

PERENCANAAN STRUKTUR GEDUNG KAMPUS HNK MENGGUNAKAN SISTEM GANDA DI DAERAH SEMARANG

Happy anggar Kusuma¹, Soerjandani Priantoro M²

Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil¹, Dosen Program Fakultas Teknik Sipil²
Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Wijaya Kusuma Surabaya
Jl. Dukuh Kupang XX No. 54, Kota Surabaya, 60225, Jawa Timur, Indonesia
Email: ¹happyak096@gmail.com, ²king-sur@gmail.com

Abstrak. Semarang merupakan salah satu wilayah gempa 3 di Indonesia, Seiring berjalannya waktu wilayah gempa terus meningkat, maka dari itu gedung harus dapat menahan gempa. Tugas Akhir ini merencanakan gedung Kampus HNK tahan gempa yang berlokasi di Semarang. Struktur gedung ini terdiri dari 9 lantai dan 1 atap. Ukuran gedung, panjang 42.00 meter, dan lebar 16,50 meter. Dinding geser digunakan untuk mendistribusikan beban gempa pada gedung Kampus HNK itu mengacu pada peraturan SNI 2847:2013 untuk perencanaan beton bertulang dan SNI 1726:2012 untuk acuan beban gempa. Perhitungan beban gempa yang terjadi pada gedung menggunakan analisa statik ekuivalen. Untuk analisa gaya-gaya dalam yang terjadi pada struktur ini menggunakan program komputer SAP 2000. Mutu beton digunakan $f_c' 30$ MPa dan mutu baja $f_y 420$ Mpa. Dari analisa diperoleh kontrol batas simpangan antar lantai tingkat desain pada lantai tertinggi adalah 0,066 m. Letak dinding geser memenuhi persyaratan yaitu untuk SRPMK lebih besar dari 25% dan dinding geser lebih kecil dari 75%. Hasil analisa menunjukkan bahwa gedung sudah memenuhi standar sebagai gedung tahan gempa. Dinding geser direncanakan dengan ketebalan 40 cm menggunakan tulangan longitudinal D36-70 dan tulangan sengkang 2D25-50.

Kata kunci : Gedung, Dinding geser, Gempa, Beton bertulang,

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia merupakan wilayah yang sangat rawan bencana gempa bumi seperti halnya Jepang dan California karena posisi geografisnya terletak di zona tektonik yang sangat aktif. Hal ini dikarenakan tiga lempeng besar dunia dan sembilan lempeng kecil lainnya saling bertemu di wilayah Indonesia serta membentuk jalur-jalur pertemuan lempeng yang kompleks (PU, 2010).

Dalam SNI 1726-2012 Indonesia terbagi dalam 6 wilayah gempa, dimana wilayah gempa 1 adalah wilayah dengan kegempaan paling rendah sedangkan wilayah gempa 6 dengan kegempaan paling tinggi. Suatu gedung di wilayah yang rawan gempa terutama di daerah Semarang yang masuk wilayah gempa 3 di Indonesia, perencanaan gedung harus memperhatikan kekuatan, kenyamanan, keekonomisan, dan pengaruh terhadap lingkungan. Aspek-aspek tersebutlah yang harus direncanakan dan diperhitungkan secara matang. Faktor yang mempengaruhi kekuatan konstruksi adalah beban mati, beban hidup, dan beban gempa.

Sistem Ganda adalah salah satu teknik penanganan struktur bangunan yang dapat menahan beban gempa. Karakteristik tentang

perilaku struktur bangunan yang mengalami beban gempa adalah struktur akan mengalami deformasi dan hal ini merupakan faktor penting dalam merencanakan bangunan tahan gempa. (Nini Hasriyani Aswad, 2014).

Dalam Tugas Akhir ini akan merencanakan Gedung Kampus HNK di Semarang, struktur yang digunakan konstruksi beton bertulang terdiri dari 10 lantai + atap. Gedung ini direncanakan dengan dinding geser agar dapat menahan gempa dan menahan gaya gempa karna sifat dari dinding geser yang kaku. Untuk mendapat struktur gedung dengan perilaku yang baik ketika terjadi gempa, maka sesuai SNI 1726-2012. perencanaan struktur nya menggunakan perencanaan Dinding Geser yang telah memenuhi syarat pembebanan, dimana beban 75% diterima oleh dinding geser dan 25% diterima oleh SRPMK (Ichwandi, 2014)

Ada beberapa cara untuk menjaga kestabilan struktur tersebut antara lain menambah elemen struktur diagonal pada konstruksi sehingga struktur tidak mengalami deformasi jalaran genjang. Cara lainnya adalah dengan menggunakan dinding geser baik dinding penuh maupun sebagian (Sekar Arum DJ et al, 2015).

PERENCANAAN STRUKTUR GEDUNG KAMPUS HNK MENGGUNAKAN SISTEM GANDA DI DAERAH SEMARANG

(Happy anggar Kusuma, Soerjandani Priantoro)

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian dari latar belakang diatas, maka untuk perencanaan struktur gedung Kampus HNK tahan gempa menggunakan dinding geser di Semarang yang ditinjau adalah:

- 1) Bagaimana analisa pembagian gaya gempa yang diterima oleh dinding geser sesuai ketentuan SNI 1726:2012 yaitu SRPMK menerima $> 25\%$ dari total gaya yang terjadi dan untuk dinding geser 75% dari total gaya yang terjadi pada wilayah gempa ?
- 2) Bagaimana detailing untuk struktur gedung dengan menggunakan Dinding Geser pada wilayah gempa, sesuai dengan SNI 1726:2012 ?

1.3 Maksud dan Tujuan Penulisan

Dari permasalahan yang ada di atas, adapun maksud dan tujuan yang akan dicapai dalam penyusunan tugas akhir ini adalah:

1. Mampu merencanakan *preliminary design* sistem dinding geser gedung pada bangunan.
2. Mampu menerapkan *design* sistem rangka gedung pada bangunan.
3. Mampu menghitung penulangan untuk struktur utama serta dinding geser struktur.

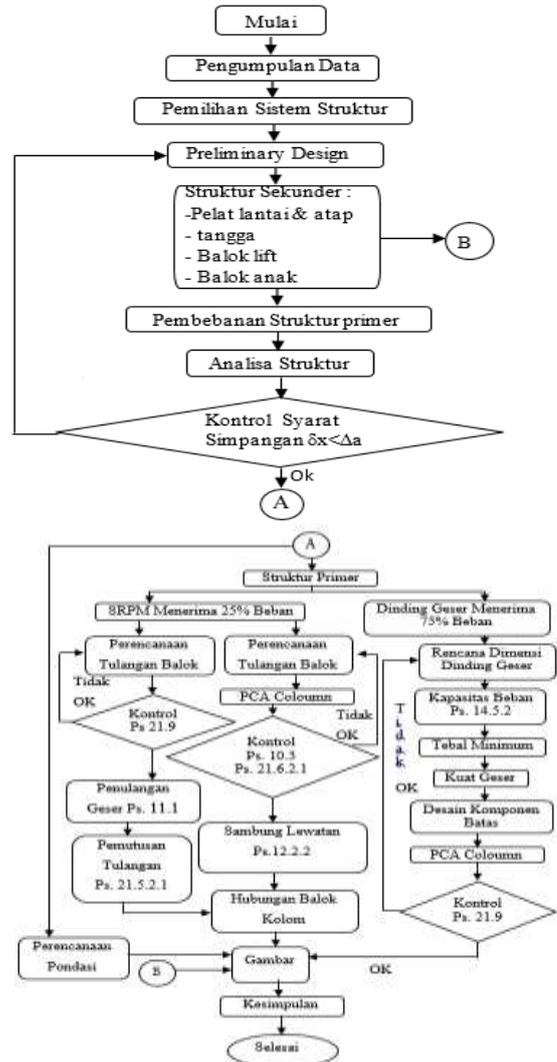
1.4 Batasan Masalah

Mengingat keterbatasan waktu dalam penyusunan tugas akhir ini, maka ada batasan-batasan masalah antara lain :

1. Tidak merencanakan metode pelaksanaan.
2. Tidak memperhitungkan kesulitan pengadaan material serta pengaruh dan dampaknya terhadap lingkungan selama pelaksanaan.
3. Tidak menghitung aspek ekonomis dari biaya konstruksi.
4. Tidak memperhitungkan sistem utilitas bangunan, instalasi air bersih dan air kotor, instalasi listrik, finishing dsb.

1. Sebagai referensi perencanaan gedung Kampus HNK di wilayah Semarang, sehingga gedung tersebut dapat dimanfaatkan untuk kegiatan perkuliahan.
2. Dapat mengetahui atau memberikan contoh cara perhitungan struktur gedung dengan sistem dinding geser.

2 METODOLOGI PERENCANAAN



Gambar 1. Flowchart Metodologi Penelitian

3. PERENCANAAN AWAL DAN DIMENSI STRUKTUR

Preliminary design adalah estimasi jenis material, mutu material, serta dimensi material yang akan digunakan untuk membentuk struktur. Penentuan jenis, mutu, dan dimensi material ini berpedoman pada engineering judgement yang telah dimiliki oleh seorang perencana. Biasanya terdapat beberapa rumusan dalam menentukan preliminary design. Spesifikasi material struktur yang ditentukan

dalam preliminary design bukanlah spesifikasi yang akan dikerjakan di lapangan, namun merupakan spesifikasi struktur yang akan dimodelkan dalam software untuk dites dengan pembebanan yang telah diidentifikasi sebelumnya.

Oleh karena ini pendimensian setiap elemen struktur yang ditaksir harus sama dengan desain bangunan tersebut.

- Dimensi Balok
 - Balok Anak = 30/50 cm
 - Balok Induk = 40/60 cm
- Dimensi Kolom
 - Kolom = 60/60 cm
- Dimensi Dinding Geser
 - Dinding Geser = 40 cm

4. PERENCANAAN STRUKTUR SEKUNDER

Pada umumnya struktur gedung dibagi menjadi dua bagian yaitu struktur primer (balok induk, kolom, pondasi) dan struktur sekunder (struktur pelat, balok anak, dan tangga). Struktur sekunder merupakan bagian dari struktur gedung yang tidak menahan kekuatan secara keseluruhan, namun tetap mengalami tegangan – tegangan akibat pembebanan yang bekerja pada bagian tersebut secara langsung, ataupun tegangan akibat perubahan bentuk dari struktur primer.

4.1 Perencanaan Lantai

Mutu Beton (f_c') : 30 MPa
 Mutu Baja (f_y) : 420 MPa
 Tebal Pelat Atap : 10 cm
 Tebal Pelat Lantai : 12 cm
 Hasil Penulangan Pelat Atap:
 Tulangan arah x = $\emptyset 10$ -200 mm
 Tulangan arah y = $\emptyset 10$ -200 mm
 Hasil Penulangan Pelat Lantai:
 Tulangan Arah x = $\emptyset 12$ -300 mm
 Tulangan Arah y = $\emptyset 12$ -300 mm

4.2 Perencanaan Tangga

Tangga merupakan suatu sarana untuk menghubungkan antara ruang yang memiliki perbedaan elevasi didalam sebuah bangunan. Pada perencanaan ini tangga dijadikan sebagai sarana penghubung tiap lantai. Tangga pada gedung ini direncanakan dengan data perencanaan sebagai berikut :

Mutu beton (f_c') = 30 MPa
 Mutu baja (f_y) = 420 MPa
 Beda tinggi lantai = 400 cm
 Elevasi bordes = 20 cm
 Panjang bordes = 300 cm
 Lebar bordes = 150 cm

Tinggi tanjakan = 20 cm

Lebar tanjakan = 30 cm

- Hasil penulangan pelat tangga:
 - Tulangan Perlu = $\emptyset 12$ -50 mm
 - Tulangan Susut = $\emptyset 10$ -320 mm

- Hasil penulangan pelat bordes:
 - Tulangan Perlu = $\emptyset 12$ -100 mm
 - Tulangan Susut = $\emptyset 10$ -320 mm

- Hasil penulangan balok bordes:
 - Tumpuan Atas = $3\emptyset 12$
 - Tumpuan Bawah = $2\emptyset 12$
 - Lapangan Atas = $7\emptyset 12$
 - Lapangan Bawah = $4\emptyset 12$

- Hasil penulangan balok penumpu:
 - Tumpuan Atas = $3\emptyset 12$
 - Tumpuan Bawah = $2\emptyset 12$
 - Lapangan Atas = $7\emptyset 12$
 - Lapangan Bawah = $4\emptyset 12$

4.2 Perencanaan Balok Anak Lantai

Pada subbab ini akan dibahas mengenai penulangan balok anak lantai dengan data perencanaan sebagai berikut:

Mutu beton (f_c') = 30 MPa
 Mutu baja (f_y) = 420 MPa
 Dimensi balok = 20 x 30
 Diameter tulangan utama = D16 mm
 Diameter tulangan sengkang = $\emptyset 10$ mm
 Selimut beton = 30 mm
 Hasil Penulangan Balok Anak Lantai:
 Lapangan Bawah = 2D16 ($A_s = 402 \text{ mm}^2$)
 Lapangan Atas = 2D16 ($A_s = 402 \text{ mm}^2$)
 Tumpuan Bawah = 2D16 ($A_s = 402 \text{ mm}^2$)
 Tumpuan Atas = 2D16 ($A_s = 402 \text{ mm}^2$)
 Tulangan Tumpuan Sengkang = $\emptyset 10$ -100 mm
 Tulangan Lapangan Sengkang = $\emptyset 10$ -150 mm

4.3 Perencanaan Balok Anak Atap

Pada subbab ini akan dibahas mengenai perencanaan struktur sekunder balok anak atap, pembahasan pada subbab ini meliputi perhitungan beban, momen yang terjadi hingga pada kebutuhan jumlah tulangan yang dibutuhkan balok anak atap:

Mutu beton (f_c') = 30 MPa
 Mutu baja (f_y) = 420 MPa
 Dimensi balok = 30 x 40
 Diameter tulangan utama = D16 mm
 Diameter tulangan sengkang = $\emptyset 10$ mm
 Selimut beton = 30 mm
 Hasil Penulangan Balok Anak Lantai:
 Lapangan Bawah = 2D16 ($A_s = 402 \text{ mm}^2$)
 Lapangan Atas = 2D16 ($A_s = 402 \text{ mm}^2$)
 Tumpuan Bawah = 2D16 ($A_s = 402 \text{ mm}^2$)

PERENCANAAN STRUKTUR GEDUNG KAMPUS HNK MENGGUNAKAN SISTEM GANDA DI DAERAH SEMARANG

(Happy anggar Kusuma, Soerjandani Priantoro)

Tumpuan Atas = 2D16 ($A_s = 402 \text{ mm}^2$)
 Tulangan Tumpuan Sengkang = \emptyset 10-100 mm
 Tulangan Lapangan Sengkang = \emptyset 10-150 mm

4.4 Perencanaan Balok Penggantung Lift

Perencanaan yang dilakukan meliputi balok-balok yang berkaitan dengan ruang mesin lift, yang terdiri dari balok penggantung lift. Pada bangunan ini digunakan lift penumpang tipe simplex dengan data-data sebagai berikut :

Balok lift : 30/50
 Tipe lift : Duplex
 Kapasitas : 17 orang (1150 kg)
 Merk : Sigma
 Kecepatan : 1 m/sec
 Lebar pintu : 1100 mm
 Dimensi sangkar (car size)
 Outside : 2050 x 1400 mm²
 Inside : 2000 x 1350 mm²

Dimensi ruang luncur (Hoistway) : 5200 x 2000 mm²

Dimensi ruang mesin (machine) : 5250 x 3750 mm²

Beban reaksi ruang mesin :

$R_1 = 8000 \text{ kg}$ (berat mesin penggerak lift+beban kereta+perlengkapan)

$R_2 = 5200 \text{ kg}$ (berat bandul pemberat+perlengkapan)

Hasil Penulangan Balok Lift:

Lapangan Bawah = 3D16 ($A_s = 603 \text{ mm}^2$)

Lapangan Atas = 6D16 ($A_s = 1206 \text{ mm}^2$)

Tumpuan Bawah = 4D16 ($A_s = 804 \text{ mm}^2$)

Tumpuan Atas = 7D16 ($A_s = 1407 \text{ mm}^2$)

Tulangan Tumpuan Sengkang = \emptyset 10-110 mm

Tulangan Lapangan Sengkang = \emptyset 10-150 mm

5. PERENCANAAN STRUKTUR PRIMER

Struktur primer merupakan komponen utama yang terdiri dari balok induk, kolom, dan dinding struktur dimana kekakuannya mempengaruhi perilaku dari suatu gedung. Struktur primer harus didesain dengan baik agar kemungkinan terjadinya keruntuhan akibat beban gempa dapat diperkecil. Dalam analisa struktur pada tugas akhir ini, struktur gedung dimodelkan dengan program struktur yaitu program bantu SAP 2000, pemodelan struktur berdasarkan SNI 1726:2012, SNI 2847:2013 dengan menggunakan sistem ganda.

5.1 Menghitung Beban Gravitasi

Beban gravitasi yang terjadi pada struktur bangunan berupa beban mati dan beban hidup yang bekerja pada tiap lantai. Analisa struktur untuk tugas akhir ini memakai program bantu SAP 2000, sehingga besarnya massa bangunan

dapat diperoleh secara otomatis pada output Sap 2000 seperti pada Tabel 1 dibawah ini.

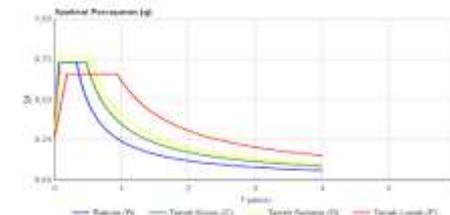
Tabel 1 Massa Lantai

Lantai ke	Massa Lantai (kg)	Berat Lantai (kg)
1	96536,98	965369,8
2	96536,98	965369,8
3	96536,98	965369,8
4	96536,98	965369,8
5	96536,98	965369,8
6	96536,98	965369,8
7	96536,98	965369,8
8	96536,98	965369,8
9	96536,98	965369,8
10	70399,3	703993
total		9.392.321,2

5.2 Menghitung Beban Gempa

a. Data Respon Spektral Kota Semarang

Berdasarkan hasil dari respon spektral (Puskim.pu.go.id), didapat tabel nilai respon spektrum untuk tanah lunak di kota Semarang. Dari gambar diatas didapat nilai respon



spektrum untuk tanah lunak seperti pada Tabel 2.

Tabel 2. Nilai Respon Spektrum untuk Tanah Lunak di Kota Palu

Tanah Sedang	
PGA (g)	0,493
S ₀ (g)	1,098
S ₁ (g)	0,64
CRS	0,871
CR1	0,000
FPGA	1,007
F _A	1,061
F _V	1,672
PSA (g)	0,497
S _{M0} (g)	1,165
S _{M1} (g)	0,609
S _{M2} (g)	0,777
S _{M3} (g)	0,406
T ₀ (detik)	0,105
T ₁ (detik)	0,523

b. Distribusi Beban Gempa

Sesuai SNI 1726 : 2012 pasal 7.8.1 distribusi gaya gempa berdasarkan beban geser dasar seismik yang dibagi sepanjang tinggi struktur gedung:

$$C_s = \frac{S_{DS}}{\left(\frac{R}{I_e}\right)} = \frac{1,777}{\left(\frac{7}{1}\right)} = 0,165$$

$V = Cs.W = 0,165 \times 9.392.321,2 =$
1.549.732,998 kg

c. Beban Gempa Statik Ekuivalen

Hasil perhitungan F_i dirangkum dalam Tabel 3 dengan $k = 2 \rightarrow T_a > 0,5$

Tabel 3. Distribusi Gaya Geser Akibat Gempa di Sepanjang Tinggi Gedung

Lantai	Zi (k)	Wi (Kg)	Wi.Zi	V	F _{ix}
1	16	965369,8	15445916,8	1042547,6	2912,757
2	64	965369,8	61783667,2	1042547,6	11651,027
3	144	965369,8	139013251,2	1042547,6	26214,811
4	256	965369,8	247134668,8	1042547,6	46604,109
5	400	965369,8	386147920	1042547,6	72818,920
6	576	965369,8	556053004,8	1042547,6	104859,245
7	784	965369,8	756849923,2	1042547,6	142725,084
8	1024	965369,8	988538675,2	1042547,6	186416,436
9	1296	965369,8	1251119261	1042547,6	235933,302
10	1600	703993	1126388800	1042547,6	212411,908
			5528475088		1042547,6

d. Batasan Simpangan Antar Lantai

Simpangan gedung tingkat desain < simpangan gedung tingkat ijin. Gedung Kampus HNK berada dikategori resiko II, dengan Δ_a sebesar 0,02 hsx. Nilai simpangan antar lantai dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Nilai Simpangan Tiap Lantai

lantai ke	simpangan yang terjadi (m)		simpangan antar lantai tingkat desain		simpangan antar lantai tingkat	syarat
	arah x	arah y	X (m)	Y (m)		
10	0.00852	0.00846	0.00178	0.00805	0.08	OK
9	0.0082	0.00835	0.000495	0.00154	0.08	OK
8	0.00811	0.00807	0.00022	0.004235	0.08	OK
7	0.00807	0.0073	0.0055	0.001485	0.08	OK
6	0.00707	0.00703	0.004125	0.004235	0.08	OK
5	0.00632	0.00626	0.00506	0.00506	0.08	OK
4	0.0054	0.00534	0.00594	0.005995	0.08	OK
3	0.00432	0.00425	0.006875	0.006875	0.08	OK
2	0.00307	0.003	0.007735	0.00781	0.08	OK
1	0.00166	0.00158	0.00913	0.00889	0.08	OK

e. Analisa Sistem Ganda

Dari hasil analisa struktur (output ETABS) kemudian dilakukam pengecekan pada base shear bahwa sistem struktur yang terdiri dari kombinasi dinding struktur dan sistem rangka.

Tabel 5. Nilai Prosentase Antara SRPMK dan Dinding Geser

KOMBINASI	Arah gempa Fx		SRPMK > 15%		Arah gempa Fy		SRPMK > 15%	
	Dinding Geser	SRPMK	DG > 15%	OK	Dinding Geser	SRPMK	DG > 15%	OK
COMB1	57%	42%	OK	49%	49%	49%	OK	
COMB2	40%	60%	OK	52%	47%	OK	OK	
COMB3	38%	62%	OK	48%	52%	OK	OK	
COMB4	51%	47%	OK	52%	48%	OK	OK	
COMB5	54%	46%	OK	59%	41%	OK	OK	
COMB6	41%	59%	OK	51%	47%	OK	OK	
COMB7	52%	47%	OK	50%	48%	OK	OK	
COMB8	51%	47%	OK	50%	48%	OK	OK	
COMB9	54%	46%	OK	59%	41%	OK	OK	
COMB10	53%	47%	OK	50%	48%	OK	OK	
COMB11	60%	40%	OK	57%	43%	OK	OK	
COMB12	53%	47%	OK	52%	48%	OK	OK	
COMB13	48%	52%	OK	57%	43%	OK	OK	
COMB14	61%	39%	OK	54%	46%	OK	OK	
COMB15	59%	41%	OK	60%	40%	OK	OK	
COMB16	51%	47%	OK	52%	48%	OK	OK	
COMB17	52%	47%	OK	48%	52%	OK	OK	
COMB18	59%	41%	OK	52%	48%	OK	OK	
COMB19	63%	37%	OK	59%	41%	OK	OK	
COMB20	63%	37%	OK	55%	45%	OK	OK	
COMB21	54%	46%	OK	59%	41%	OK	OK	
COMB22	57%	43%	OK	52%	48%	OK	OK	

5.3 Perencanaan Balok Induk

Perencanaan balok induk pada tugas akhir ini dengan cara memeriksa momen-momen yang terjadi pada setiap balok induk, momen pada balok induk didapat dari output SAP 2000 dan harus diambil satu balok dengan momen yang paling besar. Pada hasil pemeriksaan dari struktur yang direncanakan didapat momen yang terbesar berada pada balok B48 (as F bentang 1-6 lantai ke 5)

Tabel 6. Resume Momen Terbesar pada Balok

Beban	Lokasi	Momen(Nmm)
Mati(D)	Ujung Kiri	-44373100
	Tengah	43110300
	Ujung Kanan	-10161600
Hidup(L)	Ujung kiri	-7424400
	Tengah	5575400
	Ujung Kanan	-4600
Gempa(E)	Ujung Kiri	471200
	Tengah	100400
	Ujung Kanan	207000

B48

5.3.1 Penulangan Lentur Balok Induk

Data perencanaan

Bentang balok (L) = 7000 mm

Lebar balok (b) = 400 mm

Tinggi balok (h) = 600 mm

Selimit beton (s) = 40 mm

Diameter tulangan utama = D22

Diameter tulangan sengkang= D12

Mutu beton (f_c') = 30 MPa

Mutu baja Tulangan (f_y) = 420 MPa

Mutu baja Sengkang (f_{ys}) = 420 MPa

Hasil Penulangan Balok Induk Ujung Kiri Negatif

Tulangan Tumpuan Atas : 3D22 (As = 1139 mm²)

Tulangan Tumpuan Bawah : 3D22 (As = 1139 mm²)

Tabel 7. Resume Penulangan Balok Induk

lokasi	Mu (Nmm)	As perlu (mm ²)	As terpasang (mm ²)	Tulangan		Mu tulangan (Nmm)
				Atas	Bawah	
Kiri	281.831.140	1460,68	1519,76	3D22	2D22	279.772.806,6
Tengah	67.164.516,7	730,32	739,9	2D22	2D22	144.093.883
Kanan	276.608.965	1417,68	1139,9	3D22	3D22	275.202.735,2

PERENCANAAN STRUKTUR GEDUNG KAMPUS HNK MENGGUNAKAN SISTEM GANDA DI DAERAH SEMARANG

(Happy anggar Kusuma, Soerjandani Priantoro)

5.3.2 Penulangan Geser Balok Induk

Tipe	Balok Induk 40/60	
	Tumpuan	Lapangan
Letak		
Sketsa		
Tulangan Atas	4D22	2D22
Tulangan Samping	2D19	2D19
Tulangan Bawah	4D22	2D22

Dipakai tulangan geser tumpuan D12-100
Dipakai tulangan geser lapangan D12-150
Gambar 5.1 Sketsa Posisi Tulangan pada Balok Induk

5.4 Perencanaan Kolom

Data perencanaan:

Dimensi Kolom	= 600mmx600mm
Mutu beton (f_c)	= 30 MPa
Mutu baja (f_y)	= 420 MPa
Selimit beton	= 50 mm
Tulangan utama	= D22
Tulangan sengkang	= D12

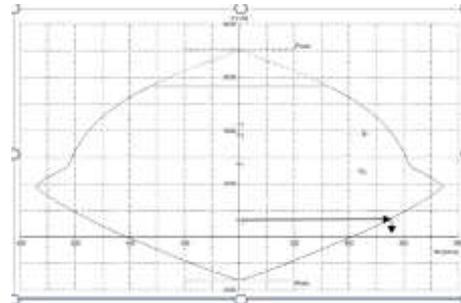
5.4.1 Perhitungan Tulangan Lentur

Untuk mendesain tulangan memanjang kolom, terlebih dahulu harus diketahui gaya yang terjadi pada kolom tersebut. Gaya yang paling besar selalu terjadi pada kolom terbawah, karena pada kolom terbawah memikul berat gedung secara keseluruhan. Oleh karena itu pemeriksaan gaya-gaya yang terjadi hanya dilakukan pada kolom terbawah, pada tugas akhir ini kolom terbawah terletak pada lantai satu. Gaya-gaya yang terjadi dapat langsung dilihat dari hasil output SAP 2000 dan dipilih gaya-gaya terbesar dari setiap beban dan jenis kombinasi beban, hasilnya dapat dilihat pada Tabel 8

Tabel 8. Gaya-gaya Dalam Kolom Lantai 1 dari Perhitungan SAP 2000

NO	Jenis Beban	Axial (KN)	Momen (KNm)
1	Mati	1043	-1,26
2	Hidup	2055	-2,45
3	Gempa	0,35	200
4	1,4D	1508	-0,76
5	1,2d + 1,6L	5246	-1
6	1,2D + 1,0L + 1,0E	4021	343
7	1,2D + 1,0L - 1,0E	2183	-521
8	0,9D + 1,0E	4551	423
9	0,9D - 1,0E	2643	-521

$$P_u = 4207,64 \text{ KN} > \frac{A_g f_c'}{10} = 1080 \text{ KN (OK)}$$

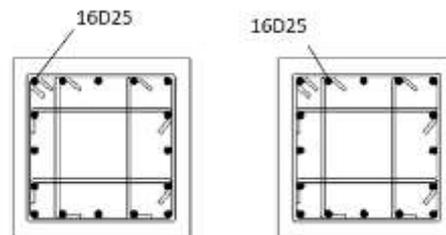


Gambar 2. Diagram Interaksi Kuat Rencana Kolom

Berdasarkan Gambar 2 kolom memerlukan tulangan memanjang 16D25 atau 1,26% (0,0126 A_g)

5.4.2 Penulangan Geser Kolom

Dipakai tulangan geser tumpuan 5D12-100
Dipakai tulangan geser lapangan 5D12-110



Gambar 3. Detail Penulangan Kolom

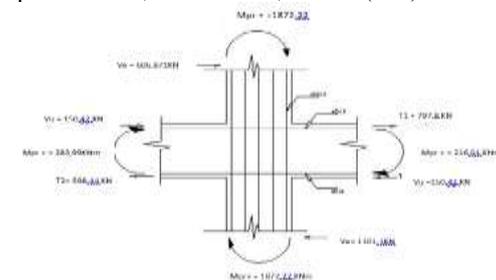
5.4.3 Desain Hubungan Balok Kolom

Pada perhitungan ini menggunakan contoh HBK dengan gaya aksial terbesar

- Desain HBK Terkekang 4 Balok
Besarnya tegangan geser nominal joint V_n adalah:

$$\phi V_n = \phi 1,7 \sqrt{f_c A_j} = 0,75 \times 1,7 \sqrt{30} \cdot (600 \times 600) = 2514,05 \text{ KN}$$

$$\phi V_n = 2514,5 \text{ KN} > 845,37 \text{ KN (OK)}$$

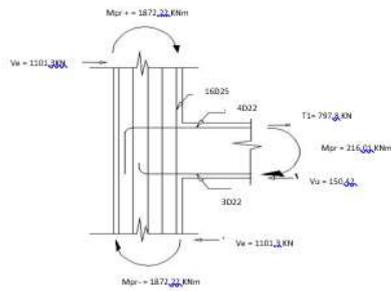


Gambar 4. HBK Terkekang 4 Balok

Desain HBK Terkekang 3 atau 2 Balok

$$\phi V_n = \phi 1,7 \sqrt{f_c A_j} = 0,75 \times 1,2 \sqrt{30} \cdot (600 \times 600) = 1774,62 \text{ KN}$$

$$\phi V_n = 1774,62 \text{ KN} > V_{x-x} = 483,5 \text{ KN (OK)}$$



Gambar 5. HBK Terkekang 3 atau 2 balok

5.5 Perencanaan Dinding Geser

Data perencanaan :

Tebal dinding = 400 mm

Mutu beton (f_c) = 30 MPa

Mutu baja (f_y) = 420 MPa

Selimit beton = 50 mm

Tulangan utama = D36

Tulangan sengkang = D19

Gaya-gaya yang diambil untuk perencanaan dinding struktur adalah gaya yang terletak pada dinding geser lantai 1,

Tabel 9. Resume Gaya pada Dinding Geser P3 Lantai 1

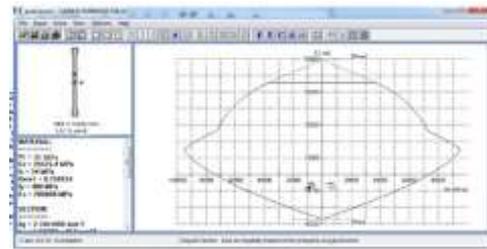
	Jenis bahan	Aktual (KN)	Geser (KNm)	Momen (KNm)
	Mati	-224,60	3,8	4
	Hidup	37,20	0,88	0,66
	Gempa	-1032	20,6	-0,66
No	Kombinasi Beban			
1	1,4D	-266	4,5	5,6
2	1,2D+1,6L	-274,11	5,6	6,2
3	1,2D+L+E	-1190	22,5	90
4	1,2D+L-E	2432	16,6	-25,7
5	0,9D+E	-1200	21,1	84,4
6	0,9D-E	2567	19	26,1

5.6 Kekuatan Aksial Desain Dinding Geser

Kekuatan desain aksial dinding geser telah mencukupi untuk menahan gaya aksial yang terjadi

$$\phi P_n = 1559250 \text{ kN} > 2532,1 \text{ kN (OK)}$$

untuk kebutuhan jumlah tulangan dan prosentase tulangan dinding geser dapat dilihat pada Gambar 6, dengan hasil prosentase program PCACOL adalah sebesar 3,07% atau 0,0397 A_g (OK)



Gambar 6. Diagram Interaksi Desain Kekuatan Dinding Geser dengan Elemen Pembatas

a. Penulangan Dinding Geser

Batas geser dinding geser tidak diambil lebih besar dari pasal 21.9.4.4, yaitu:

$$V_n = 7157 \text{ KN}$$

Maka nilai V_u diambil sebesar 3741,3 kN

b. Penulangan Horizontal Dinding Geser

Pakai sengkang 2D25-50 untuk sengkang dinding geser

c. Penulangan Vertikal Dinding Geser

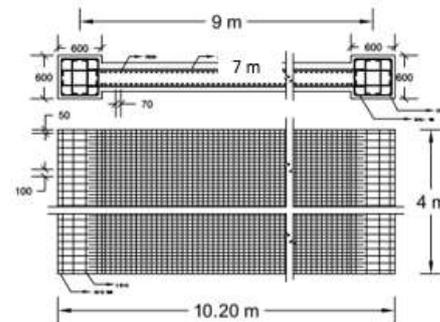
Pakai tulangan longitudinal D36-70 sebanyak 2 tirai untuk dinding geser, jumlah 1 tirai = 91

d. Kebutuhan Sengkang Elemen Pembatas

Pakai tulangan 5D12-100 untuk elemen pembatas

e. Tulangan Longitudinal Elemen Pembatas

Pakai 12D25 untuk 1 elemen pembatas



Gambar 7. Tulangan pada Dinding Geser dan Elemen Pembatas

6. PONDASI

6.1 Daya Dukung Tanah

Daya dukung satu tiang dapat ditinjau berdasarkan kekuatan beban dan kekuatan tanah tempat tiang tersebut ditanam. Kekuatan beban (beton bertulang) dihitung berdasarkan SNI 2847:2013 dengan memperhatikan faktor reduksi bahan dan faktor tekuk. Sedangkan kekuatan daya dukung tanah harus dihitung dengan memberikan angka keamanan dan efisiensi dari grup tiang. Dari kedua kekuatan (kekuatan bahan dan tanah) tersebut diambil nilai yang terkecil untuk dijadikan acuan dalam menentukan jumlah tiang pancang dalam satu grup atau satu poer.

PERENCANAAN STRUKTUR GEDUNG KAMPUS HNK MENGGUNAKAN SISTEM GANDA DI DAERAH SEMARANG

(Happy anggar Kusuma, Soerjandani Priantoro)

6.2 Daya Dukung Pondasi Berdasarkan Bahan

gedung kampus HNK:

Dimensi	: 45 x 45 cm
Kelas	: A
Berat	: 506 kg/m
Kuat beban (P_{tiang})	: 207,98 Ton
Panjang tiang pancang	: 22 m

6.3 Perencanaan Pondasi Kolom

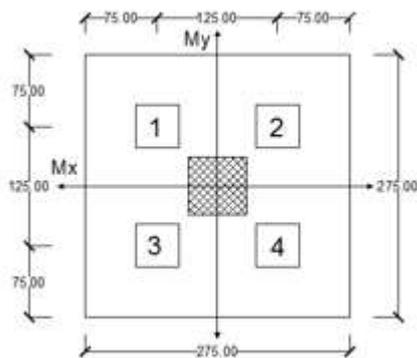
Dari analisa SAP 2000 dipilih gaya yang paling besar untuk keperluan perencanaan pondasi untuk kolom, berikut adalah gaya-gaya terbesar yang terjadi:

P	= 420764 kg
M_x	= 37161,2 kgm
M_y	= 28627,1 kgm

Jumlah kebutuhan tiang pancang untuk satu kelompok:

$$n = \frac{P}{P_{\text{ijin}}} = \frac{455,98}{194} = 2,35 \text{ buah} = 4 \text{ buah}$$

untukantisipasi keamanan struktur dipakai 4 buah tiang pancang ukuran 45 x 45 cm.



Gambar 8. Denah Kelompok Tiang Pancang

Efisiensi tiang pancang group:

$$\eta = 0,78$$

$$P_{\text{group tiang}} = 605,28 \text{ ton} > \sum P = 450 \text{ ton (OK)}$$

6.3.1 Perencanaan Pile Cap Kolom

Data perencanaan :

Dimensi pile cap	= 975 cm x 275 cm
Tebal pile cap	= 180 cm
Dimensi kolom	= 60 x 60 cm
Mutu beton (f_c)	= 30 MPa
Mutu baja (f_y)	= 420 MPa
D tulangan utama	= D22 mm
Selimut beton (p)	= 70 mm
Tinggi efektif (d_x)	= 1800 - 70 - 1/2 x 22 = 1719 mm
Tinggi efektif (d_y)	= 1800 - 70 - 22 - 1/2 x 22 = 1697 mm

- Penulangan Arah X

Pakai 42D22 ($A_s = 15957,48 \text{ mm}^2$), jarak antar tulangan = 200 mm

- Penulangan Arah Y

Pakai 42D22 ($A_s = 15957,48 \text{ mm}^2$), jarak antar tulangan = 200 mm

- Geser Pons Pile Cap Kolom

Nilai V_c yang terkecil yaitu = 544878,656 kg

$$\phi V_c = 0,75 \times 3852761,532 \text{ kg}$$

$$= 2889571,15 \text{ kg}$$

$$= 2889,57 \text{ ton}$$

$$\phi V_c > \sum P$$

$$\sum P = 1051,05 \text{ ton}$$

$$\phi V_c = 2889,57 \text{ ton} > \sum P = 1115,02 \text{ ton (OK)}$$

6.4 Perencanaan Pondasi Dinding Geser

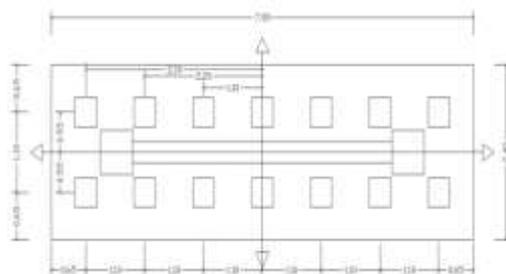
Perencanaan pondasi dinding struktur harus direncanakan menggunakan gaya terbesar akibat kombinasi pembebanan pada dasar dinding geser, dari hasil perhitungan program struktur ETABS didapat reaksi perletakan terbesar dari masing-masing kombinasi sebagai berikut :

P	= 960798,8 kg
M_x	= 6163,45 kgm
M_y	= 6127,24 kgm

kebutuhan tiang pancang untuk satu kelompok:

$$n = \frac{P}{P_{\text{ijin}}} = \frac{1051,05}{122,8} = 8,55 = 14 \text{ Buah}$$

untukantisipasi keamanan struktur Maka dipakai 14 buah tiang pancang ukuran 40x40 cm



Gambar 9. Denah Kelompok Tiang Pancang

Dinding Geser

efisiensi tiang pancang group :

$$\eta = 0,67$$

$$P_{\text{group tiang}} = 1151,86 \text{ ton} > \sum P = 1051,05 \text{ ton (OK)}$$

6.4.1 Perencanaan Pile Cap Dinding Geser

Data perencanaan:

Dimensi pile cap	= 275 cm x 275 cm
Tebal pile cap	= 180 cm
Dimensi DS	= 30 x 545 cm
Mutu beton (f_c)	= 30 MPa
Mutu baja (f_y)	= 420 MPa
D tulangan utama	= D22 mm
Selimut beton (p)	= 70 mm

$$\begin{aligned} \text{Tinggi efektif (dx)} &= 1800 - 70 - 1/2 \times 22 = 1719 \text{ mm} \\ \text{Tinggi efektif (dy)} &= 1800 - 70 - 22 - 1/2 \times 22 = 1697 \text{ mm} \end{aligned}$$

- Penulangan Arah X
Pakai 42D22 ($A_s = 15599,925 \text{ mm}^2$), jarak antar tulangan 200 mm

- Penulangan Arah Y
Pakai 42D22 ($A_s = 15599,925 \text{ mm}^2$), jarak antar tulangan 170 mm

- Geser Pons Pile Cap Dinding Geser
Nilai V_c yang terkecil yaitu = 2882114,192 kg
 $\phi V_c = 0,75 \times 3241140,35 \text{ kg}$
= 2430855 kg
= 2430,85 ton

$$\begin{aligned} \phi V_c &> \sum P \\ \sum P &= 667,56 \text{ ton} \\ \phi V_c &= 2430,85 \text{ ton} > \sum P = 1667,56 \text{ ton (OK)} \end{aligned}$$

6.5 Perencanaan Sloof

Data perencanaan:

Gaya aksial dasar kolom = 4207,64 KN (Pu kolom)

Pu Sloof = 10% x 390,21KN = 390210 kN

Panjang sloof = 600 - 60 = 540 cm

Dimensi sloof = 400 x 600 mm

Mutu beton (f_c) = 30 MPa

Mutu baja (f_y) = 420 MPa

Tulangan utama = D22

Tulangan sengkang = D12

Selimit beton = 50 mm

Tegangan ijin tarik beton :

$$f_{t,ijin} = 0,5\sqrt{f_c} = 0,5\sqrt{30} = 2,74 \text{ MPa}$$

Tegangan tarik yang terjadi :

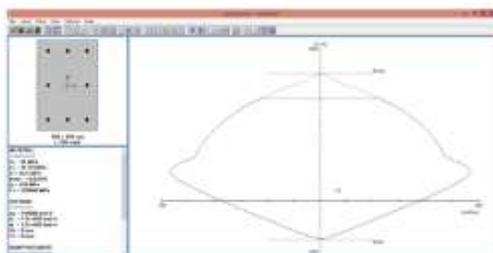
$$f_t = \frac{P_u}{\phi b h} = \frac{42207640}{0,8 \cdot 400 \cdot 600} = 2,19 \text{ MPa} < f_{t,ijin} = 2,74 \text{ MPa (OK)}$$

a. Penulangan Lentur Sloof

Beban yang diterima sloof : DL = 1576 kg/m,

Mu = 66,192 kNm

$P_{u,sloof} = 420,764 \text{ kN}$



Gambar 10. Diagram Interaksi Kuat Rencana Sloof

Hasil dari PCACOL menunjukkan pemakaian tulangan sebanyak 8D22 dengan hasil prosentase 1,7 atau 0,017Ag (OK)

b. Penulangan Geser Sloof

Kekuatan gesernya :

$$V_u \leq 0,5\phi V_c$$

$$6619,2 \text{ N} < 82823,14 \text{ N}$$

Pakai sengkang = D12-150

Type	Balok Sloof 40/60	
	Tumpuan	Lapangan
Letak		
SKETSA		
Tulangan Atas	3D22	3D22
Tulangan Samping	2D22	2D22
Tulangan Bawah	3D22	3D22
Sengkang	Ø12-150	Ø12-150

Gambar 11. Detail Penulangan Sloof

7. Kesimpulan dan Saran

7.1 Kesimpulan

- 1) Pembagian analisa pembebanan gaya gempa sudah memenuhi persyaratan bahwa desain yang diterima Dinding geser sebesar 75% dan SRPMK 25%
- 2) Simpangan gedung tingkat desain $\delta = 0,00913$ sudah sesuai persyaratan yaitu lebih kecil dari simpangan gedung tingkat ijin $\Delta = 0,08$
- 3) Detailing Dinding Geser sudah sesuai persyaratan, tulangan vertikal minimal sebanyak 2 tirai, tulangan horisontal D25 dengan jarak 50 mm lebih besar dari jarak minimal 50mm dan lebih kecil dari jarak maksimum 450 mm

7.2 Saran

- 1) Perlu dilakukan studi lebih lanjut dan mendalam untuk mendapatkan hasil perbandingan yang lebih baik dengan mempertimbangkan aspek teknis, nilai ekonomis dan estetika, sehingga hasil dari perbandingan yang telah dilakukan akan menjadi semakin lengkap. Serta diharapkan perencanaan dapat mendeteksi kondisi sesungguhnya dilapangan dan hasil yang diperoleh sesuai dengan tujuan perencanaan yang kuat, ekonomis dan tepat waktu dalam pelaksanaannya.
- 2) Cobalah dengan dimensi yang lain sehingga didapatkan hasil yang lebih akurat untuk sistem penahan gempa
- 3) Patuhi peraturan-peraturan yang terbaru untuk mendesain struktur tahan gempa, agar tidak terjadi suatu kegagalan suatu bangunan dan tidak menimbulkan korban jiwa hanya karena mendesain komponen struktur.

PERENCANAAN STRUKTUR GEDUNG KAMPUS HNK MENGGUNAKAN SISTEM GANDA DI DAERAH SEMARANG

(Happy anggar Kusuma, Soerjandani Priantoro)

- 4) Perhatikan selalu dalam melakukan input kedalam program bantu SAP 2000 agar hasil lebih akurat.

SUMBU KOLOM. Manado. Universitas Sam Ratulangi press.

Sekar Arum DJ, Agus Supriyadi, Agus Setiya Budi . 2015 *Kinerja Struktur Gedung Tinggi Dengan Pemodelan Dinding Geser Sebagai Core Wall*. Surakarta. Universitas Sebelas Maret press.

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Standardisasi Nasional, 2012, *Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Bangunan Gedung (SNI 1726:2012)*: Badan Standardisasi Nasional, Jakarta.
- Badan Standardisasi Nasional, 2013, *Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung (SNI 2847:2013)*: Badan Standardisasi Nasional, Jakarta.
- Badan Standardisasi Nasional, 2013, *Tata Cara Perhitungan Beban Minimum Untuk Perancangan Bangunan Gedung dan Struktur Lain (SNI 1727:2013)*: Badan Standardisasi Nasional, Jakarta.
- Febry Ananda MS, Johannes Tarigan, *Perencanaan Penulangan Dinding Geser (Shear Wall) Berdasarkan Tata Cara Sni 03-2847-2002*. Medan. Universitas Sumatera Utara press.
- Ghaffar Anugrah, 2014, *Perencanaan Ulang Struktur Gedung Tahan Gempa, Metode Dinding Geser Mengacu SNI 1726:2012*, Vol. 4, No 1, hal, 1-10.
- Nini Hasriyani Aswad. 2014, *Pemodelan Dinding Geser Pada Gedung Simetri*. Kendari. Universitas Haluoleo press
- Norman Werias Alexander Supit M. D. J. Sumajouw, W. J. Tamboto, S. O. Dapas, 2013. *Respon Dinamis Struktur Bangunan Beton Bertulang Bertingkat Banyak Dengan Variasi Orientasi*