \\ &= 1065,2961 \text{ kN} \end{aligned}$$

d. Kapasitas penampang pada kondisi seimbang (*balance*)

$$P_{nb} = 0,85 \times f'_c \times a_b \times b + A_s' \times f_s' - A_s \times f_y \quad (f_s' = f_y)$$

$$= 0,85 \times 20,8 \times 0,85 \times 600 \times d \times 300$$

$$600 + f_y$$

$$= 0,85 \times 24,9 \times 0,85 \times 600 \times 270 \times 300$$

$$600 + 400$$

$$= 728605,125 \text{ N}$$

$$= 728,605125 \text{ Kn}$$

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

$$C_b = 600 \times d$$

$$600 + f_y$$

$$= 600 \times 270$$

$$600 + 400$$

$$= 162 \text{ mm}$$

$$a_b = 0,85 \times C_b$$

$$\begin{aligned}
&= 0,85 \times 162 \\
&= 137,7 \text{ mm} \\
fs' &= \frac{Es \times \epsilon's}{c} = 600 \times (c - d') \\
&= \frac{600 \times (162 - 30)}{162} \\
&= 488,88889 \\
fs &= \frac{Es \times \epsilon's}{c} = 600 \times (c - d') \\
&= \frac{600 \times (270 - 162)}{162} \\
&= 400 \\
Mnb &= 0,85 \times f'c \times ab \times b \times (y - ab/2) + As' \times fx' \times (h/2 - d') \\
&\quad + As \times fs \times (d - y) \\
&= 117032141,7 \text{ Nmm} \\
&= 117,0321417 \text{ kNm}
\end{aligned}$$

Eksentrisitas pada kondisi seimbang

$$\begin{aligned}
Eb &= Mnb/Pnb \\
&= 0,16062492 \text{ m} \\
&= 160,624922 \text{ mm} \\
\phi \times Pnb &= 473,5933 \text{ kN} \\
\phi \times Mnb &= 93,62571 \text{ Kn}
\end{aligned}$$

e. kapasitas penampang pada kondisi momen murni (p = 0)

$$M_n = A_s \times f_y (d - 0,59 \times A_s \times f_y)$$

$$F'c \times b$$

$$= 59,62666055 \text{ kNm}$$

$$\phi M_n = 47,7013284 \text{ kNm}$$

Syarat :

$$\phi M_n \geq M_u$$

$$47,701 \geq 35,591 \dots \text{ok}$$

$$\phi P_n \geq P_u$$

$$1.065,296 \geq 150,163 \dots \text{ok}$$

4.4.3 Pelat Lantai

Pembebanan pada pelat lantai

Beban Mati

Berat Jenis Beton = 2400 kg/m³

Tebal Pelat Lantai = 0,12 m

Lantai Keramik = 24 kg/m²

MEP = 30 kg/m²

Spesi per cm tebal = 21 kg/m²

Plafond = 20 kg/m²

Beban Mati pada Pelat Lantai

Beton = 2400 kg/m²

Lantai Keramik = 24 kg/m²

MEP = 25 kg/m²

Spesi tebal 2 cm = 42 kg/m²

Beban Dinding = 250 kg/m²

Plafond	= 20	kg/m ²
Total	= 2766	kg/m ²
Beban Hidup	= 488,44	kg/m ²
Beban Ultimit (Qu)	= 1,2 D + 1,6 L	
	= 4.100,704	kg/m ²
Selimut Beton (d)	= 30	mm
Tebal Pelat	= 120	mm
f'c	= 24,9	Mpa
fy	= 290	Mpa
Tulangan Pokok, D	= 10	mm
Tinggi efektif tulangan		
dx	= Tbl pelat – se.beton x (0,5 x d)	
	= 120 – 30 – (0,5 x 13)	
	= 85	mm
dy	= Tbl pelat – se.beton – d x (0,5 x d)	
	= 120 – 30 – 85 x (0,5 x 10)	
	= 75	mm
Qu	= 4.100,704	kg/m ²
	= 40,22790624	kN/m ²
Sisi pendek , Lx	= 4	m
Sisi panjang, Ly	= 7	m
Ly/Lx	= 1,75	

Momen di dalam pelat persegi yang menumpu pada keempat tepinya akibat beban terbagi rata

l_y/l_x	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	2,0	2,1	2,2	2,3	2,4	2,5	>2,5	
I	Mlx = +0,001 qlx ² X	44	52	59	66	73	78	84	88	93	97	100	103	106	108	110	112	125
	Mly = +0,001 qlx ² X	44	45	45	44	44	43	41	40	39	38	37	36	35	34	33	32	25
II	Mlx = +0,001 qlx ² X	21	25	28	31	34	36	37	38	40	40	41	41	41	42	42	42	42
	Mly = +0,001 qlx ² X	21	21	20	19	18	17	16	14	13	12	12	11	11	11	10	10	8
III	Mlx = +0,001 qlx ² X	28	33	38	42	45	48	51	53	55	57	58	59	59	60	61	61	63
	Mly = +0,001 qlx ² X	28	28	27	26	25	23	23	22	21	19	18	17	17	16	16	13	13
IVA	Mlx = +0,001 qlx ² X	22	28	34	42	49	55	62	68	74	80	85	89	93	97	100	103	125
	Mly = +0,001 qlx ² X	32	35	37	39	40	41	41	41	41	40	39	38	37	36	35	35	25
IVB	Mlx = +0,001 qlx ² X	32	34	36	38	39	40	41	41	42	42	42	42	42	42	42	42	42
	Mly = +0,001 qlx ² X	22	20	18	17	15	14	13	12	11	10	10	9	9	9	9	8	8
VA	Mlx = +0,001 qlx ² X	31	38	45	53	60	66	72	78	83	88	92	96	99	102	105	108	125
	Mly = +0,001 qlx ² X	37	39	41	41	42	42	41	41	40	39	38	37	36	35	35	35	25
VB	Mlx = +0,001 qlx ² X	37	41	45	48	51	53	55	56	58	59	60	60	60	61	61	62	63
	Mly = +0,001 qlx ² X	31	30	28	27	25	24	22	21	20	19	18	17	17	16	16	15	13
VIA	Mlx = +0,001 qlx ² X	21	26	31	36	40	43	46	49	51	53	55	56	57	58	59	60	63
	Mly = +0,001 qlx ² X	26	27	28	28	27	26	25	23	22	21	21	20	20	19	19	18	13
VIB	Mlx = +0,001 qlx ² X	26	29	32	35	36	38	39	40	40	41	41	42	42	42	42	42	42
	Mly = +0,001 qlx ² X	21	20	19	18	17	15	14	13	12	11	11	10	10	10	10	10	8
VIB	Mlx = +0,001 qlx ² X	60	66	71	74	77	79	80	82	83	83	83	83	83	83	83	83	83
	Mly = +0,001 qlx ² X	35	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37	37

Gambar 4.16 Momen Pada Plat

(Sumber : SNI Pembebanan Gedung 1983)

Nilai Koefisien Momen berdasarkan Grafik dan Tabel Perhitungan Beton Bertulang.

$$C_x = 40$$

$$C_y = 12,5$$

Momen-momen yang Bekerja pada Pelat

$$\begin{aligned} M_{ulx} &= 0,001 \times Q_u \times L_x^2 \times C_x \\ &= 25,74585999 \text{ kN.m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_{uly} &= 0,001 \times Q_u \times L_x^2 \times C_y \\ &= 24,63959257 \text{ kN.m} \end{aligned}$$

Perencanaan Tulangan Arah $M_{ulx} = - M_{utx}$

$$M_{ulx} = 25,74585999 \text{ kN.m}$$

$$M_u/\phi = 32,18232499 \text{ kN.m}$$

$$m = 11,33947555$$

Koefisien Ketahanan (R_n) diambil nilai b tiap 1000 mm

$$\begin{aligned} R_n &= M_u/\phi * 1000000 / 1000 \times D_x^2 \\ &= 4,454301037 \text{ Mpa} \end{aligned}$$

Rasio Tulangan

$$\begin{aligned}\rho_{\min} &= 0,005833333 \\ \rho_b &= 0,053542411 \\ \rho_{\max} &= 0,040156808 \\ \rho_{\text{aktual}} &= 0,020471741 \\ 1.33 \cdot \rho_{\text{aktual}} &= 0,028034702 \\ \rho_{\text{pakai}} &= 0,021078723 \\ A_s \text{ perlu} &= 1791,691497 \text{ mm}^2\end{aligned}$$

Jarak antar Tulangan

$$s = 43,813346628 \text{ mm}$$

Syarat

$$s \leq 2h \quad \text{OK}$$

$$s \leq 250 \quad \text{OK}$$

Maka dipilih s terkecil yaitu 150 mm

Kontrol terhadap kapasitas momen (M_n)

$$A_s \text{ ada} = 523,3333333 \text{ mm}^2$$

$$a = 5,934325537 \text{ mm}$$

$$M_n = 10.303.324.356.248,50 \text{ kNm}$$

$$M_u/\phi = 32,18232499 \dots\dots\dots \text{Aman}$$

Perencanaan Tulangan Arah Muly = - Muty

$$M_{\text{uly}} = 24,63959257 \text{ kNm}$$

$$M_u/\phi = 30,79949072 \text{ kNm}$$

$$m = 11,33947555 \text{ kNm}$$

Koefisien Ketahanan (R_n) diambil nilai b tiap 1000 mm

$$R_n = 5,475465016 \text{ Mpa}$$

Rasio Tulangan

$$\rho_{\min} = 0,005833333$$

$$\rho_b = 0,053542411$$

ρ maks	=	0,040156808
ρ aktual	=	0,026924634
1.33* ρ aktual	=	0,035809763
ρ pakai	=	0,026924634
As perlu	=	2019,347562 mm ²

Jarak antar Tulangan

s	=	38,87394199 mm
---	---	----------------

Syarat

s	≤	2h	OK
---	---	----	----

s	≤	250	OK
---	---	-----	----

Maka dipilih s terkecil yaitu 150 mm

Kontrol terhadap kapasitas momen (M_n)

As ada	=	523,3333333 mm ²
--------	---	-----------------------------

a	=	5,934325537 mm
---	---	----------------

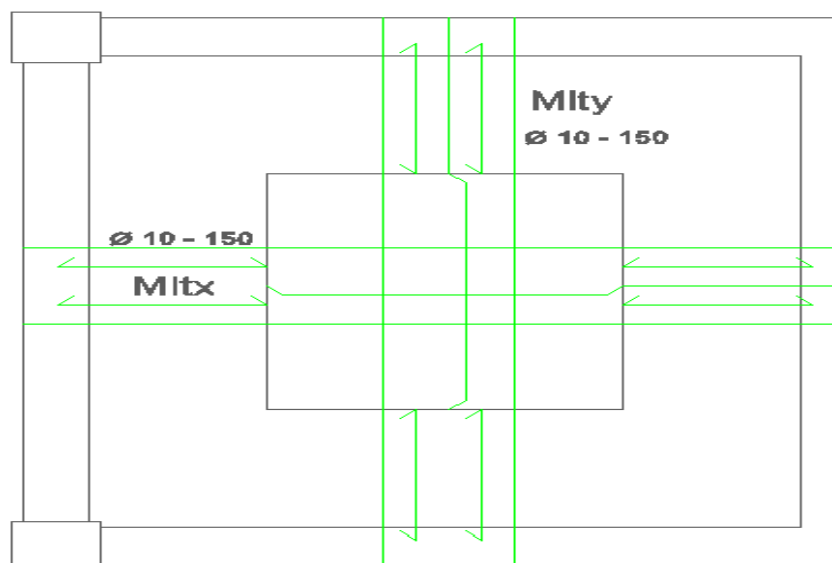
M_n	=	1,03033E+13 kNm
-------	---	-----------------

M_u/ϕ	=	30,79949072Aman
------------	---	-------------	-----------

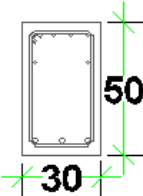
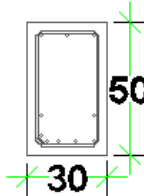
Maka tulangan yang dipakai

Arah x	=	Ø10 - 150
--------	---	-----------

Arah y	=	Ø10 - 150
--------	---	-----------

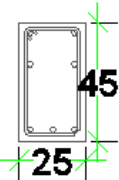
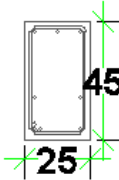


4.3 Rekap Penulangan Balok, Kolom, dan Pelat

balok 30/50		
Keterangan	Tumpuan	Lapangan
Sketsa Gambar		
Tulangan Atas	4D 16	3D 16
Tulangan Tengan	2D 16	2D 16
Tulangan bawah	3D 16	4D 16
Sengkang	Ø 10 - 100	Ø 10 - 150

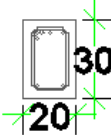
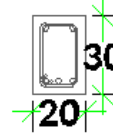
Gambar 4.17 Balok (B.1) 30cm x 50cm

Sumber: Autocad

balok sloof 25/45		
Keterangan	Tumpuan	Lapangan
Sketsa Gambar		
Tulangan Atas	2D 13	3D 13
Tulangan Tengan	2D 13	2D 13
Tulangan bawah	3D 13	2D 13
Sengkang	Ø 10 - 100	Ø 10 - 150

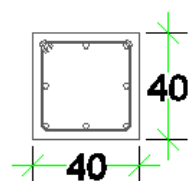
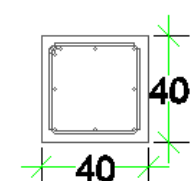
Gambar 4.18 Balok (B.2) 25cm x 45 cm

Sumber: Autocad

balok 20/30		
Keterangan	Tumpuan	Lapangan
Sketsa Gambar		
Tulangan Atas	3D 12	2D 12
Tulangan Tengan	-	
Tulangan bawah	2D 12	3D 12
Sengkang	Ø 10 - 100	Ø 10 - 150

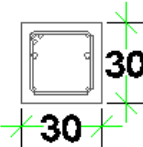
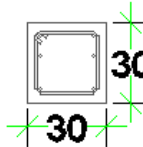
Gambar 4.19 Balok (B.3) 20cm x 30cm

Sumber: Autocad

Kolom 40/40		
Keterangan	Tumpuan	Lapangan
Sketsa Gambar		
Tulangan Atas	3D 16	3D 16
Tulangan Tengan	2D 16	2D 16
Tulangan bawah	3D 16	3D 16
Sengkang	Ø 10 - 100	Ø 10 - 100

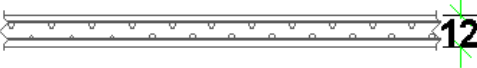
Gambar 4.20 Kolom (K – 1) 40cm x 40cm

Sumber: Autocad

Kolom 30/30		
Keterangan	Tumpuan	Lapangan
Sketsa Gambar		
Tulangan Atas	2D 16	2D 16
Tulangan Tengan	2D 16	2D 16
Tulangan bawah	2D 16	2D 16
Sengkang	Ø 10 - 100	Ø 10 - 100

Gambar 4.21 Kolom (K – 2) 30cm x 30cm

Sumber: Autocad

K.1 (40/40cm)	
Keterangan	
Sketsa Gambar	
Tulangan Atas	Ø 10 - 150
Tulangan bawah	Ø 10 - 150

Gambar 4.22 Penulangan Lantai

Sumber: Autocad

BAB V

PENUTUP

5.1. Kesimpulan

hasil perencanaan struktur yang dikerjakan pada gedung Badan Pemberdayaan Masyarakat dan Nagari kabupaten Pasaman Barat, dapat kesimpulan sebagai berikut:

1. Dimensi kolom yang digunakan dalam pemodelan adalah
 - a. Balok (B-1) 7 m : 30cm x 50cm
 - b. Balok (B-2) 7 m : 25cm x 45cm
 - c. Balok (B-3) 7 m : 20cm x 30cm
2. Dimensi kolom yang dipakai yaitu
 - a. Kolom lantai 3 : 30cm x 30 cm
 - b. Kolom Lantai 2 : 40cm x 40cm
 - c. Kolom lantai 1 : 40cm x 40cm
3. Perhitungan Penulangan

Tabel 5.1 Rekap Penulangan Balok

<u>Nama</u>	<u>Dimensi</u>	<u>Sengkang tumpuan</u>	<u>Sengkang Lapangan</u>	<u>Tulangan Atas</u>	<u>Tulangan Bawah</u>
<u>Balok Sloof</u>	25cm x 45cm	Ø10 - 100	Ø10 - 150	4D - 13	3D - 13
<u>Balok Induk</u>	30cm x 50cm	Ø10 - 100	Ø10 - 150	6D - 16	3D - 16
<u>Balok Anak</u>	20cm x 30cm	Ø10 - 100	Ø10 - 150	3D - 12	2D - 12

Tabel 5.2 Rekap Penulangan Kolom

<u>Nama</u>	<u>h (cm)</u>	<u>b (cm)</u>	<u>Tulangan</u>	<u>sengkang</u>
<u>Kolom 1</u>	40	40	Ø10 - 100	8D - 16
<u>Kolom 2</u>	30	30	Ø10 - 100	6D - 16

Tabel 5.2 Rekap Penulangan Pelat Lantai

<u>Nama</u>	<u>Tebal</u>	<u>Tulangan Arah X</u>	<u>Tulangan Arah Y</u>
<u>Pelat</u>	15	Ø10 - 150	Ø10 - 150



5.2 Saran

Hasil perencanaan struktur atas Gedung Badan Pemberdayaan Masyarakat dan Nagari Kabupaten Pasaman Barat, penulis memberi saran sebagai berikut:

1. Untuk memperoleh hasil yang optimal diperlukan pekerja baik di pihak kontraktor maupun tukang bangunan melakukan pekerjaan sebaik mungkin seperti waktu, biaya, dan keselamatan
2. saat pekerjaan dilapangan diperlukan selalu mengecek material, mutu beton, mutu baja maupun pekerja yang melaksanakan pembangunan gedung tersebut


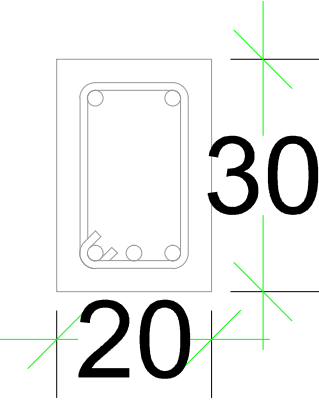


DAFTAR PUSTAKA

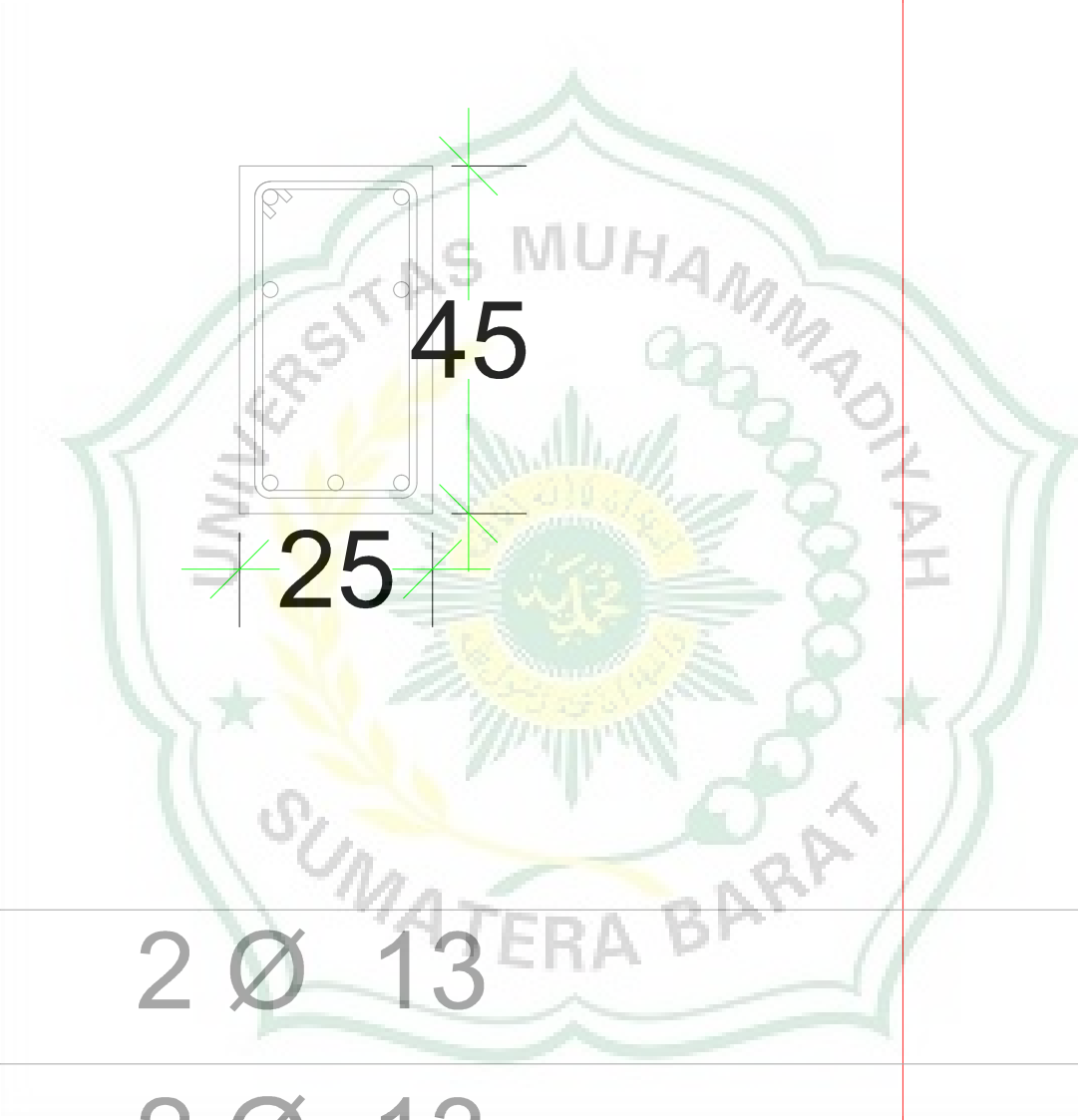
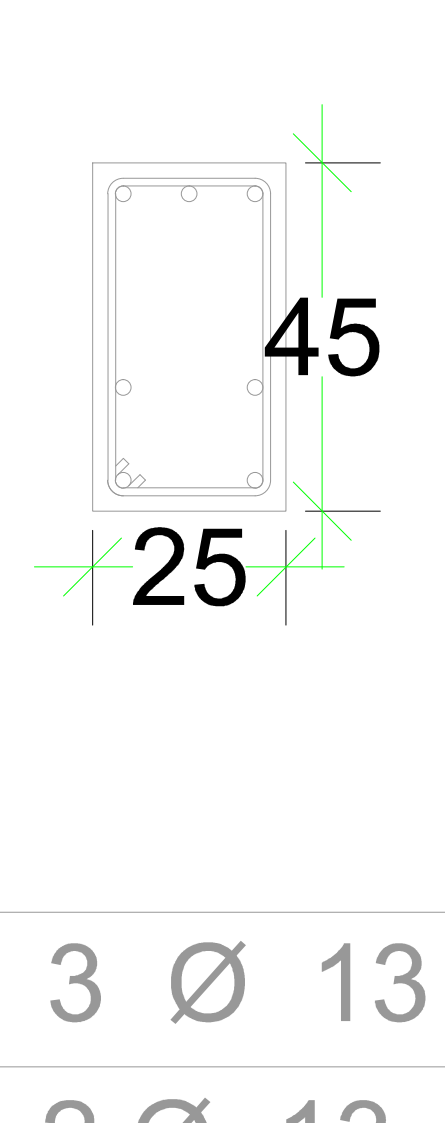
- Amrullah, W., Bagio, T. H., & Tistogondo, J. (2019). *Desain Perencanaan Struktur Gedung 38 Lantai Dengan Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK)*. Universitas Narotama Surabaya., Surabaya.
- Bastian, E. (2018). *Pengaruh Jenis Tulangan Terhadap Efektifitas Kinerja Balok Beton Bertulang*. Rang Teknik Journal, 1(2).
- Budi, H. L., & Christiyanto, R. (2010). *Perencanaan struktur gedung rusunawa Unimus* (Doctoral dissertation, Fakultas Teknik).
- Hanafi, M. B. (2015). *Perencanaan Struktur Apartemen 5 Lantai+ 1 Basement Dengan Sistem Rangka Pemikul Momen Menengah (SRPMM) Di Sukoharjo* (Doctoral dissertation, Universitas Muhammadiyah Surakarta).
- Ichwandri, Y. P. (2014). *Perencanaan Struktur Gedung Asrama Mahasiswa Universitas Sriwijaya Palembang Dengan Penahan Lateral Dinding Struktural* (Doctoral dissertation, Sriwijaya University).
- Kariso, P. H., Dapas, S. O., & Pandaleke, R. E. (2018). Perencanaan Struktur Gedung Beton Bertulang dengan Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus. *Jurnal Sipil Statik*, 6(6).
- Lisal, I., Taufik, T., & Khadavi, K. (2019). *Perencanaan Struktur Gedung Hotel Dengan Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus Di Kota Padang*. Abstract of Undergraduate Research, Faculty of Civil and Planning Engineering, Bung Hatta University, 2(2).
- Masril, Mt, 2019. *Analisis Perilaku Struktur Atas Gedung Asrama Pusdiklat Ipdn Baso, Bangunan Wing 1 Dengan Beban Gempa Berdasarkan Sni 03-1726-2012*.
- PBI., 1971., “Tabel untuk penentuan momen plat”.
- PBI., 1983., “Berat sendiri bahan bangunan dan komponen gedung. Beban hidup pada lantai gedung”.
- PPPURG., 1987., “Pedoman Perencanaan Pembebanan untuk Rumah dan Gedung”.

- Putra, R. S., Ridwan, A., Winarto, S., & Candra, A. I. (2020). *Study Perencanaan Struktur Atas Gedung Guest House 6 Lantai Di Kota Kediri*. Jurnal Manajemen Teknologi & Teknik Sipil, 3(1), 35-44.
- Sintyawati, L., Winarto, S., Ridwan, A., & Candra, A. I. (2018). *Studi Perencanaan Struktur Pondasi Tiang Pancang Gedung Fakultas Syariah Iain Ponorogo*. Jurnal Manajemen Teknologi & Teknik Sipil, 1(2), 227-237.
- SK SNI T-15-1991-03., “Kolom, Balok, Plat Lantai”.
- SNI 03-2847-2002., “Daerah tumpuan dan lapangan Pelat dua arah”.
- SNI 03-2847-2013., “Persyaratan beton struktural untuk bangunan gedung”.
Struktur Beton Bertulang, Standar baru SNI 1991-03.
- SNI 1726-2012., “Baja Tulangan Beton”
- Sumadi, D. A. N., & Budi Setiawan, S. T. (2018). *Perencanaan Struktur Gedung Kampus 6 Lantai (+ 1 Basement) Di Sukoharjo Dengan Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK)* (Doctoral dissertation, Universitas Muhammadiyah Surakarta).
- Wahyuni, F., Taufik, T., & Permata, R. (2019). *Perencanaan Struktur Gedung Perhotelan Dengan Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (Srpmk). (Studi Kasus: Perencanaan Resort Hotel Di Lawang Adventure Park, Kabupaten Agam Provinsi Sumatera Barat)*. Abstract of Undergraduate Research, Faculty of Civil and Planning Engineering, Bung Hatta University, 2(2).
- Wihartono, W. M. (2018). *Perencanaan Struktur Gedung Fakultas Teknik Universitas Moren di Jalan Kranggan Semarang* (Doctoral dissertation, Unika Soegijapranata Semarang).
- Wiyata, N. F., Daniswara, R. A., Sumirin, S., & Ahyar, M. R. (2020). *Perencanaan Struktur Atas Tahan Gempa Hotel Laras Asri Salatiga Berdasarkan SNI 1726-2019*. Prosiding Konferensi Ilmiah Mahasiswa Unissula (KIMU) Klaster Engineering. Medriosa, H., & Akbar, F. A. (2021). *Analisis Struktur Gedung Irna (Instalasi Rawat Inap) Rumah Sakit Umum Pasaman Barat Menggunakan Sni Beton Bertulang 2847: 2019 Dan Sni Gempa 1726: 2019*. Ensiklopedia of Journal, 3(4), 7-14.


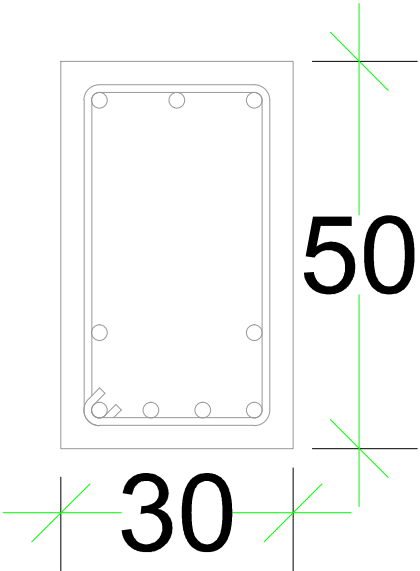
balok 20/30 Bentang 7 m

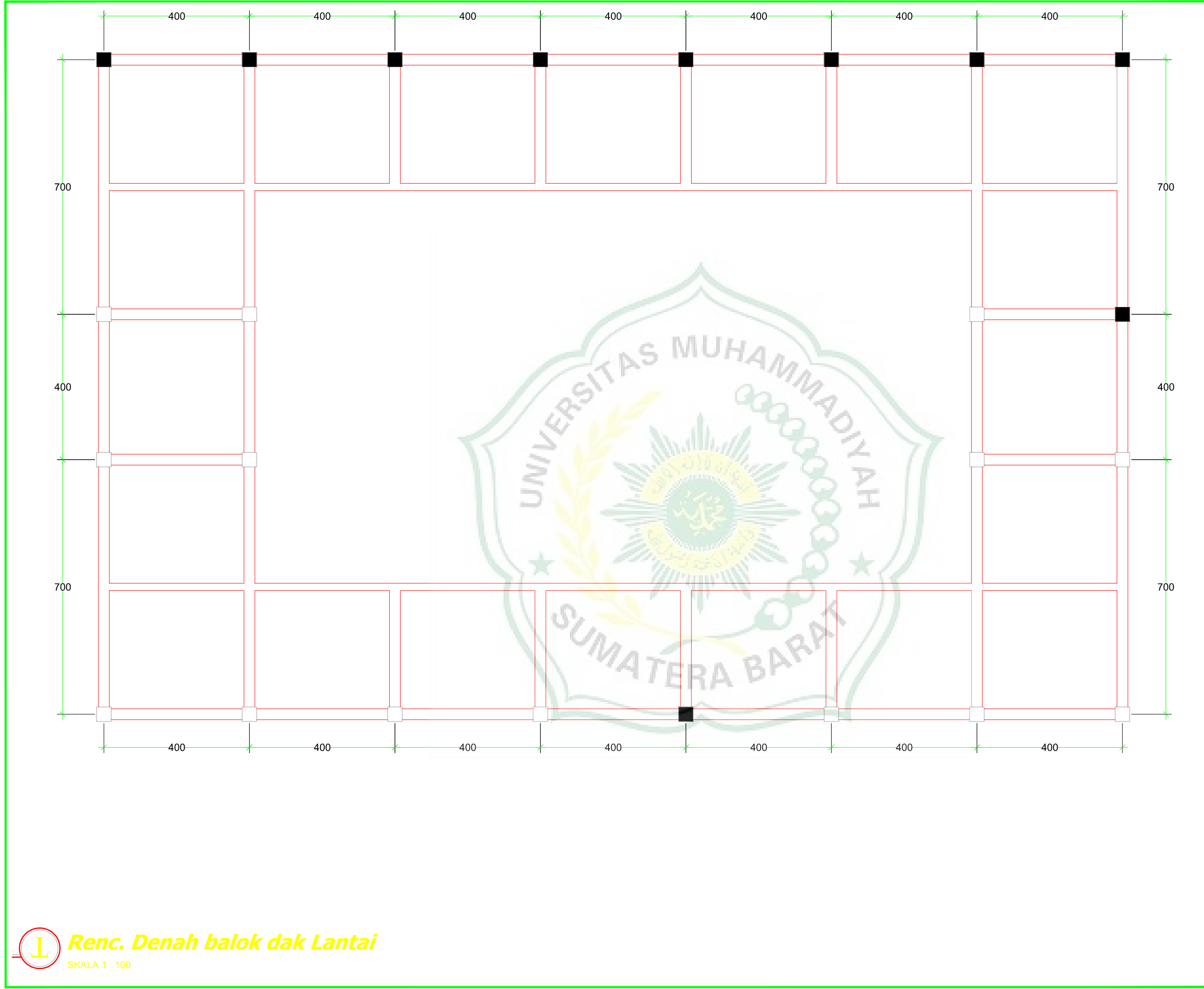
Keterangan	Tumpuan	Lapangan
Sketsa Gambar		
Tulangan Atas	3 Ø 12	2 Ø 12
Tulangan Tengan	-	
Tulangan bawah	2 Ø 12	3 Ø 12
Sengkang	Ø 10 - 100	Ø 10 - 150

balok sloof 25/45 Bentang 7 m

Keterangan	Tumpuan	Lapangan
Sketsa Gambar		
Tulangan Atas	2 Ø 13	3 Ø 13
Tulangan Tengan	2 Ø 13	2 Ø 13
Tulangan bawah	3 Ø 13	2 Ø 13
Sengkang	Ø 10 - 100	Ø 10 - 150

balok 30/50 Bentang 7 m

Keterangan	Tumpuan	Lapangan
Sketsa Gambar		
Tulangan Atas	4 Ø 16	3 Ø 16
Tulangan Tengan	2 Ø 16	2 Ø 16
Tulangan bawah	3 Ø 16	4 Ø 16
Sengkang	Ø 10 - 100	Ø 10 - 150



INFORMATION

Balok Induk = 25 x 45 cm
Balok Anak = 20 x 30 cm

PROJECT NAME

LOCATION

REVISION LIST

NO	DATE	NOTES

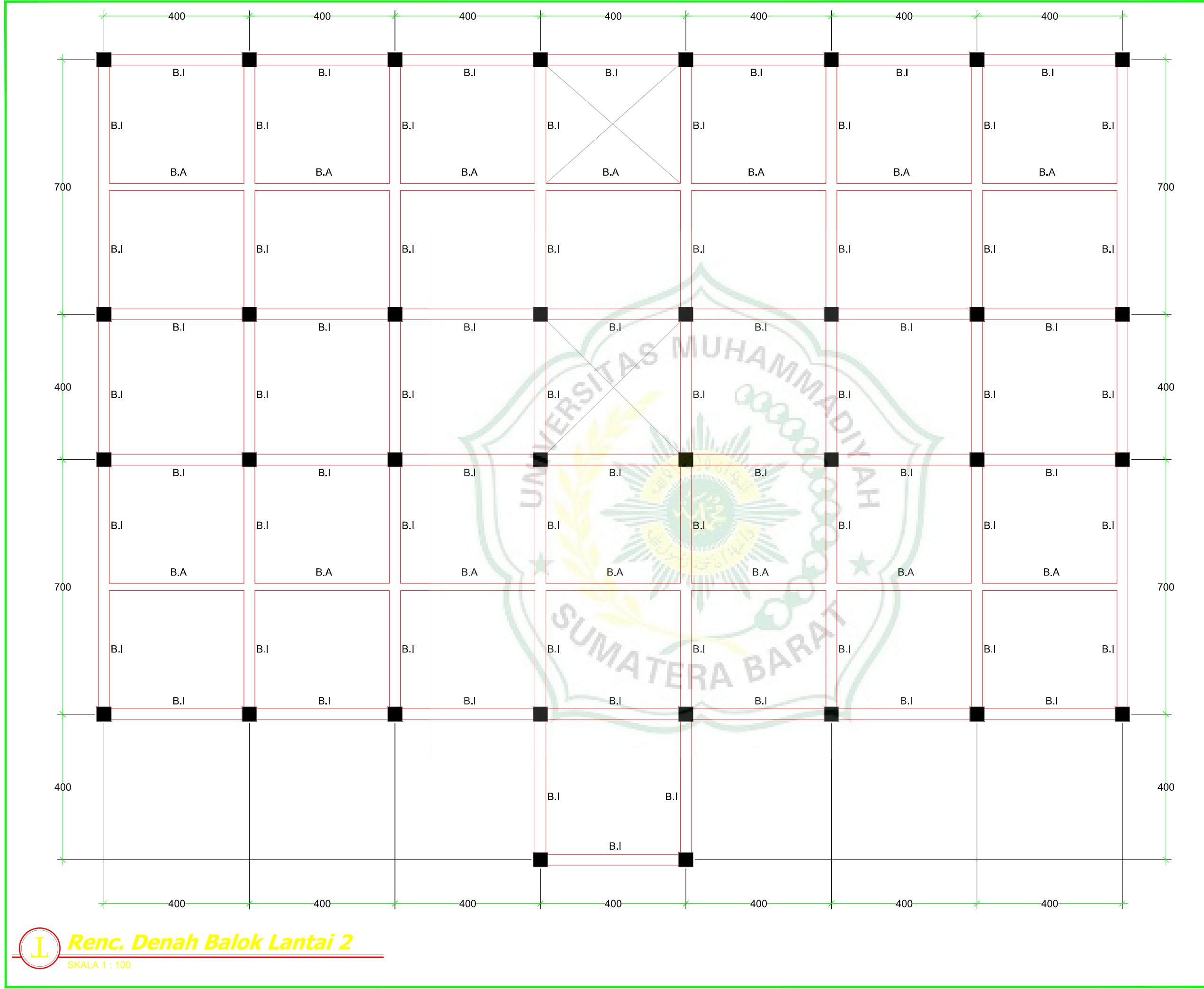
DRAWING TITLE

DRAW SCALE PAPER SIZE

A3

CHEKING BY APPROVED

DRAWN BY APPROVED



INFORMATION

Balok Induk = 30 x 50 cm
 Balok Anak = 20 x 30 cm

PROJECT NAME

LOCATION

REVISION LIST

NO	DATE	NOTES

DRAWING TITLE

DRAW SCALE

PAPER SIZE

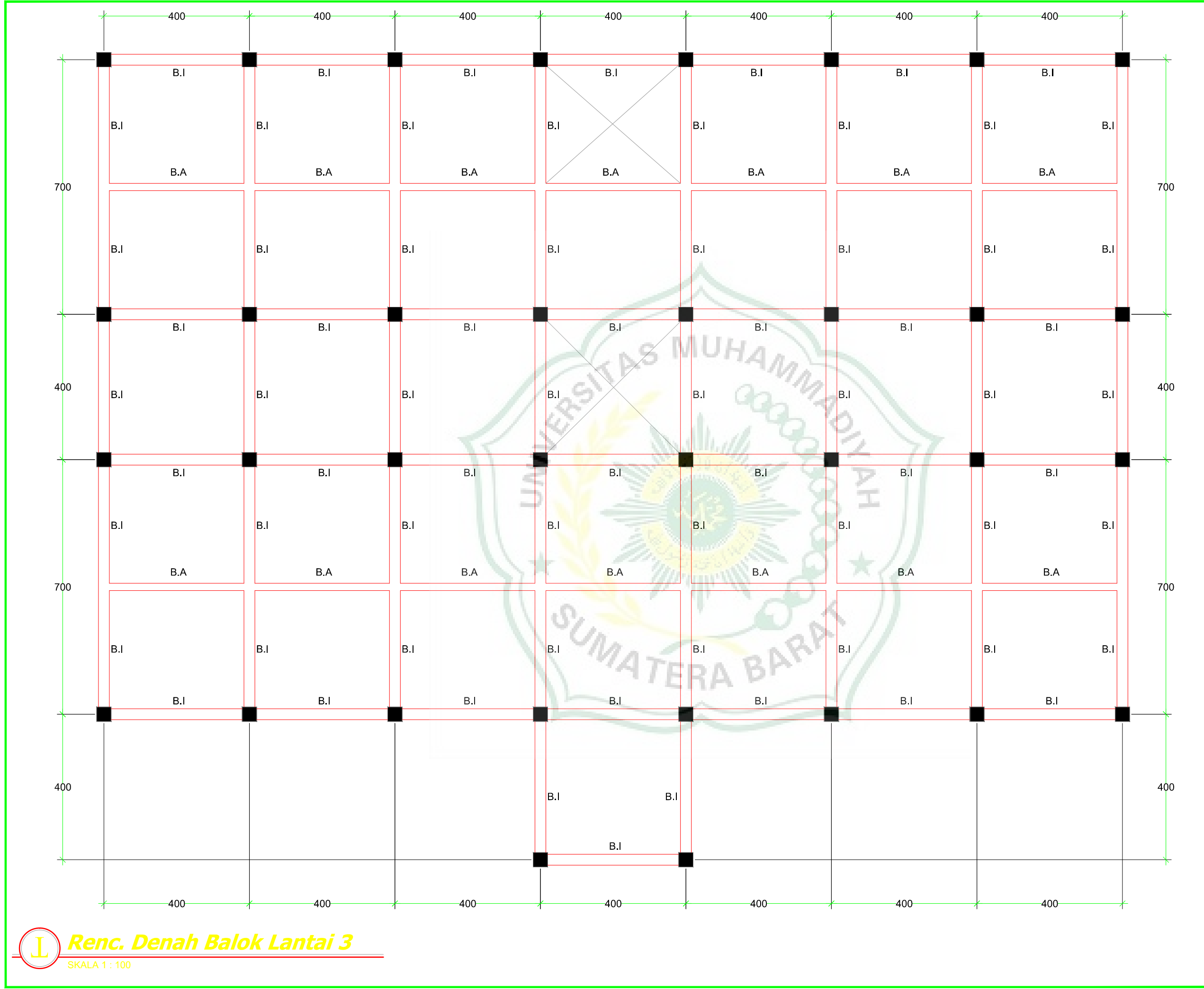
A3

CHEKING BY

APROVED

DRAWN BY

APROVED



INFORMATION

Balok Induk = 25 x 45 cm
Balok Anak = 20 x 30 cm

PROJECT NAME

.....

LOCATION

.....

REVISION LIST

NO	DATE	NOTES

DRAWING TITLE

.....

DRAW SCALE

PAPER SIZE

A3

CHEKING BY

APROVED

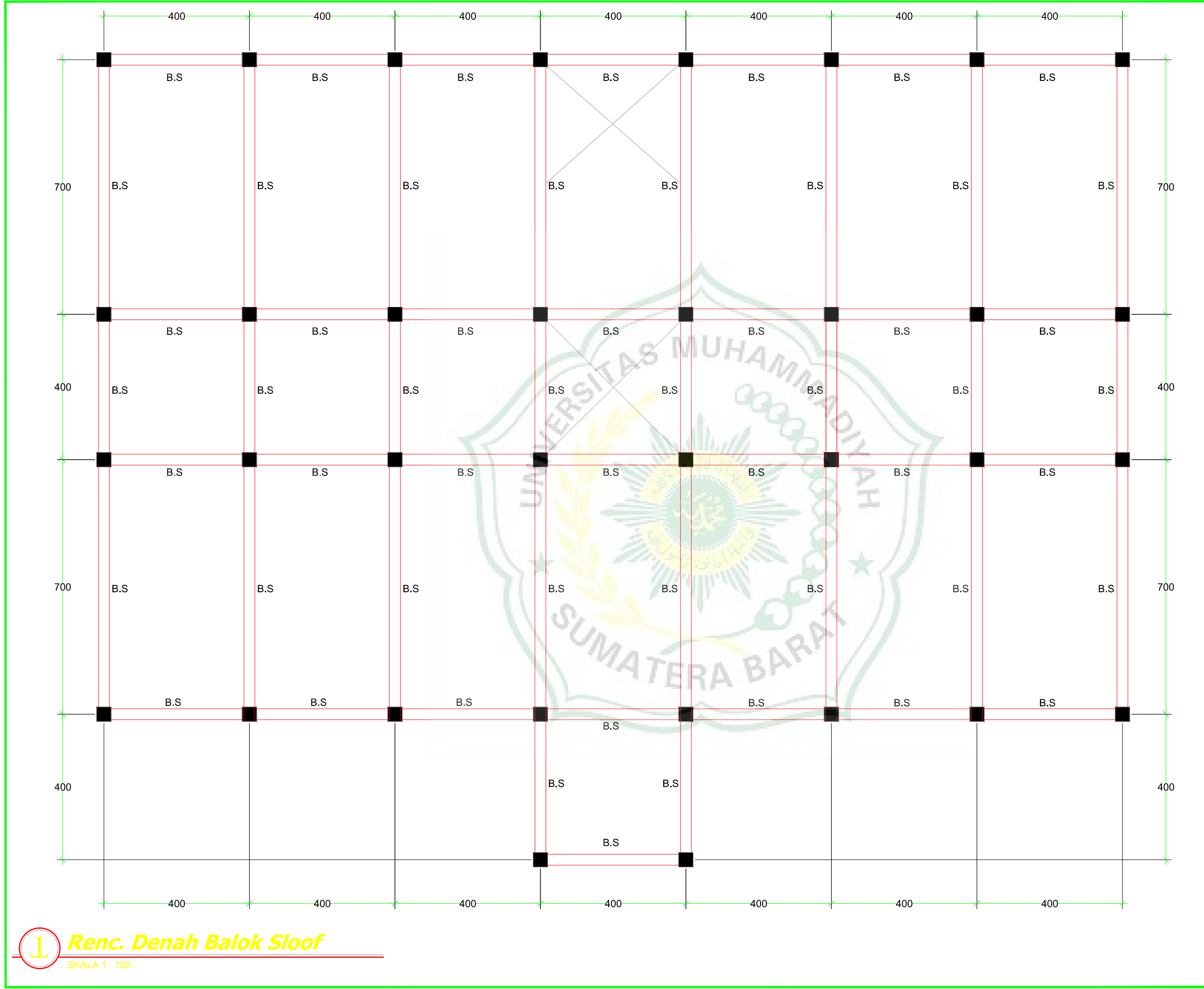
.....

DRAWN BY

APROVED

.....

Renc. Denah Balok Lantai 3
SKALA 1 : 100



INFORMATION

Balok Sloof = 25 x 45 cm

PROJECT NAME

.....

LOCATION

.....

REVISION LIST

NO	DATE	NOTES

DRAWING TITLE

.....

DRAW SCALE

PAPER SIZE

A3

CHEKING BY

APROVED

.....

DRAWN BY

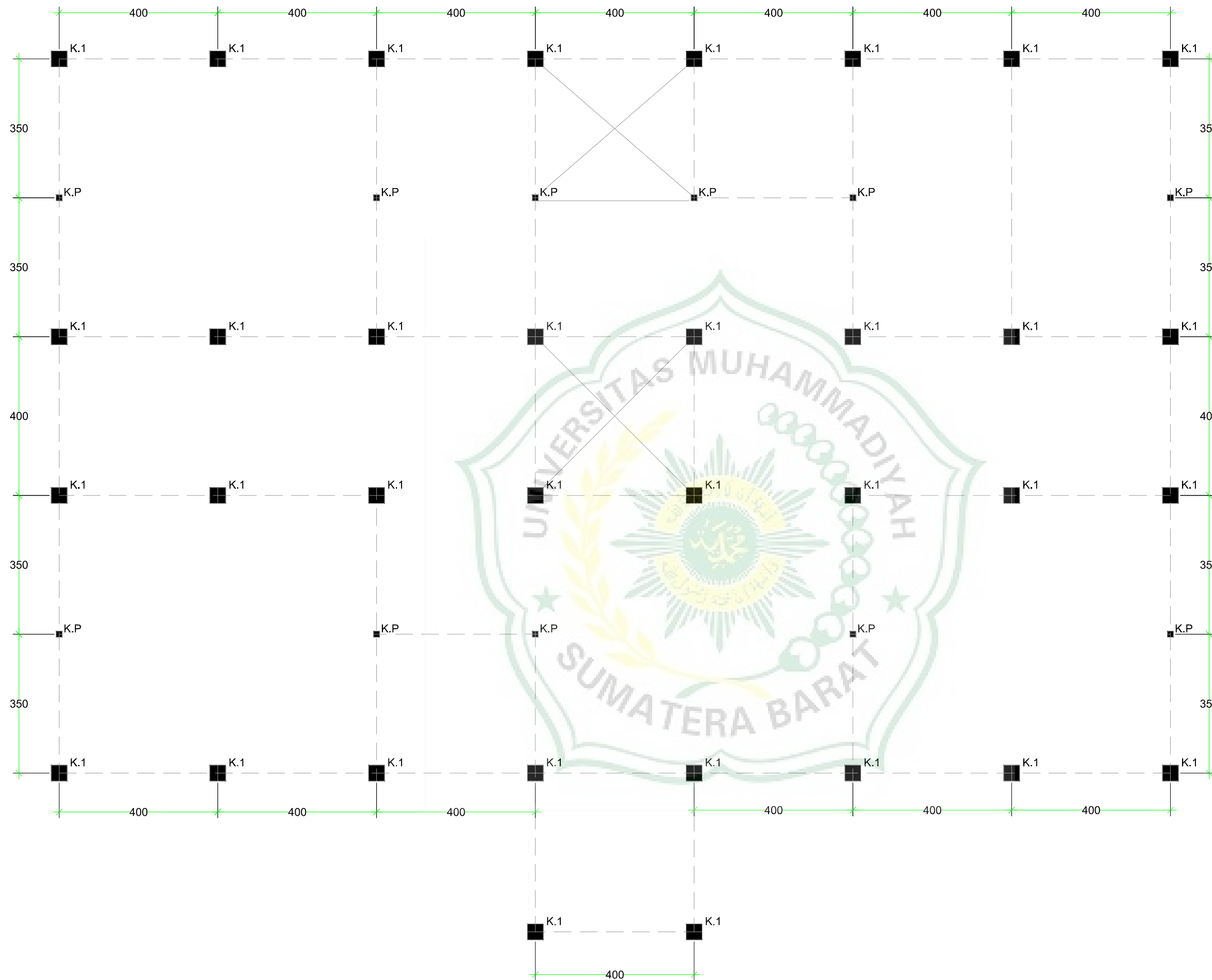
APROVED

.....

INFORMATION

Kolom Utama (K.1) = 40 x 40 cm

Kolom Praktis (K.P) = 15 x 15 cm



PROJECT NAME

LOCATION

REVISION LIST

NO	DATE	NOTES

DRAWING TITLE

DRAW SCALE

PAPER SIZE

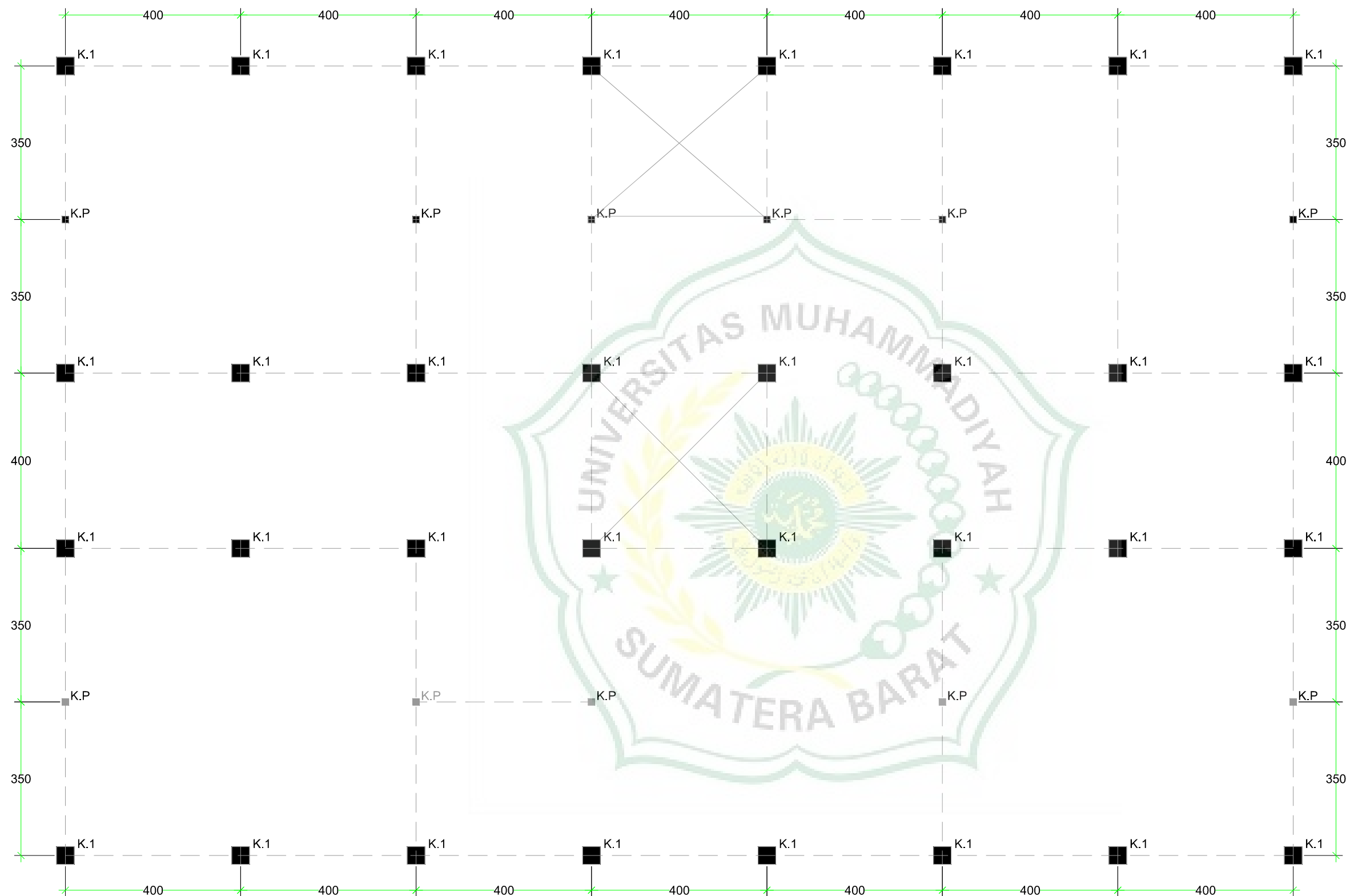
A3

CHEKING BY

APROVED

DRAWN BY

APROVED



Renc. Denah Kolom Lantai 2
 SKALA 1 : 100

PROJECT NAME

LOCATION

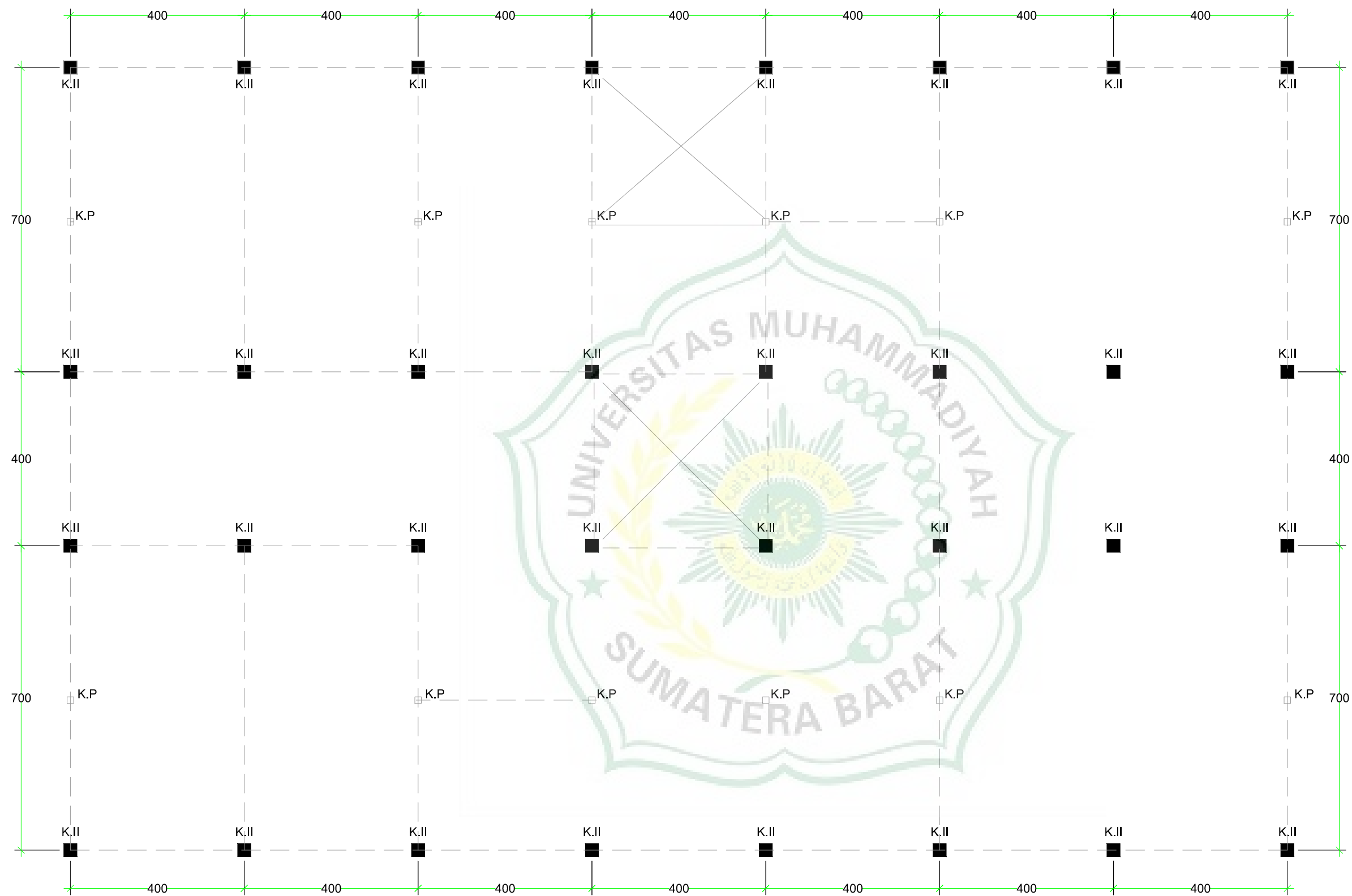
REVISION LIST

NO	DATE	NOTES

DRAWING TITLE

DRAW SCALE	PAPER SIZE
	A3

CHEKING BY	APROVED
DRAWN BY	APROVED



PROJECT NAME

LOCATION

REVISION LIST

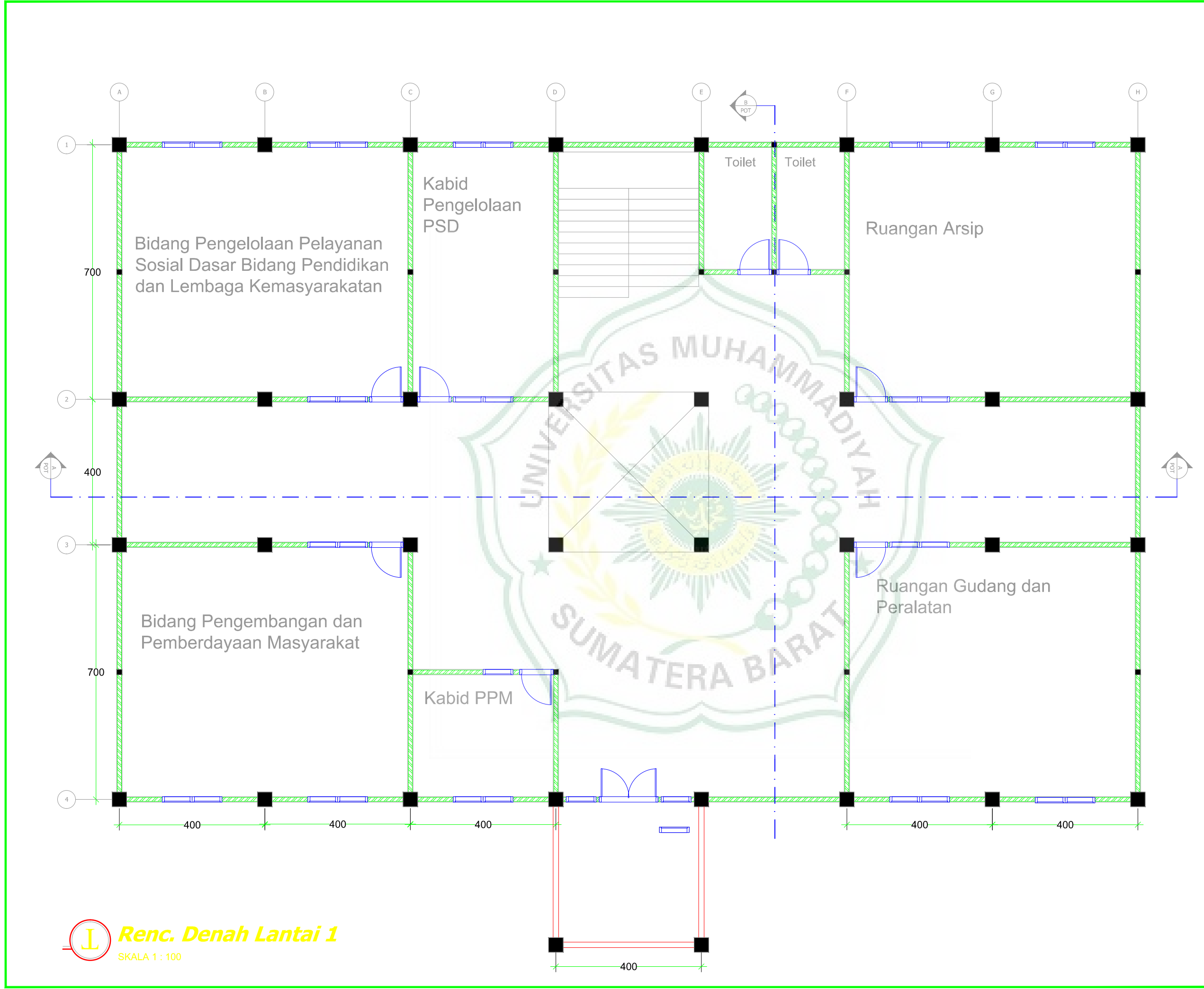
NO	DATE	NOTES

DRAWING TITLE

DRAW SCALE	PAPER SIZE
	A3

CHEKING BY	APROVED

DRAWN BY	APROVED



Renc. Denah Lantai 1
SKALA 1 : 100

INFORMATION

PROJECT NAME

LOCATION

REVISION LIST

NO	DATE	NOTES

DRAWING TITLE

DRAW SCALE

PAPER SIZE

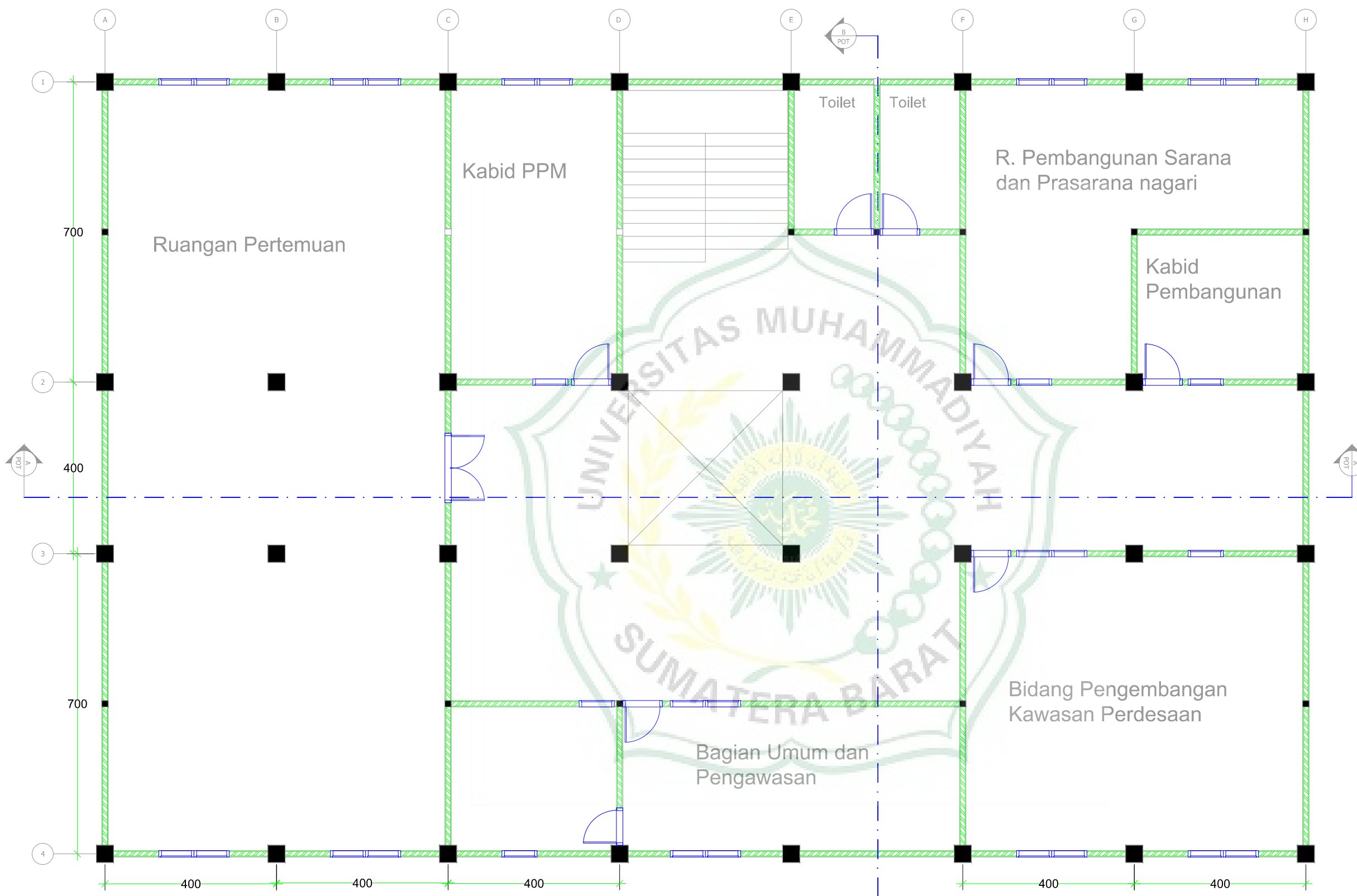
A3

CHEKING BY

APROVED

DRAWN BY

APROVED



PROJECT NAME

LOCATION

REVISION LIST

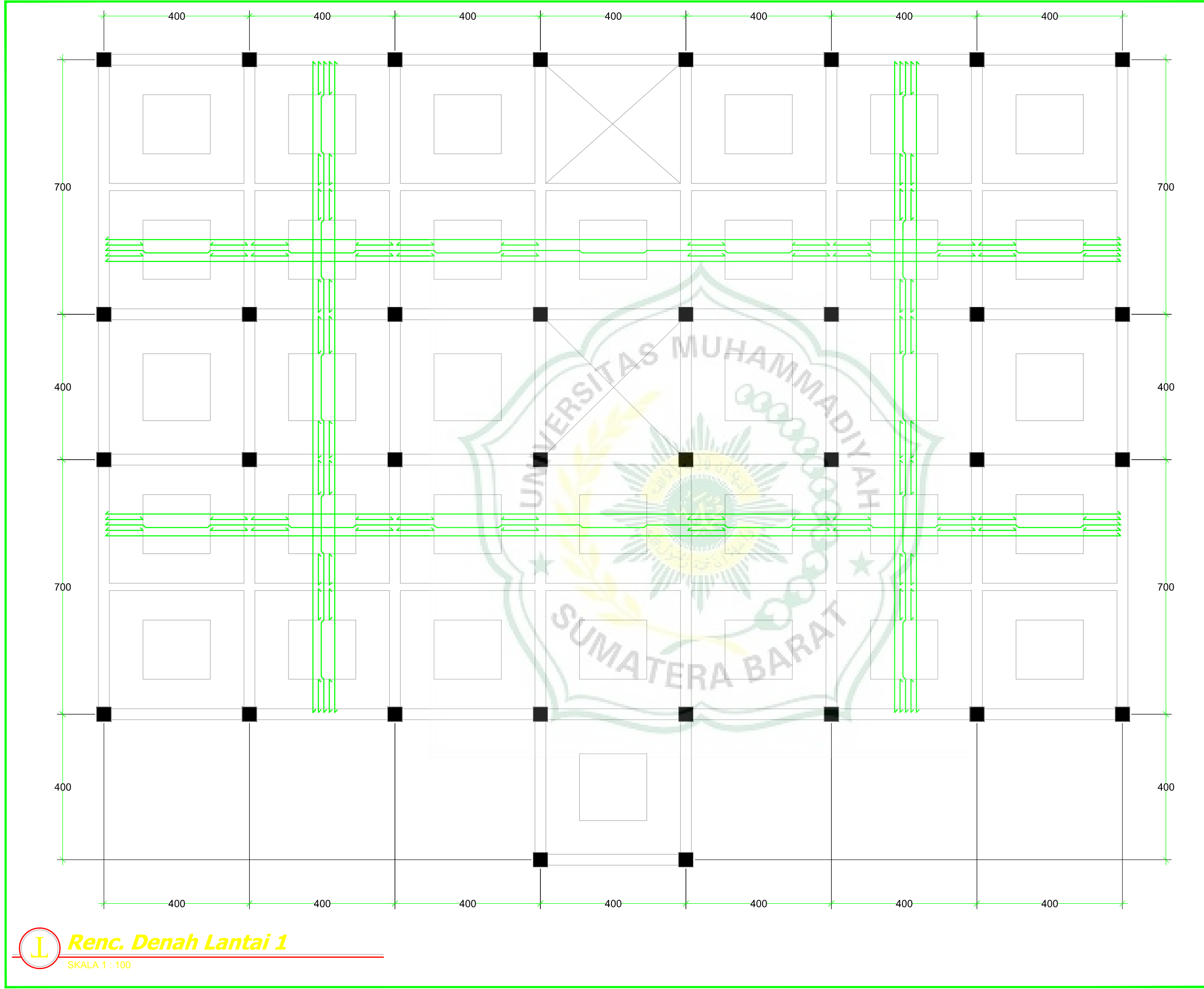
NO	DATE	NOTES

DRAWING TITLE

DRAW SCALE PAPER SIZE
A3

CHEKING BY APPROVED

DRAWN BY APPROVED



INFORMATION

Balok Induk = 30 x 50 cm
Balok Anak = 20 x 30 cm

PROJECT NAME

.....

LOCATION

.....

REVISION LIST

NO	DATE	NOTES

DRAWING TITLE

.....

DRAW SCALE PAPER SIZE

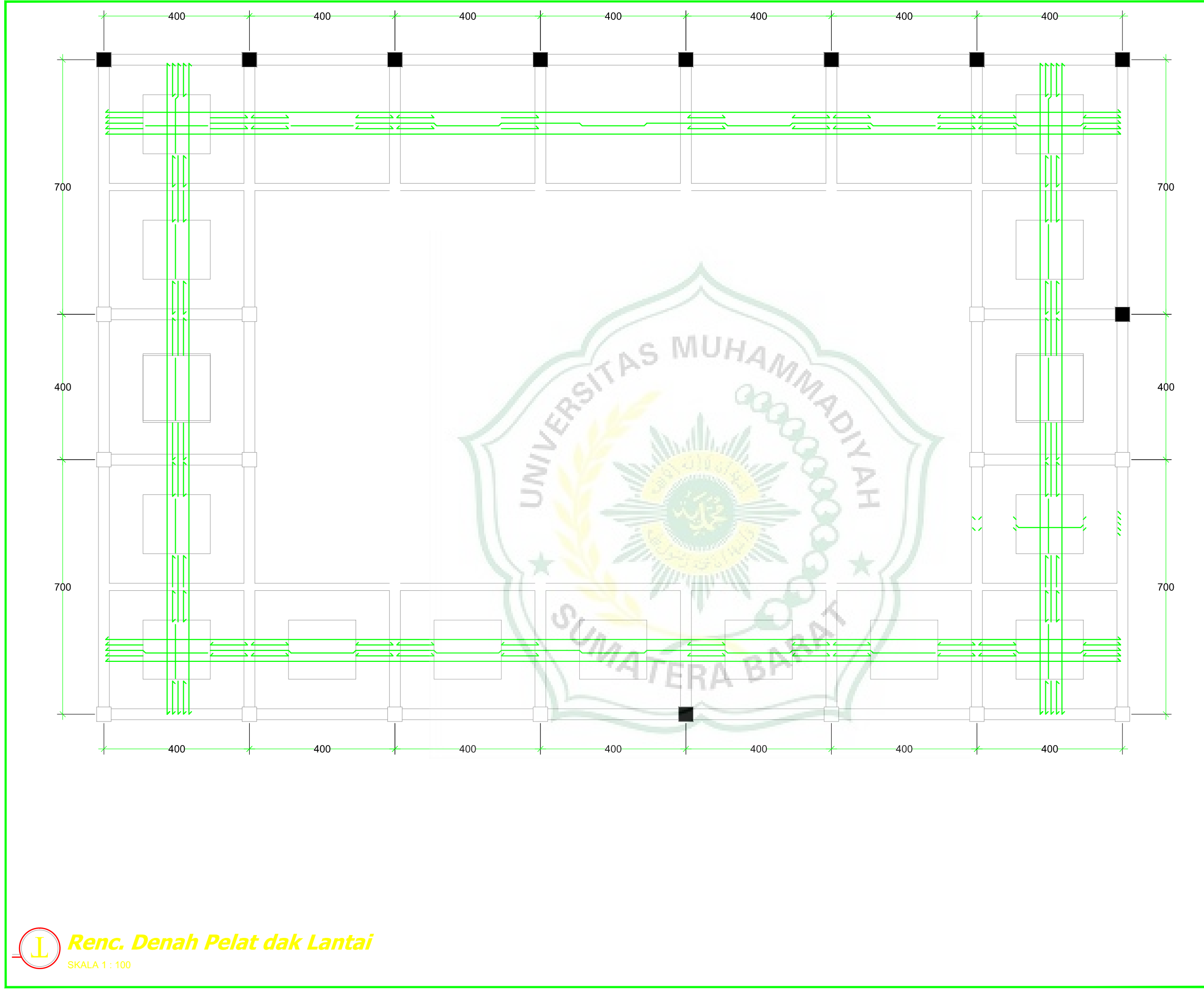
A3

CHEKING BY APPROVED

.....

DRAWN BY APPROVED

.....



INFORMATION

PROJECT NAME

.....

LOCATION

.....

REVISION LIST

NO	DATE	NOTES

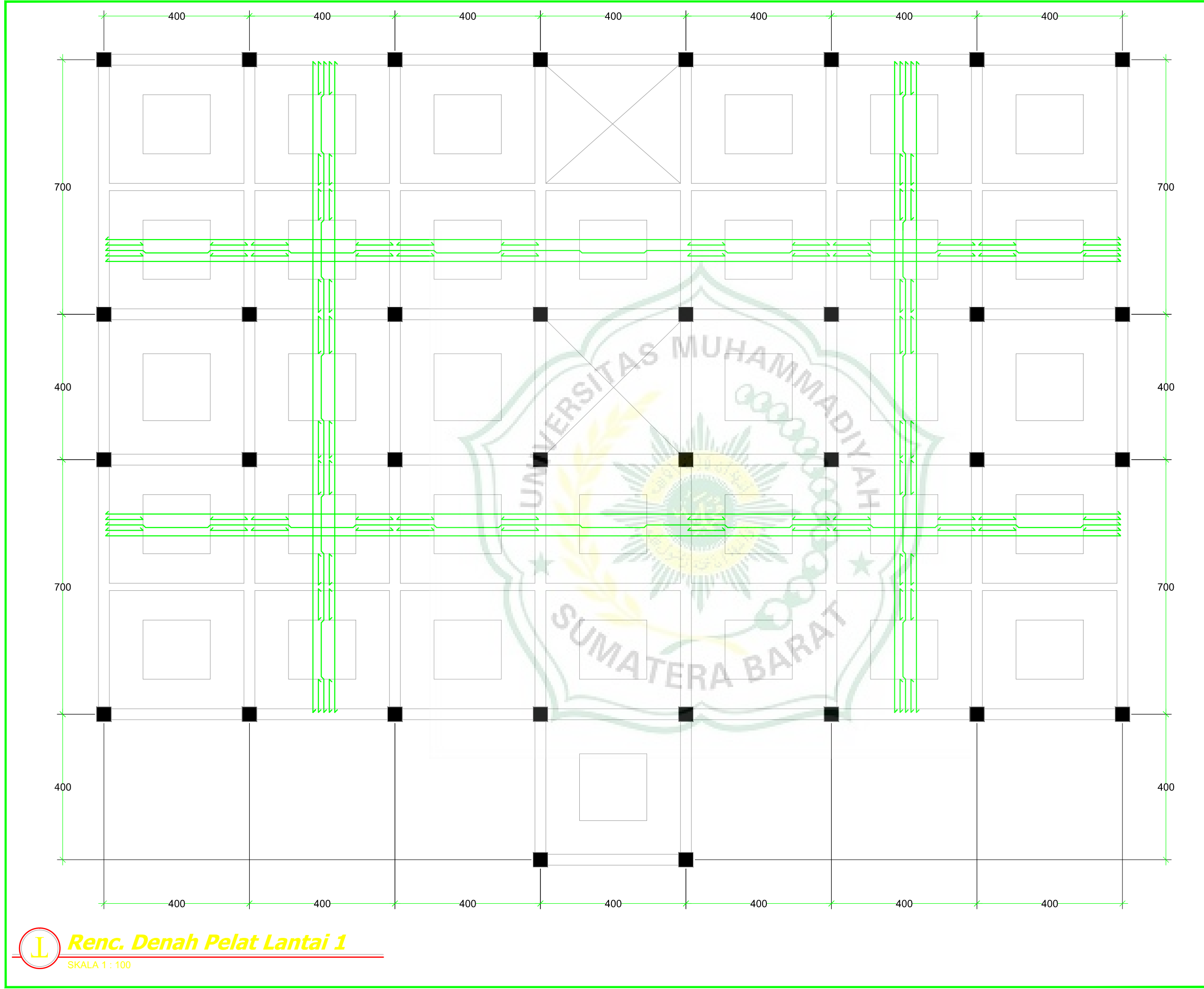
DRAWING TITLE

.....

DRAW SCALE	PAPER SIZE
	A3

CHEKING BY	APROVED
.....	

DRAWN BY	APROVED
.....	



INFORMATION

Balok Induk = 30 x 50 cm
Balok Anak = 20 x 30 cm

PROJECT NAME

LOCATION

REVISION LIST

NO	DATE	NOTES

DRAWING TITLE

DRAW SCALE

PAPER SIZE

A3

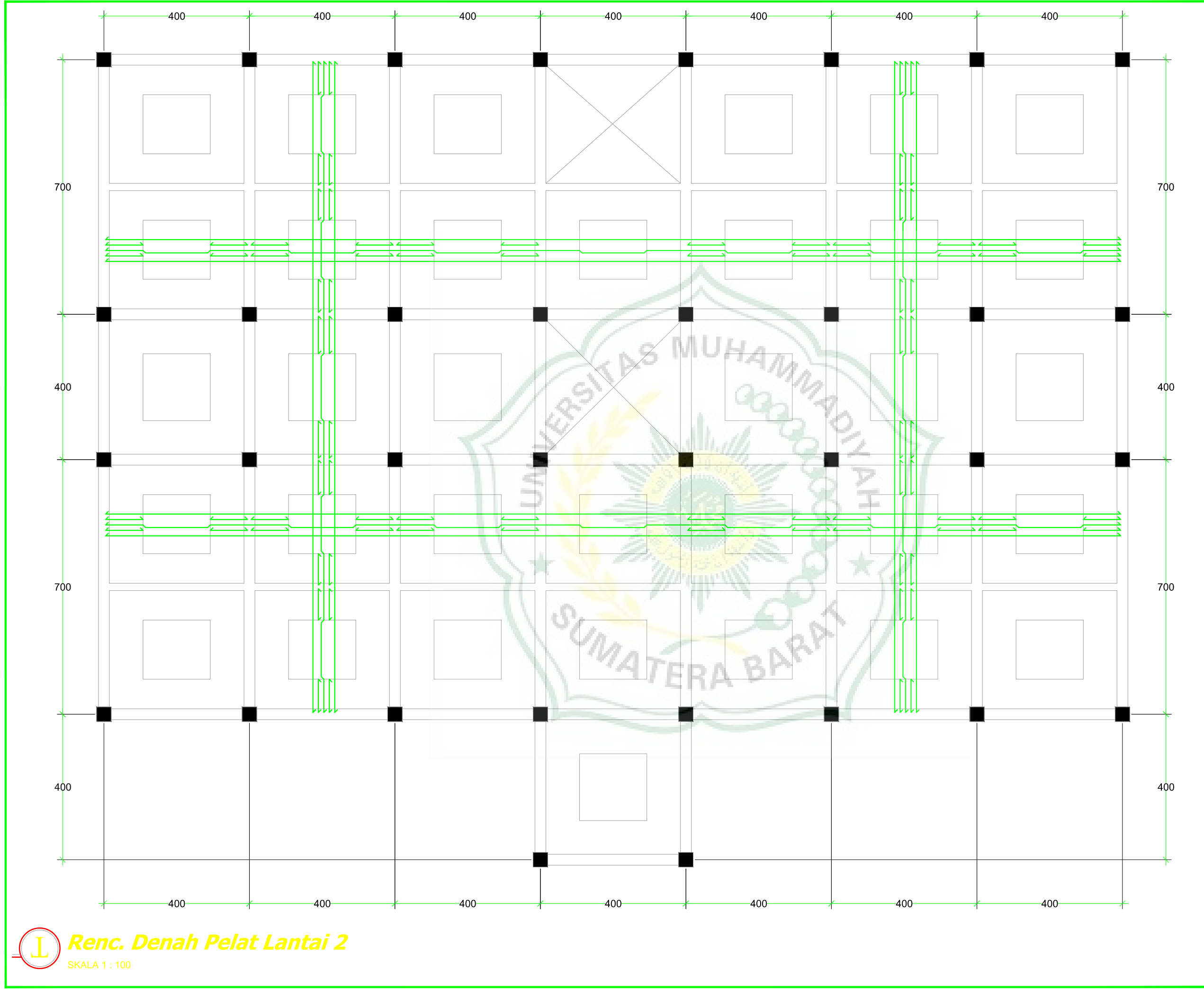
CHEKING BY

APROVED

DRAWN BY

APROVED

Renc. Denah Pelat Lantai 1
SKALA 1 : 100



INFORMATION

Balok Induk = 30 x 50 cm
Balok Anak = 20 x 30 cm

PROJECT NAME

LOCATION

REVISION LIST

NO	DATE	NOTES

DRAWING TITLE

DRAW SCALE PAPER SIZE

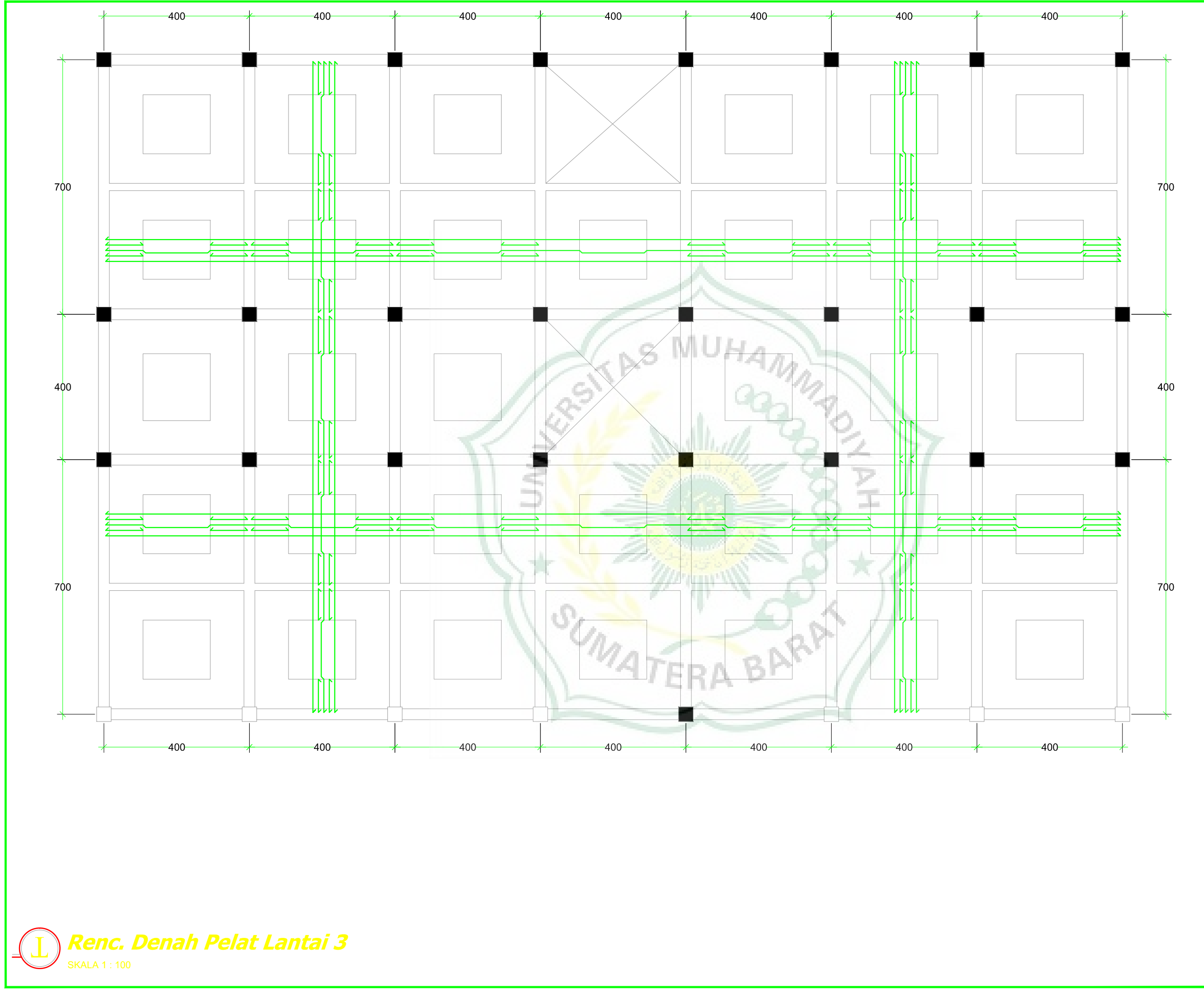
A3

CHEKING BY

APROVED

DRAWN BY

APROVED



INFORMATION

Balok Induk = 30 x 50 cm
Balok Anak = 20 x 30 cm

PROJECT NAME

LOCATION

REVISION LIST

NO	DATE	NOTES

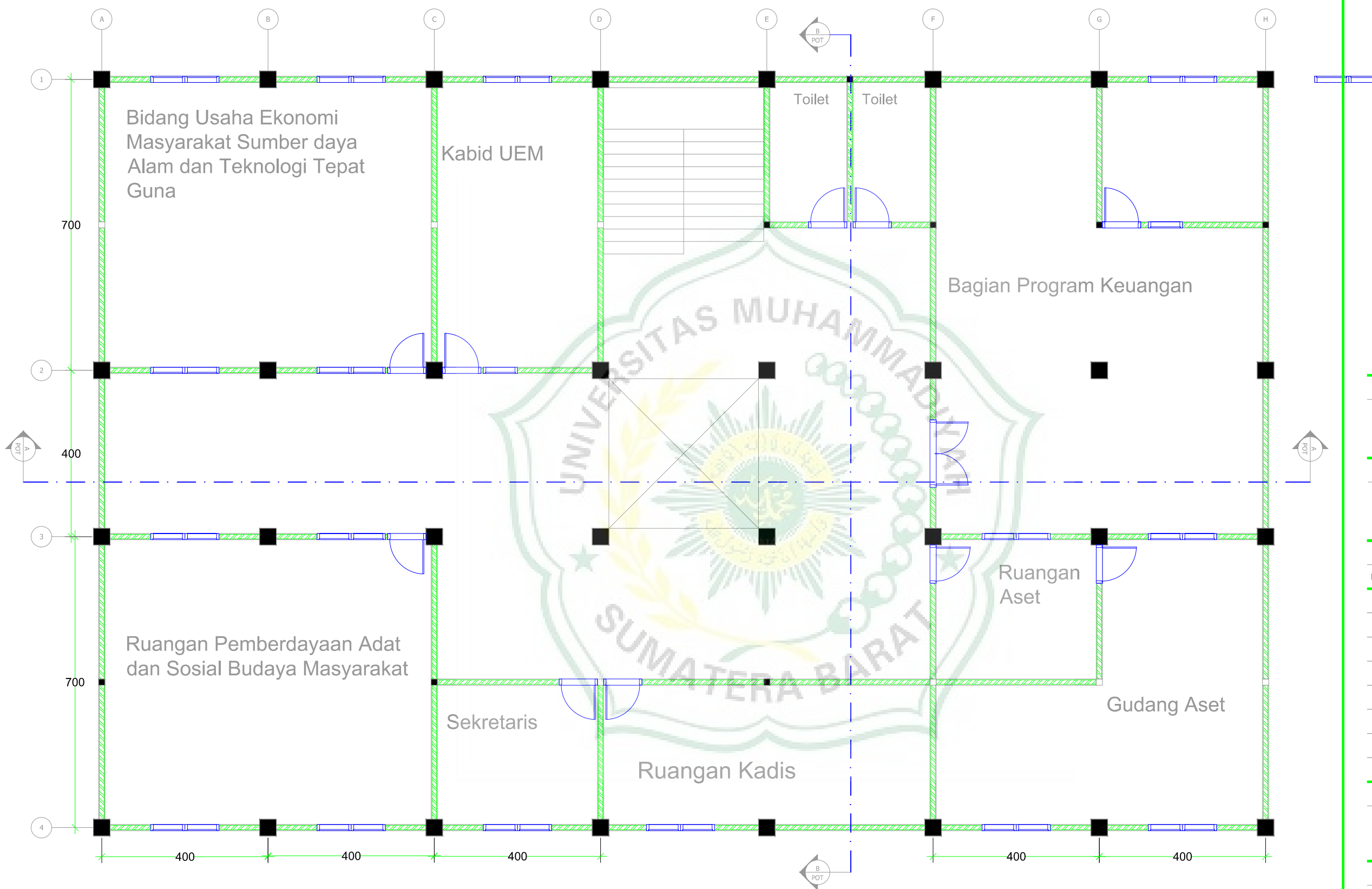
DRAWING TITLE

DRAW SCALE PAPER SIZE

A3

CHEKING BY APPROVED

DRAWN BY APPROVED



PROJECT NAME

LOCATION

REVISION LIST

NO	DATE	NOTES

DRAWING TITLE

DRAW SCALE

PAPER SIZE

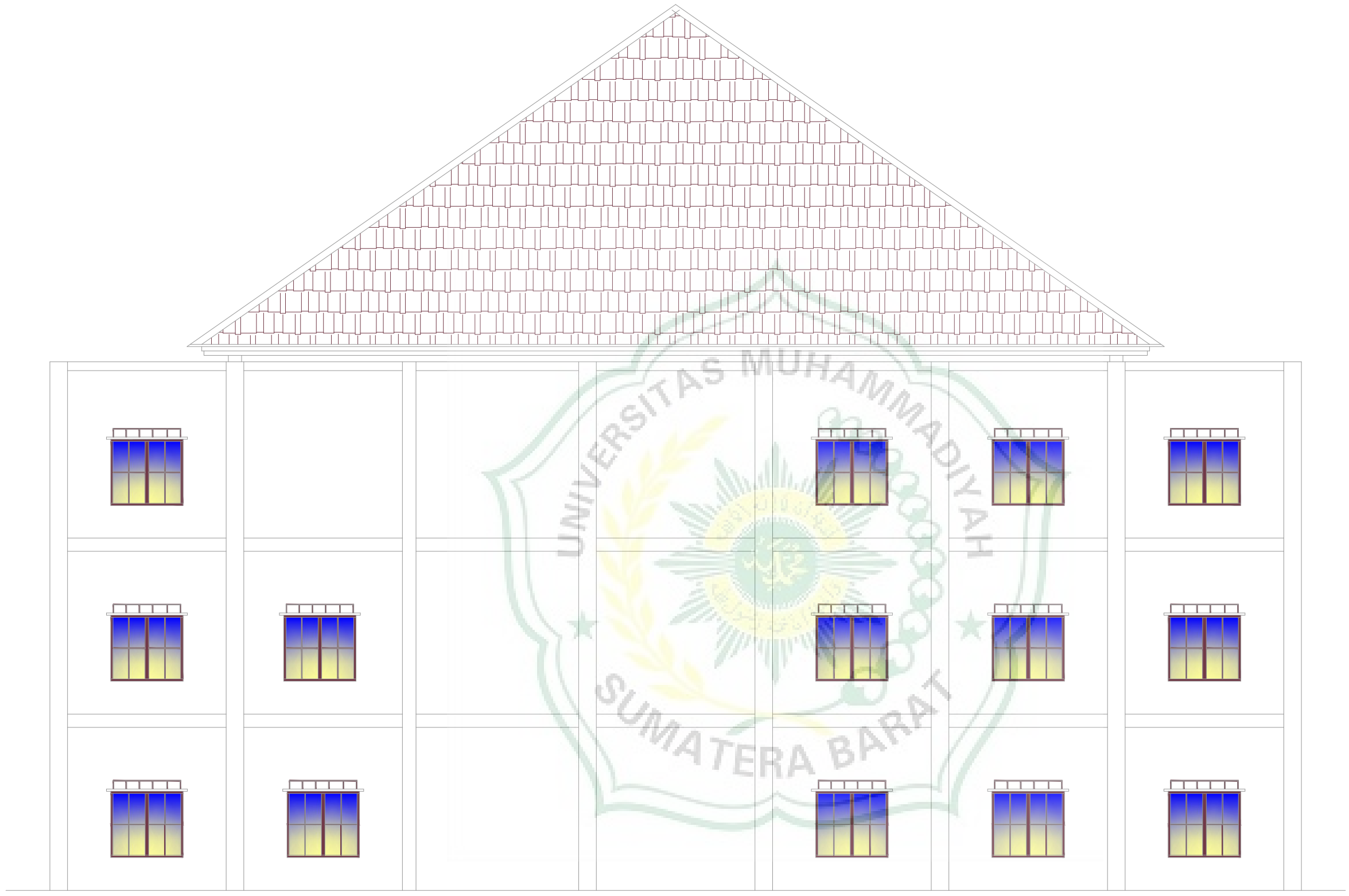
A3

CHEKING BY

APROVED

DRAWN BY

APROVED




Renc. Tampak Belakang
 SKALA 1 : 100

INFORMATION

PROJECT NAME

.....

LOCATION

.....

REVISION LIST

NO	DATE	NOTES

DRAWING TITLE

.....

DRAW SCALE

PAPER SIZE

A3

CHEKING BY

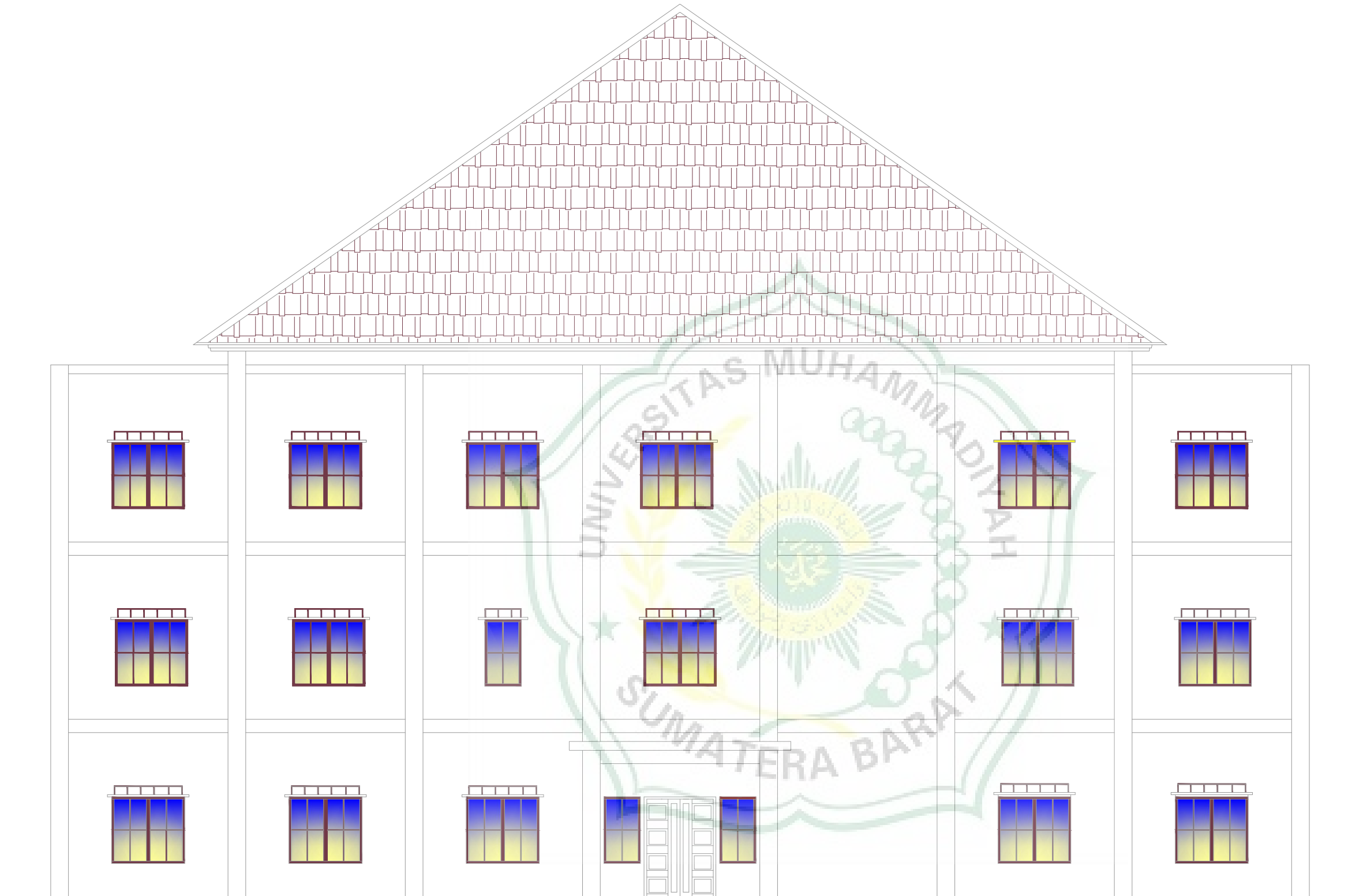
APROVED

.....

DRAWN BY

APROVED

Iseng Candra



J **Renc. Tampak Depan**
 SKALA 1 : 100

INFORMATION

PROJECT NAME

LOCATION

REVISION LIST

NO	DATE	NOTES

DRAWING TITLE

DRAW SCALE

PAPER SIZE

A3

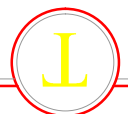
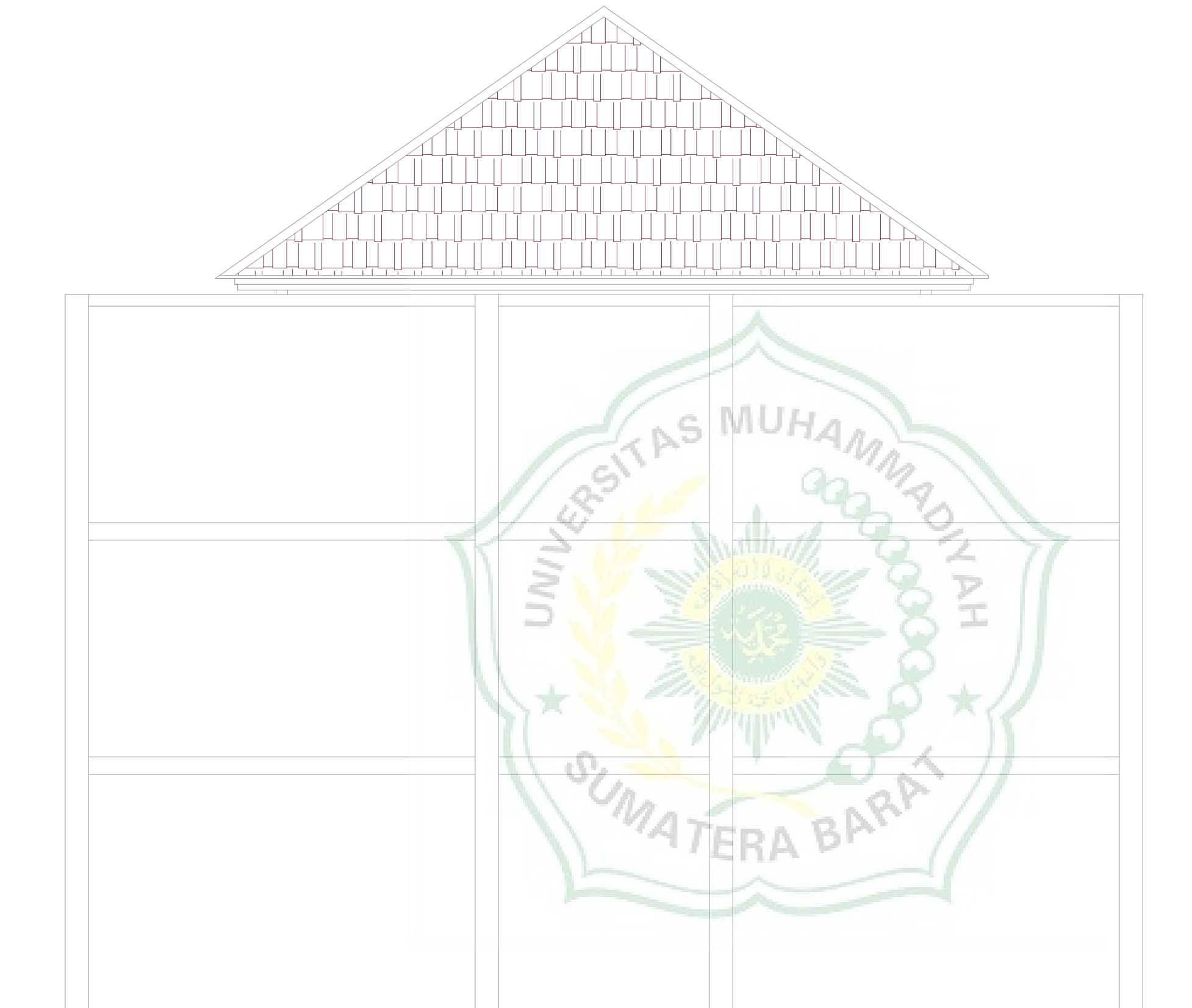
CHEKING BY

APROVED

DRAWN BY

APROVED

Iseng Candra



Renc. Samping

SKALA 1 : 100

INFORMATION

PROJECT NAME

.....

LOCATION

.....

REVISION LIST

NO	DATE	NOTES

DRAWING TITLE

.....

DRAW SCALE

PAPER SIZE

A3

CHEKING BY

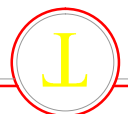
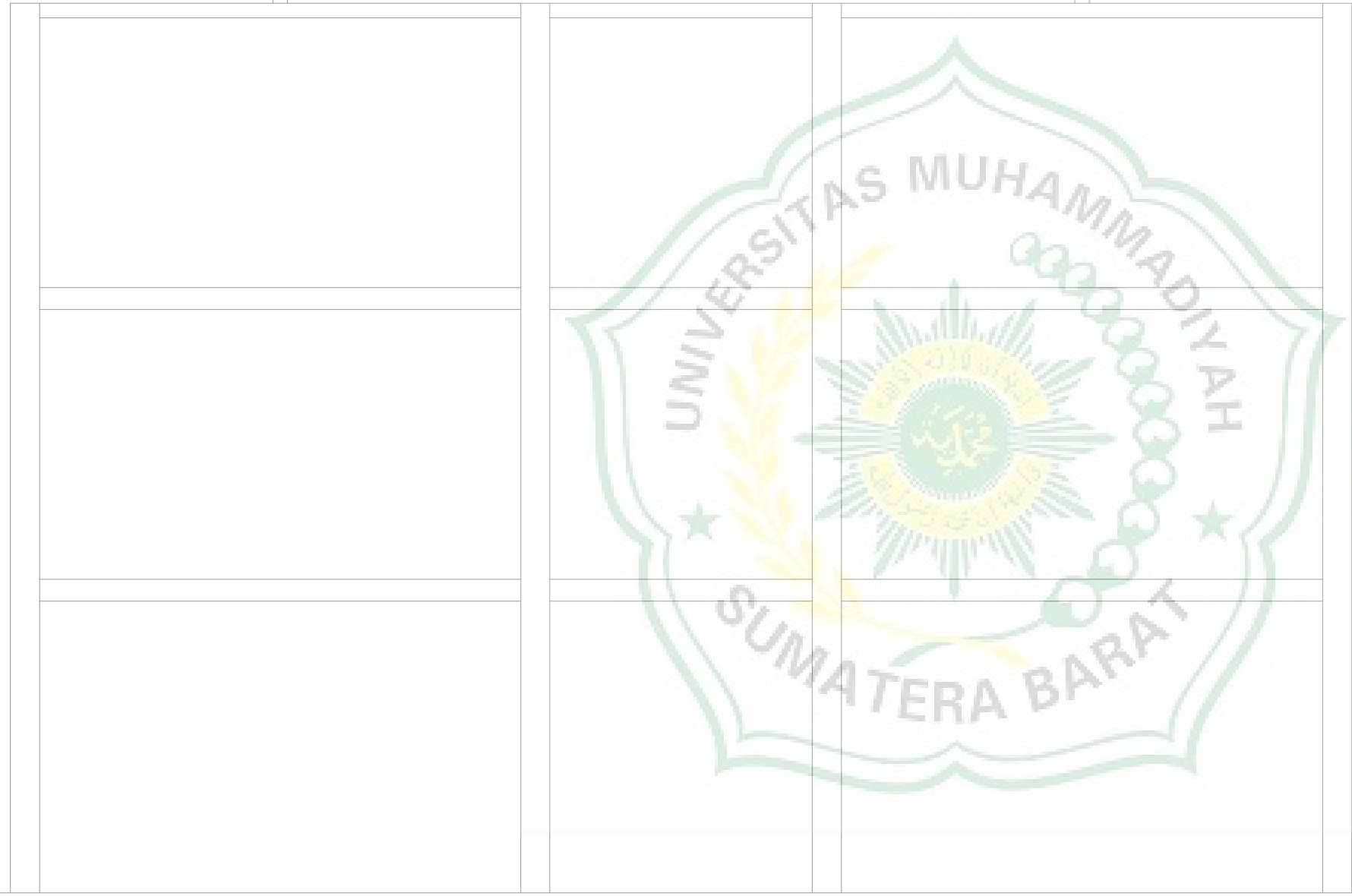
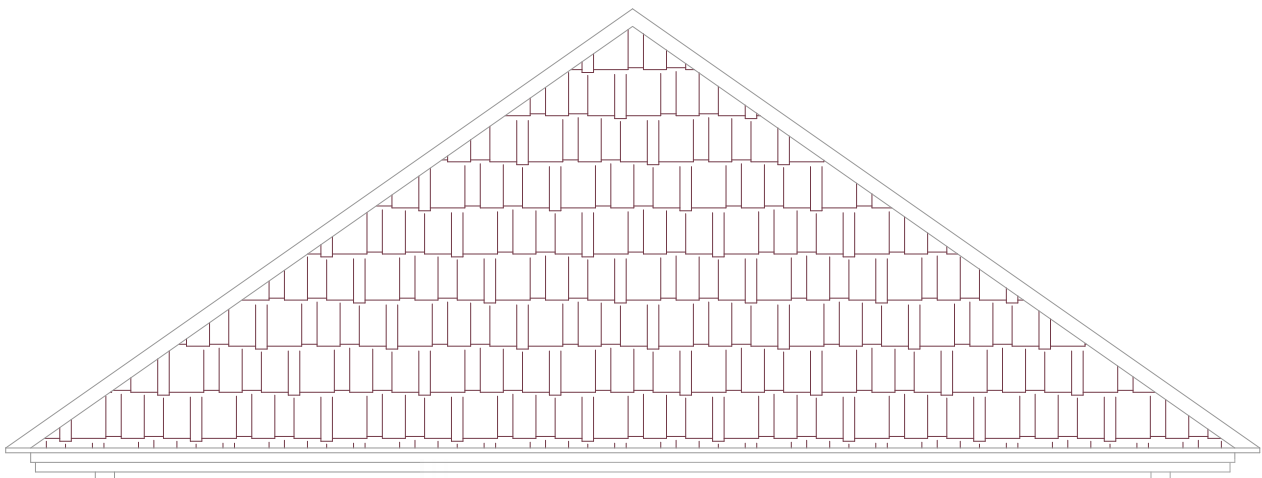
APROVED

.....

DRAWN BY

APROVED

Iseng Candra



Renc. Samping

SKALA 1 : 100

INFORMATION

PROJECT NAME

.....

LOCATION

.....

REVISION LIST

NO	DATE	NOTES

DRAWING TITLE

.....

DRAW SCALE

PAPER SIZE

A3

CHEKING BY

APROVED


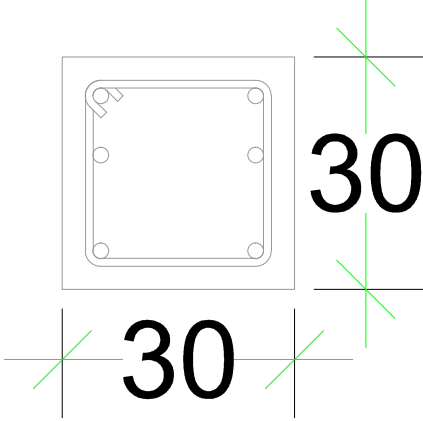
.....

DRAWN BY


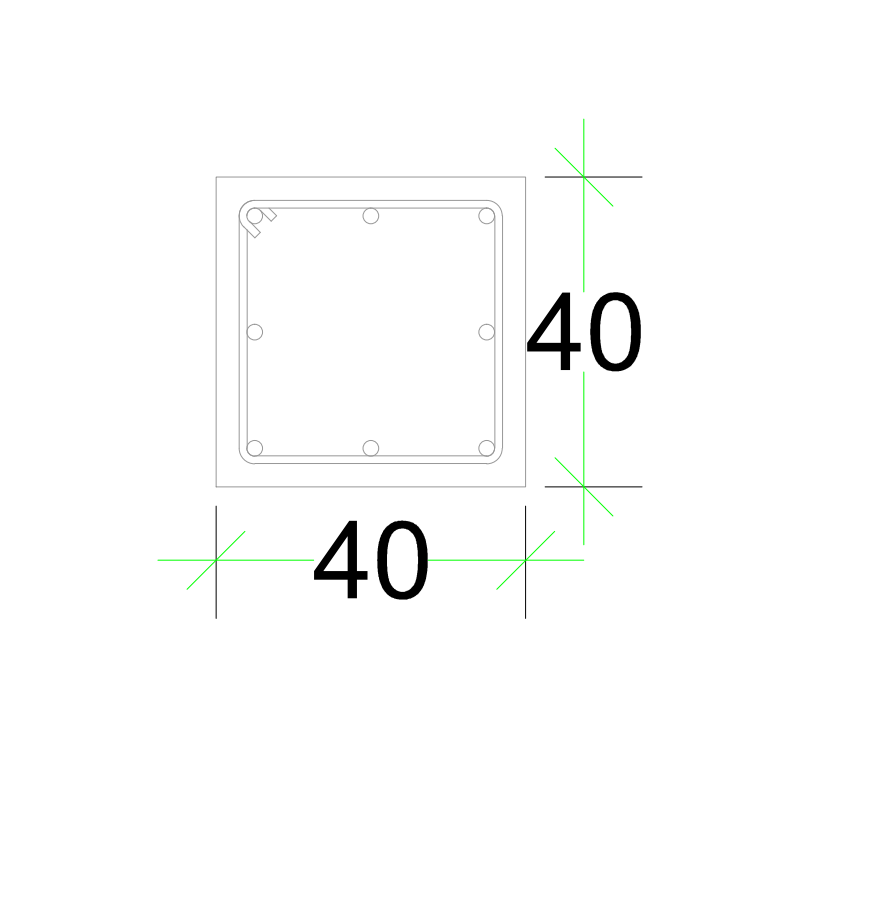
APROVED

Iseng Candra

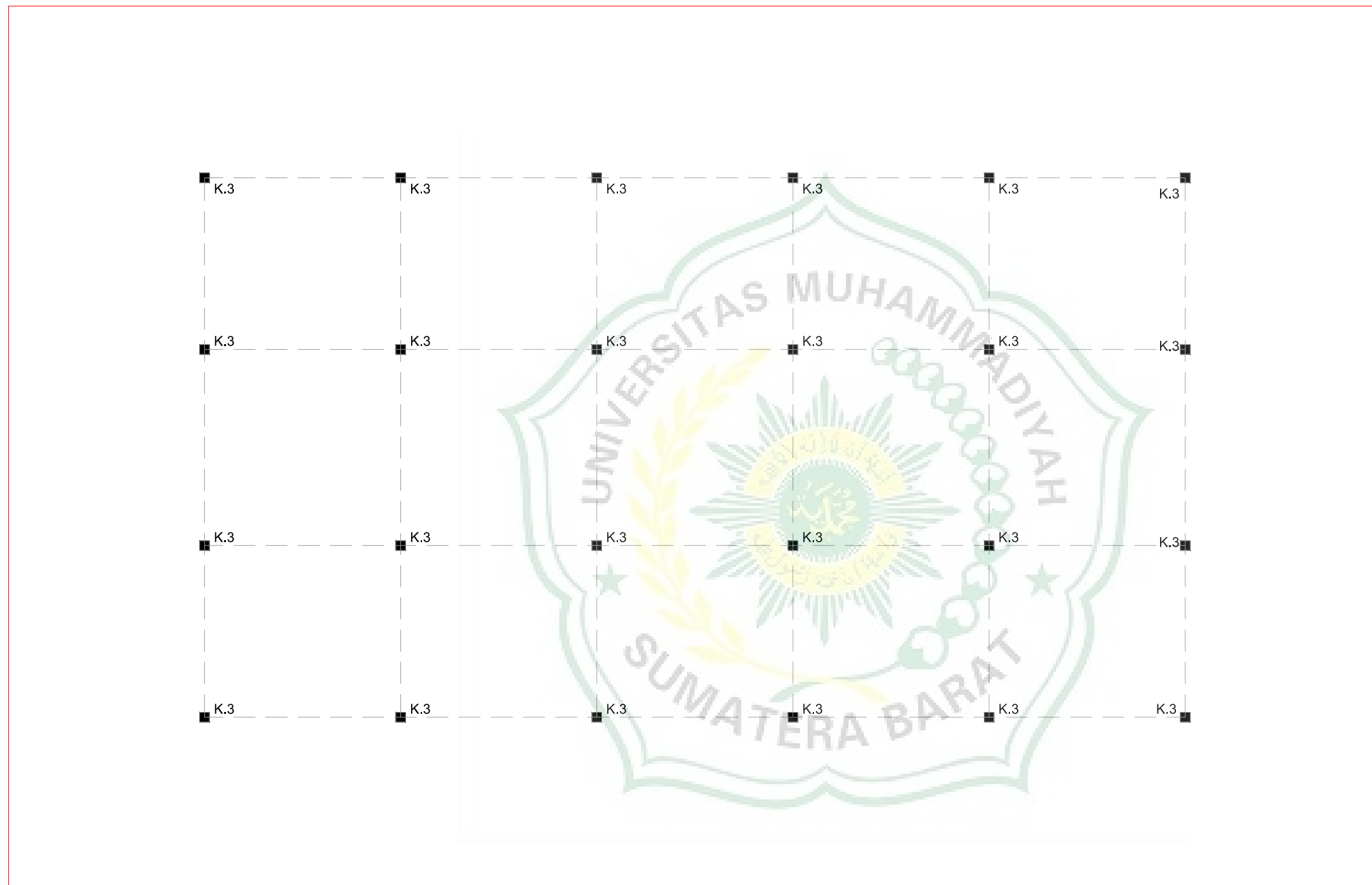
Kolom 30/30 Bentang 4 m

Keterangan	Tumpuan	Lapangan
<p>Sketsa Gambar</p>		
Tulangan Atas	2 Ø 16	2 Ø 16
Tulangan Tengan	2 Ø 16	2 Ø 16
Tulangan bawah	2 Ø 16	2 Ø 16
Sengkang	Ø 10 - 100	Ø 10 - 100

Kolom 40/40 Bentang 4 m

Keterangan	Tumpuan	Lapangan
Sketsa Gambar		
Tulangan Atas	3 Ø 16	3 Ø 16
Tulangan Tengan	2 Ø 16	2 Ø 16
Tulangan bawah	3 Ø 16	3 Ø 16
Sengkang	Ø 10 - 100	Ø 10 - 100

kolom 3 = 20x20



PROJECT NAME

LOCATION

REVISION LIST

NO	DATE	NOTES

DRAWING TITLE

DRAW SCALE

PAPER SIZE

A3

CHEKING BY

APROVED

DRAWN BY

APROVED



Renc. Denah Kolom Atap

SKALA 1 : 100

Kolom 30/30 Bentang 4 m

Keterangan

K.1 (40/40cm)

Sketsa Gambar



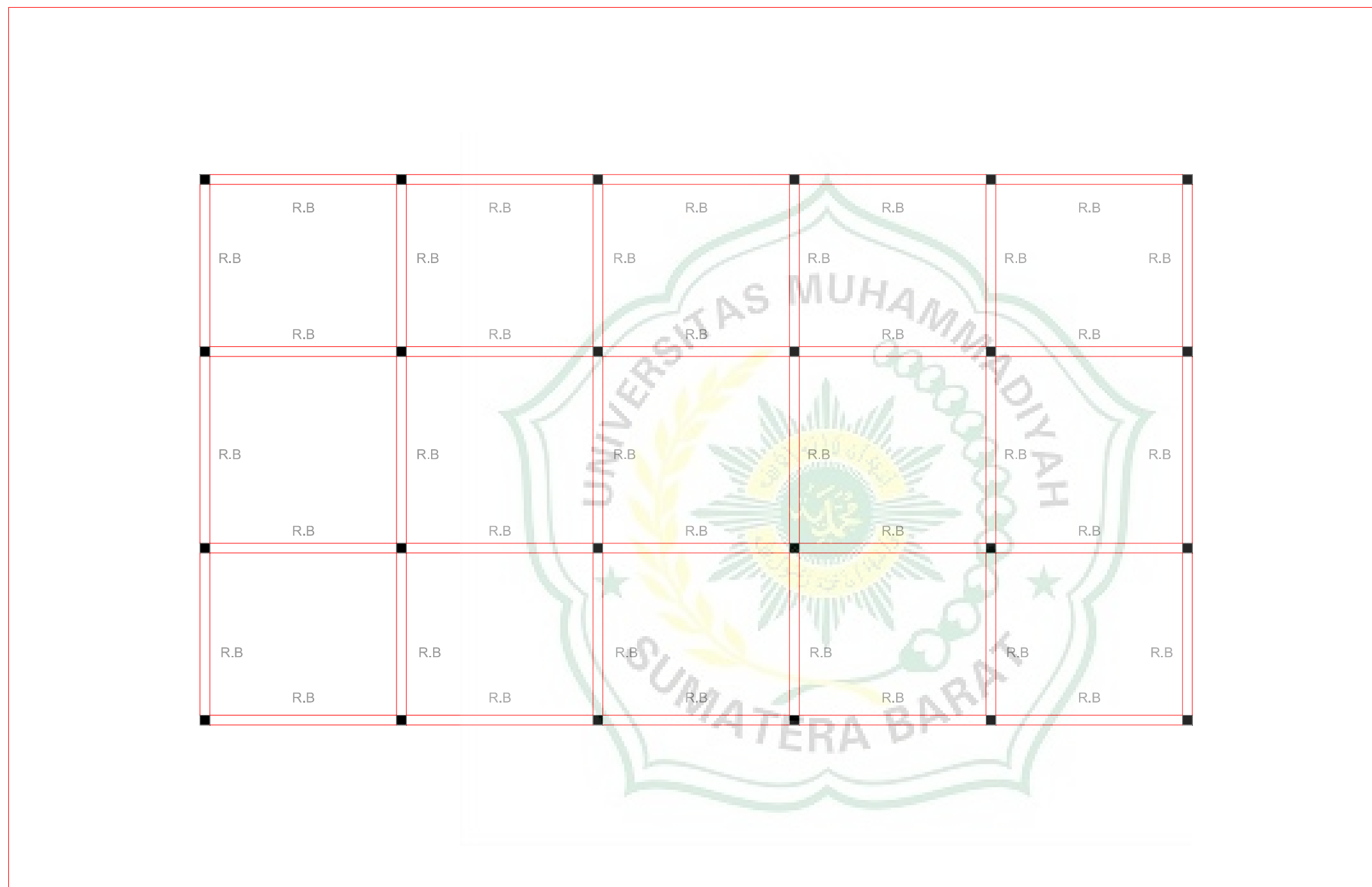
Tulangan Atas

Ø 10 - 150

Tulangan bawah

Ø 10 - 150

Reng Balok =20x30cm



PROJECT NAME

LOCATION

REVISION LIST

NO	DATE	NOTES

DRAWING TITLE

DRAW SCALE	PAPER SIZE
	A3

CHEKING BY	APROVED
.....	
DRAWN BY	APROVED
.....	

INFORMATION

PROJECT NAME

LOCATION

REVISION LIST

NO	DATE	NOTES

DRAWING TITLE

DRAW SCALE

PAPER SIZE

A3

CHEKING BY

APROVED

DRAWN BY

APROVED

balok 30/50 cm			balok sloof 25/45 cm			balok 20/30 cm		
Keterangan	Tumpuan	Lapangan	Keterangan	Tumpuan	Lapangan	Keterangan	Tumpuan	Lapangan
Sketsa Gambar			Sketsa Gambar			Sketsa Gambar		
Tulangan Atas	4 Ø 16	3 Ø 16	Tulangan Atas	2 Ø 13	3 Ø 13	Tulangan Atas	3 Ø 12	2 Ø 12
Tulangan Tengan	2 Ø 16	2 Ø 16	Tulangan Tengan	2 Ø 13	2 Ø 13	Tulangan Tengan	-	-
Tulangan bawah	3 Ø 16	4 Ø 16	Tulangan bawah	3 Ø 13	2 Ø 13	Tulangan bawah	2 Ø 12	3 Ø 12
Sengkang	Ø 10 - 100	Ø 10 - 150	Sengkang	Ø 10 - 100	Ø 10 - 150	Sengkang	Ø 10 - 100	Ø 10 - 150

Kolom 40/40 cm			Kolom 30/30 cm			pehubungan pelat lantai		
Keterangan	Tumpuan	Lapangan	Keterangan	Tumpuan	Lapangan	Keterangan	Tumpuan	Lapangan
Sketsa Gambar			Sketsa Gambar			Sketsa Gambar		
Tulangan Atas	3 Ø 16	3 Ø 16	Tulangan Atas	2 Ø 16	2 Ø 16	Tulangan Atas	Ø 10 - 150	Ø 10 - 150
Tulangan Tengan	2 Ø 16	2 Ø 16	Tulangan Tengan	2 Ø 16	2 Ø 16	Tulangan Tengan	Ø 10 - 150	Ø 10 - 150
Tulangan bawah	3 Ø 16	3 Ø 16	Tulangan bawah	2 Ø 16	2 Ø 16	Tulangan bawah	Ø 10 - 150	Ø 10 - 150
Sengkang	Ø 10 - 100	Ø 10 - 100	Sengkang	Ø 10 - 100	Ø 10 - 100	Sengkang	Ø 10 - 100	Ø 10 - 100



UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA BARAT

FAKULTAS TEKNIK

Alamat: Jl. By Pass Aur Kuning No. 1 Bukittinggi, (26131) Telp. (0752) 625737, Hp 082384929103
Website: www.ft.umsb.ac.id Email: fakultasteknik@umsb.ac.id

KARTU KONSULTASI BIMBINGAN SKRIPSI

Nama Mahasiswa	:	ISENG CANDRA
NIM	:	181000 2122 01066
Program Studi	:	TEKNIK SIPIL
Pembimbing I	:	Ir Surya Eka Priana
Pembimbing II	:	Elfania Bastian, S.T.M.T.
Judul	:	Perencanaan struktur gedung badan pemberdayaan masyarakat dan nagari Kabupaten pasaman barat

No.	Tanggal Konsultasi	Materi dan Catatan Pembimbing	Paraf Pembimbing I	Paraf Pembimbing II
1.	29/5/22	* Perbaiki yang berkoreksi: * Panjungi Buku Padman * Tambah kan latar belakang		
2.	7/6/22	* Perbaiki yg terkoreksi. * Lanjut BAB II.		
3.	1/7/22	* Perbaiki yg terkoreksi. * lengkapi gambar rencana.		
4.	14/7/22	* Perbaiki yg terkoreksi.		
5.	16/7/22	* Perbaiki yg terkoreksi. * ACC seminar hasil.		
6.	31/8/22	Acc jilid		
7.				
8.				
9.				
10.				

Catatan :

1. Kartu Konsultasi ini dilampirkan saat pendaftaran seminar.
2. Dapat diperbanyak bila diperlukan.

Mengetahui,
Ketua Program Studi Teknik.....,

Helga Yerradana, S.Pd., M.T.

NIDN. 1013090502



UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA BARAT

FAKULTAS TEKNIK

Alamat: Jl. By Pass Aur Kuning No. 1 Bukittinggi, (26131) Telp. (0752) 625737, Hp 082384929103
Website: www.ft.umsb.ac.id Email: fakultasteknik@umsb.ac.id

KARTU KONSULTASI BIMBINGAN SKRIPSI

Nama Mahasiswa	:	ISENG CANDRA
NIM	:	181000222201066
Program Studi	:	TEKNIK SIPIL
Pembimbing I	:	IR. SURYA EKA PRIANA. MT
Pembimbing II	:	ELFANIA BASTIAN, S.T. M.T.
Judul	:	PERENCANAAN STRUKTUR GEDUNG BADAN PEMBERDAYAAN MASYARAKAT DAN NAGARI

No.	Tanggal Konsultasi	Materi dan Catatan Pembimbing	Paraf Pembimbing I	Paraf Pembimbing II
1.	01/07/22	Perbaiki Latar Belakang, maksud dan tujuan serta sistematika Perbaiki format Tabel dan Gambar BAB 2		
2.		Perbaiki Diagram alir Rapikan Penulisan, proporsionalakan ukuran tabel dan gambar		
3.	03/07/22	ACC untuk diseminarkan		
4.				
5.				
6.				
7.				
8.				
9.				
10.				

Catatan :

1. Kartu Konsultasi ini dilampirkan saat pendaftaran seminar.
2. Dapat diperbanyak bila diperlukan.

Mengetahui,
Ketua Program Studi Teknik,

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA BARAT
FAKULTAS TEKNIK

REVISI SEMINAR HASIL SKRIPSI
Tanggal Ujian: 19 Agustus 2022

Nama: Iseng Candra
NIM: 181000222201096
Judul Skripsi: Perencanaan Struktur Gedung Badan Pembertahanan Masyarakat Dan
Negeri Kabupaten Pangkajene'ene' Kepulauan
Catatan Perbaikan: Perbaikan Skripsi

See / Kompri
21/8/2022

Pengantar

Iseng Candra
K. ARA JURNAL TEKNIK, NEMO
Jember, 2022



UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA BARAT
FAKULTAS TEKNIK

Alamat: Jl. Ry Pass Air Kuning No. 1, Bukittinggi, 26131 Telp. (0752) 695737, Hp. 082384929103
Website: www.umsh.ac.id Email: [fakultas.teknik@umsh.ac.id](mailto: fakultas.teknik@umsh.ac.id)

REVISI SEMINAR HASIL SKRIPSI

Tanggal Ujian: 19 Agustus 2022

Nama : **Iseng Candra**
NIM : 181000222201066
Judul Skripsi : Perencanaan Struktur Gedung Badan Pemberdayaan Masyarakat Dan
Nagari Kabupaten Pasaman Barat
Catatan Perbaikan :

ACC KOMPRE

Sekretaris/Penguji,

Elfania Bastian, S.T., M.T.
NIDN. 1018118901



UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA BARAT

FAKULTAS TEKNIK

Alamat: Jl. By Pass Aur Kuning No. 1 Bukittinggi, (26131) Telp. (0752) 625737, Hp 082384929103
Website: www.ft.umsb.ac.id Email: fakultasteknik@umsb.ac.id

REVISI SEMINAR HASIL SKRIPSI

Tanggal Ujian: 19 Agustus 2022

Nama : **Iseng Candra**
NIM : 181000222201066
Judul Skripsi : Perencanaan Struktur Gedung Badan Pemberdayaan Masyarakat Dan
Nagari Kabupaten Pasaman Barat
Catatan Perbaikan : * Perbaiki ya terhorz heri.

AEC Sidang Akhir
22/8/22

Ketua Penguji,

Ir. Surya Eka Priana, M.T., IPP
NIDN. 1016026603



UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA BARAT

FAKULTAS TEKNIK

Alamat: Jl. By Pass Aur Kuning No. 1 Bukittinggi, (26131) Telp. (0752) 625737, Hp 082384929103
Website: www.ft.umsb.ac.id Email: fakultasteknik@umsb.ac.id

REVISI SEMINAR HASIL SKRIPSI

Tanggal Ujian: 19 Agustus 2022

Nama : **Iseng Candra**
NIM : 181000222201066
Judul Skripsi : Perencanaan Struktur Gedung Badan Pemberdayaan Masyarakat Dan
Nagari Kabupaten Pasaman Barat

Catatan Perbaikan : *perbaiki penulisan tabel ✓*
- cek nilai fe perbaiki Abstrak ✓
- perbaiki simbol kuat tekan pt Ss1 ✓
- cek Spasi penulisan ✓
- buat gambar perhitungan ✓
Kantor ✓
- A ✓

Penguji,

Sidney
Masril
Masril, S.T., M.T.
NIDN. 1005057407

ACC
20/8-22
[Signature]



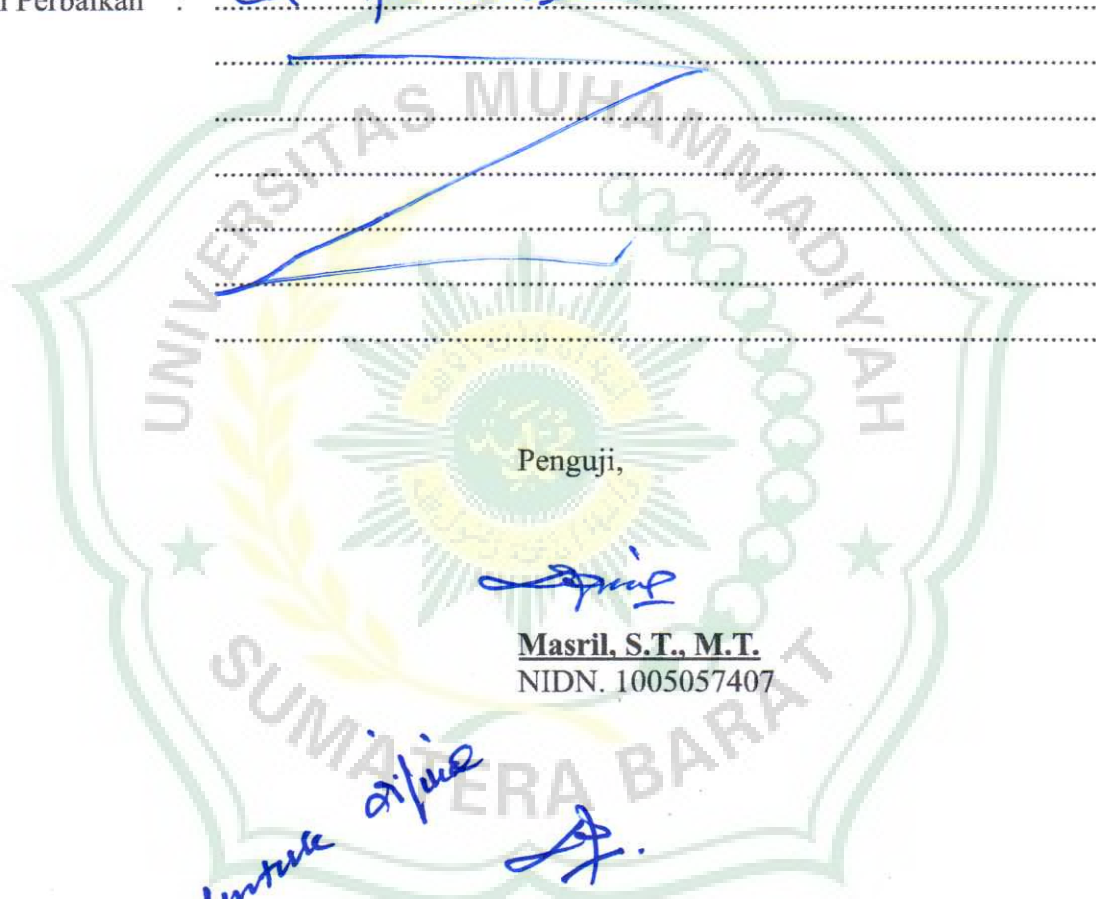
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA BARAT

FAKULTAS TEKNIK

Alamat: Jl. By Pass Aur Kuning No. 1 Bukittinggi, (26131) Telp. (0752) 625737, Hp 082384929103
Website: www.ft.umsb.ac.id Email: fakultasteknik@umsb.ac.id

REVISI SIDANG SKRIPSI
Tanggal Ujian: 27 Agustus 2022

Nama : **Iseng Candra**
NIM : 181000222201066
Judul Skripsi : Perencanaan Struktur Ulang Gedung Badan Pemberdayaan Masyarakat Dan Nagari Kabupaten Pasaman Barat
Catatan Perbaikan : *Cek Penulisan*



Penguji,

Masril, S.T., M.T.
NIDN. 1005057407

*Acc untuk revisi
28-8-22*



UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA BARAT

FAKULTAS TEKNIK

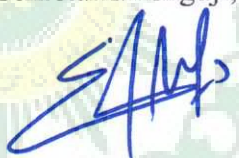
Alamat: Jl. By Pass Aur Kuning No. 1 Bukittinggi, (26131) Telp. (0752) 625737, Hp 082384929103
Website: www.ft.umsb.ac.id Email: fakultasteknik@umsb.ac.id

REVISI SIDANG SKRIPSI

Tanggal Ujian: 27 Agustus 2022

Nama : **Iseng Candra**
NIM : 181000222201066
Judul Skripsi : Perencanaan Struktur Ulang Gedung Badan Pemberdayaan Masyarakat Dan Nagari Kabupaten Pasaman Barat
Catatan Perbaikan :

Sekretaris/Penguji,


Elfania Bastian, S.T., M.T.
NIDN. 1018118901





UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA BARAT

FAKULTAS TEKNIK

Alamat: Jl. By Pass Aur Kuning No. 1 Bukittinggi, (26131) Telp. (0752) 625737, Hp 082384929103
Website: www.ft.umsb.ac.id Email: fakultasteknik@umsb.ac.id

REVISI SIDANG SKRIPSI

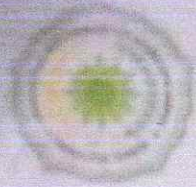
Tanggal Ujian: 27 Agustus 2022

Nama : **Iseng Candra**
NIM : 181000222201066
Judul Skripsi : Perencanaan Struktur Ulang Gedung Badan Pemberdayaan Masyarakat Dan Nagari Kabupaten Pasaman Barat
Catatan Perbaikan :

ACC Jilid
16
30/8/22

Ketua Penguji,

Ir. Surya Eka Priana, M.T., IPP
NIDN. 1016026603



UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA
FAKULTAS TEKNIK

REVISI SIDANG SKRIPSI
Tanggal Ujian: 27 Agustus 2022

Nama: Iseng Candra
NIM: 181000223201066
Judul Skripsi: Perencanaan Struktur Ulang Gedung Badan Per
Masyarakat Dairi Nagari Kabupaten Pasaman Barat
Catatan Perbaikan: Perbaiki yg ada di skripsi



Pengantar:
Ir. Ana Susanti Yusman, M.Eng
NIDN. 1017016901