

**KEBUTUHAN MATERIAL PADA PERENCANAAN PORTAL BETON
BERTULANG DENGAN SISTEM DAKTAIL PENUH
DI WILAYAH GEMPA TIGA**

Naskah Publikasi

untuk memenuhi sebagian persyaratan
mencapai derajat Sarjana S-1 Teknik Sipil



Diajukan oleh:

**ROHMAT ADE JANWAR
D 100 080 074**

kepada

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA
2013**

LEMBAR PENGESAHAN

**KEBUTUHAN MATERIAL PADA PERENCANAAN PORTAL BETON
BERTULANG DENGAN SISTEM DAKTAIL PENUH
DI WILAYAH GEMPA TIGA**

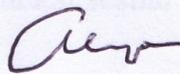
Naskah Publikasi

Diajukan dan dipertahankan pada Ujian Pendadaran
Tugas Akhir dihadapan Dewan Penguji
Pada tanggal 18 Juli 2013

Diajukan oleh :

ROHMAT ADE JANWAR
NIM : D100 080 074

Pembimbing Utama



Ir. Ali Asroni, M.T.

NIK : 484

Pembimbing Pendamping



Yenny Nurhasanah, S.T, M.T.

NIK : 921

MATERIAL REQUIREMENTS ON THE PLAN OF REINFORCED CONCRETE PORTAL BY FULL DUCTILE SYSTEM IN THE QUAKE ZONE THREE

KEBUTUHAN MATERIAL PADA PERENCANAAN PORTAL BETON BERTULANG DENGAN SISTEM DAKTAIL PENUH DI WILAYAH GEMPA TIGA

Rohmat Ade Janwar, Ali Asroni, dan Yenny Nurchasanah
Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Surakarta
Jl. A. Yani, Tromol Pos I, Pabelan, Kartasura, 57102

ABSTRACT

This plan is intended to determine how much the amount of material needs on the plan of reinforced concrete portal by full ductile system in the quake zone three for 3 multi-storey building and it serves as office building. This planning based on Indonesian reinforced concrete regulations 1971, planning guidelines of imposition for house and building (SNI 03 – 1727 -1989), Planning standard of earthquake resistance for building structure (SNI- 1726 -2002). It uses SAP 2000 v.8 *nonlinear* program, *Microsoft excel* 2007, and *AutoCAD* 2007. The results obtained in this plan are as follows:

- 1). Dimensions of columns and beams on the portal.
 - a). Rooftop beam with dimension 250 /450, 3rd floor and 2nd floor with dimension 300/500, with main reinforcement D22 and beugel reinforcement 2 \emptyset 6 and 2 \emptyset 8.
 - b). Column 1st floor with dimension 880/880, 2nd floor with dimension 660 /660, and 3rd floor with dimension 440 /440, using main reinforcement D28 and beugle reinforcement 2 \emptyset 10.
 - c). Joint size is enough, which is suitable with column dimension and using reinforcement \emptyset 13.
- 2). Foundation that used is pile cap continue with B= 2,8 m, thick = 35 cm, using main reinforcement D12-60 mm and Conventionally reinforced \emptyset 8 -70 mm. Sloof with dimension 650/950 uses main reinforcement D22.
- 3). The need of concrete volume = 49 m and the need of steal volume = 10166 kg = 10,166 ton.

Keyword: *full ductile, portal dimension, material volume.*

ABSTRAKSI

Perencanaan ini dimaksudkan untuk mengetahui seberapa besar jumlah kebutuhan material pada perencanaan portal beton bertulang dengan sistem daktail penuh di wilayah gempa 3 untuk bangunan gedung bertingkat 3 dan berfungsi sebagai gedung perkantoran. Perencanaan ini mengacu pada Peraturan Beton Bertulang Indonesia 1971 , Pedoman Perencanaan Pembebanan Untuk Rumah dan Gedung (SNI 03-1727-1989), Standar Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung (SNI-1726-2002), dan menggunakan bantuan program SAP 2000 v.8 *nonlinear*, *Mirosoft excel* 2007, serta *Autocad* 2007. Hasil yang diperoleh pada perencanaan ini adalah sebagai berikut:

- 1). Dimensi kolom dan balok pada portal :
 - a). Balok lantai atap dingan dimensi 250/450, lantai 3 dan lantai 2 dengan dimensi 300/500, dengan tulangan pokok D22 serta tulangan beugel 2 \emptyset 6 dan 2 \emptyset 8.
 - b). Kolom lantai 1 dengan dimensi 880/880, lantai 2 dengan dimensi 660/660, dan lantai 3 dengan dimensi 440/440, menggunakan tulangan pokok D28 dan tulangan beugel 2 \emptyset 10.
 - c). Ukuran *joint* sudah cukup, yakni sesuai dengan besarnya dimensi kolom dan menggunakan tulangan \emptyset 13.
- 2). Fondasi menggunakan fondasi telapak menerus dengan B = 2,8 m setebal 35 cm, menggunakan tulangan pokok D12-60 mm dan tulangan bagi \emptyset 8-70 mm. Sloof dengan dimensi 650/950 menggunakan tulangan pokok D22.
- 3). Kebutuhan volume beton = 49 m³ dan kebutuhan berat baja tulangan = 10166 kg = 10,166 ton.

Kata kunci : *Daktail penuh, dimensi portal, volume material.*

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Perkembangan ilmu pengetahuan dan kemajuan teknologi pada awal abad ke-21 sangatlah pesat dan mengakibatkan negara-negara berkembang untuk berlomba mengikuti perkembangan tersebut. Hal ini termasuk juga pada sistem perhitungan perencanaan portal bangunan beton bertulang.

Salah satu negara berkembang tersebut adalah Indonesia, khususnya pada wilayah kota Surakarta. Indonesia merupakan salah satu negara yang memiliki intensitas gempa yang cukup besar, khususnya wilayah kota Surakarta yang termasuk dalam wilayah gempa 3 (SNI 1726-2002). Oleh karena itu setiap bangunan bertingkat tinggi harus benar-benar kuat dan mampu bertahan dari bahaya gempa serta angin yang cukup besar.

Semakin meningkatnya jumlah kebutuhan material bahan bangunan guna menunjang kegiatan pembangunan gedung pada saat ini, perhitungan kebutuhan material bahan bangunan sangat diperhitungkan dengan teliti dan seksama, sehingga memenuhi asas efisiensi bahan bangunan serta tidak mengesampingkan kekuatan bangunan itu sendiri.

Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian pada bagian latar belakang, disimpulkan suatu rumusan masalah yang akan digunakan sebagai pedoman, yaitu sebagai berikut :

- 1). Bangunan gedung yang didirikan pada wilayah gempa 3 harus direncanakan tahan terhadap bahaya gempa bumi.
- 2). Meningkatkan jumlah pembangunan di kota Surakarta menyebabkan kebutuhan material sangat banyak, oleh sebab itu setiap sektor pembangunan harus memperhitungkan kekuatan dan jumlah material bangunan yang efisien.

Tujuan Perencanaan

Tujuan yang ingin dicapai pada perencanaan ini adalah untuk mengetahui seberapa besar jumlah kebutuhan material pada perencanaan portal beton bertulang dengan sistem daktil penuh di wilayah gempa 3 untuk bangunan gedung bertingkat 3 dan berfungsi sebagai gedung perkantoran.

Manfaat Perencanaan

Perencanaan ini diharapkan bermanfaat sebagai berikut :

- 1). Untuk menambah pengetahuan di bidang ilmu perencanaan struktur yang khususnya untuk perencanaan portal beton bertulang dengan sistem daktil penuh pada wilayah gempa 3.
- 2). Perencanaan ini dapat dijadikan sebagai salah satu pedoman atau referensi dalam perhitungan kekuatan dan kebutuhan material bangunan gedung bertingkat tahan gempa di Surakarta maupun daerah lain.

Lingkup Perencanaan

Batasan yang digunakan dalam perencanaan portal dengan sistem daktil penuh ini secara rinci dibagi menjadi 2 macam yaitu batasan yang berkaitan dengan peraturan dalam perencanaan dan batasan yang berkaitan dengan perhitungan pada perencanaan.

1. Batasan yang berkaitan dengan peraturan

Peraturan-peraturan yang digunakan mengacu pada peraturan yang secara umum digunakan di Indonesia, antara lain :

- 1). Pedoman Perencanaan Pembebanan Untuk Rumah dan Gedung (SNI 03-1727-1989).
- 2). Standar Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung (SNI 1726-2002).
- 3). Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung (SNI 03-2847-2002).

2. Batasan yang berkaitan dengan perhitungan

Pada perhitungan perencanaan ini, digunakan batasan-batasan sebagai berikut :

- 1). Portal yang direncanakan adalah Portal B (lihat Gambar I.1), berfungsi sebagai gedung perkantoran 3 lantai di daerah Surakarta (wilayah gempa 3).
- 2). Perencanaan hanya pada perhitungan struktur beton bertulang (perencanaan balok, kolom, dan fondasi) dengan sistem daktil penuh.
- 3). Mutu beton $f_c' = 20$ MPa, baja tulangan $f_y = 300$ MPa.
- 4). Dimensi awal pada balok 300/500, sedangkan kolom 450/450.
- 5). Dipakai fondasi telapak menerus dengan daya dukung tanah pada kedalaman -1,60 m sebesar $\sigma_t = 175$ kPa, berat tanah di atas fondasi $\gamma_t = 17,3$ kN/m³.
- 6). Tebal plat atap 90 mm, plat lantai 120 mm.
- 7). Menghitung kebutuhan material beton dan baja tulangan yang digunakan pada hasil perencanaan portal.

TINJAUAN PUSTAKA

Daktilitas

Daktilitas adalah kemampuan suatu struktur gedung atau unsur struktur itu untuk mengalami simpangan-simpangan plastis secara berulang dan bolak-balik di atas titik leleh pertama sambil mempertahankan sebagian besar dari kemampuan awalnya dalam memikul beban (Pasal 1.1.3-PPKGURG-1987).

Sedangkan menurut Pasal 3.1.3.1 SNI-1726-2002 daktilitas adalah kemampuan suatu struktur gedung untuk mengalami simpangan pasca-elastik yang besar secara berulang kali dan bolak-balik akibat beban gempa di atas beban gempa yang menyebabkan terjadinya pelelehan pertama, sambil mempertahankan kekuatan dan kekakuan yang cukup, sehingga struktur gedung tersebut tetap berdiri, walaupun sudah berada dalam kondisi di ambang keruntuhan.

Istilah 'daktilitas' dari kedua peraturan gempa di atas pada prinsipnya memiliki pengertian yang sama, yaitu daktilitas berarti sifat liat atau keliatan dari suatu bahan atau struktur

Berkaitan dengan dengan taraf kinerja struktur gedung, terdapat 3 tingkatan daktilitas yang berbeda (Pasal 4.3.3 SPKGUSB-2002), yaitu :

- 1). Sistem perencanaan gedung dengan prinsip elastik penuh, yaitu suatu tingkatan daktilitas struktur gedung dengan nilai faktor daktilitas sebesar 1,0 ($\mu=1,0$).
- 2). Sistem perencanaan gedung dengan prinsip daktil parsial, yaitu seluruh tingkatan daktilitas struktur gedung dengan nilai faktor daktilitas di antara nilai faktor daktilitas sistem elastik penuh sebesar 1,0 ($\mu=1,0$) dan nilai faktor daktilitas sistem daktil penuh sebesar 5,3 ($\mu=5,3$).
- 3). Sistem perencanaan gedung dengan prinsip daktil penuh, yaitu suatu tingkatan daktilitas struktur gedung yang strukturnya mampu mengalami simpangan pasca-elastik pada saat mencapai kondisi di ambang keruntuhan yang paling besar, yaitu dengan mencapai nilai faktor daktilitas sebesar 5,3 ($\mu=5,3$).

Perencanaan Sendi Plastis

Pada perencanaan ini dipertimbangkan terbentuknya sendi plastis pada ujung-ujung balok sepanjang 2 kali tinggi panampang balok dari muka kolom (Pasal 23.3.3.1 TPSBUBG-2002), dan sendi plastis pada ujung bawah kaki kolom. Selain itu dipasang pula tulangan geser (arah horisontal maupun vertikal) pada *joint*, agar kekuatan *joint* lebih besar daripada balok-balok maupun kolom-kolom di sekitar *joint*.

Untuk perencanaan gedung dengan sistem daktail penuh direncanakan sendi plastis pada jarak dan lokasi tertentu yang diatur (SNI 03-2847-2002), yakni sebagai berikut (lihat Gambar II.1) :

- 1). Untuk balok, sendi plastis dipasang pada ujung kanan dan ujung kiri dengan jarak $2h$ dari muka kolom (Pasal 23.3.3.1 TPSBUBG-2002).
- 2). Untuk kolom, sendi plastis dipasang pada ujung bawah kolom lantai paling bawah. Yakni pada jarak λ_0 dari ujung bawah kaki kolom.

Pembebanan Struktur

Kekuatan komponen struktur

Menurut SNI 03-2847-2002, pada perhitungan struktur beton bertulang, ada beberapa istilah untuk menyatakan kekuatan suatu penampang sebagai berikut :

- 1). Kuat nominal (R_n) diartikan sebagai kekuatan suatu komponen struktur atau penampang yang dihitung berdasarkan ketentuan dan asumsi metode perencanaan sebelum dikalikan dengan nilai faktor reduksi kekuatan yang sesuai. Pada penampang beton bertulang, nilai kuat nominal bergantung pada dimensi penampang, jumlah dan letak tulangan serta mutu beton dan baja tulangan. Jadi pada dasarnya kuat nominal ini adalah hasil hitungan kekuatan yang sebenarnya dari keadaan struktur beton bertulang pada keadaan normal. Kuat nominal ini biasanya ditulis dengan simbol-simbol M_n , V_n , T_n , dan P_n , dengan subscript n menunjukkan bahwa nilai-nilai momen M , gaya geser V , torsi (momen puntir) T , dan gaya aksial P diperoleh dari beban nominal suatu struktur atau komponen struktur.
- 2). Kuat rencana (R_r) diartikan sebagai kekuatan suatu komponen struktur atau penampang yang diperoleh dari hasil perkalian antara kuat nominal R_n dan faktor reduksi kekuatan ϕ . Kuat rencana ini juga dapat ditulis dengan simbol-simbol M_r , V_r , T_r , dan P_r , dengan subscript r menunjukkan bahwa nilai-nilai momen M , gaya geser V , torsi (momen puntir) T , dan gaya aksial P diperoleh dari beban rencana yang boleh bekerja pada suatu struktur atau komponen struktur.
- 3). Kuat perlu (R_u) diartikan sebagai kekuatan suatu komponen struktur atau penampang yang diperlukan untuk menahan beban terfaktor atau momen dan gaya dalam yang berkaitan dengan beban tersebut dalam suatu kombinasi beban U . Kuat perlu juga biasa ditulis dengan simbol-simbol M_u , V_u , T_u , dan P_u , dengan subscript u diperoleh dari beban terfaktor U

Beban Gempa

Beban geser horizontal akibat gempa

Menurut Standar Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung, SNI-1726-2002 (disingkat: SPKGUSBG-2002), untuk gedung sederhana dan simetris (gedung beraturan), beban gempa dapat dihitung dengan analisis statik ekuivalen dengan rumus:

$$V = \frac{C_1 \cdot I}{R} \cdot W_t$$

dengan :

V = beban (gaya) geser dasar nominal statik ekuivalen akibat pengaruh gempa rencana yang bekerja di tingkat dasar struktur gedung beraturan (kN).

C_1 = faktor respon gempa.

I = faktor keutamaan gedung.

R = faktor reduksi gempa.

W_t = berat total gedung, termasuk beban hidup (kN).

Beban gempa V tersebut didistribusikan ke semua lantai gedung (F_i) berdasarkan ketentuan dari pasal 6.1.3 SPKGUSBG-2002, yaitu:

$$F_i = \frac{h_i}{\sum h_j} \cdot V \dots \dots \dots (1)$$

dengan :

F_i = beban gempa nominal statik ekuivalen yang menangkap pusat massa pada taraf lantai tingkat ke-i struktur atas gedung (kN).

V = beban (gaya) geser dasar nominal statik ekuivalen akibat pengaruh gempa rencana yang bekerja di tingkat dasar struktur gedung beraturan (kN).

W_i = berat lantai tingkat ke-i struktur atas suatu gedung, termasuk beban hidup yang sesuai (kN).

h_i = ketinggian lantai tingkat ke-i suatu struktur gedung terhadap taraf penjepitan lateral (m).

Parameter beban gempa

Faktor respon gempa (C_1). Faktor respon gempa merupakan faktor pengali yang digunakan agar dapat diketahui seberapa besar beban gempa yang terjadi yang dapat menyebabkan kerusakan pada struktur gedung. Besarnya faktor respon gempa dipengaruhi oleh 3 hal, yaitu :

- 1). Jenis tanah pada lokasi gedung

Menurut SNI-1726-2002 jenis tanah pada lokasi yang akan dibangun gedung dibedakan menjadi 3 jenis, yaitu : tanah keras, tanah sedang dan tanah lunak.

- 2). Waktu getar alami fundamental

Nilai waktu getar (T_1) harus dibatasi untuk mencegah penggunaan struktur gedung yang terlalu fleksibel. Persamaan yang digunakan untuk menentukan nilai waktu getar alami fundamental (T_1) adalah:

$$T_1 = 0,06.H^{3/4} \dots \dots \dots (2)$$

$$T_1 \leq \xi \cdot n \dots \dots \dots (3)$$

dengan :

T_1 = waktu getar alami fundamental struktur gedung (detik).

H = Jumlah tinggi tingkat struktur gedung (meter).

ξ (zetta) = koefisien pengali dari jumlah tingkat struktur gedung yang membatasi T_1 , bergantung pada wilayah gempa.

n = Jumlah tingkat struktur gedung.

- 3). Wilayah gempa

Menurut Pasal 4.7.1 SNI 1726-2002, Indonesia ditetapkan terbagi dalam 6 wilayah gempa.

Faktor keutamaan gedung.

Faktor keutamaan gedung merupakan faktor pengali dari pengaruh gempa rencana pada berbagai kategori gedung, untuk menyesuaikan perioda ulang gempa yang berkaitan dengan penyesuaian probabilitas dilampauinya pengaruh gempa tersebut selama umur gedung dan penyesuaian umur gedung tersebut. Faktor keutamaan gedung ditentukan dengan persamaan berikut :

$$I = I_1 \cdot I_2 \dots \dots \dots (4)$$

dengan :

I = faktor keutamaan gedung.

I_1 = faktor keutamaan untuk menyesuaikan perioda ulang gempa berkaitan dengan penyesuaian probabilitas terjadinya gempa itu selama umur gedung.

I_2 = faktor keutamaan untuk menyesuaikan perioda ulang gempa berkaitan dengan penyesuaian umur gedung tersebut.

Faktor reduksi gempa (R). Faktor reduksi gempa merupakan rasio antara beban gempa maksimum akibat pengaruh gempa rencana pada struktur gedung elastik penuh dan beban gempa nominal akibat pengaruh gempa rencana pada struktur gedung daktail, bergantung pada faktor daktilitas struktur gedung tersebut. faktor reduksi gempa (R) ditetapkan dengan persamaan sebagai berikut :

$$R = \mu \cdot f_1 \dots\dots\dots (5)$$

Dengan :

R = faktor reduksi gempa yang bergantung pada faktor daktilitas gedung tersebut.

μ = faktor daktilitas struktur gedung yang boleh dipilih menurut kebutuhan.

f_1 = faktor kuat lebih beban dan bahan yang terkandung di dalam struktur gedung dan nilainya ditetapkan sebesar 1,6.

Berat total gedung (W_t). Berat total gedung (W_t) dapat dihitung dari kombinasi beban mati seluruhnya dan ditambah dengan beban hidup yang direduksi, dengan rumus sebagai berikut :

$$W_t = W_D + k_r \cdot W_L \dots\dots\dots (6)$$

dengan :

W_t = berat total dari struktur gedung (kN).

W_D = beban mati dari struktur gedung (kN).

W_L = beban hidup dari struktur gedung (kN).

k_r = koefisien reduksi beban hidup.

Kontrol waktu getar alami gedung beraturan (T_1)

Menurut Pasal 6.2.1 SNI 1726-2002, apabila dimensi portal telah ditentukan dengan pasti, maka waktu getar alami fundamental struktur gedung beraturan dikontrol dengan rumus Rayleigh. Apabila nilai waktu getar alami fundamental menyimpang lebih dari 20% dari nilai yang dihitung menurut Pasal 6.2.1 SNI 1726-2002, maka beban gempa harus dihitung ulang dari awal.

Adapun rumus Rayleigh adalah sebagai berikut :

$$T_1 = 6,3 \sqrt{\frac{\sum d_i^2}{\sum W_i}} \dots\dots\dots (7)$$

dengan :

T_1 = Waktu getar alami fundamental gedung beraturan berdasarkan rumus Rayleigh, (detik).

F_i = beban gempa nominal statik ekuivalen yang menangkap pada pusat massa pada taraf lantai tingkat ke-i struktur atas gedung (kN).

W_i = berat lantai tingkat ke-i struktur atas suatu gedung, termasuk beban hidup (kN).

d_i = simpangan horisontal lantai tingkat-i, (mm).

g = percepatan gravitasi yang ditetapkan sebesar 9810 mm/detik².

METODE PERENCANAAN

Data Perencanaan

Data perencanaan struktur meliputi hal-hal sebagai berikut :

- 1). Gedung perkantoran 3 lantai yang direncanakan dengan sistem daktail penuh di Surakarta dengan wilayah gempa 3.
- 2). Struktur fondasi menggunakan telapak menerus, dengan berat tanah di atas fondasi $\gamma_t = 17,3 \text{ kN/m}^3$, daya dukung tanah pada kedalaman -1,60 m, $\sigma_t = 175 \text{ kPa}$.
- 3). Mutu beton $f'_c = 20 \text{ MPa}$, sedangkan mutu baja tulangan $f_y = 300 \text{ MPa}$.
- 4). Denah dan bentuk portal yang direncanakan pada Gambar I.1.

Alat Bantu Perencanaan

1. Program SAP 2000 8.08

Program ini adalah program komputer yang digunakan untuk perhitungan analisis struktur portal beton bertulang.

2. Program AutoCad

Program ini adalah program komputer untuk penggambaran detail-detail struktur berupa penulangan, denah portal dan lain-lain.

3. Program Microsoft Office 2007

Program ini adalah program komputer yang digunakan untuk membuat alur perencanaan tugas ini, menganalisa data, menghitung data serta menyusun tabel -tabel.

Tahapan Perencanaan

Perencanaan portal ini dilaksanakan dalam 4 (empat) tahapan, yaitu sebagai berikut :

- 1). Tahap 1 : Perencanaan balok, kolom, dan tulangan geser *joint*
 Pada tahap ini direncanakan :
 a). Asumsi dimensi awal balok dan kolom.
 b). Analisis beban yang terjadi pada balok dan kolom, terdiri dari beban mati,beban hidup, dan beban gempa.
 c). Analisa mekanika terhadap beban yang terjadi.
 d). Penentuan beban kombinasi.
 e). Penentuan kecukupan dimensi balok, kolom
 f). Perhitungan tulangan geser *joint*
 Pada tahap ini juga dilakukan analisis mengenai dimensi balok, kolom apakah sudah cukup atau tidak. Apabila tidak cukup, maka dimensi balok, kolom harus direncanakan ulang dan apabila sudah mencukupi dilanjutkan pada perencanaan penulangan kolom dan balok serta tulangan geser *joint*.
- 2). Tahap II : Perencanaan fondasi
 Pada tahapan perencanaan fondasi ini dilakukan analisis mengenai kecukupan dimensi fondasi dan penulangannya.
- 3). Tahap IV : Pembuatan gambar detail
 Pada penggambaran detail penulangan ini harus sesuai dengan hasil hitungan dan peraturan penulangan yang telah ada.
- 4). Tahap IV : Perhitungan kebutuhan material
 Pada tahapan ini dilakukan setelah Penggambaran selesai yang bertujuan untuk mengetahui jumlah material yang dibutuhkan dalam portal yang ditinjau.

HASIL PERENCANAAN

Penulangan struktur balok

Tabel V.1. Hasil hitungan tulangan longitudinal dan torsi pada balok

Lantai	Nama balok (dimensi, mm)	Posisi ujung (D22)	Tulangan			$A_{s,u} + A_{s,t}$ (mm ²) dan pemasangan begel per segmen				
			Atas (D22)	Tengah/Torsi	Bwh (D22)					
Atap	B19 (250/450)	Kiri	3	Tidak perlu torsi	2	0,90	1,20	1,36	1,20	0,90
		Lap.	2		2	869,763	277,778	277,778	277,778	884,292
		Kanan	3		2	208-90	206-180	206-190	206-180	208-90
	B20 (250/450)	Kiri	2	Tidak perlu torsi	2	0,90	0,50	0,76	0,50	0,90
		Lap.	2		2	787,817	277,778	277,778	277,778	759,374
		Kanan	2		2	208-95	206-190	206-190	206-190	208-95
	B21 (250/450)	Kiri	3	Tidak perlu torsi	2	0,90	1,20	1,36	1,20	0,90
		Lap.	2		2	884,292	277,778	277,778	277,778	846,324
		Kanan	3		2	208-90	206-180	206-190	206-180	208-90
3	B16 (300/450)	Kiri	5	Tidak perlu torsi	3	1,00	1,00	1,34	1,00	1,00
		Lap.	2		3	1287,920	333,333	333,333	333,333	1070,937
		Kanan	5		3	208-75	206-160	206-165	206-160	208-90
	B17 (300/450)	Kiri	3	Tidak perlu torsi	2	1,00	-	1,34	-	1,00
		Lap.	2		2	1180,854	-	333,333	-	942,843
		Kanan	3		2	208-80	-	206-165	-	208-100
	B18 (300/450)	Kiri	5	Tidak perlu torsi	3	1,00	1,00	1,34	1,00	1,00
		Lap.	2		3	1309,596	333,333	333,333	333,333	1051,358
		Kanan	5		3	208-75	206-160	206-165	206-160	208-90
2	B13 (300/500)	Kiri	5	Tidak perlu torsi	2	1,00	0,90	1,32	0,90	1,00
		Lap.	2		2	1226,719	333,333	333,333	333,333	1247,159
		Kanan	5		2	208-80	206-160	206-165	206-160	208-80
	B14 (300/500)	Kiri	3	Tidak perlu torsi	2	1,00	-	1,12	-	1,00
		Lap.	2		2	1275,918	-	333,333	-	1208,128
		Kanan	3		2	208-75	-	206-165	-	208-80
	B15 (300/500)	Kiri	5	Tidak perlu torsi	2	1,00	0,90	1,32	0,90	1,00
		Lap.	2		2	1247,159	333,333	333,333	333,333	1226,719
		Kanan	5		2	208-80	206-160	206-165	206-160	208-80

Penulangan struktur kolom

Tabel V.2. Hasil perhitungan tulangan pada kolom

Lantai	Nama Kolom	Tulangan Longitudinal	Tulangan Begel
3 (440/440)	K9 (K12)	10D28	2Ø 10-310
	K10 (K11)	18D28	2Ø 10-310
2 (660/660)	K5 (K8)	16D28	2Ø 10-210
	K6 (K7)	20D28	2Ø 10-210
1 (880/880)	K1 (K4)	32D28	dsp : 2Ø 10-150
			lsp : 2Ø 10-160
	K2 (K3)	36D28	dsp : 2Ø 10-150
			lsp : Ø 10-160

Penulangan struktur joint

Tabel V.3.

Nama joint	Arah portal	Tulangan joint horisontal			Tulangan joint vertikal			Tul. Khusus
		V_u (kN)	A_{p0} (mm ²)	Terpasang	V_u (kN)	A_{p0} (mm ²)	A_{p0} (mm ²)	
M*) (P)	Bujur	417.977	1393.258	5 x 4 Ø 13	365.866	1219.553	2461.760	Tidak perlu
	Lintang	704.324	2347.745	5 x 4 Ø 13	725.844	2419.480	2461.760	Tidak perlu
N*) (O)	Bujur	704.324	2347.745	5 x 4 Ø 13	640.959	2136.531	4923.520	Tidak perlu
	Lintang	704.324	2347.745	5 x 4 Ø 13	640.959	2136.531	4923.520	Tidak perlu
P*) (L)	Bujur	678.918	2263.058	5 x 4 Ø 13	954.095	3180.317	3692.640	Tidak perlu
	Lintang	920.664	3068.881	6 x 4 Ø 13	1363.557	4545.192	3692.640	Tidak perlu
J*) (K)	Bujur	920.664	3068.881	6 x 4 Ø 13	693.892	2312.975	4923.520	Tidak perlu
	Lintang	920.664	3068.881	6 x 4 Ø 13	699.374	2331.245	4923.520	Tidak perlu
E*) (H)	Bujur	636.461	2121.536	6 x 4 Ø 13	1282.940	4276.467	8616.160	Tidak perlu
	Lintang	875.359	2917.863	6 x 4 Ø 13	1808.544	6028.480	8616.160	Tidak perlu
F*) (G)	Bujur	875.359	2917.863	6 x 4 Ø 13	712.465	2374.883	9847.040	Tidak perlu
	Lintang	875.359	2917.863	6 x 4 Ø 13	709.565	2365.217	9847.040	Tidak perlu

Penulangan struktur sloof

Tabel V.4. Hasil hitungan tulangan longitudinal sloof

Nama sloof (bentang, m)	Posisi ujung	Tulangan (D22)		Bentang per segmen (m), $A_{s,u}$ (mm ²) dan pemasangan begel		
		Atas	Bawah			
S1 (6,4)	Kiri	7	7	1,50 m	2,12 m	1,50 m
	Lap.	24	7	3017,589	2175,997	5384,261
	Kanan	10	21	2Ø12-70	2Ø12-100	4Ø12-85
S2 (3,4)	Kiri	10	21	1,56 m	-	1,56 m
	Lap.	7	7	1740,859	-	1740,859
	Kanan	10	21	2Ø12-125	-	2Ø12-125
S3 (6,4)	Kiri	10	21	1,50 m	2,12 m	1,50 m
	Lap.	24	7	5384,261	2175,997	3017,589
	Kanan	7	7	4Ø12-85	2Ø12-100	2Ø12-70

Rekapitulasi kebutuhan material

Tabel V.6. Rekapitulasi kebutuhan material beton dan besi tulangan

No	Bagian Struktur	Volume beton (m ³)	Berat tulangan longitudinal (kg)	Berat tulangan begel (kg)	Total (kg)
1	Balok	5,759	937,731	142,513	1080,244
2	Kolom	21,373	6378,112	329,176	6707,288
3	Joint	-	-	165,184	165,184
4	Fondasi	12,529	731,115	157,195	888,310
5	Sloof	9,478	1021,211	303,892	1325,103
Jumlah total volume		49,139			10166,129
Dibulatkan		49,000			10166,000

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Setelah melakukan analisis perhitungan beban, dimensi bangunan (kolom, balok, sloof, dan fondasi), dan perhitungan kebutuhan material pada perencanaan portal beton bertulang dengan sistem daktail penuh di wilayah gempa 3 (Kota Surakarta) dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

- 1). Perencanaan portal beton bertulang tersebut telah direncanakan aman terhadap beban mati, beban hidup, dan beban gempa rencana sesuai dalam peraturan SNI 03-2847-2002.
- 2). Perhitungan analisis gaya menggunakan program bantu hitung SAP 2000 v.8 *non linear*, sedangkan perhitungan penulangan menggunakan manual analisis struktur portal sistem daktail penuh.
- 3). Struktur portal beton bertulang meliputi :
 - a). Balok Lantai Atap dengan dimensi 250/450 mm, Lantai 3 dengan dimensi 300/500 mm, dan Lantai 2 dengan dimensi 300/500 mm, menggunakan tulangan pokok D22 dengan tulangan geser Ø8 dan Ø6.
 - b). Kolom Lantai 3 dengan dimensi 440/440 mm, Lantai 2 dengan dimensi 660/660 mm, Lantai 1 dengan dimensi 880/880, menggunakan tulangan pokok D28 dan tulangan geser Ø10.
- 4). Struktur fondasi menggunakan fondasi telapak menerus yang mencapai tanah keras meliputi :
 - a). Pelat fondasi dengan ukuran B = 2,80 m setebal 35 cm, menggunakan tulangan pokok D12 – 60 , dan tulangan bagi D8 – 70.
 - b). Sloof dengan dimensi 650/950 mm, menggunakan tulangan pokok D22 dan tulangan geser Ø12 dan 4Ø12.
- 5). Kebutuhan material untuk beton sebanyak 49 m³ dan baja tulangan diperoleh 10,166 ton.

Saran

Adapun saran-saran dari penulis yang dapat disampaikan berkaitan dengan pengerjaan Tugas Akhir ini diantaranya sebagai berikut :

- 1). Perlu ketelitian dalam memasukkan data (*input*) jika menggunakan program SAP 2000, karena akan berpengaruh pada keluaran data (*output*).
- 2). Perlu memahami prinsip dasar dari sistem perencanaan yang digunakan sebagai pedoman, sehingga mengurangi kesalahan serta mampu menerapkannya sesuai dengan peraturan terbaru.
- 3). Perlu ketelitian dalam pengaturan jumlah angka di belakang koma untuk perhitungan pada program excel dan pada program kalkulator harus diseragamkan, karena hal tersebut berpengaruh terhadap hasil akhir pada perencanaan.
- 4). Perlu ketelitian dalam hal penggambaran dari hasil perhitungan, sehingga mempermudah perhitungan kebutuhan material yang mencakup kebutuhan beton dan baja tulangan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penyusun mengucapkan terima kasih kepada Bpk Ir. Ali Asroni, M.T selaku pembimbing utama dan Ibu Yenny Nurchasanah S.T.M.T selaku dosen pembimbing Pendamping serta Bapak Budi Setiawan selaku dosen penguji yang dengan sabar dan telah meluangkan waktunya dalam memberikan bimbingan dan arahan dalam penyusunan Tugas Akhir ini, sehingga dapat terselesaikan dengan baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim, 1987. *Pedoman Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Rumah dan Gedung*, SKBI-1.3.53 Tahun 1987, Dewan Standarisasi Nasional, Jakarta.
- Anonim, 1989. *Pedoman Perencanaan Pembebanan Untuk Rumah dan Gedung*, SNI 03-1727-1989, UDC, Dewan Standarisasi Nasional, Jakarta.
- Anonim, 2002. *Standar Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung*, SNI-1726-2002, Departemen Perumahan Dan Prasarana Wilayah, Badan Penelitian Dan pengembangan permukiman Dan Prasarana Wilayah, Pusat Penelitian Dan Pengembangan Teknologi Perumahan, Bandung.
- Asroni, A., 2009. *Struktur Beton Lanjut*, Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Surakarta, Surakarta.
- Asroni, A., 2010a. *Balok dan Plat Beton Bertulang*, Graha Ilmu, Yogyakarta.
- Asroni, A., 2010b. *Kolom, Fondasi dan Balok 'T' Beton Bertulang*, Graha Ilmu, Yogyakarta.
- Asroni, A., 2010c. *Contoh Perencanaan Portal Beton Bertulang Dengan Sistem Daktil Penuh Berdasarkan SNI 03-2847-2002*. Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Surakarta, Surakarta.

Departemen Pekerjaan Umum, 2002. *Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung SNI 03-2847-2002*, Yayasan Lembaga Penyelidikan Masalah Bangunan, Bandung.

Suprayogi, 1991. *Cara Praktis Perencanaan Kolom Beton Bertulang Berdasarkan Pedoman Beton 1989*, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.