

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Seiring dengan meningkatnya jumlah penduduk tiap tahun khususnya wilayah kota Malang, mengakibatkan meningkat pula kebutuhan tempat tinggal sementara maupun tempat tinggal yang ditempati selamanya, seperti apartemen, rumah susun, dan hotel. Dengan semakin minimnya lahan di kota – kota besar maka alternatif pilihan yang paling tepat adalah membangun gedung bertingkat.

Perencanaan struktur suatu bangunan terbagi menjadi 2 bagian yaitu struktur bangunan atas dan struktur bangunan bawah. Perencanaan struktur atas meliputi perencanaan balok, kolom, plat lantai, rangka atap yang telah direncanakan sedemikian rupa agar memenuhi kriteria yang telah ditentukan dari segi ekonomi dan pastinya harus aman. Dalam perencanaan suatu gedung bertingkat hal yang paling penting dan harus direncanakan dengan matang adalah keamanan gedung tersebut untuk ditempati selain dalam hal keindahan dan tata ruang sesuai kebutuhan atau fungsi gedung tersebut. Terlebih dengan berkembangnya teknologi dibidang teknik sipil maka tingkat keamanan gedung tersebut dituntut harus mampu menghadapi bahaya gempa. Mengingat Indonesia terletak diantara tiga lempeng bumi yang aktif, yaitu lempeng Pasifik, lempeng Indo–Australia, dan lempeng Eurasia, oleh sebab itu pembangunan infrastruktur di Indonesia harus memenuhi persyaratan ketahanan terhadap gempa

Dengan permasalahan–permasalahan tersebut maka dalam merencanakan gedung bertingkat ini menggunakan dinding geser (*shear wall*) yang berfungsi untuk menahan beban akibat gempa. Dinding geser didefinisikan sebagai komponen struktur vertikal yang terbuat dari dinding beton yang dipasang secara vertikal pada sisi dinding suatu gedung dengan perletakan tertentu yang relatif sangat kaku. Dinding geser (*shear wall*) sering diaplikasikan pada gedung – gedung bertingkat tinggi agar bisa menahan gaya geser dan gaya lateral akibat gempa. Penempatan pintu dan jendela juga harus dipertimbangkan agar tidak mengganggu perletakan dinding geser, karena lubang pada dinding geser yang diakibatkan pintu dan jendela mempengaruhi kekuatan dinding geser.

Oleh sebab itu, pada penulisan tugas akhir ini penulis akan mencoba menganalisa mana yang lebih efektif shear wall dengan variabel fungsi ketinggian versus fungsi ketebalan terhadap gempa dinamik dengan volume beton yang sama. Sehingga pada perencanaan struktur bangunan gedung bertingkat ini mampu menahan gaya geser dan gaya lateral akibat gempa, dengan judul “PERENCANAAN DINDING GESER DENGAN VARIABEL FUNGSI KETEBALAN TERHADAP BEBAN GEMPA DINAMIK PADA GEDUNG HOTEL PATIMURA MALANG”

1.2. Identifikasi Masalah

Berdasarkan permasalahan pada pembangunan gedung bertingkat maka perencanaan ini di maksudkan untuk mengetahui efektifitas dinding geser dengan variabel fungsi ketebalan,karena perbedaan ketebalan dinding geser tersebut akan mempengaruhi kekuatannya

1.3. Rumusan Masalah

Masalah yang akan dibahas pada penulisan tugas akhir ini :

1. Berapa dimensi dinding geser yang dibutuhkan?
2. Berapa tulangan longitudinal yang di butuhkan pada dinding geser?
3. Berapa tulangan transversal yang dibutuhkan pada dinding geser ?

1.4. Tujuan Penulisan

Tujuan dari analisa ini adalah sebagai berikut :

1. Untuk mengetahui dengan jelas mengenai pendetailan dimensi pada dinding geser sesuai fungsi ketebalan (berjenjang)
2. Untuk mengetahui berapa jumlah tulangan yang di gunakan dalam perencanaan dinding geser dengan variabel fungsi ketebalan pada proyek hotel patimura malang
3. Untuk mempelajari dan memahami lebih lauh mengenai cara merencanakan struktur tahan gempa dengan menggunakan dinding geser dengan variabel fungsi ketebalan pada gedung hotel patimura Malang,sehingga di hasilkan struktur gedung yang tegar,kuat,aman serta memberikan kenyamanan.

1.5. Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penulisan tugas akhir ini adalah :

1. Menghitung dimensi dinding geser.
2. Analisa perencanaan penulangan longitudinal.
3. Analisa perencanaan penulangan transversal.
4. Gambar penulangan longitudinal dan penulangan transversal.
5. Beban gempa rencana analisis 3D dengan analisis dinamik, lokasi bangunan di Malang wilayah gempa 4.
6. Analisis struktur portal gedung ini menggunakan program bantu yaitu "STAADPRO"

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Konsep Dasar Desain Perencanaan Struktur

Dalam perencanaan struktur konstruksi suatu bangunan, perlu diperhatikan konsep desain untuk pemilihan elemen baik secara struktural maupun fungsional. Dalam perencanaan kali ini di tinjau perencanaan konsep desain untuk bangunan tahan gempa.

Perencanaan bangunan tahan gempa ialah bangunan yang dirancang untuk tahan dan tetap berdiri ketika terjadi gempa yang besar walaupun nantinya sedikit terdapat kerusakan pada beberapa bagian bangunan, namun di usahakan bangunan tersebut tidak langsung ambruk saat terkena gempa, karena banyak aset-aset penting yang perlu di selamatkan. Perencanaan suatu struktur gedung pada daerah gempa haruslah memenuhi falsafah perencanaan gedung tahan gempa, yaitu:

- Bangunan dapat menahan gempa bumi kecil atau ringan tanpa mengalami kerusakan.
- Bangunan dapat menahan gempa bumi sedang tanpa kerusakan yang berarti pada struktur utama walaupun ada kerusakan pada struktur sekunder.
- Bangunan dapat menahan gempa bumi kuat tanpa mengalami keruntuhan total bangunan, walaupun bagian struktur utama sudah mengalami kerusakan, karena banyak aset yang perlu di selamatkan.

2.2. Sistem Struktur Penahan Gaya Seismik

Sistem struktur Penahan Gaya Seismik secara umum dapat dibedakan atas Sistem Rangka Pemikul Momen (SRPM), Sistem Dinding Struktural (SDS), dan Sistem Ganda (gabungan SRPM dan SDS).

1. Sistem Rangka Pemikul Momen (SRPM)
 - a. Sistem Rangka Pemikul Momen Biasa (SRPMB), suatu sistem rangka yang memenuhi ketentuan pasal – pasal SNI 2847-2013 tentang “*persyaratan beton struktural untuk bangunan gedung*”. Sistem rangka ini pada dasarnya memiliki tingkat daktilitas terbatas dan hanya cocok digunakan di daerah dengan resiko gempa yang rendah (zona 1 dan 2).
 - b. Sistem Rangka Pemikul Momen Menengah (SRPMM), suatu sistem rangka yang selain memenuhi ketentuan-ketentuan untuk rangkapemikul momen biasa juga memenuhi ketentuan-ketentuan detailing yang ketat SNI 2847-2013. Sistem ini memiliki daktilitas sedang dan cocok digunakan di zona 1 hingga 4
2. Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK), suatu sistem rangka yang selain memenuhi ketentuan-ketentuan untuk rangkapemikul momen biasa juga memenuhi ketentuan-ketentuan detailing yang ketat sesuai dengan SNI 2847-2013. Sistem ini memiliki daktilitas penuh dan cocok digunakan di zona 5 dan 6.
3. Sistem Dinding Struktural (SDS)
 - a. Sistem Dinding Struktural Biasa (SDSB), suatu dinding struktural yang memenuhi ketentuan SNI-2847-2013 tentang “*persyaratan beton*

*struktural untuk bangunan gedung.*Dinding ini memiliki tingkat daktilitas terbatas dan cocok digunakan di zona gempa 1 hingga 4

- b. Sistem Dinding Struktural Khusus (SDSK), suatu dinding struktural yang selain memenuhi ketentuan untuk dinding struktural biasa. Sistem ini pada prinsipnya memiliki tingkat daktilitas penuh dan digunakan pada zona gempa 5 dan 6.

4. Sistem Ganda

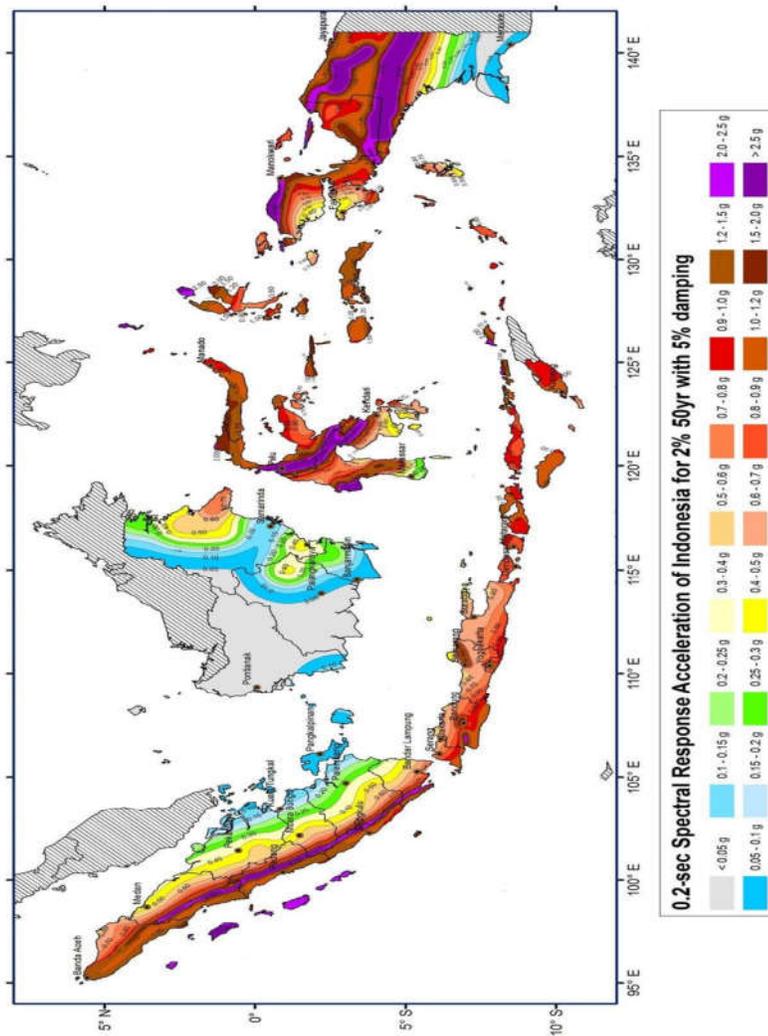
Sistem ini terdiri dari sistem rangka yang digabung dengan sistem dinding struktural. Rangka ruang lengkap berupa Sistem Rangka Pemikul Momen berfungsi memikul beban gravitasi. Sesuai tabel 9 di SNI 1726-2012 pasal 7.2.2, pasal 7.2.3 dan pasal 7.2.4. Sistem struktur yang digunakan harus sesuai dengan batasan sistem struktur dan batasan ketinggian struktur.

2.3 Perencanaan Struktur Terhadap Beban Gempa

Perencanaan struktur tahan gempa dalam suatu perencanaan gedung harus diperhitungkan mampu memikul pengaruh beban rencana. Dalam suatu sistem yang terdiri dari kombinasi dinding geser dan rangka terbuka, beban geser dasar nominal akibat pengaruh gempa rencana yang dipikul oleh rangka – rangka terbuka harus mampu menahan paling sedikit 25% pada setiap tingkat. (*Pasal 7.2.5.8 SNI 03-1726-2012*)

Pada SNI 03-1726-2012 pembagian wilayah gempa di Indonesia tidak dibagi menjadi 6 zona lagi melainkan diberikannya peta – peta gerak tanah seismik dan koefisien resiko dari gempa maksimum yang dipertimbangkan. Peta – Peta yang tersedia ini meliputi Peta gempa maksimum yang dipertimbangkan resiko tertarget (MCE_R) yaitu parameter

– parameter gerak tanah S_S dan S_1 ,kelas situs SB. S_S adalah parameter nilai percepatan respons spektral gempa MCE_R risiko-tertarget pada periode pendek. S_1 adalah parameter nilai percepatan respons spektral gempa.



Sumber : SNI 1726 – 2012 Tata cara perencanaan ketahanan gempa untuk bangunan gedung dan non gedung (pasal 14)

Gambar 2.1 Peta Respon Spektra Percepatan 0.2 detik (S_S) di batuan dasar (S_B)

Parameter percepatan spektral desain pada periode pendek maupun pada periode 1 detik dapat di tentukan menggunakan rumus berikut

$$S_{DS} = 2/3F_a \cdot S_s$$

$$S_{D1} = 2/3F_v \cdot S_1$$

Dimana : S_{DS} = Kategori desain seismik berdasarkan parameter percepatan spektral desain pada periode pendek.

S_{D1} = Kategori desain seismik berdasarkan parameter percepatan spektral desain pada periode 1 detik.

F_a = Koefisin situs berdasarkan parameter percepatan spectral desain pada periode pendek. (Tabel 2.1)

F = Koefisin situs berdasarkan parameter percepatan spectral desain pada 1 detik. (Tabel 2.1)

Kelas situs	Parameter respons spektral percepatan gempa (MCE_R) terpetakan pada periode pendek, $T=0,2$ detik, S_s				
	S_s 0,25	S_s 0,5	S_s 0,75	S_s 1,0	S_s 1,25
SA	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
SB	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
SC	1,2	1,2	1,1	1,0	1,0
SD	1,6	1,4	1,2	1,1	1,0
SE	2,5	1,7	1,2	0,9	0,9
SF	SS ^b				

CATATAN:

(a) Untuk nilai-nilai antara S_s dapat dilakukan interpolasi linier

(b) SS= Situs yang memerlukan investigasi geoteknik spesifik dan analisis respons situs-spesifik, lihat 6.10.1

Sumber : Pasal 6.2 SNI 1726 – 2012

Tabel 2.1 Koefisin situs F_a berdasarkan parameter percepatan spektral desain pada periode pendek

2.4 Dinding Geser

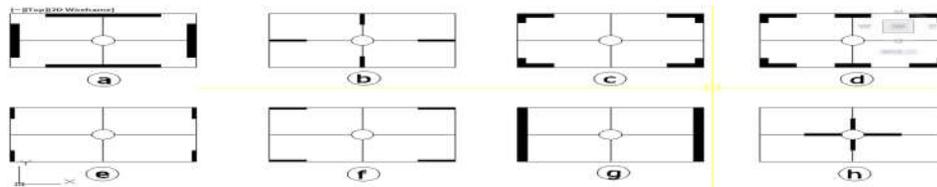
Dalam struktur bangunan bertingkat tinggi, diharuskan mampu untuk menahan gaya geser dan gaya – gaya lateral yang disebabkan oleh angin dan gempa. Untuk perencanaannya diperlukan perencanaan yang benar, jika perencanaan itu tidak didesain dengan tidak benar akan menimbulkan getaran dan simpangan horisontal yang melampaui batas aman yang telah di tentukan pada saat perencanaan. Akibatnya, bangunan tingkat tinggi tersebut tidak hanya mengalami kerusakan namun juga akan mengalami keruntuhan. Pengaku gaya lateral yang lazim digunakan adalah portal penahan momen, dinding geser atau rangka pengaku. Perencanaan struktur ini menggunakan pengaku gaya lateral berupa dinding geser (shear wall).

Dinding beton bertulang dapat direncanakan dengan kekakuan yang besar untuk menahan gaya-gaya lateral yang diletakkan secara vertikal, jika dinding geser itu diletakkan dengan pada lokasi-lokasi tertentu yang cocok dan strategis, dinding tersebut dapat digunakan secara ekonomis untuk menyediakan tahanan beban horisontal yang diperlukan. Dinding – dinding seperti ini disebut juga dengan dinding geser yang pada dasarnya ialah suatu balok kantilever vertikal yang tinggi yang dapat membantu stabilitas struktur yang dapat menompang gaya geser, momen tekuk yang diakibatkan oleh gaya lateral.

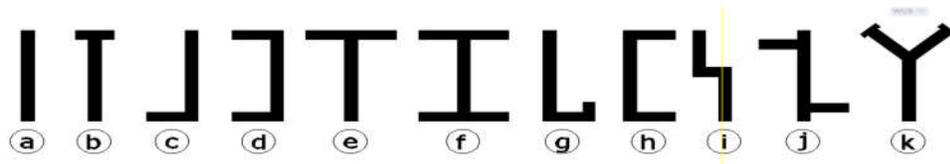
2.4.1 Dinding Geser Berdasarkan Betuk

Sistem dinding geser dapat dibagi menjadi system terbuka dan tertutup. Sistem terbuka terdiri dari unsure linear tunggal atau gabungan unsure

yang tidak lengkap, melingkupi ruang asimetris. Contohnya L, X, T, V, Y atau H. Sedang system tertutup melingkupi ruang geometris, bentuk-bentuk yang sering di jumpai adalah bujur sangkar, segitiga, persegi panjang dan bulat. Bentuk dan penempatan dinding geser mempunyai akibat yang besar terhadap perilaku structural apabila dibebani secara lateral. Dinding geser yang diletakkan asimetris terhadap bentuk bangunan harus memikul torsi selain lentur dan geser langsung.



Gambar 2. 4. Tata letak dinding geser



Gambar 2. 5. Bentuk dinding geser

Dimana :

- Lingkaran yang terdapat pada tiap denah adalah CR (Center of Rigidity) atau pusat kekakuan.
- Garis yang tebal menunjukan dinding geser
- Garis yang tipis menunjukan garis denah gedung

Contoh perhitungan CR atau kekakuan struktur itu sendiri terdiri dari dua yaitu :

- Kekakuan penampang : $E_{(\text{Modulus Elastisitas})} \times I_{(\text{inersia})}$
- Kekakuan batang, Balok atau kolom = $\frac{E \times I}{L}$

Dimana : $E = 200 \times 10^3 \text{ Mpa}$ (SNI 03-2847-2002 Ps.10.5.2) dan

$$I = 1/12 \times b \times h^3$$

2.4.2 Dinding Geser Berdasarkan Geometrinya

Dinding geser adalah struktur vertikal yang digunakan pada bangunan tingkat tinggi. Fungsi utama dari dinding geser adalah menahan beban lateral seperti gaya gempa dan angin. Berdasarkan geometrinya dinding geser dapat diklasifikasikan dalam beberapa jenis yaitu :

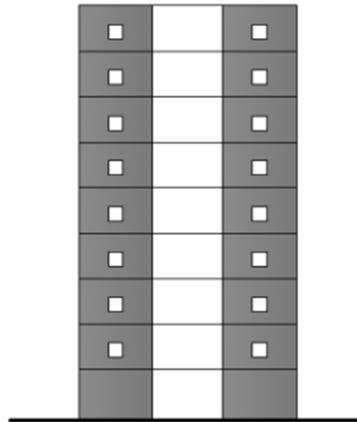
1. Dinding Geser dengan Bukaan (Opening Shearwall)

Pada banyak keadaan, dinding geser tidak mungkin digunakan tanpa beberapa bukaan di dalamnya untuk jendela, pintu, dan saluran-saluran mekanikal dan elektrik. Meskipun demikian, kita dapat menempatkan bukaan-bukaan pada tempat di mana bukaan-bukaan tersebut tidak banyak mempengaruhi kekakuan atau tegangan pada dinding. Jika bukaan-bukaan tersebut kecil, pengaruh keseluruhannya sangat kecil tetapi tidak demikian halnya bila bukaan-bukaan yang berukuran besar

Biasannya bukaan-bukaan tersebut (jendela, pintu, dan sebagainya) ditempatkan pada baris vertikal dan simetris pada

dinding sepanjang ketinggian struktur. Penampang dinding pada sisi bukaan ini diikat menjadi satu, baik oleh balok yang terdapat pada dinding, pelat lantai, atau kombinasi keduanya. Seperti yang dapat anda lihat, analisis struktur untuk situasi seperti ini sangat rumit dan bisanya dilakukan dengan persamaan empiris.

Bukaan sedikit mengganggu pada geser dukung struktur. Perlawanan lentur struktur penopang bagian dasar kritis secara drastis dikurangi dengan perubahan tiba-tiba dari bagian dinding ke kolom.

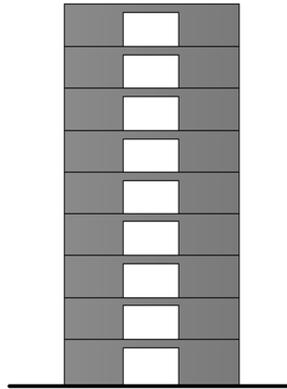


Gambar 2.6. Dinding geser dengan bukaan

2. Dinding geser berangkai (coupled shearwall).

Dinding geser berangkai terdiri dari dua atau lebih dinding kantilever yang mempunyai kemampuan untuk membentuk suatu mekanisme peletakan lentur alasnya. Antara dinding geser kantilever tersebut saling dirangkaikan oleh balok-balok perangkai yang

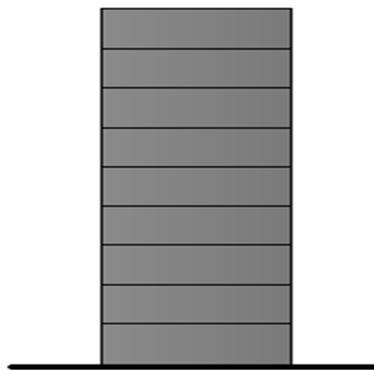
mempunyai kekuatan cukup sehingga mampu memindahkan gaya dari satu dinding ke dinding yang lain.



Gambar 2.7. Dinding geser dengan bukaan

3. Dinding geser kantilever (free standing shearwall).

Adalah suatu dinding geser tanpa lubang-lubang yang membawa pengaruh penting terhadap perilaku dari struktur gedung yang bersangkutan. Dinding geser kantilever ada dua macam, yaitu dinding geser kantilever daktail dan dinding geser katilever dengan daktilitas terbatas



2.8. Dinding geser kantileve

2.5.1. Perencanaan Dinding Geser Terhadap Beban Lentur dan Beban Aksial

Menurut *Paulay dan Priestley* Tulangan dinding pada dinding struktural dipasang paling sedikit 2 lapis dimana dinding harus memiliki tulangan geser tersebar yang memberikan perlawanan dalam dua arah yang saling tegak lurus dalam bidang apabila:

1. Tebal Dinding ≥ 200 mm
2. Gaya geser terfaktor $> \frac{1}{6} \cdot A_{cv} \cdot \sqrt{f'c}$

Beberapa pembatasan untuk penulangan lentur vertikal dinding geser menurut *Paulay dan Priestley*, yaitu :

- a. Besarnya $\rho_v > 0,7/f_y$ (dalam MPa) dan $\rho_v < 16/f_y$ (MPa).
- a. Jarak horizontal terhadap tulangan vertikal tidak boleh lebih dari 200 mm pada daerah plastis dan pada daerah lain (yaitu daerah elastis) 450 mm atau tiga kali tebal dinding.
- b. Diameter tulangan yang digunakan tidak boleh melebihi $1/8$ dari tebal dinding geser.

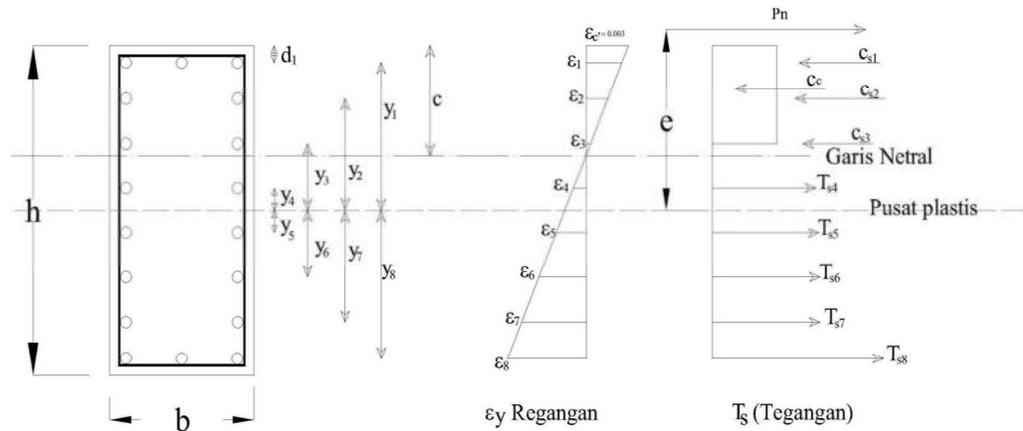
Jika pembatasannya tulangan lentur dibatasi sesuai dengan momen yang terjadi, maka sendi plastis dapat terbentuk di semua bagian di sepanjang tinggi dinding geser dengan tingkat kemungkinan yang sama. Hal ini tidak diinginkan dari segi perencanaan karena daerah sendi plastis memerlukan detail tulangan khusus. Jika sendi plastis mempunyai kemungkinan yang sama untuk terjadi pada setiap bagian sepanjang tinggi dinding geser, maka pendetailan khusus untuk sendi plastis harus dilakukan di sepanjang tinggi dinding. Tentu saja hal ini sangatlah tidak

ekonomis. Selain itu, kuat dinding geser akan berkurang pada daerah dimana pelelehan tulangan lentur terjadi. Hal ini akan mengharuskan penambahan tulangan geser pada setiap tingkat. Akan lebih rasional memastikan bahwa sendi plastis hanya bisa terjadi pada lokasi yang telah ditentukan sebelumnya, secara logika yaitu di dasar dinding geser, dengan cara menetapkan kuat lentur melebihi kekuatan lentur maksimum yang dibutuhkan.

Diagram bidang momen menunjukkan momen dari hasil aplikasi gaya statis leteral dengan kekuatan ideal terjadi pada dasar. Gambar tersebut menunjukkan kekuatan lentur minimum ideal yang harus ditetapkan dimana kekuatan ideal terjadi pada dasar dinding geser.

Daerah perubahan kekuatan diasumsikan terjadi pada jarak yang sama dengan lebar dinding geser l_w . Dimana daerah dengan ketinggian sebesar l_w akan menerima momen lentur yang sama dengan momen pada dasar dinding geser. Daerah setinggi l_w tersebut merupakan daerah sendi plastis.

Analisa tegangan dan regangan suatu dinding geser menggunakan dasar teori suatu kolom yang dibebani oleh beban tekan eksentris. Beban tekan ekesentris ialah beban dari struktur itu sendiri sebagai bagian dari struktural rangka, yang dibebani oleh beban aksial dan momen lentur. Maka analisa tegangan, regangan dan gaya dalam menurut Edward G Nawi dalam bukunya Beton Bertulang ialah sebagai berikut :



Gambar 2.9 diagram tegangan,regangan

Dimana = c : Jarak sumbu netral

y : Jarak pusat plastis

e : eksentrisitas beban ke pusat plastis

Dilihat dari sumbu netral seperti gambar di atas maka tulangan no 1 – 3 ialah tulangan tekan dan untuk tulangan no 4 – 8 ialah tulangan tarik.

- Menghitung regangan

Untuk daerah tekan :

$$\frac{\epsilon s'}{\epsilon c'} = \frac{c - d}{c} \implies \epsilon s' = \frac{c - d}{c} \times \epsilon c \quad ; \epsilon c = 0.003$$

Untuk daerah tarik :

$$\frac{\epsilon s}{\epsilon c} = \frac{d - c}{c} \implies \epsilon s = \frac{d - c}{c} \times \epsilon c \quad ; \epsilon c = 0.003$$

Dimana : $\epsilon s'$ = regangan tekan

ϵs = regangan tarik

d = Jarak masing – masing tulangan terhadap serat penampang atas.

ϵc = regangan maksimum pada serat beton

terluar

- Menghitung tegangan

Jika nilai tegangan dalam tulangan (f_s) di bawah kuat leleh (f_y) yang ditentukan

maka mutu tulangan yang digunakan ialah

Untuk daerah tekan

$$f_s = \epsilon'_s \times E_s$$

Untuk daerah tarik

$$f_s = \epsilon_s \times E_s$$

Jika, nilai tegangan dalam tulangan (f_s) di atas kuat leleh (f_y) yang ditentukan

maka mutu tulangan yang digunakan nilai f_y .

Dimana : f'_s = tegangan tulangan tekan (mPa)

f_s = tegangan tulangan tarik (mPa)

ϵ'_s = regangan tekan

ϵ_s = regangan tarik

E_s = modulus elastisitas non prategang

$$= 200000 \text{ Mpa}$$

1. Menghitung nilai besarnya gaya – gaya yang bekerja

$$C_c = 0,85 \cdot f_c \cdot b \cdot a$$

Untuk daerah tekan : $C_s = A'_s \times f'_s$

Untuk daerah tarik : $T_s = A_s \cdot x_f \cdot s$

Kontrol $\sum H = 0$

$$\sum H = \sum C_s + C_c - \sum T_s - P_n = 0$$

2. Menghitung momen nominal (M_n)

$$\begin{aligned} M_n &= C_c \cdot y_c + \sum C_s \cdot y_{si} + \sum T_s \cdot y_{si} \\ &= C_c \cdot (y - a/2) + \sum C_s (y - d_{si}') + \sum T_s \cdot (y - d_{si}') \end{aligned}$$

Dimana : $a = \beta_1 \cdot c$; $\beta_1 = 0.85$

2.5.2. Perencanaan Dinding Geser Terhadap Gaya Geser

Elemen dinding (Wall) dikatakan sebagai dinding geser (shear wall) karena kemampuannya untuk memikul beban geser akibat beban lateral lebih diandalkan/ditekankan bila dibandingkan dengan kemampuannya menahan beban yang lain, walaupun tidak menutup kemungkinan untuk dapat ikut serta memikul

Beberapa pembatasan untuk penulangan dinding geser menurut *Paulay dan Priestley* adalah :

- Besarnya rasio penulangan horizontal (ρ_h) minimal 0,0025 atau $\rho_h \geq 0,0025$.
- Jarak antar tulangan horizontal tidak boleh melebihi dua setengah kali tebal dinding atau 450 mm.
- Diameter tulangan yang digunakan tidak boleh lebih dari $\frac{1}{8}$ tebal dinding geser.

Keruntuhan akibat geser sedapat mungkin dihindarkan. Karena itu, kekuatan dinding geser terhadap geser harus dibuat melampaui besarnya gaya geser maksimum yang mungkin terjadi.

Pada waktu berlangsungnya gempa, pada dinding geser akan terjadi gaya geser yang lebih besar dibandingkan dengan perkiraan semula dengan analisa statik. Untuk mendapatkan kapasitas yang ideal pada setiap ketinggian dinding, maka gaya geser rencana harus diperbesar dengan memasukkan faktor ϕ dan faktor pembesaran dinamis (ω). Faktor ϕ dimaksudkan agar tidak terjadi keruntuhan geser terlebih dahulu sebelum terjadi keruntuhan/pelelehan lentur pada struktur.

Menurut SK-SNI 03-2847-2013 pasal 21.9.4 butir 1, kuat geser nominal V_n dinding struktural tidak diperkenankan lebih daripada :

$$V_n = A_{CV}(\alpha_C \sqrt{f'_c} + p_n f_y)$$

Dimana koefisien :

- $\alpha_C = 1/4$ untuk $(h_w/l_w) \leq 1,5$
- $\alpha_C = 1/6$ untuk $(h_w/l_w) \leq 2$

Kontrol Penulangan, Ukuran dimensi dan jarak antar tulangan agar dinding tersebut dapat memenuhi persyaratan yang ada. Rasio penulangan dinding geser adalah sebesar :

$$\rho_1 = \sum A_b / b_{sv}$$

Dimana A_b adalah luas tulangan dan b_{sv} adalah jarak antar tulangan, tidak boleh kurang dari $0,7/f_y$ (Mpa) dan tidak boleh lebih dari $1,6/f_y$ (Mpa).

- Langkah – langkah perhitungan penulangan transversal

$\phi V_n \geq V_u$ dimana $V_n = V_c + V_s$ (Menurut SNI 2487 : 2013 pasal 11.1

$V_c = V$ yang disumbangkan oleh beton

$V_s = V$ yang disumbangkan tulangan

$$V_c = 0,17 \left[1 + \frac{V_u}{14 A_g} \right] \lambda \sqrt{f_c} \cdot b_w \cdot d \quad (\text{Pasal 11.2.1.2})$$

$$V_s = \frac{A_v \cdot f_y \cdot d}{S} \quad (\text{Pasal 11.4.7.2})$$

Dimana : V_u = Gaya geser terfaktor pada penampang (N)

A_g = Luas penampang (m^2)

f_c = Kuat tekan beton (mPa)

b_w = tebal dinding geser (m)

d = Jarak pusat tulangan pada serat tepi penampang
(mm)

A_v = Luas tulangan geser (mm^2)

f_y = Kuat leleh baja (mPa)

S = jarak tulangan geser (mm)

Maka $V_n \geq V_u$

$$\text{Kontrol kuat geser } A_v \geq A_{v_{min}} = 0,062 \sqrt{f_c} \frac{b_w \cdot s}{f_y} \quad (\text{Pasal 11.4.6.3})$$

$$\text{Dimana : } A_{v_{min}} = 0,062 \sqrt{f_c} \frac{b_w \cdot s}{f_y}$$

2.6. Rencana Pembebanan.

Berdasarkan Peraturan Pembebanan Indonesia Untuk Gedung 1983 (DPU,1983), beban yang harus diperhitungkan untuk suatu struktur adalah beban mati, beban hidup, beban angin, beban gempa dan kombinasi dari beban-beban tersebut.

Pengertian dari setiap beban tersebut adalah sebagai berikut ini.

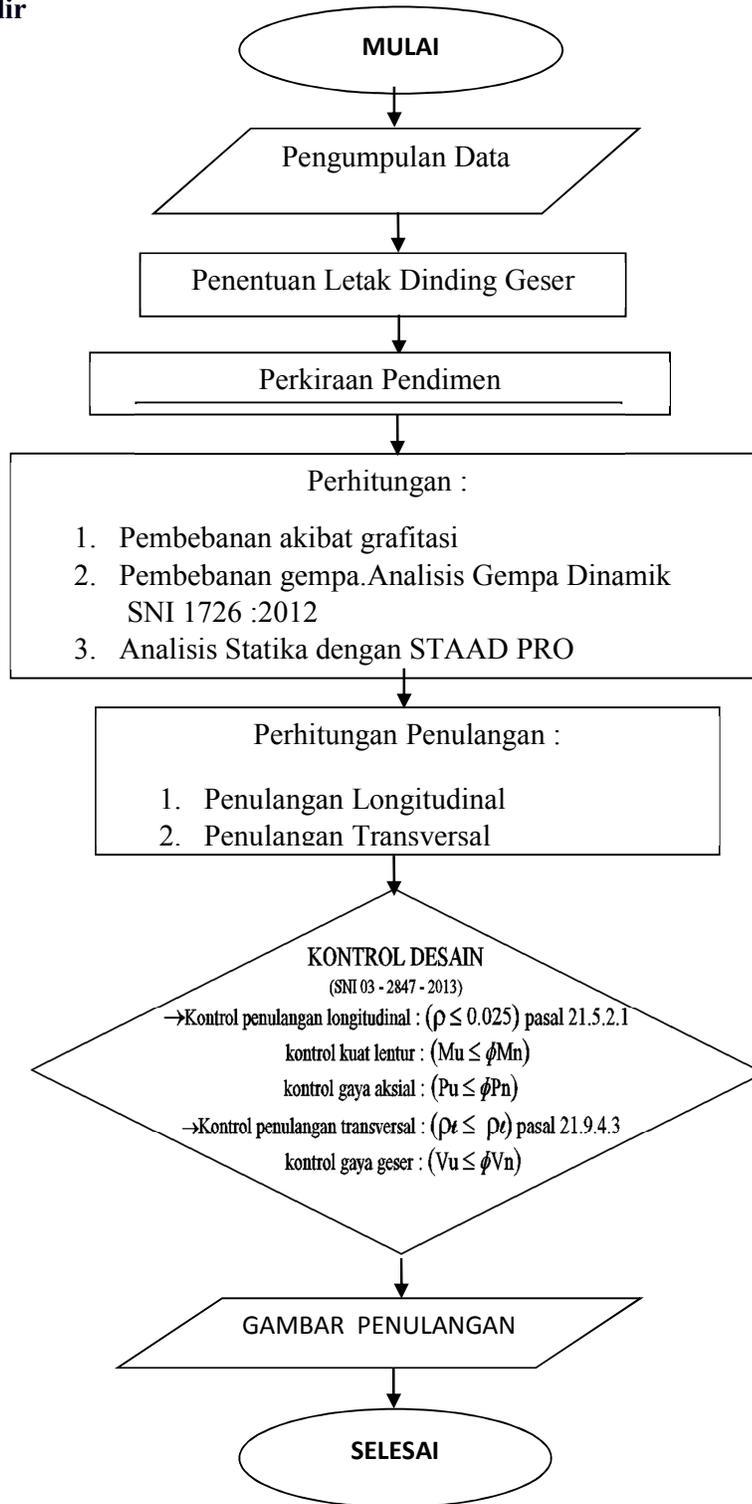
1. Beban-mati adalah berat dari semua bagian struktur gedung yang bersifat tetap, termasuk segala unsur tambahan, mesin-mesin, serta peralatan tetap yang merupakan bagian tak terpisahkan dari gedung itu.

2. Beban-hidup adalah semua beban yang terjadi akibat penghunian atau penggunaan suatu gedung, dan ke dalamnya termasuk beban-beban pada lantai yang berasal dari barang-barang yang dapat berpindah, mesin-mesin serta peralatan yang tidak merupakan bagian yang tak terpisahkan dari gedung dan dapat diganti selama masa dari gedung itu, sehingga mengakibatkan perubahan dalam pembebanan lantai dan atap gedung tersebut.
3. Beban-gempa adalah semua beban statik ekuivalen yang bekerja pada gedung yang menirukan pengaruh dari gerakan tanah akibat gempa tersebut.
4. Beban angin adalah semua beban yang bekerja pada gedung atau bagian gedung yang disebabkan oleh selisih dalam tekan udara

Berat sendiri bahan bangunan dan komponen struktur gedung menurut Peraturan Pembebanan Indonesia untuk Rumah dan Gedung (DPU, 1983) yang digunakan adalah :

- | | |
|--|--------------------------|
| a. Beton Bertulang | : 2400 kg/m ³ |
| b. Adukan dari semen (per cm tebal) | : 21 kg/m ² |
| c. Penutup lantai (tanpa adukan, per cm tebal) | : 24 kg/m ² |
| d. Plafon (11 kg/m ²) + penggantung (7 kg/m ²) | : 18 kg/m ² |
| e. Dinding pasangan bata merah | |
| • Satu batu | : 450 kg/m ² |
| • Setengah batu | : 250 kg/m ² |

2.7. Bagan Alir



BAB III

DATA PERENCANAAN

3.1 Data Bangunan

a) Spesifikasi dan parameter perencanaan

Data umum pembangunan Hotel

Pattimura Malang adalah sebagai berikut :

- Nama Gedung : Hotel Pattimura
- Lokasi Bangunan : Jl. Pattimura No.19
- Fungsi : Hunian
- Daerah gempa : Malang
- Panjang Bangunan : 38 m
- Lebar bangunan : 18,2 m
- Tinggi bangunan : 29,3 m
- Jumlah Lantai : 7
- Struktur Bangunan : Portal Rangka Beton

3.2 Mutu Bahan yang Digunakan

- Mutu Beton (k) : K 300
- Mutu Baja Ulir (f_y) : 400 Mpa = 4000 kg/cm²
- Mutu Baja Polos (f_y) : 240 Mpa = 2400 kg/m²

3.3 Data Pembebanan

3.3.1. Data Beban Mati

Sesuai dengan peraturan pembebanan Indonesia untuk gedung 1987
maka beban mati diatur sebagai berikut :

- Berat spesi per cm tebal : 21 kg/m^2
- Berat tegel per cm tebal : 24 kg/m^2
- Berat plafon + rangka penggantung : $(11+7) = 18 \text{ kg/m}^2$
- Berat pasangan bata merah $\frac{1}{2}$ batu : 250 kg/m^2
- Berat jenis beton : 2400 kg/m^3

3.3.2. Data Beban Hidup

Sesuai dengan peraturan pembebanan Indonesia untuk gedung 1987
maka beban hidup diatur sebagai berikut :

- Beban hidup hotel lantai 2 sampai 7 : 250 kg/m^2
- Bebanguna/beban hidup atap : 100 kg/m^2
- Berat jenis air hujan : 1000 kg/m^3
- Ruang Pelengkap : 250 kg/m^2
- Ruang Alat – Alat dan Mesin : 400 kg/m^2

3.4 Perencanaan Dimensi Balok dan Kolom

3.4.1 Dimensi Balok

Menurut SNI 2847-2013 pasal 21.5.1.3 bahwa lebar balok (b) tidak boleh kurang dari 250 mm dan perbandingan lebar (b) terhadap tinggi (h) tidak boleh kurang dari 0,3.

- Untuk panjang balok induk = 8,35 m = 835 cm

$$h = \frac{1}{12} L \approx \frac{1}{15} L = \frac{1}{12} 835 \approx \frac{1}{15} 835$$

$$= 69,583 \text{ cm s/d } 55,7 \text{ cm} \approx 60 \text{ cm}$$

$$b = \frac{1}{2} h \approx \frac{2}{3} h = \frac{1}{2} 60 \approx \frac{2}{3} 60$$

$$= 30 \text{ cm s/d } 40 \text{ cm} \approx 35 \text{ cm}$$

Dipakai balok induk berukuran 35/60

$$b/h = \frac{35}{60} = 0,6 > 0,3 \text{ (OK)}$$

- Untuk panjang balok induk = 7,75 m = 775 cm

$$h = \frac{1}{12} L \approx \frac{1}{15} L = \frac{1}{12} 775 \approx \frac{1}{15} 775$$

$$= 64,583 \text{ cm s/d } 51,7 \text{ cm} \approx 60 \text{ cm}$$

$$b = \frac{1}{2} h \approx \frac{2}{3} h = \frac{1}{2} 60 \approx \frac{2}{3} 60$$

$$= 30 \text{ cm s/d } 40 \text{ cm} \approx 30 \text{ cm}$$

Dipakai balok induk berukuran 30/60

$$b/h = \frac{30}{60} = 0,5 > 0,3 \text{ (OK)}$$

• Untuk panjang balok induk

$$= 6,5 \text{ m} = 650 \text{ cm}$$

$$h = \frac{1}{12} L \approx \frac{1}{15} L = \frac{1}{12} 650 \approx \frac{1}{15} 650$$

$$= 54 \text{ cm s/d } 43,3333 \text{ cm} \approx 50 \text{ cm}$$

$$b = \frac{1}{2} h \approx \frac{2}{3} h = \frac{1}{2} 50 \approx \frac{2}{3} 50$$

$$= 25 \text{ cm s/d } 33,3333 \text{ cm} \approx 30 \text{ cm}$$

Dipakai balok induk berukuran 30/50

$$b/h = \frac{30}{50} = 0,60 > 0,3 \text{ (OK)}$$

Untuk panjang balok induk

$$= 4 \text{ m} = 400 \text{ cm}$$

$$h = \frac{1}{12} L \approx \frac{1}{15} L = \frac{1}{12} 400 \approx \frac{1}{15} 400$$

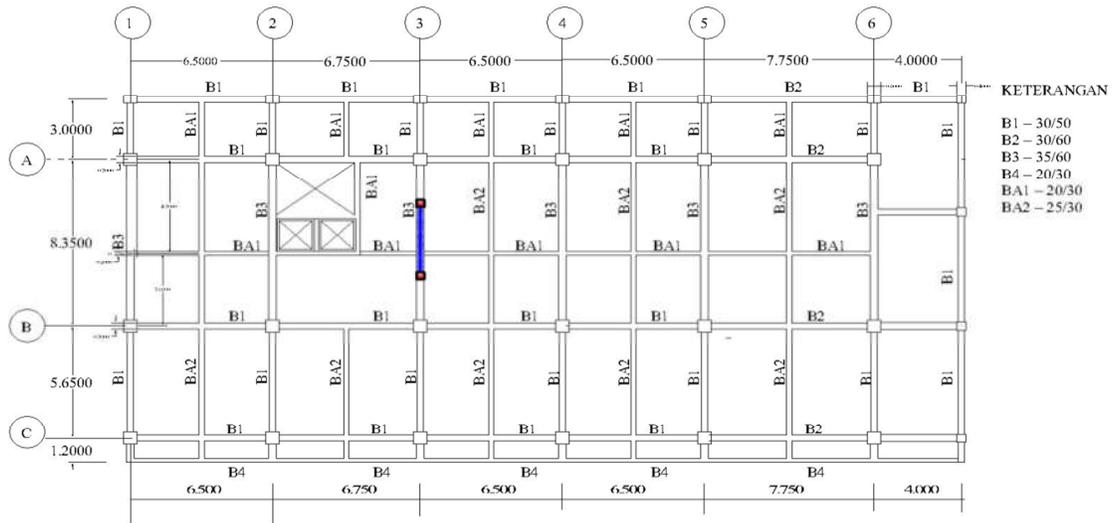
$$= 33 \text{ cm s/d } 26,6667 \text{ cm} \approx 30 \text{ cm}$$

$$b = \frac{1}{2} h \approx \frac{2}{3} h = \frac{1}{2} 30 \approx \frac{2}{3} 30$$

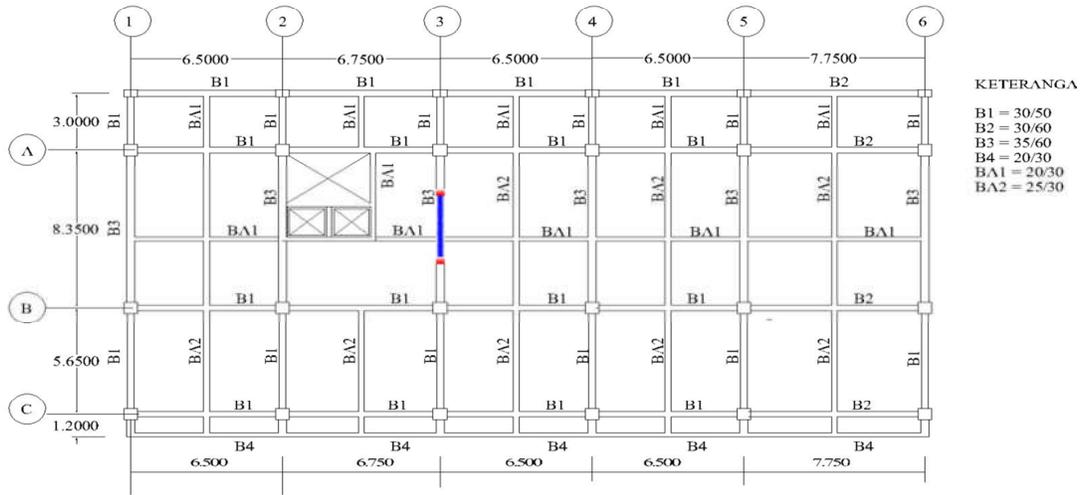
$$= 15 \text{ cm s/d } 20 \text{ cm} \approx 20 \text{ cm}$$

Dipakai balok induk berukuran 20/30

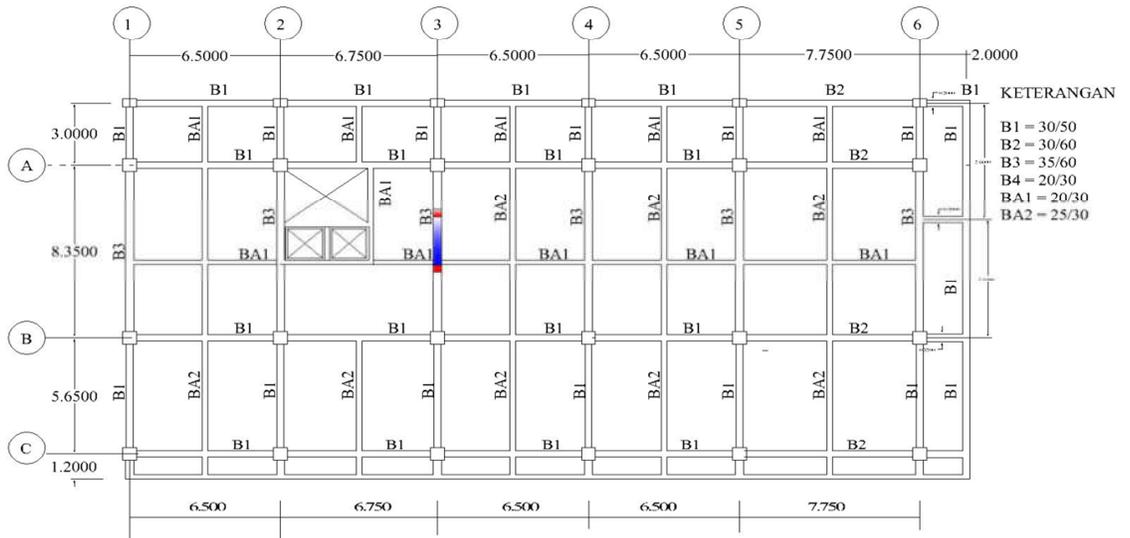
$$b/h = \frac{20}{30} = 0,67 > 0,3 \text{ (OK)}$$



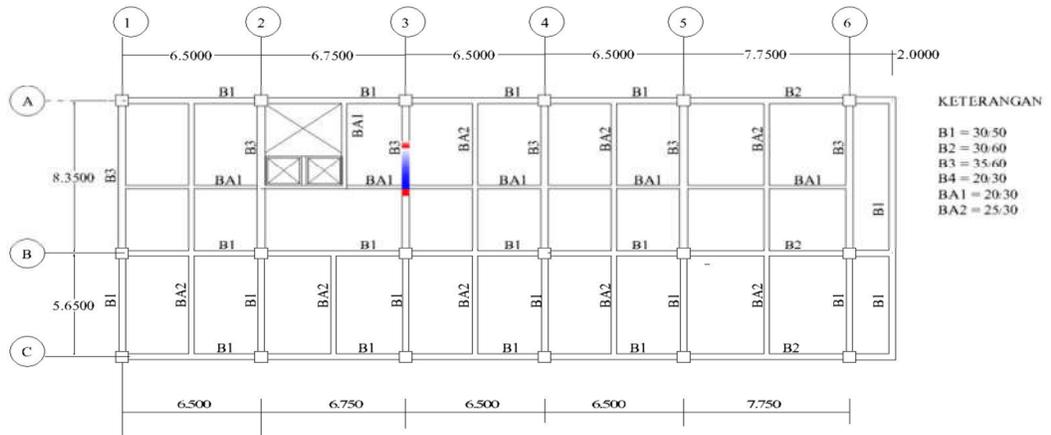
DENAH BALOK LANTAI 1
SKALA 1 : 100



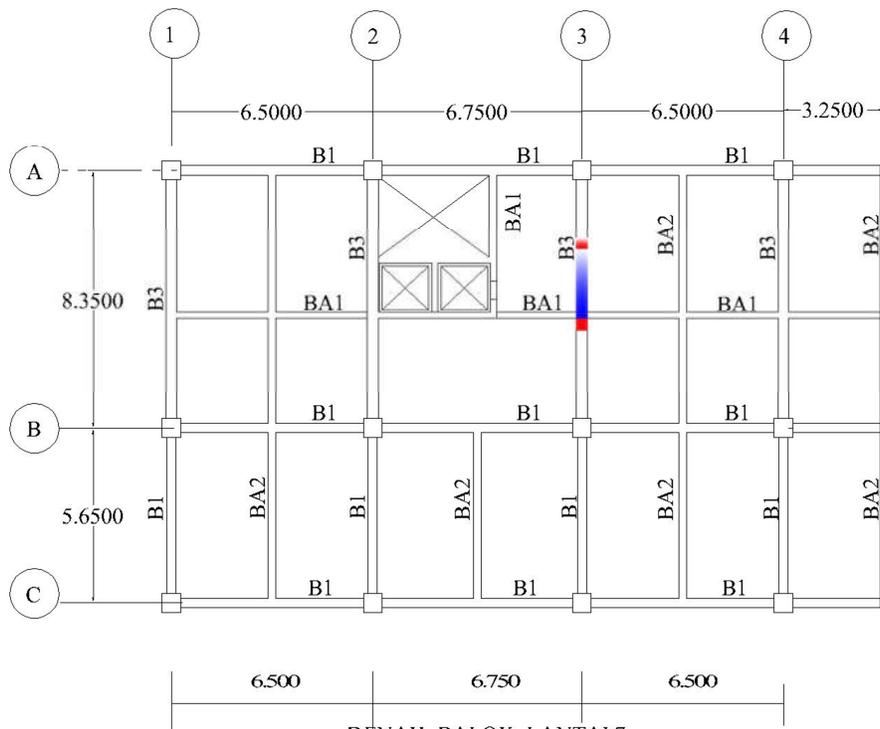
DENAH BALOK LANTAI 2
SKALA 1 : 100



DENAH BALOK LANTAI 3
SKALA 1 : 100



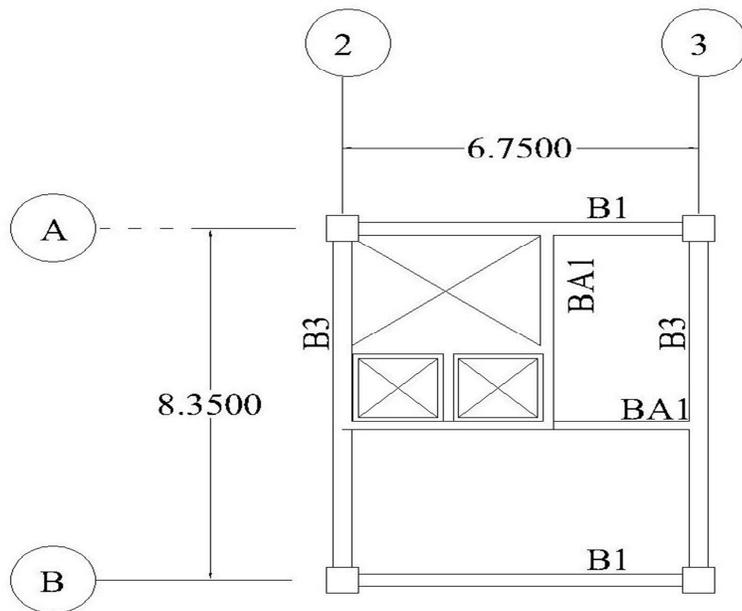
DENAH BALOK LANTAI 4,5,6
SKALA 1 : 100



KETERANGAN

- B1 = 30/50
- B2 = 30/60
- B3 = 35/60
- B4 = 20/30
- BA1 = 20/30
- BA2 = 25/30

DENAH BALOK LANTAI 7
SKALA 1 : 100



KETERANGAN

B1 = 30/50

B3 = 35/60

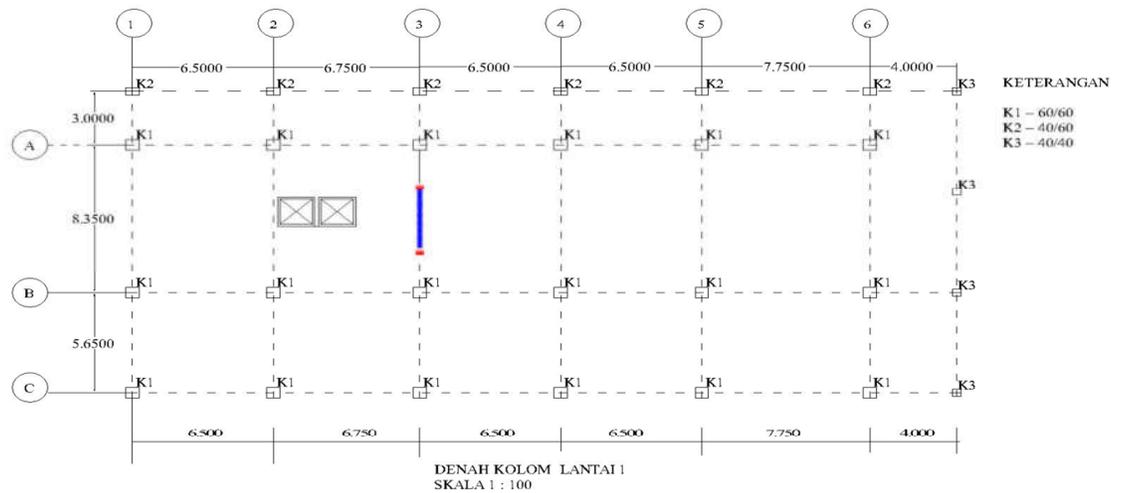
BA1 = 20/30

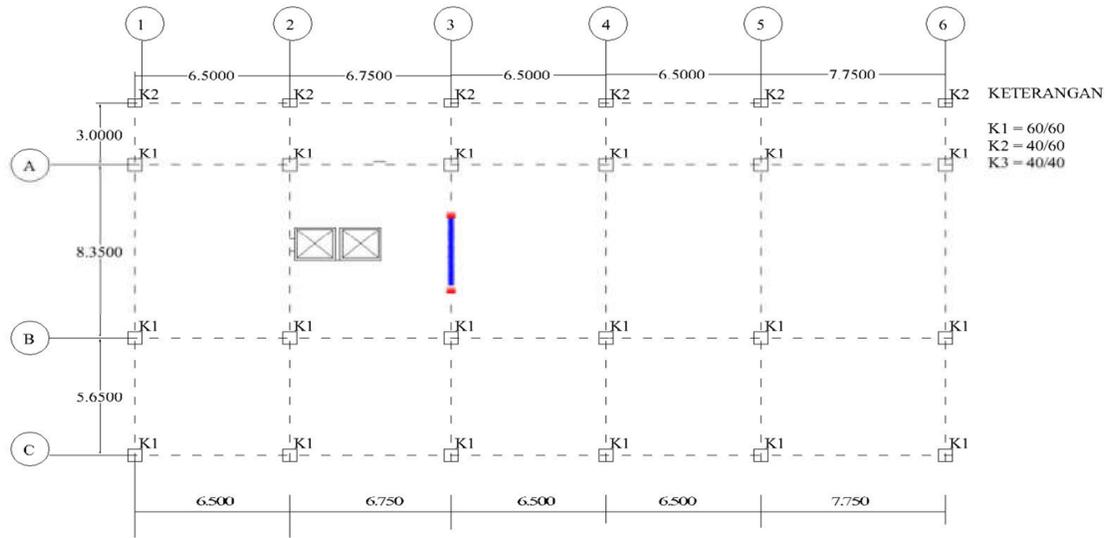
**DENAH BALOK LANTAI ATAP
SKALA 1 : 100**

3.4.2 Dimensi Kolom

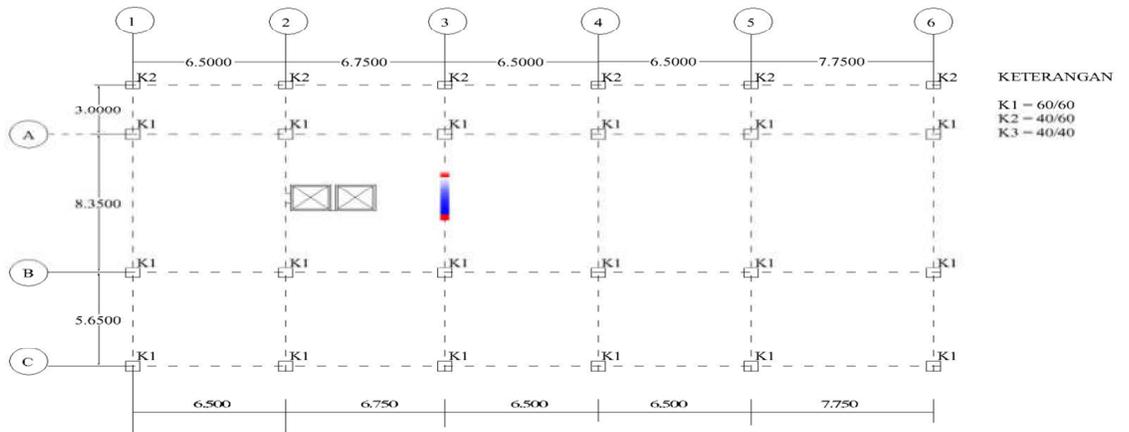
Menurut SNI 2847-2013 pasal 21.6.1.1 dan 26.6.1.2 bahwa ukuran penampang terkecil tidak boleh kurang dari 300 mm dan perbandingan antara ukuran terkecil penampang terhadap ukuran dalam arah tegak lurus tidak boleh kurang dari 0,4.

- Dipakai kolom berukuran 60 / 60
$$60 / 60 = 1 > 0,4 \text{ (OK)}$$
- Dipakai kolom berukuran 40 / 60
$$40 / 60 = 0,66667 > 0,4 \text{ (OK)}$$
- Dipakai kolom berukuran 40 / 40
$$40 / 40 = 1 > 0,4 \text{ (OK)}$$

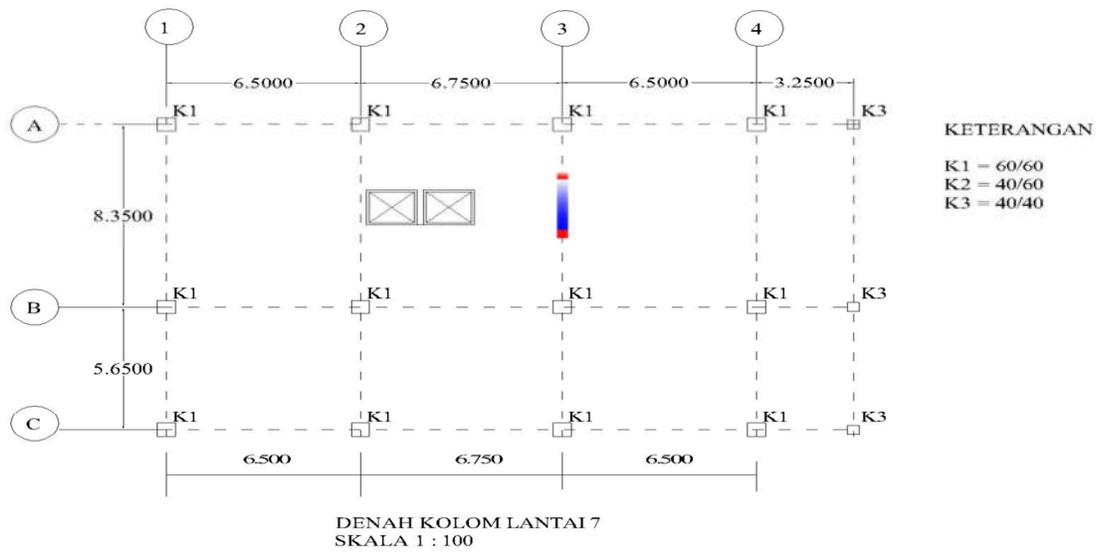
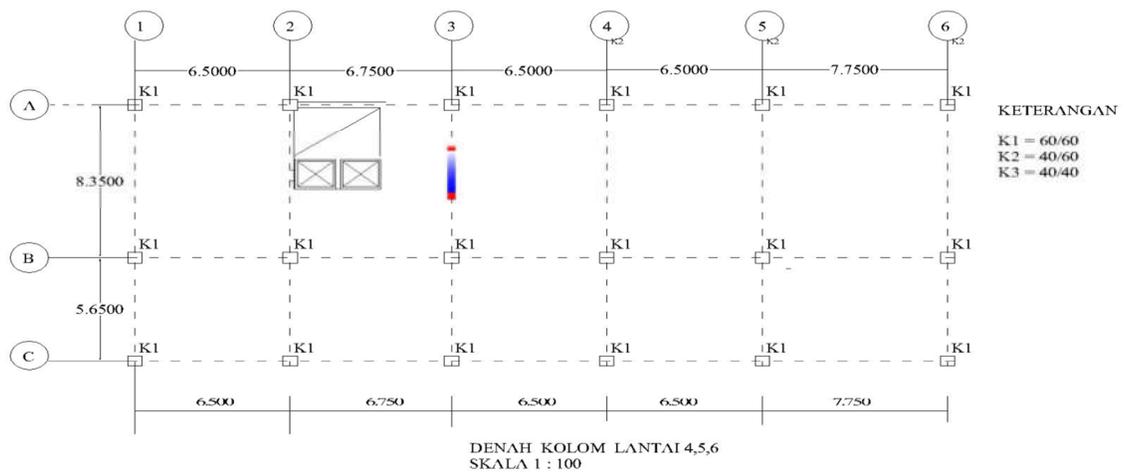


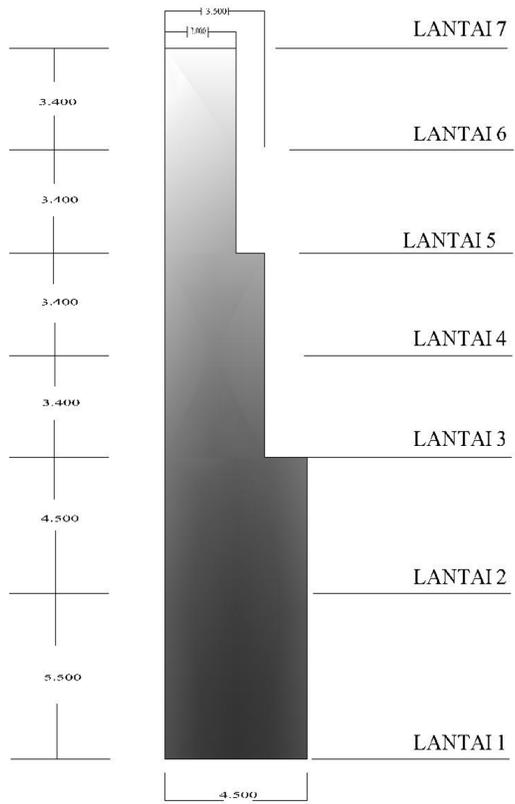


DENAH KOLOM LANTAI 2
 SKALA 1 : 100

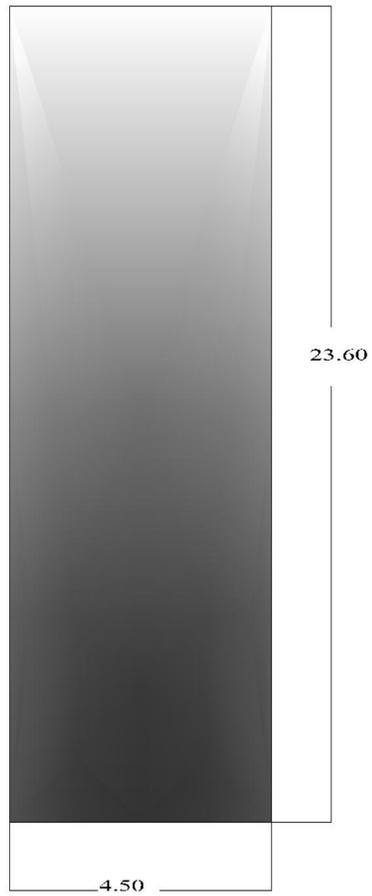


DENAH KOLOM LANTAI 3
 SKALA 1 : 100

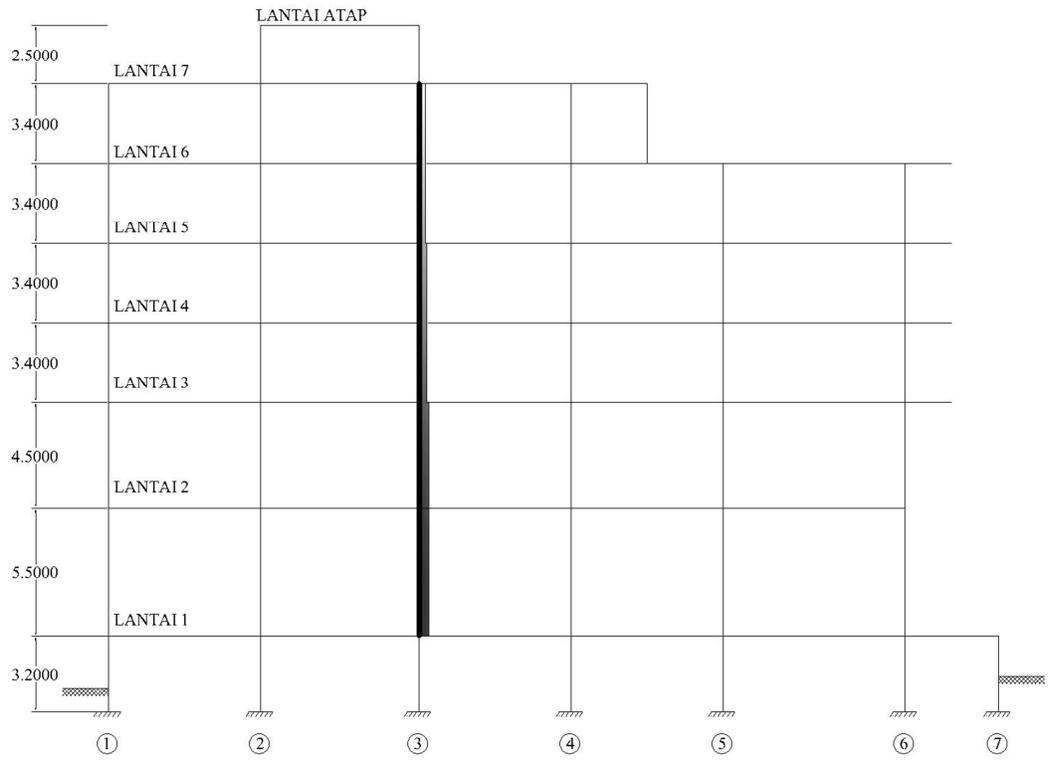




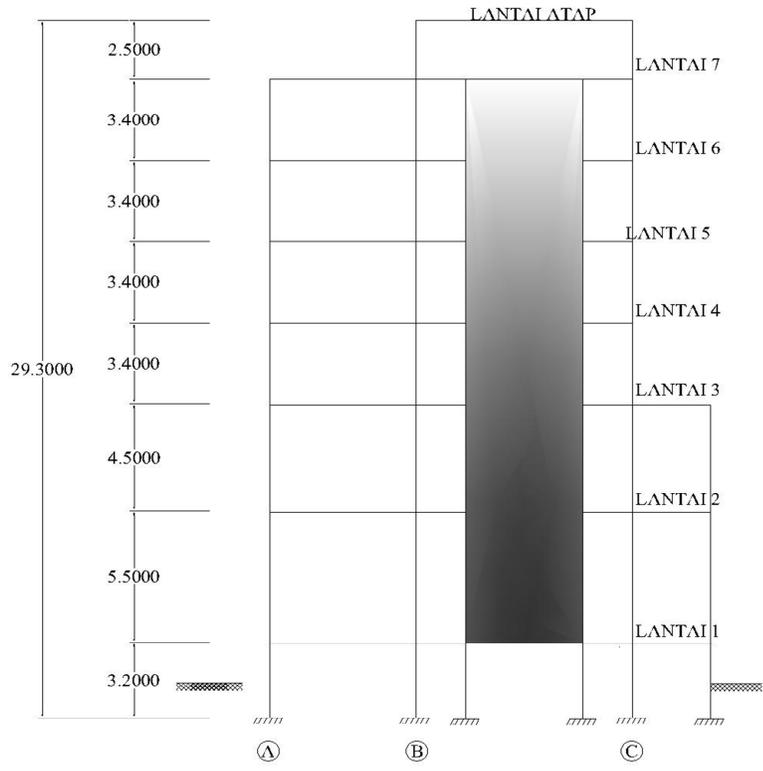
TEBAL DINDING GESER RENCANA



lebar dinding geser



PORTAL MEMANJANG
SKALA 1 : 100



PORTAL MELINTANG
SKALA 1 : 100

3.4.3 Dimensi Plat

Untuk plat lanai 1-7 digunakan tebal plat = 12cm, sedangkan untuk lantai atap digunakan tebal plat = 10cm.

3.5 Perhitungan Pembebanan

3.5.1 Beban Mati (Dead Load)

- **Beban Mati Bangunan**

- Berat sendiri : untuk berat sendiri struktur menggunakan perintah selfweight pada program bantu STAAD Pro.

- Beban tembok

- Beban tembok lantai 1

Tinggi tembok 5.5 m dengan tebal setengah batu

Tinggi tembok x berat jenis per m²

$$5.5 \times 250 \text{ kg/m}^2 = 1375 \text{ kg/m}$$

- Beban tembok lantai 2

Tinggi tembok 4,5 m dengan tebal setengah batu

Tinggi tembok x berat jenis per m²

$$4,5 \times 250 \text{ kg/m}^2 = 1125 \text{ kg/m}$$

- Beban tembok lantai 3-7

Tinggi tembok 3,4 m dengan tebal setengah batu

Tinggi tembok x berat jenis per m²

$$3,4 \times 250 \text{ kg/m}^2 = 850 \text{ kg/m}$$

- Beban tembok lantai atap

Tinggi tembok 2.5 m dengan tebal setengah batu

Tinggi tembok x berat jenis per m²

$$2.5 \times 250 \text{ kg/m}^2 = 625 \text{ kg/m}$$

→ Beban tembok sebagian + kaca lantai 1
 Tinggi tembok 5,5 m dengan tebal setengah batu
 Tinggi tembok x berat jenis per m² x 60%
 $5,5 \times 250 \text{ kg/m}^2 \times 0,6 = 825 \text{ kg/m}$

→ Beban tembok sebagian + kaca lantai 2
 Tinggi tembok 4,5 m dengan tebal setengah batu
 Tinggi tembok x berat jenis per m² x 60%
 $4,5 \times 250 \text{ kg/m}^2 \times 0,6 = 675 \text{ kg/m}$

→ Beban tembok sebagian + kaca lantai 3-7
 Tinggi tembok 3,4 m dengan tebal setengah batu
 Tinggi tembok x berat jenis per m² x 60%
 $3,4 \times 250 \text{ kg/m}^2 \times 0,6 = 510 \text{ kg/m}$

→ Beban tembok sebagian + kaca lantai atap
 Tinggi tembok 2,5 m dengan tebal setengah batu
 Tinggi tembok x berat jenis per m²
 $2,5 \times 250 \text{ kg/m}^2 \times 0,6 = 375 \text{ kg/m}$

- Beban pasir urug tebal 5 cm

Tebal urugan pasir x berat jenis

$$0,05 \text{ m} \times 1600 \text{ kg/m}^2 = 80 \text{ kg/m}^2$$

- Beban keramik + adukan tebal 3 cm

Tebal keramik + adukan x berat jenis

$$0,03 \text{ m} \times 2100 \text{ kg/m}^2 = 63 \text{ kg/m}^2$$

- Beban plafond dan rangka plafond

Berat plafond + penggantung

$$11 \text{ kg/m}^2 + 7 \text{ kg/m}^2 = 18 \text{ kg/m}^2$$

- **Beban Plat Lantai**

Berat plat lantai atap	= tebal plat x berat jenis beton bertulang
	= $0,10 \times 2400 = 240 \text{ kg/m}^2$
Berat sendiri plat lantai 1-7	= tebal plat x berat jenis beton bertulang
	= $0,12 \times 2400 = 288 \text{ kg/m}^2$
Berat pasir urug	= tebal urugan x berat jenis pasir
	= $0,05 \times 1600 = 80 \text{ kg/m}^2$
Berat pasangan keramik	= (Tebal adukan x berat jenis adukan) + (Tebal keramik x berat jenis keramik)
	= $(2 \times 21) + (0,7 \times 24) = 59 \text{ kg/m}^2$
Berat plafon + penggantung	= berat semen asbes + berat langit- langit
	= $11 + 7 = 18 \text{ kg/m}^2$
	qd lantai atap = 397 kg/m^2
	qd lantai 1 -7 = 445 kg/m^2

3.6 Pendemiansian dinding geser (shear wall)

Berdasarkan rumusan hasil penelitian **T. Paulay dan M. J. N Priestley** dalam bukunya yang berjudul “*Seismic Design of Reinforced Concrete and Masonry Buildings*”, dimensi dinding geser harus memenuhi persyaratan sebagai berikut :

- **Untuk Tebal Sayap lantai 1 dan 2 (tw_1)**

$$tw_1 \geq \frac{h}{16}, \text{ h adalah tinggi lantai}$$

- Untuk $h = 5.5 \text{ m} = 5500 \text{ mm}$

$$tw_1 \geq \frac{5500}{16}$$

$$\geq 343 \text{ mm}$$

- Untuk $h = 4,5 \text{ m} = 4500 \text{ mm}$

$$tw_1 \geq \frac{4500}{16}$$

$$\geq 281 \text{ mm}$$

Maka direncanakan $tw_1 = 4500 \text{ mm}$, Maka memenuhi persyaratan diatas.

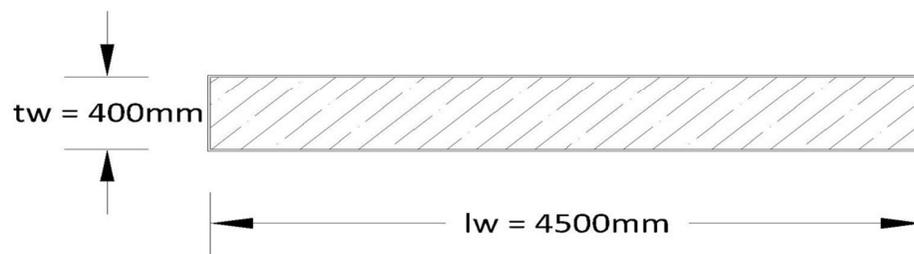
- **Untuk Lebar Dinding Geser (l_w)**

$$l_{w_{\text{maks}}} < 1,6 \times h_1$$

$$< 1,6 \times 5500$$

$$< 8800$$

$$L_w \text{ dipakai} = 5500 \text{ mm}$$



Gambar 3.8 Penampang Dinding Geser Tertutup (Closed section Shear wall)

- **Untuk Tebal Sayap lantai 3 dan 4 (tw_1)**

$$tw_1 \geq \frac{h}{16}, \text{ h adalah tinggi lantai}$$

- Untuk $h = 3,4 \text{ m} = 3400 \text{ mm}$

$$tw_1 \geq \frac{3400}{16}$$

$$\geq 212 \text{ mm}$$

- Untuk $h = 3,4 \text{ m} = 3400 \text{ mm}$

$$tw_1 \geq \frac{3400}{16}$$

$$\geq 212 \text{ mm}$$

Maka direncanakan $tw_1 = 4500 \text{ mm}$, Maka memenuhi persyaratan diatas.

- **Untuk Lebar Dinding Geser (l_w)**

$$l_{w_{maks}} < 1,6 \times h_1$$

$$< 1,6 \times 3400$$

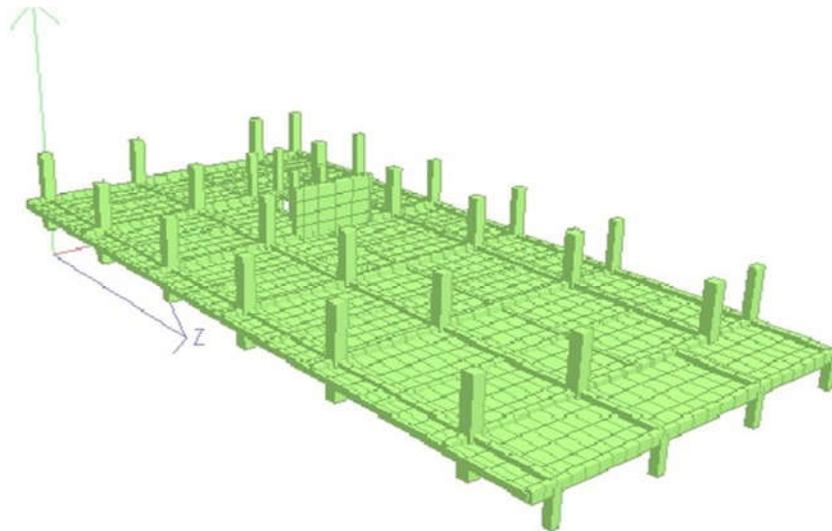
$$< 5440$$

$$L_w \text{ dipakai} = 3400 \text{ mm}$$

3.7 Pusat masa

3.7.1 (center of mass) Pada lantai 2

Pusat massa pada lantai 2 telah dihitung oleh software atau program bantu computer Staad Pro 2004 yaitu pada selfweight. Dan berat bangunan tiap lantainya didapatkan pada potongan struktur penuh yaitu setelah dirunning seperti terlihat pada gambar berikut ini.



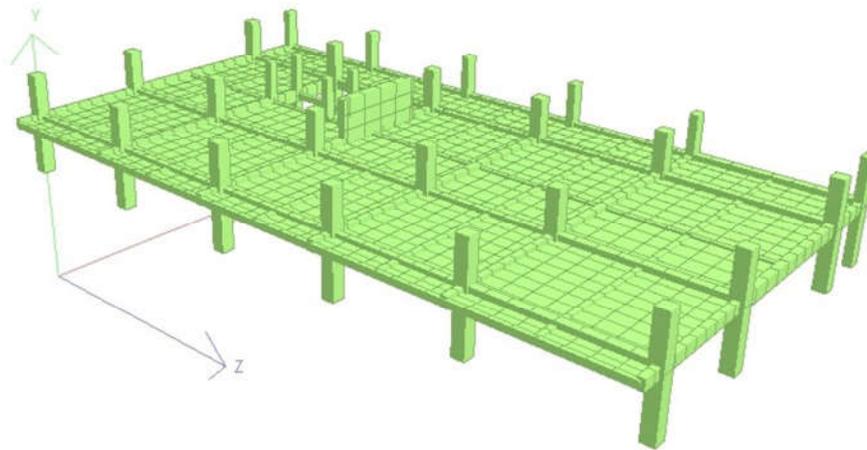
Gambar 3.9 Render hasil potongan berat bangunan lantai 2 hasil output

Running staad Pro

Sumbu yang dipakai untuk menentukan pusat massa adalah hanya sumbu X dan Z saja karena menggunakan 3D pada Staad Pro

3.7.2 Pusat masa (center of mass) Pada lantai 3

Pusat massa pada lantai 3 telah dihitung oleh software atau program bantu computer Staad Pro 2004 yaitu pada selfweight. Dan berat bangunan tiap lantainya didapatkan pada potongan struktur penuh yaitu setelah dirunning seperti terlihat pada gambar berikut ini.



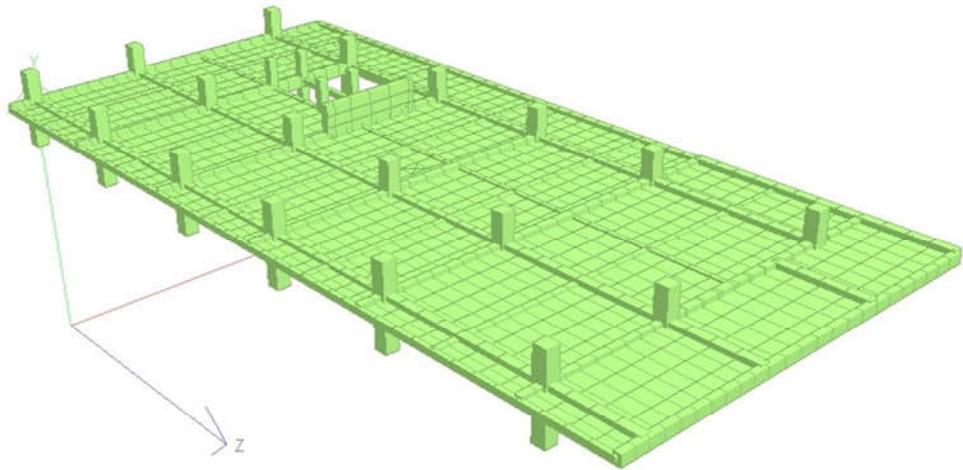
Gambar 3.10 Render hasil potongan berat bangunan lantai 3 hasil output

Running staad Pro

Sumbu yang dipakai untuk menentukan pusat massa adalah hanya sumbu X dan Z saja karena menggunakan 3D pada Staad Pro.

3.7.3 Pusat masa (center of mass) Pada lantai 4

Pusat massa pada lantai 4 telah dihitung oleh software atau program bantu computer Staad Pro 2004 yaitu pada selfweight. Dan berat bangunan tiap lantainya didapatkan pada potongan struktur penuh yaitu setelah dirunning seperti terlihat pada gambar berikut ini.



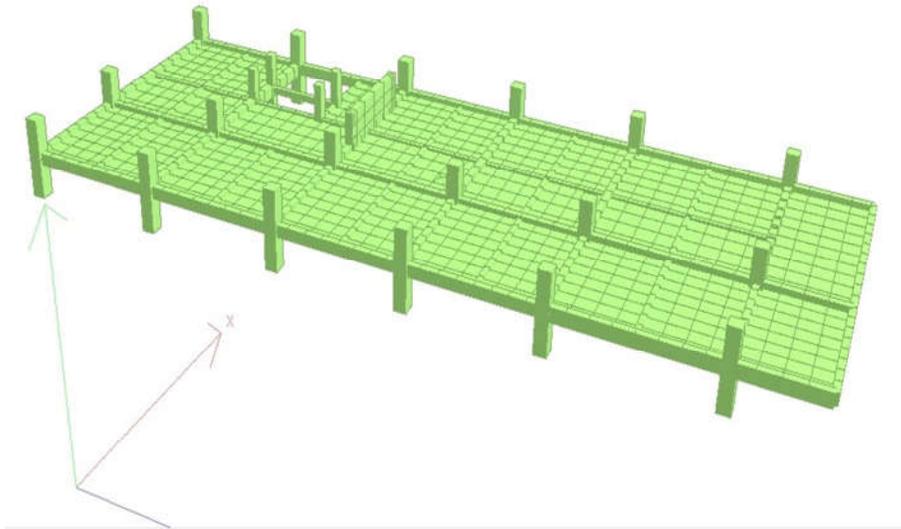
Gambar 3.11 Render hasil potongan berat bangunan lantai 4 hasil output

Running staad Pro

Sumbu yang dipakai untuk menentukan pusat massa adalah hanya sumbu X dan Z saja karena menggunakan 3D pada Staad Pro.

3.7.4 Pusat masa (center of mass) Pada lantai 5

Pusat massa pada lantai 5 telah dihitung oleh software atau program bantu computer Staad Pro 2004 yaitu pada selfweight. Dan berat bangunan tiap lantainya didapatkan pada potongan struktur penuh yaitu setelah dirunning seperti terlihat pada gambar berikut ini.



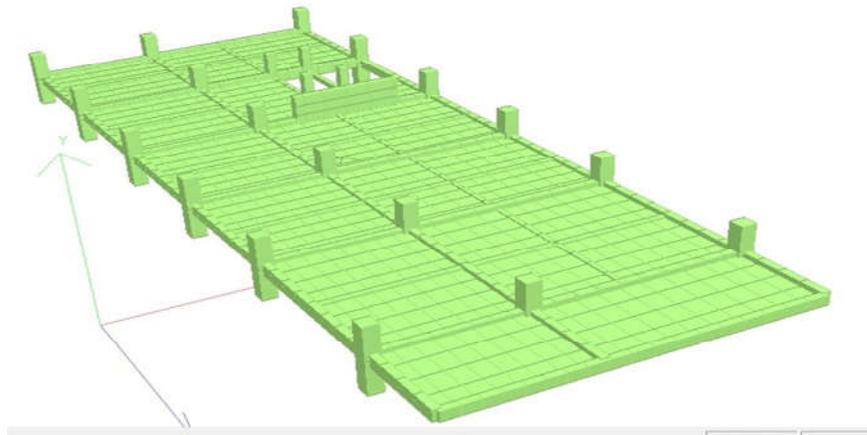
Gambar 3.12 Render hasil potongan berat bangunan lantai 5 hasil output

Running staad Pro

Sumbu yang dipakai untuk menentukan pusat massa adalah hanya sumbu X dan Z saja karena menggunakan 3D pada Staad Pro.

3.7.5 Pusat masa (center of mass) Pada lantai 6

Pusat massa pada lantai 6 telah dihitung oleh software atau program bantu computer Staad Pro 2004 yaitu pada selfweight. Dan berat bangunan tiap lantainya didapatkan pada potongan struktur penuh yaitu setelah dirunning seperti terlihat pada gambar berikut ini.



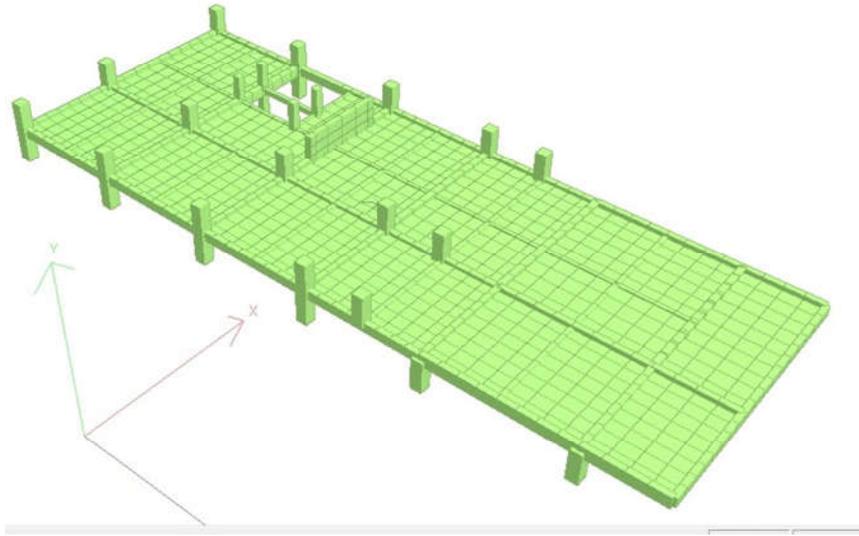
Gambar 3.13 Render hasil potongan berat bangunan lantai 6 hasil output

Running staad Pro

Sumbu yang dipakai untuk menentukan pusat massa adalah hanya sumbu X dan Z saja karena menggunakan 3D pada Staad Pro.

3.7.6 Pusat masa (center of mass) Pada lantai 7

Pusat massa pada lantai 7 telah dihitung oleh software atau program bantu computer Staad Pro 2004 yaitu pada selfweight. Dan berat bangunan tiap lantainya didapatkan pada potongan struktur penuh yaitu setelah dirunning seperti terlihat pada gambar berikut ini.



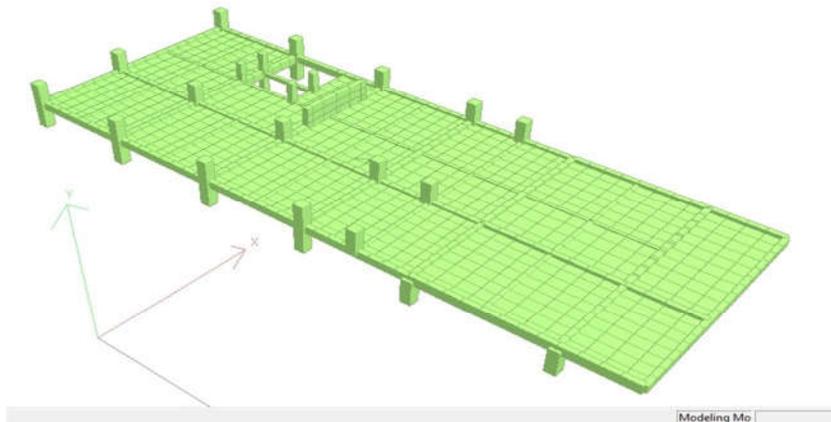
Gambar 3.14 Render hasil potongan berat bangunan lantai 7 hasil output

Running staad Pro

Sumbu yang dipakai untuk menentukan pusat massa adalah hanya sumbu X dan Z saja karena menggunakan 3D pada Staad Pro.

3.7.7 Pusat masa (center of mass) Pada lantai 8

Pusat massa pada lantai 8 telah dihitung oleh software atau program bantu computer Staad Pro 2004 yaitu pada selfweight. Dan berat bangunan tiap lantainya didapatkan pada potongan struktur penuh yaitu setelah dirunning seperti terlihat pada gambar berikut ini.

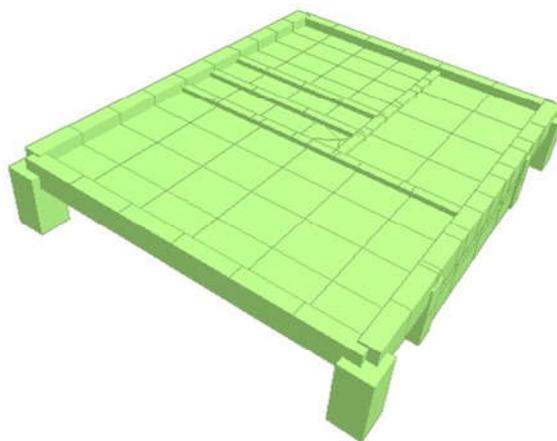


Gambar 3.15 Render hasil potongan berat bangunan lantai 8 hasil output

Running staad Pro

Sumbu yang dipakai untuk menentukan pusat massa adalah hanya sumbu X dan Z saja karena menggunakan 3D pada Staad Pro.

3.7.8 Pusat masa (center of mass) Pada lantai atap



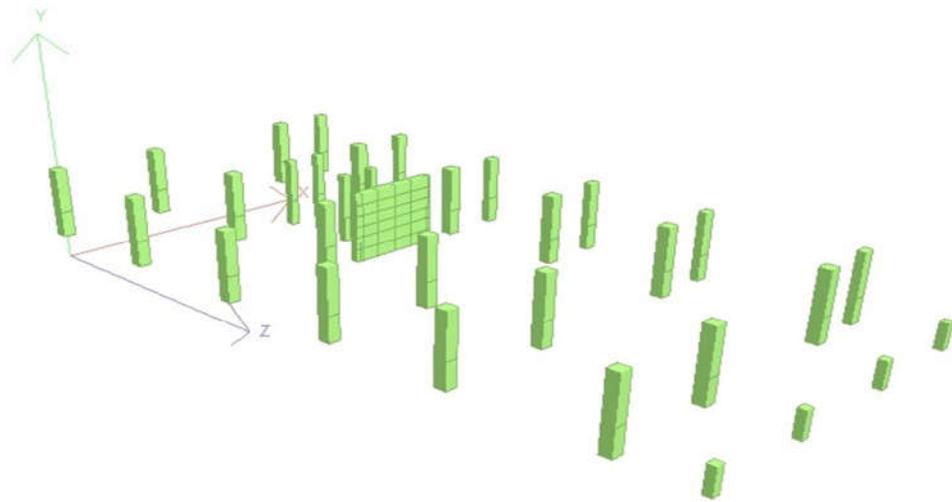
Gambar 3.16 Render hasil potongan berat bangunan lantai atap hasil output

Running staad Pr

3.8 Gambar dan Perhitungan Pusat kekakuan (Center of Rigidity)

3.8.1 Pusat kekakuan (Center of Regidity) Pada lantai 2

Pusat massa pada lantai 2 telah dihitung oleh software atau program bantu computer Staad Pro 2004 yaitu pada selfweight. Dan berat bangunan tiap lantainya didapatkan pada potongan struktur penuh yaitu setelah dirunning seperti terlihat pada gambar berikut ini.

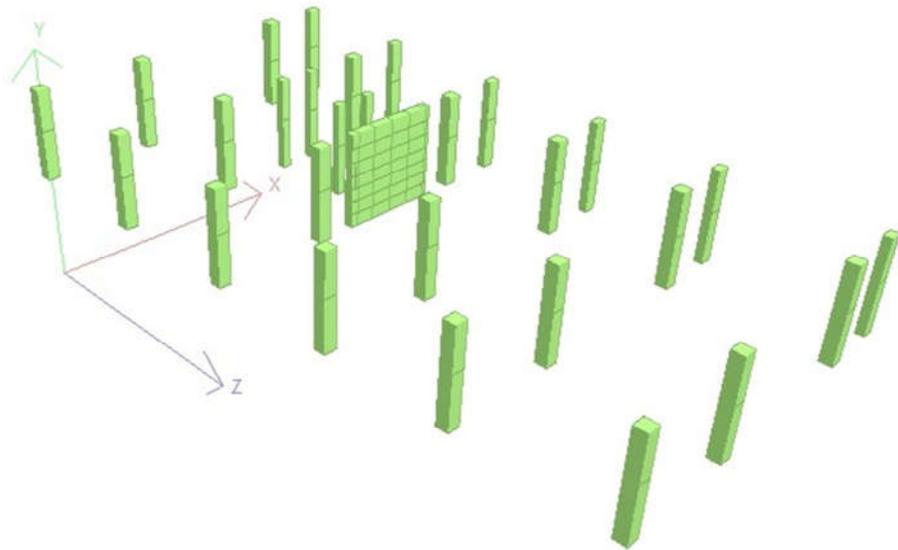


Gambar 3.17. Render hasil potongan berat bangunan lantai 2

Sumbu yang dipakai untuk menentukan pusat massa adalah hanya sumbu X dan Z saja karena menggunakan 3D pada Staad Pro.

3.8.2 Pusat kekakuan (Center of Rigidity) Pada lantai 3

Pusat massa pada lantai 3 telah dihitung oleh software atau program bantu computer Staad Pro 2004 yaitu pada selfweight. Dan berat bangunan tiap lantainya didapatkan pada potongan struktur penuh yaitu setelah dirunning seperti terlihat pada gambar berikut ini.

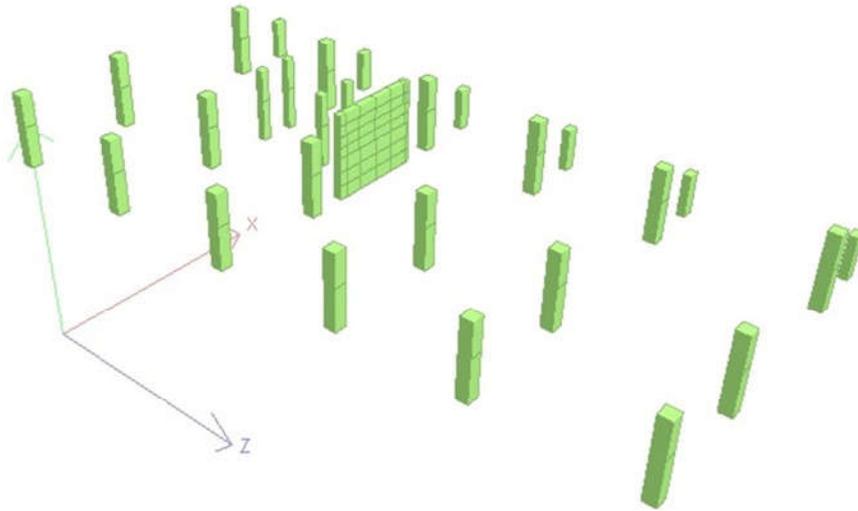


Gambar 3.18. Render hasil potongan berat bangunan lantai 3

Sumbu yang dipakai untuk menentukan pusat massa adalah hanya sumbu X dan Z saja karena menggunakan 3D pada Staad Pro.

3.8.3 Pusat kekakuan (Center of Rigidity) Pada lantai 4

Pusat massa pada lantai 4 telah dihitung oleh software atau program bantu computer Staad Pro 2004 yaitu pada selfweight. Dan berat bangunan tiap lantainya didapatkan pada potongan struktur penuh yaitu setelah dirunning seperti terlihat pada gambar berikut ini.

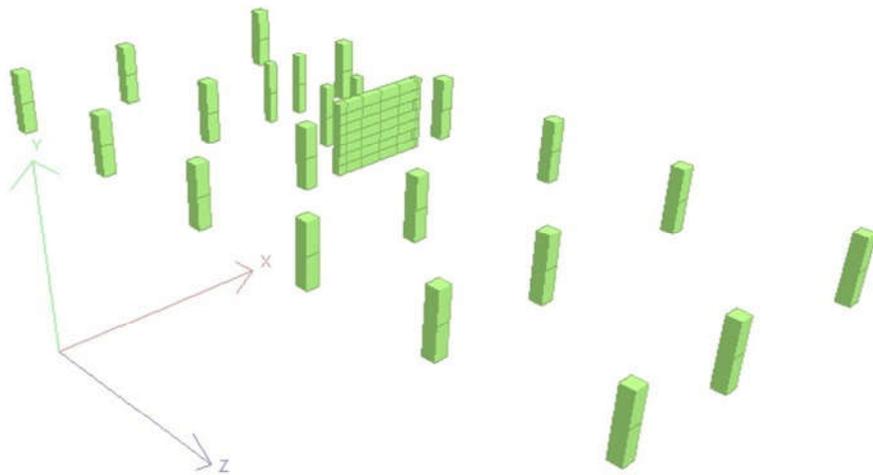


Gambar 3.19. Render hasil potongan berat bangunan lantai 4

Sumbu yang dipakai untuk menentukan pusat massa adalah hanya sumbu X dan Z saja karena menggunakan 3D pada Staad Pro.

3.8.4 Pusat kekakuan (Center of Rigidity) Pada lantai 5

Pusat massa pada lantai 5 telah dihitung oleh software atau program bantu computer Staad Pro 2004 yaitu pada selfweight. Dan berat bangunan tiap lantainya didapatkan pada potongan struktur penuh yaitu setelah dirunning seperti terlihat pada gambar berikut ini.

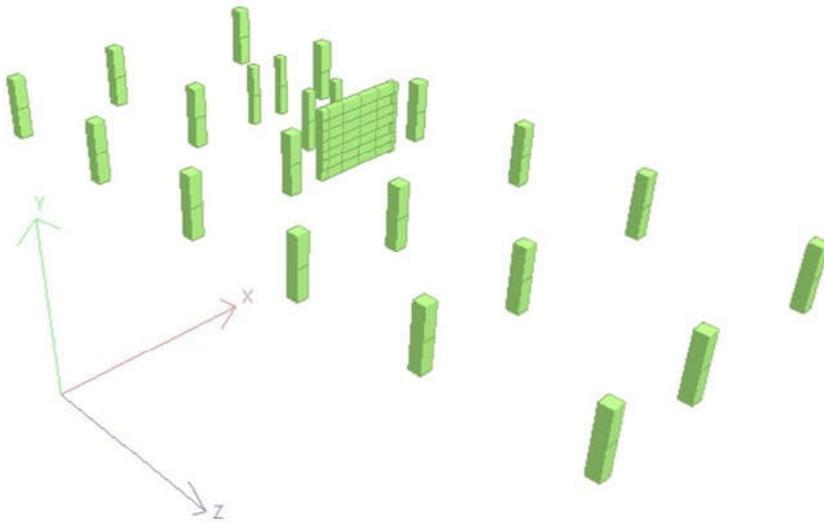


Gambar 3.20. Render hasil potongan berat bangunan lantai 5

Sumbu yang dipakai untuk menentukan pusat massa adalah hanya sumbu X dan Z saja karena menggunakan 3D pada Staad Pro.

3.8.5 Pusat kekakuan (Center of Rigidity) Pada lantai 6

Pusat massa pada lantai 6 telah dihitung oleh software atau program bantu computer Staad Pro 2004 yaitu pada selfweight. Dan berat bangunan tiap lantainya didapatkan pada potongan struktur penuh yaitu setelah dirunning seperti terlihat pada gambar berikut ini.

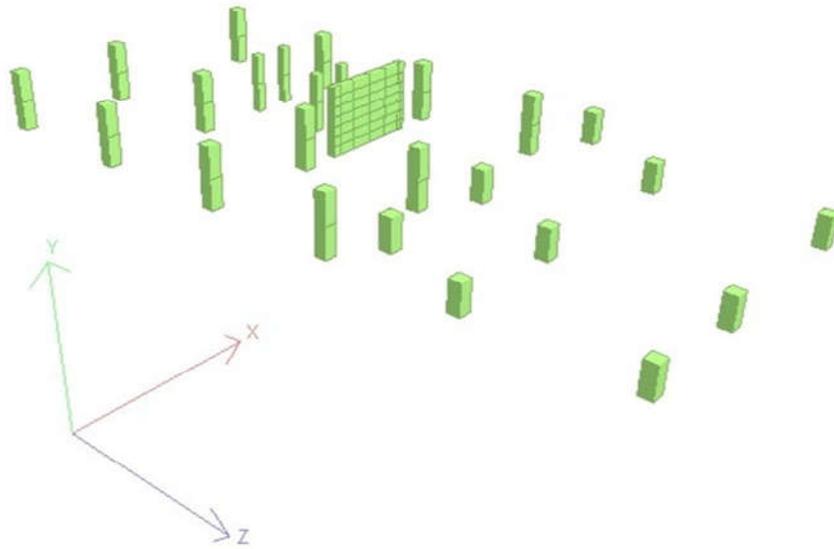


Gambar 3.21. Render hasil potongan berat bangunan lantai 6

Sumbu yang dipakai untuk menentukan pusat massa adalah hanya sumbu X dan Z saja karena menggunakan 3D pada Staad Pro.

3.8.6 Pusat kekakuan (Center of Rigidity) Pada lantai 7

Pusat massa pada lantai 7 telah dihitung oleh software atau program bantu computer Staad Pro 2004 yaitu pada selfweight. Dan berat bangunan tiap lantainya didapatkan pada potongan struktur penuh yaitu setelah dirunning seperti terlihat pada gambar berikut ini.

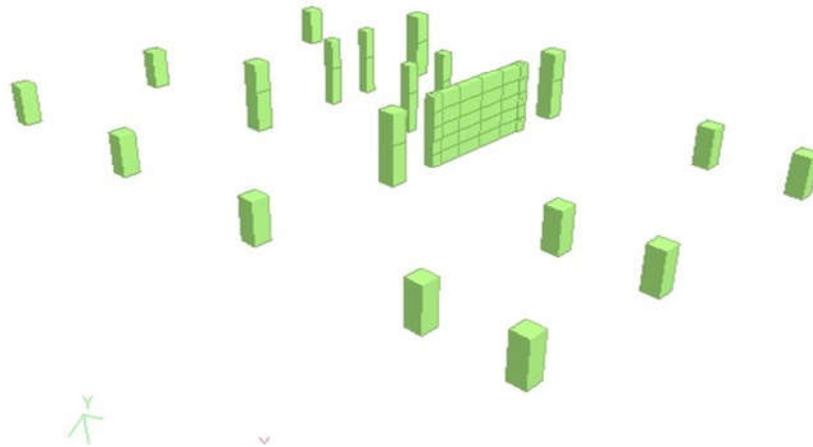


Gambar 3.22. Render hasil potongan berat bangunan lantai 7

Sumbu yang dipakai untuk menentukan pusat massa adalah hanya sumbu X dan Z saja karena menggunakan 3D pada Staad Pro.

3.8.7 Pusat kekakuan (Center of Rigidity) Pada lantai 8

Pusat massa pada lantai 8 telah dihitung oleh software atau program bantu computer Staad Pro 2004 yaitu pada selfweight. Dan berat bangunan tiap lantainya didapatkan pada potongan struktur penuh yaitu setelah dirunning seperti terlihat pada gambar berikut ini.

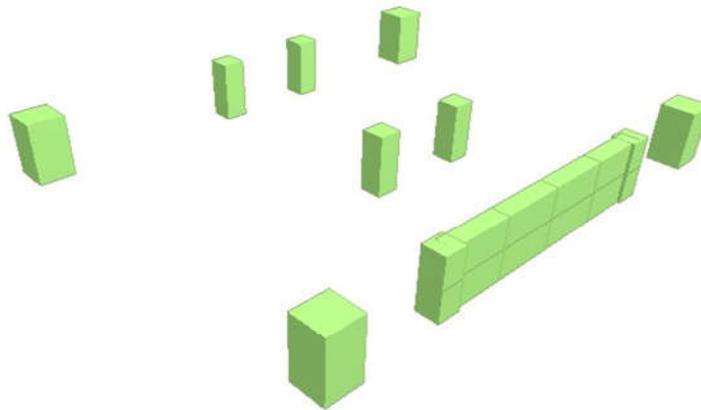


Gambar 3.23. Render hasil potongan berat bangunan lantai 8

Sumbu yang dipakai untuk menentukan pusat massa adalah hanya sumbu X dan Z saja karena menggunakan 3D pada Staad Pro.

3.8.8 Pusat kekakuan (Center of Rigidity) Pada lantai atap

Pusat massa pada lantai atap telah dihitung oleh software atau program bantu computer Staad Pro 2004 yaitu pada selfweight. Dan berat bangunan tiap lantainya didapatkan pada potongan struktur penuh yaitu setelah dirunning seperti terlihat pada gambar berikut ini.



Gambar 3.24. Render hasil potongan berat bangunan lantai atap

Tabel 3.1 Pusat Massa (CM) Tiap Lantai

Lantai	Berat tiap lantai (Kg)	Koordinat per lantai (m)	
		X	Z
Lantai 1	446844	8.11	18.32
Lantai 2	428694	8.19	16.8
Lantai 3	430661	7.99	18.61
Lantai 4	325036	7.08	18.35
Lantai 5	325036	7.08	18.35
Lantai 6	319706	7.08	18.11
Lantai 7	192689	7.18	11.55
Lantai atap	40899	4.23	3.7
total	2509565		

Tabel 3.2 Pusat Kekakuan (CR) Tiap Lantai

Lantai	Koordinat per lantai (m)	
	X	Z
Lantai 1	8.84	15.9
Lantai 2	8.85	15.42
Lantai 3	8.37	15.33
Lantai 4	7.58	15.27
Lantai 5	7..58	15.27
Lantai 6	7.6	13.93
Lantai 7	8.18	12.02
Lantai atap	4.24	4.64

Keterangan :

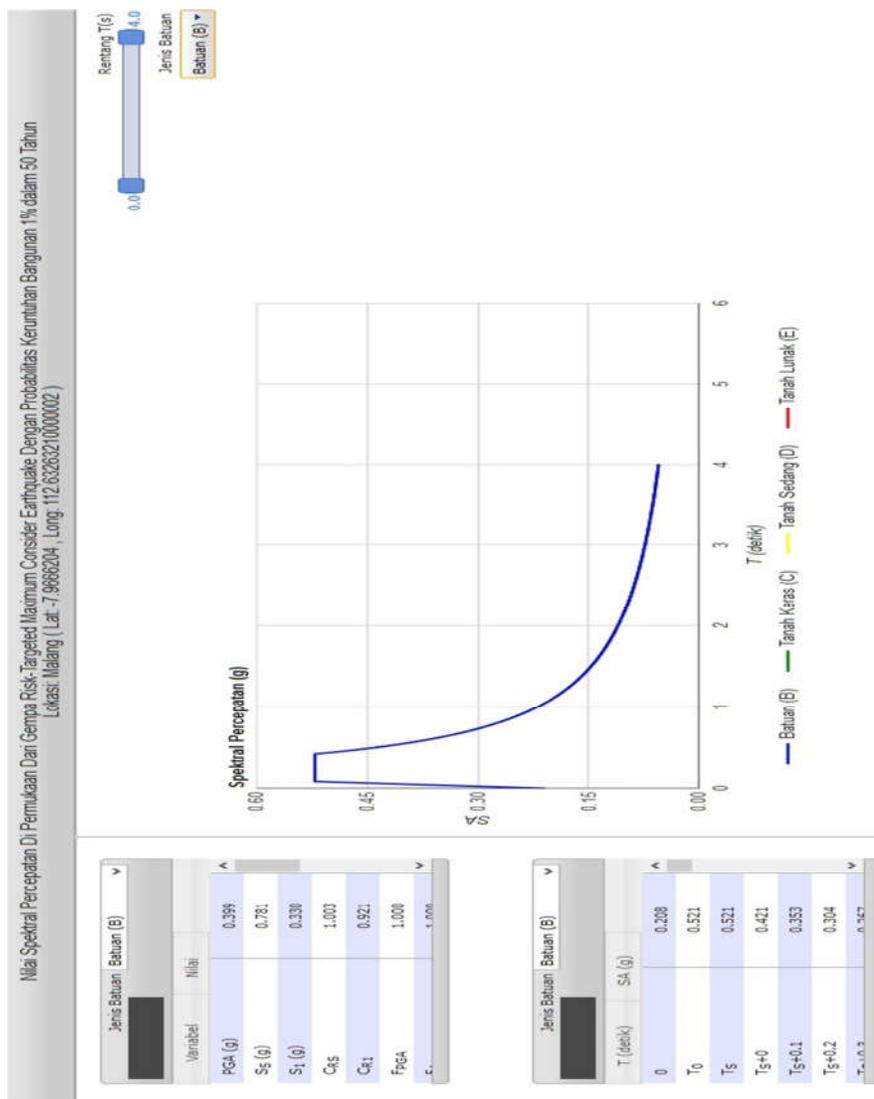
Nilai koordinat pusat kekakuan (CR) berbeda dengan nilai koordinat pada pusat massa lantai (CM) sehingga akan terjadi Mode Shape Puntir (Torsional Mode Shape) pada struktur ketika di landa beban gempa dengan Skala Rither yang tinggi.

3.9 Perhitungan Beban Gempa

1. Menentukan nilai S_s (Respon Spektra percepatan 0.2 detik) dan S_l (Respon Spektra percepatan 0.1 detik)

-lokasi gedung : kota malang

-Data di dapat dari : puskim.pu.go.id



Gambar 3.6 Nilai Spektrum Percepatan Gempa di Kota Malang

Maka didapat $S_s = 0.781 \text{ g}$

$S_1 = 0.330 \text{ g}$

2. Menentukan Kategori Resiko Bangunan dan faktor, I_e

Fungsi bangunan : Hotel maka termasuk kategori resiko II (tabel 2.4) dan
 Facto keutamaan gempa adalah (I_e) 1 (tabel 2.5)

3 Menentukan Kategori Desain Seismikc (KDS)

Kelas Situs	\bar{v}_z (m/detik)	\bar{N} atau \bar{N}_{ch}	\bar{s}_u (kPa)
SA (batuan keras)	> 1500	N/A	N/A
SB (batuan)	750 sampai 1500	N/A	N/A
SC (tanah keras, sangat padat dan batuan lunak)	350 sampai 750	>50	≥ 100
SD (tanah sedang)	175 sampai 350	15 sampai 50	50 sampai 100
SE (tanah lunak)	< 175	<15	< 50
Atau setiap profil tanah yang mengandung lebih dari 3 m tanah dengan karakteristik sebagai berikut : <ol style="list-style-type: none"> 1. Indeks plastisitas, $PI > 20$, 2. Kadar air, $w \geq 40 \%$, dan 3. Kuat geser niralir $\bar{s}_u < 25kPa$ 			
SF (tanah khusus, yang membutuhkan investigasi geoteknik spesifik dan analisis respons spesifik-situs yang mengikuti Pasal 6.9.1) Keterangan: N/A = tidak dapat dipakai	Setiap profil lapisan tanah yang memiliki salah satu atau lebih dari karakteristik berikut: <ul style="list-style-type: none"> - Rawan dan berpotensi gagal atau runtuh akibat beban gempa seperti mudah likuifaksi, lempung sangat sensitif, tanah tersementasi lemah, - Lempung sangat organik dan/atau gambut (ketebalan $H > 3$ m), - Lempung berplastisitas sangat tinggi (ketebalan $H > 7,5$ m dengan Indeks Plasitisitas, $PI > 75$), - Lapisan lempung lunak/medium kaku dengan ketebalan $H > 35$ m dengan $s_u < 50$ kPa. 		

Sumber : Pasal 5.3 SNI 1726 :2012

Tabel 3.1 Klasifikasi Situs

4. Menentukan Koefisien Situs F_a dan F_v

Untuk tanah di daerah malang = tanah sedang (SD)

Koefisien situs F_a

- $0.75 S_s = 1,1$ (tabel 2.1 hal)
- $0.781 S_s = F_a$
- $1 S_s = 1$ (tabel 2.1 hal)

Koefisien situs F_v

- Untuk tanah di daerah malang = tanah sedang (SD)
- $0.3 S_1 = 1.5$ (tabel 2.2)

- $0.330 S_1 = F_a$
- $0.4 S_1 = 1.0$ (tabel 2.2)

5. Menentukan Nilai S_{DS} dan S_{DI}

$$\begin{aligned}
 S_{DS} &= 2/3 F_a \cdot S_s & S_{DI} &= 2/3 F_v \cdot S_1 \\
 &= 2/3 \times 1.1 \times 0.781 & &= 2/3 \times 1.5 \times 0.330 \\
 &= 0.573 \text{ g} & &= 0.33 \text{ g}
 \end{aligned}$$

6. Membuat Spektrum Respon Disain

$$\begin{aligned}
 T_o &= 0,2(S_{DI}/ S_{DS}) & T_s &= (S_{DI}/ \\
 S_{DS}) & & & \\
 &= 0,2(0.33/0.573) & &= \\
 0.33/0.553 & & & \\
 &= 0.115 & &= 0.596
 \end{aligned}$$

Perkiraan perioda fundamental alami

Untuk struktur dengan ketinggian < 12 tingkat dimana sistem penahan gaya seismik terdiri dari rangka penahan momen beton atau baja secara keseluruhan dan tinggi tingkat paling sedikit 3 m :

$$T_a = 0.1 N \quad \text{Dimana : } N = \text{Jumlah tingkat}$$

$$T_a = 0,1 \cdot 7$$

$$= 0.7$$

Batas Periode maksimum

$T_{\max} = C_u T_a$ Dimana : C_u = Koefisien batas atas pada periode yang dihitung

$S_{DS} = 0.553$ maka $C_u = 1,4$

Parameter percepatan respons spektral desain pada 1 detik, S_{D1}	Koefisien C_u
$\geq 0,4$	1,4
0,3	1,4
0,2	1,5
0,15	1,6
$\leq 0,1$	1,7

Tabel 3.2 Koefisien untuk Batas Atas Pada Periode yang Dihitung

Tipe struktur	C_t	x
Sistem rangka pemikul momen di mana rangka memikul 100 persen gaya gempa yang disyaratkan dan tidak dilingkupi atau dihubungkan dengan komponen yang lebih kaku dan akan mencegah rangka dari defleksi jika dikenai gaya gempa:		
Rangka baja pemikul momen	0,0724 ^a	0,8
Rangka beton pemikul momen	0,0466 ^a	0,9
Rangka baja dengan bresing eksentris	0,0731 ^a	0,75
Rangka baja dengan bresing terkekang terhadap tekuk	0,0731 ^a	0,75
Semua sistem struktur lainnya	0,0488 ^a	0,75

Tabel 3.3 Nilai Parameter Pendekatan C_t dan x

- Tipe struktur penahan gaya lateral x dan arah y adalah dinding geser maka termasuk tipe semua sistem struktur lainnya.

$$T_a = C_t \cdot h_n^x$$

Arah X- (sistem struktur lainnya)

$$C_t = 0.0488$$

$$h_n = 29.3 \text{ m}$$

$$x = 0.75$$

Maka

$$\begin{aligned} T_a &= 0.0488 \times 29.3^{0.75} \\ &= 0.614 \text{ Detik} \end{aligned}$$

$$T_{\max} = C_u \cdot T_a$$

$$\begin{aligned} T_{\max_1} &= 1.4 \times 0.554 \\ &= 0.859 \text{ Detik} \end{aligned}$$

Maka

$$T_1 = 0.859 \text{ detik}$$

$$T_2 = 0.614 \text{ detik}$$

Arah X- (sistem struktur

$$C_t = 0.0488$$

$$h_n = 29.3 \text{ m}$$

$$x = 0.75$$

Maka

$$\begin{aligned} T_a &= 0.0488 \times 29.3^{0.75} \\ &= 0.614 \text{ Detik} \end{aligned}$$

$$T_{\max_2} = 1.4 \times 0.554$$

$$= 0.859 \text{ Detik}$$

7. Batasan Penggunaan Prosedur Analisis Gaya Lateral Ekuivalen (ELV)

$$\begin{aligned} \text{Cek } T_s &= \frac{S_{D1}}{S_{DS}} \\ &= \frac{0.33}{0.573} \\ &= 0.575 \end{aligned}$$

Menentukan Faktor R, C_d dan

Menurut pasal 7.2.2 SNI 1726 :2012 untuk dinding geser beton bertulang khusus didapat faktor faktor antara lain

$$R \text{ (Koefisien modifikasi Respons)} = 6,5$$

$$\Omega_0 \text{ (Faktor Kuat lebih sistem)} = 2,5$$

$$C_d \text{ (Faktor kuat lebih sistem)} = 5$$

8. Menghitung Nilai Base Shear

$$V = C_s \cdot W$$

Dimana : C_s = koefisien respon seismik

W = Berat seismik efektif

$$C_s = \frac{S_{DS}}{\left(\frac{R}{I_e}\right)} = \frac{0.573}{\left(\frac{6.5}{1}\right)} = 0.088$$

$$C_s \text{ max} = \frac{S_{D1}}{T\left(\frac{R}{I_e}\right)}$$

$$C_s \text{ x} = \frac{0.33}{0.859\left(\frac{6.5}{1}\right)} = 0.059$$

$$C_s \text{ y} = \frac{0.33}{0.614\left(\frac{6.5}{1}\right)} = 0.083$$

disimpulkan nilai C_s yang dipakai 0.059

$$\begin{aligned} C_s \text{ min} &= 0.044 S_{DS} I_e \geq 0.01 \\ &= 0.044 \times 0.573 \times 1 \geq 0.01 \\ &= 0.03 \geq 0.01 \quad (\text{OK}) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Maka nilai } V_x &= 0,055 \cdot W \\ &= 0,055 \cdot 2509565 \text{ kg} \\ &= 138026.07 \text{ Kg} \\ V_y &= 0,055 \cdot W \\ &= 0,055 \cdot 2509565 \text{ kg} \\ &= 138026.07 \text{ Kg} \end{aligned}$$

9. Menghitung gaya gempa lateral F_x

$$T_x = 0.859 \text{ melalui interpolasi didapat } k = 1.112$$

$$T_y = 0.614 \text{ melalui interpolasi didapat } k = 1.223$$

$$V_x = 138026.07 \text{ kg}$$

$$V_y = 138026.07 \text{ kg}$$

no	Tingkat	Zi(m)	Wi(kN)	$W_i x h_i^k (kNm)$	$V_x = V_z$	$F_x (kN)$
1	atap	29.3	40899	35111382.51	138026.07	8721.79
2	7	26.8	192689	13839647.4	138026.07	3437.82
3	6	23.4	319706	175058217.4	138026.07	43485.09
4	5	20	325036	130014400	138026.07	32296.04
5	4	16.6	325036	89566920.16	138026.07	22248.74
6	3	13.2	430661	75038372.64	138026.07	18639.80
7	2	8.7	428694	32447848.86	138026.07	8060.16
8	1	3.2	446844	4575682.56	138026.07	1136.62
9	total			555652471.5		138026.07

no.lantai	Beban gempa arah X, reduksi 30%	Beban gempa arah Z, reduksi 100%
atap	2616.54 kg	8721.79 kg
lantai 7	1031.35 kg	3437.82 kg
lantai 6	13045.53 kg	43485.09 kg
lantai 5	9688.81 kg	32296.04 kg
lantai 4	6674.62 kg	22248.74 kg
lantai 3	5591.94 kg	18639.8 kg
lantai 2	2418.05 kg	8060.16 kg
lantai 1	340.99 kg	1136.62 kg

3.10 Menentukan eksentrisitas rencana

1. Mencari pusat masa pada setiap masing- masing lantai dengan menggunakan program bantu Staad pro. Berikut tabel titik kekakuan setiap lantai.

No	Lantai	Koordinat Global	
		X	Z
1	1	8.89	18.32
2	2	8.19	16.8
3	3	7.99	18.61
4	4	7.08	18.35
5	5	7.08	18.35
6	6	7.08	18.11
7	7	7.18	11.55
8	atap	4.23	3.7

2. Mencari pusat kekakuan pada setiap masing- masing lantai dengan menggunakan program bantu Staad pro. Maka didapat koordinat titik kekakuan didapat sebagai berikut

No	Lantai	Koordinat Global	
		X	Z
1	1	8.84	15.9
2	2	8.85	15.42
3	3	8.37	15.33
4	4	7.58	15.27
5	5	7.58	15.27
6	6	7.6	13.93
7	7	8.18	12.02
8	atap	4.24	4.64

1. Mencari eksentrisitas rencana ed

Untuk menghitung nilai e (eksentrisitas) pada perhitungan ed (eksentrisitas tambahan) dihitung sebagai berikut :

$e = \text{Nilai koordinat X pada pusat massa} - \text{koordinat x pada pusat kekakuan}$

Hasil e ini hanya berlaku untuk perhitungan pada koordinat ex. Untuk menilai eksentrisitas arah z menggunakan cara yang sama seperti ex perbedaannya hanya koordinat yang ditinjau ialah koordinat Z juga sama hasil

Untuk nilai eksentrisitas $0 < e < 0,3 b$

$$ed = 1,5 e + 0,05 b \text{ atau } ed = e - 0,05 b$$

Untuk $e \geq 0,3 b$

$$ed = 1,33 e + 0,1 b \text{ atau } ed = 1,17 e - 0,1 b$$

Di ketahui $b_x = 18.2 \text{ m}$

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

Untuk eksentrisitas arah x

$$\text{eksentrisitas} = 8.89 - 8.84$$

$$= 0,05$$

$$e_x = 0 < e < 0,3 b$$

$$= 0 < 0,05 < 0,3 \times 18,2$$

$$= 0 < 0,05 < 5.46$$

$$\text{Maka } e_d = 1,5 e + 0,05 b$$

$$= 1,5 \times 0.05 + 0,05 \times 18.2$$

$$= 0.985$$

$$e_d = e - 0,05 b$$

$$= 0.05 - 0,05 \times 18.2$$

$$= -0.86$$

LT	MZ		MX		FZ		FX		FY	
	(+)	(-)	(+)	(-)	(+)	(-)	(+)	(-)	(+)	(-)
	kgm	kgm	kgm	kgm	kg	kg	kg	kg	kg	kg
1	487.577	463.577	126.406	126.406	5869.41	5860.625	51,860.05	51,528.51	43000.796	42825.358
2	291.292	312.915	51.555	51.555	6332.32	6287.494	44,648.91	44,078.05	22560.86	19798.171
3	1118.307	759.788	253.02	253.02	6090.897	6090.897	393,994.47	389,323.79	49058.062	48952.527
4	975.258	699.629	69.098	69.098	25128.69	25128.69	279,939.46	279,411	31885.902	31366.932
5	970.69	701.91	70.847	70.847	16316.93	16316.93	187,237.34	183,708.36	31722.127	31203.157
6	964.385	705.064	73.733	73.733	28482.72	28482.72	107,608.69	104,079.73	31522.787	31003.82
7	235.439	208.276	27.652	15.151	7815.42	7815.42	45132.17	41015.044	18931.519	18870.974
ATAP	111.135	96.868	13.802	13.802	3183.118	3183.118	19433.335	19145.021	14616.489	14480.943
Hasil Momen Dan Gaya geser Maksimum Yang di olah oleh Program Bantu Staad Pro										

Gambar 3.6 Momen Dan Gaya Geser Maksimum