

**ANALISIS STRUKTUR KOLOM BULAT BETON  
BERTULANG DENGAN *SOFTWARE* SAP 2000  
PADA PROYEK VIHARA PRASADHA JINADHAMMO  
MEDAN**

**SKRIPSI**

Diajukan Untuk Memenuhi Syarat Dalam  
Ujian Sidang Sarjana Teknik Sipil Strata Satu  
Universitas Medan Area

**Disusun Oleh :**

**JAHIRAS SIRINGO-RINGO**  
**188110067**



**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MEDAN AREA  
2023**

**UNIVERSITAS MEDAN AREA**

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Document Accepted 19/5/23

Access From (repository.uma.ac.id)19/5/23

## LEMBAR PENGESAHAN

# ANALISIS STRUKTUR KOLOM BULAT BETON BERTULANG DENGAN *SOFTWARE* SAP 2000 PADA PROYEK VIHARA PRASADHA JINADHAMMO MEDAN

## SKRIPSI

Diajukan Untuk Memenuhi Syarat Dalam  
Ujian Sidang Sarjana Teknik Sipil Strara Satu  
Universitas Medan Area

Disusun Oleh :

**JAHIRAS SIRINGO-RINGO**  
**188110067**

Disetujui Oleh :

Dosen Pembimbing



(Ir. H. Irwan, MT)  
NIDN : 0004045901

Mengetahui :

Dekan Fakultas Teknik



Dr. Rahmad Syah, S.Kom, M.Kom

NIDN : 0105058804

Ketua Program Studi Teknik Sipil



Hermansyah, ST, MT

NIDN : 0106088004

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Document Accepted 19/5/23

Access From (repository.uma.ac.id)19/5/23

## HALAMAN PERNYATAAN PESERTUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR /SKRIPSI/TESIS UNTUK KEPENINGAN AKADEMIK

Sebagai sivitas akademik universitas medan area, saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : **Jahiras Siringo-Ringo**  
NIM : 188110067  
Program Studi : Teknik Sipil  
Fakultas : Teknik  
Jenis Karya : Tugas Akhir/Skripsi/Tesis

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Medan Area Hak Bebas Royalty Non-Eksklusif (*non-exclusive royalty - free right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul: “ **ANALISIS STRUKTUR KOLOM BULAT BETON BERTULANG DENGAN SOFTWARE SAP 2000 PADA PROYEK VIHARA PRASADHA JINADHAMMO MEDAN** ”

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan) dengan hak bebas Royalty Non-Eksklusif ini Universitas Medan Area berhak menyimpan, mengalih media/formatkan, mengelola dalam bentuk bankal data (database), merawat dan mempublikasikan Tugas Akhir/Skripsi/Tesis saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik hak cipta. Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Medan, 28 Maret 2023



**Jahiras Siringo-Ringo**  
188110067



## HALAMAN PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Jahiras Siringo-Ringo

NIM : 18 8110067

Judul : Analisis Struktur Kolom Bulat Beton Bertulang Dengan  
*Software* SAP 2000 Pada Proyek Vihara Prasadha Jinadhammo  
Medan.

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa skripsi ini merupakan karya saya sendiri. Apabila terdapat karya orang lain yang saya kutip, maka saya akan mencantumkan sumber secara jelas. Jika dikemudian hari ditemukan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi dengan aturan yang berlaku. Demikian pernyataan ini saya buat tanpa ada paksaan dari pihak manapun.

Medan, 28 Maret 2023

Yang membuat pernyataan



**Jahiras Siringo-Ringo**  
**188110067**

## RIWAYAT HIDUP

### 1. Informasi Pribadi

Nama : Jahiras Siringo-Ringo  
NPM : 188110067  
Tempat/Tgl Lahir : Cinta maju, 02 Juni 2000  
Jenis kelamin : Laki-laki  
Agama : kristen Protestan  
Negara : Indonesia  
Alamat : Dusun Cinta Maju II, da pematang Panjang,  
Kec.Air putih.Kab.Batubara  
Program Studi : Teknik Sipil  
No. HP : 0812-6429-0059

### 2. Data Keluarga

Nama Ayah : Jahotman Siringo-Ringo  
Nama Ibu : Purnama Butar-Butar  
Alamat : Dusun Cinta Maju II, da pematang Panjang,  
Kec.Air putih.Kab.Batubara

### 3. Pendidikan

2006 – 2012 : SDN 01650 Pematang Panjang  
2012 – 2015 : SMP Negeri 2 Air Putih  
2015 – 2018 : SMA N 1 Air Putih  
2018 – 2022 : S1 Teknik Sipil Universitas Medan Area

## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur Penulis panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa atas berkat dan karunia-Nya sehingga penulis bisa menyelesaikan penyusunan skripsi ini dengan baik dan tepat pada waktunya.

Penyusunan skripsi yang berjudul “**Analisis Struktur Kolom Bulat Beton Bertulang Dengan *Software* SAP 2000 Pada Proyek Vihara Prasadha Jinadhammo Medan.**” ini diajukan sebagai syarat untuk menyelesaikan Program Studi Strata 1 (S1) pada Jurusan Teknik Sipil Universitas Medan Area.

Dalam proses penyusunan skripsi ini, penulis telah mendapatkan bimbingan dan bantuan dari berbagai pihak, baik berupa material maupun spiritual. Oleh karena itu, sudah selayaknyap penulis mengucapkan terimakasih kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Dadan Ramdan, M.Eng, M.Sc., Rektor Universitas Medan Area;
2. Bapak Dr. Rahmad Syah, S. Kom, M. Kom selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Medan Area;
3. Bapak Hermansyah, ST. MT. selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil Universitas Medan Area;
4. Bapak Ir. H. Irwan, MT. Selaku Dosen Pembimbing saya yang dengan sabar telah membimbing saya serta memberikan masukan- masukan yang sangat berguna bagi saya;
5. Seluruh dosen dan sivitas akademik Fakultas Teknik Universitas Medan Area;
6. Para direksi dan seluruh staff PT. Nusa Raya Cipta Tbk;
7. Orang Tua tercinta dan seluruh keluarga yang telah memberi dukungan doa, semangat serta dukungan materi;

8. Rekan-rekan mahasiswa di kampus, terkhusus teman-teman seperjuangan ekstensi di Jurusan Teknik Sipil, maupun teman-teman satu kontrakan yang turut membantu dan mendukung di dalam doa dan semangat dalam penyelesaian skripsi ini;
9. Teman dekat saya yang mau mendengar keluh kesah dan menguatkan dalam doa selama proses penyusunan skripsi ini;
10. Serta semua pihak yang tidak dapat disebutkan namanya satu per satu, yang turut membantu Penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.

Penulis sudah berupaya semaksimal mungkin dan menyadari kemungkinan terdapat kekurangan serta kesilapan didalam penyusunan skripsi ini. Oleh sebab itu, Penulis dengan senang hati menerima kritik dan saran guna penyempurnaan skripsi ini kedepannya. Akhir kata semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi penulis dan siapapun yang membacanya.

Medan, 28 Maret 2023

Penulis

**Jahiras Siringo-Ringo**  
**188110067**

## ABSTRAK

Kolom yang merupakan bagian struktur yang sangat penting, dalam suatu struktur berfungsi sebagai penerus beban seluruh bangunan ke pondasi. Kolom termasuk struktur utama untuk meneruskan berat sendiri bangunan, beban hidup, dan beban hembusan angin serta gempa. Dengan adanya pemasangan kolom perhitungan struktur kolom berdasarkan SNI - 2847:2019 serta analisis struktur yang dilakukan menggunakan program Aplikasi SAP 2000 sehingga dapat diteliti sekaligus di pahami untuk pengujian sebelum dilakukan pembangunan untuk tahap selanjutnya.

Adapun kelebihan untuk melakukan analisis menggunakan program SAP 2000 dibandingkan dengan metode lainnya seperti metode diatas yaitu pada program SAP 2000 dapat menganalisa jenis struktur apapun dalam tampilan 2 dimensi dan 3 dimensi dengan berbagai macam pembebanan kombinasi yang diberikan dengan penggunaan lebih efektif dan lebih mudah. Sehingga dalam penelitian mendapatkan kekuatan struktur kolom dan tulangan dari hasil analisis perhitungan struktur kolom bulat beton bertulang dengan menggunakan SAP 2000 berdasarkan SNI 2847 - 2019. untuk dijelaskan pada laporan skripsi ini. Sebagai hasil diperoleh desain penulangan kolom  $36 D 25 As = 17678,57 \text{ mm}^2$ , dan Pu yang diperoleh 1514511 Kg serta Pn yang diperoleh 2729267,3 kg.

**Kata Kunci :** Analisis, Perbandingan, Struktur Kolom SNI 2847- 2019.

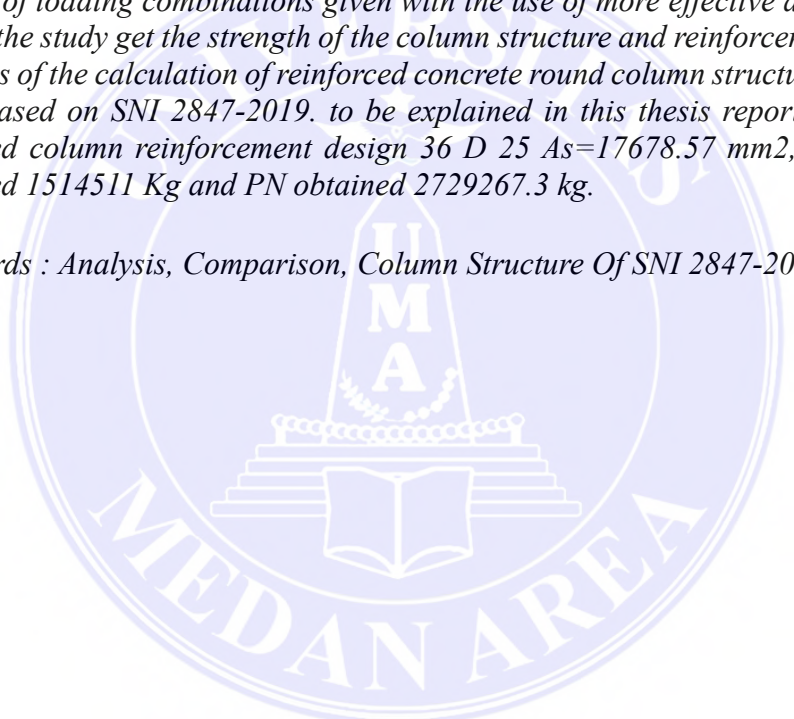


## **ABSTRACK**

*The column, which is a very important structural part, in a structure serves as a successor to the load of the entire building to the foundation. Columns include the main structure to carry on the building's own weight, live load, and wind and earthquake gust loads. With the installation of column column structure calculation based on SNI - 2847:2019 and structure analysis carried out using the SAP 2000 application program so that it can be researched as well as understood for testing before development for the next stage.*

*The advantages to perform anilisis using SAP 2000 program compared with other methods such as the method above, namely the SAP 2000 program can analyze any type of structure in 2-dimensional and 3-dimensional view with a variety of loading combinations given with the use of more effective and easier. So that in the study get the strength of the column structure and reinforcement from the analysis of the calculation of reinforced concrete round column structure using SAP 2000 based on SNI 2847-2019. to be explained in this thesis report. As a result obtained column reinforcement design 36 D 25  $A_s=17678.57 \text{ mm}^2$ , and  $P_u$  yan obtained 1514511 Kg and  $P_N$  obtained 2729267.3 kg.*

*Keywords : Analysis, Comparison, Column Structure Of SNI 2847-2019.*

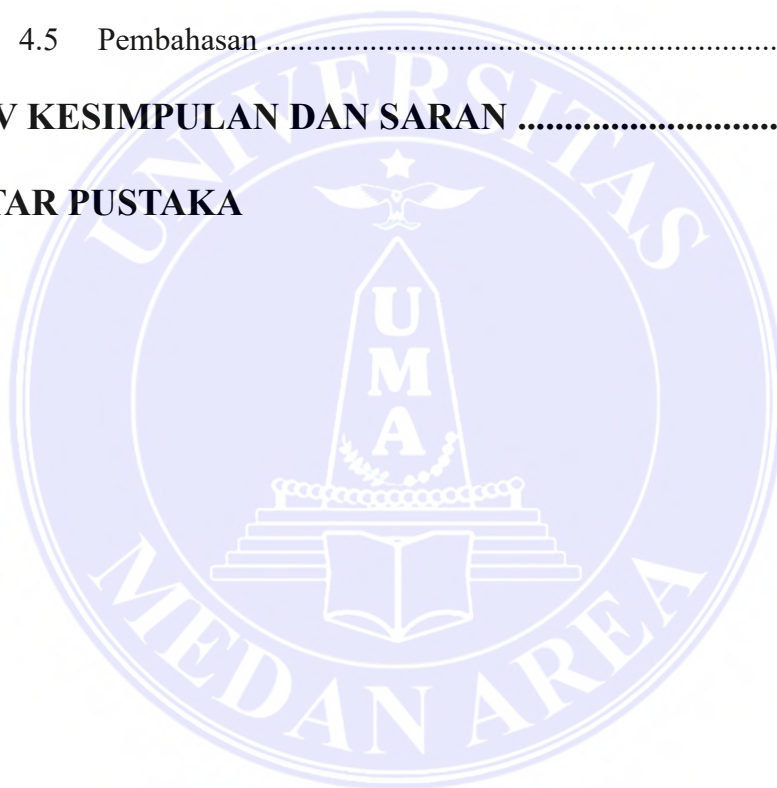


## DAFTAR ISI

<b>KATA PENGANTAR .....</b>	<b>i</b>
<b>ABSTRAK .....</b>	<b>iii</b>
<b><i>ABSTRACT</i> .....</b>	<b>iv</b>
<b>DAFTAR ISI .....</b>	<b>v</b>
<b>DAFTAR GAMBAR .....</b>	<b>viii</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>x</b>
<b>DAFTAR NOTASI .....</b>	<b>vi</b>
<b>BAB 1 PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
1.1. Latar Belakang .....	1
1.2. Maksud dan Tujuan .....	4
1.2.1. Maksud Penelitian .....	4
1.2.2. Tujuan Penelitian .....	4
1.3. Rumusan Masalah .....	4
1.4. Batasan Masalah .....	5
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....</b>	<b>6</b>
2.1. Penelitian Terdahulu .....	6
2.2. Umum .....	7
2.3. Jenis – Jenis Kolom .....	8
2.4. Material penyusun Kolom .....	10
2.4.1 Beton .....	10

2.4.2	Besi .....	14
2.5.	Elemen Struktur Kolom .....	16
2.5.1.	Diagram Interaksi kekuatan Elemen Kolom .....	18
2.6.	Syarat – Syarat Kolom .....	20
2.6.1.	Kolom Dengan Sengkang Ikat .....	20
2.6.2.	Kolom Dengan Lilitan Spiral .....	21
2.7.	Perencanaan Kolom Bulat .....	23
2.8.1.	Bentuk Kolom Bulat .....	25
2.8.2.	Penulangan Kolom Bulat .....	28
2.8.3.	Jenis keruntuhan kolom .....	39
2.8.	SAP 2000.....	30
2.9.1.	Langkah Program SAP versi 14 .....	30
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN .....</b>		<b>34</b>
3.1.	Data Umum Proyek .....	34
3.2.	Data Teknis Proyek .....	35
3.3.	Pengumpulan Data .....	35
3.3.1.	Metode Pengumpulan Data .....	36
3.3.2.	Sumber Data .....	37
3.4.	Diagram Alur Penelitian .....	38
3.5.	Data Pembebanan Kolom Bulat .....	39
<b>BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN .....</b>		<b>41</b>
4.1	Perhitungan Desain Kolom.....	41
4.2	Input Data Ke SAP 2000 .....	43
4.3	Perhitungan Struktur Kolom Bulat .....	54

4.2.1. Menghitung Struktur Kolom Basement Dengan SAP 2000 .....	54
4.2.2. menghitung Struktur Kolom Basement Dengan Manual Aturan SNI 2847 - 2019 .....	57
4.4 Menghitung Efisiensi Kolom .....	61
4.3.1. Efisiensi Kolom Terhadap Beban Mati .....	61
4.3.2. Efisiensi Kolom Terhadap Beban Hidup .....	63
4.5 Pembahasan .....	66
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>69</b>
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>	





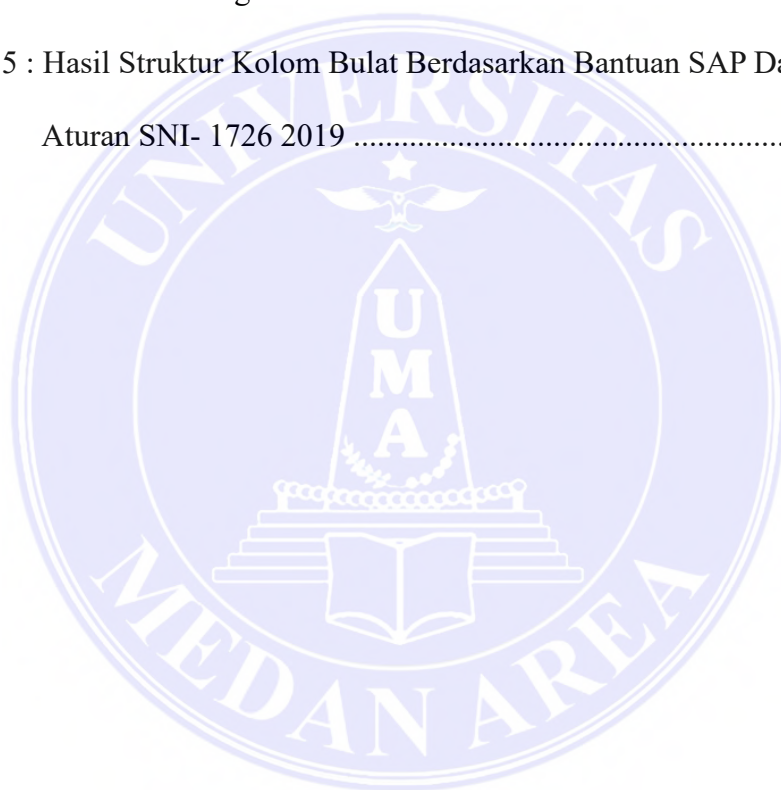
## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 : Kolom Persegi .....	8
Gambar 2.2 : Kolom Bulat .....	9
Gambar 2.3 : Kolom Komposit .....	9
Gambar 2.4 : Ukuran Besi Ulir dan Polos.....	16
Gambar 2.5 : <i>Space truss analogy</i> .....	17
Gambar 2.6 : Diagram interaksi P-M elemen kolom .....	19
Gambar 2.7 : Perencanaan Kolom Bulat .....	25
Gambar 2.8 : Penulangan Kolom Bulat .....	30
Gambar 2.9 : <i>Model intialization</i> .....	30
Gambar 2.10 : <i>Define Load Patterns</i> .....	30
Gambar 2.11 : <i>Define Load Patterns</i> .....	30
Gambar 3.1 : Lokasi Proyek Vihara Prasadha Jinadhammo Medan .....	35
Gambar 4.1 : Letak Kolom Yang Ditinjau .....	41
Gambar 4.2 : Detail Dimensi Kolom K1 <i>Basement</i> .....	42
Gambar 4.3 : <i>Model intialization</i> .....	43
Gambar 4.4 : <i>3D Frame Type</i> .....	43
Gambar 4.5 : <i>Grid Data</i> .....	44
Gambar 4.6 : <i>Material Property Data (fc)</i> .....	45
Gambar 4.7 : <i>Material Property Data (fy)</i> .....	46
Gambar 4.8 : <i>Frame Properties</i> .....	46
Gambar 4.9 : Tampak Atas Bangunan (xy) .....	47
Gambar 4.10 : Tampak Depan Bangunan(xz) .....	47

Gambar 4.11 : <i>Define Load Patterns</i> .....	48
Gambar 4.12 : <i>Load Combination</i> .....	48
Gambar 4.13 : <i>Add New Area Sections</i> .....	49
Gambar 4.14 : <i>Add Properties Of object</i> .....	49
Gambar 4.15 : <i>Replace Exceting Loads</i> .....	50
Gambar 4.16 : <i>Add To Exciting Loads</i> .....	50
Gambar 4.17 : <i>Add To Exciting Loads SIDL</i> .....	51
Gambar 4.18 : <i>Set Analisi Option</i> .....	51
Gambar 4.19 : <i>Run Analisis</i> .....	52
Gambar 4.20 : <i>Block Frame</i> .....	52
Gambar 4.21 : <i>Check Of Srukture</i> .....	53
Gambar 4.22 : <i>Verify All Member</i> .....	53
Gambar 4.23 : <i>Frame 1609 (Kolom K1</i> .....	54
Gambar 4.24 : <i>Diagram Interaksi kolom K1</i> .....	56
Gambar 4.25 : <i>Interaksi kolom K1 Terhadap Gaya Yang Bekerja</i> .....	57
Gambar 4.26 : <i>Penampang Aktual Kolom K1</i> .....	61
Gambar 4.27 : <i>Axial Terhadap P dan T</i> .....	62
Gambar 4.28 : <i>Beban Mati Utama <math>V_2</math> dan <math>M_3</math></i> .....	62
Gambar 4.29 : <i>Beban Mati Kecil <math>V_3</math> dan <math>M_2</math></i> .....	63
Gambar 4.30 : <i>Axial Terhadap P dan T</i> .....	64
Gambar 4.31 : <i>Beban Mati Utama <math>V_2</math> dan <math>M_3</math></i> .....	64
Gambar 4.32 : <i>Beban Mati Kecil <math>V_3</math> dan <math>M_2</math></i> .....	65
Gambar 4.33 : <i>Hasil Perhitungan Kolom K1 <i>Basement</i></i> .....	65
Gambar 4.34 : <i>Desain Penulangan kolom K1</i> .....	66

## DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 : Kombinasi Beban Berfaktor .....	40
Tabel4.1 : Pu, M <sub>2</sub> , M <sub>3</sub> SAP 2000 .....	55
Tabel4.2 : Gaya Aksial, Biaxial Momen SAP 2000 .....	56
Tabel4.3 : Desain Geser untuk V <sub>2</sub> , V <sub>3</sub> SAP 2000 .....	56
Tabel4.4 : Dasar Perhitungan SAP 2000 .....	56
Tabel4.5 : Hasil Struktur Kolom Bulat Berdasarkan Bantuan SAP Dan Aturan SNI- 1726 2019 .....	66



## DAFTAR NOTASI

DL	:	Dead Load
F'c	=	Mutu Beton
Fy	=	Mutu Baja
h	=	Tinggi kolom
LL	=	Live Load
Ø	=	Diameter Tulangan Polos
SIDL	=	Superimposed Dead Load
A1D	=	luas tulangan sebesar 1 diameter
Ach	=	luas penampang komponen struktur yang diukur sampai tepi luar tulangan transversal
Ag	=	luas bruto penampang beton
Ap	=	luas penampang tiang
As	=	luas selimut tiang
AS	=	luas tulangan desak
Ash	=	luas penampang total tulangan transversal
Assst	=	luas tulangan susut
As'	=	luas tulangan tekan
Av	=	luas tulangan geser horizontal dalam spasi s
Ax	=	faktor pembesaran torsi
bw	=	lebar komponen struktur
CR1	=	koefisien risiko terpetakan untuk spektrum respon periode 1 detik
Cc	=	gaya tekan pada beton
Cd	=	koefisien amplifikasi defleksi
CRS	=	koefisien risiko terpetakan untuk spektrum respon periode pendek
Cs	=	koefisien respons seismik
Cs	=	gaya tekan pada tulang
Ct	=	faktor modifikasi berdasarkan rekaman gempa yang sesuai dengan tipe-tipe bangunan
d	=	tinggi efektif balok



$d_s$	=	tebal selimut beton desak
$E_h$	=	pengaruh beban gempa horizontal
$E_s$	=	modulus elastis baja
$E_v$	=	pengaruh beban gempa vertikal
$E_x$	=	pengaruh beban gempa horizontal
$E_y$	=	pengaruh beban gempa vertikal
$f'_c$	=	mutu beton
$F_a$	=	getaran perioda pendek
$F_i$	=	beban-beban gempa nominal statik ekuivalen
$f_s$	=	tegangan tarik yang dihitung dalam tulangan saat beban layan
$F_v$	=	getaran perioda 1 detik
$F_x$	=	gaya gempa lateral
$f_y$	=	mutu baja (tulangan geser)
$h_c$	=	dimensi komponen struktur diukur dari inti komponen struktur ke tepi luar tulangan transversal
$H_n$	=	ketinggian struktur
$h_t$	=	tinggi total
$h_e$	=	tinggi efektif
$I_e$	=	faktor Keutamaan Gempa
$k$	=	eksponen yang terkait dengan perioda struktur
$L_y$	=	bentang panjang pelat lantai
$L_x$	=	bentang pendek pelat lantai
$m$	=	faktor modifikasi komponen
$M_{CER}$	=	gempa maksimum yang dipertimbangkan risiko-tertarget
$M_{DOF}$	=	multi degree of freedom
$M_{kap}$	=	momen kapasitas
$M_n$	=	momen nominal
$M_{nb}$	=	momen nominal kolom pada kondisi balance
$M_t$	=	momen tersedia
$M_u$	=	momen ultimit
$M^-$	=	momen negatif
$M^+$	=	momen positif

$n$	=	jumlah
$P_b$	=	gaya aksial pada kondisi balance
$P_n$	=	gaya aksial nominal
$P_{nb}$	=	gaya aksial nominal pada kondisi balance
$P_{n0}$	=	kuat desak nominal/teoritik suatu kolom akibat beban sentris
$P_u$	=	gaya tekan aksial terfaktor
$QE$	=	pengaruh gaya gempa horizontal dari
$V$ atau $FP R$	=	koefisien modifikasi respons
$R_m$	=	faktor reduksi gempa maksimum yang dapat dikerahkan
$s$	=	spasi minimum sengkang
$S_{DOF}$	=	single degree of freedom system
$S_a$	=	spectral acceleration
$S_{D1}$	=	parameter percepatan spectrum respons desain pada periode pendek 1,0 detik
$S_{DS}$	=	parameter percepatan spectrum respons desain pada periode pendek 0,2 detik
$S_{M1}$	=	nilai respon spektrum percepatan untuk periode pendek 1,0 detik di permukaan tanah
$S_{MS}$	=	nilai respon spektrum percepatan untuk periode pendek 0,2 detik di permukaan tanah
$S_1$	=	respon spektrum percepatan untuk periode pendek 0,1 detik
$S_S$	=	respon spektrum percepatan untuk periode pendek 0,2 detik SNI = Standar Nasional Indonesia
$T$	=	periode getar struktur
$T_a$	=	periode fundamental pendekatan
$T_0$	=	periode getar awal
$T_S$	=	jumlah gaya total dari tulangan tarik
$V$	=	gaya geser dasar
$V_c$	=	kekuatan geser nominal yang disediakan oleh beton
$V_n$	=	kekuatan geser nominal
$V_s$	=	kekuatan geser nominal yang disediakan oleh tulangan geser
$V_t$	=	geser dasar ragam

$V_u$	=	gaya geser terfaktor pada penampang yang ditinjau
$V_x$	=	geser tingkat desain semua tingkat
$\Delta$	=	simpangan antar lantai tingkat desain
$\Delta_a$	=	simpangan antar lantai tingkat ijin
$\beta_1$	=	faktor distribusi tegangan beton persegi ekuivalen
$\epsilon_y$	=	regangan tarik baja
$\epsilon_c$	=	regangan desak beton
$\epsilon_s$	=	regangan baja
$\epsilon_s'$	=	regangan tulangan desak
$\sum M_{nc}$	=	jumlah kekuatan lentur nominal kolom yang merangka ke dalam joint, yang dievaluasi di muka-muka joint
$\sum M_{nb}$	=	jumlah kekuatan lentur nominal balok yang merangka ke dalam joint, yang dievaluasi di muka-muka joint
$\rho$	=	faktor redundansi
$\rho$	=	rasio tulangan
$\rho_s$	=	rasio volume tulangan spiral atau sengkang bulat
$\rho_t$	=	rasio luas tulangan geser horizontal terhadap luas beton bruto penampang vertikal
$\Omega_0$	=	faktor kuat lebih sistem
$\emptyset$	=	faktor reduksi kekuatan
$\emptyset_0$	=	overstrength
$\delta_a$	=	perpindahan di titik a
$\delta_b$	=	perpindahan di titik b
$\delta_{avg}$	=	rata-rata perpindahan di titik-titik terjauh struktur di tingkat x yang dihitung dengan mengasumsikan $Ax = 1$ (mm).
$\delta_{max}$	=	perpindahan maksimum di tingkat x (mm) yang dihitung dengan mengasumsikan $Ax = 1$ (mm)
$\delta_{xe}$	=	perpindahan pada lokasi yang disyaratkan dan ditentukan dengan analisis elastis

# BAB 1

## PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Bangunan gedung harus direncanakan dengan baik dan sesuai untuk mencegah terjadinya kegagalan - kegagalan pada bangunan gedung tersebut. Perencanaan itu meliputi perencanaan kolom, balok, plat lantai, pondasi dan juga rangka atap dari bangunan tersebut. Perencanaan tersebut juga tidak lepas dari beban-beban yang bekerja pada bangunan gedung, baik berupa beban mati, beban hidup, beban angin, dan beban gempa. Beban-beban yang terjadi pada bangunan akan dipikul oleh struktur bangunan dan diteruskan ke pondasi untuk selanjutnya ditransfer ke tanah. Salah satu bagian penting dalam sebuah perencanaan gedung adalah perencanaan kolom. Sesuai dengan SK SNI- 03-2847-2019 Tata Cara Perhitungan Struktur Beton untuk bangunan gedung, adapun yang dimaksud 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.

Dalam KBBI (Kamus Besar Bahasa Indonesia), adapun yang dimaksud kolom adalah tiang (pilar) penyangga yang biasanya terbuat dari beton yang bertulang besi. Sementara menurut Sudarmoko (1996), kolom merupakan suatu struktur tekan yang memegang peranan penting dari suatu bangunan, sehingga keruntuhan pada suatu kolom merupakan lokasi kritis yang dapat menyebabkan runtuhnya lantai dan runtuhnya bangunan secara total. Struktur dalam kolom terbuat dari besi dan beton kedua bahan ini memiliki sifat gabungan yang cukup baik di mana besi merupakan material yang tahan terhadap tarikan, sedangkan



beton merupakan material yang tahan tekanan. gabungan kedua material ini dalam struktur beton memungkinkan kolom atau bagian struktur lain seperti sloof dan balok bisa menahan gaya tekan dan gaya tarik pada bangunan.

Menurut Ali Asroni (2010), pada suatu konstruksi bangunan gedung, kolom berfungsi sebagai pendukung beban-beban dari balok dan pelat lantai, untuk diteruskan ke tanah dasar melalui pondasi. Beban dari balok dan pelat lantai ini berupa beban aksial tekan serta momen lentur (akibat kontinuitas konstruksi). Oleh karena itu dapat didefinisikan, kolom adalah suatu struktur yang mendukung beban aksial dengan atau tanpa momen lentur. Pada lentur balok, banyaknya tulangan yang terpasang dapat direncanakan agar balok berperilaku daktail, tetapi pada kolom biasanya gaya normal tekan adalah dominan sehingga keruntuhan yang bersifat tekan sulit untuk dihindari (Yunan R dan Zamzami S., 2005).

Berdasarkan bentuk dan susunan tulangan, kolom dibedakan menjadi 3 macam yaitu kolom segi empat, kolom bulat dan kolom komposit. Adanya perbedaan yang mendasar dari desain kolom persegi dan kolom bulat/lingkaran dimana kolom bulat yang berpenampang spiral lebih efektif dibandingkan dengan sengkang persegi dalam hal meningkatkan kekuatan kolom (Jack C McCormac, 2003). Selain itu kolom bulat berpenampang spiral mempunyai jarak sengkang yang berdekatan dibandingkan kolom persegi yang mempunyai bentuk sengkang tunggal dengan jarak antara yang relatif besar, sehingga adanya spiral ini mempengaruhi baik beban batas maupun keruntuhan dibandingkan dengan kolom yang sama tetapi memakai sengkang (George Winter dan Arthur H Nielson, 1993). Alasan mengangkat penelitian skripsi pada kolom bulat adalah untuk mempelajarinya lebih dalam lagi mengenai struktur pada kolom bulat. Dengan

menganalisis struktur penulangan pada kolom bulat ini sehingga pada akhirnya akan menemukan kesimpulan yang menjadi hasil penelitian yang dapat dilampirkan pada skripsi ini.

Dalam menganalisa suatu struktur bangunan baik statis tertentu maupun statis tak tentu terdapat berbagai metode antara lain distribusi momen (Hendry Cross), *slope deflection*, metode takabeya, metode matriks dan beberapa metode yang dipakai umum lainnya. Salah satu metode yang digunakan pada penelitian ini ialah metode Takabeya, yaitu perhitungan struktur portal bertingkat banyak yang berlaku anggapan dasar bahwa deformasi yang disebabkan oleh gaya tekan/tarik dan geser dalam diabaikan dan hubungan antara balok dan kolom dianggap sebagai hubungan kaku sempurna (monolit). Analisa manual dari Metode Takabeya ini nantinya akan dibandingkan dengan program komputer software SAP. Program SAP 2000 merupakan salah satu program analisis dan perancangan struktur yang telah dipakai secara luas diseluruh dunia, program ini merupakan hasil penelitian dan pengembangan oleh tim dari University of California, yang dipimpin oleh Prof. Edward L. Wilson selama lebih 25 tahun. ( Wahyuni, Munair, 2022). SAP 2000 (Structural Analysis Program 2000) adalah program komputer untuk menganalisa dan mendesain struktur bangunan, baik yang berupa struktur bidang 2 dimensi maupun struktur 3 dimensi

Memilih *software* SAP 2000 sebagai alat penelitian dikarenakan sudah pernah memakainya disaat mengerjakan tugas wajib beton dimana SAP 2000 bisa mendapatkan hasil dari analisis struktur yang akan kita lakukan.

Penelitian ini dilakukan untuk memahami agar dapat dijelaskan perhitungan struktur kolom bulat beton bertulang melalui analisis yang penulis lakukan.

Adapun kelebihan untuk melakukan analisis menggunakan program SAP 2000 dibandingkan dengan metode lainnya seperti metode diatas yaitu pada program SAP 2000 dapat menganalisa jenis struktur apapun dalam tampilan 2 dimensi dan 3 dimensi dengan berbagai macam pembebanan kombinasi yang diberikan dengan penggunaan lebih efektif dan lebih mudah. Program SAP 2000 ini dirancang untuk mengetahui adanya gaya-gaya yang muncul pada suatu elemen struktur sebagai akibat dari munculnya beban yang diterima oleh elemen struktur.

## **1.2. Maksud dan Tujuan**

Adapun maksud dan tujuan saya dalam penyusunan skripsi saya adalah:

### **1.2.1. Maksud Penelitian**

Menganalisis struktur kolom bulat beton bertulang dengan bantuan SAP 2000 dengan aturan SNI 2847 - 2019 pada proyek vihara prasadha jinadhammo medan supaya hasil dan pembahasan dari penelitian sesuai dengan penerapannya.

### **1.2.2. Tujuan Penelitian**

Mendapatkan kekuatan struktur kolom dari hasil analisis perhitungan struktur kolom bulat beton bertulang dengan menggunakan SAP 2000 berdasarkan SNI 2847 - 2019. untuk dijelaskan pada laporan skripsi ini.

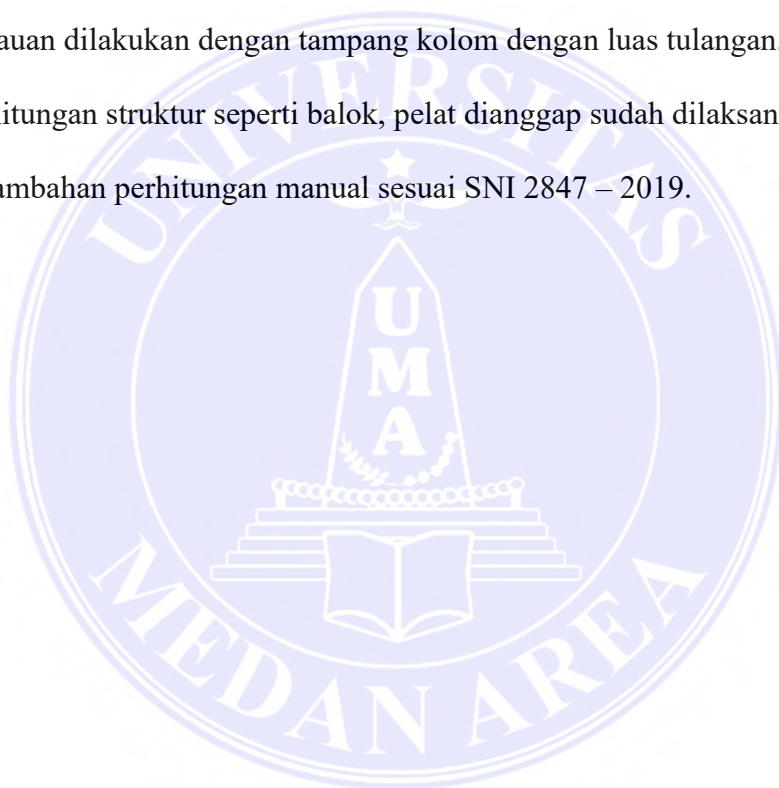
## **1.3. Rumusan Masalah**

Bagaimana efisiensi penggunaan struktur kolom bulat beton bertulang pada proyek vihara prasadha jinadhammo medan yang ditinjau dengan menggunakan SAP 2000 berdasarkan SNI 2847 - 2019 apakah sesuai maka dari itu dilakukan analisis struktur kolomnya.

#### 1.4. Batasan Masalah

Batasan masalah ini dibuat agar masalah yang akan diteliti lebih terarah untuk dapat dipahami. Adapun batasan-batasan masalah tersebut adalah dibawah ini:

1. Kolom yang akan dibahas adalah kolom berpenampang bulat dengan kode K1 yang berdiameter 1,4 meter.
2. Perhitungan struktur kolom dilakukan dengan bantuan program SAP 2000
3. Tinjauan dilakukan dengan tampang kolom dengan luas tulangan.
4. Perhitungan struktur seperti balok, pelat dianggap sudah dilaksanakan.
5. Penambahan perhitungan manual sesuai SNI 2847 – 2019.



## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1. Penelitian Terdahulu

Skripsi ini merupakan pengembangan dari beberapa studi terdahulu yakni :

1. M. Lukman Farisi, 2012. Perbandingan Efisiensi Bahan Kolom Persegi dan Kolom Bulat pada Struktur Gedung Empat Lantai. Hasil yang di dapat dari perbandingan tersebut ialah :
  - a. Kolom bulat memiliki gaya dalam yang lebih besar dibandingkan kolom persegi, dimana didapatkan gaya dalam maksimal Aksial ( $P$ ) = 172652 kg, Geser ( $V_2$ ) = 1743 kg, Geser ( $V_3$ ) = 11817 kg, Momen ( $M_2$ ) = 18291 kg.m, dan Momen ( $M_3$ ) = 3989 kg.m dengan presentase lebih besar  $\pm 2\%$ .
  - b. Berdasarkan perbandingan kapasitas, kolom bulat mempunyai kapasitas yang rata-rata sama dan sedikit lebih besar dibandingkan kolom persegi, sedangkan dari jumlah tulangan yang dipakai, kolom persegi lebih efisien dengan presentase  $\pm 9\%$ .
2. Rina Noviana, 2002. Studi Perbandingan Efisiensi Kolom dengan Bentuk Penampang Bulat dan Kolom dengan Bentuk Penampang Persegi Pada Struktur Gedung Berlantai Banyak. Hasil yang di dapat dari perbandingan tersebut ialah :
  - a. Jumlah tulangan lentur yang dihasilkan kolom bulat dan kolom persegi tidak jauh berbeda. Hal ini disebabkan oleh beban aksial dan momen yang diberikan pada kedua kolom hampir sama.
  - b. Dari hasil perhitungan tulangan geser, spasi tulangan geser spiral lebih rapat daripada sengkang biasa karena pada perhitungan tulangan geser



spiral ada pemeriksaan pengikat spiral, dimana rasio penulangan spiral aktual yang ada harus lebih besar dari rasio penulangan spiral minimum.

## 2.2. Umum

Kolom adalah elemen vertikal dari rangka struktural yang memikul beban dari balok dan merupakan elemen struktur dengan gaya dominan aksial tekan. Keruntuhan pada suatu kolom merupakan lokasi kritis yang dapat menyebabkan runtuhnya (*collapse*) lantai yang bersangkutan dan juga runtuh total (*total collapse*) seluruh struktur (Sudarmoko, 1996).

Kolom yang merupakan bagian struktur yang sangat penting, dalam suatu struktur berfungsi sebagai penerus beban seluruh bangunan ke pondasi. Kolom termasuk struktur utama untuk meneruskan berat sendiri bangunan, beban hidup, dan beban hembusan angin serta gempa. Beban sebuah bangunan dimulai dari atap, beban atap akan meneruskan beban yang diterimanya kepada kolom. Seluruh beban yang diterima kolom lalu didistribusikan ke permukaan tanah di bawahnya. Kesimpulannya, sebuah bangunan akan aman dari kerusakan bila besar dan jenis pondasinya sesuai dengan perhitungan dan kondisi tanah, kolom menerima beban dan meneruskannya ke pondasi. 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 dari kedua material ini dalam struktur beton bertulang memungkinkan kolom atau bagian struktur lain seperti balok dan sloof dapat menahan gaya tekan dan gaya tarik pada bangunan.

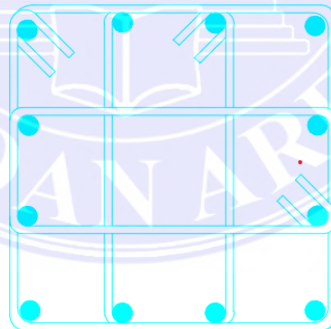
### 2.3. Jenis – Jenis Kolom

Kolom dapat diklasifikasikan berdasarkan bentuk dan susunan tulangnya, posisi beban pada penampangnya, dan panjang kolom dalam hubungannya dengan dimensi lateralnya. Bentuk dan susunan tulangan pada kolom dapat dibagi menjadi 3 jenis yaitu :

- a. Kolom segiempat atau bujur sangkar dengan pengikat sengkang lateral.
- b. Kolom bundar/ lingkaran dengan pengikat spiral.
- c. Kolom komposit dengan beton dan profil baja struktural di dalamnya.

Adapun penjelasan dari masing - masing kolom diatas sebagai berikut :

- a. Kolom segiempat atau bujur sangkar dengan pengikat sengkang lateral kolom ini merupakan kolom beton yang ditulangi dengan batang tulangan pokok memanjang, yang pada jarak spasi tertentu diikat dengan pengikat sengkang ke arah lateral. Tulangan ini berfungsi untuk memegang tulangan pokok memanjang agar tetap kokoh pada tempatnya. (Terlihat dalam Gambar).



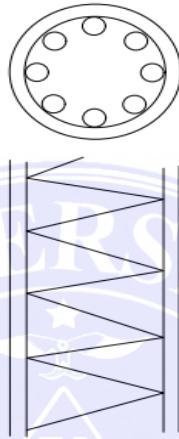
Gambar 2.1 Kolom Persegi  
Sumber : Dipohusodo, 1999

- b. Kolom bundar/lingkaran dengan pengikat spiral

Bentuknya sama dengan yang pertama hanya saja sebagai pengikat tulangan pokok memanjang adalah tulangan spiral yang dililitkan keliling membentuk heliks menerus di sepanjang kolom. Fungsi dari tulangan spiral adalah

memberi kemampuan kolom untuk menyerap deformasi cukup besar sebelum keruntuhan, sehingga mampu mencegah terjadinya kehancuran seluruh struktur sebelum proses redistribusi momen dan tegangan terwujud.

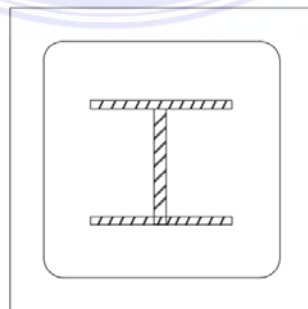
(Terlihat dalam Gambar).



Gambar 2.2 Kolom Bulat

Sumber : Dipohusodo, 1999

- c. Kolom komposit dengan beton dan profil baja struktural di dalamnya struktur kolom komposit merupakan komponen struktur tekan yang diperkuat pada arah memanjang dengan gelagar baja profil atau pipa, dengan atau tanpa diberi batang tulangan pokok memanjang. (Terlihat dalam Gambar).



Gambar 2.3 Kolom Komposit

Sumber : Dipohusodo, 1999

## 2.4. Material Penyusun Kolom

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 dari kedua material ini dalam struktur beton bertulang memungkinkan kolom atau bagian struktur lain seperti balok dan sloof dapat menahan gaya tekan dan gaya tarik pada bangunan

Adapun penjelasan material penyusun kolom sebagai berikut :

### 2.4.1 Beton

Beton salah satu bahan konstruksi yang telah umum digunakan untuk bangunan gedung, jembatan, jalan, dan lain lain, beton merupakan satu kesatuan yang homogen. Beton ini didapatkan dengan cara mencampur agregat halus (pasir), agregat kasar (kerikil), atau jenis agregat lain dan air, dengan semen portland atau semen hidrolis yang lain, kadang-kadang dengan bahan tambahan (additif) yang bersifat kimiawi ataupun fisikal pada perbandingan tertentu, sampai menjadi satu kesatuan yang homogen. Campuran tersebut akan mengeras seperti batuan. Pengerasan terjadi karena peristiwa reaksi kimia antara semen dengan air. Beton merupakan bahan dari campuran antara semen, agregat halus (pasir), agregat kasar (kerikil), air dengan tambahan adanya rongga-rongga udara.

Campuran bahan-bahan pembentuk beton harus ditetapkan sedemikian rupa, sehingga menghasilkan beton basah yang mudah dikerjakan, memenuhi kekuatan tekan rencana setelah mengeras dan cukup ekonomis (Sutikno, 2003:1 dalam Supriadi,2016). Beton yang banyak dipakai pada saat ini yaitu beton

normal. Beton normal ialah beton yang mempunyai berat isi 2200–2500 kg/m<sup>3</sup> dengan menggunakan agregat alam yang dipecah atau tanpa dipecah. Beton normal dengan kualitas yang baik yaitu beton yang mampu menahan kuat desak/hancur yang diberi beban berupa tekanan dengan dipengaruhi oleh bahan-bahan pembentuk, kemudahan pengerjaan (Beton yang banyak dipakai pada saat ini yaitu beton normal. Beton normal ialah beton yang mempunyai berat isi 2200–2500 kg/m<sup>3</sup> dengan menggunakan agregat alam yang dipecah atau tanpa dipecah. Beton normal dengan kualitas yang baik yaitu beton yang mampu menahan kuat desak/hancur yang diberi beban berupa tekanan dengan dipengaruhi oleh bahan-bahan pembentuk, kemudahan pengerjaan (*workability*), faktor air semen (F.A.S) dan zat tambahan (*admixture*)), faktor air semen (F.A.S) dan zat tambahan (*admixture*). Dapat dilihat dari sudut estetika, beton hanya membutuhkan sedikit pemeliharaan. kekuatan, keawetan dan sifat beton tergantung atas bahan-bahan dasar, nilai perbandingan bahan-bahannya, cara pemadatan, dan cara perawatan selama proses pengerasan. Luasnya pemakaian beton disebabkan karena terbuat dari baha-bahan yang umumnya mudah diperoleh, serta mudah diolah sehingga menjadikan beton mempunyai sifat yang dituntut sesuai keadaan situasi pemakaian tertentu. Penggunaan beton yang benar adalah beton yang kuat, tahan lama dan kedap air, ketika ingin membuat beton yang baik, dalam arti memenuhi persyaratan yang lebih ketat karena tuntutan yang lebih tinggi, maka harus diperhitungkan dengan jelas cara-cara memperoleh adukan beton segar (*fresh concrete*) yang baik dan beton keras (*hardened concrete*) yang dihasilkan juga baik, beton yang baik adalah beton yang kuat, tahan lama dan kedap air.



Beton dapat dibagi berdasarkan berat jenisnya (SNI 2847- 2019), yaitu:

1. Beton Ringan : Berat jenis  $< 1900 \text{ kg/m}^3$
2. Beton normal : Berat jenis  $2200 \text{ kg/m}^3 - 2500 \text{ kg/m}^3$
3. Beton Berat : Berat jenis  $> 2500 \text{ kg/m}^3$

Dari ketentuan diatas untuk mengenai bahan-bahan pembentuk beton yang juga dipakai sebagai bahan beton, pada penelitian saya ini beton yang digunakan beton norma dengan berat jenis  $2400 \text{ kg/m}^3$ .

Adapun material-material dalam pembentuk beton adalah sebagai berikut:

1. Semen

Semen merupakan bahan campuran yang secara kimiawi aktif setelah berhubungan dengan air. Agregat tidak memainkan peranan yang penting dalam reaksi kimia tersebut, tetapi berfungsi sebagai bahan pengisi mineral yang dapat mencegah perubahan-perubahan volume beton setelah pengadukan selesai dan memperbaiki keawetan beton yang dihasilkan (Mulyono, 2004). Fungsi semen adalah untuk merekatkan butiran-butiran agregat agar terjadi suatu massa yang kompak atau padat. Selain itu juga untuk mengisi ronggarongga diantara butiran agregat. Walaupun semen hanya mengisi 10% saja dari volume beton, namun kerana merupakan bahan yang aktif maka perlu dipelajari maupun dikontrol secara ilmiah (Tjokrodinuljo,1996).

2. Agregat

agregat menurut SNI -2847-2019 dikatakan, agregat merupakan material granular, misalnya pasir, kerikil, batu pecah, dan kerak tungku pijar, yang

dipakai bersama-sama dengan suatu media pengikat untuk membentuk suatu beton atau adukan semen hidrolik.

### 3. Air

Air sebagai bahan dasar pembuat beton yang harganya paling murah, air diperlukan untuk bereaksi dengan semen dan sebagai bahan pelumas antara butir - butir agregat, supaya mudah dikerjakan dan dipadatkan. Air yang sesuai persyaratan bahan bangunan, memenuhi syarat untuk bahan campuran beton, air yang dapat dipakai untuk campuran beton adalah air yang bila dipakai akan menghasilkan beton dengan kekuatan lebih besar 90 persen kekuatan beton yang memakai air suling. Air yang mengandung senyawa-senyawa berbahaya yang tercemar garam, minyak, gula, atau bahan-bahan kimia lainnya, bila dipakai dalam campuran beton dapat menurunkan kualitas beton, bahkan dapat mengubah sifat beton. Untuk tekan beton didapat melalui pengujian kuat tekan dengan memakai alat silinder, besarnya kuat tekan beton dapat dihitung dengan rumus (panduan praktikum teknologi bahan dan beton, Universitas Islam Riau, 2013):

Kuat tekan beton

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

Dimana :

$f'c$  = Kuat tekan benda uji beton, Mpa

P = Besar beban maksimum, N

A = Luas penampang, benda uji, mm<sup>2</sup>

## 2.4.2 Besi

Besi pada beton merupakan salah satu material yang berbentuk baja tulangan yang berpenampang bulat, dalam bahasa Inggris besi beton disebut sebagai *concrete steel* atau *rebar*. Besi beton di Indonesia ada juga yang menyebutnya sebutan baja tulangan atau besi tulangan, dalam penggunaannya yang luas dan fungsinya yang vital, besi beton sebagai tulang atau kerangka sebuah bangunan, menjadikan besi beton suatu material yang wajib memenuhi suatu standar SNI 2847 - 2019 yang sudah ditetapkan oleh pemerintah. Jenis besi beton berdasarkan fisiknya dapat dibedakan menjadi 2 jenis yaitu besi beton polos dan besi beton ulir. Berikut ini adalah penjelasan tentang besi beton polos dan besi beton ulir:

1. Besi beton polos

Besi beton polos (*plain rebar* atau *reinforced bar*) merupakan besi baja tulangan yang permukaan dan penampang yang mulus, rata, dan tidak bersirip. Kalau dibandingkan dengan besi beton jenis ulir, besi beton polos lebih cenderung memiliki struktur mikro yang lebih renggang. Selain itu, jenis besi beton polos juga sifat baja yang cenderung lebih lunak jika dibandingkan dengan besi beton jenis ulir, besi beton polos memiliki panjang 12 meter dengan diameter yang bervariasi diantaranya seperti: 6 mm, 8 mm, 10 mm, 12 mm, 16 mm, 19 mm, 22 mm, 25 mm, 32 mm dan 36 mm. Adapun fungsi besi beton polos diantaranya yaitu :

- Dapat digunakan untuk tulangan konstruksi skala kecil ataupun besar, seperti membangun hunian, jalan, jembatan dan lain-lain.

- Dapat digunakan sebagai begel yang tujuannya seperti untuk mengikat batang-batang besi ulir, sehingga dapat membentuk rangka-rangka beton.

## 2. Besi beton ulir

Besi beton ulir (*deformed bar*) merupakan besi baja tulangan yang memiliki permukaan bersirip/ ulir melintang serta memanjang yang tujudapat menyatukan elemen pada bahan bangunan dengan rangka yang dirancang menggunakan besi beton ulir tersebut. Besi beton ulir memiliki panjang 12 meter dengan diameter yang berbeda diantaranya 10 mm, 13 mm, 16 mm, 19 mm, 22 mm, 25 mm, 29 mm, 32 mm, dan 36 mm.

Adapun beberap fungsi besi beton ulir diantaranya :

- Dapat digunakan untuk pembangunan konstruksi dan infrastruktur yang memerlukan daya tarik yang kuat, misalnya pada gedung-gedung pencakar langit.
- Dapat digunakan sebagai tulangan utama pada pembuatan beton bertulang, hal ini karena besi beton ulir dapat mengait dengan kuat.
- Dapat digunakan untuk kebutuhan seperti pembangunan jembatan hal tersebut dikarenakan besi ulir memiliki ikatan yang kuat diantara tulang-tulangnyaselain itu daya ikat besi beton ulir juga mempunyai fungsi untuk menahan atau meredam berbagai gerakan membujur dari batang secara relatif terhadap bahan beton.

Untuk berat jenis besi sendiri telah ditetapkan sesuai aturan SNI 2847 - 2019 tentang berat jenis besi beton di angka  $7850 \text{ kg/m}^3$ .

Berat jenis besi beton :

Volume besi  $\times$  berat jenis besi = kebutuhan berat jenis besi.

Berat jenis besi tulangan :

$0,006165 \times D2 \times L =$  kebutuhan berat besi.

BERAT SNI 2052-2017

UKURAN ULIR BJTS 420 B & 520	Berat Per batang		UKURAN POLOS BJTP 280	Berat Per batang	
	Kg / Mtr	Kg / 12 Mtr		Kg / Mtr	Kg / 12 Mtr
S 08 BJTS 420 B	0.395	4.740	P 06 BJTP 280	0.222	2.664
S 10 BJTS 420 B	0.617	7.404	P 08 BJTP 280	0.395	4.740
S 13 BJTS 420 B	1.042	12.504	P 10 BJTP 280	0.617	7.404
S 16 BJTS 420 B	1.578	18.936	P 12 BJTP 280	0.888	10.656
S 19 BJTS 420 B	2.226	26.712	P 14 BJTP 280	1.208	14.496
S 22 BJTS 420 B	2.984	35.808	P 16 BJTP 280	1.578	18.936
S 25 BJTS 420 B	3.853	46.236	P 19 BJTP 280	2.226	26.712
S 29 BJTS 420 B	5.185	62.220	P 22 BJTP 280	2.984	35.808
S 32 BJTS 420 B	6.313	75.756	P 25 BJTP 280	3.853	46.236
S 36 BJTS 420 B	7.990	95.880	P 32 BJTP 280	6.313	75.756
S 40 BJTS 420 B	9.865	118.380	P 36 BJTP 280	7.990	95.880
S 50 BJTS 420 B	15.413	184.956	P 38 BJTP 280	8.903	106.836

Gambar 2.4 Ukuran besi ulir dan polos

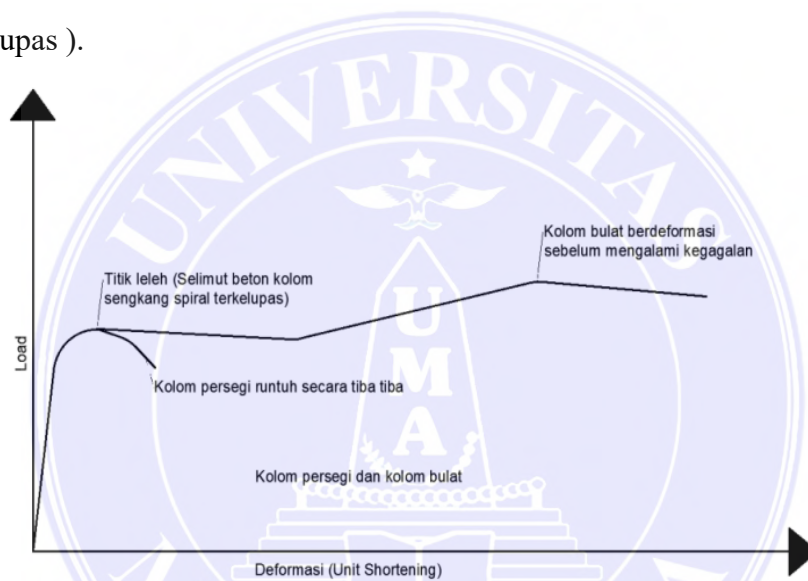
Sumber : Data SNI 2052- 2017

## 2.5. Elemen Struktur Kolom

Ketika beton dan tulangan baja bekerja sama dengan kondisi tekan , beban yang dipikul (pada beton & baja) berubah terus menerus secara beraturan selama periode pembebanan. Awalnya , tegangan yang terjadi pada tulangan (ES / EC) kali dari tegangan pada beton (berdasarkan teori elastis). Ketika terjadi pengaruh rangkakan dan susuk pada kolom, baja tulangan perlahan-lahan memikul beban lebih besar dibandingkan kapasitas elastisnya. Bila membandingkan perilaku kolom yang menggunakan sengkang persegi (kolom persegi) dan sengkang spiral (kolom bulat), tentu keduanya memiliki perbedaan yang cukup signifikan . Hal itu dapat dilihat pada Gambar 2.5 yang berupa hubungan antara gaya dan deformasi.



Kolom bulat disaat menerima aksial tekan akan mengalami leleh (*yielding*) pada kondisi beban tertentu. Bila beban terus diberikan, maka selimut beton pada kolom bulat akan terkelupas dan elemen kolom akan mulai berhenti berdeformasi secara lateral. Hal ini dikarenakan sengkang spiral secara efektif mengikat inti beton yang berada di tengah dan mencegah agar kolom tidak runtuh. Bila tulangan sengkang di desain dengan baik, maka kuat inti beton yang ada di tengah bisa lebih tinggi dibandingkan dengan kondisi kolom yang masih utuh (sebelum selimut beton terkelupas ).



Gambar 2.5 *Space truss analogy*

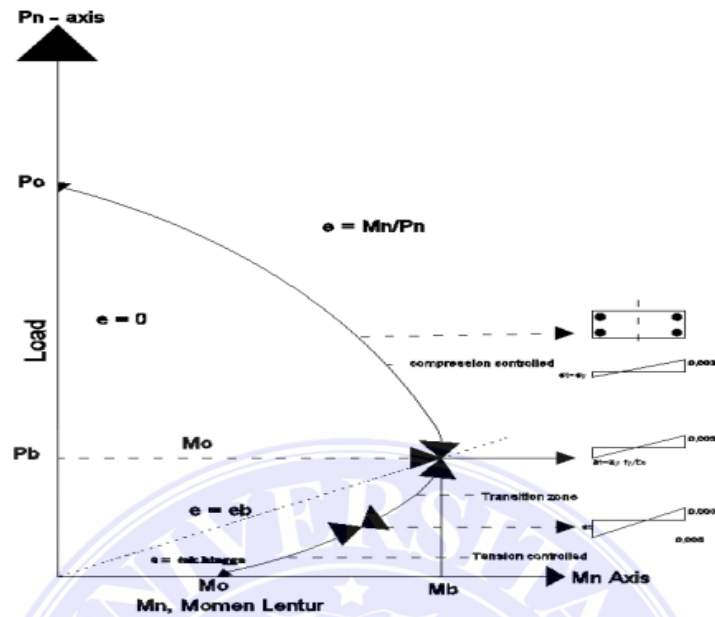
Sumber : Yudha Lesmana, Teori Desain Struktur Beton Bertulang, 2019

Kondisi seperti ini bisa di sebut dengan kuat batas maksimum (*ultimate strenght*) dari kolom bulat. Berbeda halnya dengan perilaku kolom persegi yang tidak menunjukkan kapasitas deformasi yang serupa kolom bulat. Hubungan *force – deformation* dari kolom persegi hanya memiliki *one peak* , seperti yang terlihat pada gambar 2.5 saat kondisi tersebut terjadi, selimut pada kolom akan mengelupas dan tulangan longitudinal diantara sengkang akan mulai mengalami tekuk. Dengan fenomena tersebut, bisa di kaitkan bahwa pada kolom persegi tidak terdapat

fenomena *yield* (leleh). Titik puncak (*one peak*) pertama yang terjadi adalah kuat batas maksimum (*ultimate strenght*) dari kolom persegi.

### 2.5.1 Diagram interaksi kekuatan elemen kolom

Kolom berupa elemen struktur yang menerima kombinasi beban yang berupa aksial tekan dan moment. Dari interaksi dua parameter tersebut ( $P$  &  $M$ ), terdapat sejumlah kombinasi kekuatan yang tak terhitung jumlahnya, Interaksi dari aksial tekan ( $P$ ) dan moment ( $M$ ) di maksud dalam sebuah kurva yang di kenal sebagai diagram interaksi  $P - M$ , seperti yang terlihat pada Gambar 2.6 Berdasarkan rasio  $P$  &  $M$ , diagram interaksi tersebut terbagi menjadi duakondisi, yaitu : *compression* dan *tession*. Pada kondisi *compression* (tekan), hampir seluruh/sebagian penampang kolom mencapai regangan maksimum tekan sebesar  $\epsilon_c = 0,003$ , sebelum tulangan baja mengalami lelehnya ( $\epsilon_y$ ) dan disaat bersamaan pula, material kolom mencapai regangan tekannya ( $\epsilon_c = 0,003$ ). Disaat dua kondisi tersebut memiliki kondisi yang berimbang antara  $P$  dan  $M$  yang dikenal dengan istilah kondisi regangan berimbang (*balanced strain condition*). Berdasarkan rasio  $P$  &  $M$ , diagram interaksi tersebut dibagi menjadi dua kondisi, dimana : *compression* dan *tession*. Pada kondisi *compression* (tekan), hampir seluruh/sebagian penampang kolom mencapai regangan maksimum tekan sebesar  $\epsilon_c = 0,003$ , sebelum tulangan baja mengalami lelehnya ( $\epsilon_y$ ) dan disaat bersamaan pula, material kolom mencapai regangan tekannya ( $\epsilon_c = 0,003$ ). Diantara dua kondisi tersebut diketahui kondisi yang berimbang antara  $P$  dan  $M$  yang dikenal dengan istilah kondisi regangan berimbang (*balanced strain condition*). Dapat dilihat pada Gambar 3.5.2 Diagram interaksi P-M elemen kolom



Gambar 2.6 Diagram interaksi P-M elemen kolom  
 Sumber : Yudha Lesmana, Teori Desain Struktur Beton Bertulang, 2019.

Kondisi regangan berimbang di kenal juga dengan istilah *compression control limit* (batas kontrol tekan). Hal ini mengandung arti bahwa bila interaksi P & M berada diatas batas ini, maka kondisi kolom di kategorikan sebagai *compression controlled*, faktor reduksi kolom adalah 0,75 untuk kolom bulat dan 0,65 untuk kolom persegi, seperti yang di tentukan SNI 2847- 2019; Pasal 21.2.2; Gambar R21 .2.2b; Hal- 472. Sedangkan untuk wilayah yang berada dibawah *compression control limit*, terbagi menjadi dua bagian yaitu: *tension controlled* dan *transition zone*. Pada kondisi *tension controlled*, regangan pada lapisan ekstrim tulangan tarik tercapai  $\epsilon_t \geq 0,005$  dan faktor reduksi kekuatan dalam kondisi ini mencapai 0,9. Selain itu pada kondisi *tension controlled*, elemen struktur menerima beban hanya berupa momen lentur tanpa adanya gaya aksial tekan (meskipun ada, namun terbilang sangat kecil sehingga bisa diabaikan). Sedangkan pada *transition zone*, regangan yang terjadi adalah  $f_y / E_s < \epsilon_t < 0,005$  dan faktor reduksi bervariasi

linear antara 0,75 – 0,9 untuk kolom bulat dan antara 0,65 – 0,9 untuk kolom persegi.

## 2.6. Syarat - Syarat Kolom

Adapun syarat-syarat kolom yang dapat dijelaskan dalam pengerjaan skripsi ini sebagai berikut.

### 2.6.1. Kolom Dengan Sengkang Ikat

Adapun syarat kolom bulat mengacu pada SNI 03 – 1726 – 2019 : Apabila ukuran melintang minimum kolom tidak ditentukan lain oleh pembatas tulangan, maka dalam segala hal kolom struktural dengan sengkang tidak boleh memiliki ukuran melintang kurang dari 15 cm. Dalam segala hal, luas tulangan memanjang kolom tidak boleh diambil kurang dari 1% dari luas penampang beton, dengan minimum 1 batang tulang di masing-masing sudut penampang. Apabila ukuran penampang kolom adalah lebih besar dari pada yang diperlukan untuk memikul beban, maka untuk menentukan luas tulangan minimum diatas, sebagai penampang beton dapat diambil penampang beton yang benar-benar diperlukan dengan minimum seluas setengah dari penampang beton yang ada. Diameter (diameter pengenal) batang tulangan memanjang tidak boleh diambil kurang dari 12 mm dalam segala hal, luas tulangan memanjang kolom tidak boleh diambil lebih dari 6% dari luas penampang beton yang ada. Apabila tulangan memanjang kolom disambung dengan sambungan lewatan pada stek maka luas tulangan memanjang maksimum sedapat mungkin dibatasi sampai 4% dari luas penampang beton yang ada.

Tulangan kolom harus sedapat mungkin dipasang simetris terhadap masing-masing sumbu utama penampang. Pada kolom-kolom yang memikul gaya

normal dengan eksentrisitas terhadap titik berat penampang kurang dari  $1/10$  dari ukuran di arah eksentrisitas itu, tulangan memanjangnya harus disebar merata sepanjang keliling teras kolom. Tulangan memanjang kolom senantiasa harus diikat oleh sengkangsengkang dengan jarak minimum sebesar ukuran terkecil penampang, 15 kali diameter (diameter pengenal) batang tulangan memanjang terkecil atau 30 cm. Apabila oleh alasan praktis sengkang-sengkang tidak dapat dipasang (misalnya pada persilangan-persilangan), maka pengikatan tulangan memanjang harus dilakukan dengan cara-cara lain.

Diameter batang sengkang tidak boleh diambil kurang dari  $1/4$  diameter (diameter pengenal) batang tulangan memanjang yang terbesar dengan minimum 6 mm pada jenis baja lunak dan 5 mm pada jenis baja keras. Untuk kolom dengan sengkang ikat, di mana sengkang sepanjang sambungan lewatan mempunyai luas efektif tidak kurang dari  $0,0015 h_s$  di kedua arah, panjang sambungan lewatan diizinkan untuk dikalikan dengan 0,83, kaki sengkang yang tegak lurus terhadap dimensi  $h$  harus dipertimbangkan dengan menghitung luas efektifnya.

### 2.6.2. Kolom Dengan Lilitan Spiral

Adapun syarat kolom dengan lilitan spiral mengacu pada SNI 03 – 1726 – 2019 ; Untuk kolom dengan sengkang spiral, di mana sengkang spiral sepanjang sambungan lewatan harus memenuhi 25.7.3, panjang sambungan lewatan dapat diizinkan untuk dikalikan dengan 0,75. Apabila ukuran melintang minimum kolom tidak ditentukan lain oleh pembatasan tulangan, maka dalam segala hal kolom struktur dengan lilitan spiral tidak boleh mempunyai ukuran penampang kurang dari 17cm. Dalam segala hal, luas tulangan memanjang kolom tidak



boleh diambil kurang dari 1% dari luas penampang teras beton, dengan minimum 6 buah batang tulangan. Diameter (diameter pengenal) tulangan memanjang tidak boleh diambil kurang dari 10mm. Jarak bersih antar tulangan spiral tidak boleh melebihi 75mm dan juga tidak kurang dari 25 mm. Dalam segala hal, luas tulangan memanjang kolom tidak boleh diambil lebih dari 6% dari luas penampang beton yang ada.

Apabila tulangan memanjang kolom disambung dengan sambungan lewatan pada stek maka luas tulangan memanjang maksimum sedapat mungkin dibatasi sampai 4% dari luas penampang beton yang ada. Penampang teras beton yang dikurung oleh lilitan spiral senantiasa harus berbentuk bulat. Bentuk luar dari penampang, kecuali bulat dapat juga bujur sangkar, segi delapan, segi enam dan lain-lain. Tulangan memanjang harus disebar merata sepanjang keliling teras beton. Jika lilitan spiral tidak boleh diambil lebih dari 1/5 dari diameter teras beton atau 7,5 cm dan tidak boleh diambil kurang dari diameter batang spiral ditambah 2,5 cm.

Diameter batang spiral tidak boleh diambil kurang dari  $\frac{1}{4}$  diameter (diameter pengenal) batang tulangan memanjang yang terbesar dengan minimum 6 mm pada jenis baja lunak dan baja sedang dan 5 mm pada jenis baja keras. Sambungan dari batang spiral harus berupa sambungan lewatan dengan jarak minimum sebesar setengah lilitan, kemudian membengkok kedua ujung batang spiral  $90^\circ$  kedalam sepanjang setengah diameter teras beton. Untuk kolom dengan dua atau lebih tulangan spiral saling terkait, batas luar penampang efektif harus diambil pada jarak di luar spiral sama dengan selimut beton minimum yang disyaratkan. (SNI 2847: 2019).

## 2.7. Perencanaan Kolom Bulat

Selisih yang ada pada kolom persegi dan kolom bulat sangat mendasar. Jika dilihat dari tulangan dan sengkang, kolom bulat berpenampang bulat memiliki jarak sengkang yang berdekatan dibandingkan dengan kolom persegi yang mempunyai bentuk sengkang tunggal dan jarak antara yang relatif besar. Sehingga akan berpengaruh pada hasil perbandingan keduanya nanti. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui bagaimana kelainan kolom persegi dan kolom bulat/lingkaran terhadap gaya-gaya dalam yang bekerja pada kolom jika diasumsikan untuk penentuan dimensi kolom dimana luas penampang kolom bulat sama dengan kolom persegi dan bagaimana perbandingan kolom persegi dan kolom bulat/lingkaran terhadap biaya pembuatannya pada kolom tersebut.

Hal-hal yang mengakibatkan perbedaan tersebut diantaranya:

1. Pada kolom bulat memiliki jarak sengkang yang berdekatan dibandingkan dengan kolom persegi yang mempunyai bentuk sengkang tunggal dan jarak antara yang relatif besar.
2. Kadang-kadang penambahan perkuatan *glass fiber reinforced polymer* pada kolom bulat untuk menghasilkan kekuatan lebih besar.
3. Bekisting kolom bulat dibuat khusus yang menjadikannya lebih sulit.

Kolom beton bertulang rumit untuk dianalisis dan didesain karena bentuk komposit pada materialnya, keadaan rumit tegangan yang diakibatkan beban aksial dan lentur, serta karena beban aksial tekan yang dapat mengakibatkan terjadinya tekuk. Ada tiga bentuk kolom beton bertulang, yaitu yang berpenampang lingkaran dengan sengkang spiral, berpenampang persegi dengan sengkang, dan berpenampang persegi panjang. Terlihat pada gambar 2.7.



Gambar 2.7 Perencanaan Kolom Bulat

Sumber : Data Lapangan

Spiral dan sengkang berfungsi memegang tulangan memanjang dan mencegah pemisahan dan tekuk tulangan itu sendiri. Kolom bertulang spiral mempunyai perilaku yang lebih diinginkan pada keadaan dekat gagal, dan dalam memikul beban lateral, dibandingkan dengan yang bersengkang, meskipun yang disebut terakhir ini lebih mudah dan murah dibuat. sifat yang berbeda ini diwujudkan dengan pemakaian harga-harga  $f$  yang berbeda pada cara desain kekuatan batas (Daniel L. Schodeck, 1999:285).

Membolehkan beton mengalir dengan mudah ke ruang antar tulangan dan antar tulangan dengan bekisting tanpa terbentuk honeycomb, dan untuk memastikan terhadap konsentrasi masing-masing tulangan pada garis yang dapat memberikan retak geser atau retak susut. Pemakaian diameter tulangan nominal dalam menentukan spasi minimum memperkenankan penggunaan kriteria yang sama untuk semua ukuran tulangan. Pada tahun 2014, batasan ukuran agregat diterjemahkan dalam persyaratan spasi untuk menentukan jenis kolom maka digunakan persamaan :

$$Q = \frac{\sum P_u \times \Delta o}{V_u \times l_c} \leq 0,05 \quad (2.1)$$

Dimana :

$Q$  = Stabilitas index

$V_u$  = Gaya geser berfaktor perlintai

$\Delta_o$  = Defleksi relatif antara tingkat orde pertama pada tingkat yang ditinjau akibat  $V_u$

$L_c$  = Tinggi kolom diukur dari center-center dari joint pada portal

Satu kolom pada struktur dianggap kolom dengan pengaku apabila nilai stabilitas index tidak lebih besar dari 0,05. Ketika tidak memenuhi maka kolom tersebut disebut sebagai kolom tanpa pengaku. minimum, dan dibuat untuk membungkus tulangan yang cukup dan untuk meminimalkan terbentuknya honeycomb. Pembatasan terkait bentuk agregat tidak harus terpenuhi bila dalam penilaian perencana ahli bersertifikat bahwa kelecakan (workabilitas) dan metode pemadatan beton sedemikian rupa sehingga beton masih dapat dibuat tanpa menimbulkan honeycomb dan rongga. Panjang penyaluran yang diberikan dalam 25.4 adalah suatu fungsi dari spasi tulangan dan selimut beton. maka dimungkinkan untuk menggunakan spasi minimum tulangan atau selimut beton yang lebih besar dalam beberapa kasus (SNII-2847-2019- Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung ).

Sebagai aspek perencanaan kolom bulat memiliki 3 aspek, diantaranya :

### 2.7.1. Bentuk Kolom Bulat

#### a. Kolom dengan pengaku ( Tidak bergoyang)

Merencanakan kolom, harus memperhitungkan faktor kelangsingan.

Berdasarkan SNI 03-2847-2019 pasal 10.10, faktor kelangsingan boleh

diabaikan apabila memenuhi persamaan :



$$\frac{k \times l_u}{r} \leq -12 \times \frac{m_1}{m_2} \leq 40 \quad (2.2)$$

Dimana :

$r$  = 0,25 D (Untuk kolom bentuk lingkaran)

$k$  = Faktor panjang kolom

$l_u$  = Panjang bersih kolom

$r$  = Radius girasi

Perhitungan nilai  $k$

1. Perhitungan momen inersia penampang kolom berdasarkan peraturan

SNI 03 - 2847 - 2019 pasal 10.10

$$Kolom = I_g = 0,7 \times \frac{1}{64} \times \pi \times D^4 \quad (2.3)$$

$$Balok = I_g = 0,35 \times \frac{1}{12} \times b \times h^3 \quad (2.4)$$

2. Perhitungan modulus elastisitas beton berdasarkan peraturan SNI 03-

2847 -2019 pasal 8.5

$$E_c = 4700 \times \sqrt{f_c} \quad (2.5)$$

3. Perhitungan rasio beban berfaktor

$$\beta_d = \frac{1,4 p_d}{\Sigma P_u} \quad (2.6)$$

4. Perhitungan kekakuan lentur komponen struktur tekan

$$E_l = \frac{0,4 \times E_c \times I_g}{1 + \beta_d} \quad (2.7)$$

5. Perhitungan rasio kekakuan kolom

$$\psi = \frac{EI_{kolom}/L}{EI_{balok}/L} \quad (2.8)$$

6. Faktor panjang kolom



Nilai faktor panjang kolom disapat dari persamaan (4.9) tidak terpenuhi, maka faktor kelangsingan perlu diperhitungkan, seperti hal ini gaya momen hasil dari statika perlu dikoreksi (diperbesar). Pembesaran momen berdasarkan SNI 03-2847-2019 pasal 10.10 dihitung menggunakan persamaan :

$$M_c = \delta ns M_2 \quad (2.9)$$

$$\delta ns = \frac{Cm}{1 - \frac{Pu}{0,75 \times Pc}} \geq 1.0 \quad (2.10)$$

$$P_c = \frac{A = \pi^2 \times EI}{(k \times lu)^2} \quad (2.11)$$

$$Cm = 1 \quad (2.12)$$

b. Kolom tanpa pengaku (Bergoyang)

Faktor kelangsingan pada struktur kolom tanpa pengaku adalah :

$$\frac{k \times lu}{r} < 22 \quad (2.13)$$

Pembesaran momen pada kolom tanpa pengaku menggunakan persamaan:

$$M_c = M + \delta ns M \quad (2.14)$$

$$\delta ns = \frac{1}{(1-Q)} \quad (2.15)$$

kolom tidak pengaku, maka perlu dilakukan pemeriksaan seperti

kestabilan kolom dengan menggunakan persamaan

$$Q = ((1 + \beta d) \times Q1) \leq 0,6 \quad (2.16)$$

Dalam hal ini :

$M_c$  = Momen koreksi

$M_2$  = Momen terbesar hasil statika

$\delta_{ns}$  = Faktor pembesar momen akan kolom yang ditahan  
erhadap goyangan kesamping

$C_m$  = Faktor koreksi momen

$P_c$  = Beban kritis

$E_I$  = Kekakuan lentur komponen struktur tekan

$P_u$  = Beban aksial terfaktor

$Q_1$  = Stabilitas Index

$\beta_d$  = Rasio beban aksial sama terfaktor maksimum  
terhadap beban aksial terfaktor maksimum

$E_c$  = Modulus Elastisitas Beton

$\Psi$  = Rasio kekakuan balok dan kolom

### 2.7.2. Penulangan Kolom Bulat

Dalam komponen struktur batasan tulangan kolom yang mengalami gaya tekan mengacu pada aturan SNI 03-2847-2019 pasal 10.9

Untuk kolom dengan sengkang spiral :

$$\rho_s \text{ min} = 0,12 \times \left( \frac{f_c}{f_y} \right) \quad (2.17)$$

Kebutuhan tulangan ditentukan dengan persamaan :

$$A_{st} = \rho \cdot A_{gr} \quad (2.18)$$

$$\rho = r\beta \quad (2.19)$$

Untuk Nilai r dapat diperoleh dari diagram interaksi kolom, pada sumbu horizontal ditentukan dengan persamaan

$$\frac{P_u}{\phi \times A_{gr} \times 0,85 \times f'c} \times \frac{et}{h} \quad (2.20)$$

Dan sumbu vertikal ditentukan dengan persamaan :

$$\frac{Pu}{\phi \times A_{gr} \times 0,85 \times f'c} \quad (2.21)$$

Dimana :

$A_{st}$  = Luas penampang tulangan

$A_{gr}$  = Luas penampang kolom

$B$  = Faktor mutu beton

### 2.7.3. Jenis Keruntuhan Kolom

Berdasarkan nilai regangan pada baja tulangan Tarik kolom, keruntuhan penampang kolom dapat dibedakan, atas :

1. Keruntuhan Tarik : Keruntuhan dimulai dengan lelehnya baja tulangan tarik.
2. Keruntuhan Seimbang ( *Balanced* ) : Pada keruntuhan ini, lelehnya baja tulangan tarik bersamaan dengan runtuhnya beton bagian tekan.
3. Keruntuhan Tekan : Saat waktu runtuhnya kolom, beton pada sisi tekan runtuh terlebih dahulu, tetapi baja tulangan tarik belum leleh. Jika  $P_n$  adalah beban aksial nominal suatu kolom dan  $P_{nb}$  adalah beban aksial nominal pada kondisi seimbang (balanced), maka :

$P_n < P_{nb}$  Tipe Keruntuhan Tarik

$P_n = P_{nb}$  Tipe Keruntuhan Seimbang

$P_n > P_{nb}$  Tipe Keruntuhan Tekan

Dalam segala hal, keserasian regangan (*strain compatibility*) harus tetap terpenuhi. Untuk desain tulangan kolom, tipe keruntuhan yang dianjurkan adalah tipe keruntuhan tekan.



Gambar 2.8 Penulangan Kolom Bulat

Sumber : Data Lapangan

## 2.8. SAP 2000

Program SAP 2000 adalah program yang dipakai untuk menganalisis dan mendesain suatu struktur yang berorientasi obyek (*Object Oriented Programming*) yang mempunyai beberapa kelebihan terutama dalam perancangan struktur baja dan beton. Program ini sangat memudahkan dalam menganalisa struktur bangunan cagar budaya seperti, bangunan kolonial, bangunan tradisional kayu maupaun candi yang memiliki perkuatan struktur.

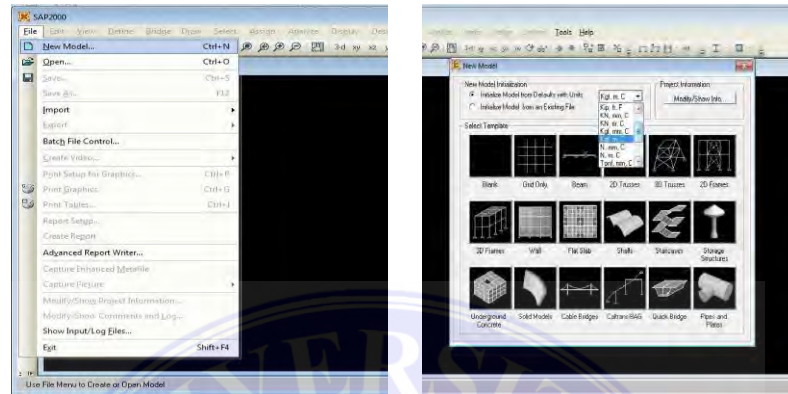
### 2.8.1. Langkah Program SAP 2000 Versi 14

Adapun langkah- langkah penggunaan SAP 2000 sebagai berikut :

#### 1. Pemodelan Struktur

Model geometri pada SAP 2000 versi 14 terbagi menjadi dua jenis, yaitu template dan koordinat.

template dipakai apabila semua jarak merupakan sama untuk sumbu X dan sumbu Z, sedangkan model geometri koordinat digunakan apabila jarak tidak sama baik dalam arah X maupun arah Z.



Gambar 2.9 Model intialization

Sumber : [https://air.eng.ui.ac.id/index.php?title=Sap\\_2000](https://air.eng.ui.ac.id/index.php?title=Sap_2000)

## 2. Memberikan Label Batang Pada Titik

Pada setiap gambar struktur terdiri dari batang dan titik. Untuk mempermudah proses identifikasi gaya – gaya yang bekerja pada setiap elemen struktur maka setiap batang dan titik diberi nomor urut. Untuk pemberian label pada elemen struktur

## 3. Input data material

Pada proses ini, masukan data-data material untuk beton atau material baja atau material lain sesuai perencanaan. Berikut gambar input data materialnya

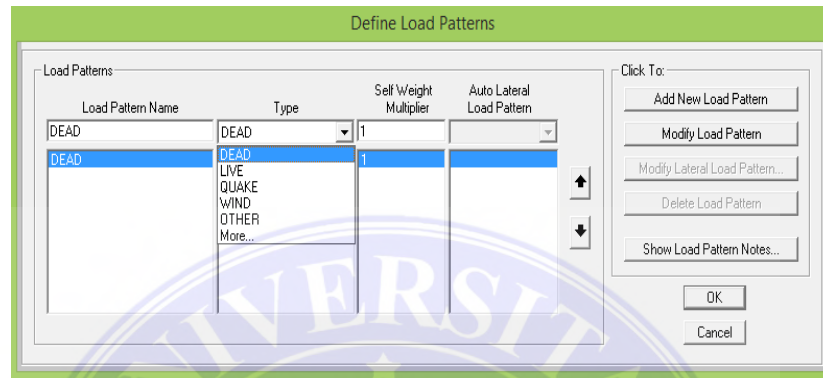
## 4. Input data dimensi elemen balok, kolom dan plat

Proses ini yaitu untuk memilih dimensi kolom dan juga balok pada struktur.



## 5. Input Data-Data Beban

Beban yang ada pada SAP 2000 semuanya mengacu pada teori-teori yang ada, diantaranya, beban mati (DL), beban Hidup (LL) beban angin, beban salju dan beban gempa (QL).



Gambar 2.10 *Define Load Patterns*

Sumber : [https://air.eng.ui.ac.id/index.php?title=Sap\\_2000](https://air.eng.ui.ac.id/index.php?title=Sap_2000)

## 6. Input Kombinasi Beban

SAP 2000 dalam hal ini akan mengkombinasikan beban seperti beban mati, beban hidup dan beban gempa sesuai yang dirancang

## 7. Input Data-Data Elemen Struktur Kolom, Balok dan Plat

Untuk kolom, berikut adalah langkah-langkah Memasang data-data yang sudah ada ke elemen-elemen struktur diantaranya:

- a. Klik objek/batang untuk kolom
- b. Klik menu *assign > frame > frame sections*
- c. Kemudian akan muncul kotak *frame properties*.
- d. Klik data kolom yang akan dipasang pada objek.
- e. Klik Oke.

Untuk balok dan plat, lakukan kembali langkah-langkah seperti diatas dengan memilih data balok dan kemudian klik oke

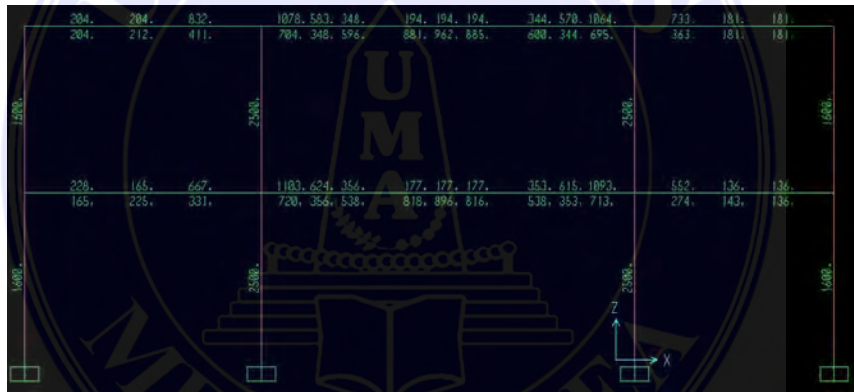
## 8. Runing Analysis

*Running analysis* adalah tahap terakhir yang bertujuan untuk menganalisis gaya-gaya yang terjadi dalam struktur.

1. Klik menu analyze > Set analyze option
2. Kemudian akan muncul kotak analysis option
3. Ketik pilhan analisis
4. Klik oke, diteruskan dengan F5

## 9. Mengecek kebutuhan tulangan struktur

Pada pengisian ini, SAP 2000 akan mengeluarkan luas tulangan yang diperlukan baik itu kolom atau balok.



Gambar 2.11 c

Sumber [https://air.eng.ui.ac.id/index.php?title=Sap\\_2000](https://air.eng.ui.ac.id/index.php?title=Sap_2000)

## 10. Output Data

Pada proses ini SAP akan memberikan data-data yang diperlukan untuk perencanaan seperti, beban maksimum ( $P_u$ ), momen maksimum ( $M_u$ ) ataupun gaya geser maksimum ( $V_u$ ). adapun SAP 2000 mengeluarkan data-data tersebut dengan berupa tampilan-tampilan, diagram, dan dalam bentuk tabel.

## BAB III

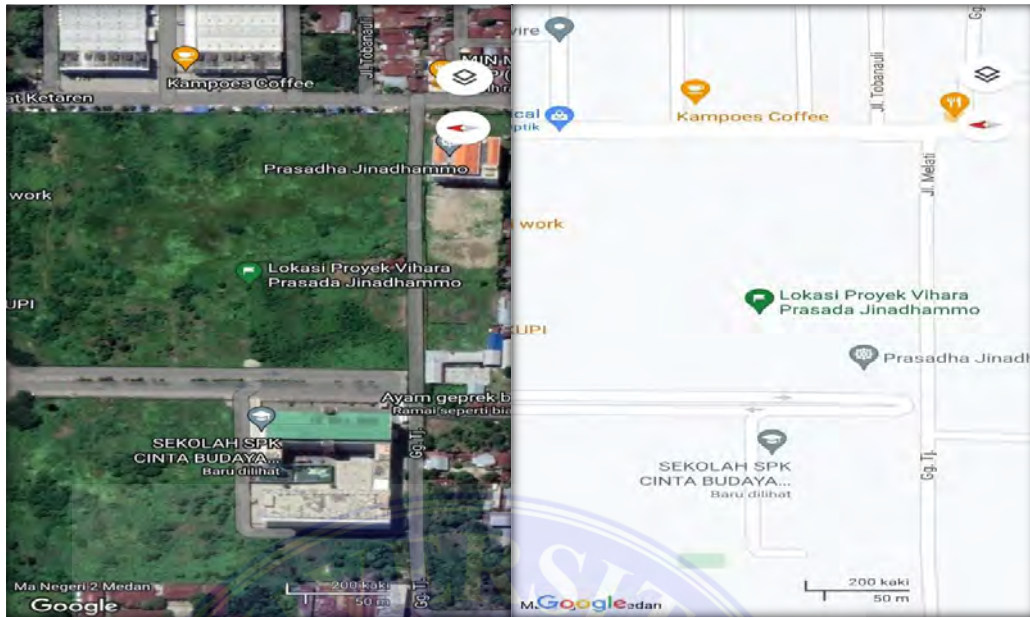
### METODOLOGI PENELITIAN

#### 3.1. Data Umum Proyek

Dalam pembangunan proyek ini, dibutuhkan tenaga ahli dibidangnya serta mampu bersaing secara baik, agar dapat meningkatkan kinerja dengan hasil yang maksimal. Suatu keberhasilan dalam pembangunan akan dapat tercapai bila didukung dengan sistem organisasi proyek yang baik, karena organisasi proyek merupakan pusat pengendalian serta pengkoordinasian dari suatu proyek pembangunan

Adapun data umum dari proyek yang berhubungan langsung dengan Pembangunan Gedung Vihara Prasadha Jinadhammo Medan sebagai berikut :

Nama Proyek	= Pembangunan Gedung Vihara Prasadha Jinadhammo.
Lokasi proyek	= Komplek MMTC Pancing – Medan (Depan Sekolah Cinta Budaya)
Pemlik Proyek	= Yayasan Prasadha Jinadhammo
Tanggal Dimulai	= 28 Januari 2022
Tanggal Kontrak	= 15 Januari 2022
Sumber Dana Proyek	= Yayasan Prasadha Jinadhammo
Kontraktor Pelaksana	= PT. Nusa Raya Cipta Tbk
Konsultan MK	= HB. Architeam
Peta Lokasi	= Dapat dilihat pada gambar



Gambar 3.1 Lokasi Proyek Vihara Prasada Jinadhammo Medan  
Sumber : Google Maps

### 3.2. Data Teknis Proyek

Data teknis yang diperoleh dari pihak kontraktor adalah sebagai berikut :

Bentuk Kolom	: Bulat
Mutu Beton	: 30 Mpa
Mutu Baja	: 400 Mpa (Ulir)
Tinggi Bangunan	: $\pm 80$ m
Lebar Bangunan	: $\pm 84$ m
Total Lantai	: 13 lantai
Jenis Pengujian	: Slinder

### 3.3. Pengumpulan Data

Adapun pengumpulan data yang digunakan untuk mencari data di lapangan yang akan digunakan untuk menjawab permasalahan penelitian.

### 3.3.1. Metode pengumpulan data

Adapun metode pengumpulan data yang dilakukan:

#### 1. Metode Observasi

Metode observasi merupakan metode pengumpulan data yang dilakukan untuk mengamati dan meninjau secara cermat dan langsung di lokasi penelitian untuk mengetahui kondisi yang terjadi kemudian digunakan untuk membuktikan kebenaran dari desain penelitian yang sedang dilakukan. Data yang berhubungan dengan data teknis proyek dan kolom diperoleh langsung dari lokasi proyek Vihara Prasadha Jinadhammo Medan. Kegiatan observasi ini dilakukan untuk memproses adanya objek dengan maksud merasakan dan memahami pengetahuan dari adanya fenomena berdasarkan pengetahuan dan juga ide yang sudah diketahui sebelumnya agar bisa mendapatkan informasi yang diperlukan untuk melanjutkan proses penelitian selanjutnya.

#### 2. Pengambilan Data

Pengambilan data langsung dari proyek, adapun data yang diambil meliputi:

1. Gambar Lengkap (denah, potongan, detail-detail)
2. Denah kolom dan detail kolom
3. Data bangunan proyek

#### 3. Membaca Studi Kepustakaan

Studi kepustakaan adalah proses membaca sejumlah referensi yang rata-rata berupa tulisan (baik buku, artikel, jurnal, dan lain-lain) yang nantinya dijadikan sebagai sumber rujukan untuk tulisan yang disusun.



Adanya referensi membantu mengembangkan tulisan, tidak hanya agar bisa real atau terasa efek nyatanya. Melainkan juga untuk menjadikan tulisan lebih berbobot atau lebih berkualitas. Membaca dan mengambil dari isi buku yang berhubungan dengan permasalahan yang dipilih untuk melengkapi dan menyelesaikan tugas akhir ini.

### 3.3.2. Sumber Data

Sumber data dalam penelitian adalah subyek dari mana data dapat diperoleh. Dalam Kamus Besar Bahasa Indonesia, data diartikan sebagai kenyataan yang ada yang berfungsi sebagai bahan sumber untuk menyusun suatu pendapat, keterangan yang benar, dan keterangan atau bahan yang dipakai untuk penalaran dan penyelidikan.. Adapun sumber data pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

#### 1. Data Primer

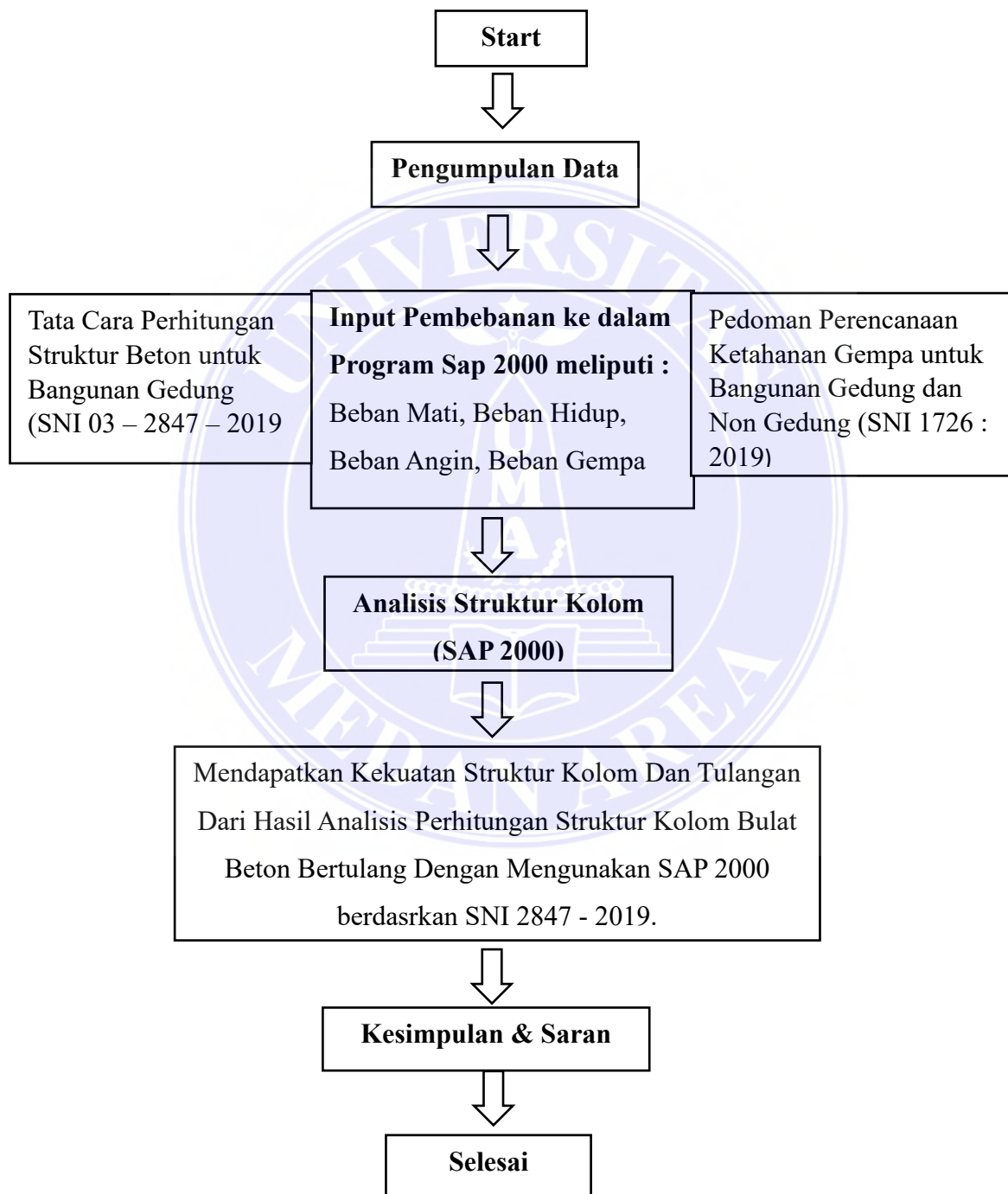
Data yang didapat langsung dari lapangan untuk dibuat data dasar atau dapat pula dijadikan pengontrol data yang sudah tersedia pada data sekunder. Data-data yang berhubungan dengan data primer meliputi data hasil survey wawancara kepada pihak owner, kontraktor maupun konsultan

#### 2. Data Sekunder

Data yang didapat penulis berupa informasi tertulis atau bentuk dokumen lainnya seperti deskripsi bangunan dan data lainnya. Selain itu, kita juga bisa mendapatkan data sekunder yang tersedia di portal resmi perusahaan, berbagai data yang tersedia.

### 3.4. Diagram Alur Penelitian

Diagram alur penelitian ini bertujuan untuk memudahkan pengerjaan analisis dalam proses penelitian. Tahap-tahap pada penelitian skripsi ini, digambarkan pada diagram alur penelitian seperti berikut :



### 3.5. Data Pembebanan Kolom Bulat

Perencanaan pembebanan pada struktur ini menurut Peraturan Pembebanan Untuk Gedung (PPUIG) 1987 dan SNI 03 – 1726 – 2019. Pembebanan tersebut antara lain :

#### 1. Beban mati/tetap (berat sendiri) dan beban SIDL

Beban mati merupakan berat dari semua bagian bangunan yang bersifat tetap, terkait segala unsur tambahan, alat atau mesin yang merupakan bagian yang tidak terpisahkan dengan bangunan. Beberapa unsur tambahan beban mati yang meliputi bahan bangunan dan komponen gedung antara lain

Berat Beton Bertulang : 2400 kg/m<sup>3</sup>

Berat Spesi per 1 cm tebal : 21 kg/m<sup>2</sup>

Berat Gypsum : 5,5 kg/m<sup>2</sup>

Berat Penggantung Galvalum : 8,5 kg/m<sup>2</sup>

Berat Ubin per 1 cm tebal : 24 kg/m<sup>2</sup>

Berat Dinding ½ Pas. Batu Merah : 250 kg/m<sup>2</sup>

#### 2. Beban hidup/semntara

Beban hidup merupakan berat dari penghuni dan atau barang-barang yang dapat berganti tempat, yang merupakan bagian dari bangunan. Nilai beberapa beban hidup antara lain :

Beban hidup pada lantai sebesar : 250 kg/m<sup>2</sup>

Beban hidup pada lantai atap sebesar : 100 kg/m<sup>2</sup>

Beban mati pada lantai sebesar : 395 kg/m<sup>2</sup>

Beban mati pada lantai atap sebesar 371 kg/m<sup>2</sup>

### 3. Kombinasi Pembebanan

Faktor dan kombinasi pembebanan yang diperhitungkan dalam perancangan ini mengacu pada Tata Cara Perhitungan Struktur Beton untuk Bangunan Gedung, SNI 03-1726-2019 pasal 4.2 yang ditunjukkan pada tabel 2.1

Tabel 3.1 Kombinasi Beban Berfaktor

1	Kombinasi 1	1,4 DL + 1,4 SIDL
2	Kombinasi 2	1,2 DL + 1,2 SIDL + 1,66 LL
3	Kombinasi 3	1,326 DL + 1,326 SIDL + 0,5 LL
4	Kombinasi 4	1,326 DL + 1,326 SIDL + 0,5 LL + 0,3 Ex + 1 Ey
5	Kombinasi 5	0,773 SIDL + 0,733 SIDL + 1 Ex + 0,3 Ey
6	Kombinasi 6	0,733 DL + 0,733 SIDL + 0,3 Ex +1 Ey

Sumber : Tata Cara Perhitungan Struktur Beton untuk Bangunan Gedung, SNI 03-1726-2019

Dimana :

DL = Beban Sendiri

LL = Beban Hidup

SIDL = Beban Mati Tambahan

EX = Beban Gempa arah x

EY = Beban Gempa arah y

$$\sqrt{\frac{h f_y}{8E_s}}$$

untuk penampang lingkaran dengan diameter h

## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis menggunakan *software* SAP 2000 sesuai dengan aturan SNI 2847 – 2019, memiliki hasil yang sesuai dengan desain struktur yang direncanakan. Begitu juga pembuktian yang dilakukan menggunakan perhitungan secara manual dengan aturan SNI 2847 – 2019 yang tidak jauh berbeda. Sebagai hasil diperoleh desain penulangan kolom 36 D 25  $A_s=17678,57 \text{ mm}^2$ ,  $D_s$  yang diperoleh 340 mm<sup>2</sup> untuk b yang diperoleh 1,00 mm<sup>2</sup> dan  $P_u$  yang diperoleh 14.551 KNm serta  $P_n$  yang diperoleh 46.074 kg. Dapat disimpulkan nilai  $P_u$  lebih kecil dari nilai  $P_n$  sehingga rancangan untuk penulangan desain nya dapat digunakan. Penggunaan kolom bulat juga lebih minimalis terhadap desain indah saat di rancang, serta dari pembebanan kolom bulat memiliki nilai aksial yang baik dan juga pembebanan terhadap beban mati dan hidup serta beban dari gempa y dan x dapat di salurkan dengan sempurna dari desain kolom bulat.

#### 5.2. Saran

1. Dalam menganalisa struktur kolom menggunakan *software* perlu memahami struktur gambar dari bangunan proyek terlebih dahulu guna dapat menginput data ke SAP 2000.
2. Setelah memahami struktur bangunan dari gambar maka akan dilanjutkan dengan memahami dari tiap – tiap elemen struktur yang akan di input datanya ke SAP 2000 untuk di tinjau strukturnya.



3. Saat memasukkan data gambar untuk digambar ke *software* SAP 2000 perlu harus teliti dan hati – hati dikarenakan penginputan data yang tidak sesuai bisa membuat gambar di SAP 2000 tidak sesuai dengan data gambar.
4. Setelah data gambar dimasukkan ke SAP 2000 ada baiknya saat memaskkan material, jenis besi dan jenis penulangan pelat harus memhami atau memiliki referensi dataya.
5. Setelah mendapatkan hasil analisa dari program SAP 2000 sebaiknya hasil SAP 2000 ditinjau kembali dengan perhitungan berdasarkan aturan SNI 2847 – 20119



## DAFTAR PUSTAKA

Argajogja, 2015. Pengenalan Tentang SAP 2000

<http://blogargajogja.com/struktur/pengenalan-tentang-sap-2000.html>.

Arthur A. N., George, W. 1993. *Perencanaan Struktur Beton Bertulang*. Jakarta:  
PT. Pradnya Paramit.

Badan Standarisasi Nasional. 2019. Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan  
Gedung SNI 2847:2019. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.

Badan Standarisasi Nasional. 2019. Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa  
Untuk Bangunan Gedung, SNI 03 - 1726 - 2019, Jakarta.

Farisi, M. Lukman. 2012. Perbandingan Efisiensi Bahan Kolom Persegi dan  
Kolom Bulat pada Struktur Gedung Empat Lantai. Skripsi. Jember :  
Fakultas Teknik Universitas Jember.

McCormac, JC. 2004. *Desain Beton Bertulang*. Erlangga : Jakarta.

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

Penerbit ITB : Bandung

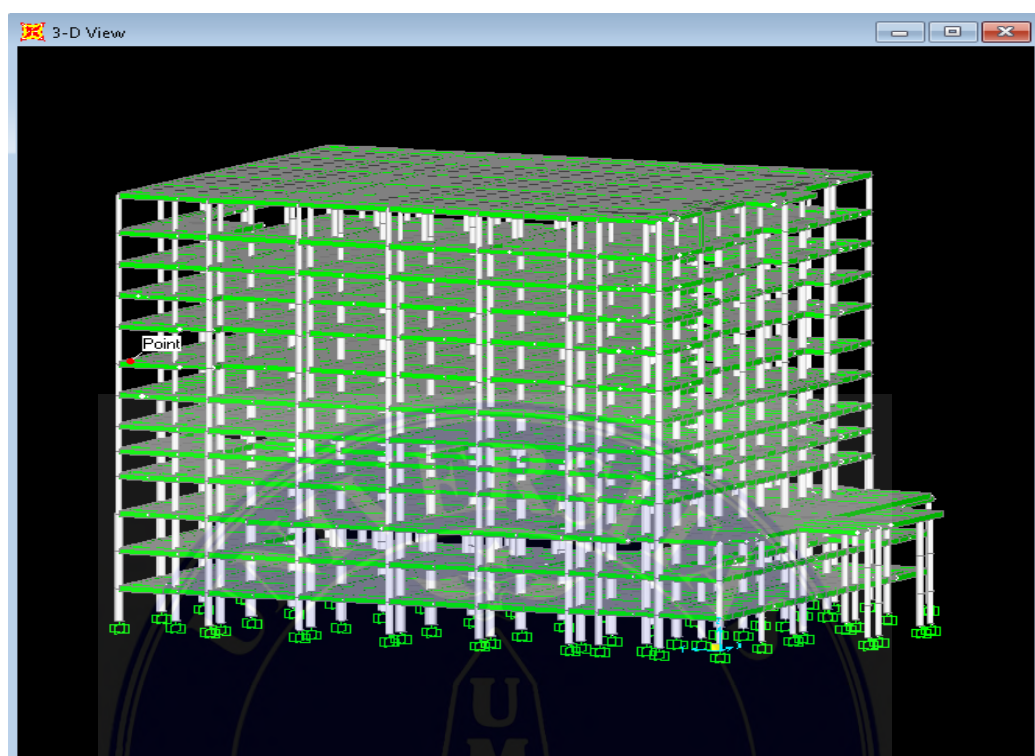
SNI – 2847.(2019). *Persyaratan Beton Struktural Untuk Gedung*, Badan Standarisasi  
Nasional. Jakarta

SNI – 1726.(2019). *Standar Desain Ketahanan Gempa untuk Struktur Gedung dan  
Non–Gedung*. Badan Standarisasi Nasional. Jakarta

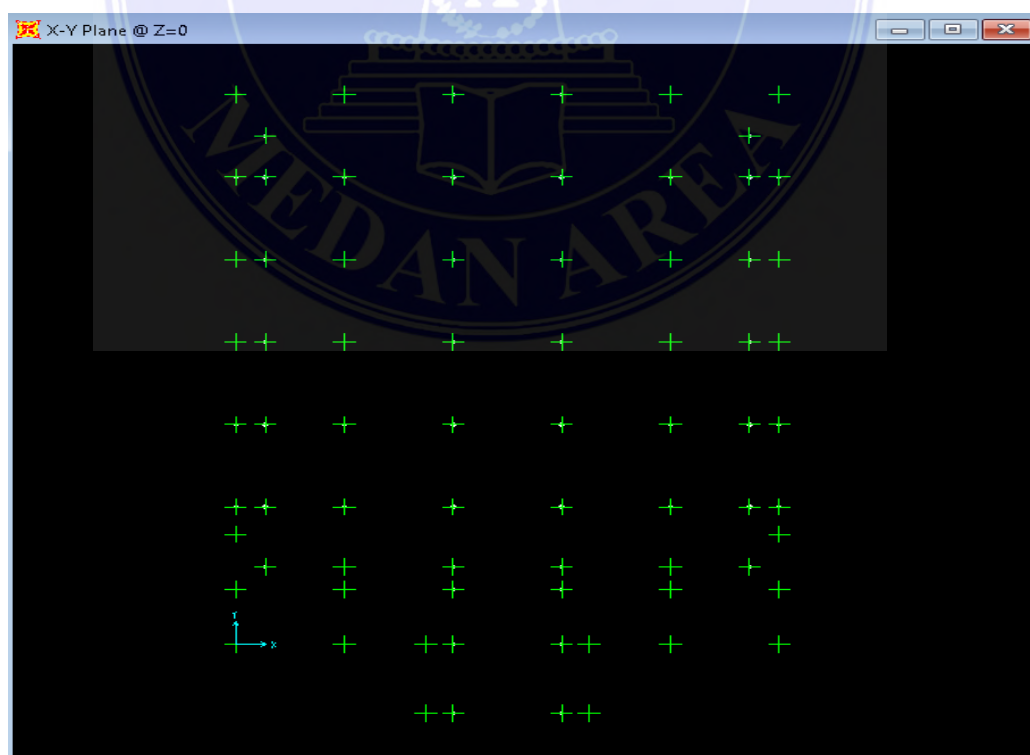
Sudarmako. 1996. *Perencanaan dan Analisis Kolom Beton*, Yogyakarta: Biro

Penerbit KMTS FT UGM, Yogyakarta, 1996

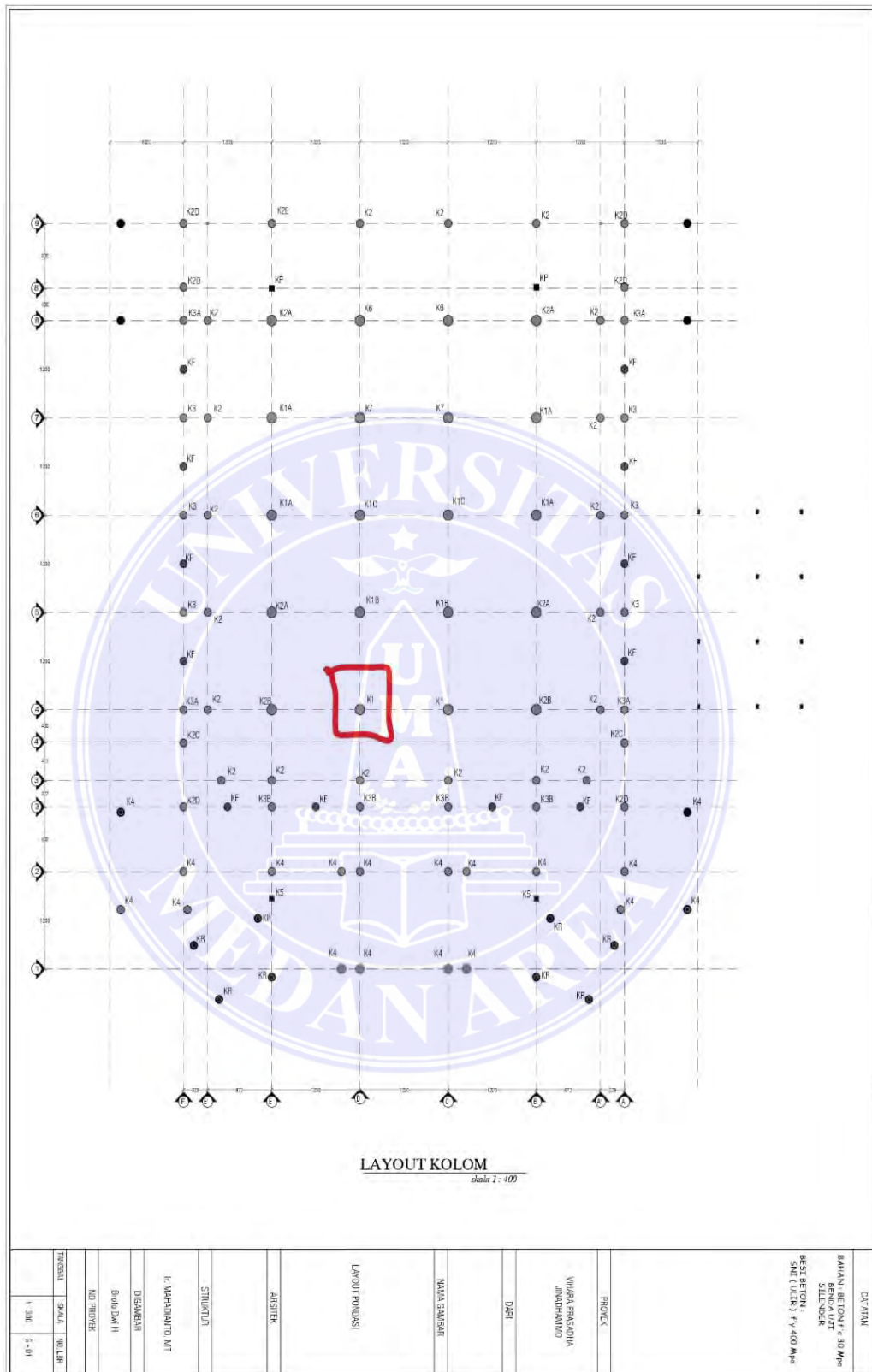
## LAMPIRAN



Gambar : Pemodelan Stuktur 3D

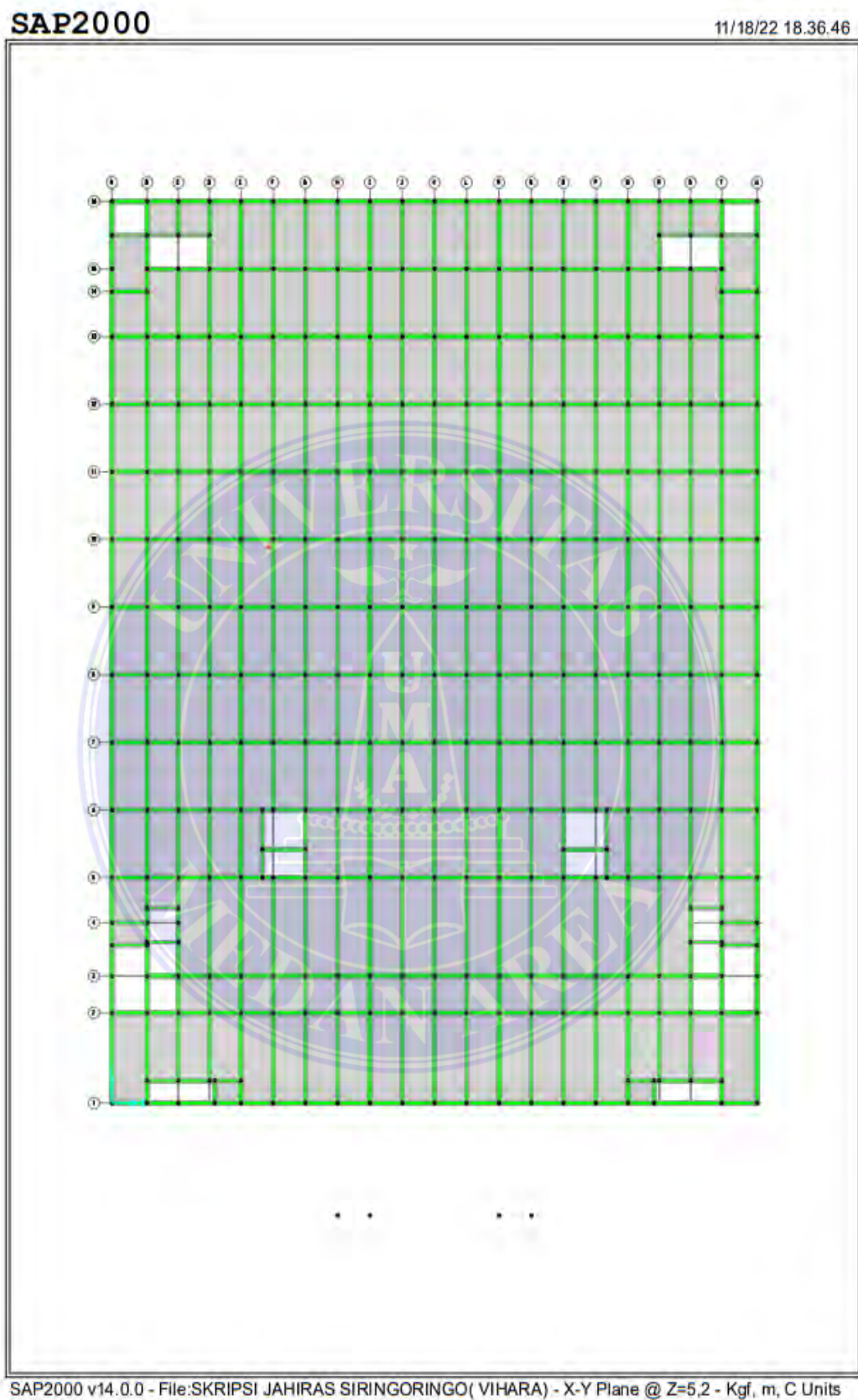


Gambar : Denah Kolom



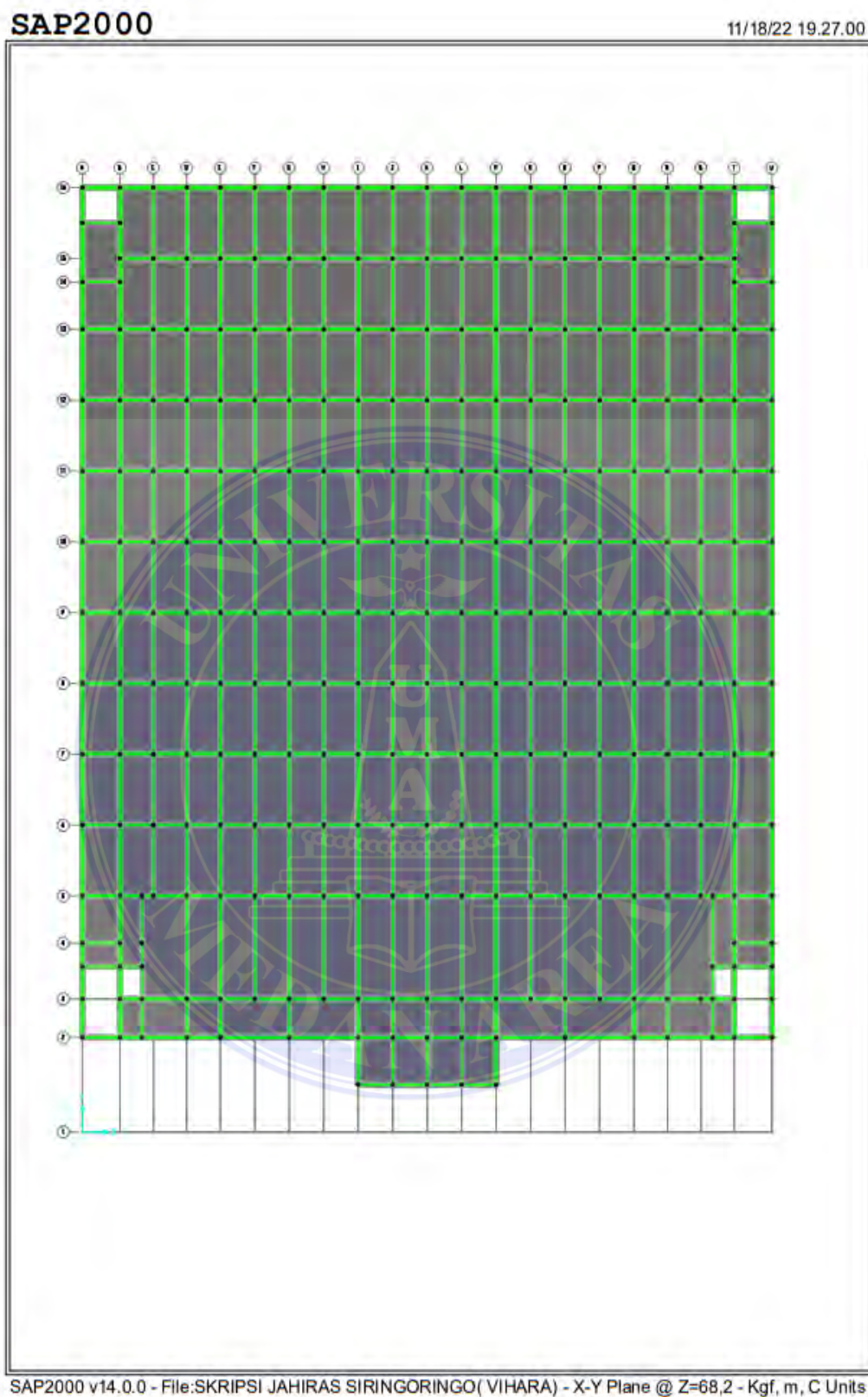
Gambar : Layout Kolom





Gambar : Pembalokan Lantai G

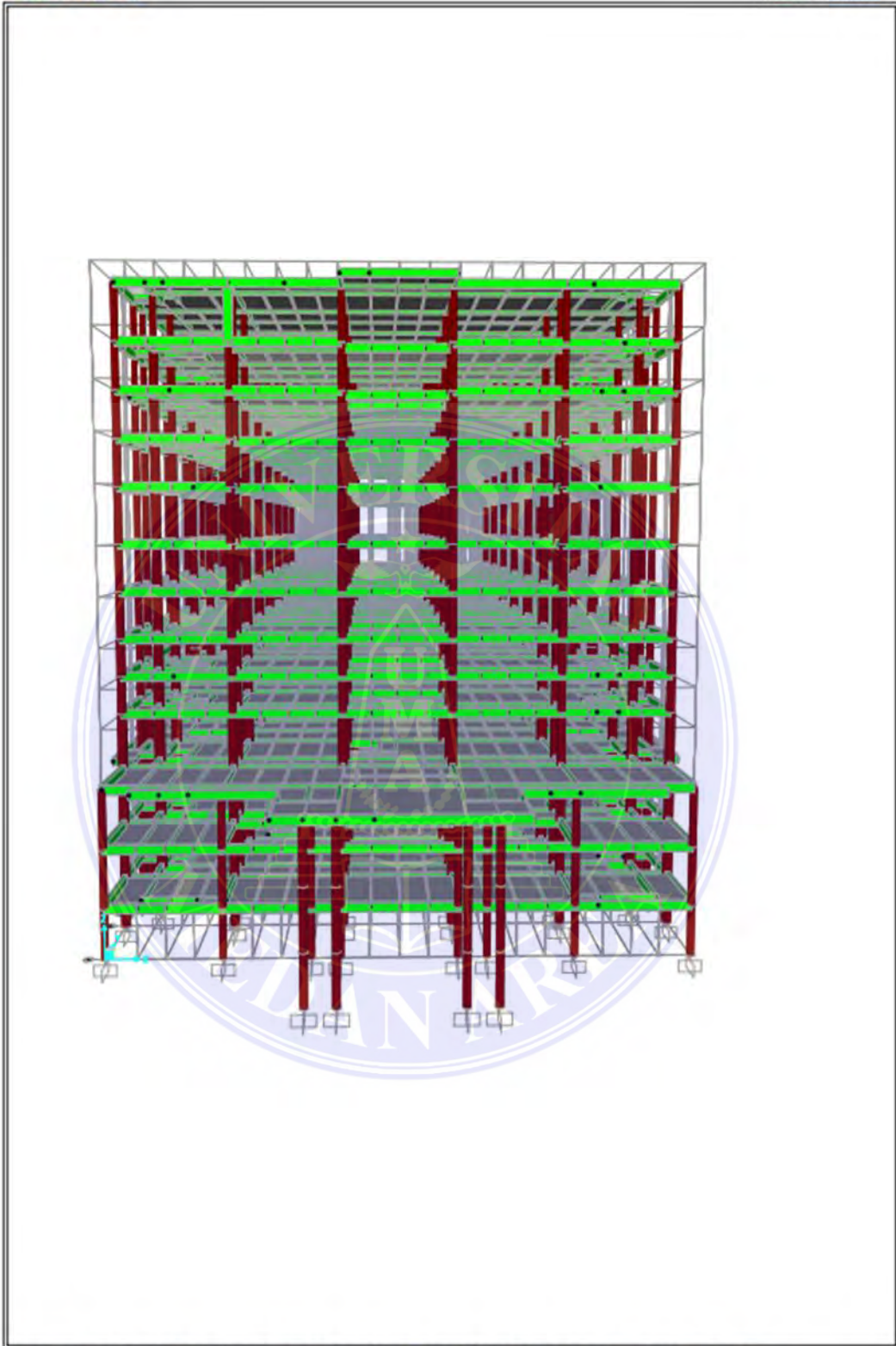




Gambar : Pembalokan Lantai Atap

SAP2000

11/21/22 16.03.05

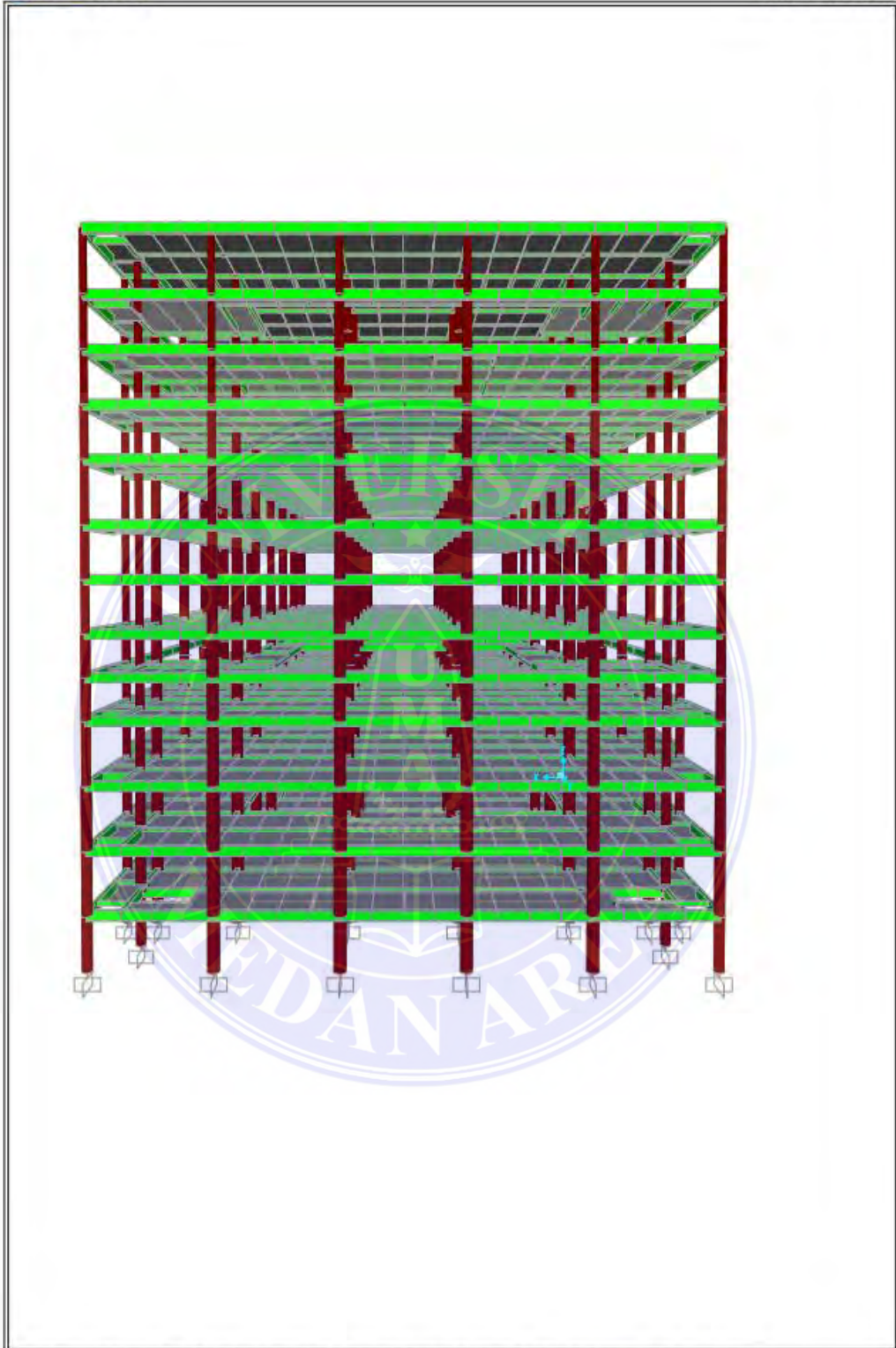


SAP2000 v14.0.0 - File:SKRIPSI JAHIRAS SIRINGORINGO( VIHARA) - 3-D View - Kgf, m, C Units

Gambar : Tampak Depan Kolom Bangunan

SAP2000

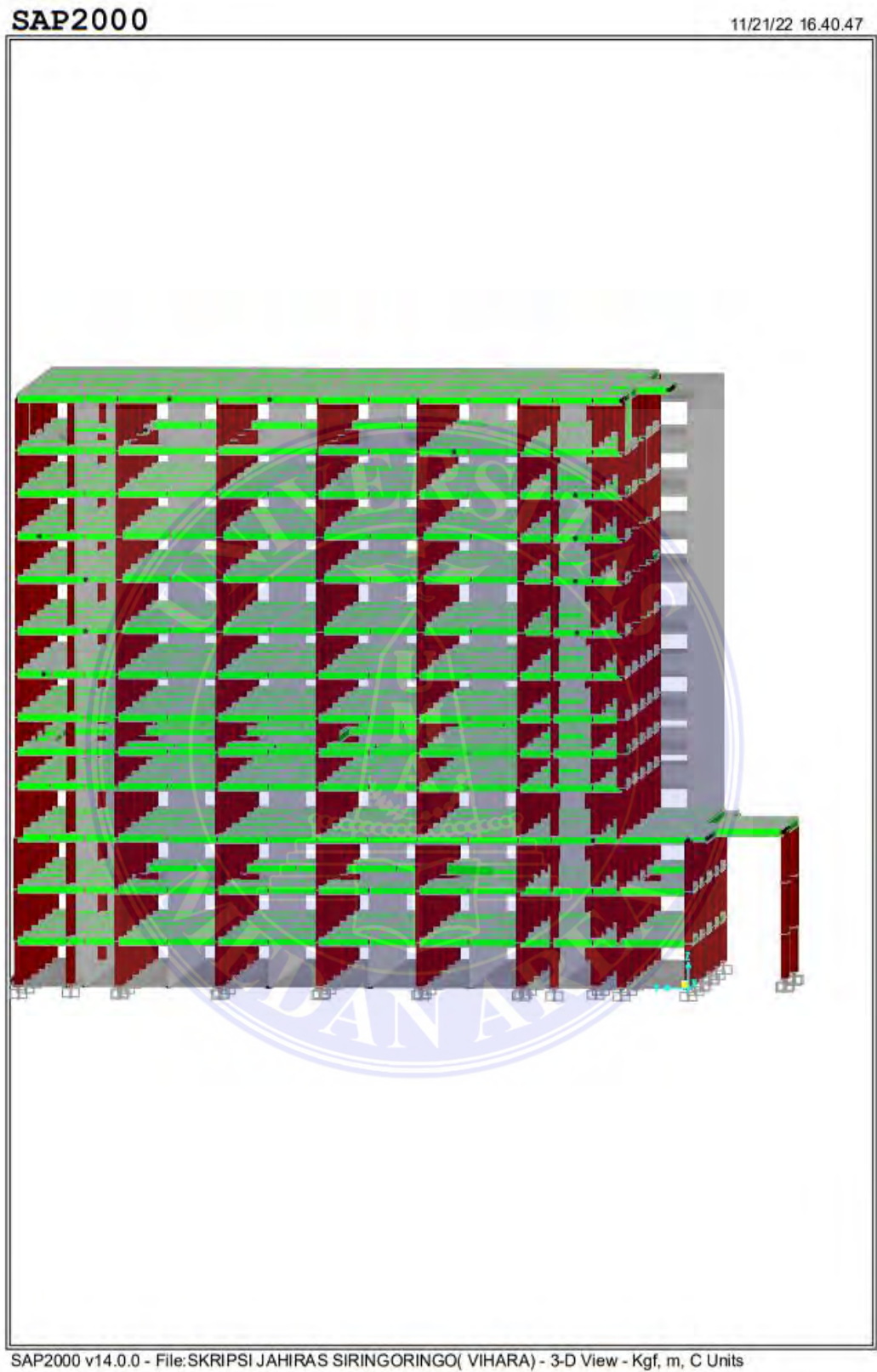
11/21/22 16.14.05



SAP2000 v14.0.0 - File:SKRIPSI JAHIRAS SIRINGORINGO( VIHARA) - 3-D View - Kgf, m, C Units

Gambar : Tampak Belakang Kolom Bangunan

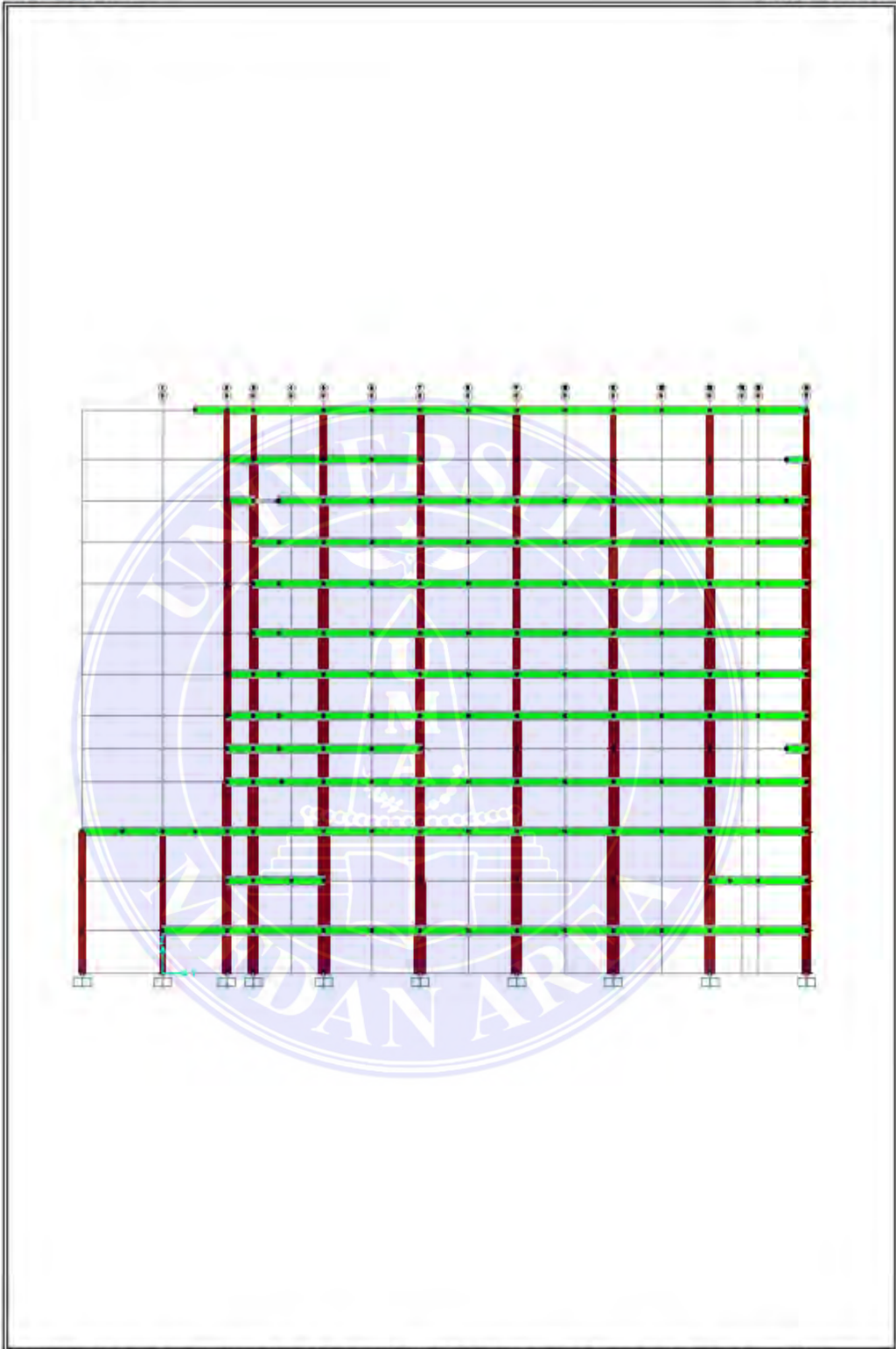




Gambar : Tampak Samping Kolom Bangunan

SAP2000

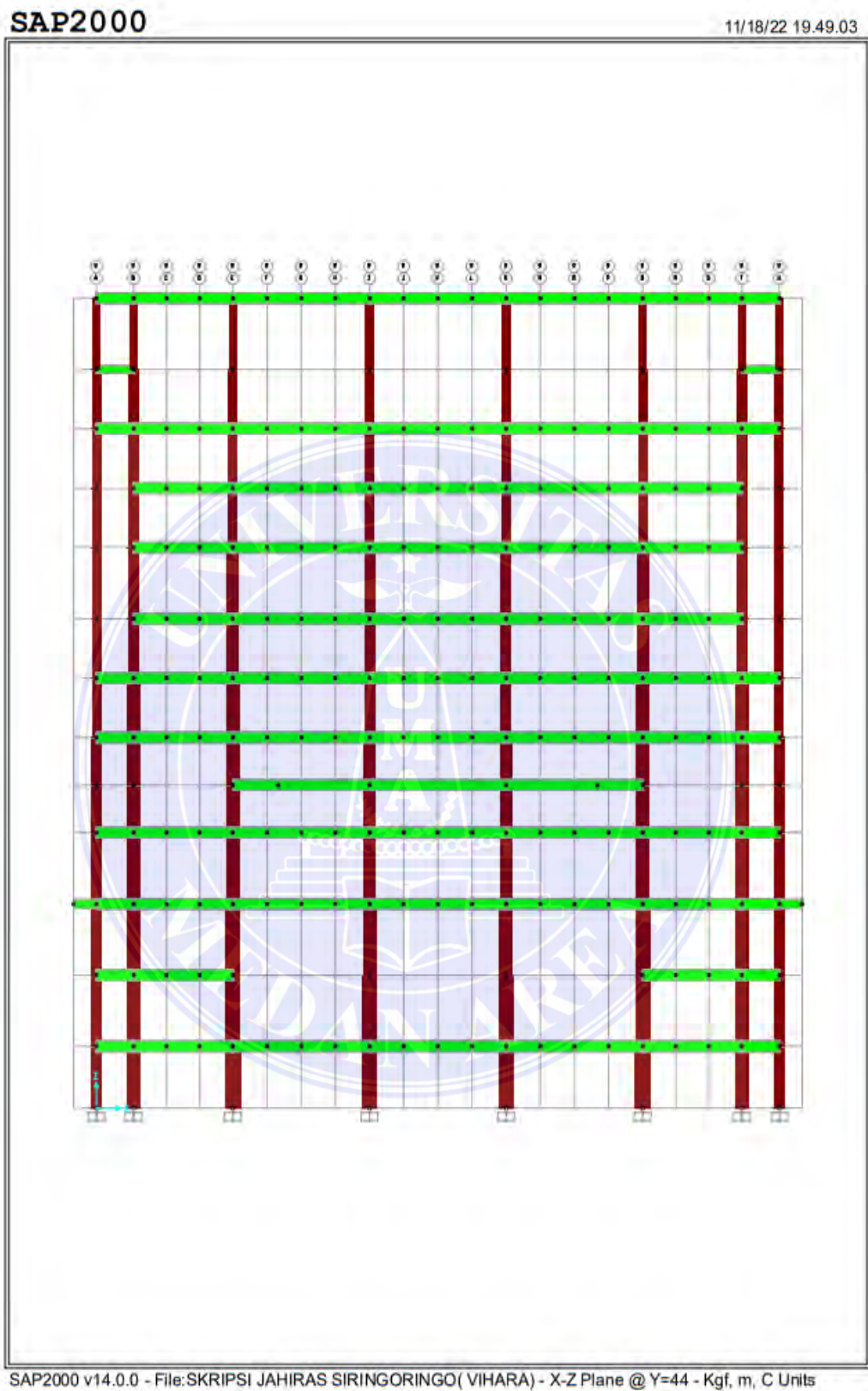
11/18/22 19.40.55



SAP2000 v14.0.0 - File:SKRIPSI JAHIRAS SIRINGORINGO( VIHARA) - Y-Z Plane @ X=36 - Kgf, m, C Units

Gambar : Tampak Kolom YZ ( Samping)





Gambar : Tampak Kolom XZ ( Potongan Depan)

PT. NUSA RAYA Cipta, Medan  
 SCHEDULE OF COLUMN STRUCTURE  
 PROJECT : VIHARA PRASADHA JINADHAMMO  
 LOCATION : MMTC

NO.	LANTAI	DIMENSI KOLOM																
		K1	K1A	K1B	K1C	K2	K2A	K2B	K2C	K2D	K2E	K3	K3A	K3B	K4	K5	K6	K7
1	Lantai Basement	1.40	1.40	1.40	1.40	1.20	1.40	1.40	1.00	1.00	1.20	1.00	1.00	1.00	0.80	0.60	1.40	1.40
2	Lantai Ground	1.40	1.30	1.40	1.40	1.20	1.30	1.30	1.00	1.00	1.20	1.00	1.00	1.00	0.80	0.60	1.40	1.40
3	Lantai GM	1.40	1.30	1.40	1.40	1.20	1.30	1.30	1.00	1.00	1.20	1.00	1.00	1.00	0.80	0.60	1.40	1.40
4	Lantai 1	1.30	1.20	1.30	1.30	1.10	1.20	1.20	0.90	0.90	1.10	0.90	0.90	0.90	0.80	0.60	1.30	1.30
5	Lantai 2	1.30	1.20	1.30	1.30	1.10	1.20	1.20	0.90	0.90	1.10	0.90	0.90	0.90	0.80	0.60	1.30	1.30
6	Lantai 2M	1.30	1.20	1.30	1.30	1.10	1.20	1.20	0.90	0.90	1.10	0.90	0.90	0.90	0.80	0.60	1.30	1.30
7	Lantai 3	1.20	1.20	1.20	1.20	1.10	1.20	1.20	0.80	0.80	1.00	0.80	0.80	0.80	0.70	0.60	1.20	1.20
8	Lantai 4	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.80	0.80	1.00	0.80	0.80	0.80	0.70	0.60	1.00	1.00
9	Lantai 5	1.00	0.90	1.00	1.00	0.90	0.90	0.90	0.80	0.80	0.90	0.80	0.80	0.80	0.70	0.60	1.00	1.00
10	Lantai 6	0.90	0.80	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.80	0.80	0.90	0.80	0.80	0.80	0.70	0.60	0.90	0.90
11	Lantai 7	0.90	0.80	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.80	0.80	0.90	0.80	0.80	0.80	0.70	0.60	0.90	0.90
12	Lantai 8	0.80	0.80	0.80	0.80	0.90	0.80	0.80	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.60	0.60	0.80	0.80
13	Lantai 8M	0.80	0.80	0.80	0.80	0.90	0.80	0.80	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.60	0.60	0.80	0.80
14	Lantai Atap	0.80	0.80	0.80	0.80	0.90	0.80	0.80	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.60	0.60	0.80	0.80

Gambar : Denah Penulangan Kolom