

# PERENCANAAN DINDING STRUKTURAL BETON BERTULANG SEBAGAI PENYALUR BEBAN GEMPA SESUAI SNI-2847-03-2002, DAN UBC97

Dominggus Bakarbesy

Program Studi Teknik Sipil

Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Sains dan Teknologi Jayapura

Jl. Raya Sentani, Padang Bulan. Jayapura 99351

Email : [domy.bakarbesy@gmail.com](mailto:domy.bakarbesy@gmail.com)

## Abstract

*Shear walls (dinding Geser) merupakan elemen struktur yang digunakan pada gedung berlantai banyak lebih dari 15 lantai karena Shear wall Menyediakan kekakuan plane yang tinggi dan kekuatan yang besar untuk menerima beban lateral dan gravitasi secara bersamaan, Shear wall Idealnya Cocok digunakan untuk gedung-gedung tinggi dan berada di wilayah dengan zona gempa tinggi seperti di papua. Gedung-gedung tinggi dirancang untuk menerima beban lateral (gempa) melalui seluruh dinding geser dan dapat lebih ekonomis pada gedung dengan ketinggian lebih dari 40 lantai Hal ini terjadi karena perilaku shear wall sangat stabil dalam memancarkan energy gempa kedalam struktur dan kekuatan dinding geser sangat berpengaruh terhadap elemen struktur yang lain (balok dan kolom). perencanaan dinding struktural dilakukan dengan mengacu pada SNI -2847-03-2002, dan gaya geser dasar akibat gempa mengacu pada UBC97*

*Kata kunci : Dinding Ges, Beban Gempa, Beton Bertulan, Beban Lateral, Gaya Geser*

dinding struktural dilakukan dengan mengacu pada SNI -2847-03-2002

## 1. PENDAHULUAN

Shear walls (dinding Geser) adalah elemen struktur yang digunakan pada gedung berlantai banyak >15 lantai penggunaan shear wall sebagai elemen structural adalah sangat baik karena Shear wall Menyediakan kekakuan plane yang tinggi dan kekuatan yang besar untuk menerima beban lateral dan gravitasi secara bersamaan, Shear wall Idealnya Cocok digunakan untuk gedung-gedung tinggi dan berada di wilayah dengan zona gempa dengan intensitas tinggi seperti di papua,

Terutama pada konstruksi beton bertulang. Gedung-gedung tinggi dirancang untuk menerima beban lateral melalui seluruh dinding geser dan dapat lebih ekonomis pada gedung dengan ketinggian lebih dari 40 lantai Hal ini terjadi karena perilaku shear wall sangat stabil dalam memancarkan energy gempa kedalam struktur

Jika Struktur dinding struktur digabungkan dengan sistem struktur lain terdapat perbedaan pembagian distribusi beban gempa sesuai dengan kekakuan penampang secara propesional. Tetapi yang paling diutamakan adalah pada elemen frame, karena elemen ini harus bias mempertahankan momen kapasitasnya pada saat dinding structural mengalami simpangan maksimum, dengan kata lain kekuatan dinding geser sangat berpengaruh terhadap elemen struktur yang lain (balok dan kolom). perencanaan

### 1.1. Ketentuan Umum

Dalam Ketentuan umum ini adalah untuk memberi pokok pokok pedoman syarat syarat umum analisa dan disain bangunan yang terkena beban gempa sesuai ketentuan SNI.2847 Pasal 23.6 SNI 2874 Pasal 23.6 mengenai DSK (Dinding Struktural Khusus) mengandung pedoman antara lain berikut ini :

- Hanya mengatur disain DSK Pasal 23.6 Tersedia batas Kuat Geser Nominal (Rumus 127)
- Tersedia nilai  $c$  (Rumus 128) yang perlu Komponen Batas (KB) atau penditailan
- Disediakan pedomen panjang Pasal 23.6.6.4
- Tersedia batas tahanan geser nominal segmen segmen dinding horizontal pasal 23.6.4.5
- Tersedia pedoman tulangan transversal untuk daerah KB

### 1.2. Penulangan

Pasal 23.6.2.1 Ratio penulangan dinding  $\rho_v$  dan  $\rho_n$ , untuk DS tak boleh kurang dari 0,0025. Bila  $V_u < \frac{1}{12} A_{cv} \cdot \sqrt{f'c}$ . pakailah tulangan minimum pasal 16.3. Jarak s di dua arah tidak boleh melebihi 450 mm

Pasal 23.6.2.2 Sedikitnya pakai 2 Lapis tulangan dalam dinding bila geser berfaktor  $V_u > 1/6 \times A_{cv}$

$\sqrt{f'_c}$  Pasal 23.6.2.3 Semua penulangan yang menerus di DS harus dijangkar atau disambung sesuai ketentuan penulangan tarik di pasal 23.5.4

Pasal 23.6.6.5(a) Bila ratio tulangan longitudinal di tepi dinding  $> 400/f_y$ , T T di tepi harus memenuhi pasal 23.4.4(1c), 23.4.4.3 dan 23.6.6(4a)). s maksimum dari TT di tepi harus  $< 200$  mm.

Pasal 23.6.6.(5b) Kecuali bila  $V_u$  di bidang dinding  $< A_{cv} \sqrt{f'_c}$ , maka tulangan horizontal yang berhenti di tepi DS (tanpa KB) harus memakai hook standard masuk kedalam tulangan tepi atau tulangan tepi harus dibalut dalam begel jenis U yang memiliki ukuran dan jarak s yang sama dengan tulangan horisontal, dan disambung lewatkan pada tulangan horizontal.

### 1.3. Komponen Kondisi Batas

Pasal 23.6.6.1 Kebutuhan KB khusus di tepi tepi DS harus dievaluasi sesuai Pasal 23.6.6.2 dan Pasal 23.6.6.3. Persyaratan panjang KB dan tulangan transversebe harus sesuai Pasal 23.6.6.4 dan 23.6.6.5.

Pasal 23.6.6.2

- a. Daerah tekan harus diberi KB bila

$$c > \frac{\ell_w}{600(\delta_n / hw)}$$

$$\delta_n / hw \text{ tidak boleh } < 0,007$$

C diperoleh dari nilai terbesar hasil analisis komtabilitas regangan dari tiap kombinasi beban termasuk beban gempa.

- b. KB yang diadakan oleh ketentuan diatas harus menerus secara vertical dari penampang kritis sehingga tidak kurang dari nilai lebih besar dari  $\ell_w$  atau  $M_u/4V_u$

Pasal 23.6.6.3

DS yang tidak direncanakan sesuai pasal 23.6 (6(2)) diatas harus memiliki KB bila di sisi terluar atau tepi tepi lubang DS terjadi tegangan tekan  $> 0,2 f'_c$  akibat beban berfaktor termasuk pengaruh gempa. KB tersebut baru boleh dihentikan bila tegangan tekan tersebut  $< 0,15 f'_c$ . Tegangan tersebut dihitung berdasarkan metode elastis dan luas bruto. Untuk DS yang memiliki flens, maka lebar efektif harus memenuhi pasal 23.6.5.21

### 1.4. Persyaratan Dimensi

Pasal 23. 6.6.4 a dan b Dimensi KB harus memenuhi ketentuan berikut :

- a. KB harus menerus dari serat tekan terluar sejarak  $> (c - 0,1 \ell_w)$  dan  $c/2$

- b. Pada daerah berflens, lebar efektif flens sebagai bagian KB harus menerus  $> 300$  mm kedalam web.

### 1.5. Tulangan Pengekangan

pasal 23.6.6.4 c dan d

- a. TT-KB harus memenuhi pasal 23.4.4.1 sampai dengan pasal 23.4.4.3, kecuali rumus (123) tak perlu dipenuhi.  
b. TT komponen batas khusus pada dasar DS harus diteruskan sepanjang  $\ell_d$  tulangan utama KB kedalam pondasi, kecuali bila berhenti di footing atau pelat maka TT diteruskan sedalam 300 mm kedalam footing atau pelat tadi.

### 1.6. Tulangan Horizontal

Pasal 23.6.6.4 e dan f

- a. Tulangan horizontal pada badan DS harus dijangkar dalam inti terkekang dari KB agar dapat mencapai  $f_y$   
b. Sambungan mekanis tulangan utama KB harus sesuai pasal 23.2.6, sedang sambungan las pada pasal 23.2.7

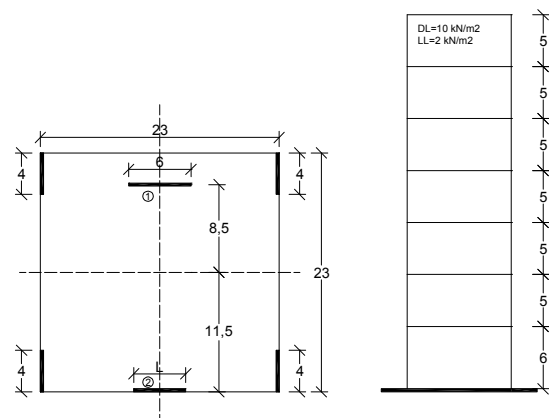
## 2. METODOLOGI

Penelitian ini di lakukan pada struktural di wilayah gempa dengan tingkat kegempaan yang tinggi, dengan standar keamann sesuai dengan SNI-03-1726-2002 untuk ketahanan gempa dan SNI-03-2847-2002 untuk perhitungan Struktur Beton dengan,

Analisa dan perhitungan besar gaya geser dasar nominal  $V_n$  pada setiap lantai menggunakan statis ekuivalen metode, dimana beban gempa di distribusi ke seluruh tinggi gedung.

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 3.1. Desain Dinding Geser 1 dan 2



Gambar 1. Desain Dinding Geser 1 dan 2

### 3.2. Menghitung Panjang Dinding Geser 1

$$\bar{y} = \frac{\sum_{i=1}^n I_i \cdot y_i}{\sum I_i}$$

$$I_2 = \frac{6^3(0,3)}{12} = 5,4 \text{ m}^4$$

$$y_2 = 8,5 \text{ m}$$

$$I_1 = \frac{L^3(0,3)}{12} = 0,025 \cdot L^3 \text{ m}^4$$

$$Y_1 = -11,5 \text{ m}$$

$$\bar{y} = \frac{\sum_{i=1}^n I_i \cdot y_i}{\sum I_i} = \frac{I_1 \cdot y_1 + I_2 \cdot y_2}{I_1 + I_2}$$

$$\bar{y} = \frac{5,4 \cdot (8,5) + 0,025L^3 \times (-11,5)}{I_1 + I_2} = 0$$

$$5,4 \times (8,5) - 0,025 \cdot L^3 \times (11,5) = 0$$

$$L_1 = 5,425 = 5,4 \text{ m}$$

$$SD1 = 0,1$$

$$SDS = 0,21$$

$$W_1 = (4,8 \times 23 \times 23) + (2,5 \times 23 \times 23 \times 2,5 \times 0,3) + (0,3 \times 27 \times 24 \times (5/2 + 6)) = 4612,83 \text{ kN}$$

$$W_2 = ((4,8 \times 23 \times 23) + (2,5 \times 23 \times 23 \times 2,5 \times 0,3) + (0,3 \times 27 \times 24 \times (5/2 + 5/2))) \times 5 = 19611,75 \text{ kN}$$

$$W_3 = (4,8 \times 23 \times 23) + (2,5 \times 23 \times 23 \times 2,5 \times 0,3) + (0,3 \times 27 \times 24 \times (5/2)) = 3429,15 \text{ kN}$$

$$W \text{ tot} = 27653,73 \text{ kN}$$

### 3.3. Gaya gempa dasar untuk semua bangunan

$$V = \frac{S_{D1} \times W}{T \times (R/I)}$$

$$T = 0,0488 \times (36)^{4/3} = 0,7172$$

R = 4 untuk dinding geser

$$I = 1$$

Tabel 1. Data Pengujian

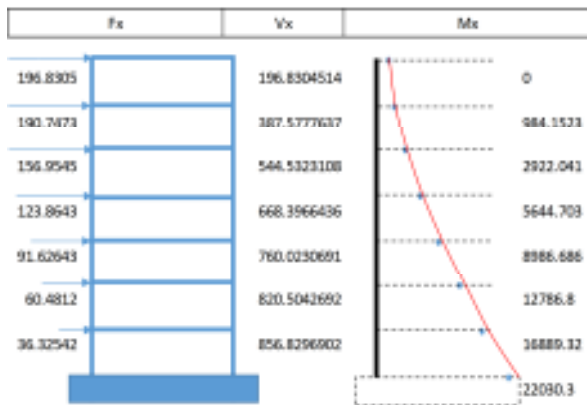
| 1    | 2        | 3a | 3b      | 4        | 5  | 6         | 7        | 8         |
|------|----------|----|---------|----------|--|-----------|----------|-----------|
| slap | Wi       | hi | h floor | Wi*hi^k  | $\frac{W_i \cdot h_i^k}{\sum_{i=1}^7 W_i h_i^k}$ | Fx        | Vx       | Mx        |
| 7    | 3429.15  | 36 |         | 182184.6 | 0.229719457                                      | 196.83045 |          | 0         |
|      |          |    | 5       |          |  |           | 196.8305 |           |
| 6    | 3922.35  | 31 |         | 176554.1 | 0.222619868                                      | 190.74731 |          | 984.15226 |
|      |          |    | 5       |          |  |           | 387.5778 |           |
| 5    | 3922.35  | 26 |         | 145275.8 | 0.183180565                                      | 156.95455 |          | 2922.0411 |
|      |          |    | 5       |          |  |           | 544.5323 |           |
| 4    | 3922.35  | 21 |         | 114647.8 | 0.144561205                                      | 123.86433 |          | 5644.7026 |
|      |          |    | 5       |          |  |           | 668.3966 |           |
| 3    | 3922.35  | 16 |         | 84808.65 | 0.106936567                                      | 91.626425 |          | 8986.6858 |
|      |          |    | 5       |          |  |           | 760.0231 |           |
| 2    | 3922.35  | 11 |         | 55980.89 | 0.07058719                                       | 60.4812   |          | 12786.801 |
|      |          |    | 5       |          |  |           | 820.5043 |           |
| 1    | 4612.83  | 6  |         | 33622.5  | 0.042395147                                      | 36.325421 |          | 16889.323 |
| base |          |    | 6       |          |  |           | 856.8297 | 22030.30  |
|      | 27653.73 |    |         | 793074.3 |  |           |          |           |

colom 4 = column 3a \* column 2

Fx = column 5 x 856.83

Mx = comulative 6

$$k = 1 + \frac{T-0.5}{2} = 1.025$$



$$\frac{W_x \cdot h_x^k}{\sum_{i=1}^7 W_i h_i^k}$$

$$V_{min} = 0,0441 \times SDS \times I \times W$$

$$V_{min} = 256.1012 \text{ kN}$$

$$V_{max} = 1290.5074 \text{ kN}$$

$$V = \frac{0,1 \times 27653.73}{0,7172 \times \left(4,5/1\right)}$$

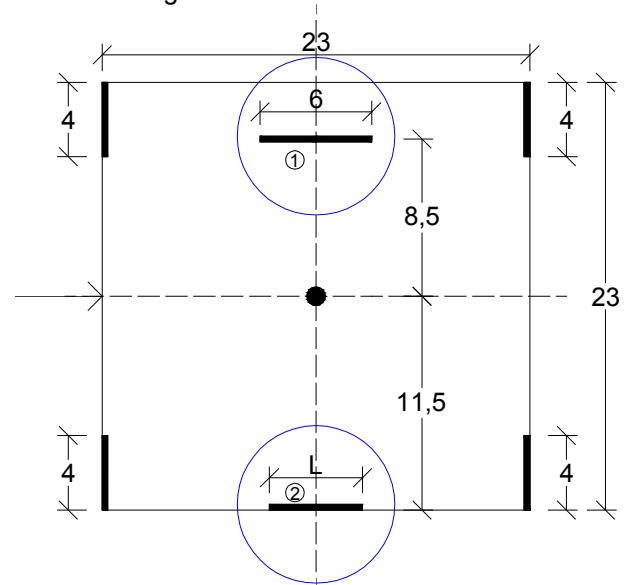
$$V = 856.83 \text{ kN}$$

$$M_{max} = 22030.301 \text{ kN.m}$$

$$a = \frac{I_i}{\sum_{i=1}^n I_i}$$

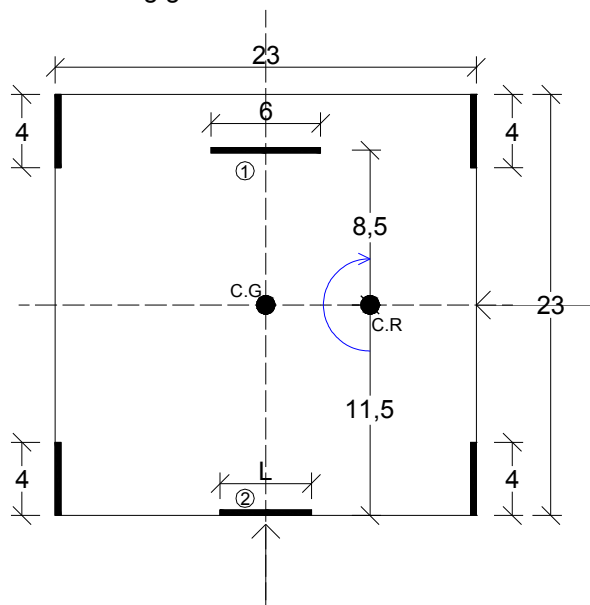
$$b = \frac{I_i \times y_i}{\sum (I_{iy} \cdot y_i^2 + I_{ix} \cdot x_i^2)} \times (C.R + 0,05(L))$$

Untuk dinding nomor 2



Gambar 3. Dinding Geser Nomor 2

Untuk dinding geser nomor 1



Gambar 4 Gambar 3. Dinding Geser Nomor 2

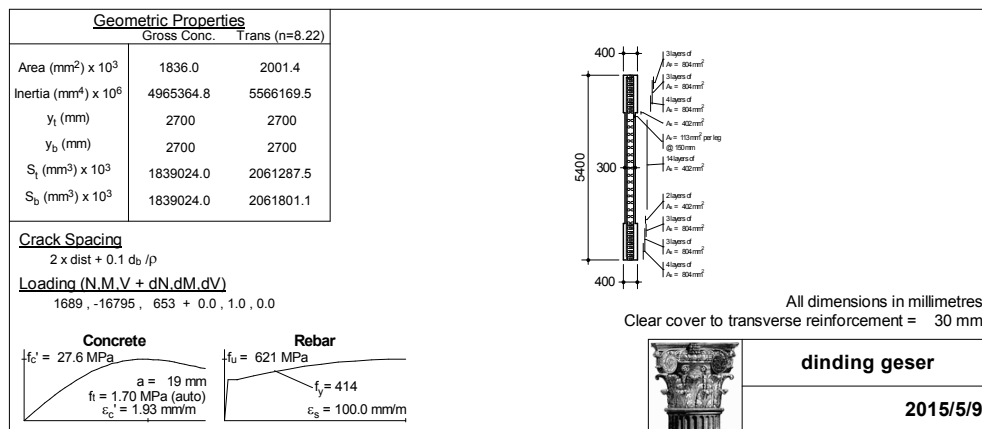
Dari persamaan diatas di dapat nilai

- ✓ Untuk dinding geser nomor 2
  - a = 0.42163
  - b = 0.340723571
  - $V_i = 653.2080312 \text{ kN}$
  - $M_i = 16794.90043 \text{ kN.m}$
  - $P_i = 1689.376 \text{ kN}$
- ✓ Untuk dinding geser nomor 1
  - a = 0.57499
  - b = 0.254287555
  - $V_i = 714.3455994 \text{ kN}$
  - $M_i = 18366.8336 \text{ kN.m}$
  - $P_i = 1876 \text{ kN}$

$$V_i = (a + b) \times V$$

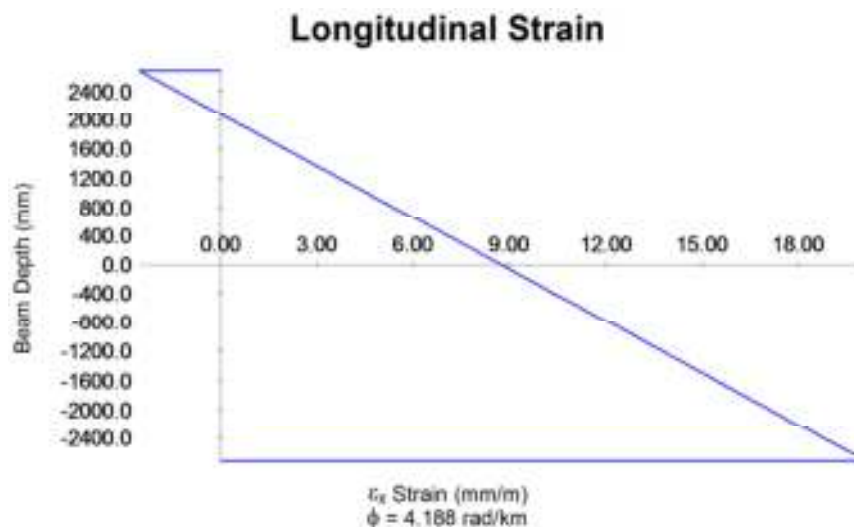
$$M_i = (a + b) \times M$$

### 3.4. Shear wall design boundary element diperlukan jika memenuhi



Gambar 5. Shear Wall Design Boundary Element

$$c > \frac{l_w}{600(\delta_n / hw)}$$



Gambar 6. Longitudinal Strain

Dari diagram regangan dinding geser diatas diperoleh c = 604 mm.

$$\delta m = \Delta m = \xi \times R \times \Delta s$$

$$\Delta s = \frac{0,03 \times hw}{R}$$

$$\Delta s = \frac{0,03 \times 36000}{4,5} = 240 \text{ mm}$$

$$\delta m = \Delta m = 0,7 \times 4,5 \times 240 = 756 \text{ mm}$$

$$604 > \frac{5400}{600(756/36000)}$$

$$604 > 428,57$$

Dibutuhkan kondisi batas/boundary elemen

Atau di cek menggunakan perbandingan tegangan beton akibat gaya2 dalam yang bekerja

$$I_g = \frac{b_w \times L_w^3}{12}$$

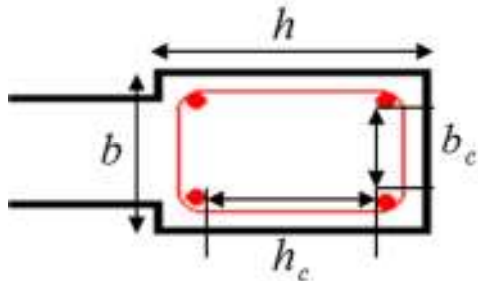
$$I_g = \frac{0,3 \times 5,40^3}{12} = 3.9366$$

$$fc = \frac{V_i}{b \times h} + \frac{M_i \times y}{I_g} \times 10^{-3} \text{ MN/m}^2$$

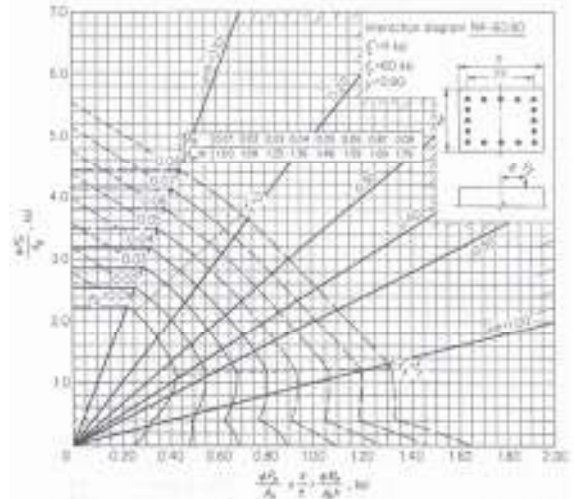
$$f_c = \frac{1337.997}{0,3 \times 5,40} + \frac{35007.797 \times 2,713}{3,9366 \times 10^{-3} \text{ MN/m}^2}$$

$$= 9.575518097 > (0,2 \times 27,6 = 5.52 \frac{\text{MN}}{\text{m}^2})$$

Diperlukan bondari elemen



Gambar 7. Bondary Elemen



Gambar 8. Interaksi Diagram

Setidaknya dua lapis tulangan diperlukan di dalam badan dinding jika geser dihitung melebihi nilai dibawah.

$$V = \frac{A_{cv} \times \sqrt{f'_c}}{6}$$

$$V = \frac{300 \times 5400 \times \sqrt{27,6}}{6} = 147885.0905 \text{ kN}$$

Menggunakan tulangan minimum.

$$\therefore V_u < \frac{A_{cv} \sqrt{f'_c}}{6}$$

$V_u > V_i$  digunakan tulangan minimum

$\rho_{min} = 0.0025$  Pasal 23.6.2.1

$AV = 750 \text{ mm}^2$

$S_{max} = 450 \text{ mm}$

digunakan tulangan = 4D16-300, pada setiap meter

Verifikasi kecukupan bagian dinding geser Pada dasar ditentukan dengan gabungan beban aksial dan momen lentur.

$$P_u = 1689.376 \times 10^3 \text{ N}$$

$$M_u = 16794.90043 \times 10^6 \text{ N.m}$$

$$A_g = 221400 \text{ mm}^2$$

$$\frac{M_u}{A_g \times l_w} = \frac{16794.90043 \times 10^6}{(221400 \times 5400)} = 14.048 \text{ MPa}$$

$$\approx 2.037 \text{ ksi}$$

$$\frac{P_u}{A_g} = \frac{1689.376 \times 10^3}{(221400)} = 7.63 \text{ MPa} \approx 1.106 \text{ ksi}$$

$$f_c = 27,6 \text{ MPa} = 4 \text{ Ksi}$$

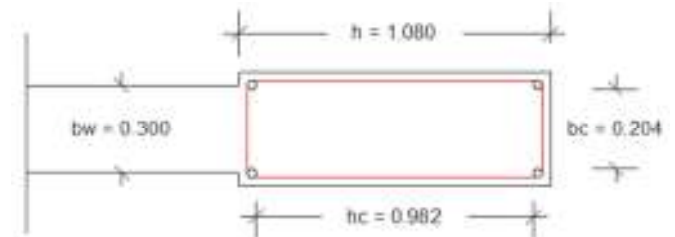
$$f_y = 413,7 \text{ MPa} = 60 \text{ Ksi}$$

$$\gamma = 0,9$$

Dengan diagram di bawah didapat rasio tulangan yang diperlukan adalah

$$\rho = 0,02$$

$$A_s = \rho \times A_g = 0,02 \times 1620000 = 32400 \text{ mm}^2$$



$$d' = 30 \text{ mm}; \quad l_w = 5400 \text{ mm}$$

$$b_w = 300 \text{ mm}; \quad b_b = 400 \text{ mm}$$

$$h = 1080 \text{ mm}; \quad h_c = 982 \text{ mm}$$

$$d_l = 19 \text{ mm}; \quad A_{sdl} = 283.5 \text{ mm}^2$$

$$d_s = 16 \text{ mm}; \quad A_{sds} = 201.1 \text{ mm}^2$$

$$S_{ds} = 150 \text{ mm}$$

$$A_{sv} = l_w - \left( \frac{2 \times h_c}{s_{ds}} \right) \times (2 \times A_{sds})$$

$$A_{sv} = 5400 - \left( \frac{2 \times 988}{150} \right) \times (2 \times 201,1)$$

$$= 101.685 \text{ mm}^2$$

$$A_{sb} = A_s - A_{sv} = 32400 - 101.685$$

$$= 15396.31467 \text{ mm}^2$$

Dipasang pada masing-masing boundary elemen sebesar  $A_s = 15396.31467 \times 0,5$ ;  $A_s = 7698.2 \text{ mm}^2$ , jika menggunakan tulangan D16 didapat 39D16,  $A_s = 7842.9 \text{ mm}^2$

Tulangan tekuk pada bondari elemen

$$A_{sh} \geq 0.09 S h_c \frac{f'_c}{f_{yh}}$$

$$A_{sh} \geq 0.3 S h_c \left( \frac{A_g}{A_{ch}} - 1 \right) \frac{f'_c}{f_{yh}}$$

Check short direction  
 s = 150 mm  
 h = 1080 mm  
 hc = 982 mm  
 bc = 204 mm

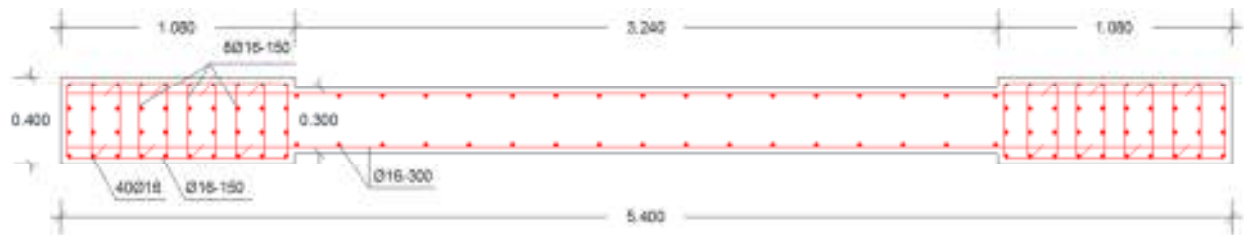
s = 300 mm  
 h = 1080 mm  
 hc = 982 mm  
 bc = 204 mm

$$A_{sh} \geq 0.09 \times 150 \times 982 \times \frac{27,6}{413,7} = 884.4409 \text{ mm}^2$$

$$A_{sh} \geq 0.09 \times 300 \times 982 \times \frac{27,6}{413,7} = 367.46628 \text{ mm}^2$$

Ash = 1.83, digunakan hoop 2D16 - 300

Ash = 4.398848156, digunakan hoop 5D16 - 150  
 Check long direction



Gambar 9. Dinding Struktural Beton Bertulang

#### 4. KESIMPULAN

- Panjang dinding geser yang di tinjau  $L = 5400$  mm  
 Tebal badan  $b_w = 300$  mm, panjang boundary elemen  $h = 1080$  mm, tebal boundary elemen  $400$  mm.
- Tulangan memanjang dinding geser pada tiap boundary elemen, Dipasang 39D16  $A_s = 7842,9 \text{ mm}^2$ , dan hoop = 8D12-150 mm
- Tulangan logitudinal pada badan dinding geser dipasang D16-300, dan tulangan arah melintang dipasang 2D16-300.

#### 5. Daftar Pustaka

Rachmat Purwono Perencanaan Struktur Beton Bertulang Tahan Gempa

Farzad Naeim (Ed.), The Seismic Design Handbook, 2ND Edition.

Tatacara perencanaan struktur beton untuk bangunan gedung SNI 03 – 2847 -2002

Tatacara perencanaan ke tahanan gempa untuk bangunan gedung SNI 03 – 1726 – 2022.