

BAB V

ANALISA DINDING GESER

5.1. PENGERTIAN DINDING GESER

Sebuah dinding geser atau *shear wall* merupakan dinding yang dirancang untuk menahan geser, gaya lateral akibat gempa bumi. Banyak bangunan mandat penggunaan dinding geser untuk membuat rumah yang lebih aman dan lebih stabil, dan belajar tentang dinding geser adalah bagian penting dari pendidikan arsitektur. Arsitek diwajibkan untuk berpikir tentang dinding geser dan fitur-fitur keselamatan lain ketika mereka merancang struktur, sehingga mereka dapat mengakomodasi dinding untuk membuat struktur suara sementara juga estetis menyenangkan.

Ketika dinding geser dibangun, itu dibangun dalam bentuk garis berat menguatkan dan diperkuat panel. Di beberapa daerah, dinding geser yang dikenal sebagai garis dinding bersiap karena alasan ini. Dinding idealnya menghubungkan dua dinding eksterior, dan juga penahan dinding geser lainnya dalam struktur. Menguatkan dicapai dengan tanda kurung dan logam berat balok kayu atau dukungan yang menjaga dinding geser kuat dan kokoh.

Dinding geser yang efektif adalah baik kaku dan kuat. Kekakuan saja tidak akan cukup, sebagai sesuatu yang kaku, semakin rapuh adalah menjadi; seorang cracker, misalnya, kaku, tapi Anda tidak bisa mengandalkan dalam gempa bumi. Kekuatan sendiri juga tidak cukup, karena benda-benda dapat sangat kuat, tapi masih sangat memberi. Sebuah kaku, dinding yang kuat, di sisi lain, melawan pasukan lateral sementara memberikan dukungan.

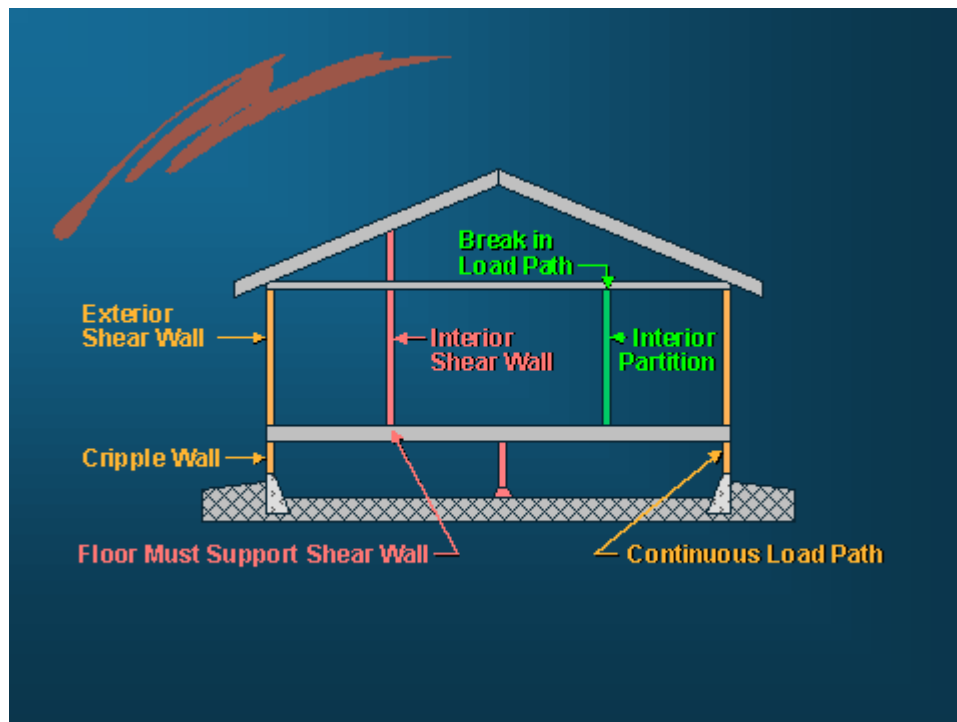
Dalam struktur bertingkat, dinding geser sangat penting, karena selain untuk mencegah kegagalan dinding eksterior, mereka juga mendukung beberapa lantai gedung, memastikan bahwa mereka tidak runtuh akibat gerakan lateral dalam gempa bumi. Ketika sebuah bangunan memiliki kisah tanpa dinding geser, atau dengan ditempatkan buruk dinding geser, diketahui sebagai

suatu bangunan cerita lembut, referensi gagasan bahwa cerita tanpa penguatan akan menjadi lembut dan rentan dalam krisis.

Karena dinding geser struktural di alam, mereka tidak dapat dipindahkan atau dipotong. Ini adalah masalah penting yang perlu dipertimbangkan ketika membangun struktur dari bawah ke atas; itu ide yang baik untuk memikirkan bagaimana menggunakan ruang mungkin berubah, untuk memastikan bahwa dinding geser tidak menjadi gangguan kemudian. Bagi orang-orang membeli rumah dan berpikir tentang renovasi, mencari tahu yang geser dinding dinding dan yang tidak adalah sangat bijak untuk dilakukan sebelum membeli, dalam kasus rencana renovasi bergantung pada penghapusan dinding yang tidak dapat disentuh.

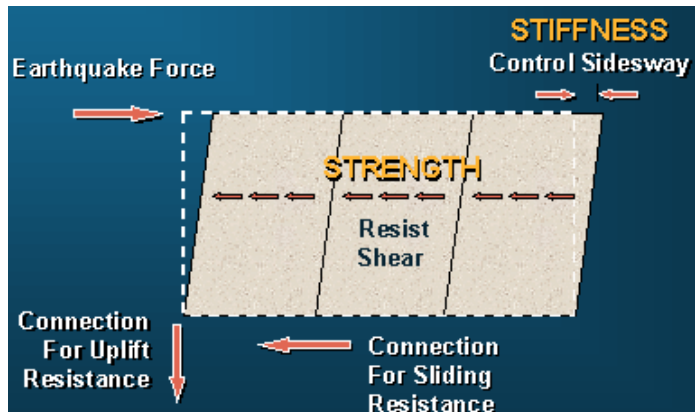
Cara menempatkan *shear wall* yang baik yaitu :

- Dinding geser harus ditempatkan pada setiap tingkat struktur termasuk crawl space.
 - Dinding geser harus menciptakan struktur kotak
 - Catatan dinding geser di setiap sudut dan di antara sudut-sudut, dengan semacam semen di antara
 - Agar efektif, dinding geser harus sama panjang dan ditempatkan secara simetris di keempat dinding eksterior bangunan.
 - Perhatikan bagaimana dinding geser merata
 - Selama dimensi kotak yang 3:1, Anda hanya perlu khawatir tentang dinding luar
 - EGS.: 25-kaki sebuah bangunan dengan lebar diagonal konvensional tidak akan memerlukan bahan pelapis interior dinding geser sampai melebihi panjangnya 75 kaki kecuali kekuatan atau kekakuan dari dinding geser eksterior tidak memadai.
 - Dinding geser harus ditambahkan ke interior bangunan:
 - ketika dinding eksterior tidak dapat memberikan kekuatan dan kekakuan yang cukup atau
 - ketika diperbolehkan rasio span-lebar untuk lantai atau atap diafragma yang telah terlampaui



- Penting bahwa dinding geser align secara vertikal
 - Dinding geser yang paling efisien ketika mereka align vertikal dan didukung pada dinding atau footings dasar.
 - Ketika dinding geser tidak align, bagian lain dari bangunan akan memerlukan penguatan tambahan.
 - Contoh: Pertimbangkan dinding interior didukung oleh lebih dari satu subfloor crawl space pijakan tanpa terus-menerus di bawah dinding. Untuk digunakan sebagai dinding geser, maka subfloor dan koneksi akan harus diperkuat di dekat dinding.
 - Untuk konstruksi baru:
 - tebal kayu lapis atau
 - memaku dan koneksi tambahan dapat ditambahkan.
 - Retrofit kerja: konstruksi lantai yang ada tidak mudah berubah.
 - bekerja paling retrofit menggunakan dinding dengan footings kontinu di bawah mereka sebagai dinding geser.

5.2. FUNGSI DINDING GESER



Fungsi dinding geser ada dua, yaitu kekuatan dan kekakuan, artinya :

- Kekuatan
 - Dinding geser harus memberikan kekuatan lateral yang diperlukan untuk melawan kekuatan gempa horizontal.
 - Ketika dinding geser cukup kuat, mereka akan mentransfer gaya horizontal ini ke elemen berikutnya dalam jalur beban di bawah mereka, seperti dinding geser lainnya, lantai, pondasi dinding, lembaran atau footings.
- Kekakuan
 - Dinding geser juga memberikan kekakuan lateral untuk mencegah atap atau lantai di atas dari sisi-goyangan yang berlebihan.
 - Ketika dinding geser cukup kaku, mereka akan mencegah membingkai lantai dan atap anggota dari bergerak dari mendukung mereka.
 - Juga, bangunan yang cukup kaku biasanya akan menderita kerusakan kurang nonstruktural.

5.3. ANALISA DINDING GESER

A. Analisa Idealisasi

Sebelum melihat idealisations analitis kita harus mempertimbangkan dalam konteks dinding geser beton. Jika defleksi dan distribusi kekuatan yang penting bagi Kita maka Kita perlu untuk mendapatkan semua aspek model Kita benar, ini berarti:

- akurat sifat-sifat material untuk setiap anggota.
- Akurat bagian properti untuk setiap anggota.
- susunan baik anggota idealisir fisik secara keseluruhan geometri.

BS8110 menunjukkan adanya berbagai properti untuk beton kelas tertentu (Untuk jangka pendek Misalnya, Young modulus grade C40 beton disarankan sebagai di suatu tempat antara 22 dan 34kN/mm). Hal ini kemudian perlu disesuaikan untuk memungkinkan untuk load durasi (dan mungkin faktor-faktor lain juga). Bagian kotor sifat dari unsur-unsur dapat perlu disesuaikan untuk memungkinkan retak. Oleh karena itu ada banyak penilaian terlibat dalam pemilihan bagian dan sifat-sifat material, hal ini secara langsung mempengaruhi hasil dan harus diingat ketika memperdebatkan seluk-beluk dan manfaat relatif dari alternative model ideal: studi sensitivitas mungkin sesuai. Jika defleksi bukan merupakan kepedulian dan tujuannya adalah untuk menghasilkan kekuatan desain kemudian BS8110 logis menunjukkan bahwa bagian konsisten dan sifat-sifat material harus digunakan dalam analisis. Ini pendekatan yang diambil dalam catatan teknis ini, jadi walaupun defleksi digunakan sebagai dasar utama perbandingan, hanya untuk menunjukkan bahwa model (atau idealisations) adalah sama.

Sesuai dengan SK SNI T-15-1992-03 pasal 3.1.5 (1), Modulus Elastisitas beton (E_c) untuk beton normal adalah $4700 \sqrt{f'_c}$, sedangkan Modulus Elastisitas baja tulangan non-pratekan menurut SK SNI T-15-1992-03 pasal 3.1.5 (2) adalah 200000 Mpa (2.105 Mpa).

a. Analisis pembebanan

Menurut Pedoman Perencanaan Pembebanan Untuk Rumah dan Gedung (PPPURG 1987), struktur gedung harus direncanakan kekuatannya terhadap

pembebanan yang diakibatkan oleh beban mati (D), beban hidup (L), beban angin (W), beban gempa (E), dan beban khusus (K). Adapun beban-beban yang ditinjau dalam tugas akhir ini hanya meliputi beban mati, beban hidup, beban angin dan beban gempa. Pada desain bangunan gedung Rumah Susun Sederhana Sewa (Rusunawa) beban khusus tidak diperhitungkan, sedangkan beban angin hanya diperhitungkan pada desain konstruksi atap saja, dengan kombinasi pembebanan yang harus ditinjau sesuai dengan Pedoman Perencanaan Pembebanan Untuk Rumah dan Gedung (PPPURG 1987) pasal 2.1 (2), sebagai berikut :

Pembebanan Tetap : $D + L$

Pembebanan Sementara : $D + L + W$

$D + L + E$

Pembebanan Khusus : $D + L + K$

$D + L + W + K$

$D + L + E + K$

Berdasarkan PPPURG 1987 pasal 2.1 dan pasal 1.3 ketentuan-ketentuan mengenai pembebanan dan definisi beban-beban yang bekerja pada struktur adalah sebagai berikut:

1. **BEBAN MATI** ialah berat dari semua bagian suatu gedung yang bersifat tetap, termasuk segala unsur tambahan, penyelesaian-penyelesaian, mesin-mesin serta peralatan tetap yang merupakan bagian yang tak terpisahkan dari gedung itu.
2. **BEBAN HIDUP** ialah semua beban yang terjadi akibat penghunian atau penggunaan suatu gedung, dan kedalamnya termasuk beban-beban pada lantai yang berasal dari barang-barang yang dapat berpindah, serta peralatan yang tidak merupakan bagian yang tak terpisahkan dari gedung tersebut, termasuk beban akibat air hujan pada atap.
3. **BEBAN ANGIN** ialah semua beban yang bekerja pada gedung atau bagian gedung oleh selisih dalam tekanan udara. Berdasarkan PPPURG 1987 pasal 2.1.3 (1) beban angin ditentukan dengan menganggap adanya tekanan angin positif (angin tekan) dan tekanan angin negatif (angin hisap) yang bekerja

tegak lurus pada bidang-bidang yang ditinjau. Besarnya tekanan angin positif (angin tekan) dan tekanan angin negatif (angin hisap) dinyatakan dalam Kg/cm^2 , ditentukan dengan mengalikan tekanan angin dengan koefisien-koefisien angin yang ditentukan dalam pasal 2.1.3 (3). Untuk desain bangunan gedung kantor yang merupakan gedung tertutup, maka besarnya koefisien angin tekan ditentukan sekitar $0,02 \alpha - 0,4$ (untuk $\alpha < 65^\circ$) dan koefisien angin hisap sebesar $-0,4$.

4. BEBAN GEMPA ialah semua beban statik ekuivalen yang bekerja pada gedung atau bagian gedung yang menirukan pengaruh dari gerakan tanah akibat gempa tersebut.

Ada dua metode analisa pengaruh beban gempa, yaitu :

1. Analisa Statik Ekuivalen

Adalah cara analisa beban gempa, dimana pengaruh gempa pada struktur dianggap sebagai beban-beban statik horizontal untuk menirukan pengaruh gempa yang sesungguhnya akibat gerakan tanah. Pengaruh gempa dianalisa dengan metode ini bila struktur-struktur gedung sederhana dan beraturan serta tingginya tidak lebih dari 40 m yang memenuhi syarat-syarat menurut pasal 3.2 PPTGIUG tahun 1983.

2. Analisa Dinamik

Analisa ini dipakai untuk struktur gedung yang tidak mudah diperkirakan perilakunya terhadap gempa tingginya lebih dari 40 m dan semua struktur gedung sesuai dengan pasal 3.5 PPTGIUG tahun 1983. Perubahan-perubahan dalam bentuk struktur menyebabkan simpangan-simpangan dari lantai-lantainya yang tidak beraturan sehingga gaya-gaya inersia yang ditimbulkan menjadi tidak beraturan.

Adapun hal-hal yang perlu diperhatikan dalam perhitungan struktur akibat gempa adalah :

- a. Beban geser dasar gempa. Untuk analisis beban statik ekuivalen dalam arah horizontal digunakan rumus sebagai berikut :

$$V = C_d \cdot W_t \quad , \quad \text{dimana } C_d = C \cdot I \cdot K$$

Jadi :

$$V = C \cdot I \cdot K \cdot W_t$$

Dimana :

V = Beban Gempa horisontal

C = Koefisien Gempa

I = Faktor Keutamaan Gedung

K = Faktor Jenis Struktur Gedung

W_t = Berat Total Gedung

C_d = Koefisien dasar gempa yang dimodifikasi berdasarkan keutamaan dari jenis struktur gedung.

- b. Waktu getar alami struktur gedung (T) dalam detik untuk portal beton tanpa pengaku, berdasarkan PPTGIUG 1983 pasal 3.4.3 adalah :

$$\text{Untuk beton : } T = 0,06 \cdot H^{3/4}$$

$$\text{Untuk baja : } T = 0,085 \cdot H^{3/4}$$

Dimana :

T = Waktu getar

H = Tinggi total gedung

- c. Beban geser akibat gempa (V) yang dibagikan sepanjang tinggi gedung menjadi beban-beban horizontal terpusat yang bekerja pada tiap lantai gedung. Pembagian gaya geser tersebut menggunakan rumus sebagai berikut :

$$F_i = \frac{W_i \cdot h_i \cdot V}{\sum W_i \cdot h_i}$$

Dimana :

F_i = Beban gempa horizontal pada lantai ke-i

W_i = Berat lantai ke-i

h_i = Tinggi lantai ke-i

V = Beban geser akibat gempa

- d. Waktu getar alami struktur gedung setelah direncanakan dengan pasti, direncanakan menggunakan rumus :

$$T' = \frac{6,3 \sqrt{W_i \cdot d_i^2}}{G \cdot \sum F_i \cdot D_i}$$

Dimana :

T' = Kontrol waktu getar

G = Gravitasi, syarat $T' < 80\%$

- e. Faktor keutamaan (I) digunakan untuk memperbesar beban gempa rencana agar tingkat kerusakan struktur terhadap gempa semakin kecil dan diharapkan struktur gedung dapat memikul beban gempa dengan periode ulang lebih panjang. Untuk menentukan besarnya I digunakan tabel berdasarkan PPTGIUG 1983 pasal 3.4.3.
- f. Struktur harus di desain dengan keutamaan lateral yang cukup menjamin bahwa daktilitas yang diperlukan tidak lebih besar dari daktilitas yang tersedia pada saat gempa yang besar.
- g. Percepatan gempa dapat dihitung dengan menggunakan rumus :

$$a_i = K_i \cdot K_d \cdot K_t$$

Dimana :

a_i = Percepatan gempa pada ketinggian i , yang bekerja ke arah horizontal atau vertikal, tergantung arah K_i berlaku.

K_i = Koefisien gempa pada ketinggian I , berupa koefisien gempa horizontal (K_{ih}) atau gempa vertikal (K_{iv}).

K_d = Koefisien daerah gempa berdasarkan PPTGIUG 1983 pasal 6.5.

K_t = Koefisien tanah

- h. Koefisien Gempa, pada bangunan dengan ketinggian lebih dari 10 m tetapi kurang dari 40 m atau $10\text{ m} < H < 40\text{ m}$, maka pembagian gempa horizontal sepanjang tinggi adalah terbagi rata.

Koh sampai $0,6 H$. Kemudian mengikuti pembagian trapesium dengan koefisien gempa horizontal terbesar di puncak bangunan sebesar K_{nh} , maka :

$$K_{oh} = 1/10 + 0,1 H$$

$$K_{nh} = (1 + 0,05 H) K_{oh}$$

Apabila h_i adalah tinggi i dalam meter, maka dengan pembagian koefisien gempa horizontal pada ketinggian i menjadi sebagai berikut :

$$h_i < 0,6 H : K_{nh} = K_{oh}$$

$$0,6 H < h_i < H : K_{nh} = K_{oh} (1 + 0,125 h_i - 0,075 H)$$

5. BEBAN KHUSUS ialah semua beban yang bekerja pada gedung atau bagian gedung yang terjadi akibat selisih suhu, pengangkatan dan pemasangan, penurunan pondasi, susut, gaya-gaya tambahan yang berasal dari beban hidup, seperti gaya rem yang berasal dari keran, gaya sentrifugal dan gaya dinamis yang berasal dari mesin-mesin, serta pengaruh-pengaruh khusus lainnya.

b. Persyaratan Kekuatan

Struktur yang direncanakan kekuatannya harus lebih besar dari kekuatan yang diperlukan dalam menahan gaya-gaya yang bekerja.

$$\text{Kuat rencana} > \text{Kuat perlu}$$

Berdasarkan SK SNI T-15-1992-03 pasal 3.2.2 , agar struktur dan komponen struktur memenuhi syarat kekuatan dan layak pakai terhadap macam-macam kombinasi beban, maka harus dipenuhi ketentuan dari faktor beban sebagai berikut :

1. Kuat Perlu

Kuat perlu terbagi dalam 5 kombinasi pembebanan, yaitu :

- a. Kuat perlu (U) yang menahan beban mati (D) dan beban hidup (L), paling tidak harus sama dengan :

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

- b. Kuat perlu (U) yang menahan beban mati (D), beban hidup (L) dan beban angin (W), yaitu :

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

Dimana kombinasi beban harus memperhitungkan kemungkinan beban hidup (L) yang penuh dan kosong untuk mendapatkan kondisi yang paling berbahaya, maka:

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

Dimana untuk setiap kombinasi beban D, L dan W diperoleh kekuatan U yang tidak kurang dari

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

- c. Bila ketahanan struktur terhadap gempa (E) harus diperhitungkan terhadap perencanaan, maka nilai U berlaku :

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

Atau

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

Dimana :

L_R = Merupakan beban hidup yang telah direduksi sesuai dengan ketentuan PPPURG 1987.

E = Ditetapkan berdasarkan ketentuan yang disyaratkan dalam PPTGIUG 1983.

- d. Bila ketahanan tekanan pada tanah (H) diperhitungkan dalam perencanaan, maka kekuatan perlu (U) minimum berlaku :

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

- e. Bila pengaruh struktural (T) dari perbedaan penurunan, rangkai, susut atau perubahan suhu mungkin menentukan dalam perencanaan, maka kekuatan perlu (U) berlaku :

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

Tetapi tidak boleh kurang dari :

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

Kuat perlu (U) yang dipakai adalah kuat perlu (U) yang nilainya terbesar, karena pada desain bangunan gedung kantor beban angin dan beban khusus tidak ditinjau dikarenakan pengaruhnya terhadap bangunan tidak signifikan maka kuat perlu yang diperhitungkan adalah kuat perlu pada point (a) dan (c).

2. Kuat Rencana

Dalam menentukan kuat rencana suatu komponen struktur, maka kuat minimum harus direduksi dengan faktor reduksi kekuatan yang ditentukan dalam SK SNI T-15-1992-03 pasal 3.2.3 (2) sebagai berikut :

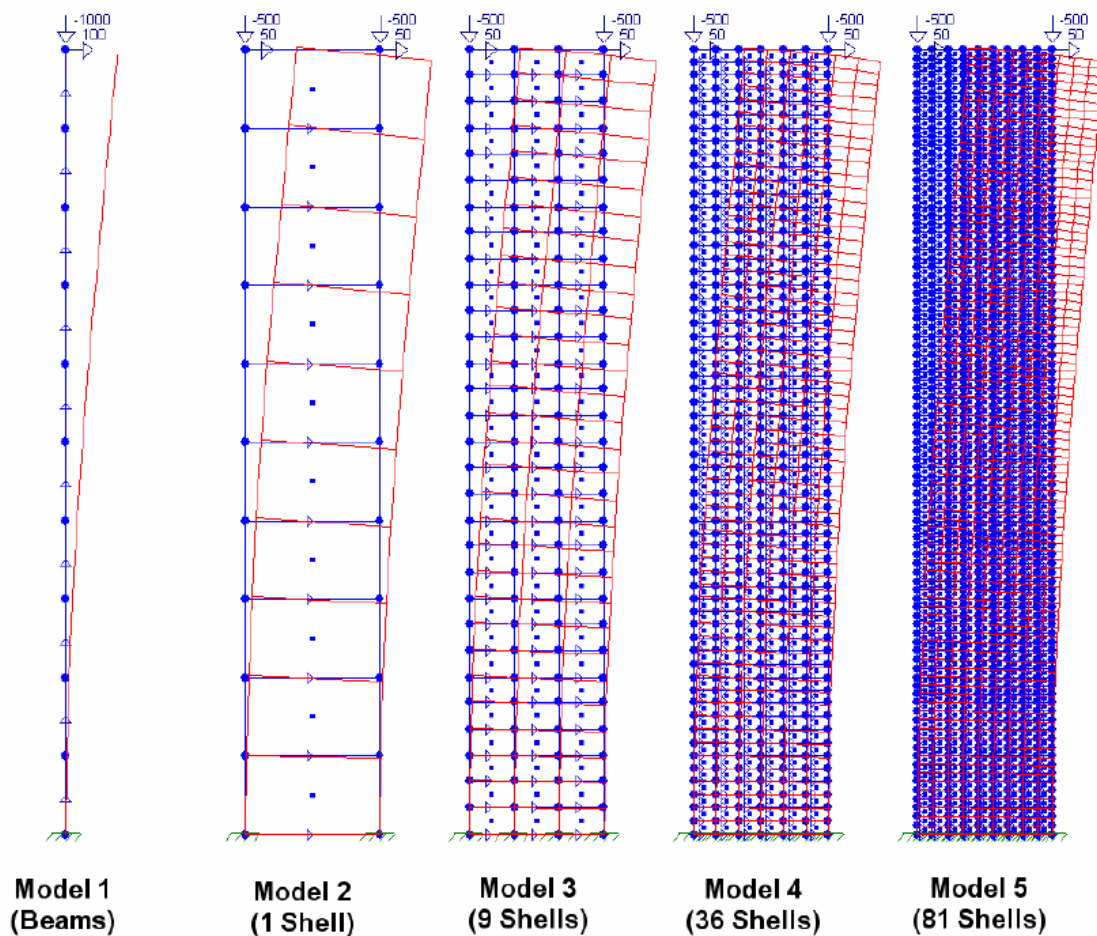
Tabel 5.1. Faktor Reduksi Kekuatan

NO	Uraian	Faktor Reduksi(ϕ)
1.	Lentur tanpa beban aksial	ϕ 0,80
2.	Aksial tarik dan aksial tarik dengan lentur	ϕ 0,80
3.	Aksial tekan dan aksial tekan dengan lentur :	
	a. Komponen struktur dengan tulangan spiral maupun sengkang ikat.	ϕ 0,70
	b. Komponen struktur dengan tulangan sengkang biasa.	ϕ 0,65
4.	Gaya geser dan torsi	ϕ 0,60
5.	Tumpuan pada beton	ϕ 0,70

Bila kuat geser nominal yang ada pada setiap komponen struktur kurang dari geser yang berhubungan dengan pengembangan kuat lentur nominal untuk kombinasi beban terfaktor termasuk pengaruh gempa, maka faktor reduksi kuat geser harus diambil sebesar 0,5 kecuali untuk menentukan kekuatan joint dimana faktor reduksi kekuatan harus diambil sebesar 0,6. Faktor reduksi kekuatan geser untuk tekan aksial dan lentur harus diambil sebesar 0,5 untuk semua komponen rangka dengan gaya tekan aksial terfaktor yang melebihi $0,1 f_c \cdot A_g$.

Contoh 1 - A Simple Single Wall Panel

Untuk menjadi yakin bahwa sistem dinding inti kompleks dapat memuaskan ideal dan dianalisa menggunakan elemen balok sederhana model kami akan membuat serangkaian perbandingan dimulai dengan yang sangat contoh sederhana. Pertimbangkan sebuah dinding 35m tinggi (10 lantai di 3.5m), 6m panjang dan tebal 200mm. Sebuah beban aksial dan lateral 1000kN beban 100kN diterapkan di bagian atas dinding.



Gambar 5.1. Analisis Model untuk Sederhana Wall Panel dilihat di S-Frame

Model 1 adalah model balok sederhana, bagian properti dari berkas hanya property dari 200mm dan 6000mm lebar bagian dalam. Set di samping ini adalah serangkaian semakin meshed halus versi model menggunakan elemen shell. Jumlah yang dikutip kerang mengacu pada jumlah elemen yang digunakan di lantai-ke lantai dasar. Defleksi lateral untuk masing-masing model ini diberikan dalam Tabel 5.2.

Tabel 5.2. Lateral Defleksi untuk Analisis Model Sederhana Wall Panel
(lihat gambar 5.1)

	Beam	1 Shell	9 Shell	36 Shell	81 Shell
Lateral Deflection (mm)	31.2	29.7	31.0	31.2	31.2

Poin yang dapat ditarik dari perbandingan sederhana ini adalah:

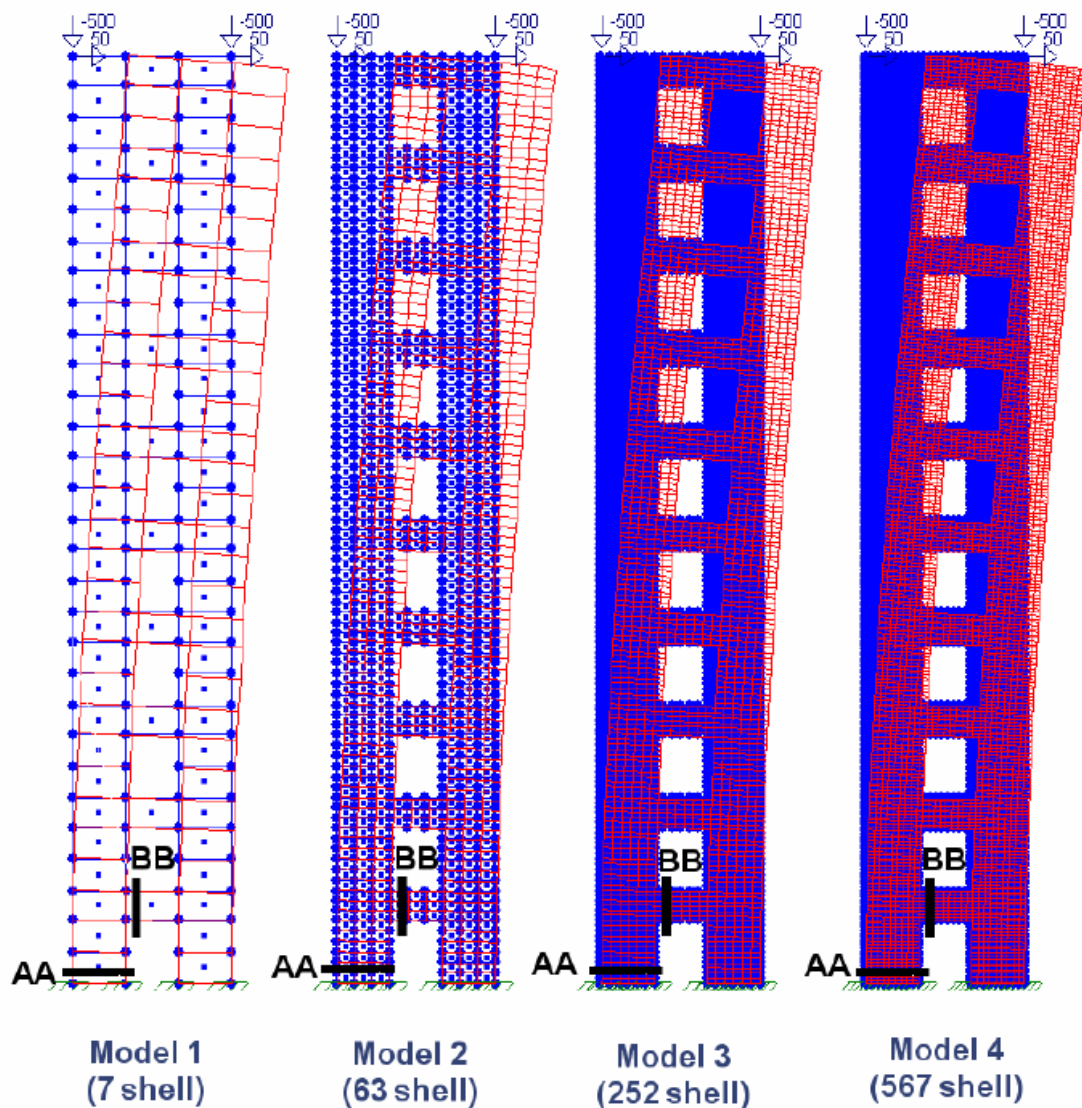
1. Ketika mempertimbangkan efek global seperti membangun goyangan model elemen batang memberikan hasil yang sama sebagai yang paling halus shell meshed model. Kita tidak perlu memasukkan dunia elemen shell mengharapkan jawaban berbeda atau bahkan tingkat baru akurasi.
2. Hasil untuk model shell sedikit berbeda sebagai meshing meningkat. Inilah indikasi pertama jala kepekaan dan itu patut dicatat bahwa software yang berbeda paket menggunakan elemen shell yang berbeda jenis dan formulasi yang akan menampilkan yang berbeda-beda derajat kepekaan mesh. Bila Kita menggunakan shell itu adalah tanggung jawab Kita untuk memeriksa hasil yang Kita akan bergantung pada tidak sensitif terhadap peningkatan meshing.
3. Dalam contoh ini seorang insinyur mungkin akan dengan senang hati menerima hasil yang diberikan oleh "9 Shell" model dan ini tidak sesuai dengan yang dianut banyak pKitangan bahwa dinding geser dapat memadai dimodelkan dengan kerang berukuran pada $1/3$ atau $1/4$ lantai-ke-lantai tinggi.
4. Serta kesepakatan atas defleksi estimasi, model balok juga menghasilkan lebih mudah digunakan informasi desain, gaya aksial, gaya geser dan bending momen untuk panel secara keseluruhan sudah tersedia. Ketika kerang digunakan segala macam kontur diagram yang tersedia, tetapi jika Kita akan ingin tahu gaya desain berlaku untuk seluruh dinding panel pada beberapa tahap desain atau memeriksa maka shell hasil nodal harus diintegrasikan kembali sepanjang garis potong yang diinginkan. (Beberapa perangkat lunak menyediakan fitur untuk melakukan ini untuk Kita.)

Contoh 2 - Single Wall Panel dengan Openings

Beberapa insinyur mungkin akan terkejut dengan keakuratan yang baik kuno model balok contoh sebelumnya tapi masih merasa bahwa satu-satunya cara untuk memperhitungkan bukaan di dinding adalah untuk resor dengan penggunaan peluru. Dalam contoh ini kita akan melihat dinding yang sama panel, dengan sama banyak diterapkan, tetapi dengan signifikan (pintu) bukaan

dipotong dari dinding di setiap lantai. Pertama kita akan memeriksa hasil yang diperoleh dari serangkaian shell meshed semakin halus model seperti yang ditunjukkan pada Gambar 5.2.

Tabel 5.2. menunjukkan hasil untuk model ini mengingat goyangan kali ini di bagian atas panel dan re-pasukan bagian terpadu dilaporkan oleh S-Frame di bagian AA dan BB.



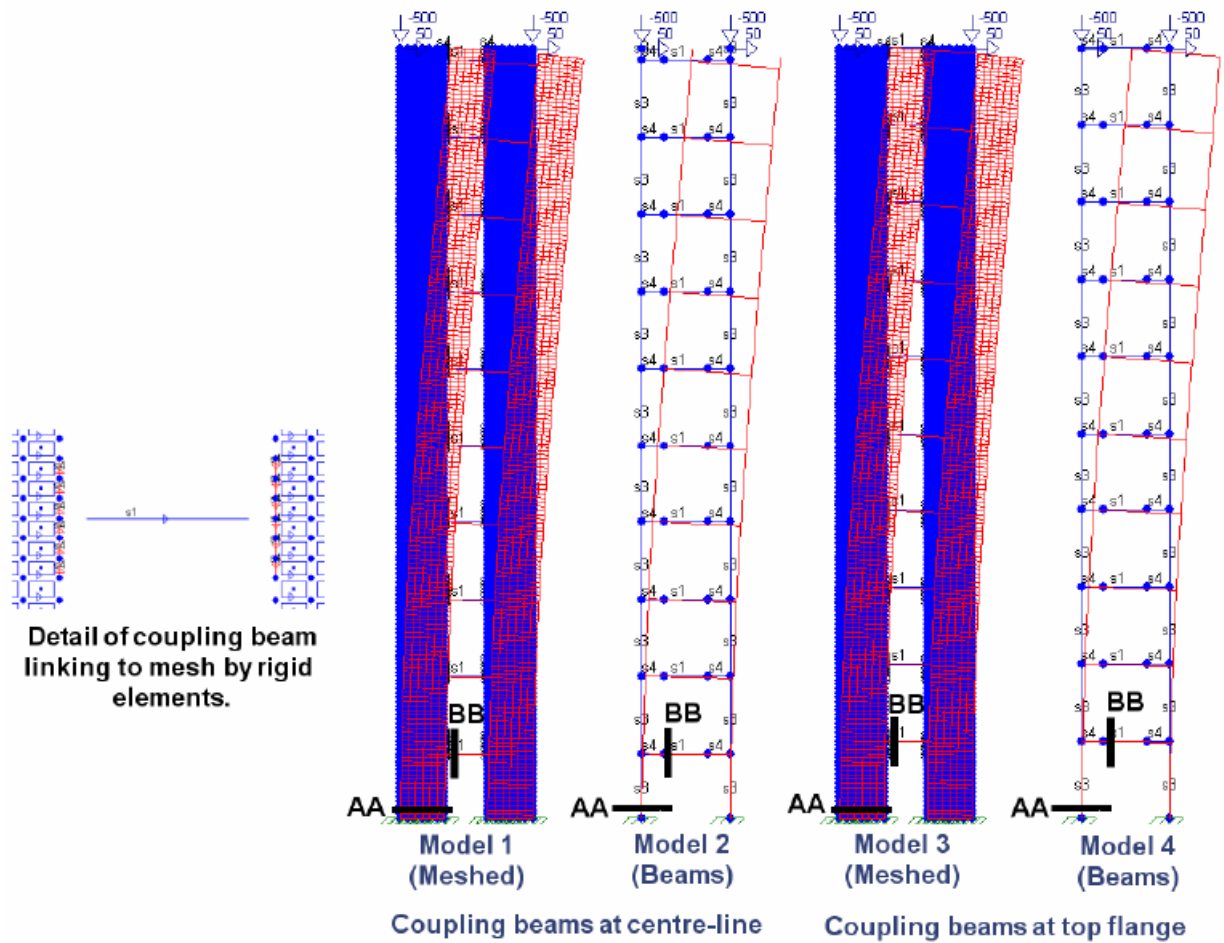
Gambar 5.2. Shell Model untuk Wall Panel dengan Openings dilihat di S-Frame

**Tabel 5.3. Perbandingan of results for Shell MODEL Wall dengan Openings
(lihat Gambar 5.2)**

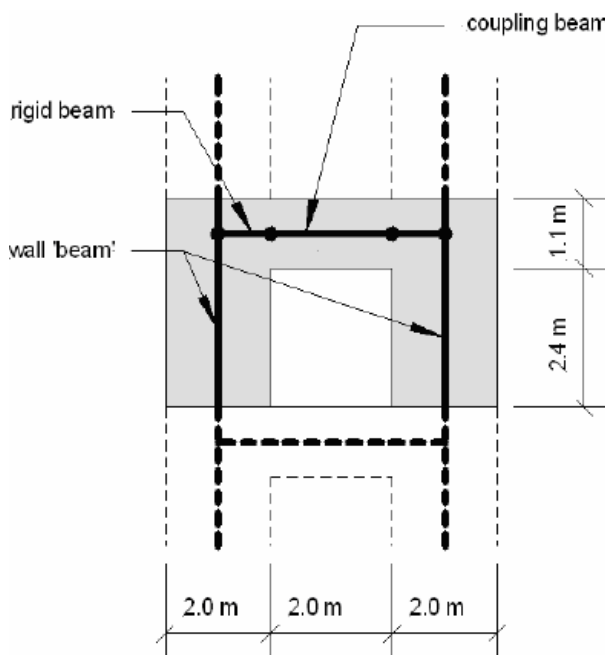
Model	Sway (mm)	Section A-A			Section B-B		
		Axial (kN)	Shear (kN)	Moment (kNm)	Axial (kN)	Shear (kN)	Moment (kNm)
7 Shell	33.6	269	35	194	17	69	66
63 Shell	36.0	256	40	225	12	60	58
252 Shell	36.6	253	41	232	11	58	57
567 Shell	36.8	252	41	235	10	58	56

Dalam kasus ini model menggunakan peluru per lantai 63 mungkin akan dianggap wajar (yang hasil bervariasi oleh kurang dari 5% dibandingkan dengan mereka yang paling halus meshed model). Catatan bahwa alih-alih berpikir dalam kerangka memiliki 3 atau 4 kerang antara lantai ini menunjukkan kita harus mencari sedikitnya 3 atau 4 kerang di lebar dari setiap bagian yang sedang meshed, termasuk pada bagian balok kopel BB.

Sekarang kita bisa membuat perbandingan dengan serangkaian model-model yang memanfaatkan sinar idealisations. Gambar 5.3. menunjukkan variasi 4 jenis ini model yang akan dipertimbangkan.



Gambar 5.3. Opsional Idealisations dari Wall Panel dengan Openings



Gambar 5.4. Detail idealisation berkas khas untuk Model 2

Tabel 5.4. Perbandingan hasil untuk model-model alternatif dinding dengan Openings (lihat Gambar 5.3)

Model	Sway (mm)	Section A-A			Section B-B		
		Axial (kN)	Shear (kN)	Moment (kNm)	Axial (kN)	Shear (kN)	Moment (kNm)
Model 1	36.4	256	37	229	14	57	55
Model 2	36.2	256	50	239	0	61	61
Model 3	36.5	255	40	234	11	57	53
Model 4	36.2	251	50	249	0	67	67

Beberapa diskusi dari masing-masing model ini adalah sesuai:

MODEL 1 - Meshed dinding panel untuk masing-masing sisi pembukaan elemen dengan berkas yang digunakan untuk balok yang coupling antara panel. The coupling berkas memiliki sifat bagian persegi panjang 200mm dan 1100mm lebar dalam (kedalaman penuh beton antara bukaan) dan diposisikan pada centreline fisik. Hasil untuk model ini ditunjukkan pada Tabel 5.3 setuju baik dengan hasil sepenuhnya versi meshed model pada Tabel 5.2. Catatan bahwa pada setiap akhir balok kopel elemen kaku diperluas ke atas dan bawah wajah meshed dinding yang penuh kedalaman fisik kopel balok seperti yang ditunjukkan dalam detail ditunjukkan pada Gambar 5.3. Jika hal ini tidak dilakukan kekakuan sambungan antara balok dan kerang menjadi tergantung pada ukuran dan shell akan cenderung tidak cukup kaku. Sebagai Misalnya, jika elemen kaku ini akan dihapus dari model ini defleksi dinding meningkat dari 36,4 ke 118mm dan momen yang dihasilkan pada bagian mengurangi BB substansial. Sementara model ini menunjukkan bahwa hasil yang baik dapat dicapai, hal itu juga menggarisbawahi potensi perangkat pencampuran sinar dan kerang dalam model analisis.

MODEL 2 - Beam elemen yang digunakan di seluruh model ini. Mengacu pada buah ara 3 dan 4, bagian yang digunakan adalah: Dinding (S3) - dimodelkan sebagai 2m dalam, bagian lebar 200mm diposisikan pada fisik mereka centrelines.

Coupling Beams (S1) - The coupling balok adalah sama seperti untuk model 1 tetapi hanya mencakup wajah dinding. Kaku Beam (S4) -

Menghubungkan akhir coupling centreline berkas ke dinding. Hasil dalam Tabel 5.3 menunjukkan bahwa model sederhana ini juga membandingkan dengan baik ke meshed model pada Tabel 5.2. Satu-satunya pengecualian adalah bahwa model shell menunjukkan sebuah beban aksial dalam coupling beam sementara model sinar tidak. Hal ini dijelaskan dan berkaitan sepenuhnya kepada beban vertikal di setiap meshed panel - ketika sebuah panel meshed dikompresi secara vertikal di sisi memperluas panel lateral (seperti yang ditentukan oleh Poisson rasio) dan ini bertentangan lateral ekspansi yang menolak oleh coupling beam. Efek ini diabaikan dan akan normal. Oleh karena itu dapat diabaikan perbedaan ini tidak dianggap signifikan.

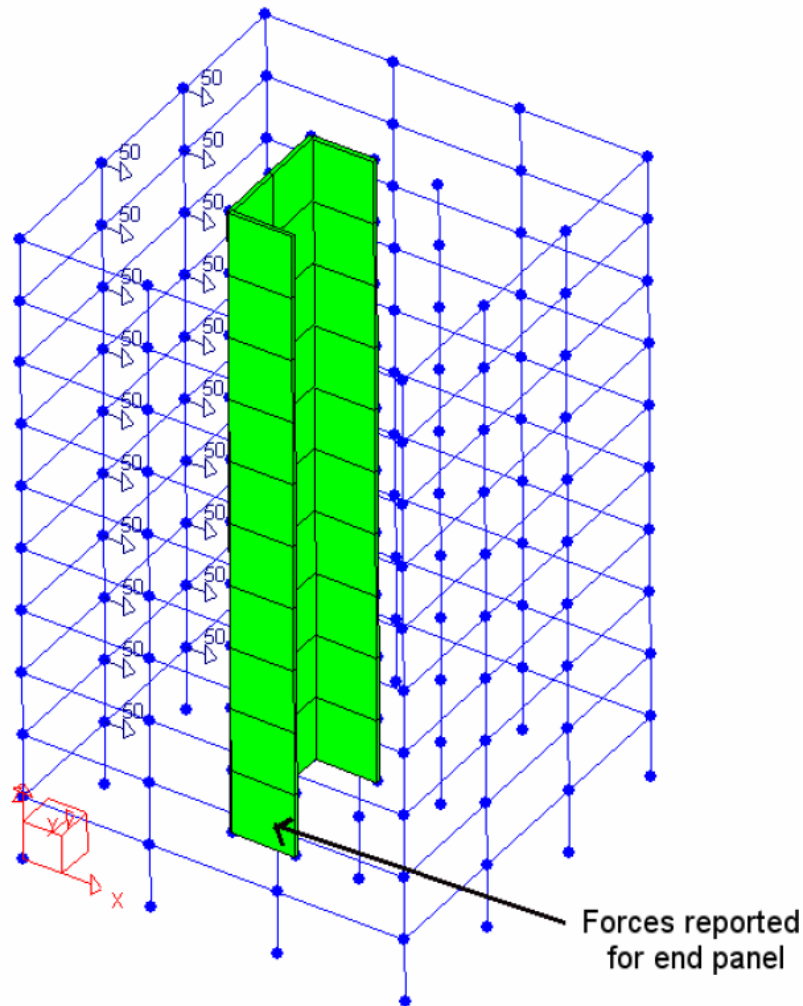
Perhatian utama yang diungkapkan oleh para insinyur mempertimbangkan semacam ini dinding geser pemodelan berhubungan dengan properti dari berkas yang kaku - bagaimana seharusnya kaku itu dan akan tembok tidak menjadi wajar kaku jika dibuat terlalu kaku? Dalam prakteknya, Kita akan cenderung menemukan bahwa ketika Kita menegang ini hasilnya balok yang berkumpul di sebuah meshed model dan kemudian menjadi relative sensitif terhadap peningkatan lebih lanjut kekakuan balok yang kaku. Jika Kita mencoba untuk membuat ini unsur kaku tak terhingga Kita dapat memperkenalkan masalah numerik dalam analisis, jadi idealnya mereka perlu dibuat "relatif" kaku. Hal ini juga mencatat bahwa sementara balok harus kaku relatif kaku pada bidang dinding, mereka tidak boleh kaku keluar dari pesawat dan sedikit lebih hati-hati diperlukan di mana balok kaku ini berinteraksi satu sama lain sebagai bagian dari dinding inti.

Beberapa saran tentang pemilihan properti berkas kaku diberikan dalam contoh berikut mana dinding inti dianggap.

MODEL 3 & 4 - Pada dasarnya mengulangi model 1 dan 2 tapi balok kopel dan kaku lengan diangkat dan ideal di bagian atas balok kopel bukan pada centreline. Jelas ini adalah kurang akurat idealisation tetapi seringkali jauh lebih nyaman untuk semua Model dalam satu lantai pada tingkat yang umum dan struktur atas sering dipilih sebagai tujuan. Sangat menarik untuk melihat bahwa idealisation umum ini memiliki sedikit dampak pada hasil dalam contoh ini.

Contoh 3 - A Simple Core Wall System

Metode-metode yang ditampilkan ke titik ini akan memperluas sangat berhasil untuk analisis 3-dimensi dinding inti. Kami akan mempertimbangkan sini sederhana berbentuk C inti sedikit offset dari pusat yang gedung bertingkat 10 yang sederhana - lihat Gambar 5.5.



Gambar 5.5. Wikipedia Gedung dengan C-Shaped Core Wall dilihat di S-Frame

Kolom di sekitar inti yang diadakan di lantai diafragma posisi oleh tindakan. Dalam model ini dua kasus dianggap beban. Bergoyang di X - merujuk pada Gambar 5.5 - beban yang diterapkan dalam arah X (sejajar dengan flensa dari inti). Bergoyang di Y - serupa banyak diterapkan dalam arah Y - sejak garis efektif tindakan beban ini eksentrik ke pusat perlawanan yang disediakan oleh inti kami berharap kasus ini mengakibatkan memutar di setiap lantai.

Seperti sebelumnya kita bisa melihat pada model menggunakan serangkaian semakin halus versi meshed inti dan bandingkan hasil ini dengan yang diberikan oleh seorang idealisation berkas. Perbandingan defleksi dan gaya desain panel dirangkum dalam Tabel 5.4.

Tabel 5.5. Perbandingan hasil untuk model-model alternatif dari Wall Core (lihat Gambar 5.5)

Model	Loads applied in X				Loads applied in Y			
	Max Sway in X (mm)	End Panel Forces			Max Sway in X (mm)	End Panel Forces		
		Axial kN	Moment kNm	Shear kN		Axial kN	Moment kNm	Shear kN
Meshed model – 1 shell over floor-to-floor height.	127.2	-2883	3886	527	+/- 373.7	39	5040	890
Meshed model – 3 shells over floor-to-floor height.	130.7	-3030	3659	520	+/- 381.6	-49	4803	843
Meshed model – 9 shells over floor-to-floor height.	131.4	-3061	3609	508	+/- 383.5	-74	4743	810
Beam Model	132.6	-2963	3763	525	+/- 381.9	33	4892	848

Sekali lagi model balok dalam perjanjian yang sangat baik. Dengan banyak diterapkan dalam arah semua model ayun tanpa memutar. Ketika sebuah beban eksentrik diterapkan di Y arah semua model ayun dan twist. Seperti yang diharapkan gerakan memutar simetris seperti yang ditunjukkan oleh tombol + / -- nilai bergoyang di X dilaporkan dalam Tabel 5.4.

Model berkas ditampilkan dalam garis besar pada Gambar 5.6. Setiap panel dari bentuk C inti dimodelkan menggunakan elemen balok vertikal didefinisikan di tengahnya. Ini 3 baris elemen balok vertical kemudian dihubungkan dengan lengan kaku (kaku balok) pada setiap lantai. Penting bahwa lengan kaku ini diberikan sifat-sifat yang relatif kaku pada bidang masing-

masing panel dinding tapi tidak keluar dari pesawat. Untuk mencapai hal ini, titik awal yang masuk akal adalah untuk menganggap bahwa yang kaku lengan properti didasarkan pada seksi dengan kedalaman sama dengan lantai-ke-lantai tinggi (atau jarak vertikal lengan yang kaku). Sifat-sifat ini kemudian dapat disesuaikan sebagai berikut:

Ix - Torsi Konstan (dari efek pesawat) - mengurangi secara signifikan, katakan dengan faktor 10

Iy - Dalam kekakuan Plane - meningkat secara signifikan, katakan dengan faktor 10 atau 100

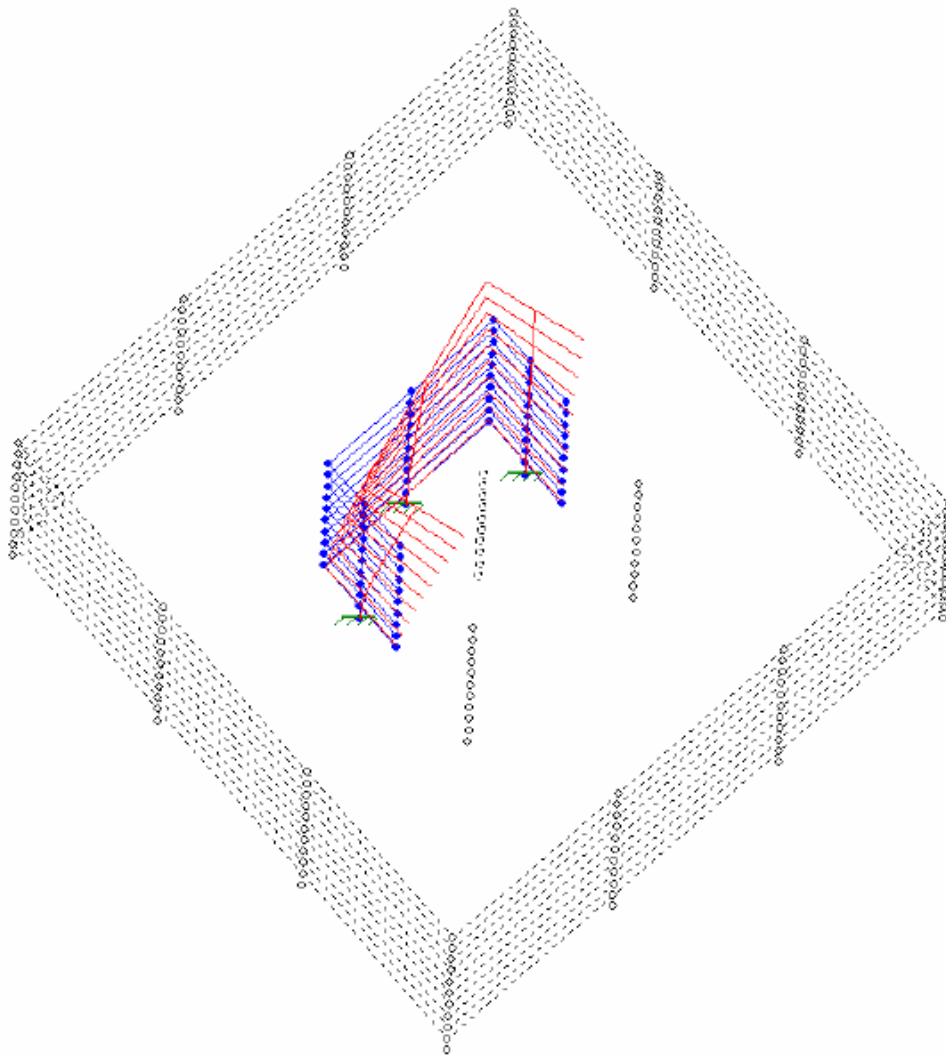
Iz - Out of Plane kaku - tidak ada penyesuaian.

Ax - Gross Area - tidak ada penyesuaian

Ay - Out of Plane Shear Area - tidak ada penyesuaian

Az - Dalam Plane Shear Area - set ke nol untuk menghilangkan di-pesawat deformasi geser.

Jelas tujuan utamanya adalah untuk merancang dan membangun sebuah bangunan, analisis hanya dapat kecil bagian dari proses itu. Kualitas dan analisis detail harus bekerja dalam beberapa cara proporsional dengan persyaratan desain diantisipasi dan tantangan. Ingatlah bahwa hanya 25 tahun yang lalu sangat sedikit insinyur memiliki akses terhadap apapun kemampuan komputasi. Catatan teknis ini memfokuskan pada model analisis idealisations. Terlepas dari model yang digunakan input yang terkait dengan bagian dan sifat-sifat material akan memiliki efek langsung pada hasil. Ketika berhadapan dengan bingkai beton dan dinding geser perkiraan properti tersebut menentukan bahwa semua kekuatan dan defleksi yang dihasilkan harus dianggap sebagai perkiraan dan insinyur terbaik harus mempertimbangkan penggunaan alternatif berlari untuk menilai sensitivitas untuk merancang asumsi. Untuk bangunan rendah idealisations sederhana, atau bahkan perhitungan tangan, masih sesuai. Kita harus secara serius pertanyaan apakah ada semacam analisis FE dinding dalam bertingkat rendah bangunan sesuai dan efektif biaya.



Gambar 5.6. Core Wall ideal dengan elemen-elemen balok dan lengan kaku juga menunjukkan defleksi dan twist karena eksentrik lateral loading

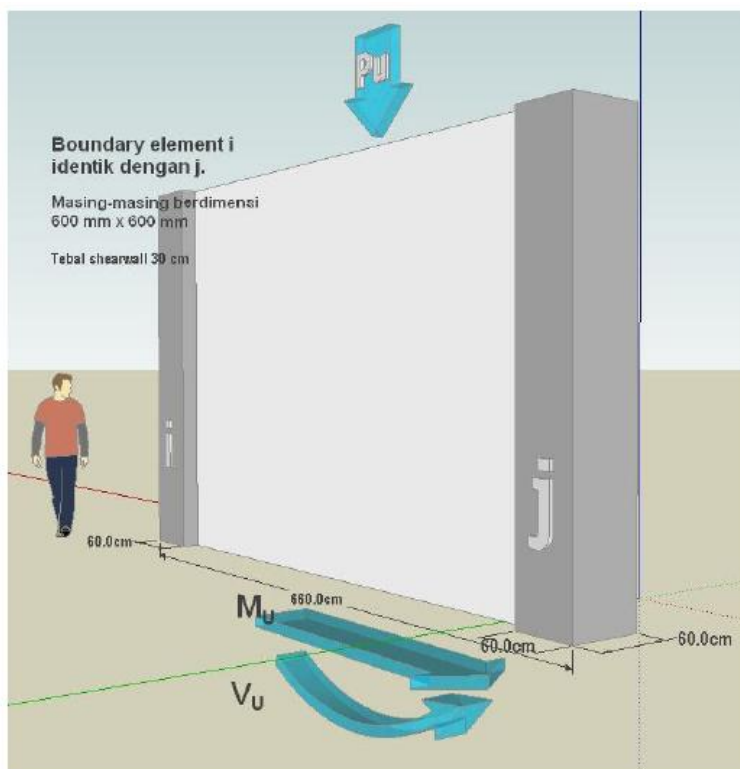
Idealisasi menggunakan elemen balok dapat ditunjukkan untuk memperluas efektif dalam segala macam kompleks geometri. Dalam banyak kasus hal ini bisa memakan waktu lebih lama untuk membangun. Namun model ini pasti ada keuntungan dalam menyampaikan bahwa kekuatan-kekuatan untuk elemen balok lebih mudah dimengerti dan bermanfaat daripada banyak kontur diagram kompleks yang dapat ditampilkan untuk shell model. Ada keuntungan tersembunyi lain dalam penggunaan balok ideal untuk dinding geser. Sementara menentukan dan menciptakan model ideal, Kita cenderung mengembangkan rasa untuk struktur dan harapan dari respon terhadap pembukaan. Jika tidak

menanggapi dalam cara yang Kita harapkan Kita akan mulai untuk menyelidiki. Ketika bekerja dengan kerangka semacam ini intuitif merasa tidak begitu mudah dikembangkan. Terlepas dari mana Kita memiliki struktur yang ideal, jika Kita memiliki keraguan mengenai hasil yang terbaik yang bisa Kita lakukan dengan cara menggunakan model yang lain dan bandingkan.

B. Langkah-Langkah Perhitungan Tulangan (AnalisaA Penulangan)

Gambar di bawah merupakan sketsa rencana shearwall yang akan didesain di lantai dasar suatu gedung. Hasil analisis terhadap preliminary design struktur akibat pembebanan gempa, gedung akan mengalami geser maksimum di bagian dasar sebesar $V_u = 2.680,0$ kN.

Besar momen ultimate yang bekerja di dasar dinding, $M_u = 41.707$ kN-m. Gaya aksial yang bekerja pada dasar shearwall sekitar $P_u = 12.095,3$ kN.



Tinggi gedung 37,8 m, dan panjang shearwall rencana 6,6 m dengan tebal 30 cm. Dimensi kolom i dan j masing-masing 600 mm x 600 mm. Kuat tekan beton rencana dinding, $f_c' = 30$ MPa, dan kuat leleh semua baja tulangan $f_y = 400$ MPa.

Adapun langkah-langkah perhitungan :

1. Tentukan baja tulangan horizontal dan transversal minimum yang diperlukan.

- Periksa apakah dibutuhkan dua layer tulangan

Baja tulangan harus dual layer apabila gaya geser terfaktor melebihi

$$\frac{1}{6} A_{cv} \sqrt{f_c'}$$

$$A_{cv} = 6,6 \text{ m} \times 0,3 \text{ m} = 1,98 \text{ m}^2.$$

$$\frac{1}{6} A_{cv} \sqrt{f_c'} = \frac{1,98 \times \sqrt{30}}{6} \times 10^3 = \mathbf{1.807 \text{ kN}}.$$

$V_u = 2.680 \text{ kN} > 1.807 \text{ kN}$, sehingga diperlukan dual layer tulangan.

Kuat geser maksimum:

$$\frac{5}{6} A_{cv} \sqrt{f_c'} = \frac{5 \times 1,98 \times \sqrt{30}}{6} \times 10^3 = \mathbf{9.037 \text{ kN}}.$$

Ok, gaya geser yang bekerja masih di bawah batas atas kuat geser shearwall.

- Baja tulangan horizontal dan transversal yang dibutuhkan.

Rasio distribusi tulangan minimum 0,0025 dan spasi maksimum 45 cm.

Luas shearwall / meter panjang :

$$= 0,3 \text{ m} \times 1 \text{ m} = 0,3 \text{ m}^2$$

Per meter minimal harus ada :

$$= 0,3 \text{ m}^2 \times 0,0025 = 0,00075 \text{ m}^2 = 750 \text{ mm}^2$$

Bila digunakan baja tulangan D16, maka Jenis baja tulangan D16 dipasang dual layer.

Jenis	Dimensi			As (mm ²)
	Jumlah	Diameter (mm)	Luas/bar (mm ²)	
Diameter 16 mm	2	16	201	402

Karena digunakan dual layer, maka jumlah pasangan tulangan yang diperlukan adalah:

$$= \frac{750 \text{ mm}^2}{402 \text{ mm}^2} = \mathbf{1,86} = 2 \text{ pasang}.$$

$$s = \frac{1000 \text{ mm}}{2} = 500 \text{ mm}.$$

Tidak memenuhi syarat batas spasi maksimum, spasi harus diperkecil dan tidak boleh melebihi 45 cm.

2. Tentukan baja tulangan yang diperlukan untuk menahan geser

Asumsi kita gunakan konfigurasi tulangan di point 1.b, yaitu dual layer D16 mm, tapi dengan spasi tulangan 30 cm.

Kuat geser shearwall:

$$V_n = A_{cv} [\alpha_c \sqrt{f_c'} + \rho_n f_y]$$

Dimana:

$$\frac{h_w}{l_w} = \frac{37,8 \text{ m}}{6,6 \text{ m}} = 5,7 > 3$$

$$\alpha_c = 1,67 \rightarrow \text{untuk } h_w/l_w > 2, \text{ untuk } h_w/l_w < 1,5, \alpha_c = \frac{1}{4}.$$

$$\rho_n = \frac{8844 \text{ mm}^2}{300 \text{ mm} \times 6600 \text{ mm}} = 0,0045$$

Ok.... $\rho_n > \rho_{n \text{ min}} = 0,0025$.

$$V_n = A_{cv} [\alpha_c \sqrt{f_c'} + \rho_n f_y]$$

$$= 300 \times 6600 \times [(0,167 \times \sqrt{30}) + (0,0045 \times 400)] \times 10^{-3} = 5.375,09 \text{ kN}$$

Ok, ($V_u = 2.680$) < ($V_n = 5.375,09$), shearwall cukup kuat menahan geser.

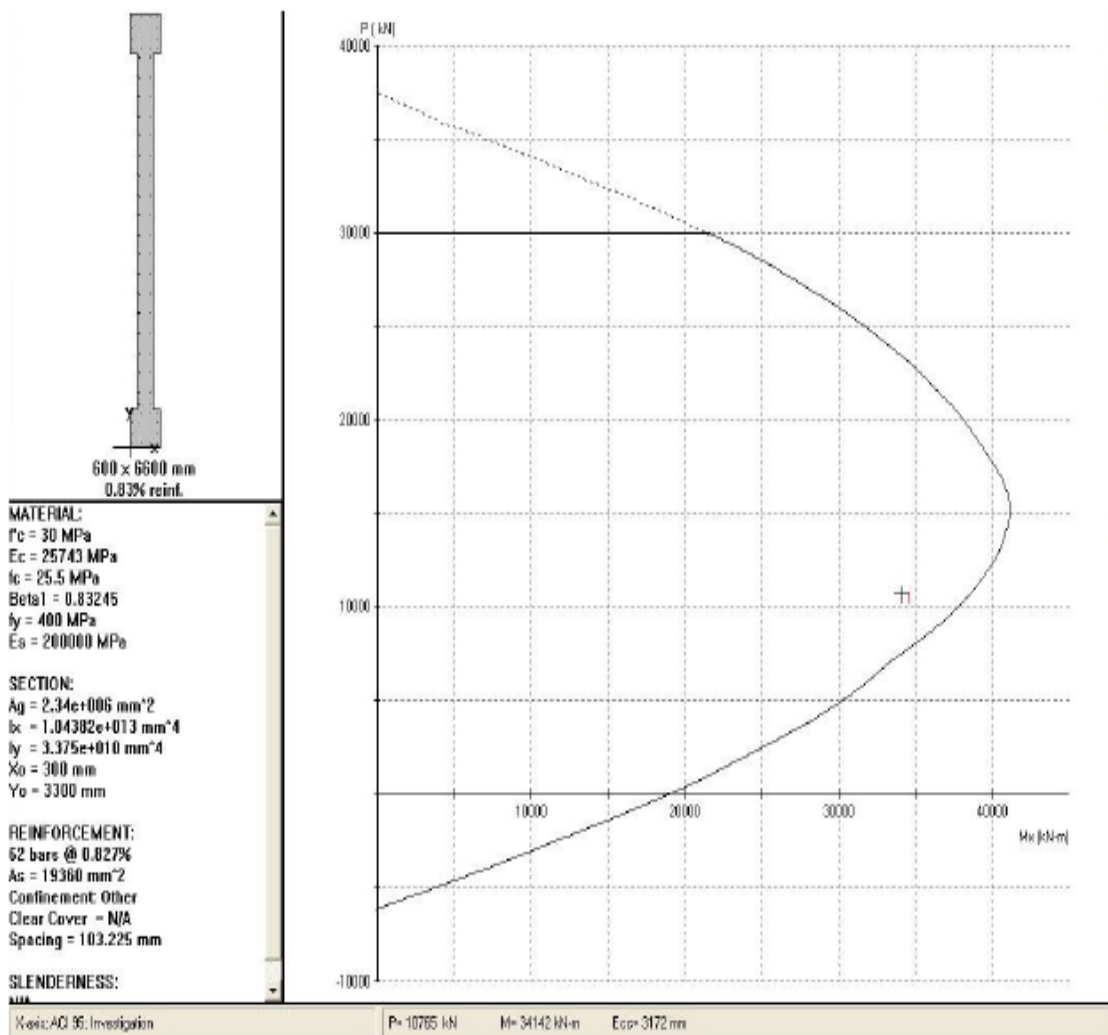
Untuk itu, kita bisa menggunakan dual layer D 16 dengan spasi 30 cm.

Rasio tulangan ρ_v tidak boleh kurang dari ρ_n apabila $h_w/l_w < 2$. Jadi karena $h_w/l_w = 5,4$, maka yang kita pakai adalah rasio tulangan minimum.

Gunakan dual layer D 16 dengan spasi 30 cm untuk arah vertikal.

3. Kebutuhan baja tulangan untuk kombinasi aksial dan lentur.

Kuat tekan dan kuat lentur shearwall dengan konfigurasi yang didesain seperti terlihat pada diagram interaksi shearwall.



Gambar 1. Diagram interaksi shearwall.

Dari diagram tersebut dapat disimpulkan bahwa shearwall cukup kuat menerima kombinasi beban aksial dan lentur.

4. Tentukan apakah special boundary element diperlukan?

Special boundary element diperlukan apabila kombinasi momen dan gaya aksial terfaktor yang bekerja pada shearwall melebihi $0,2 f_c'$.

a. Special boundary element diperlukan jika:

$$\frac{P_u}{A_g} + \frac{M_u y}{I} > 0,2 f_c'$$

Besar persamaan di atas adalah:

$$\frac{P_u}{A_g} + \frac{M_u y}{I} = \frac{12.095,3 \text{ kN}}{1,98 \text{ m}^2} + \frac{41.707 \text{ kNm} \times 3,3 \text{ m}}{7,18 \text{ m}^4} = 25.277,68 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$
$$= 25,3 \text{ MPa}$$

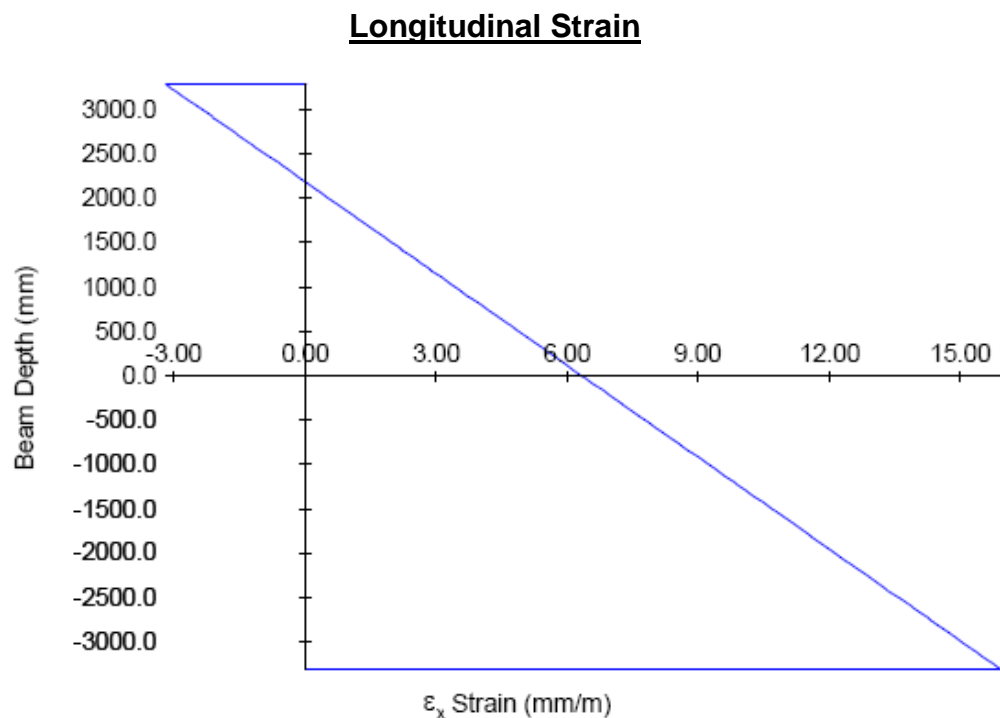
Sedangkan

$$0,2 f'_c = 0,2 \times 30.000 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} = 6.000 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} = 6 \text{ MPa.}$$

- b. Special boundary element diperlukan jika jarak c dari serat terluar zone kompresi lebih besar dari harga yang diperoleh dari:

$$c > \frac{l_w}{600} \left(\frac{\delta_u}{h_w} \right), \frac{\delta_u}{h_w} > 0,007$$

Dari hasil analisis menggunakan Response2000, jarak c seperti terlihat pada Gambar 2. adalah 1,35 m.



Gambar 2. Longitudinal strain untuk menentukan jarak critical point dari serat terluar zone kompresi.

Sedangkan,

$$\frac{l_w}{600 \left(\frac{\delta_u}{h_w} \right)} = \frac{6,6}{600 \times \frac{35 \text{ cm}}{3.780 \text{ cm}}} = 1,19 \text{ m.}$$

c pada penampang hasil analisis lebih besar dari hasil perhitungan di atas.

Dari kondisi pada point a dan point b, special boundary element diperlukan. Kita ambil $c = 1.350 \text{ mm}$.

Special boundary element setidaknya harus dibuat sepanjang $c - 0,1 l_w$ dari serat tekan, atau $c/2$.

$$c - 0,1 l_w = 1.350 \text{ mm} - (0,1 \times 6600 \text{ mm}) = 690 \text{ mm} \approx 70 \text{ cm.}$$

dan

$$\frac{c}{2} = \frac{1.350 \text{ mm}}{2} = 675 \text{ mm.}$$

Gunakan yang terbesar, panjang special boundary element = 700 mm.

Namun karena kita telah memasang shearwall dengan konfigurasi dual layer D 16 dengan spasi 30 cm, maka panjang special boundary element harus diperpanjang menjadi 940 mm dari serat tekan terluar.

5. Tentukan tulangan transversal yang diperlukan di special boundary element.

a. Confinement 60 cm x 60 cm pada boundary element.

Asumsi kita gunakan hoops berbentuk persegi dengan tulangan D 13.

Karakteristik inti penampang:

h_c = dimensi inti (core) , jarak yang diukur dari centroid ke centroid hoops.

$$= 600 \text{ mm} - (2 \times 40 \text{ mm} + 2 \times 13 \text{ mm}/2) = 507 \text{ mm.}$$

Spasi maksimum hoops ditentukan oleh yang terkecil di antara:

- ❖ $\frac{1}{4}$ panjang sisi terpendek = $\frac{1}{4} \times 600 \text{ mm} = 150 \text{ mm}$.
- ❖ 6 x diameter tulangan longitudinal = $6 \times 25 \text{ mm} = 150 \text{ mm}$.
- ❖ Atau

$$s_x \leq 100 + \frac{350 - h_x}{3}$$

$$s_x \leq 100 + \frac{350 - h_x}{3}$$

$$s_x \leq 100 + \frac{350 - (\frac{2}{3} h_c)}{3} = 100 + \frac{350 - (338)}{3} = \mathbf{104 \text{ mm.}}$$

$$s_x \leq 100 + \frac{350 - (\frac{2}{3} h_c)}{3} = 100 + \frac{350 - (338)}{3} = \mathbf{104 \text{ mm.}}$$

Jadi, gunakan hoops dengan tulangan D13 dengan spasi 100 mm = 10 cm.

Dengan D 13 dengan spasi 100 mm, confinement yang dibutuhkan:

$$A_{sh} = \frac{0,09 s h_c f_c'}{f_{yh}}$$

$$= \frac{0,09 \times 100 \text{ mm} \times 507 \text{ mm} \times 30 \text{ MPa}}{400 \text{ MPa}} = \mathbf{342,23 \text{ mm}^2}.$$

Kolom menggunakan 12 D 25, sehingga kita hanya dapat mengaitkan 4 hoops dan cross ties di masing-masing sisi.

Jenis baja tulangan.

Jenis	Dimensi			As (mm ²)
	Jumlah	Diameter (mm)	Luas/bar (mm ²)	
Diameter 13 mm	4	13	133	531

Ok, 531 mm² > 342,23 mm². 4 hoops D 13 dengan spasi 10 cm dapat digunakan.

b. Confinement untuk shearwall.

Sebagai trial awal gunakan D 13. Spasi maksimum yangizinkan untuk D 13 adalah :

- ❖ $\frac{1}{4}$ panjang sisi terpendek = $\frac{1}{4} \times 600 \text{ mm} = 150 \text{ mm.}$
- ❖ 6 x diameter tulangan longitudinal = $6 \times 16 \text{ mm} = 96 \text{ mm.}$
- ❖ Atau

$$s_x \leq 100 + \frac{350 - h_x}{3}$$

$$h_c = 300 \text{ mm} - (2 \times 40 \text{ mm}) - 13 \text{ mm} = 207 \text{ mm.}$$

$$s_x \leq 100 + \frac{350 - (\frac{2}{3} h_c)}{3} = 100 + \frac{350 - (138)}{3} = 171 \text{ mm.}$$

Dengan menggunakan dual layer D 13, maka $A_{sh} =$
Jenis baja tulangan.

Jenis	Dimensi			As (mm ²)
	Jumlah	Diameter (mm)	Luas/bar (mm ²)	
Diameter 13 mm	2	13	133	265

Ok, 265 mm² > 139,73 mm², dual layer D 13 dengan spasi 100 mm dapat digunakan.

❖ Untuk confinement arah tegak lurus shearwall, sama seperti sebelumnya, misalkan digunakan dual layer D13 dengan spasi 100 mm.

$$h_c = 940 \text{ mm} - 600 \text{ mm} - 2 \times 40 \text{ mm} - 13 \text{ mm} = 247 \text{ mm.}$$

$$A_{sh} = \frac{0,09 s h_c f'_c}{f_{yh}}$$

$$= \frac{0,09 \times 100 \text{ mm} \times 247 \text{ mm} \times 30 \text{ MPa}}{400 \text{ MPa}} = 166,73 \text{ mm}^2.$$

Dengan menggunakan dual layer D 13, maka $A_{sh} =$
Jenis baja tulangan.

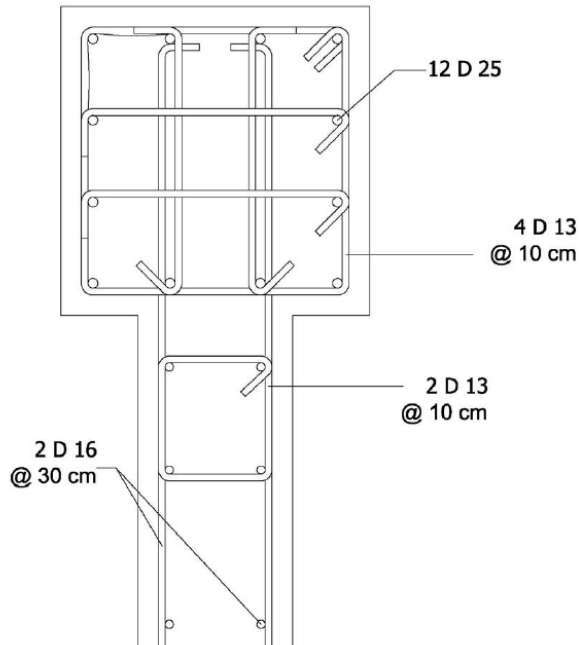
Jenis	Dimensi			As (mm ²)
	Jumlah	Diameter (mm)	Luas/bar (mm ²)	
Diameter 13 mm	2	13	133	265

Ok, 265 mm² > 166,73 mm², dual layer D 13 dengan spasi 100 mm dapat digunakan.

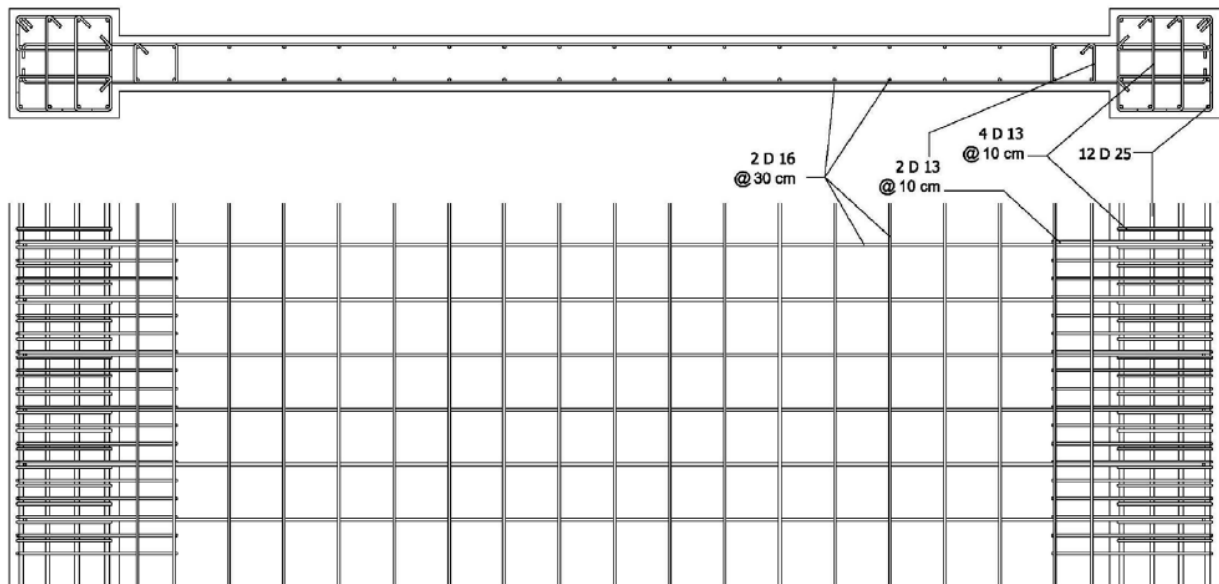
Tulangan transversal di boundary element harus dilebihi panjangnya sepanjang $l_w = 6,6 \text{ m}$, atau $M_u / 4 V_u = 41.707 \text{ kNm} / (4 \times 2.680 \text{ kN}) = 3,89 \text{ m} \approx 4 \text{ m}$.

6. Sketsa penulangan shearwall

Sketsa penulangan shearwall seperti terlihat pada Gambar 3. dan Gambar 4.



Gambar 3. Sketsa penulangan special boundary element.



Gambar 4. Sketsa penulangan shearwall.

5.4. ANALISA DINDING GESER YANG BERLUBANG/ BERONGGA (PERFORASI SHEAR WALL)

Metode dinding geser berlubang menyediakan satu cara untuk kekuatan dan kekakuan dari dinding dilapisi dengan bukaan sementara menyediakan sebuah alternatif untuk mengikat dan jangkar biasanya diperlukan oleh metode lain.

Desain Kapasitas Geser

$$V_{wall} = (v C_o) \sum L_i$$

dimana :

$V_{dinding}$ = Desain kapasitas geser geser yang berlubang dinding

v = desain unit kapasitas geser yang tersegmentasi dinding geser

C_o = Faktor penyesuaian kapasitas geser dari Tabel 1 yang account untuk mengurangi kekuatan efek bukaan pada dinding geser kapasitas

$\sum L_i$ = Jumlah dari panjang dinding geser berlubang

Pada setiap akhir sebuah dinding geser berlubang :

$$R = \frac{Vh}{C_o \sum L_i}$$

dimana :

R = mengangkat pelabuhan gaya pada geser berlubang dinding berakhir, lb

V = gaya geser di dinding geser berlubang, lb

h = ketinggian dinding geser, ft

Unit gaya geser, v , ditransmisikan ke atas per- forated dinding geser, keluar dari dasar geser berlubang dinding ketinggian penuh selubung, dan digunakan untuk ukuran kolektor (drag struts) yang menghubungkan segmen dinding geser berlubang, adalah dihitung sebagai:

$$v_{max} = \frac{V}{C_o \sum L_i}$$

dimana : v_{max} = Maksimal unit akibat gaya geser, plf