

SKRIPSI
EVALUASI STRUKTUR GEDUNG SD N 07/10 PARAK JUAR
KECAMATAN LIMA KAUM KABUPATEN TANAH DATAR

Ditulis Sebagai Salah Satu Syarat Akademik
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Sipil Strata Satu (S1)



Oleh :

FEBRI TRI ANGGARA PUTRA
181000222201046

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

HALAMAN PENGESAHAN

SKRIPSI

EVALUASI STRUKTUR GEDUNG SD N 07/10 PARAK JUAR
KECAMATAN LIMA KAUM KABUPATEN TANAH DATAR

Oleh :

FEBRI TRI ANGGARA PUTRA

NPM 181000222201046

Disetujui Oleh :

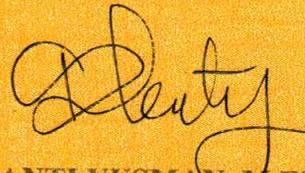
Dosen Pembimbing I



MASRIL, ST.MT

NIDN 1005057407

Dosen Pembimbing II



Ir. ANA SUSANTI YUSMAN, M.ENG

NIDN 1017016901

Diketahui Oleh :

Dekan Fakultas Teknik

UM Sumatera Barat

Ketua Program Studi

Teknik Sipil



HELGA VERMADONA, S.Pd, MT

NIDN 1013098502



MASRIL, ST.MT

NIDN 1005057407

LEMBARAN PERSETUJUAN TIM PENGUJI

Skripsi ini telah dipertahankan dan disempurnakan berdasarkan masukan dan koreksi tim penguji pada ujian tertutup tanggal 24 Agustus 2022 di Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Barat.

Bukittinggi, 29 Agustus 2022

Mahasiswa,



FEBRI TRI ANGGARA PUTRA

181000222201046

Disetujui Tim Penguji Skripsi

1. Febrimen Herista, S.T., M.T.
2. Jon Hafnil, S.T., M.T.



Mengetahui,

Ketua Program Studi

Teknik sipil



HELGA YERMADONA, S.Pd, MT

NIDN.1013098502

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Febri Tri Anggara Putra

NIM : 181000222201046

Judul Skripsi : Evaluasi Sturtur Gedung SD N 07/10 Parak Juar Kecamatan Lima Kaum Kabupaten Tanah Datar

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa penulisan skripsi ini berdasarkan hasil 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 ketidak benaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dan sanksi lain sesuai dengan peraturan yang berlaku di Universitas Muhammadiyah Sumatera Barat.

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

Bukittinggi, 31 Agustus 2022

Yang membuat pernyataan,



Febri Tri Anggara Putra

NIM 181000222201046

ABSTRAK

Gedung SD N 07/10 yang terletak di Parak Juar Kecamatan Lima Kaum Kabupaten Tanah Datar menjadi sorotan untuk saya yang akan melakukan penelitian yang berkaitan dengan bangunan gedung yang sudah lebih dari 10 tahun. Tujuan saya untuk meninjau atau mengevaluasi bangunan gedung serta menghitung ulang struktur bangunan. Adapun manfaat dari penelitian saya ini di antaranya: Penulis dapat mengetahui cara menganalisis struktur beton bertulang pada gedung bertingkat, Penulis bisa menambah pengetahuan dan wawasan dalam perencanaan struktur beton bertulang pada struktur gedung yang bisa tahan terhadap beban gempa, dan Penulis bisa mempraktekan ilmu yang dipelajari dengan menerapkan aspek perencanaan gedung bertingkat dengan struktur beton bertulang. Pada penelitian ini saya menggunakan metode kuantitatif dimana metode ini sangat berguna untuk melakukan perhitungan terhadap struktur bangunan. Pada perhitungan terhadap struktur saya menggunakan aplikasi SAP2000, dimana dengan bantuan aplikasi ini pekerjaan saya dapat dipermudah dan dipercepat. Terdapat beberapa struktur yang saya lakukan dalam perhitungan ulang diantaranya perhitungan terhadap kolom, perhitungan struktur balik, perhitungan struktur pelat lantai dan perhitungan pondasi.

Perkuatan struktur merupakan tata cara yang di manfaatkan buat menaikkan tingkatan daya dan daya tahan pada bentuk batu dampak bobot *external* ataupun bobot hidup (*life load*) ataupun bobot bentuk itu sendiri ataupun bobot mati (*dead load*). Sebutan perkuatan bentuk banyak diketahui dalam bumi arsitektur, khususnya dalam koreksi ataupun penyempuraan sesuatu gedung. Perkuatan struktur. Perkuatan bentuk dicoba buat menaikkan daya gedung asal dalam menahan bobot. Dengan adanya tuntutan bahwa bangunan yang sudah batas usia 10 tahun, maka perlu adanya penanganan terhadap analisis perkuatannya, dengan menggunakan bantuan SAP2000. Cara ini dilakukan karna lebih efektif baik dari segi waktu maupun segi biaya.

Kata Kunci : *Melakukan peninjauan ulang struktur dengan menggunakan aplikasi SAP2000.*

KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Allah SWT atas segala berkat yang telah diberikan-nya, sehingga skripsi ini dapat penulis selesaikan dengan tepat waktu. Skripsi ini merupakan salah satu kewajiban yang harus diselesaikan untuk memenuhi sebagian persyaratan akademik untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik Sipil di Universitas Muhammadiyah Sumatera Barat (UM Sumbatera Barat).

Penulis menyadari bahwa tanpa bimbingan, bantuan, dan do'a dari berbagai pihak, Laporan Skripsi ini tidak akan dapat diselesaikan tepat pada waktunya. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terimakasih yang sebesar – besarnya kepada semua pihak yang telah membantu dalam proses pengerjaan skripsi ini. Ucapan terimakasih ini penulis tujuan kepada :

1. Orang tua, kakak dan adik serta seluruh keluarga yang telah memberikan dukungan moril, do'a dan kasih sayang.
2. Bapak **Masril, S.T, M.T** selaku Dekan Fakultas Teknik UM Sumatera Barat.
3. Bapak **Hariyadi, S.Kom, M.Kom** selaku Wakil Dekan Fakultas Teknik UM Sumatera Barat.
4. Ibuk **HELGA YERMADONA,S.Pd,MT** Selaku Ketua Prodi Teknik Sipil.
5. Bapak **Deddy Kurniawan S.T.,M.T** selaku Dosen Pembimbing Akademik.
6. Bapak **Masril, S.T.,M.T** selaku Dosen Pembimbing I skripsi yang telah memberikan bimbingan dan banyak memberikan masukan kepada penulis.
7. Ibuk **Ir. ANA SUSANTI YUSMAN, M.EN** Selaku Dosen Pembimbing II skripsi yang telah memberikan bimbingan dan banyak memberikan masukan kepada penulis.
8. Bapak / Ibu Tenaga Kependidikan fakultas Teknik UM Sumatera Barat.
9. Semua pihak yang namanya tidak dapat penulis sebutkan satu per Saturday

Akhir kata penulis menyadari bahwa mungkin masih terdapat banyak kekurangan dalam skripsi ini. Oleh karena itu, saran dari pembaca akan sangat bermanfaat bagi penulis. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi semua pihak yang membacanya. Khususnya mahasiswa Teknik Sipil.

Bukittinggi,

Penulis

(FEBRI TRI ANGGARA PUTRA)



DAFTAR ISI

BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	1
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Tujuan dan Manfaat Penelitian	2
1.5 Sistematika Penulisan	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.1 Tinjauan Umum.....	4
2.2 Struktur Bawah	4
2.2.1 Jenis dan Fungsi Pondasi	4
2.3 Struktur Atas.....	7
2.3.1 Kolom	8
2.3.1.1 Pengertian Kolom	8
2.3.1.2 Fungsi Kolom	8
2.3.1.3 Jenis – Jenis Kolom	9
2.3.2 Balok	13
2.3.2.1 Pengertian Balok	13
2.3.2.2 Fungsi Balok	13
2.3.2.3 Jenis – Jenis Balok	13
2.3.2.4 Perencanaan Tulang Balok	14
2.3.3 Pelat Lantai	17
2.3.3.1 Pengertian Pelat Lantai	17
2.3.3.2 Fungsi Pelat Lantai	18
2.3.3.3 Jenis – Jenis Pelat Lantai	18
2.3.3.4 Perencanaan Pelat Lantai	21
2.4 Material	24
2.4.1 Beton	24
2.4.2 Sifat dan Karakteristik Beton	24
2.4.3 Mutu Beton	25
2.4.4 Baja Tulangan	26

2.4.4.1 Sifat Fisik Baja Tulangan	26
2.4.4.2 Tulangan Polos	28
2.4.4.3 Tulangan Ulir	29
2.5 Pembebanan.....	29
2.5.1 Beban Mati	30
2.5.2 Beban Hidup.....	32
2.5.3 Beban Gempa	33
2.5.3.1 Waktu Getar Alami	34
2.5.3.2 Faktor Respon Gempa	34
2.5.3.3 Faktor Keutamaan Gedung	35
2.5.3.4 Faktor Reduksi	36
2.5.3.5 Kombinasi Pembebanan	37
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	41
3.1 Pengertian Metodologi Penelitian	41
3.2 Lokasi Pembangunan yang Direncanakan.....	41
3.3 Data Penelitian.....	42
3.3.1 Jenis – Jenis Sumber Data	42
3.3.2 Teknik Pengumpulan Data	43
3.3.3 Metode Analisa Data	43
3.4 Diagram Alir Penelitian	44
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	45
4.1 Preliminari Desain Penampang Fc.....	45
4.1.1 Balok	45
4.1.1.1 Tinggi Balok	46
4.1.2 Kolom.....	47
4.1.3 Pelat Lantai.....	51
4.2 Evaluasi Dimensi Kolom f_c' Perkuatan.....	56
4.3 Hasil Analisa Perkuatan Kolom.....	60
4.4 Pembebanan	60
4.4.1 Beban Mati	60

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Gaya – Gaya Pada Pondasi	7
Tabel 2.2 Mutu Beton	25
Tabel 2.3 Mutu Baja.....	27
Tabel 2.4 Baja Tulangan Polos	28
Tabel 2.5 Baja Tulangan Ulir.....	29
Tabel 2.6 Berat Bahan Bangunan	30
Tabel 2.7 Berat Komponen Bangunan.....	31
Tabel 2.8 Beban Hidup Pada Lantai Gedung.....	32
Tabel 2.9 Koefesien (ψ)	35
Tabel 2.10. Faktor Reduksi Beban Hidup Untuk Peninjauan Gempa	36
Tabel 4.1 Preliminari Kolom Lantai 2	47
Tabel 4.2 Preliminari Kolom Lantai 1	48
Tabel 4.3 Preliminari Kolom Lantai 2	54
Tabel 4.4 Preliminari Kolom Lantai 1	56
Tabel 4.5 Perbandingan Hasil Perhitungan Gaya Berat / Luas (V / A)	57
Tabel 4.6. Respon Spektrum Untuk Kabupaten Tanah Datar.....	58
Tabel 4.7 Rekap Momen.....	61

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Percobaan diameter dengan kedalaman 3 meter	6
Gambar 2.2. Macam kolom dan penulangan	10
Gambar 2.3. jenis plat berdasarkan tumpuan	19
Gambar 2.4. jenis plat berdasarkan perletakannya.....	20
Gambar 2.5. Jenis plat berdasarkan penulangannya	21
Gambar 2.6. Bentang teoritis monolit.....	22
Gambar 2.7. Bentang teoritis tidak monolit.....	22
Gambar 2.8. Zona gempa pada wilayah sumatera	34
Gambar 3.1. Lokasi Pembangunan SDN 07/10 Parak Juar	40
Gambar 3.2 <i>Flowchart</i> penelitian	43
Gambar 4.1. Dimensi Balok.....	44
Gambar 4.2. Dimensi Pelat	49
Gambar 4.3. Pelat Tepi Konstruksi.....	50
Gambar 4.4. Grid Gedung SAP2000.....	59



DAFTAR NOTASI

b	= Lebar Penampang Melintang Kolom
h	= Tinggi Penampang Melintang Kolom
p	= Rasio Penulangan
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)
e_t	= Eksentrisitas gaya terhadap sumbu
e	= Eksentrisitas
M_u	= Momen Terfaktor
P_n	= Gaya aksial nominal
A_s	= Luas tulangan persisi
f_y	= Mutu Baja
d	= Tinggi kolom dikurangi asumsi selimut beton
d'	= Asumsi selimut beton
K	= Faktor panjang efektif komponen struktur tekan
P_{min}	= Rasio tulangan minimum
P_{max}	= Rasio tulangan maksimum
V_c	= Kuat geser nominal
F_u	= Tegangan tarik
V_s	= Kuat geser nominal
V_u	= Gaya geser terfaktor
F'_c	= Kuat tekan beton
F_y	= Tegangan leleh baja
P	= Beban tekan (N)
H	= Jumlah tingkat gedung
Ψ	= Koefisien ψ untuk menghitung faktor respon gempa vertikal C
A_0	= Nilai dari percepatan puncak muka tanah

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Gedung SDN 07/10 ini terletak dipusat keramaian, yaitu nya di dekat lapangan cindua mato dan pasar Limo Kaum Kabupaten Tanah Datar. Gedung ini digunakan oleh dua sekolah yaitu nya SDN 07 dan SDN 10, dimana kedua SDN ini bertepatan letak bersebelahan. Selain itu kegunaan gedung ini sangat banyak digunakan di antaranya sebagai tempat rapat komite, rapat guru dan wali murid dan sebagainya. Gedung ini sudah berdiri lebih dari 10 tahun dimana dibangun pada tanggal 5 Maret 2010.

Meski keadaan gedung masih baik – baik saja tidak kecil kemungkinan juga gedung ini akan robah secara tiba – tiba, mengingat usia strukturnya yang sudah melebihi 10 tahun. Demi memenuhi kebutuhan sarana pendidikan maka ada bagusnya dilakukan peninjauan ulang struktur gedung ini karna standar berdirinya suatu gedung Cuma 10 tahun, dan lebih dari itu perlu di lakukan renovasi atau perbaikan gedung tersebut.

Dengan kata lain gedung yang sudah melebihi usia standar ini perlu dilakukan peninjauan ulang agar tidak terjadi hal yang tidak di inginkan. Seperti runtuhnya bangunan saat digunakan karna tidak kuatnya struktur menahan beban yang dipikulnya. Dengan melakukan peninjauan ulang kita bisa mengetahui bagain gedung mana saja yang akan kita perbaiki dan kita renovasi tanpa harus merobohkan semua gedung. Dengan arti kata kita bisa meminimalis biaya yang kita gunakan untuk perbaikan struktur gedung ini.

1.2 Rumusan Masalah

- a. Apakah ada permasalahan pembebanan respons spektrum gempa kepada gedung yang akan ditinjau?
- b. Berapakah momen gaya serta defleksi yang akan terjadi pada struktur gedung yang akan ditinjau?

- c. Apa yang dilakukan untuk menghitung dimensi penampang penulangan kolom, balok dan pelat lantai bangunan gedung?

1.3 Batasan Masalah

Lingkupan pembahasan adalah "Tinjauan Perencanaan Struktur Gedung SDN 07/10 Parak Jua Kecamatan Lima Kaum Kabupaten Tanah Datar"

- a. Menganalisis struktur yang diperbaiki berupa perkuatan pada kolom lantai satu bangunan Gedung SDN 07/10 Parak Juar.
- b. Tidak melakukan Perhitungan data hamer test
- c. Untuk melakukan perhitungan struktur ulang dan pembebanan dibantu dengan aplikasi software SAP2000

1.4 Tujuan dan Manfaat Penelitian

Tujuan :

- a. Untuk menghitung ulang struktur bangunan gedung SDN 07/10 Parak Juar.
- b. Untuk menghitung ulang beban hidup, beban mati, beban gempa, dan beban angin.

Manfaat Penelitian :

- a. Penulis dapat mengetahui cara menganalisis struktur beton bertulang pada gedung bertingkat
- b. Penulis bisa menambah pengetahuan dan wawasan dalam perencanaan struktur beton bertulang pada struktur gedung yang bisa tahan terhadap beban gempa.
- c. Penulis bisa mempraktekan ilmu yang dipelajari dengan menerapkan aspek perencanaan gedung bertingkat dengan struktur beton bertulang.

1.5 Sistematika Penulisan

- **BAB I PENDAHULUAN**

Bab ini menguraikan tentang latar belakang gedung yang di tinjau, rumusan masalah, batasan masalah, serta tujuan dan manfaat dari penelitian dan sistematika penulisan.

- **BAB II TINJAUAN PUSTAKA**

Dalam bab ini membahas tentang pengertian kolom, balok dan pelat lantai pada perencanaan gedung bertingkat, dasar perhitungan serta beban yang bekerja pada suatu struktur.

- **BAB III METODOLOGI PENELITIAN**

Bab ini membahas lokasi penelitian ,metode analisis data dan alur dari penelitian.

- **BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN**

Bab IV ini membahas tentang hasil perhitungan peninjauan ulang yang dilakukan.

- **BAB V PENUTUP**

Bab V ini berisi 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 (*Strenght*), 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 (Hariono).

2.2 Struktur Bawah

Yang dimaksud struktur bawah adalah pondasi dan struktur bangunan yang berada dibawah permukaan tanah. Pondasi adalah bagian terendah dari bangunan yang meneruskan beban yang dipikul oleh bangunan ke tanah atau batuan yang berada dibawahnya. Pondasi secara garis besar dibagi atas 2 bagian yaitu pondasi dangkal (*shallow foundation*) dan pondasi dalam (*deep foundation*), tergantung dari letak tanah kerasnya dan perbandingan kedalaman dengan lebar pondasi. Pondasi dapat dikatakan pondasi dangkal apabila kedalamannya kurang atau sama dengan lebar pondasi ($D \leq B$) dan dapat digunakan jika lapisan tanah kerasnya terletak dekat dengan permukaan tanah sedangkan pondasi dalam digunakan jika lapisan tanah kerasnya berada jauh dari permukaan tanah.

2.2.1 Jenis Dan Fungsi Pondasi

Untuk menentukan jenis, ukuran dan konstruksi pondasi harus memperhatikan jenis bangunan, beban bangunan, kondisi tanah, dan

faktor-faktor lain yang mempengaruhinya. Dikarenakan fungsi pondasi adalah meneruskan beban yang ada pada bangunan ke tanah sebagai pendukung bangunan, maka pondasi perlu diperhitungkan dengan sebaik-baiknya.

Berdasarkan kemungkinan beban yang harus dipikul pondasi dibagi atas :

1. Pondasi dangkal

Pondasi dangkal ini digunakan apabila lapisan tanah pada dasar pondasi mampu mendukung beban terletak relatif dekat dengan permukaan tanah.

Pondasi dangkal terbagi atas :

- a. Pondasi telapak
- b. Pondasi memanjang
- c. Pondasi rakit

2. Pondasi dalam

pondasi dalam digunakan apabila lapisan tanah dasar yang mampu mendukung beban terletak jauh dari permukaan tanah, terbagi atas:

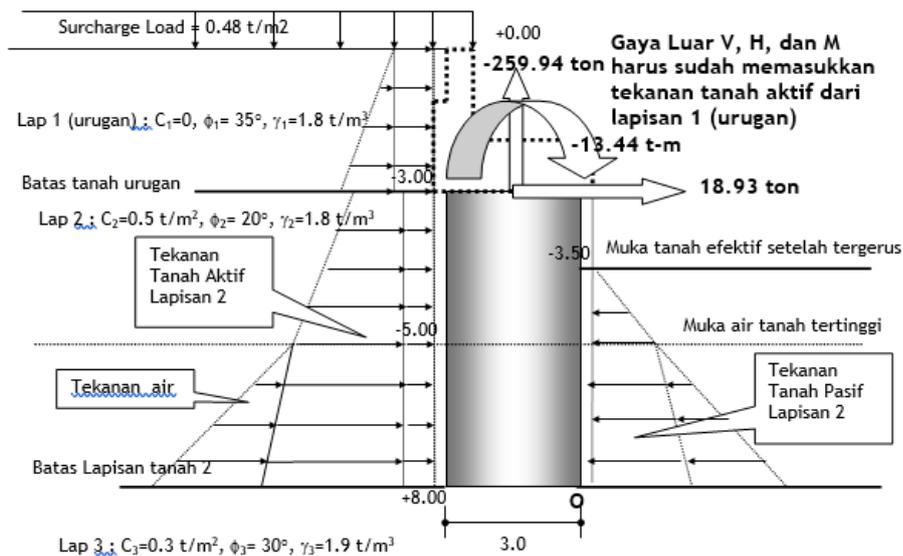
- a. Pondasi sumuran
- b. Pondasi tiang

Pemilihan jenis pondasi yang tepat perlu memperhatikan hal-hal sebagai berikut :

1. Bila tanah pendukung pondasi terletak pada kedalaman 2-3 meter dibawah permukaan tanah, dalam kondisi ini bangunan bisa menggunakan pondasi telapak.
2. Apabila tanah pendukung pondasi terletak pada kedalaman 10 meter dibawah permukaan tanah, dalam kondisi ini bisa menggunakan pondasi tiang apung.
3. Bila tanah pendukung pondasi terletak pada kedalaman 20 meter bawah permukaan tanah, maka pada kondisi ini apabila

penurunannya diizinkan dapat menggunakan tiang geser dan apabila tidak boleh terjadi penurunannya, biasanya menggunakan tiang pancang, akan tetapi bila terdapat batu besar pada lapisan pemakaian caisson lebih menguntungkan.

4. Bila tanah pendukung pondasi terletak pada kedalaman 30 meter dibawah permukaan tanah dapat menggunakan caisson terbuka, tiang baja atau tiang yang dicor ditempat, akan tetapi bila tekanan atmosfer yang bekerja kurang dari 3 kg/cm^2 maka digunakan caisson tekanan.
5. Apabila tanah pendukung pondasi terletak pada kedalaman sekitar 40 meter dibawah permukaan tanah, dalam kondidi ini maka menggunakan tiang baja dan tiang beton yang dicor ditempat (*Bowles J.E, 1993*).



Gambar 2.1. Percobaan diameter dengan kedalam 3 meter

Sumber : google

Gaya-gaya yang bekerja pada pondasi sumuran ditampilkan dalam bentuk table sebagai berikut :

Tabel 2.1. Gaya – gaya pada pondasi

No.	Arah	Deskripsi gaya	Besar gaya (kN)	y thd O (m)	y thd O (m)	Momen thd O (kN-meter)
1	(v)	el. 1 – pondasi	-169.646	-1.500	2.500	-254.469
2	(v)	g. ver. str. atas	-259.940	-1.500	5.000	-389.910
3	(h)	g. hor. str. atas	18.930	-1.500	5.000	94.650
4	(m)	momen str. atas	.000	-1.500	5.000	-13.440
5	(h)	tek. aktif lap : 2	36.783	3.000	3.904	143.601
6	(h)	tek. aktif lap : 2	81.650	3.000	1.435	117.180
7	(h)	tek. pasif lap : 2	-15.295	.000	3.619	-55.357
8	(h)	tek. pasif lap : 2	-60.791	.000	1.383	-84.080

Sumber : Data Proyek 2010

2.3 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 SDN 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

2.3.1 Kolom

2.3.1.1 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 *Structural* merupakan suatu hal yang harus diperhatikan baik secara ekonomis maupun dari segi keselamatan jiwa manusia. Karena itu, didalam merencanakan kolom perlu lebih hati-hati dengan cara memberikan *Factor* 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.

2.3.1.2 Fungsi Kolom

Fungsi kolom adalah sebagai penerus beban seluruh bangunan ke pondasi. Bila diumpamakan, kolom itu seperti rangka tubuh manusia yang memastikan sebuah bangunan

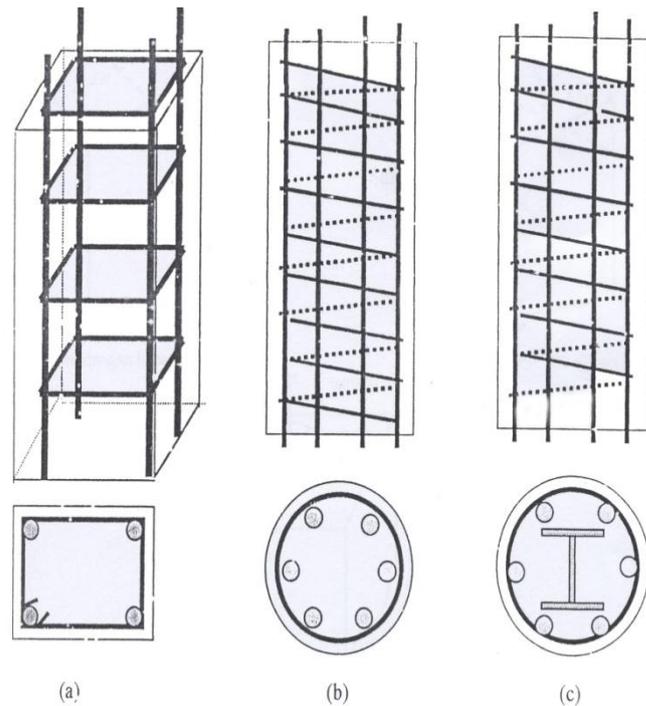
berdiri. Kolom termasuk struktur utama untuk meneruskan berat bangunan dan beban lain seperti beban hidup (manusia dan barang-barang), serta beban hembusan angin. SK SNI T-15-1991-03 mendefinisikan kolom adalah komponen struktur bangunan yang tugas utamanya menyangga beban aksial tekan vertikal dengan 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. Besi 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.

2.3.1.3 Jenis – Jenis Kolom

Jenis kolom berdasarkan bentuk dan macam penulangannya dapat dibagi menjadi tiga katagori yang diperlihatkan pada gambar 2.2. 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 2.2. Macam kolom dan penulangannya

- (a) Kolom persegi bertulangan sengkang
- (b) Kolom bundar bertulangan spiral
- (c) Kolom komposit

Sumber: Bagas Hermawan1/beton-bertulang

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 $A_s = A'_s = 0,5 A_{st}$,

sedangkan cara keduanya tulangan dibagi sama rata pada sisi penampang dengan $A_s = A'_s = A_{st} = 0,25 A_{st}$.

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 e_t 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_r bergantung pada mutu beton. Untuk kolom diperkenankan menganggap faktor reduksi kekuatan $\phi = 0,65$ sedangkan untuk tumpuan dapat ditentukan dengan menggunakan persamaan dibawah ini:

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

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

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

Keterangan:

- P_n = Gaya aksial nominal
 ϕ = Faktor reduksi kekuatan

$$P_n = \frac{A_s f_y}{\frac{e}{(d - d')} + 0,5} + \frac{b h f_c}{\frac{3he}{d^2} + 1,18} \quad (2.6)$$

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

2.3.2 Balok

2.3.2.1 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.

2.3.2.2 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

2.3.2.3 Jenis – jenis Balok

Beberapa jenis balok antara lain:

1. Balok sederhana bertumpu pada kolom diujung-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 teritisan 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.

2.3.2.4 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 kekutan

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

2.3.3 Plat lantai

2.3.3.1 Pengertian Plat 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 :

- a. Besar lendutan yang diinginkan.
- b. Lebar bentangan atau jarak antara balok-balok pendukung.
- c. 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.

2.3.3.2 Fungsi Plat Lantai

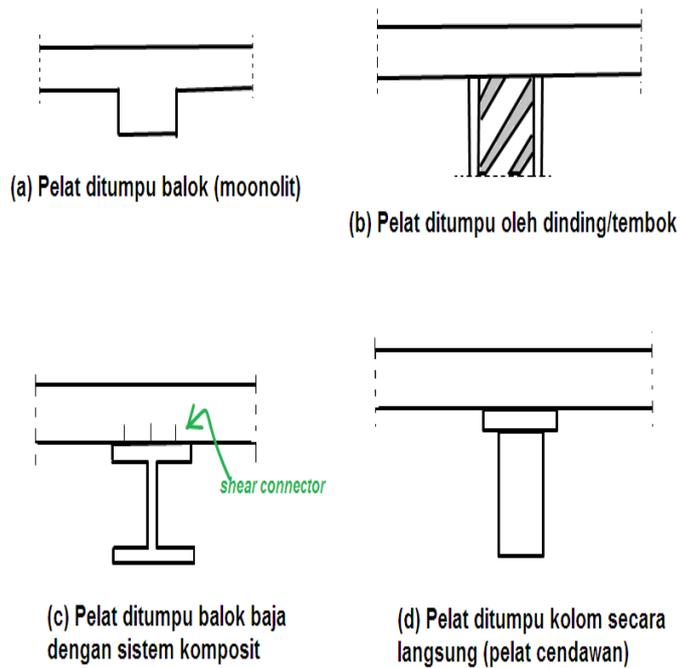
Adapun fungsi pelat lantai adalah sebagai berikut :

- 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.

2.3.3.3 Jenis – jenis Plat Lantai

Ada berbagai jenis plat lantai berdasarkan tumpuannya, perletakkannya 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 system komposit.
4. Didukung oleh kolom secara langsung tanpa balok, dikenal dengan plat cendawan.



Gambar 2.3. jenis plat berdasarkan tumpuan

Sumber: Bagas Hermawan1/beton-bertulang

Jenis – jenis plat lantai berdasarkan perletakkannya adalah:

1. Terletak bebas

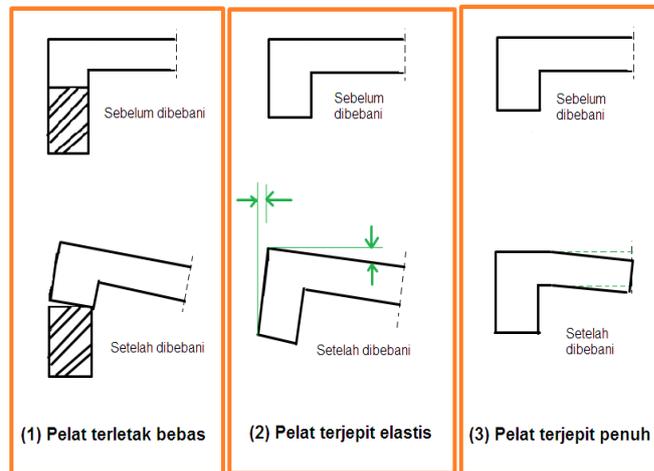
Jika pelat diletakan begitu saja diatas balok, atau antara pelat dan balok tidak dicor bersama-sama sehingga pelat dapat berotasi bebas pada tumpuan tersebut.

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 2.4. jenis plat berdasarkan perletakkannya

Sumber: Bagas Hermawan1/beton-bertulang

Jenis – jenis plat lantai berdasarkan system penulangannya adalah:

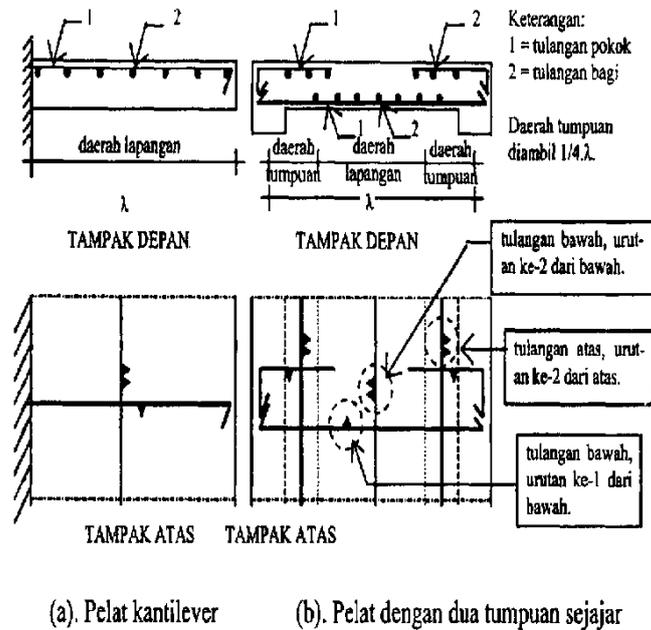
1. Penulangan pelat satu arah (*one way slab*)

Konstruksi pelat satu arah dengan tulangan pokok satu arah ini akan dijumpai jika pelat 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 sitem penulangan plat yang di pakai adalah pelat dua arah ini. Contoh pelat

dua arah adalah pelat yang ditumpu oleh 4 sisi yang saling sejajar seperti pada proyek Pembangunan Gedung Layanan Keperawatan Gigi Poltekkes Kemenkes Padang ini.



Gambar 2.5. Jenis plat berdasarkan penulangannya

Sumber: Bagas Hermawan1/beton-bertulang

2.3.3.4 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

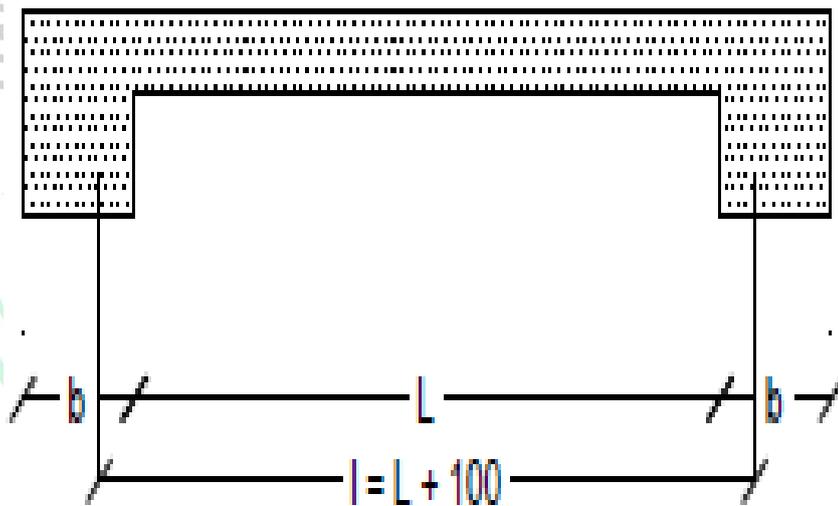
permukaan tumpuan ditambah dengan setengah panjang perletakan a pada setiap ujung. Bila lebar balok lebih dari dua kali tebal keseluruhan pelat, dianggap $l = L + 100$ (seperti Gambar 2.5). Jika perletakan pelat beton bertulang dibuat dari bahan yang lain dengan beton bertulang, sesuai ketentuan untuk 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:

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

Keterangan:

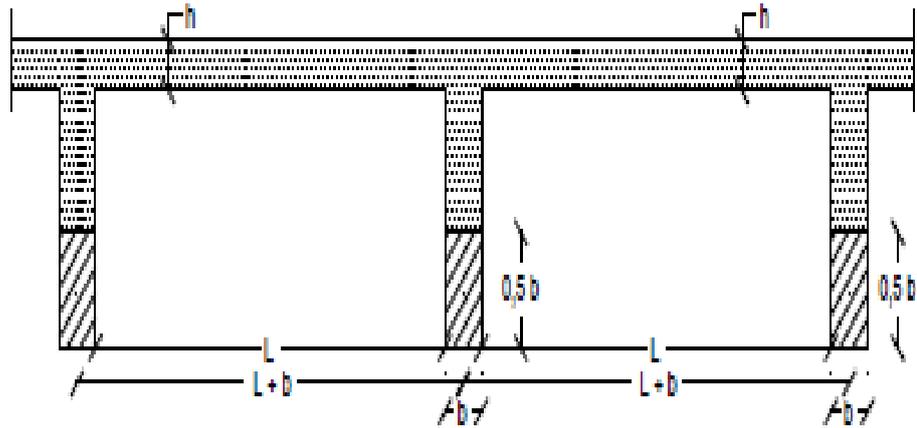
L = Panjang bentang

B = Lebar daerah komponen



Gambar 2.6. Bentang teoritis monolit

Sumber: (Vis-Kusuma, 1993)



Gambar 2.7. 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:

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

Keterangan:

- d = Tebal selimut beton
- h = Tinggi pelat
- p = Beban terpusat
- ϕ = Faktor reduksi kekuatan

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

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

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)

2.4 Material

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

2.4.1 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 (Tjokrodinuljo,1992).

2.4.2 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 kekuatan tariknya.

2.4.3 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:

$$f'_c = \frac{P}{A} \quad (2.21)$$

Keterangan:

f'_c = kuat tekan beton (MPa)

A = luas bidang desak benda uji (mm^2)

P = beban tekan (N)

Tabel 2.2. 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

2.4.4 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 untuk menahan gaya tarik.

2.4.4.1 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 2.3. Mutu baja

Simbol mutu	Tegangan leleh Min. (kN/cm²)	Kekuatan tarik Min. (kN/cm²)	Perpanjangan Min. (%)
BJTP - 24	24	39	24
BJTP - 30	30	45	20
BJTD - 30	30	45	20
BJTD - 35	35	50	20
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/ cm² (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)

2.4.4.2 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 2.4. Baja Tulangan Polos

Diameter (mm)	Berat (kg / m)	Keliling (cm)	Luas 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

2.4.4.3 Tulangan Ulir

Tabel 2.5. Baja Tulangan Ulir

Diameter (mm)	Berat (kg/m)	Keliling (cm)	Luas 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.

2.5 Pembebanan

Pembebanan dapat terjadi dari beban konstruksi itu sendiri yang di sebut 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 pembebanannya.

2.5.1 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*, klading gedung dan komponen arsitektural dan struktural lainnya serta peralatan tetap terpasang lain termasuk berat keran. 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 2.6. 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

Sumber : PPPURG 1987

Tabel 2.7. 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

Sumber : PPPURG 1987

2.5.2 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 2.8. 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, ruanf 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

Sumber : PPPURG 1987

Tabel 2.8. Beban hidup pada lantai gedung

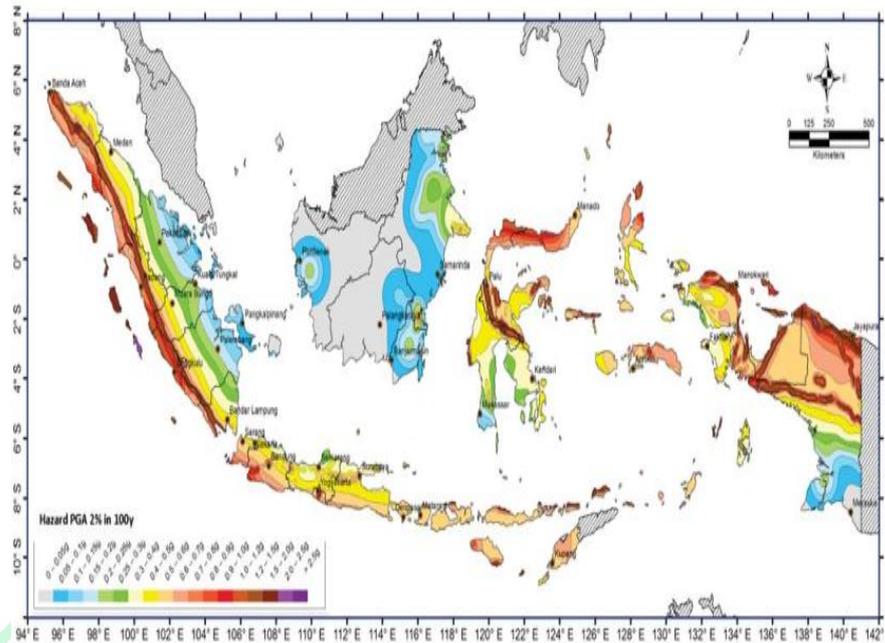
Lantai untuk pabrik, bengkel, gudang, perpustakaan, ruang arsip, toko buku, toko besi, ruang alat-alat dan ruang mesin, harus diencanakan terhadap beban hidup yang ditentukan sendiri	400
Lantai gedung parker bertingkat	
- untuk lantai bawah	800
- untuk lantai tingkat lainnya	400
Balokn-balkon yang menjorok bebas keluar harus direncanakan terhadap beban hidup dari lantai ruang yang berbatasan, dengan minimum	300

Sumber : PPPURG 1987

2.5.3 Beban Gempa (*Earthquake*)

Beban gempa ialah semua beban *static ekivalen* 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 ekivalen yang bekerja pada gedung atau bagian gedung yang menirukan pengaruh dari gerakan tanah akibat gempa (*PPIUG 1983*).

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



Gambar 2.8. Zona gempa pada wilayah sumatera

Sumber : Peta sumber dan bahaya gempa 2017

2.5.3.1 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

2.5.3.2 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 2.9. Koefesien (ψ)

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

Sumber : SNI 1726-2012

2.5.3.3 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.

2.5.3.4 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 2.10. Faktor Reduksi Beban Hidup Untuk Peninjauan Gempa

Pergunaan 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: - Kantor - Bank	0,60	0,30

Perdagangan:		
- Toko		
- Toserba	0,80	0,80
- Pasar		

Tabel 2.10. Faktor Reduksi Beban Hidup Untuk Peninjauan Gempa

Industri:		
- Pabrik	1,00	0,90
- Bengkel		
Tempat Kendaraan:		
- Garasi	0,90	0,50
- Gedung Parkir		
Gang dan Tangga:		
- Perumahan / Penghunian	0,75	0,30
- Pendidikan, Kantor	0,75	0,30
- Pertemuan umum	0,90	0,50
Perdagangan		
Penyimpanan		
Industri		
Tempat kendaraan		

Sumber : Peraturan Pembebanan Indonesia Untuk Gedung (PPIUG) 1983

2.6 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 untuk mengantisipasi 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 struktural T seperti akibat beban penurunan, rangkai, 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.

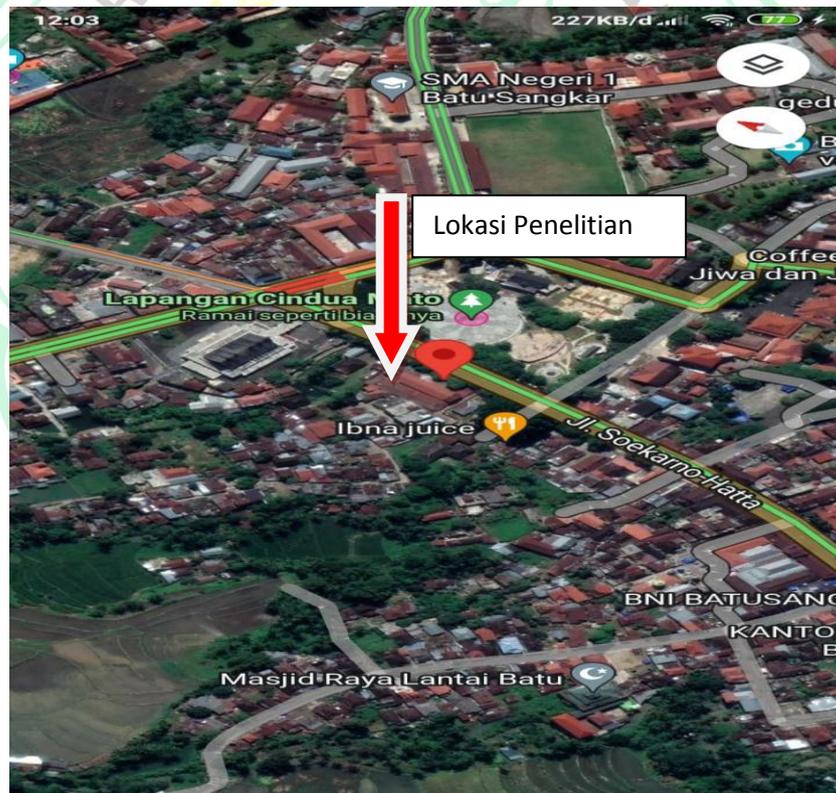
BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Pengertian Metodologi Penelitian

Metode penelitian adalah kegiatan pelaksanaan yang dilakukan berdasarkan keadaan yang sebenarnya. Penelitian adalah suatu penyelidikan yang sistematis untuk meningkatkan sejumlah pengetahuan, juga merupakan suatu usaha yang sistematis dan terorganisasi untuk menyelidiki masalah tertentu sehingga memerlukan jawaban.

3.2 Lokasi Penelitian

SDN 07/10 Parak Juar Kecamatan Lima Kaun Kabupaten Tanah Datar



Gambar 3.1. Lokasi Pembangunan SDN 07/10 Parak Juar Kecamatan Lima Kaun Kabupaten Tanah Datar

Sumber: Google map (1 Maret 2022)

3.3 Data penelitian

Jenis dan Sumber Data

1. Data umum proyek

Pekerjaan	: Pembangunan Struktur Gedung Sekolah Tiga Lantai SDN 07/10 Parak Juar Kecamatan Lima Kaun Kabupaten Tanah Datar
Lokasi	: Jl. Soekarno Hatta Kab. Tanah Datar Provinsi Sumatera Barat
Fungsi Bangunan	: Gedung Sekolah
Pemilik	: Pemerintah (SDN 07/10 Parak Juar Kab. Tanah Datar)
Penyedia Jasa	: PT Natural Sumatera Consultant

2. Data teknis proyek

1. Jenis Bangunan	: Bangunan 2 Lantai
2. Jenis Struktur	: Beton Bertulang
3. Luas Bangunan	:
- Lantai 1	: $\pm 924,6\text{m}^2$
- Lantai 2	: $\pm 915,425\text{m}^2$
- Lantai Dak	: $\pm 197,292\text{m}^2$
4. Jenis Atap	: Genteng Metal
5. Jenis Kuda-kuda	: Baja Ringan
- Selasar	: K-300 ; $f_c = 25$ Mpa
- Lapangan Upacara	: K-300 ; $f_c = 25$ Mpa
- Groundtank	: K-300 ; $f_c = 25$ Mpa
- Ram	: K-300 ; $f_c = 25$ Mpa
- Tangga	: K-300 ; $f_c = 25$ Mpa
6. Mutu Tulangan	: Besi Beton Ulir $f_y = 320$ MPa : Besi Beton Polos $f_y = 240$ MPa

3.4 Teknik Pengumpulan Data

1. *Interview*

Metode ini dilakukan dengan melakukan tanya jawab atau wawancara.

2. *Literatur*

Menyelesaikan masalah yang dihadapi di dalam proyek dengan mempelajari suatu tahapan.

3. Dokumentasi

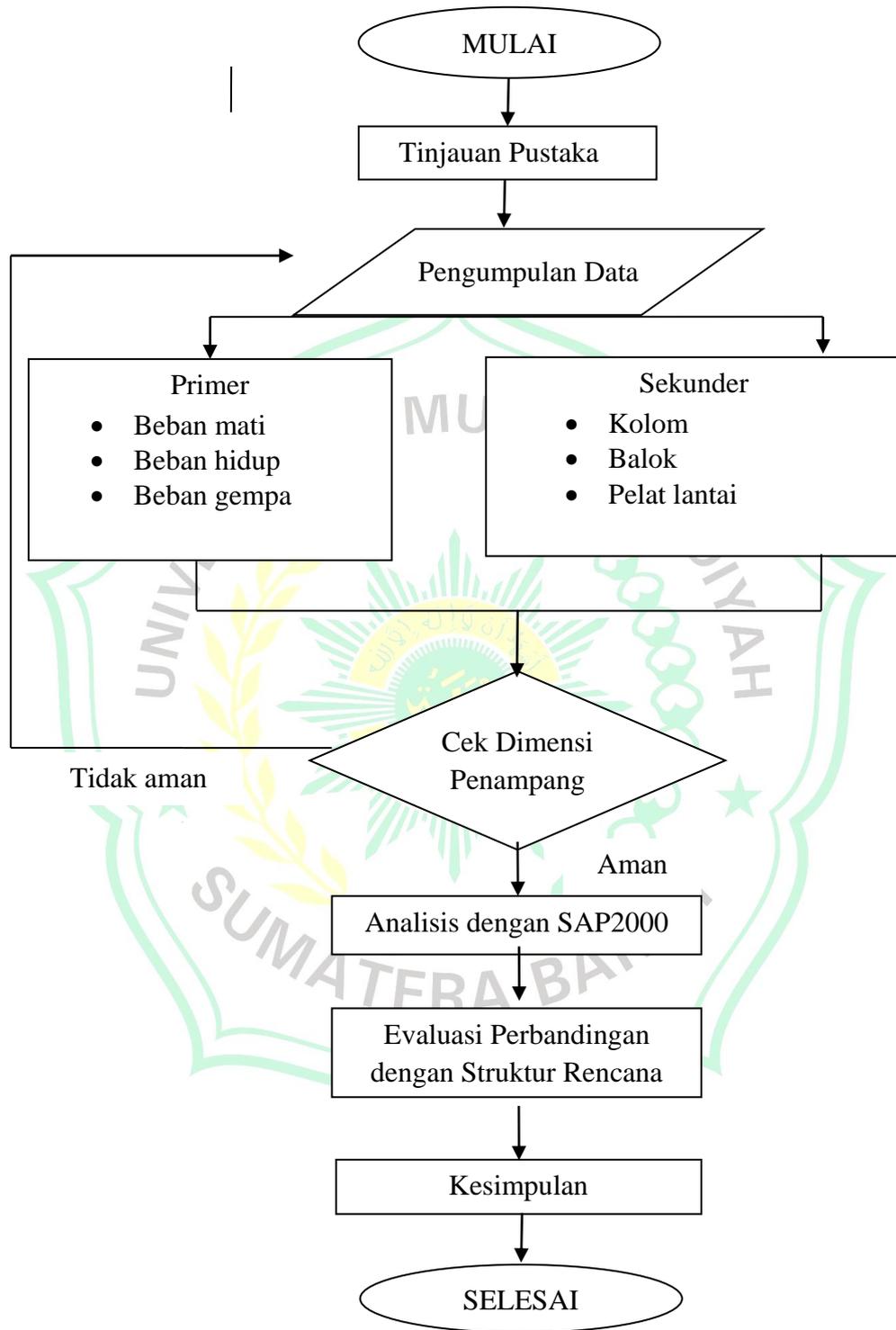
Yaitu berupa foto gambar atau jenis dokumen tertulis lainnya.

3.5 Metode Analisa Data

Metode yang digunakan adalah **Metode Kuantitatif**

Metode penelitian kuantitatif adalah metode penelitian yang menggunakan angka sebagai dasar untuk membuat generalisasi tentang suatu fenomena. Ini menekankan analisis numerik data menggunakan teknik komputasi. Angka-angka yang digunakan dalam analisis statistik berasal dari skala objektif pengukuran unit analisis yang disebut variabel. Ada empat jenis skala pengukuran yaitu nominal, ordinal, rasio, dan interval.

3.6 Diagram Alir Penelitian (Flowchart)



Gambar 3.2. Flowchart penelitian

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Preliminari Desain Penampang Fc'

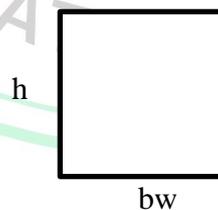
4.1.1 Balok

Balok Induk (45 x 30) Lantai 2

Pengimputan Data Preliminari

- | | | |
|---------------------|---------|--------------------------|
| a. Panjang Balok | L1 | : 7150 mm |
| | L2 | : 2400 mm |
| b. Balok Terpanjang | (Lpj) | : 700 mm |
| c. Balok Terpendek | (Lpd) | : 2400 mm |
| d. Tinggi Kolom | H1 | : 4100 mm |
| | H2 | : 4100 mm |
| e. Mutu Beton | K | : 250 Kg/cm ² |
| f. Mutu Baja | Fy | : 400 MPa |

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



Gambar 4.1. Dimensi Balok

Sumber : *google image* Balok

4.1.1.1 Tinggi Balok (h)

a. Balok Induk (h)

Untuk menentukan nilai h digunakan persamaan tinggi balok.

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

$$h \geq 453,15 \text{ mm, Nilai ini berlaku untuk}$$

$$F_y = 400 \text{ MPa}$$

untuk F_y selain 400 MPa, maka :

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

$$h \geq 432,05 \text{ mm}$$

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

b. Lebar Badan Balok (bw)

1. Balok Induk (bw)

Untuk menentukan nilai bw maka digunakan persamaan lebar balok.

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

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

$$2/3h = 300$$

$$250 \leq bw \leq 300$$

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

Untuk memenuhi persyaratan diatas maka ditentukan sebagai berikut:

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

$$L_n \geq 4d$$

$$(7100-300) \geq (4 \times (450 - 40 - 5))$$

$$6700 \geq 1610 \quad \text{..... OK!}$$

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

a. $bw/h \geq 0,3$
 $0,567 \geq 0,3 \quad \text{..... OK!}$

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

c. $300 \geq 250 \quad \text{..... OK!}$

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 penumpu c2, dan

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

$$bw \leq 2.c2$$

$$300 \leq 700 \quad \text{..... OK!}$$

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

$$300 \leq 600 \quad \text{..... OK!}$$

Maka dimensi balok yang digunakan dalam permodelan adalah : Balok 450 x 300 mm

4.1.2 Kolom

a. Kolom Lantai 2

Keterangan :

Tebal Pelat = 0,13 m

Luas Pelat = 18,10 m²

Dimensi Balok P = 0,35 m L = 0,3 m

Panjang Balok = 7,1 m

Dimensi Kolom P = 0,5 m L = 0,3 m

Tinggi Kolom = 4 m

Tabel 4.1. Preliminari Kolom Lantai 2

Jenis Beban	Tbl (m)	Tggi (m)	Lbr (m)	Pjg (m)	Luas M ²	Beban Kg/m ³ kg/m ²	Berat (kg)	Komb inasi
➤ MATI								
a. Beban Balok		0,35	0,3	6,1		2300	2300,40	
b. Water Proofing					18,20	14	268,80	
c. Spesi	0,02				18,20	21	806,40	
d. MEP					18,20	30	576	
e. Plafon					18,20	20	384	
f. Beban Dak Beton	0,12				18,20	2400	5529,60	
								11838,24
➤ HIDUP								
a. Beban Hidup					18,20	250	4800	
b. Beban Hujan					18,20	20	384	
								8294,4
						TOTAL	15049,20	20132,64
						LUAS KOLOM RENCANA	0,15	0,15

Sumber : Prelim Kolom Lantai 2

Maka diperoleh :

Gaya Berat (V) = 113.045,9 kg

Luas Rencana Kolom (A) = 1450.000 mm²

Fc' K = 340,000 kg/cm²

K = 3,400 kg/mm²

S = 4,096 kg/mm²

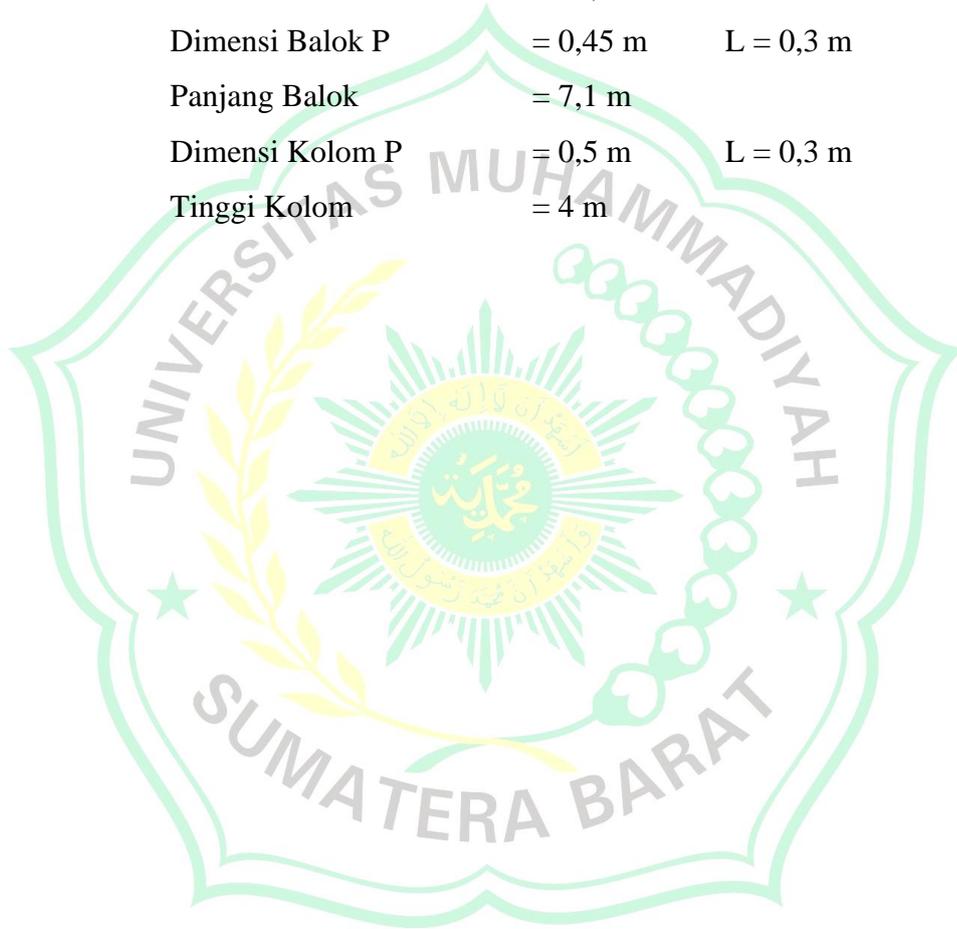
Gaya Berat / Luas :

V/A	$\leq f_c'$
$112.045,9 / 150.000$	$\leq 4,096 \times 0,3$
$0,702759 \text{ kg/mm}^2$	$\leq 1,3336 \text{ kg/m} \dots\dots\dots \text{OK!}$

b. Kolom Lantai 1

Keterangan :

Tebal Pelat	$= 0,12 \text{ m}$	
Luas Pelat	$= 18,20 \text{ m}^2$	
Dimensi Balok P	$= 0,45 \text{ m}$	$L = 0,3 \text{ m}$
Panjang Balok	$= 7,1 \text{ m}$	
Dimensi Kolom P	$= 0,5 \text{ m}$	$L = 0,3 \text{ m}$
Tinggi Kolom	$= 4 \text{ m}$	



Tabel 4.2. Preliminari Kolom Lantai 1

Jenis Beban	Tbl (m)	Tggi (m)	Lbr (m)	Pjg (m)	Luas M ²	Beban Kg/m ³ kg/m ²	Berat (kg)	Komb inasi
➤ MATI								
a. Beban Plat	0,12				18,2	2300	5529, 60	
b. Beban Balok		0,45	0,3	7,1		2300	2300, 40	
c. Beban Kolom		0,5	0,3	4		2300	1440	
d. Beban Spesi					18,2	21	806,4	
e. Plafon					18,2	20	384	
f. Beban Dinding		3,55		7,1		2300 250	6301, 25	
g. MEP					18,2	30	576	
h. Berat Keramik					18,2	24	460,8	
								21355 8,14
➤ HIDUP								
a. Beban Orang					18,20	250	4800	
								7680
						TOTAL	2259 8,45	29038 ,14
						LUAS KOLOM RENCANA	0,15	0,15

Sumber : Prelim Kolom Lantai 1

Maka diperoleh :

$$\text{Gaya Berat (V)} = 20.232,64 \text{ kg}$$

$$\text{Luas Rencana Kolom (A)} = 150.000 \text{ mm}^2$$

$$f_c' \quad K = 340,000 \text{ kg/cm}^2$$

$$K = 3,400 \text{ kg/mm}^2$$

$$S = 2,822 \text{ kg/mm}^2$$

Gaya Berat / Luas :

$$V/A < f_c'$$

$$112.045,9 / 150.000 \leq 2,822 \times 0,3$$

$$0,702759 \text{ kg/mm}^2 \leq 0,8466 \text{ kg/m} \dots\dots\dots \text{OK!}$$

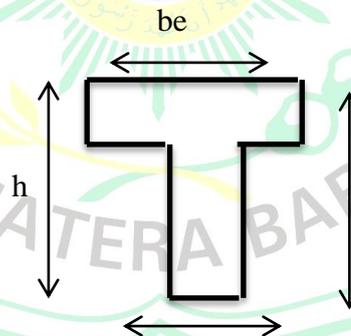
4.1.3 Pelat Lantai

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

- $b_w = 0,3 \quad m = 300 \text{ mm}$
 Panjang Balok L1 7.150 mm
 L2 2.400 mm
 Lpj 7.150 mm
 Lpd 2.400 mm
 Diambil, hf = 120 mm
 Fy = 400 MPa

a. Perencanaan Dimensi Balok

1) Untuk Balok Yang Berada Di tengah Konstruksi



Gambar 4.2. Dimensi Pelat

Sumber :Google SNI 2847 : 2019

Menurut SNI 2847 : 2019 (Beton)

Lebar sayap $be = bw + b1 + b2$

Aturan 1 :

- Untuk $hw < 4 hf$, maka $b1 = b2 = hw$

- Untuk $h_w > 4 h_f$, maka $b_1 = b_2 = 4 h_f$

a. $h_w = h - h_f$
 $= 400 - 120 \text{ mm}$
 $= 330 \text{ mm}$

b. $b_1 = h_w : b_1 = 330 \text{ mm}$

c. $b_2 = b_1 : b_2 = 330 \text{ mm}$

d. $b_e = b_w + b_1 + b_2$
 $b_e = 300 + 330 + 330 \text{ mm}$
 $b_e = 960 \text{ mm}$

- e. Panjang bentang bersih balok adalah :

$$L_n = L \text{ balok} - b_w$$

$$L_n = 7.100 - 300 \text{ mm}$$

$$L_n = 6.800 \text{ mm} = 6,8 \text{ m}$$

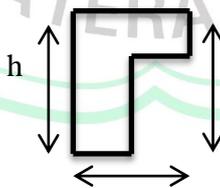
Berdasarkan SNI 2847 : 2019

f. $b_e \leq 1/4 L_{pj} : = 1.775 \text{ mm}$
 $960 \leq 1.775 \text{ mm} \dots\dots\dots \text{OK!}$

g. $b_1, b_2 \leq 8 h_f : 8 h_f = 960 \text{ mm}$
 $330 \leq 960 \text{ mm} \dots\dots\dots \text{OK!}$

h. $b_1, b_2 \leq 1/2 L_n : 1/2 L_n = 6.800 \text{ mm}$
 $330 \leq 6.800 \text{ mm} \dots\dots\dots \text{OK!}$

2) Untuk Balok Yang Berada Di Tepi Konstruksi



Gambar 4.3. Pelat Tepi Konstruksi

Sumber : Google SNI 2847 : 2019

Berdasarkan SNI 2847 : 2019

$$b_e = b_w + b_1 = 620 \text{ mm}$$

$$h_w = h - h_f = 320 \text{ mm}$$

cek

$$\begin{aligned} h_w &\leq 1/12 L_{pj} : 1/12 L_{pj} = 591,67 \text{ mm} \\ 320 &\leq 591,67 \text{ mm} && \text{.....OK!} \\ h_w &\leq 6 h_f : 6 h_f = 720 \text{ mm} \\ 320 &\leq 720 \text{ mm} && \text{..... OK!} \\ h_w &\leq 1/2 L_n : 1/2 L_n = 3.400 \text{ mm} \\ 320 &\leq 3.400 \text{ mm} && \text{..... OK!} \end{aligned}$$

b. Cek Tebal Pelat Pembebanan

Menurut SNI 2847 : 2019 untuk pelat dengan balok yang membentang di antara tumpuan pada semua sisinya, tebal minimumnya, dan h_f harus memenuhi ketentuan sebagai berikut:

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

a) Menentukan Momen Inersia Balok Pelat (I_{bp}).

Untuk balok yang berada di tengah konstruksi

$$\begin{aligned} 1) \quad b_e &= 0,95 \text{ m} \\ &= 950 \text{ mm} \\ 2) \quad h_f &= 0,13 \text{ m} \\ &= 130 \text{ mm} \\ 3) \quad h_w &= 0,32 \text{ m} \\ &= 320 \text{ mm} \\ A_1 &= h_w \cdot b_w = 99.000 \text{ mm}^2 \\ &\text{mm}^2 \end{aligned}$$

Titik Berat

$$\begin{aligned} A_1 \cdot 1/2 \cdot h_w &= 16.335.000 && \text{..... 1} \\ A_2(h_f/2 + h_w) &= 44.928.000 && \text{..... 2} \\ A_1 + A_2 &= 214.200 && \text{..... 3} \\ \text{Jadi, } y &= (a + b) / c && = 286,0084 \text{ mm} \\ &&& = 0,286008 \text{ m} \end{aligned}$$

$$I_x = (1/12 \cdot b_w \cdot h_w^3) = 898.425.000 \text{ mm}^4$$

$$\begin{aligned}
Y1 &= 1/2.hw && 165 \text{ mm} \\
1 \times 2 &= (1/2.be.hf^3) && = 894.425.000 \text{ mm}^4 \\
Y2 &= (1/2.hf) + hw && = 390 \text{ mm} \\
I_{bp} 1 &= 1 \times 1 + (A1 * (y - y1)^2) + && \\
& 1 \times 2 + (A2 * (y2 - y1)^2) && \\
&= 3.632.127.185 \text{ mm}^4 &&
\end{aligned}$$

Untuk balok yang berada di tepi konstruksi

$$\begin{aligned}
Be 1 &= 630 \text{ mm} \\
A1 &= hw.bw && = 99.000 \text{ mm}^2 \\
A2 &= hf.be 1 && = 75.600 \text{ mm}^2 \\
\text{Titik Berat} &&& \\
A1.1/2.hw &= 15.335.000 && \dots\dots\dots 1 \\
A2(hf/2 + hw) &= 28.484.000 && \dots\dots\dots 2 \\
A1 + A2 &= 173.600 && \dots\dots\dots 3 \\
\text{Jadi, } y &= (a + b) / c && = 262,4227 \text{ mm} \\
&= 0,2524227 \text{ m} \\
1 \times 1 &= (1/12.bw.hw^3) && = 889.425.000 \text{ mm}^4 \\
Y1 &= 1/2.hw && = 165 \text{ mm} \\
1 \times 2 &= (1/2.be.hf^3) && = 907.200.000 \text{ mm}^4 \\
Y2 &= (1/2.hf) + hw && = 390 \text{ mm} \\
I_{bp} 1 &= 1 \times 1 + (A1 * (y - y1)^2) + && \\
& 1 \times 2 + (A2 * (y2 - y1)^2) && \\
&= 3.149.235.205 \text{ mm}^4 &&
\end{aligned}$$

b) Menentukan Inersia Pelat

Untuk balok yang berada di tepi konstruksi

$$\begin{aligned}
I_{p1} &= 1/12 (bw/2+L1/2) \times hf^3 \\
&= 1/12 (7100/2 + 7100/2) \times 120^3 \\
&= 202.600.000 \text{ mm}^4 \\
\alpha 1 &= I_{bp2} / I_{p1} \\
&= 3159235206 / 201600000
\end{aligned}$$

$$= 15,5708096 \text{ mm}^4$$

$$\begin{aligned} I_{p2} &= 1/12 (b_w/2 + L_1/2) \times h_f^3 \\ &= 1/12 (0,3 / 2 + 7100/2) 120^3 \\ &= 202.600.000 \text{ mm}^4 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \alpha_2 &= I_{bp2} / I_{p2} \\ &= 3149235206 / 201.600.000 \\ &= 15,5708096 \text{ mm}^4 \end{aligned}$$

Untuk balok yang berada di tengah konstruksi

$$\begin{aligned} I_{p3} &= 1/12 (L_1/2 + L_1/2) \times h_f^3 \\ &= 1/12 (7100/2 + 7100/2) \times 120^3 \\ &= 681.200.000 \text{ mm}^4 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \alpha_3 &= I_{bp1} / I_{p3} \\ &= 3732127185 / 691.200.000 \\ &= 5,3894896 \text{ mm}^4 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} I_{p4} &= 1/12 (L_1/2 + L_2/2) \times h_f^3 \\ &= 1/12 (7100/2 + 9600/2) 120^3 \\ &= 360.000.000 \text{ mm}^4 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \alpha_4 &= I_{bp1} / I_{p4} \\ &= 3732127185 / 360.000.000 \\ &= 10,46702 \text{ mm}^4 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} a &= (a_1 + a_2 + a_3 + a_4) / 4 \\ &= (99000 + 115200 + 88000 + 78700) \\ &= 11,7770322 \text{ mm}^4 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \beta &= (L_{pj} - b_w) / (L_{pd} - b_w) \\ &= (7100 - 0,3) / (2500 - 0,3) \\ &= 3.08090909 \text{ mm}^4 \end{aligned}$$

Untuk $a > 2.0$, ketebalan pelat minimum harus memenuhi :

$$hf = \frac{in. (0.8 + (fy \cdot 1400))}{36 + 9.3}$$

Dan tidak boleh kurang dari 90

$h_f = 114,6857957 \text{ mm}$
diambil,
 $120 \text{ mm} \geq 90 \text{ mm}$

4.2 Evaluasi Dimensi Kolom f_c' Perkuatan

1. Kolom Lantai 2

Keterangan :

Tebal Pelat = 0,13 m

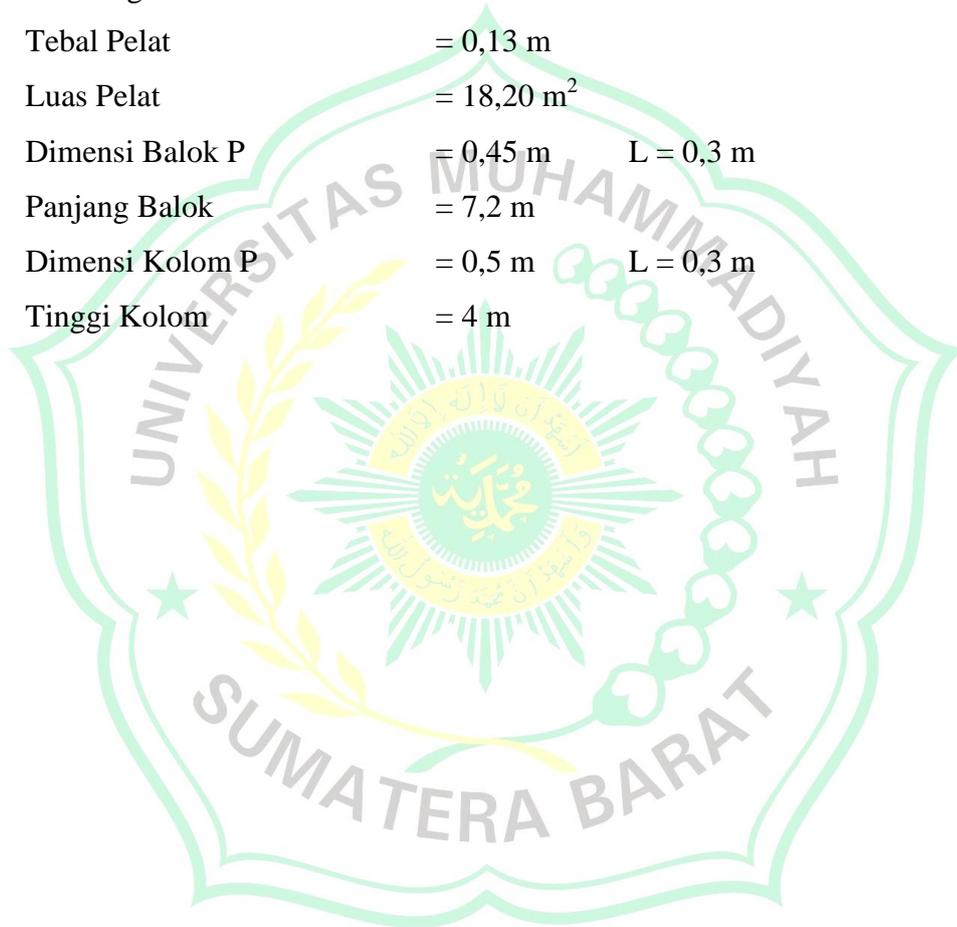
Luas Pelat = 18,20 m²

Dimensi Balok P = 0,45 m L = 0,3 m

Panjang Balok = 7,2 m

Dimensi Kolom P = 0,5 m L = 0,3 m

Tinggi Kolom = 4 m



Tabel 4.3. Preliminari Kolom Lantai 2

Jenis Beban	Tbl (m)	Tggi (m)	Lbr (m)	Pjg (m)	Luas M ²	Beban Kg/m ³ kg/m ²	Berat (kg)	Komb inasi
➤ MATI								
a. Beban Balok		0,45	0,3	7,1		2400	2300,40	
b. Water Proofing					18,20	14	268,80	
c. Spesi	0,02				18,20	21	806,40	
d. MEP					18,20	30	576	
e. Plafon					18,20	20	384	
f. Beban Dak Beton	0,12				18,20	2400	5529,60	
								11838,24
➤ HIDUP								
a. Beban Hidup					18,20	250	4800	
b. Beban Hujan					18,20	20	384	
								8294,4
						TOTAL	15049,20	20132,64
						LUAS KOLOM RENCANA	0,15	0,15

Sumber : Prelim Kolom Lantai 2

Maka diperoleh :

$$\text{Gaya Berat (V)} = 20.232,64 \text{ kg}$$

$$\text{Luas Rencana Kolom (A)} = 140.000 \text{ mm}^2$$

$$f_c' \quad K = 340,000 \text{ kg/cm}^2$$

$$K = 3,400 \text{ kg/cm}^2$$

$$S = 2,279 \text{ kg/cm}^2$$

Gaya Berat / Luas :

$$V/A \leq f_c'$$

$20.232,64 / 140.000$	$\leq 2,279 \times 0,3$	
$0,144518\text{kg/mm}^2$	$\leq 0,6819 \text{ kg/m}$ OK!

2. Kolom Lantai 1

Keterangan

Tebal Pelat	= 0,12 m	
Luas Pelat	= 18,20 m ²	
Dimensi Balok P	= 0,45 m	L = 0,3 m
Panjang Balok	= 7,1 m	
Dimensi Kolom P	= 0,7 m	L = 0,5 m
Tinggi Kolom	= 4 m	



Tabel 4.4. Preliminari Kolom Lantai 1

Jenis Beban	Tbl (m)	Tggi (m)	Lbr (m)	Pjg (m)	Luas M ²	Beban Kg/m ³ kg/m ²	Berat (kg)	Komb inasi
➤ MATI								
a. Beban Plat	0,12				18,2	2400	5529,60	
b. Beban Balok		0,45	0,3	7,1		2400	2300,40	
c. Beban Kolom		0,5	0,3	4		2400	1440	
d. Beban Spesi					18,2	21	806,4	
e. Plafon					18,2	20	384	
f. Beban Dinding		3,55		7,1		2400 250	6301,25	
g. MEP					18,2	30	576	
h. Berat Keramik					18,2	24	460,8	
								21355,8,14
➤ HIDUP								
a. Beban Orang					18,20	250	4800	
								7680
						TOTAL	2259,8,45	29038,14
						LUAS KOLOM RENCANA	0,35	0,35

Sumber : Prelim Kolom Lantai 1

Maka diperoleh :

$$\text{Gaya Berat (V)} = 114.349,9 \text{ kg}$$

$$\text{Luas Rencana Kolom (A)} = 340.000 \text{ mm}^2$$

$$f_c' \quad K = 300,000 \text{ kg/cm}^2$$

$$K = 3,000 \text{ kg/cm}^2$$

$$S = 3,614 \text{ kg/cm}^2$$

Gaya Berat / Luas :

$$\begin{aligned} V/A & \leq f_c' \\ 113.349,9 / 350.000 & \leq 3,614 \times 0,3 \\ 0,326714 \text{kg/mm}^2 & \leq 1,08434 \text{ kg/m} \quad \dots\dots\dots \text{OK!} \end{aligned}$$

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

1. Kolom Lantai 1 70 cm x 50 cm
2. Kolom Lantai 2 50 cm x 30 cm

4.3 Hasil Analisa Perkuatan Kolom

Tabel 4.5. Perbandingan Hasil Perhitungan Gaya Berat atau Luas (V / A)

	Kolom A	Kolom B
V / A	0,75	0,35

Sumber : Evaluasi Dimensi Perkuatan

a. Pembebanan

4.4.1 Beban Mati

a. Berat Pelat Lantai

Berat sendiri pelat :

BV Pelat	= 2.300 kg/m ²	0,12	288
BV Spesi	= 21 kg/m ² /cm	2 cm	42
BV Plafon	= 20 kg/m ² /cm	1 cm	20
BV MEP	= 25 kg/m ²		25
BV Keramik	= 24 kg/m ² /cm	1 cm	24
Total	=		112

b. Beban Dinding

Lantai 2

Balok 45 x 30

Tinggi Gedung (H) = 4 m

Tinggi Dinding (T) = 3,55 m

BV Dinding	= 250 kg/m ²
Berat Dinding	= 878,5 kg/m

4.4.2 Beban Hidup

Lantai 2

Berat beban hidup menurut SNI 1727 : 2019

R.Sekolah = 260 kg/m²

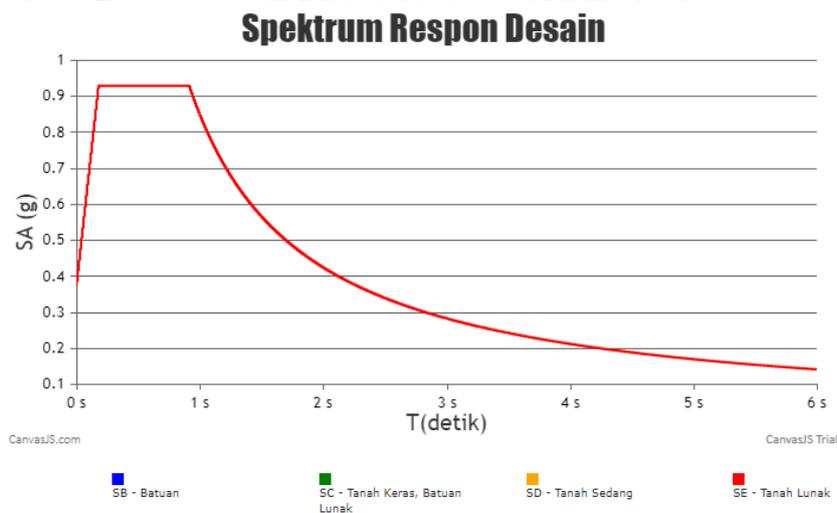
Toilet = 210 kg/m²

4.4.3 Beban Gempa

Beban Gempa Respon Spektrum :

Lokasi Gempa Tanah Datar Sumatera Barat

Tabel 4.6. Respon Spektrum Untuk Kabupaten Tanah Datar



Sumber : Desain Spektra Pekerjaan Umum

4.4.4 Beban Angin

diambil minimal 25 kg/m² , dengan ketentuan :

1. Dipihak angin (tekan) untuk $\alpha < 65^\circ$, dikalikan koefisien (0,02 α - 0,4).
2. Dibelakang angin untuk semua α , dikalikan koefisien -0,4.

Beban Angin (W)

Beban Angin (q_a) = 25 Kg/m²

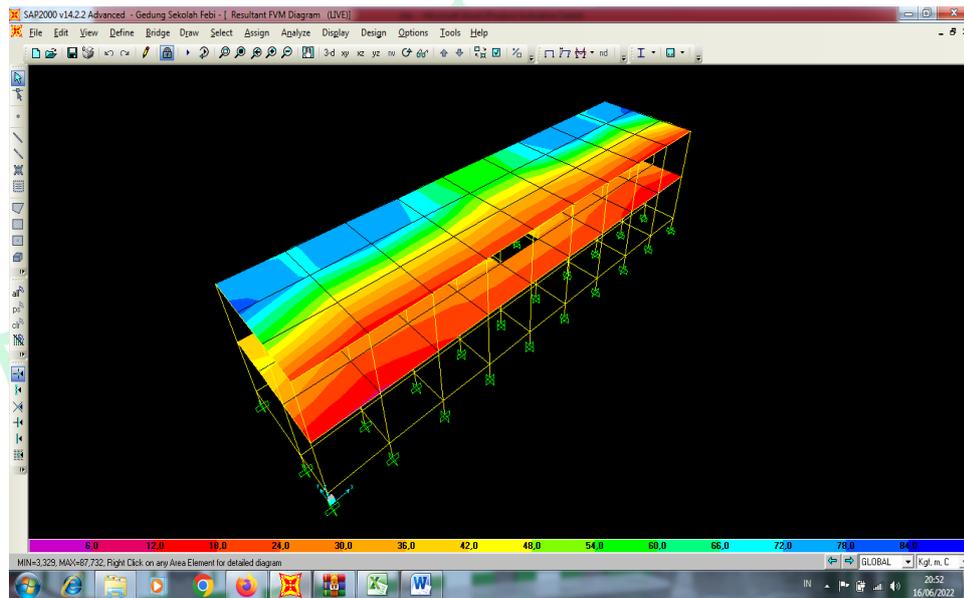
Koefisien angin hisap (C_h) = -0,40

Angin Hisap (W_h) = 25 x -0,4 x 1,4 m = -14,0 Kg/m

4.5 Perhitungan Momen Menggunakan Aplikasi SAP2000

4.5.1 Input Beban Hidup, Beban Mati, dan Beban Gempa

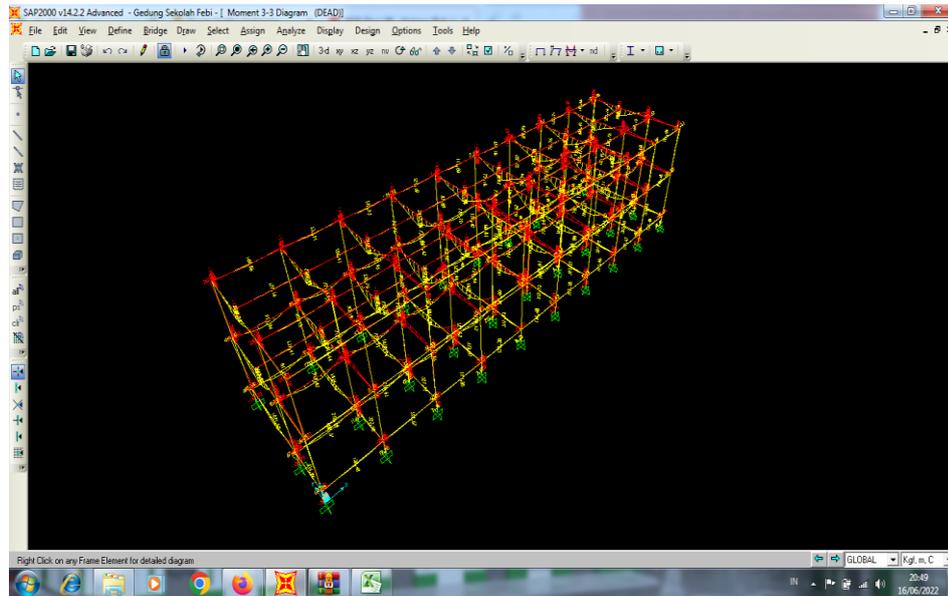
a. Beban Hidup



Gambar 4.5 Grid Gedung SAP2000

Sumber : Aplikasi SAP2000

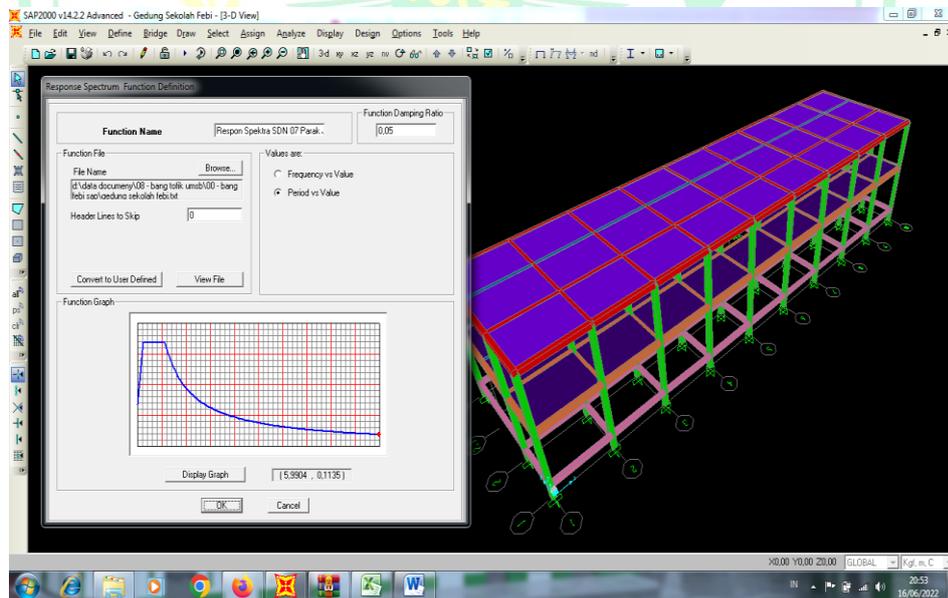
b. Beban Mati



Gambar 4.6 Grid Gedung SAP2000

Sumber : Aplikasi SAP2000

c. Beban Gempa



Gambar 4.7 Grid Gedung SAP2000

Sumber : Aplikasi SAP2000

4.5.2 Hasil Running SAP2000 Perkuatan

Dari Hasil Running SAP2000 Diperoleh momen yang akan digunakan pada perhitungan Penulangan kolom yang telah diberi perkuatan.

Rekap momen dari hasil perhitungan menggunakan Aplikasi SAP2000 : Kolom Lantai 1

Tabel 4.7. Rekap Momen

KOLOM LANTAI 1						
	P	V2	V3	T	M2	M3
	KN	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m
MAX	-715.12	14.543	38.202	0.1665	49.5324	18.242
MIN	-908.43	14.501	34.769	0.1514	-102.77	-40.238

Sumber : Perhitungan Momen

4.6 Perhitungan Penulangan Kolom Perkuatan

Kolom Lantai 1

1. Kapasitas Geser Kolom

a. Data Material Kolom

Kuat tekan beton : f_c' = 24,9 Mpa

Tegangan leleh baja : f_y (Bj TS-30) = 400,00 Mpa

Faktor reduksi geser : θ_s = 0,75

b. Dimensi Kolom

Lebar kolom : b = 550,00 mm

Tinggi kolom : h = 750,00 mm

Selimut beton : d' = 40,00 mm

Tinggi efektif beton : $d = h - d'$ = 710,00 mm

c. Tulangan Geser Kolom

Diameter sengkang : d_s = 10,00 mm

Luas penampang sengkang : A_v

$$2 [(1/4 \pi ds^2)] = 1566,08 \text{ mm}$$

$$\text{Jarak antar sengkang} : s = 150 \text{ mm}$$

$$\text{Jarak sengkang maksimum} : s_{\max} = 300,00 \text{ mm}$$

d. Kontrol Jarak Antar Tulang Geser Kolom

$$S \leq s_{\max}$$

$$150,00 \text{ mm} \leq 300,00 \text{ mm} \quad \dots\dots\dots \text{OK!}$$

e. Kuat Geser Beton dan Baja Tulangan

Kuat Geser Beton :

$$V_c = 1/6 [(\sqrt{f_c'}) / (b.d)] (KN) = 291,17 \text{ KN}$$

Kuat Geser Tulangan Geser :

$$V_s = (A_v f_y ds) / s = 275,46 \text{ KN}$$

f. Kuat Geser Nominal Kolom

$$V_n = V_c + V_s = 566,63 \text{ KN}$$

g. Kuat Geser Rencana Kolom

$$V_r = \theta s. V_n = 425,48 \text{ KN}$$

h. Gaya Geser Ultimate Kolom

$$V_r \geq V_u$$

$$426,48 \text{ KN} \geq 14,64 \text{ KN} \quad \dots\dots\dots \text{OK!}$$

Maka tulangan geser yang dipakai adalah $\theta 10 - 150$

2. Data Interaksi P vs M Kolom

$$b = 550 \text{ mm}$$

$$h = 750 \text{ mm}$$

$$D = 16 \text{ mm (diameter tulangan)}$$

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

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

$$d = 710 \text{ mm}$$

$$d' = 40 \text{ mm}$$

$$n.tul = 14 bh \text{ (jumlah tulangan)}$$

$$y = 350 \text{ mm}$$

a. Kapasitas Maksimum (P_o) dari Kolom

$$\begin{aligned} P_o &= 0,85 \times f_c (A_g - a_{st}) + a_{st} \times f_y \\ &= 0,85 \times f_c (350.000 - 2.814,87) + 2.814,87 \times 400 \\ &= 8.464.120,147 \text{ K} \\ &= 8.464,120141 \text{ KN} \end{aligned}$$

b. Kekuatan Nominal Maksimum Penampang Kolom

$$\begin{aligned} P_n (\text{max}) &= 0,8 \times P_o \\ &= 0,8 \times 8.464,12 \\ &= 6.769,3 \text{ KN} \end{aligned}$$

c. Eksentrisitas Minimum

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

d. Kekuatan Rencana Kolom

$$\begin{aligned} \phi P_n (\text{max}) &= \phi \times 0,8 \times P_o \\ &= 0,7 \times 0,8 \times 8.474,12 \\ &= 4.405,54 \text{ KN} \end{aligned}$$

e. Kapasitas Penampang Pada Kondisi Seimbang (*Balance*)

$$\begin{aligned} P_{nb} &= 0,85 \times f_c' \times a_b \times b + A_s' \times f_s' - a_s \times f_y \\ &= 0,85 \times 25 \times \frac{0,85 \times 600 \times d \times 500}{600 + 400} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} &= 3.561.059,5 \text{ N} \\ &= 3.561,0595 \text{ KN} \end{aligned}$$

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

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

$$\begin{aligned}
 & 600 + 400 \\
 & = 396 \text{ mm} \\
 ab & = 0,85 \times Cb \\
 & = 0,85 \times 396 \\
 & = 336,6 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 fs' & = Es \times e's \\
 & = 600 \times [c - d'] \\
 & = 600 \times [396 - 40] \\
 & = 539,3939 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

$$fs' \geq fy \longrightarrow fs' = fy = 400$$

$$\begin{aligned}
 fs & = Es \times e's \\
 & = 600 \times [d - c] \\
 & = 600 \times [660 - 396] \\
 & = 400
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Mnb & = 0,85 \times fc' \times ab \times b \times (y - ab/2) + As' \times fs' \times (h/2 - d') + As \times fs \times (d - y) \\
 & = 0,85 \times 24,9 \times 336,6 \times 500 \times (350 - 336,6/2) + 600 \times 539,39 \times (700/2 - 40) + 600 \times 400 \times (660 - 350) \\
 & = 996.271.538,3 \text{ N/mm} \\
 & = 986.271,5383 \text{ KN/mm}
 \end{aligned}$$

Eksentrisitas Pada Kondisi Seimbang

$$Eb = \frac{Mnb}{Pnb}$$

$$= \frac{996.271.383}{3.562.069,5}$$

$$= 0,27968897 \text{ m}$$

$$= 279.68897 \text{ mm}$$

$$\Phi \times Pnb = 2.215,345 \text{ KN}$$

$$\Phi \times Mnb = 797,0172$$

f. Kapasitas Penampang Pada Kondisi Momen Murni (P = 0)

$$Mn = \frac{As \times fy \times (d - 0,59 \times As \times fy)}{Fc' \times b}$$

$$= \frac{600 \times 400 \times (660 - 0,59 \times 600 \times 400)}{24,9 \times 500}$$

$$= 356,5428446 \text{ KNm}$$

$$\Phi Mn = 285,234276$$

4.7 Perhitungan Pondasi

Data Sumuran

1. Panjang sumuran = 6 m
2. diameter sumuran = 60 cm (diambil diameter yang dipakai di lapangan)
3. Slump = 16-18 cm

Perhitungan Daya Dukung Pondasi Sumuran

Untuk mendapatkan daya dukung pondasi sumuran dapat menggunakan persamaan : $Qb = Ah \cdot Qc$

Dimana:

Qb = Daya dukung ujung (kg)

Ah = Luas penampang (cm²)

qc = tekanan ujung dari hambatan konus (kg/cm²)

Untuk mendapatkan $Ah = \frac{1}{4} \times \pi d^2$

Dimana:

$\pi = 3,14$

d = Diameter Sumuran

jadi,

$$Ah = \frac{1}{4} \times \pi d^2$$

$$Ah = \frac{1}{4} \times 3,14 \times 60^2$$

$$Ah = 2826 \text{ cm}^2$$

Untuk mendapatkan qc :

qc = tekanan ujung dari hambatan konus



tabel 4.8 merupakan hambatan konus berdasarkan laporan penyelidikan pada titik S4.

Kedalaman	Perlawanan konus
0,00	0
0,20	5
0,40	20
0,60	4
0,80	4
1,00	10
1,20	5
1,40	5
1,60	10
1,80	10
2,00	50
2,20	30
2,40	40
2,60	30
2,80	60
3,00	80
3,20	60
3,40	45
3,60	30
3,80	55
4,00	45
4,20	250
qc=	250

Sumber: Laporan Penyelidikan Tanah proyek Pembangunan Gedung SDn
07/10 Parak Juar

Kapasitas daya dukung ujung (Q_b).

$$Q_b = A_h \cdot q_c$$

Dimana:

Q_b = Daya dukung ujung (kg)

A_h = Luas penampang (cm^2)

q_c = Tekanan rata-rata (kg/cm^2)

$$Q_b = A_h \cdot q_c$$

$$= 2826 \text{ cm}^2 \cdot 250 \text{ kg}/\text{cm}^2$$

$$= 706.500 \text{ kg}$$

Selanjutnya untuk mendapatkan daya dukung kulit (Q_s)

Daya dukung kulit pondasi sumuran (Q_s).

$$Q_s = A_s \cdot F_s$$

Dimana:

Q_s = Daya Dukung kulit (kg)

A_s = Luas Selimut (cm^2)

F_s = Tahanan dinding (kg/cm^2)

Untuk mendapatkan luas selimut A_s menggunakan persamaan:

$$A_s = \pi \cdot d \cdot t$$

Dimana :

$$\pi = 3,14$$

d = diameter pondasi sumuran (cm)

t = tinggi pondasi cumuran (cm)

jadi, nilai dari luas selimut A_s adalah :

$$A_s = \pi \cdot d \cdot t$$

$$= (3,14 \cdot 60 \text{ cm}) \times 600 \text{ cm}$$

$$= 113040 \text{ cm}^2$$

Untuk mendapatkan tahanan dinding F_s :

$$F_s = 0,012 \cdot q_c$$

Dimana:

q_c = Tekanan rata-rata dari hambatan pelekat (kg/cm^2)

Nilai tahanan dinding F_s yang didapat:

$$\begin{aligned} F_s &= 0,012 \cdot q_c \\ &= 0,012 \times 4,66 \text{ kg/cm}^2 \\ &= 0,056 \end{aligned}$$

Sehingga daya dukung kulit Q_s adalah :

$$\begin{aligned} Q_s &= A_s \cdot F_s \\ &= 113040 \text{ cm}^2 \times 0,056 \text{ kg/cm}^2 \\ &= 6330,24 \text{ kg} \end{aligned}$$

Selanjutnya, daya dukung batas dan daya dukung ijin bisa didapatkan dengan persamaan :

$$Q_{ult} = Q_b + Q_s$$

Untuk mendapatkan daya dukung batas :

$$\begin{aligned} Q_{ult} &= Q_b + Q_s \\ &= 706.500 \text{ kg} + 6330,24 \text{ kg} \\ &= 712830,24 \text{ kg} \end{aligned}$$

Sehingga daya dukung ijin Q_{all} didapat :

$$\begin{aligned} Q_{all} &= Q_{ult} / sf \\ &= 712830,24 \text{ kg} / 3 \\ &= 237610,08 \text{ kg} \end{aligned}$$

Perhitungan Daya Dukung Ijin untuk kelompok tiang pondasi sumuran .

Untuk mendapatkan daya dukung ijin kelompok tiang, dapat menggunakan persamaan : $Q_{pg} = E_g \cdot n \cdot Q_{all}$

Dimana :

Q_{pg} = Daya Dukung yang diijinkan untuk kelompok tiang (kg)

E_g = Efisiensi kelompok tiang, diambil 0,7

n = Jumlah Tiang

Q_{all} = Daya Dukung ijin vertical untuk tiang tunggal (kg)

Beban yang bekerja pada titik pondasi ke 8 menurut hasil perhitungan manual

$$P = 74591,1 \text{ kg}$$

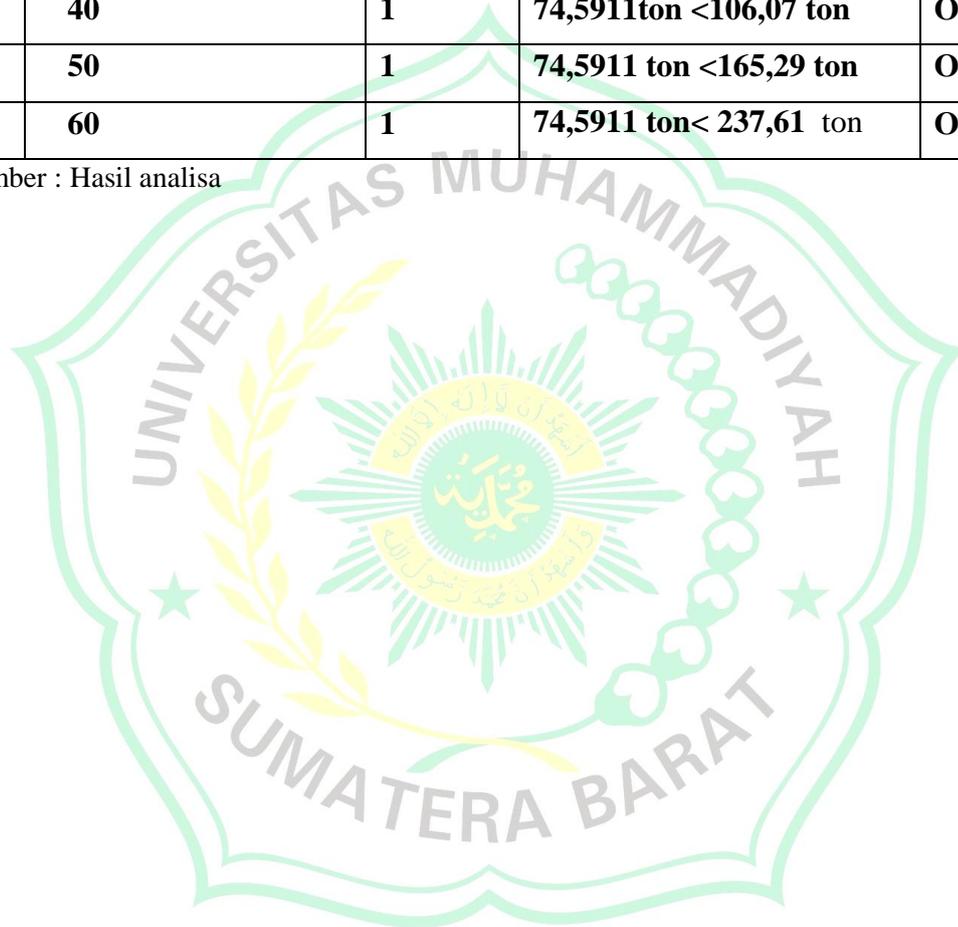
$$= 74,5911 \text{ Ton}$$

$$P < Q_{\text{all}} \quad 74,5911 \text{ ton} < 237,61 \text{ ton} \dots \text{ OK untuk 1 tiang}$$

Tabel 4.9 Hasil perhitungan perbandingan diameter pondasi sumuran.

No	Diameter P.sumuran	Jumlah	Perbandingan P <	Kete
1	30	2	74,5911 ton < 83,89 ton	OK
2	40	1	74,5911ton <106,07 ton	OK
3	50	1	74,5911 ton <165,29 ton	OK
4	60	1	74,5911 ton < 237,61 ton	OK

Sumber : Hasil analisa



BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

1. Untuk Gedung SDN 07 /10 Parak Juar Kecamatan Lima Kaum Kabupaten Tanah Datar analisisnya berdasarkan beton struktural untuk bangunan Gedung SNI 2847-2019.
2. Dengan melakukan analisa struktur biaya yang seharusnya besar bisa di perkecil dan itu di buktikan dengan analisa struktur kita bisa mengetahui struktur apa yang rusak dan kita bisa memperbaiki bagian yang rusak saja tanpa harus merobohkan semua bangunan.

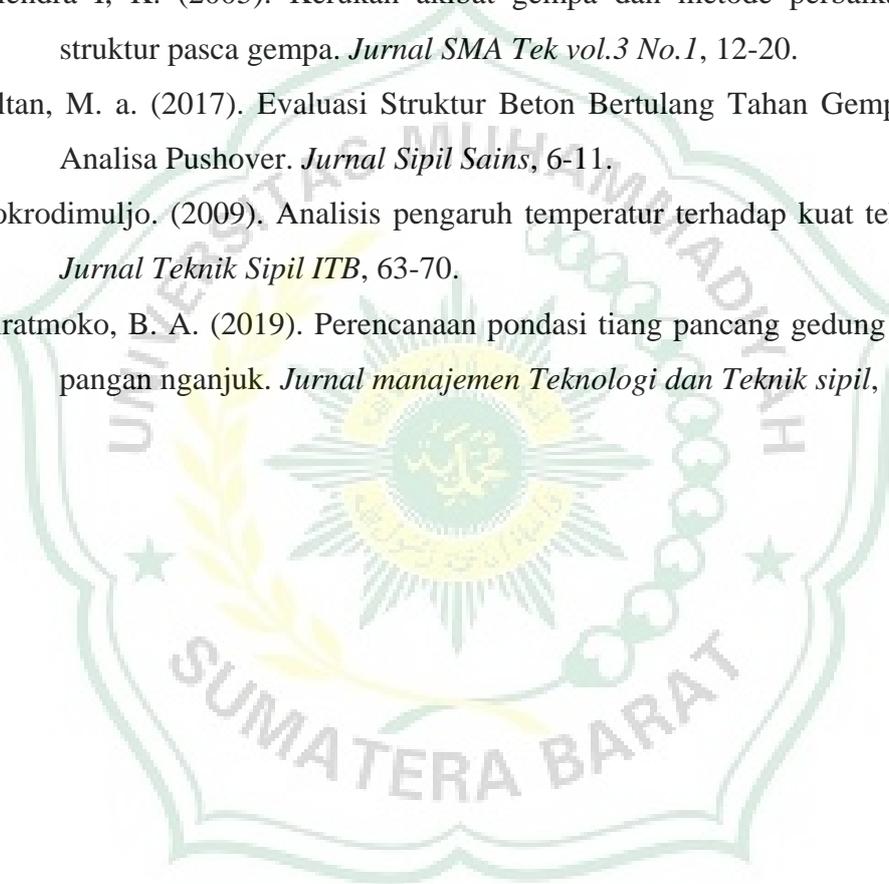
5.2 Masukan

1. Untuk mencegah terjadinya reruntuhan struktur maka perlu di lakukan perluasan penampang kolom lantai satu agar bisa mengantisipasi keruntuhan struktur.
2. Keefektifan struktur perlu diperhitungkan agar bangunan bisa berdiri kokoh dan tahan lebih lama.
3. Untuk kedepannya perlu diperlakukan perawatan struktur dan penanganan struktur secara konstruksi struktur agar bangunan bisa tahan lebih kokoh.

DAFTAR PUSTAKA

- Arifin, Z. S. (2016). Analisa Struktur Gedung POP Hotel terhadap beban gempa dengan metode pushover analysis. *Jurnal Rekayasa Sipil dan Desain*, 427-440.
- Bagas, H. (2006). Evaluasi Kinerja Gedung Beton Bertulang Tahan Gempa dengan Pushover Analysis. *Jurnal Teknik Sipil*, 41-52.
- Bowles, J. (1993). analisa daya dukung tanah dan penurunan pondasi. *forum profesional Teknik Sipil*, 89-95.
- Dipohusodo, I. (1999). *Struktur Beton Bertulang*. Jakarta.
- Hariono. (2008). Teknik Struktur Bangunan. *Direktorat pembinaan sekolah kejuruan*.
- Isneini, M. (2009). Kerusakan dan kekuatan Struktur beton bertulang. *Jurnal Teknik Sipil*.
- Krisnamurti, K. K. (2013). Pengaruh variasi bentuk prnsmpsng kolom terhadap perilaku elemen struktur akibat beban gempa. *Rekayasa Sipil*, 13-27.
- Kusuma, V. (2018). Metode pelaksanaan Struktur Pelat Lantai, Pada Proyek Pembangunan Gedung. *Politeknik Negeri Manado*.
- Limbongan, S. S. (2016). Analisis Struktur Beton Bertulang Kolom Pipih pada Gedung Bertingkat. *Jurnal sipil Statik*.
- Masril, S. M. (2013). Analisis perilaku struktur atas gedung asrama pusdiklat IPDN Baso Bukittinggi. *Rang Journal Vol.2, 1*.
- Mulyono. (2013). Penerapan Manajemen Mutu Pada Proses Pembangunan Struktur Beton Gedung Di Surakarta. *Jurnal Teknik Sipil dadn Arsitektur*, 13-17.
- Nawy. (1998). Peninjauan Struktur Kolom Gedung Sekolah. *Phd Thesis Undip*.
- Nugroho, F. (2017). Pengaruh Dinding Geser Terhadap Perencanaan Kolom Dan Balok Bangunan Gedung Beton Bertulang. *Jurnal Momentum ISSN 1693 - 752X 19.1*.
- Sianturi, N. (2017). Tinjauan Penggunaan Balok Pracetak Pada Pembangunan Gedung. *Jurnal Rancang Sipil*, 6-11.

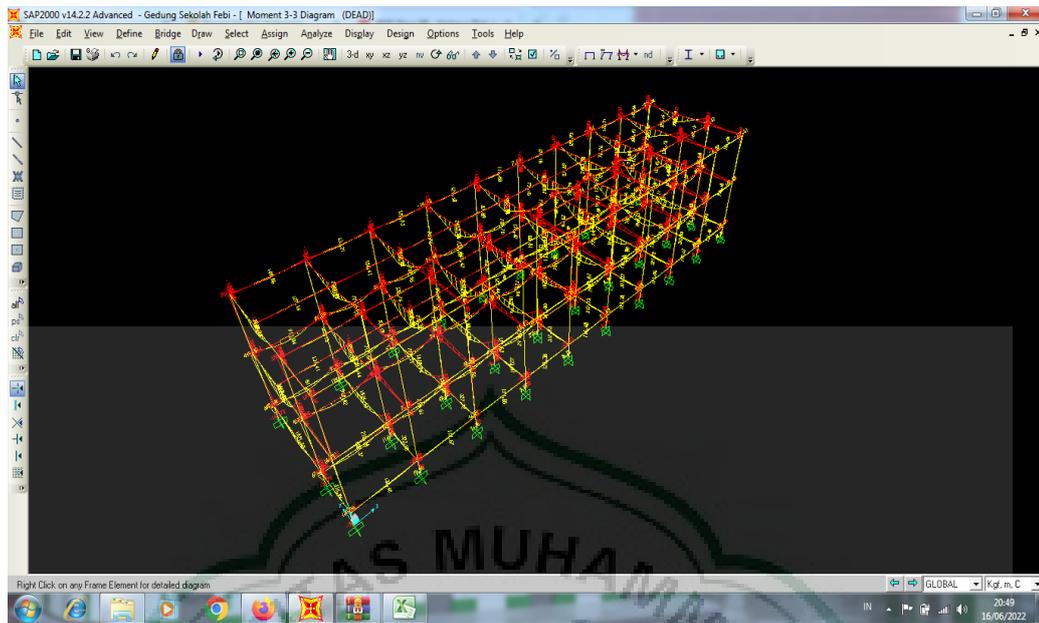
- Sintyawati, L. W. (2018). Studi perencanaan struktur pondasi tiang pancang gedung fakultas syariah IAIN Ponorogo. *Jurnal Manajemen Teknologi dan teknik Sipil*, 227-237.
- SNI. (1989). Nilai Slump untuk berbagai pekerjaan beton.
- SNI. (1990). Perbandingan kuat tekan beton pada berbagai umur.
- SNI. (2002). Satuan dan benda uji beton .
- Sudarmoko, J. N. (2005). Diagram perencanaan kolom beton bertulang. *Jurnal Teknik Sipil, Fakultas Teknik, UGM*, 12-20.
- Sulendra I, K. (2005). Kerukan akibat gempa dan metode perbaikan elemen struktur pasca gempa. *Jurnal SMA Tek vol.3 No.1*, 12-20.
- Sultan, M. a. (2017). Evaluasi Struktur Beton Bertulang Tahan Gempa Dengan Analisa Pushover. *Jurnal Sipil Sains*, 6-11.
- Tjokrodinuljo. (2009). Analisis pengaruh temperatur terhadap kuat tekan beton. *Jurnal Teknik Sipil ITB*, 63-70.
- Wiratmoko, B. A. (2019). Perencanaan pondasi tiang pancang gedung ketahanan pangan nganjuk. *Jurnal manajemen Teknologi dan Teknik sipil*, 106-120.



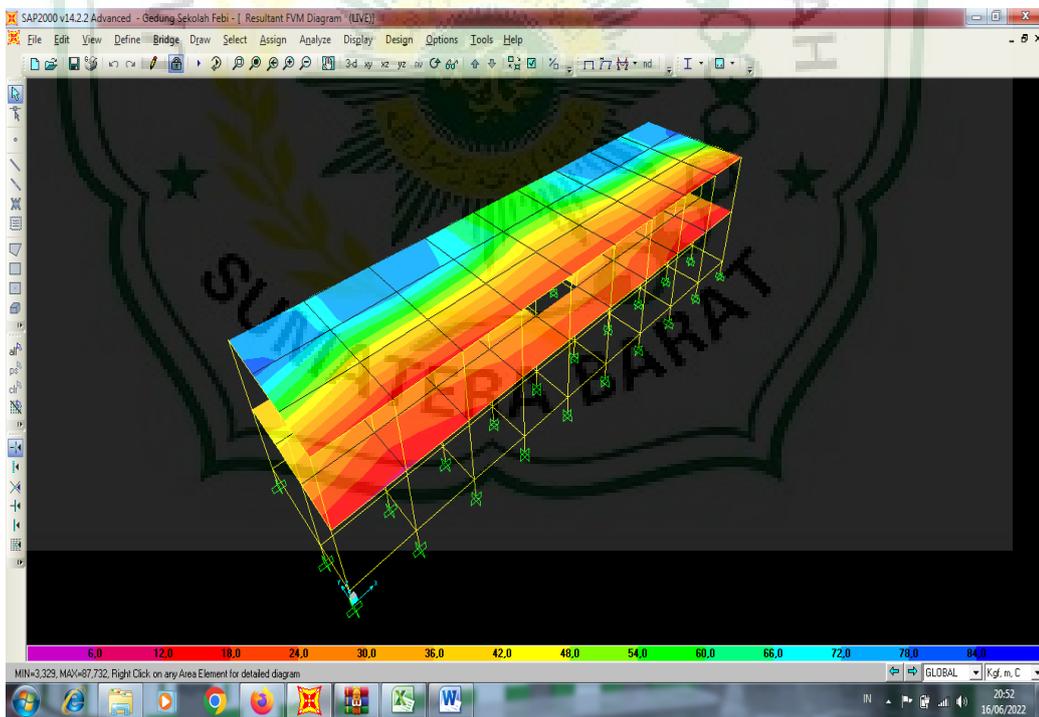
LAMPIRAN



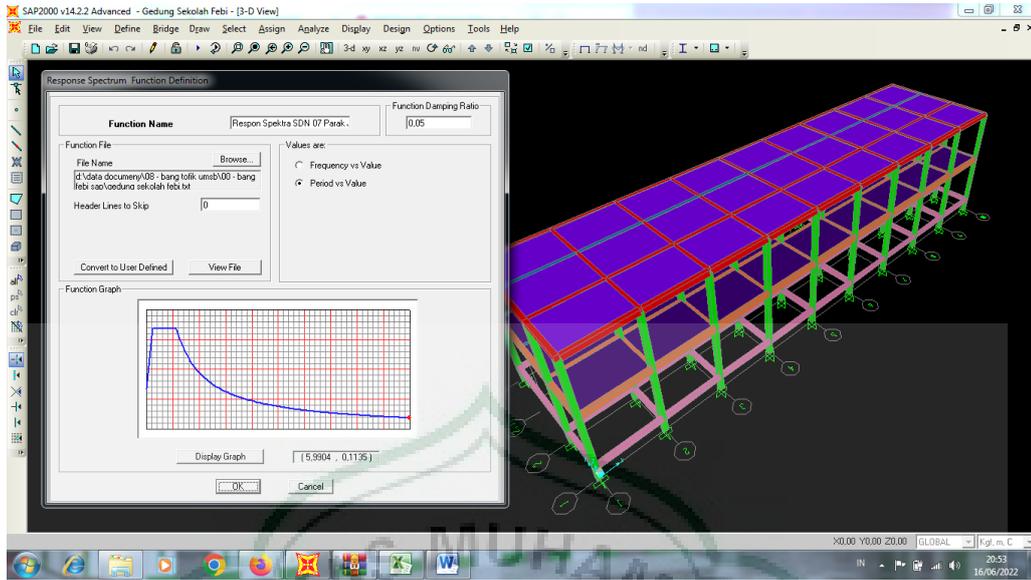
Gambar Beban Mati



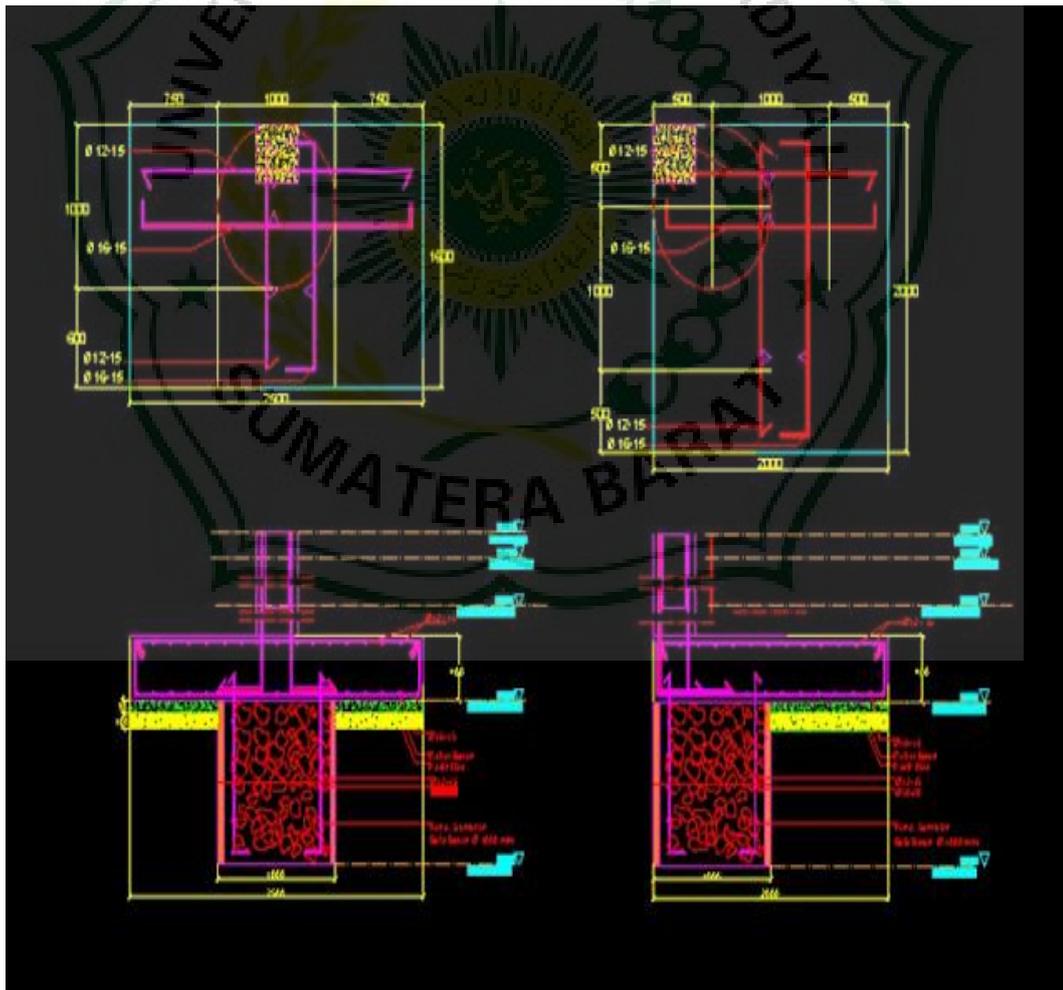
Gambar Beban Hidup



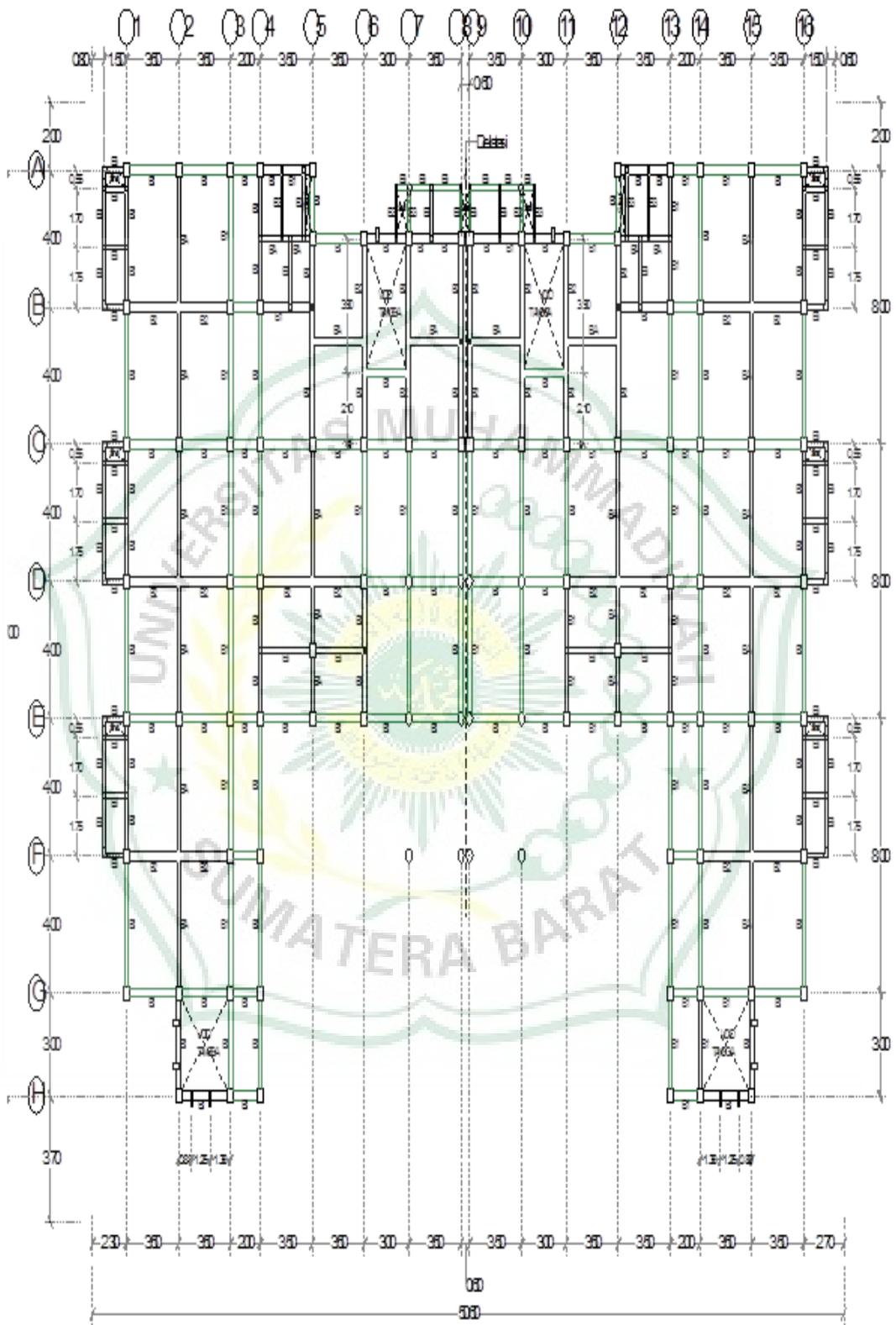
Gambar Beban Gempa



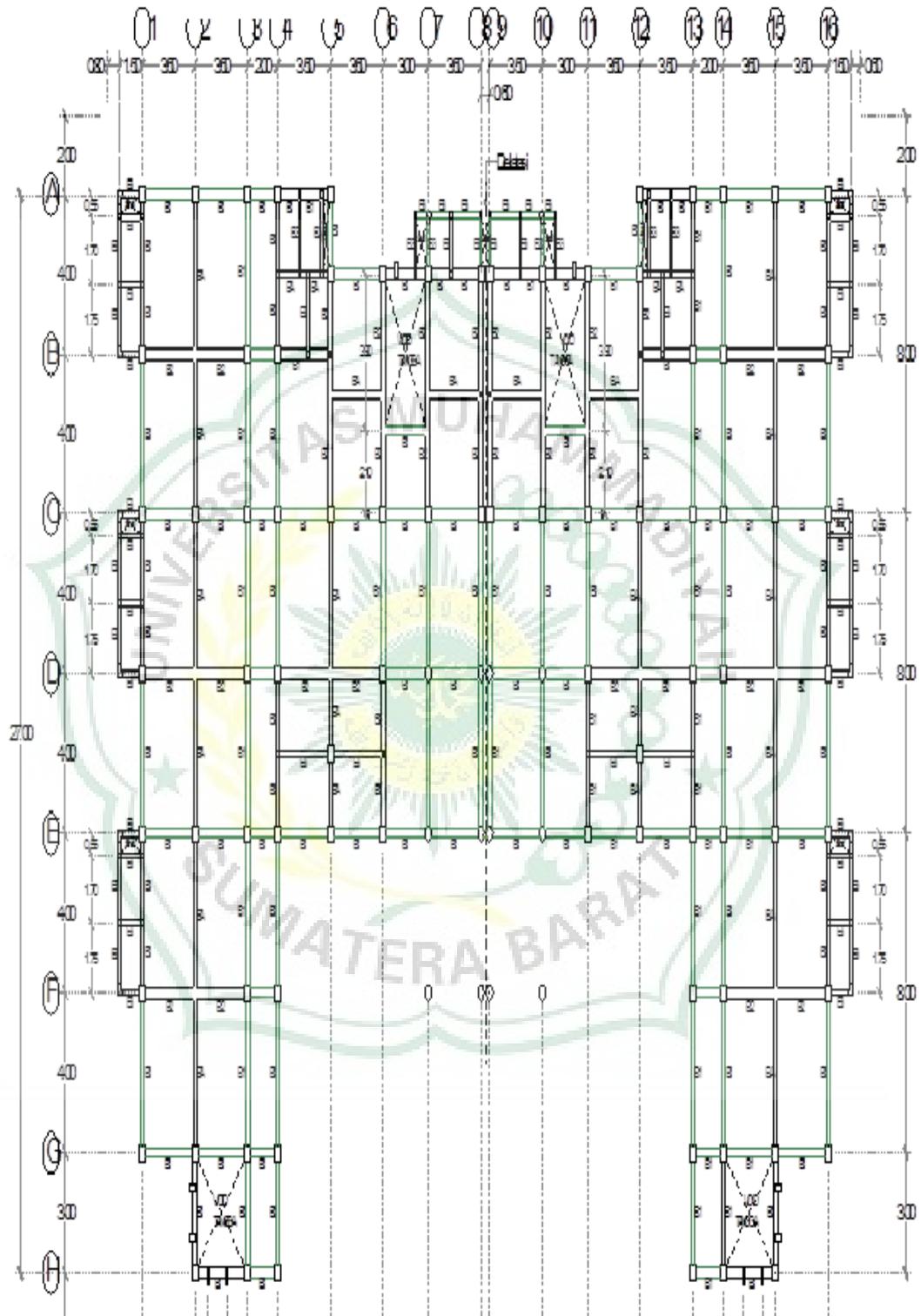
Gambar Pondasi



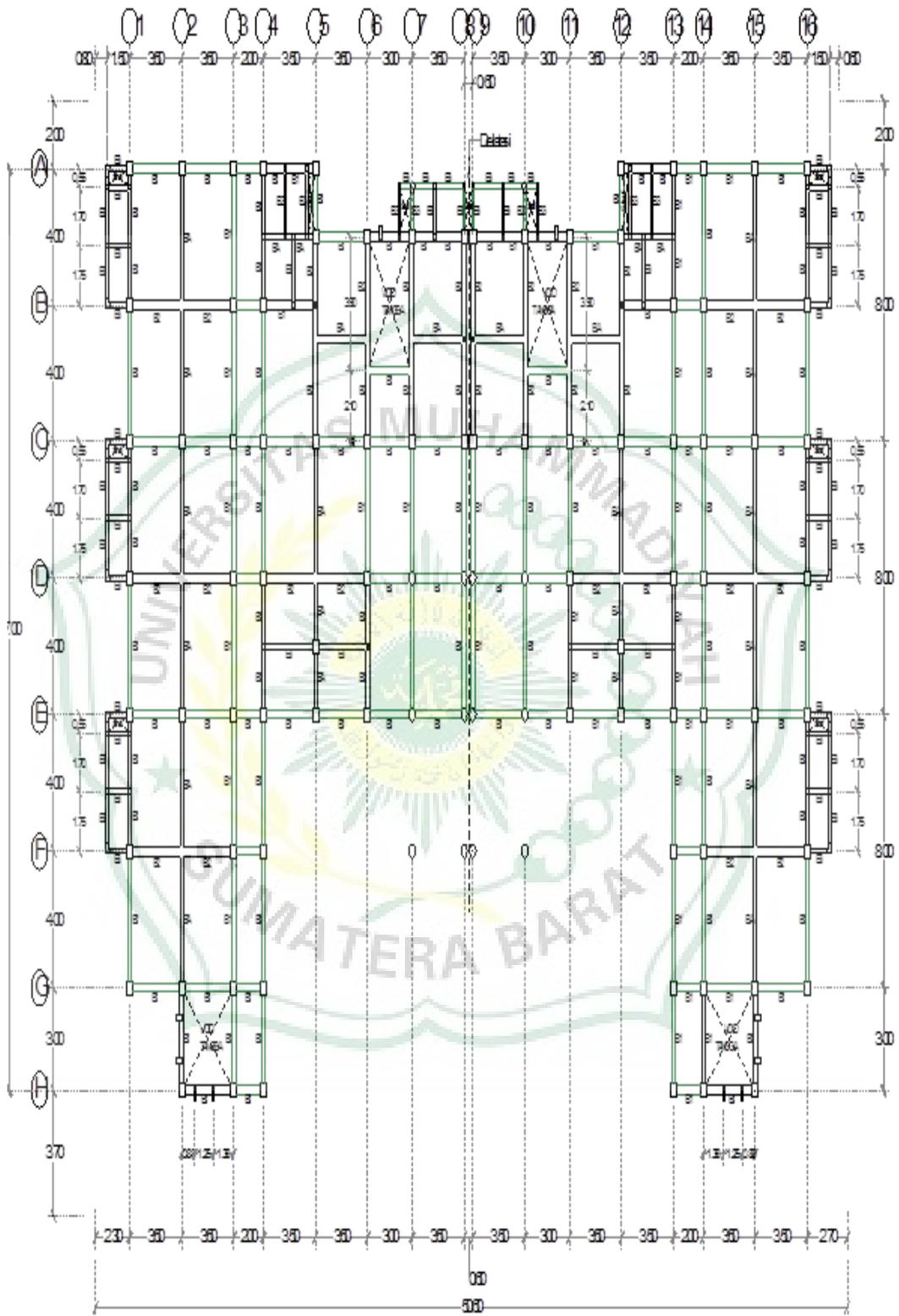
Gambar Denah Kolom



Gambar Denah Balok



Gambar Denah Pelat Lantai



Data Tanah

Cone Penetration Test di lapangan

Kedalaman	Hambatan pelekak (kg/cm ²)
0,00	0
0,20	2
0,40	5
0,60	1
0,80	1
1,00	2
1,20	2
1,40	2
1,60	5
1,80	5
2,00	10
2,20	5
2,40	5
2,60	5
2,80	10
3,00	10
3,20	5
3,40	5
3,60	5
3,80	5
4,00	5
4,20	5
4,40	5
4,60	5
4,80	5
5,00	5
5,20	5
5,40	5
5,60	5
5,80	5
6,00	5
qc =	4,66