

# **SKRIPSI**

**PERENCANAAN HUBUNGAN BALOK KOLOM PADA PROYEK HOTEL**

**BERBINTANG JL. PATTIMURA 19 MALANG**



**Disusun Oleh :**

**BAMBANG TRI WAHYONO**

**11.21.101**

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL S-1  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL  
MALANG  
2015**

**LEMBAR PERSETUJUAN  
SKRIPSI**

**PERENCANAAN HUBUNGAN BALOK KOLOM PADA PROYEK HOTEL  
BERBINTANG JL. PATTIMURA 19 MALANG**

*Disusun dan Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana  
Teknik Sipil S-1 di Institut Teknologi Nasional Malang*

**Disusun Oleh :**

**BAMBANG TRI WAHYONO**

**11. 21. 101**

**Menyetujui :**

**Dosen  
Pembimbing I**



**Ir. A. Agus Santosa, M.T.**  
NIP. Y. 101 87 00155

**Dosen  
Pembimbing II**



**Ir. Munasih, M.T.**  
NIP.Y.102.88.00187

**Mengetahui,**

**Ketua Program Studi Teknik Sipil S-1  
Institut Teknologi Nasional Malang**



**Ir. A. Agus Santosa. MT**  
NIP. Y. 101 870 0155

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL S-1  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG**

**2015**

**LEMBAR PENGESAHAN**  
**SKRIPSI**

**PERENCANAAN HUBUNGAN BALOK KOLOM PADA PROYEK HOTEL**  
**BERBINTANG JL. PATTIMURA 19 MALANG**

*Dipertahankan Dihadapan Majelis Penguji Sidang Skripsi Jenjang Strata Satu (S-1)*  
*Pada Hari Kamis, 13 Agustus 2015*  
*Dan Diterima Untuk Memenuhi Salah Satu Persyaratan Guna Memperoleh Gelar*  
*Sarjana Teknik Sipil*

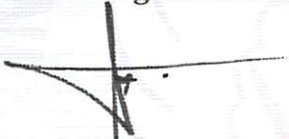
Disusun Oleh :

**BAMBANG TRI WAHYONO**

**11. 21. 101**

Disahkan Oleh :

**Ketua Program Studi**



**Ir. A. Agus Santosa, M.T.**

NIP. Y. 101 87 00155

**Sekretaris Program Studi**



**Lila Ayu Ratna Winanda, S.T. M.T.**

NIP. Y. 103 08 00419

Anggota Penguji :

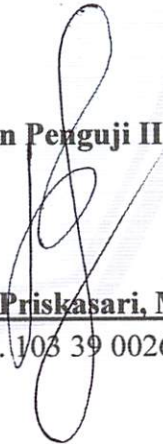
**Dosen Penguji I**



**Ir. H. Sudirman Indra, M.Sc.**

NIP. Y. 101 83 00054

**Dosen Penguji II**



**Ir. Ester Priskasari, M.T.**

NIP. Y. 103 39 00265

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL S-1**  
**FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN**  
**INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG**

**2015**

## PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Bambang Tri Wahyono  
NIM : 11.21.101  
Program Studi : Teknik Sipil S-1  
Fakultas : Teknik Sipil dan Perencanaan  
Institusi : Institut Teknologi Nasional Malang

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi saya dengan judul :

**“PERENCANAAN HUBUNGAN BALOK KOLOM PADA PROYEK  
HOTEL BERBINTANG JL. PATTIMURA 19 MALANG”.**

Adalah benar-benar merupakan hasil karya sayasendiri, bukan duplikat serta tidak mengutip atau menyadur hasil karya orang lain, kecuali disebut dari sumber aslinya dan tercantum dalam daftar pustaka.

Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan skripsi ini hasil duplikasi atau mengambil karya tulis dan pemikiran orang lain, makasaya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Malang, 10 September 2015



**Bambang Tri Wahyono**

**NIM : 11.21.101**

## ABSTRAK

Bambang Tri Wahyono, 11.21.101, 2015. "PERENCANAAN HUBUNGAN BALOK KOLOM PADA PROYEK HOTEL BERBINTANG JL.PATTIMURA 19 MALANG". Skripsi, Program Studi Teknik Sipil S-1, Institut Teknologi Nasional Malang.

Pembimbing : (I) Ir. A.Agus Santosa, MT. (II) Ir. Munasih, MT.

---

**Kata Kunci :** hubungan balok kolom, tahan gempa.

Perencanaan struktur bangunan gedung tingkat tinggi terhadap beban gempa di Indonesia sangatlah penting. Pada perencanaan struktur tingkat tinggi, masalah yang sering muncul adalah dimana kemampuan struktur (System building) sebagai menahan beban gempa, mengingat wilayah Indonesia merupakan wilayah rawan gempa.

Dalam perencanaan struktur bangunan gedung beton bertulang yang tahan gempa, daerah hubungan balok-kolom merupakan daerah kritis yang perlu didesain benar-benar akurat sehingga mampu menyerap energi dengan baik pada saat terjadi gempa. Kemampuan hubungan balok-kolom untuk berdeformasi pada daerah inelastik memberikan struktur dengan daktilitas baik, sehingga mampu mengurangi kerusakan yang terjadi akibat goyangan gempa bumi.

penyusunan skripsi ini bertujuan untuk menganalisis desain Hubungan Balok-Kolom Pada gedung Hotel Berbintang Jl. Pattimura 19 Malang, mengacu pada peraturan Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Bangunan Gedung SNI 1726-2012, dan Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung SNI 2847-2013.

## **KATA PENGANTAR**

Puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT Tuhan Yang Maha Esa karena rahmat-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi ini yang berjudul “**Perencanaan Hubungan Balok Kolom Pada Proyek Hotel Berbintang Jl. Pattimura 19 Malang**” tepat pada waktunya.

Adapun tujuan dari penyusunan skripsi ini adalah sebagai syarat salah satu persyaratan untuk menyelesaikan Program Pendidikan S1 pada Jurusan Teknik Sipil Istitut Teknologi Nasional Malang.

Dalam penyusunan Skripsi ini, penulis menyadari bahwa saran bantuan dan bimbingan sudah banyak penulis terima dari berbagai pihak baik secara langsung maupun tidak langsung. Dan pada kesempatan kali ini penulis mengucapkan terimakasih kepada :

1. Dr. Ir. Lalu Mulyadi, MT. Selaku Rektor Istitut Teknologi Nasional Malang yang telah memberikan kesempatan bagi penulis untuk mendapatkan pendidikan di Istitut Teknologi Nasional Malang.
2. Ir. H. Sudirman Indra, Msc. Selaku Dekan Fakultas Teknik sipil dan Perencanaan
3. Ir. A. Agus Santosa, MT. Selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil Istitut Teknologi Nasional Malang yang telah memberikan pengarahan dalam menyusun Skripsi ini.
4. Ir. A. Agus Santosa, MT. Selaku dosen Pembimbing I yang telah banyak memberikan pengarahan, bimbingan dalam penyusunan Skripsi ini.

5. Ir. Munasih, MT. Selaku dosen Pembimbing II yang telah banyak memberikan bimbingan, masukan, koreksi serta saran-saran dalam penyusunan Skripsi ini.
6. Semua Dosen dan Staf dikampus yang telah membantu memperluas wawasan, memberikan informasi dan mempermudah pengurusan administrasi dalam penyusunan Skripsi ini.
7. Keluarga besar besar yang tercinta Bapak, Ibu dan Saudara-saudara saya yang telah memberikan dukungan dan motivasi kepada penulis guna menyelesaikan Skripsi ini.
8. Teman-teman seangkatan dan seperjuangan yang sudah memberikan masukan dan bantuan dalam penyusunan skripsi ini.
9. Semua pihak yang telah membantu dalam penyusunan Skripsi ini yang tidak bisa penulis sebutkan satu persatu.

Harapan penulis semoga Skripsi ini dapat bermanfaat dan berguna bagi para pembacanya. Penulis menyadari Skripsi ini sangat jauh dari sempurna mengingat Keterbatasan penulis dalam bidang ini dan penulis mengharapkan saran dan Kritik yang sifatnya membangun demi kesempurnaan Skripsi ini.

Malang, Juli 2015

Penulis

## DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN

LEMBAR PENGESAHAN

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

ABSTRAKSI

KATA PENGANTAR..... i

DAFTAR ISI ..... ii

DAFTAR GAMBAR..... iii

DAFTAR TABEL ..... iv

BAB I PENDAHULUAN ..... 1

1.1 Latar Belakang ..... 1

1.2 Rumusan masalah ..... 2

1.3 Tujuan penulisan ..... 2

1.4 Batasan Masalah ..... 3

BAB II TINJAUAN PUSTAKA ..... 4

2.1 Konsep Dasar Desain Perencanaan Struktur ..... 4

2.2 Sistem Struktur Penahan Gaya Seismik..... 5

2.3 Rangka momen menengah..... 7

2.3.1 Kekuatan geser..... 7

2.4 Balok..... 8

2.5 Kolom ..... 9

2.6 Komponen struktur lentur rangka momen khusus ..... 10



2.6.1 Tulangan longitudinal .....	11
2.6.2 Tulangan Transversal .....	12
2.6.3 Persyaratan kekuatan geser .....	13
2.7 Kekuatan lentur minimum kolom .....	14
2.7.1 Tulangan Transversal .....	16
2.8 Joint rangka momen khusus .....	18
2.8.1 Kekuatan geser .....	18
2.9 Desain Kapasitas .....	19
2.10 Perencanaan Terhadap Beban Gempa.....	19
2.11 Diagram Alir Perencanaan .....	24

### BAB III PERHITUNGAN STATIKA

3.1 Data perencanaan .....	25
3.1 Perencanaan Dimensi Balok dan Kolom.....	26
3.2 Analisa Pembebanan .....	28
3.3 Respons Spektrum .....	66
3.4 Pusat massa dan Rotasi .....	69

### BAB IV PERHITUNGAN PENULANGAN STRUKTUR .....

4.1 Perhitungan Penulangan Balok .....	70
4.1.1 Perhitungan Penulangan Lentur Balok.....	70
4.1.2 Penulangan Geser Balok .....	83
4.2 Perhitungan Penulangan Kolom.....	92
4.2.1 Perhitungan Penulangan Lentur Kolom .....	92
4.2.2 Perhitungan Penulangan Geser Kolom .....	110

4.3 Sambungan Lewatan Tulangan Vertikal Kolom.....	115
4.4 Kontrol Desain Kapasitas.....	116
4.5 Perhitungan Pertemuan Balok-Kolom .....	119
<b>BAB V PENUTUP.....</b>	<b>218</b>
5.1 Kesimpulan.....	218
5.2 Saran .....	220

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar</b>	<b>Halaman</b>
Gambar 2.1 Dinding geser dengan bukaan .....	6
Gambar 2.2 Dinding geser berangkai.....	6
Gambar 2.3 Dinding geser kantilever .....	7
Gambar 2.4 Geser desain untuk rangka momen menengah .....	9
Gambar 2.5 lokasi tulangan pada slab.....	10
Gambar 2.6 Penempatan tulangan pada slab.....	10
Gambar 2.7 Contoh – Contoh sengkang tertutup saling tumpuk dan ilustrasi batasan pada spasi horizontal maximum batang tulangan longitudinal yang ditumpu.....	12
Gambar 2.8 Geser desain untuk balok dan kolom .....	15
Gambar 2.9 Contoh tulangan transversal pada kolom .....	17
Gambar 2.10 Luas efektif hubungan balok-kolom.....	19
Gambar 4.1 Penomeran Joint pada Line 2 .....	156
Gambar 4.2 Lebar efektif balok (beff) .....	156
Gambar 4.3 Penampang balok dan diagram tegangan momen negatif .....	158
Gambar 4.4 Penampang balok dan diagram tegangan momen positif.....	161
Gambar 4.5 Penampang balok dan diagram tegangan momen positif tumpuan kiri yang sudah dihitung ulang .....	162
Gambar 4.6 Penampang balok dan diagram tegangan momen positif lapangan.....	165
Gambar 4.7 Penampang balok dan diagram tegangan momen positif	

lapangan yang sudah dihitung ulang .....	166
<b>Gambar 4.8 Penampang balok dan diagram tegangan momen negatif</b>	
Tumpuan kanan .....	169
<b>Gambar 4.9 Penampang balok dan diagram tegangan momen positif</b>	
Tumpuan kanan .....	172
<b>Gambar 4.10 Penampang balok dan diagram tegangan momen positif</b>	
Tumpuan kanan yang sudah dihitung ulang .....	173
<b>Gambar 4.11 Desain gaya geser balok .....</b>	<b>179</b>
<b>Gambar 4.12 Penulangan geser pada balok .....</b>	<b>184</b>
<b>Gambar 4.13 Diagram tegangan dan regangan kolom kondisi seimbang..</b>	<b>186</b>
<b>Gambar 4.14 Diagram tegangan dan regangan kolom</b>	
kondisi seimbang $1,25 f_y$ .....	188
<b>Gambar 4.15 Diagram tegangan dan regangan kolom</b>	
kondisi patah desak .....	191
<b>Gambar 4.16 Diagram tegangan dan regangan kolom</b>	
kondisi patah tarik .....	193
<b>Gambar 4.17 Diagram tegangan dan regangan kolom</b>	
kondisi 1 lentur murni .....	195
<b>Gambar 4.18 Diagram tegangan dan regangan kolom</b>	
kondisi 2 lentur murni .....	196
<b>Gambar 4.19 Diagram Interaksi Kolom atas (810) .....</b>	<b>199</b>
<b>Gambar 4.20 Diagram Interaksi Kolom desain (811) .....</b>	<b>200</b>
<b>Gambar 4.21 Diagram Interaksi Kolom desain (676) .....</b>	<b>200</b>

<b>Gambar 4.22 Detail Penulangan Longitudinal dan Transversal Kolom 811 .....</b>	<b>209</b>
<b>Gambar 4.23 Analisa geser dari hubungan balok kolom (Joint 486).....</b>	<b>210</b>
<b>Gambar 4.24 Luas efektif (<math>A_j</math>) untuk HBK.....</b>	<b>211</b>
<b>Gambar 4.25 Penulangan Hubungan Balok Kolom Joint 486 .....</b>	<b>214</b>
<b>Gambar 4.26 Pendetailan Tulangan Joint 486 .....</b>	<b>217</b>

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel</b>	<b>Halaman</b>
Table 2.1 Kategori resiko bangunan gedung dan non gedung untuk beban gempa.....	21
Table 2.2 Faktor keutamaan gempa $I_e$ .....	22
Table 2.3 Kategori desain seismik berdasarkan parameter respons percepatan pada perioda pendek .....	22
Table 2.4 Kategori desain seismik berdasarkan parameter respons percepatan pada perioda 1 detik .....	23
Table 3.1 Analisa beban mati .....	63
Table 3.1 Analisa beban hidup untuk beban gempa .....	64
Table 3.1 Analisa beban gempa dinamik arah x dan y .....	65
Table 3.4 Analisa Pusat massa dan rotasi .....	69
Table 3.5 koordinat pusat massa akibat eksentrisitas .....	69

## DAFTAR NOTASI

- A = Luas penampang Kolom rencana ,mm<sup>2</sup>
- Ag = Luas bruto penampang,mm<sup>2</sup>
- Aj = Luas penampang efektif dalam hubungan balok kolom dan kolom,mm<sup>2</sup>
- As = Luas tulangan tarik non prategang, mm<sup>2</sup>
- B = Lebar muka tekan komponen struktur,mm
- bw = Lebar badan balok atau diameter penampang bulat
- Bw = Lebar balok T, mm
- Be = Lebar efektif sayap balok T, mm
- $\beta$  = ratio bentang bersih dalam arah memanjang terhadap arah memendek dari pelat dua arah
- C = factor respons gempa
- d = jarak dari serat tekan luar kepusat tulangan tarik, mm
- Ec = modulus elastisitas beton, Mpa
- e = eksentrisitas teoritis antara pusat massa dan pusat notasi lantai tingkat gedung
- Fc' = Kuat tekan beton karakteristik, Mpa
- Fy = Kuat tekan leleh yang disyaratkan, Mpa
- I = Faktor keutamaan gedung
- Mu = momen terfaktor pada penampang, Nmm
- Mpr = kuat momen lentur mungkin dari suatu komponen struktur, dengan atau tanpa beban aksial, yang ditentukan menggunakan sifat-sifat komponen struktur pada muka join dengan menganggap kuat tarik pada tulangan longitudinal sebesar minimum  $1,25y_fy$  dan faktor reduksi kekuatan  $\phi = 1$ , Nmm

- $N_u$  = beban aksial terfaktor yang terjadi bersama dengan  $V_u$ , N
- $n$  = jumlah tingkat gedung yang ditinjau
- $P$  = total beban yang ditanggung kolom, N
- $P_n$  = kuat nominal penampang yang mengalami tekan, N
- $s$  = spasi tulangan transversal, mm
- $T$  = waktu getar alami
- $V$  = gaya geser nominal
- $V_c$  = kuat geser nominal yang disumbangkan oleh tulangan geser, N
- $V_u$  = kuat geser terfaktor pada penampang, N
- $V_s$  = kuat geser nominal yang diumbangkan oleh tulangan geser, N
- $W$  = berat total gedung termasuk beban hidup yang terjadi
- $\phi$  = faktor reduksi kekuatan



## BAB 1

### PENDAHULUAN

#### 1.1 Latar belakang

Perencanaan struktur bangunan gedung tingkat tinggi terhadap beban gempa di Indonesia sangatlah penting. Beberapa kejadian gempa yang telah terjadi pada kurun 5 tahun terakhir menunjukkan bahwa wilayah Indonesia termasuk dalam kategori wilayah gempa sedang hingga tinggi. Sedangkan kebutuhan gedung bertingkat sebagai infrastruktur tetap dibutuhkan. Oleh karena itu dibutuhkan sumber daya manusia yang dapat memecahkan masalah yang harus dihadapi dengan cara memanfaatkan perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi .

Pada perencanaan struktur tingkat tinggi, masalah yang sering muncul adalah dimana kemampuan struktur (System building) sebagai menahan beban gempa, mengingat wilayah Indonesia merupakan wilayah rawan gempa. Daerah hubungan balok-kolom merupakan daerah kritis pada suatu struktur rangka beton bertulang, yang harus didesain secara khusus untuk berdeformasi inelastik pada saat terjadi gempa kuat. Sebagai akibat yang timbul dari momen kolom di atas dan di sebelah bawahnya, serta momen - momen dari balok pada saat memikul beban gempa, daerah hubungan balok-kolom akan mengalami gaya geser horizontal dan vertikal yang besar. Gaya geser yang timbul ini besarnya akan menjadi beberapa kali lipat lebih tinggi daripada gaya geser yang timbul pada balok dan kolom yang terhubung. Akibatnya apabila daerah hubungan balok-kolom tidak didesain dengan benar, akan menimbulkan keruntuhan geser yang bersifat getas dan

membahayakan pengguna bangunan. Maka harus direncanakan dengan sedemikian rupa sehingga mampu mengatasi semua beban yang terjadi. Metode yang dapat digunakan untuk perencanaan gedung tahan gempa, salah satunya adalah System Rangka Pemikul Momen ( SRPM). SRPM adalah suatu system struktur yang mengacu pada peraturan tahun 2013, tata cara perencanaan ketahanan gempa untuk bangunan gedung ( SNI 1726-20012), dan Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung ( SNI 2847-2013).

Oleh sebab itu, pada penulisan skripsi ini akan dibahas mengenai analisis desain hubungan balok kolom pada Proyek Berbintang Jl. Pattimura 19 Malang.

### **1.2 Rumusan masalah**

1. Berapa dimensi balok dan kolom yang dipakai dalam perencanaan?
2. Berapakah jumlah tulangan yang diperlukan pada balok dan kolom?
3. Berapakah jumlah tulangan yang diperlukan pada sambungan balok dan kolom?
4. Berapa gaya geser yang bekerja pada hubungan balok kolom ?

### **1.3 Tujuan penulisan**

Tujuan dari penulisan ini adalah sebagai berikut :

1. Menentukan dimensi balok dan kolom.
2. Menentukan jumlah tulangan yang diperlukan pada balok dan kolom.
3. Menentukan jumlah tulangan yang diperlukan pada sambungan balok dan kolom.
4. Menganalisa bearapa gaya geser yang bekerja pada hubungan balok kolom.

#### **1.4 Batasan masalah**

Batasan masalah dalam penulisan tugas akhir ini adalah untuk membatasi penyimpangan pembahasan pada perencanaan hubungan balok kolom . Batasan – batasan yang dipakai ialah :

1. Gedung yang dianalisa ialah gedung hotel berbintang Jl. Pattimura 19 kota malang.
2. Analisa perencanaan pedimensian balok kolom.
3. Analisa penentuan tulangan yang diperlukan pada balok dan kolom.
4. Analisa gaya yang bekerja pada sambungan balok-kolom.
5. Analisa Perencanaan yang diperlukan pada sambungan balok dan kolom.

Peraturan yang digunakan ialah :

1. SNI 1726 2012 - Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung Dan Non Gedung.
2. SNI 2847 2013 - Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung.

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Konsep Dasar Desain Perencanaan Struktur.**

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

Perencanaan bangunan tahan gempa ialah bangunan yang dirancang untuk tahan dan tetap berdiri ketika terjadi gempa yang besar walaupun nantinya sedikit terdapat kerusakan pada beberapa bagian bangunan sesuai falsafah perencanaan gedung tahan gempa. Perencanaan suatu struktur gedung pada daerah gempa haruslah memenuhi falsafah perencanaan gedung tahan gempa, yaitu:

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

Untuk perencanaan gedung tahan gempa diharapkan perencana memahami dan menggunakan aturan – aturan perencanaan gedung tahan gempa serta menggunakan aturan yang telah ditetapkan pada standar Nasional Indonesia.

Dalam perencanaan struktur gedung terhadap pengaruh gempa rencana, semua unsur struktur gedung, baik bagian dari subsistem struktur gedung maupun bagian dari sistem struktur gedung harus diperhitungkan memikul gempa rencana. Struktur yang direncanakan diharapkan mampu bertahan oleh beban bolak-balik memasuki inelastis tanpa mengurangi kekuatan yang berarti. Karena itu selisih energi beban gempa harus mampu disebarkan dan diserap oleh struktur yang bersangkutan dalam bentuk deformasi.

## **2.2 Sistem Struktur Penahan Gaya Seismik**

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

### **1. Sistem Rangka Pemikul Momen (SRPM)**

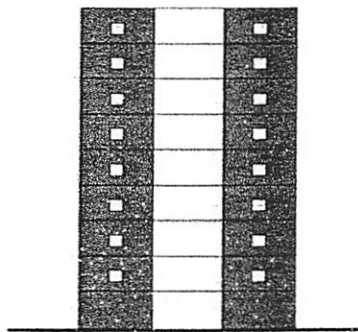
- a. Sistem Rangka Pemikul Momen Biasa (SRPMB), suatu sistem rangka yang memenuhi ketentuan pasal – pasal SNI 2847-2013.
- b. Sistem Rangka Pemikul Momen Menengah (SRPMM), suatu sistem rangka yang selain memenuhi ketentuan-ketentuan untuk rangka pemikul momen biasa juga memenuhi ketentuan-ketentuan detailing yang ketat SNI 2847-2013.

2. Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK), suatu sistem rangka yang selain memenuhi ketentuan-ketentuan untuk rangka pemikul momen biasa

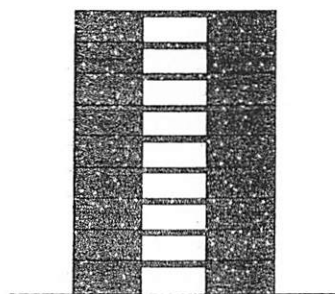
juga memenuhi ketentuan-ketentuan detailing yang ketat sesuai dengan SNI 2847-2013.

3. Sistem Dinding Struktural (SDS)

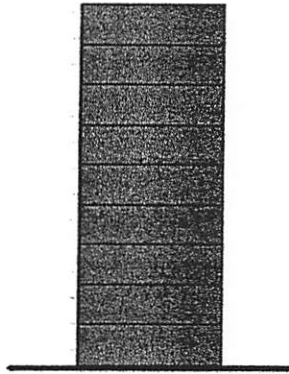
- a. Sistem Dinding Struktural dengan bukaan, dinding geser bukaan di dalamnya untuk jendela, pintu, dan saluran-saluran mekanikal dan elektrik.
- b. Sistem Dinding Struktural berangkai (coupled shearwall), Dinding geser berangkai terdiri dari dua atau lebih dinding kantilever yang mempunyai kemampuan untuk membentuk suatu mekanisme peletakan lentur alasnya.
- c. Sistem Dinding geser kantilever (free standing shearwall), suatu dinding geser tanpa lubang-lubang yang membawa pengaruh penting terhadap perilaku dari struktur gedung yang bersangkutan.



**Gambar 2.1. Dinding geser dengan bukaan**



**Gambar 2.2. Dinding geser berangkai**



### 2.3. Dinding geser kantilever

#### 2.3 Rangka momen menengah

Persyaratan dari pasal 21.3 berlaku untuk rangka momen menengah yang berbentuk bagian system penahan gaya gempa. Detail tulangan pada komponen struktur rangka harus memenuhi syarat 21.3.4 bila gaya tekan aksial terfaktor,  $P_u$  untuk komponen struktur yang tidak melebihi  $A_g F_c' / 10$ . Bila system slab dua arah tanpa balok membentuk sebagian dari system penahan gaya gempa, detail tulangan pada sembarang bentang yang menahan momen yang diakibatkan oleh E harus memenuhi syarat pasal 21.3.6.

#### 2.3.1 Kekuatan geser

$\phi V_n$  balok yang menahan pengaruh gempa E tidak boleh kurang dari yang lebih kecil dari (a) dan (b):

- (a) Jumlah geser yang terkait dengan pengembangan  $M_n$  balok pada setiap ujung bentang bersih yang terkekang akibat lentur kurvaktur balik dan geser yang dihitung untuk beban gravitasi terfaktor.
- (b) Geser maksimum yang diperoleh dari kombinasi beban desai yang melibatkan E, dengan E diasumsikan sebesar dua kali yang telah

ditetapkan oleh tata cara bangunan umum yang diadopsikan secara legal untuk desain tahan gempa.

$\phi V_n$  Kolom yang menahan pengaruh gempa,  $E$  tidak boleh kurang dari yang lebih kecil dari (a) dan (b):

- (a) Geser yang terkait dengan pengembangan  $M_n$ . Kekuatan momen nominal kolom pada setiap ujung terkekang dari panjang yang tak tertumpu akibat lentur kurvatur balik.
- (b) Geser maksimum yang diperoleh dari kombinasi beban desain yang melibatkan  $E$ , dengan  $E$  ditingkatkan oleh tatacara bangunan umum yang diadopsi secara legal untuk desain tahan gempa.

#### 2.4 Balok

Kekuatan momen positif pada muka joint tidak boleh kurang dari sepertiga kekuatan momen negative yang disediakan pada muka joint. Baik kekuatan momen negative atau positif pada sembarang penampang sepanjang panjang balok tidak boleh kurang dari seperlima kekuatan momen maksimum yang disediakan pada muka salah satu joint.

Pada kedua ujung balok, sengkang harus disediakan sepanjang panjang tidak kurang dari  $2h$  diukur dari muka komponen struktur penumpu ke arah tengah bentang. Sengkang pertama harus ditempatkan tidak lebih dari 50 mm dari muka komponen struktur penumpu. Spasi sengkang tidak boleh melebihi yang terkecil dari (a), (b), (c), dan (d).

(a)  $d/4$

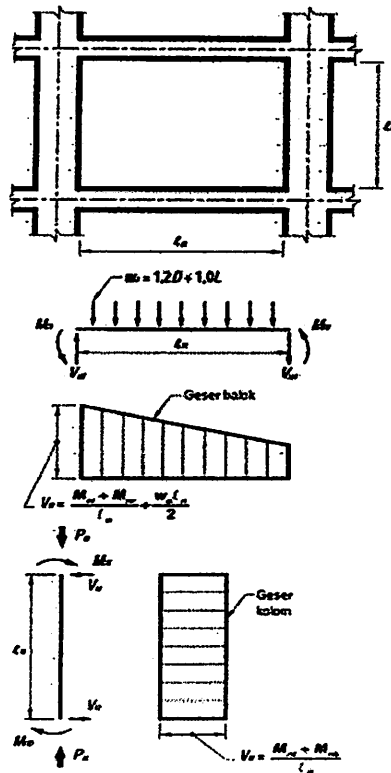
(b) delapan kali diameter batang tulangan longitudinal terkecil yang dilingkupi.



(c) 24 kali diameter batang tulangan sengkang.

(d) 300 mm.

## 2.5 Kolom



Gambar 2.4. Geser desain untuk rangka momen menengah

Sumber : SNI 2847 2013

Pada kedua ujung kolom, sengkang harus disediakan dengan spasi  $S_0$  sepanjang panjang  $l_o$  diukur dari muka joint. Spasi  $S_0$  tidak boleh melebihi yang terkecil dari (a), (b), (c) dan (d) :

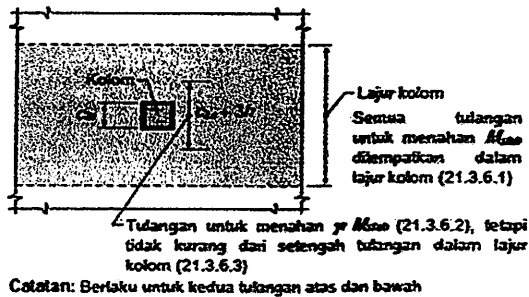
- Delapan kali diameter batang tulana longitudinal terkecil yang dilingkupi.
- 24 kali diameter batang tulangan besi.
- Setengah dimensi penampang kolom terkecil.
- 300 mm.

Panjang  $l_o$  tidak boleh kurang dari yang terbesar dari  $\epsilon$ , (f), dan (g):

- (a) Seperenam bentan bersih kolom
- (b) Dimensi penampang maksimum kolom.
- (c) 450 mm.

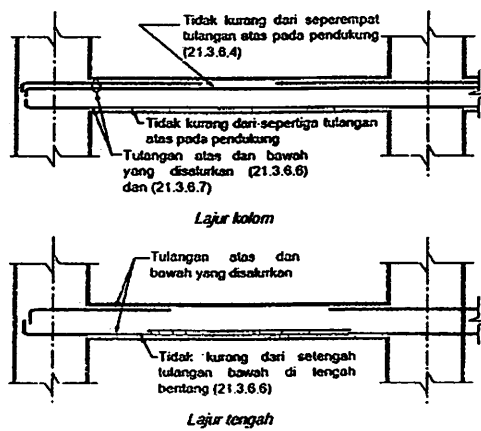
**2.6 Komponen struktur lemur rangka momen khusus**

Persyaratan dari 21.5 berlaku untuk komponen struktur rangka momen khusus yang membentuk bagian system penahan gaya gempa dan diproporsikan terutama untuk menahan lentur. Komponen struktur ini jga harus memenuhi kondisi-kondisi dari pasal 21.5.1.1 hingga 21.5.1.4.



**Gambar 2.5 lokasi tulangan pada slab**

Sumber : SNI 2847 2013.



**Gambar 2.6 Penempatan tulangan pada slab.**

Gaya tekan aksial terfaktor pada komponen struktur,  $P_{u1}$ , tidak boleh melebihi  $A_g F_c / 10$ . Betang bersih untuk komponen struktur,  $\ell_{n1}$ , tidak boleh kurang dari tinggi efektifnya. Lebar komponen  $b_w$  tidak boleh melebihi lebar komponen struktur penumpu  $c_2$  ditambah suatu jarak pada masing-masing sisi komponen struktur penumpu yang sama dengan yang lebih kecil dari (a) dan (b) :

(a) Lebar komponen struktur penumpu  $C_2$  dan

(b) 0.75 kali dimensi keseluruhan komponen penumpu,  $C_1$ .

### 2.6.1 Tulangan longitudinal

Pada sembarang penampang komponen struktur lentur, kecuali seperti yang diberikan dalam pasal 10.5.3, untuk tulangan atas maupun bawah, jumlah tulangan tidak boleh kurang dari yang diberikan oleh pers. (10-3) tetapi tidak kurang dari  $1,4b_w d / f_y$ , dan rasio tulangan,  $\rho$ , tidak boleh melebihi 0.025. paling sedikit dua batang tulangan harus disediakan menerus pada kedua sisi atas dan bawah.

Sambungan lewatan tulangan lentur diijinkan hanya jika tulangan sengkang atau spiral disediakan sepanjang panjang sambungan. Spasi tulangan transversal yang melingkupi batang tulangan yang disambung lewatan tidak boleh melebihi yang lebih kecil dari  $d/4$  dan 100 mm. Sambungan lewatan tidak boleh digunakan :

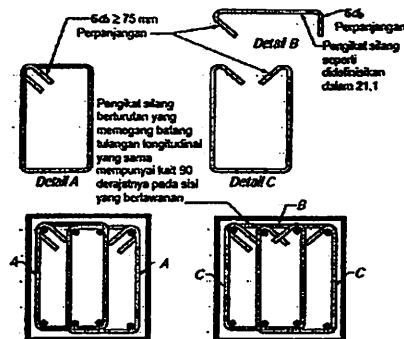
(a) Dalam joint

(b) Dalam jarak dua kali lebih tinggi komponen struktur dari muka joint dan

- (c) Bila analisis menunjukkan perlehan lentur diakibatkan oleh perpindahan lateral inelastic rangka.

### 2.6.2 Tulangan Transversal

Sengkang harus dipasang pada daerah komponenn struktur rangka sebagai berikut :



**Gambar 2.7 Contoh – Contoh sengkang tertutup saling tumpang dan ilustrasi batasan pada spasi horizontal maximum batang tulangan longitudinal yang ditumpu.**

- (a) Sepanjang suatu yang sama dengan kedua kali tinggi komponen struktur yang diukur dari muka komponen struktur penumpu kearah tengah bentang, kedua ujung komponen struktur lentur.
- (b) Sepanjang panjang-panjang yang sama dengan kedua kali tinggi komponen struktur pada kedua sisi suatu penampang dimana pelelehan lentur sepertinya terjadi dalam hubungan dengan perpindahan lateral inelatis rangka.

Sengkang tertutup pertama harus ditempatkan tidak lebih dari 50 mm dari muka komponen struktur penumpu. Spasi sengkang tertutup tidak boleh melebihi yang tekecil dari (a),(b),dan (c).

- (a)  $d/4$ .

(b) Enam kali diameter terkecil batang tulangan lentur utama tidak termasuk tulangan kulit longitudinal yang disyaratkan oleh pasal 10.6.7 dan

(c) 150 mm.

Bila sengkang tertutup diperlukan, batang tulangan lentur utama yang terdekati kemuka tarik dan tekan harus mempunyai tumpuan lateral yang memenuhi pasal 7.10.5.3 atau pasal 7.10.5.4. Spasi tulangan lentur yang tertumpu secara transversal tidak boleh melebihi 350 mm. Tulangan kulit yang di syaratkan oleh pasal 10.6.7 tidak perlu tertumpu secara lateral.

Bila sengkang tertutup tidak diperlukan, sengkang dengan kait gempa pada kedua ujung harus dispasikan dengan jarak tidak lebih dari  $d/2$  sepanjang panjang komponen struktur.

### 2.6.3 Persyaratan kekuatan geser

Gaya geser desain  $V_e$  harus di tentukan dari peninjauan gaya statis pada bagian komponen struktur antara muka-muka joint. Harus diasumsikan bahwa momen-momen dengan tanda berlawanan yang berhubungan dengan kekuatan momen lentur yang mungkin  $M_{pr}$  bekerja pada muka-muka joint dan bahwa komponen struktur dibebani dengan beban gravitasi tributary terfaktor sepanjang bentangnya.

### 2.6.4 Tulangan tranversal

Tulangan transversal sepanjang panjang yang diidentifikasi dalam 21.5.3.1 harus diproporsikan untuk menahan geser dengan mengasumsikan  $V_c = 0$  bila keduanya (a) dan (b) terjadi :

- (a) Gaya geser yang ditimbulkan gempa yang dihitung sesuai dengan pasal 21.5.4.1 mewakili setengah atau lebih dari kekuatan geser perlu maksimum dalam panjang.
- (b) Gaya tekan aksial terfaktor  $P_u$  termasuk pengaruh gempa kurang dari  $A_g f_c' / 20$ .

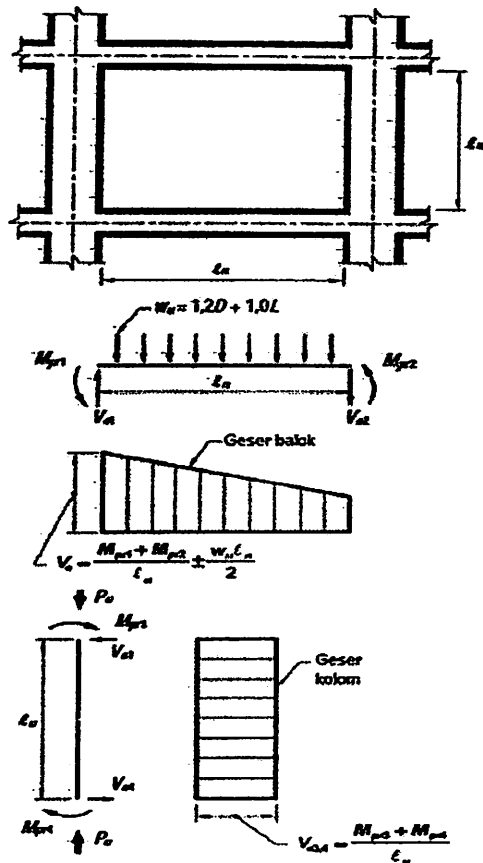
Dimensi penampang terpendek, diukur pada garis lurus yang melalui pusat geometri tidak boleh kurang dari 300 mm. Rasio dimensi penampang terpendek terhadap dimensi tegak lurus tidak boleh kurang dari 0.4.

## 2.7 Kekuatan lentur minimum kolom

Kekuatan lentur kolom harus memenuhi pers 21-1

Catatan pada gambar :

1. Arah gaya geser  $V_e$  tergantung pada besaran relatif beban gravitasi dan geser dihasilkan oleh momen-momen ujung.
2. Momen ujung  $M_{pr}$  berdasarkan pada tegangan tarik baja sebesar 1.25  $f_y$  adalah kekuatan leleh yang ditetapkan.
3. Momen ujung  $M_{pr}$  untuk kolom tidak perlu lebih besar dari momen-momen yang dihasilkan oleh  $M_{pr}$  balok yang merangka kedalam joint balok kolom.



**Gambar 2.8 Geser desain untuk balok dan kolom**

$$\Sigma M_{nc} \geq (1.2)\Sigma M_{nb}$$

$M_{nc}$  = jumlah kekuatan lentur nominal kolom yang merangka kedalam joint yang dievaluasi dimuka-muka joint. Kekuatan lentur kolom harus dihitung untuk gaya aksial terfaktor, konsisten dengan arah gaya-gaya lateral yang ditinjau yang menghasilkan kekuatan lentur terendah.

$M_{nb}$  = jumlah kekuatan lentur nominal kolom yang merangka kedalam joint yang dievaluasi dimuka-muka joint. Pada konstruksi balok-T, bilamana slab dalam kondisi tarik akibat momen-momen dimuka joint, tulangan slab dalam lebar slab efektif yang mendefinisikan

- dalam 8.12 harus diasumsikan menyumbang kepada  $M_{nb}$  jika tulangan slab disalurkan pada penampang kritis untuk lentur.

### 2.7.1 Tulangan Transversal

Tulangan transversal yang disyaratkan dalam 21.6.4.2 sampai 21.6.4.4 harus dipasang sepanjang panjang  $\ell_0$  dari setiap muka joint dan pada kedua sisi sebarang penampang dimana pelelehan lentur seperti terjadi sebagai akibat dari perpindahan lateral inelatis rangka. Panjang  $\ell_0$  tidak boleh kurang dari yang terbesar dari (a),(b), dan (c):

- (a) Tinggi komponen struktur pada muka pada muka joint atau pada penampang dimana pelelehan lentur seperti terjadi.
- (b)  $1/6$  bentang bersih komponen struktur dan
- (c) 450mm.

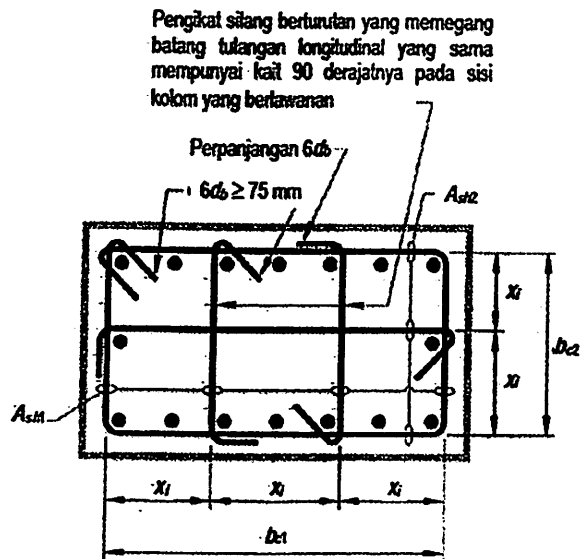
Spasi tulangan transversal sepanjang panjang  $\ell_0$  komponen struktur tidak boleh melebihi yang terkecil dari (a),(b), dan (c):

- (a)  $1/4$  dimensi komponen struktur minimum.
- (b) 6 kali diameter batang tulangan longitudinal yang terkecil dan
- (c)  $S_{01}$  seperti didefinisikan oleh pers 21-2

$$s_0 = 100 + \left( \frac{350 - h_x}{3} \right)$$

Nilai  $s_0$  tidak boleh melebihi 150 mm dan tidak perlu diambil kurang dari 100mm.





Dimensi  $x_t$  dari garis pusat ke garis pusat kaki-kaki pengikat tidak melebihi 350 mm. Rumus  $f_{cr}$  yang digunakan dalam persamaan 21-2 diambil sebagai nilai terbesar dari  $x_t$ .

**Gambar 2.9 Contoh tulangan transversal pada kolom**

Jumlah tulangan transversal yang disyaratkan dalam (a) atau (b) harus disediakan kecuali bila jumlah yang lebih besar disyaratkan oleh pasal 21.6.5.

- (a) Rasio tulangan spiral atau sengkang bulat  $\rho_s$  tidak boleh kurang dari yang disyaratkan oleh pers.(21-4) dan (21-5)

$$\rho_s = 0,12 \left( \frac{f'_c}{f_{yt}} \right)$$

Dan tidak boleh kurang dari yang disyaratkan oleh pers. (10-5).

- (b) Luas penampang total tulangan sengkang persegi  $A_{sh}$  tidak boleh kurang dari yang disyaratkan oleh pers. (21-4) dan (21-5)

$$A_{sh} = 0,3 \frac{sb_c f'_c}{f_{yt}} \left[ \left( \frac{A_g}{A_{ch}} \right) - 1 \right]$$

$$A_{sh} = 0,09 \frac{sb_c f'_c}{f_{yt}}$$

## 2.8 Joint rangka momen khusus

Gaya-gaya pada tulangan balok longitudinal dimuka joint harus ditentukan dengan mengasumsikan bahwa tegangan pada tulangan tarik lentur adalah  $1.25f_y$ .

Bila tulangan balok longitudinal menerus melalui joint balok-kolom, dimensi kolom yang sejajar terhadap tulangan balok tidak boleh kurang dari 20 kali diameter batang tulangan balok longitudinal terbesar untuk beton normal (normal weight). Untuk beton ringan (lightweight) dimensinya tidak boleh kurang dari 26 kali diameter batang tulangan.

### 2.8.1 Kekuatan geser

Untuk beton berat normal  $V_n$  joint tidak boleh diambil sebagai yang lebih besar dari nilai yang ditetapkan:

(a) Untuk joint terkekang oleh balok-balok pada semua empat muka

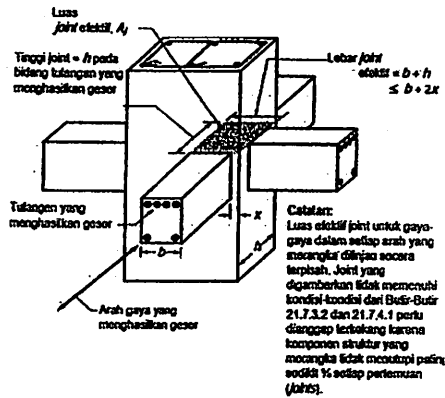
$$\dots\dots\dots 1.7\sqrt{f_c' A_j}$$

(b) Untuk joint terkekang oleh balok-balok pada semua tiga muka atau pada

$$\text{dua muka yang berlawanan} \dots\dots\dots 1.2\sqrt{f_c' A_j}$$

(c) Untuk kasus-kasus lainnya.....  $1.7\sqrt{f_c' A_j}$

Suatu balok yang merangka kedalam suatu muka dianggap memberikan pengekangan pada joint bila balok tersebut menutupi paling sedikit tiga perempat muka joint. Perpanjangan balok paling sedikit satu kali tinggi balok keseluruhan h melewati muka joint diizinkan. Untuk dianggap mencukupi pemengangan muka joint tersebut.



**Gambar 2.10 luas joint efektif**

**Sumber: SNI 2847 2013**

## 2.9 Desain Kapasitas

Struktur bangunan mempunyai nilai kekakuan lateral yang beraneka ragam sehingga mempunyai waktu getar alami yang berbeda-beda pula. Oleh karena itu, respon percepatan maksimum suatu struktur tidak selalu sama besar dengan percepatan getaran gempa. Mengingat kemungkinan besarnya gaya inersia gempa yang bekerja pada titik pusat massa bangunan, maka tidaklah ekonomis untuk merencanakan suatu struktur-struktur umum sedemikian kuatnya sehingga tetap berperilaku elastis saat dilanda gempa. Pada dasarnya struktur didesain agar tidak rusak ketika terjadi gempa kecil dan sedang, tetapi saat dilanda gempa kuat, struktur tersebut masih mampu berperilaku daktail dengan memancarkan energi dan membatasi beban gempa yang masuk ke struktur tersebut.

### 2.10 Perencanaan Terhadap Beban Gempa

- Pengaruh arah pembebanan gempa

Untuk menentukan pengaruh gempa yang kemungkinan tidak searah sumbu utama struktur gedung, maka SNI 1726-2012 menetapkan, pengaruh

pembebanan searah sumbu utama harus dianggap terjadi bersamaan dengan 30% pengaruh pembebanan dalam arah tegak lurus pada arah utama pembebanan.

- ***Pengaruh Gempa Horizontal***

Pengaruh gempa bekerja dalam kedua arah utama dari gedung secara bersamaan. Perputaran ini menetapkan bahwa struktur-struktur daktail direncanakan terhadap suatu bagian kecil saja dari pengaruh gempa dan karenanya banyak unsur-unsur struktur sudah akan mencapai sebagian saja dari percepatan gempa dalam suatu arah tertentu baru mencapai sebagian saja dari percepatan maksimum gempa tersebut. Hal-hal diatas perlu kiranya disadari dalam perencanaan struktur dan bila di inginkan dapat diterapkan dalam perencanaan sesungguhnya, terutama untuk struktur-struktur gedung yang sangat penting. Pengaruh beban gempa horisontal,  $E_h$ , harus ditentukan sesuai dengan Persamaan sebagai berikut:

$$E_h = QE \dots\dots\dots(2.1)$$

Keterangan:

$QE$  = pengaruh gaya gempa horisontal dari  $V$  atau  $V_p$ , seperti ditetapkan, 8.8.1, dan 9.2.1

- ***Pengaruh Gempa Vertikal***

Walaupun percepatan-percepatan vertikal yang besar dicatat dekat pada pusat dari banyak gempa, respon dari struktur –struktur gedung terhadap gerakan tersebut belum banyak diketahui. Karena itu, dianggap bahwa sampai tersedianya hasil penelitian lebih lanjut mengenai respon dari struktur –struktur gedung terhadap gerakan vertikal, hanya beberapa bagian yang kritis

dari struktur gedung. Pengaruh beban gempa vertikal,  $E_v$ , harus ditentukan sesuai dengan Persamaan sebagai berikut:

$$E_v = 0,2 S_{DS} D \dots\dots\dots (2.2)$$

Keterangan:

$S_{DS}$  = parameter percepatan spektrum respons desain pada perioda pendek yang diperoleh dari 6.6.4

$D$  = pengaruh beban mati

Dalam perencanaan bangunan tahan gempa hal yang harus diperhatikan adalah fungsi dari bangunan yang akan direncanakan, fungsi bangunan ini berkaitan dengan beban gempa yang akan timbul yang nantinya untuk menentukan faktor keutamaan gempa ( $I_e$ ). Kategori ini bisa dilihat pada tabel di bawah ini :

Jenis pemertasaan	Kategori risiko
<p>Gedung dan non gedung yang memiliki risiko rendah terhadap jiwa manusia pada saat terjadi kegagalan, termasuk, tapi tidak dibatasi untuk, antara lain:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Fasilitas pertanian, perkebunan, pertambangan, dan penanaman</li> <li>- Fasilitas serempaka</li> <li>- Gudang penyimpanan</li> <li>- Rumah jaga dan struktur kecil lainnya</li> </ul>	I
<p>Semua gedung dan struktur lain, kecuali yang termasuk dalam kategori risiko I, II, IV, termasuk, tapi tidak dibatasi untuk:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Pemukiman</li> <li>- Rumah toko dan rumah kantor</li> <li>- Pasar</li> <li>- Gedung pertambangan</li> <li>- Gedung apartemen/ rumah susun</li> <li>- Pusat perbelanjaan/ mall</li> <li>- Bangunan industri</li> <li>- Fasilitas manufaktur</li> <li>- Pabrik</li> </ul>	II
<p>Gedung dan non gedung yang memiliki risiko tinggi terhadap jiwa manusia pada saat terjadi kegagalan, termasuk, tapi tidak dibatasi untuk:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Bioskop</li> <li>- Gedung pertemuan</li> <li>- Stadion</li> <li>- Fasilitas kesehatan yang tidak memiliki unit bedah dan unit gawat darurat</li> <li>- Fasilitas penitipan anak</li> <li>- Penjara</li> <li>- Bangunan untuk orang jompo</li> </ul> <p>Gedung dan non gedung, tidak termasuk kedalam kategori risiko IV, yang memiliki potensi untuk menyebabkan dampak ekonomi yang besar dan/atau gangguan massal terhadap kehidupan masyarakat sehari-hari bisa terjadi kegagalan, termasuk, tapi tidak dibatasi untuk:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Pusat pembangkit listrik biasa</li> <li>- Fasilitas penanganan air</li> <li>- Fasilitas penanganan limbah</li> <li>- Pusat telekomunikasi</li> </ul> <p>Gedung dan non gedung yang tidak termasuk dalam kategori risiko IV, (termasuk, tetapi tidak dibatasi untuk fasilitas manufaktur, proses, penanganan, penyimpanan, penggunaan atau tempat pembuangan bahan bakar berbahaya, bahan kimia berbahaya, limbah berbahaya atau bahan yang mudah meledak) yang mengandung bahan beracun atau peledak di mana jumlah kandungan bahannya melebihi nilai batas yang disyaratkan oleh instansi yang berwenang dan cukup menimbulkan bahaya bagi masyarakat jika terjadi kebocoran.</p>	III

Sumber : SNI 1726:2012 Pasal 4.1.2

**Tabel 2.1 Kategori Resiko Bangunan Gedung dan Non Gedung Untuk Beban Gempa.**

Kategori risiko	Faktor keutamaan gempa, $I_e$
I atau II	1,0
III	1,25
IV	1,50

Sumber : SNI 1726:2012 Pasal 4.1.2

**Tabel 2.2 Faktor keutamaan gempa,  $I_e$**

Untuk Kategori desain seismic berdasarkan parameter percepatan respons spectrum pada periode 1 detik ( $S_1$ ) dan parameter percepatan respons spectra pada periode pendek (SDS) Berdasarkan SNI 1726-2012 dapat dilihat pada tabel 2.3 dan 2.4.

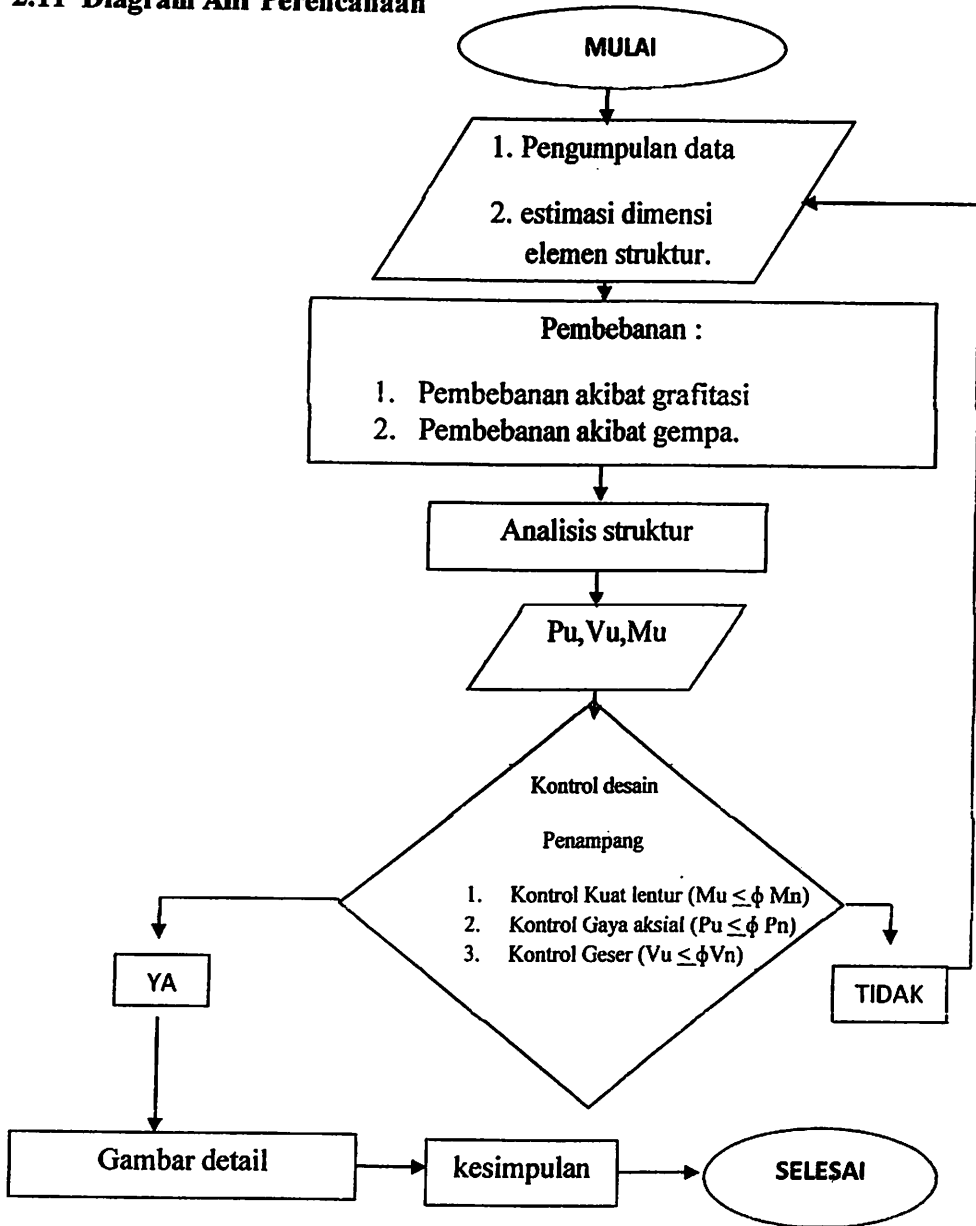
Nilai $S_{DS}$	Kategori risiko	
	I atau II atau	IV
$S_{DS} 0,167$	A	A
$0,167 S_{DS} 0,33$	B	C
$0,33 S_{DS} 0,50$	C	D
$0,50 S_{DS}$	D	D

**Tabel 2.3 Kategori desain seismic berdasarkan parameter respons percepatan pada perioda pendek.**

Nilai $S_{DI}$	Kategori risiko	
	I atau II atau III	IV
$S_{DI} 0,167$	A	A
$0,167 S_{DI} 1,33$	B	C
$1,33 S_{DI} 0,20$	C	D
$0,20 S_{DI}$	D	D

**Tabel 2.4 Kategori desain seismik berdasarkan parameter respons  
percepatan  
pada perioda 1 detik.**

## 2.11 Diagram Alir Perencanaan



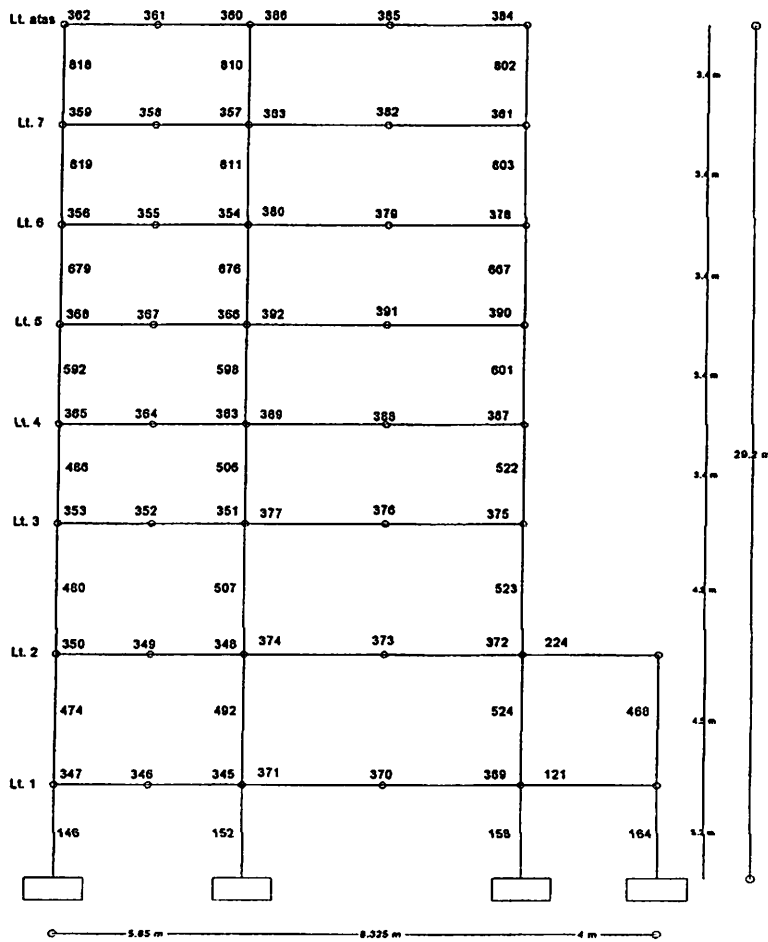


### **BAB III**

#### **DATA PERENCANAAN**

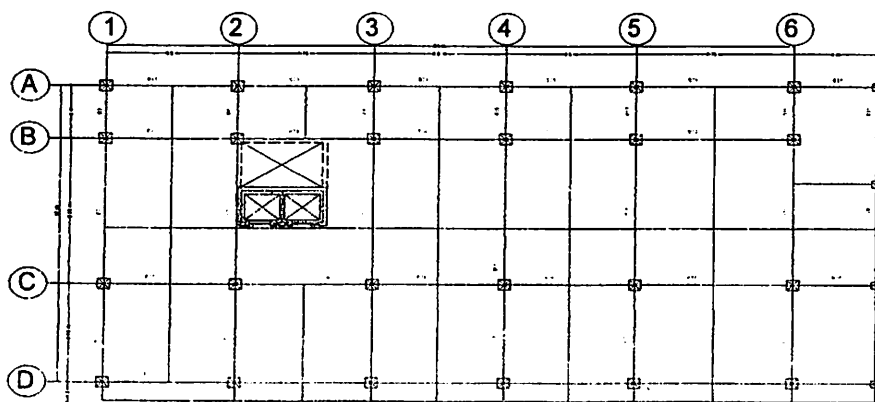
**Data Perencanaan :**

- Fungsi bangunan	=	Hotel
- Jumlah lantai	=	8 lantai
- Jenis struktur	=	Beton bertulang
- Tinggi bangunan	=	29.2 m
- Bentang memanjang	=	34 m
- Bentang melintang	=	17 m
- Tebal plat lantai dan atap	=	0.12 m
- Beban guna lantai 1-5	=	250 kg/m <sup>2</sup>
- Beban guna lantai 6 (gudang)	=	400 kg/m <sup>2</sup>
- Beban guna lantaiatap & kantilever	=	150 kg/m <sup>2</sup>
- Berat spesi	=	21 kg/m <sup>2</sup>
- berat tegel/ubin	=	24 kg/m <sup>2</sup>
- Berat plafon+penggantung	=	18 kg/m <sup>2</sup>
- Berat pasangan batu merah	=	250 kg/m <sup>2</sup>
- Berat beton bertulang	=	2400 kg/m <sup>2</sup>
- Mutu beton (Fc')	=	25 Mpa
- Mutu besi tulangan polos (Fy)	=	240 Mpa
- Mutu besi tulangan ulir (Fy)	=	400 Mpa



**PORTAL MELINTANG LINE 2**

SKALA 1:100



KEETERANGAN  
 B1 = RUCI-200  
 B2 = RUCI-200  
 B3 = RUCI-200  
 B4 = RUCI-200

**LAY OUT BALOK LANTAI 1**

SKALA 1:200

### 3.1. Perencanaan Dimensi Balok, Kolom, dan Plat

#### 3.1.1. Dimensi Balok

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

- Untuk panjang balok induk = 6.5 m = 6500 mm

$$\begin{aligned} h &= \frac{1}{12} L \approx \frac{1}{10} L = \frac{1}{12} 6500 \approx \frac{1}{10} 6500 \\ &= 54.2 \text{ cm s/d } 65 \text{ cm} \approx 60 \text{ cm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} b &= \frac{1}{2} h \approx \frac{2}{3} h = \frac{1}{2} 60 \approx \frac{2}{3} 60 \\ &= 30 \text{ cm s/d } 40 \text{ cm} \approx 40 \text{ cm} \end{aligned}$$

Dipakai balok induk berukuran 40 / 60

$$b/h = 40 / 60 = 0.7 > 0.3 \dots\dots (\text{ok})$$

- Untuk panjang balok induk = 5.65 m = 5650 mm

$$\begin{aligned} h &= \frac{1}{12} L \approx \frac{1}{10} L = \frac{1}{12} 5650 \approx \frac{1}{10} 5650 \\ &= 47.1 \text{ cm s/d } 57 \text{ cm} \approx 60 \text{ cm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} b &= \frac{1}{2} h \approx \frac{2}{3} h = \frac{1}{2} 60 \approx \frac{2}{3} 60 \\ &= 30 \text{ cm s/d } 40 \text{ cm} \approx 40 \text{ cm} \end{aligned}$$

Dipakai balok induk berukuran 40 / 60

$$b/h = 40 / 60 = 0.7 > 0.3 \dots\dots (\text{ok})$$

- Untuk panjang balok anak = 5.7 m = 5650 mm

$$\begin{aligned}
 h &= \frac{1}{15} L \approx \frac{1}{12} L = \frac{1}{15} 565 \approx \frac{1}{12} 565 \\
 &= 37.7 \text{ cm s/d } 47 \text{ cm} \approx 40 \text{ cm}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 b &= \frac{1}{2} h \approx \frac{2}{3} h = \frac{1}{2} 40 \approx \frac{2}{3} 40 \\
 &= 20 \text{ cm s/d } 27 \text{ cm} \approx 25 \text{ cm}
 \end{aligned}$$

Dipakai balok induk berukuran **25 / 40**

$$b/h = 25 / 40 = 0.6 > 0.3 \text{ ..... (ok)}$$

- Untuk panjang balok anak = 6.5 m = 650 m

$$\begin{aligned}
 h &= \frac{1}{15} L \approx \frac{1}{12} L = \frac{1}{15} 650 \approx \frac{1}{12} 650 \\
 &= 40 \text{ cm s/d } 54 \text{ cm} \approx 40 \text{ cm}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 b &= \frac{1}{2} h \approx \frac{2}{3} h = \frac{1}{2} 40 \approx \frac{2}{3} 40 \\
 &= 20 \text{ cm s/d } 27 \text{ cm} \approx 25 \text{ cm}
 \end{aligned}$$

Dipakai balok induk berukuran **25 / 40**

$$b/h = 25 / 40 = 0.6 > 0.3 \text{ ..... (ok)}$$

Dari perhitungan diatas, didapatkan beberapa jenis dimensi balok induk dan balok anak sebagai berikut :

a) B1 = **40 / 60**

b) Ba1 = **25 / 40**

### 3.2 Perhitungan Pembebanan

#### 3.2.1 Beban Mati (Dead Load)

##### a) Berat struktur lantai atap

Berat lantai atap

Diketahui :

- Tebal plat : 10 cm
- Berat volume beton bertulang : 2400 kg/m<sup>3</sup>

$$\begin{aligned}\text{Berat pelat} &= \text{Tebal pelat} \times \text{Berat volume beton bertulang} \\ &= 0.1 \text{ m} \times 2400 \text{ kg/m}^3 \\ &= 240 \text{ Kg/m}^2\end{aligned}$$

Sumber: PPIUG 1987

Berat plafon + penggantung

Diketahui :

- Berat semen asbes ( 4 mm ) : 11 Kg/m<sup>2</sup>
- Berat langit-langit kayu : 7 Kg/m<sup>2</sup>

Sumber: PPIUG 1987

$$\begin{aligned}\text{Berat penggantung} &= \text{Berat semen asbes} + \text{Berat langit-langit} \\ &= 11 \text{ Kg/m}^2 + 7 \text{ Kg/m}^2 \\ &= 18 \text{ Kg/m}^2\end{aligned}$$

Maka total berat lantai atap / m<sup>2</sup> adalah

$$\begin{array}{rcl}\text{Berat sendiri pelat} & : & 240 \text{ Kg/m}^2 \\ \text{Berat plafon + penggantung} & : & \underline{18 \text{ Kg/m}^2} + \\ \text{Berat total/m}^2 & & 258 \text{ Kg/m}^2\end{array}$$

Diketahui :

- Panjang gedung : 23 m
- Lebar gedung : 14 m
- Berat lantai/m<sup>2</sup> : 258 Kg/m<sup>2</sup>

$$\begin{aligned}
 \text{Berat lantai atap} &= \text{Luas lantai atap} \times \text{Berat lantai/m}^2 \\
 &= (23 \times 14) \times 258 \\
 &= 83076 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

**Berat balok**

**Diketahui :**

Berat volume beton bertulang : 2400 Kg/m<sup>3</sup>

Tebal plat : 10 cm (0.1 m)

Berat balok = A x L x Bv Beton bertulang x Σ balok

Dimana :

A = Luas penampang balok, dimana dimensi tinggi balok dikurangi dengan tebal pelat (  $h = h_{\text{balok}} - T_{\text{pelat}}$  )

L = Panjang bentangan balok ( m ), dimana bentangan balok dikurangi dimensi kolom, sesuai arah bentangan balok.

Bv = Berat volume Beton Bertulang ( 2400 Kg/m<sup>3</sup> )

Σ = Jumlah Balok ( buah )

Berat balok memanjang

$$\begin{aligned}
 \text{Balok (40 / 60)} &= 0.4 \times (0.6 - 0.1) \times (6.5 - 0.6) \times 2400 \times 3 \\
 &= 8496 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Balok (40 / 60)} &= 0.4 \times (0.6 - 0.1) \times (6.75 - 0.6) \times 2400 \times 3 \\
 &= 8856 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Balok (40 / 60)} &= 0.4 \times (0.6 - 0.1) \times (3.25 - 0.6) \times 2400 \times 3 \\
 &= 3816 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Balok (25 / 40)} &= 0.25 \times (0.4 - 0.1) \times (6.5 - 0.4) \times 2400 \times 3 \\
 &= 3294 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Balok (25 / 40)} &= 0.25 \times (0.4 - 0.1) \times (6.75 - 0.4) \times 2400 \times 3 \\
 &= 3429 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Balok (25 / 40)} &= 0.25 \times (0.4 - 0.1) \times (3.25 - 0.4) \times 2400 \times 3 \\
 &= 1539 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

Maka berat total balok memanjang pada lantai atap sebesar :

$$\text{DL balok memanjang} = 29430 \text{ Kg}$$

Berat balok melintang

$$\begin{aligned} \text{Balok (40 / 60)} &= 0.4 \times (0.6 - 0.1) \times (8.35 - 0.6) \times 2400 \times 4 \\ &= 14880 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Balok (40 / 60)} &= 0.4 \times (0.6 - 0.1) \times (5.65 - 0.6) \times 2400 \times 4 \\ &= 9696 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Balok (25 / 40)} &= 0.25 \times (0.4 - 0.1) \times (8.35 - 0.4) \times 2400 \times 3 \\ &= 4293 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Balok (25 / 40)} &= 0.25 \times (0.4 - 0.1) \times (5.65 - 0.4) \times 2400 \times 4 \\ &= 3780 \text{ kg} \end{aligned}$$

Maka berat total balok melintang pada lantai atap sebesar :

$$\text{DL balok melintang} = 32649 \text{ Kg}$$

$$\begin{aligned} \text{Berat total balok} &= \text{DL balok memanjang} + \text{DL balok melintang} \\ &= 29430 + 32649 \\ &= 62079 \text{ kg} \end{aligned}$$

Berat kolom

Diketahui :

$$\text{Berat volume beton bertulan} : 2400 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Tinggi lantai} : 3.4 \text{ m}$$

$$\text{Berat kolom} = A \times h \times Bv \text{ beton bertulang} \times \Sigma \text{ kolom}$$

Dimana :

$$A = \text{Luas peampang kolom ( lebar x panjang ,m)}$$

$$h = \text{tinggi kolom (m)}$$

$$Bj = \text{Berat volume beton bertulang ( 2400 kg/m}^3 \text{ )}$$

$$\Sigma = \text{jumlah kolom (buah)}$$

$$\begin{aligned} \text{Kolom } (60 / 60) &= (0.6 \times 0.6) \times 3.4 \times 2400 \times 24 \\ &= 70502.4 \text{ Kg} \end{aligned}$$

Maka berat total kolom adalah sebesar :

$$\text{DL kolom} = 70502.4 \text{ Kg}$$

### Berat dinding

Diketahui :

berat volume pasangan bata merah  $1700 \text{ Kg/m}^3$

tebal dinding : 15 cm (0.15 m)

tinggi lantai : 3.4 m

*Sumber: PPIUG 1987*

Berat dinding =  $t \times h \times L \times Bv$  bata merah

Dimana :

$t$  = tebal dinding (0.15 m)

$h$  = Tinggi tembok (m), dimana tinggi lantai harus dikurangi dimensi tinggi balok.

$L$  = Panjang bentang dinding (m)

$Bv$  = Berat volume bata merah  $1700 \text{ Kg/m}^3$

### Berat dinding arah memanjang

$$\begin{aligned} \text{Melintang} &= 0.15 \times (3.4 - 0.6) \times 76.65 \times 1700 \\ &= 54728.1 \text{ kg} \end{aligned}$$

### Berat dinding arah memanjang

$$\begin{aligned} \text{Melintang} &= 0.15 \times (3.4 - 0.6) \times 154.3 \times 1700 \\ &= 110170 \text{ kg} \end{aligned}$$

Maka berat total dinding adalah

$$\text{Berat dinding} = 164898 \text{ kg}$$



Dari perhitungan diatas, didapat total berat beban mati keseluruhan untuk struktur

Lantai atap adalah sebesar :

- Berat lantai atap : 83076 kg
- Berat Balok : 62079 kg
- Berat Kolom : 70502.4 kg
- Berat Dinding : 164898 kg +
- Berat Total (qd) 380556 kg**

b) Berat struktur lantai 7

- Berat lantai 7

Diketahui :

- Tebal plat : 12 cm
- Berat volume beton bertulang : 2400 kg/m<sup>3</sup>

$$\begin{aligned}\text{Berat pelat} &= \text{Tebal pelat} \times \text{Berat volume beton bertulang} \\ &= 0.12 \text{ m} \times 2400 \text{ kg/m}^3 \\ &= 288 \text{ Kg/m}^2\end{aligned}$$

Sumber: PPIUG 1987

- Berat pasir

Diketahui :

- Tebal urug ( 5 cm ) : 0.05 m
- Berat volume pasir : 1600 Kg/m<sup>3</sup>

$$\begin{aligned}\text{Berat pasir} &= \text{Tebal urugan} \times \text{Berat volume pasir} \\ &= 0.05 \text{ m} \times 1600 \text{ Kg/m}^3 \\ &= 80 \text{ Kg/m}^2\end{aligned}$$

Sumber: PPIUG 1987

- Berat pasangan keramik

Diketahui :

- Tebal adukan ( 2.5 cm ) : 2.5 cm
- Berat volume adukan : 21 Kg/m<sup>3</sup>/cm tebal

- Tebal keramik : 0.7 cm
- Berat volume keramik : 24 Kg/m<sup>2</sup>/cm tebal

Sumber: PPIUG 1987

$$\begin{aligned}
 \text{Berat pas. Keramik} &= (\text{Tebal adukan} \times \text{Berat volume adukan}) \\
 &+ (\text{Tebal keramik} \times \text{berat volume keramik}) \\
 &= (2.5 \times 21) + (0.7 \times 24) \\
 &= 69.3 \text{ Kg/m}^2
 \end{aligned}$$

Berat plafon + penggantung

Diketahui :

- Berat semen asbes ( 4 mm ) : 11 Kg/m<sup>2</sup>
- Berat langit-langit kayu : 7 Kg/m<sup>2</sup>

Sumber: PPIUG 1987

$$\begin{aligned}
 \text{Berat penggantung} &= \text{Berat semen asbes} + \text{Berat langit-langit} \\
 &= 11 \text{ Kg/m}^2 + 7 \text{ Kg/m}^2 \\
 &= 18 \text{ Kg/m}^2
 \end{aligned}$$

Maka total berat lantai / m<sup>2</sup> adalah

Berat sendiri pelat	:	288 Kg/m <sup>2</sup>
Berat pasir urug	:	80 Kg/m <sup>2</sup>
Berat pasang keramik	:	69.3 Kg/m <sup>2</sup>
Berat plafon + penggantung	:	<u>18 Kg/m<sup>2</sup></u> +
<b>Berat total/m<sup>2</sup></b>		<b>455 Kg/m<sup>2</sup></b>

Diketahui :

- Panjang gedung : 23 m
- Lebar gedung : 14 m
- Berat lantai/m<sup>2</sup> : 455 Kg/m<sup>2</sup>

$$\text{Berat lantai 7} = \text{Luas lantai atap} \times \text{Berat lantai/m}^2$$

$$= (23 \times 14) \times 455$$

$$= 146607 \text{ kg}$$

- Berat balok

Diketahui :

Berat volume beton bertulang : 2400 Kg/m<sup>3</sup>

Tebal plat : 12 cm (0.12 m)

Berat balok = A x L x Bv Beton bertulang x Σ balok

Dimana :

A = Luas penampang balok, dimana dimensi tinggi balok dikurangi dengan tebal pelat (  $h = h_{\text{balok}} - T_{\text{pelat}}$  )

L = Panjang bentangan balok ( m ), dimana bentangan balok dikurangi dimensi kolom, sesuai arah bentangan balok.

Bv = Berat volume Beton Bertulang ( 2400 Kg/m<sup>3</sup> )

Σ = Jumlah Balok ( buah )

Berat balok memanjang

$$\text{Balok (40 / 60)} = 0.4 \times (0.6 - 0.12) \times (6.5 - 0.6) \times 2400 \times 3$$

$$= 8156.16 \text{ kg}$$

$$\text{Balok (40 / 60)} = 0.4 \times (0.6 - 0.12) \times (6.75 - 0.6) \times 2400 \times 3$$

$$= 8501.76 \text{ kg}$$

$$\text{Balok (40 / 60)} = 0.4 \times (0.6 - 0.12) \times (3.25 - 0.6) \times 2400 \times 3$$

$$= 3663.36 \text{ kg}$$

$$\text{Balok (25 / 40)} = 0.25 \times (0.4 - 0.12) \times (6.5 - 0.4) \times 2400 \times 3$$

$$= 3074.4 \text{ kg}$$

$$\text{Balok (25 / 40)} = 0.25 \times (0.4 - 0.12) \times (6.75 - 0.4) \times 2400 \times 3$$

$$= 3200.4 \text{ kg}$$

$$\text{Balok (25 / 40)} = 0.25 \times (0.4 - 0.12) \times (3.25 - 0.4) \times 2400 \times 3$$

$$= 1436.4 \text{ kg}$$

Maka berat total balok memanjang pada lantai atap sebesar :

$$DL \text{ balok memanjang} = 28032.5 \text{ Kg}$$

Berat balok melintang

$$\begin{aligned} \text{Balok (40 / 60)} &= 0.4 \times (0.6 - 0.12) \times (8.35 - 0.6) \times 2400 \times 4 \\ &= 14284.8 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Balok (40 / 60)} &= 0.4 \times (0.6 - 0.12) \times (5.65 - 0.6) \times 2400 \times 4 \\ &= 9308.16 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Balok (25 / 40)} &= 0.25 \times (0.4 - 0.12) \times (8.35 - 0.4) \times 2400 \times 3 \\ &= 4006.8 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Balok (25 / 40)} &= 0.25 \times (0.4 - 0.12) \times (5.65 - 0.4) \times 2400 \times 4 \\ &= 3528 \text{ kg} \end{aligned}$$

Maka berat total balok melintang pada lantai atap sebesar :

$$DL \text{ balok melintang} = 31127.8 \text{ Kg}$$

$$\begin{aligned} \text{Berat total balok} &= DL \text{ balok memanjang} + DL \text{ balok melintang} \\ &= 28032.5 + 31127.8 \\ &= 59160.2 \text{ kg} \end{aligned}$$

Berat kolom

Diketahui :

$$\text{Berat volume beton bertulang} : 2400 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Tinggi lantai} : 3.4 \text{ m}$$

$$\text{Berat kolom} = A \times h \times Bv \text{ beton bertulang} \times \Sigma \text{ kolom}$$

Dimana :

$$A = \text{Luas peampang kolom ( lebar x panjang ,m)}$$

$$h = \text{tinggi kolom (m)}$$

$$Bj = \text{Berat volume beton bertulang ( 2400 kg/m}^3 \text{ )}$$

$$\Sigma = \text{jumlah kolom (buah)}$$

Berat kolom

$$\begin{aligned} \text{Kolom (60 / 60)} &= (0.6 \times 0.6) \times 3.4 \times 2400 \times 24 \\ &= 70502.4 \text{ Kg} \end{aligned}$$

Maka berat total kolom adalah sebesar :

$$\text{DL kolom} = 70502.4 \text{ Kg}$$

Berat dinding

Diketahui :

berat volume pasangan bata merah  $1700 \text{ Kg/m}^3$

tebal dinding : 15 cm (0.15 m)

tinggi lantai : 3.4 m

*Sumber: PPIUG 1987*

Berat dinding =  $t \times h \times L \times Bv$  bata merah

Dimana :

t = tebal dinding (0.15 m)

h = Tinggi tembok (m), dimana tinggi lantai harus dikurangi dimensi tinggi balok.

L = Panjang bentang dinding (m)

Bv = Berat volume bata merah  $1700 \text{ Kg/m}^3$

Berat dinding arah memanjang

$$\begin{aligned}\text{Melintang} &= 0.15 \times (3.4 - 0.6) \times 76.65 \times 1700 \\ &= 54728.1 \text{ kg}\end{aligned}$$

Berat dinding arah memanjang

$$\begin{aligned}\text{Melintang} &= 0.15 \times (3.4 - 0.6) \times 154.3 \times 1700 \\ &= 110170 \text{ kg}\end{aligned}$$

Maka berat total dinding adalah

$$\text{Berat dinding} = 164898 \text{ kg}$$

Dari perhitungan diatas, didapat total berat beban mati keseluruhan untuk struktur

Lantai atap adalah sebesar :

- Berat lantai 7 : 146607 kg
  - Berat Balok : 59160.2 kg
  - Berat Kolom : 70502.4 kg
  - Berat Dinding : 164898 kg +
- Berat Total (qd) 441168 kg

c) Berat struktur lantai 6

• Berat lantai 6

Diketahui :

- Tebal plat : 12 cm
- Berat volume beton bertular : 2400 kg/m<sup>3</sup>

$$\begin{aligned}\text{Berat pelat} &= \text{Tebal pelat} \times \text{Berat volume beton bertulang} \\ &= 0.12 \text{ m} \times 2400 \text{ kg/m}^3 \\ &= 288 \text{ Kg/m}^2\end{aligned}$$

Sumber: PPIUG 1987

• Berat pasir

Diketahui :

- Tebal urug ( 5 cm ) : 0.05 m
- Berat volume pasir : 1600 Kg/m<sup>3</sup>

$$\begin{aligned}\text{Berat pasir} &= \text{Tebal urugan} \times \text{Berat volume pasir} \\ &= 0.05 \text{ m} \times 1600 \text{ Kg/m}^3 \\ &= 80 \text{ Kg/m}^2\end{aligned}$$

Sumber: PPIUG 1987

• Berat pasangan keramik

Diketahui :

- Tebal adukan ( 2.5 cm ) : 2.5 cm
- Berat volume adukan : 21 Kg/m<sup>3</sup>/cm tebal
- Tebal keramik : 0.7 cm
- Berat volume keramik : 24 Kg/m<sup>2</sup>/cm tebal

Sumber: PPIUG 1987

$$\begin{aligned}\text{Berat pas. Keramik} &= (\text{Tebal adukan} \times \text{Berat volume adukan}) \\ &\quad + (\text{Tebal keramik} \times \text{berat volume keramik}) \\ &= (2.5 \times 21) + (0.7 \times 24) \\ &= 69.3 \text{ Kg/m}^2\end{aligned}$$

Berat plafon + penggantung

Diketahui :

- Berat semen asbes ( 4 mm ) : 11 Kg/m<sup>2</sup>
- Berat langit-langit kayu : 7 Kg/m<sup>2</sup>

Sumber: PPIUG 1987

$$\begin{aligned} \text{Berat penggantung} &= \text{Berat semen asbes} + \text{Berat langit-langit} \\ &= 11 \text{ Kg/m}^2 + 7 \text{ Kg/m}^2 \\ &= 18 \text{ Kg/m}^2 \end{aligned}$$

Maka total berat lantai / m<sup>2</sup> adalah

Berat sendiri pelat	:	288 Kg/m <sup>2</sup>
Berat pasir urug	:	80 Kg/m <sup>2</sup>
Berat pasang keramik	:	69.3 Kg/m <sup>2</sup>
Berat plafon + penggantung	:	<u>18 Kg/m<sup>2</sup></u>
<b>Berat total/m<sup>2</sup></b>	<b>:</b>	<b>455 Kg/m<sup>2</sup></b>

Diketahui :

- Panjang gedung : 35.9 m
- Lebar gedung : 14 m
- Berat lantai/m<sup>2</sup> : 455 Kg/m<sup>2</sup>

$$\begin{aligned} \text{Berat lantai 6} &= \text{Luas lantai atap} \times \text{Berat lantai/m}^2 \\ &= (35.875 \times 14) \times 455 \\ &= 228674 \text{ kg} \end{aligned}$$

- Berat balok

Diketahui :

- Berat volume beton bertulang : 2400 Kg/m<sup>3</sup>
- Tebal plat : 12 cm (0.12 m)

$$\text{Berat balok} = A \times L \times B_v \text{ Beton bertulang} \times \Sigma \text{ balok}$$

Dimana :

A = Luas penampang balok, dimana dimensi tinggi balok dikurangi dengan tebal pelat ( h = h<sub>balok</sub> - T<sub>pelat</sub> )

L = Panjang bentangan balok ( m ), dimana bentangan balok dikurangi dimensi



kolom, sesuai arah bentangan balok.

Bv = Berat volume Beton Bertulang ( 2400 Kg/m<sup>3</sup> )

Σ = Jumlah Balok ( buah )

Berat balok memanjang

$$\begin{aligned} \text{Balok (40 / 60)} &= 0.4 \times (0.6 - 0.12) \times (6.5 - 0.6) \times 2400 \times 9 \\ &= 24468 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Balok (40 / 60)} &= 0.4 \times (0.6 - 0.12) \times (6.75 - 0.6) \times 2400 \times 3 \\ &= 8501.8 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Balok (40 / 60)} &= 0.4 \times (0.6 - 0.12) \times (7.75 - 0.6) \times 2400 \times 3 \\ &= 9884.2 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Balok (40 / 60)} &= 0.4 \times (0.6 - 0.12) \times (2 - 0.6) \times 2400 \times 3 \\ &= 1935.4 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Balok (25 / 40)} &= 0.25 \times (0.4 - 0.12) \times (6.5 - 0.4) \times 2400 \times 3 \\ &= 3074.4 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Balok (25 / 40)} &= 0.25 \times (0.4 - 0.12) \times (6.75 - 0.4) \times 2400 \times 1 \\ &= 1066.8 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Balok (25 / 40)} &= 0.25 \times (0.4 - 0.12) \times (7.75 - 0.4) \times 2400 \times 3 \\ &= 3704.4 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Balok (25 / 40)} &= 0.25 \times (0.4 - 0.12) \times (2 - 0.4) \times 2400 \times 1 \\ &= 268.8 \text{ kg} \end{aligned}$$

Maka berat total balok memanjang pada lantai atap sebesar :

$$\text{DL balok memanjang} = 50700 \text{ Kg}$$

Berat balok melintang

$$\begin{aligned} \text{Balok (40 / 60)} &= 0.4 \times (0.6 - 0.12) \times (8.35 - 0.6) \times 2400 \times 7 \\ &= 24998 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Balok (40 / 60)} &= 0.4 \times (0.6 - 0.12) \times (5.65 - 0.6) \times 2400 \times 7 \\ &= 16289 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\text{Balok (25 / 40)} = 0.25 \times (0.4 - 0.12) \times (8.35 - 0.4) \times 2400 \times 4$$

$$= 5342.4 \text{ kg}$$

$$\begin{aligned} \text{Balok (25 / 40)} &= 0.25 \times (0.4 - 0.12) \times (5.65 - 0.4) \times 2400 \times 5 \\ &= 4410 \text{ kg} \end{aligned}$$

Maka berat total balok melintang pada lantai atap sebesar :

$$\text{DL balok melintang} = 51040 \text{ Kg}$$

$$\begin{aligned} \text{Berat total balok} &= \text{DL balok memanjang} + \text{DL balok melintang} \\ &= 50700 + 51040 \\ &= 101740 \text{ kg} \end{aligned}$$

### Berat kolom

Diketahui :

$$\text{Berat volume beton bertular} : 2400 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Tinggi lantai} : 3.4 \text{ m}$$

$$\text{Berat kolom} = A \times h \times Bv \text{ beton bertulang} \times \Sigma \text{ kolom}$$

Dimana :

$$A = \text{Luas peampang kolom ( lebar x panjang ,m)}$$

$$h = \text{tinggi kolom (m)}$$

$$Bj = \text{Berat volume beton bertulang ( 2400 kg/m}^3 \text{ )}$$

$$\Sigma = \text{jumlah kolom (buah)}$$

### Berat kolom

$$\begin{aligned} \text{Kolom (60 / 60)} &= (0.6 \times 0.6) \times 3.4 \times 2400 \times 24 \\ &= 70502 \text{ Kg} \end{aligned}$$

Maka berat total kolom adalah sebesar :

$$\text{DL kolom} = 70502 \text{ Kg}$$

**Berat dinding**

Diketahui :

berat volume pasangan bata merah  $1700 \text{ Kg/m}^3$

tebal dinding : 15 cm (0.15 m)

tinggi lantai : 3.4 m

Sumber: PPIUG 1987

Berat dinding =  $t \times h \times L \times Bv$  bata merah

Dimana :

t = tebal dinding; (0.15 m)

h = Tinggi tembok (m), dimana tinggi lantai harus dikurangi dimensi tinggi balok

L = Panjang bentang dinding (m)

Bv = Berat volume bata merah  $1700 \text{ Kg/m}^3$

**Berat dinding arah memanjang**

$$\begin{aligned} \text{Melintang} &= 0.15 \times (3.4 - 0.6) \times 76.65 \times 1700 \\ &= 54728 \text{ kg} \end{aligned}$$

**Berat dinding arah memanjang**

$$\begin{aligned} \text{Melintang} &= 0.15 \times (3.4 - 0.6) \times 154.3 \times 1700 \\ &= 110170 \text{ kg} \end{aligned}$$

Maka berat total dinding adalah

$$\text{Berat dinding} = 164898 \text{ kg}$$

Dari perhitungan diatas, didapat total berat beban mati keseluruhan untuk struktur

Lantai atap adalah sebesar :

- Berat lantai 6 : 228674 kg
  - Berat Balok : 101740 kg
  - Berat Kolom : 70502 kg
  - Berat Dinding : 164898 kg +
- Berat Total (qd) 565815 kg

d) Berat struktur lantai 4,5

• Berat lantai 4,5

Diketahui :

- Tebal plat : 12 cm
- Berat volume beton bertular : 2400 kg/m<sup>3</sup>

$$\begin{aligned}\text{Berat pelat} &= \text{Tebal pelat} \times \text{Berat volume beton bertulang} \\ &= 0.12 \text{ m} \times 2400 \text{ kg/m}^3 \\ &= 288 \text{ Kg/m}^2\end{aligned}$$

Sumber: PPIUG 1987

• Berat pasir

Diketahui :

- Tebal urug ( 5 cm ) : 0.05 m
- Berat volume pasir : 1600 Kg/m<sup>3</sup>

$$\begin{aligned}\text{Berat pasir} &= \text{Tebal urugan} \times \text{Berat volume pasir} \\ &= 0.05 \text{ m} \times 1600 \text{ Kg/m}^3 \\ &= 80 \text{ Kg/m}^2\end{aligned}$$

Sumber: PPIUG 1987

• Berat pasangan keramik

Diketahui :

- Tebal adukan ( 2.5 cm ) : 2.5 cm
- Berat volume adukan : 21 Kg/m<sup>3</sup>/cm tebal
- Tebal keramik : 0.7 cm
- Berat volume keramik : 24 Kg/m<sup>2</sup>/cm tebal

Sumber: PPIUG 1987

$$\begin{aligned}\text{Berat pas. Keramik} &= (\text{Tebal adukan} \times \text{Berat volume adukan}) \\ &\quad + (\text{Tebal keramik} \times \text{berat volume keramik}) \\ &= (2.5 \times 21) + (0.7 \times 24) \\ &= 69.3 \text{ Kg/m}^2\end{aligned}$$

Berat plafon + penggantung

Diketahui :

- Berat semen asbes ( 4 mm ) : 11 Kg/m<sup>2</sup>
- Berat langit-langit kayu : 7 Kg/m<sup>2</sup>

Sumber: PPIUG 1987

$$\begin{aligned}\text{Berat penggantung} &= \text{Berat semen asbes} + \text{Berat langit-langit} \\ &= 11 \text{ Kg/m}^2 + 7 \text{ Kg/m}^2 \\ &= 18 \text{ Kg/m}^2\end{aligned}$$

Maka total berat lantai atap / m<sup>2</sup> adalah

Berat sendiri pelat	:	288 Kg/m <sup>2</sup>
Berat pasir urug	:	80 Kg/m <sup>2</sup>
Berat pasang keramik	:	69.3 Kg/m <sup>2</sup>
Berat plafon + penggantung	:	<u>18 Kg/m<sup>2</sup></u> +
Berat total/m <sup>2</sup>		455 Kg/m <sup>2</sup>

Diketahui :

- Panjang gedung : 35.9 m
- Lebar gedung : 14 m
- Berat lantai/m<sup>2</sup> : 455 Kg/m<sup>2</sup>

$$\begin{aligned}\text{Berat lantai 4,5} &= \text{Luas lantai atap} \times \text{Berat lantai/m}^2 \\ &= (35.875 \times 14) \times 455 \\ &= 228674 \text{ kg}\end{aligned}$$

- Berat balok

Diketahui :

- Berat volume beton bertulang : 2400 Kg/m<sup>3</sup>
- Tebal plat : 12 cm (0.12 m)

Berat balok = A x L x Bv Beton bertulang x Σ balok

Dimana :

A = Luas penampang balok, dimanana dimensi tinggi balok dikurangi dengan tebal

pelat (  $h = h_{\text{balok}} - T_{\text{pelat}}$  )

$L$  = Panjang bentangan balok ( m ), dimana bentangan balok dikurangi dimensi kolom, sesuai arah bentangan balok.

$B_v$  = Berat volume Beton Bertulang (  $2400 \text{ Kg/m}^3$  )

$\Sigma$  = Jumlah Balok ( buah )

Berat balok memanjang

$$\begin{aligned} \text{Balok (40 / 60)} &= 0.4 \times (0.6 - 0.12) \times (6.5 - 0.6) \times 2400 \times 9 \\ &= 24468 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Balok (40 / 60)} &= 0.4 \times (0.6 - 0.12) \times (6.75 - 0.6) \times 2400 \times 3 \\ &= 8501.8 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Balok (40 / 60)} &= 0.4 \times (0.6 - 0.12) \times (7.75 - 0.6) \times 2400 \times 3 \\ &= 9884.2 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Balok (40 / 60)} &= 0.4 \times (0.6 - 0.12) \times (2 - 0.6) \times 2400 \times 3 \\ &= 1935.4 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Balok (25 / 40)} &= 0.25 \times (0.4 - 0.12) \times (6.5 - 0.4) \times 2400 \times 5 \\ &= 5124 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Balok (25 / 40)} &= 0.25 \times (0.4 - 0.12) \times (6.75 - 0.4) \times 2400 \times 2 \\ &= 2133.6 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Balok (25 / 40)} &= 0.25 \times (0.4 - 0.12) \times (7.75 - 0.4) \times 2400 \times 1 \\ &= 1234.8 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Balok (25 / 40)} &= 0.25 \times (0.4 - 0.12) \times (2 - 0.4) \times 2400 \times 1 \\ &= 268.8 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Balok (25 / 40)} &= 0.25 \times (0.4 - 0.12) \times (3.25 - 0.4) \times 2400 \times 1 \\ &= 478.8 \text{ kg} \end{aligned}$$

Maka berat total balok memanjang pada lantai atap sebesar :

$$\text{DL balok memanjang} = 51826 \text{ Kg}$$

Berat balok melintang

$$\begin{aligned} \text{Balok (40 / 60)} &= 0.4 \times (0.6 - 0.12) \times (8.35 - 0.6) \times 2400 \times 6 \\ &= 21427 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Balok (40 / 60)} &= 0.4 \times (0.6 - 0.12) \times (5.65 - 0.6) \times 2400 \times 6 \\ &= 13962 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Balok (25 / 40)} &= 0.25 \times (0.4 - 0.12) \times (8.35 - 0.4) \times 2400 \times 5 \\ &= 6678 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Balok (25 / 40)} &= 0.25 \times (0.4 - 0.12) \times (5.65 - 0.4) \times 2400 \times 6 \\ &= 5292 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Balok (25 / 40)} &= (0.3 \times (0.4 - 0.12) \times (1.2 - 0.4) \times 2400 \times 8 \\ &= 1075.2 \text{ kg} \end{aligned}$$

Maka berat total balok melintang pada lantai atap sebesar :

$$\text{DL balok melintang} = 48435 \text{ Kg}$$

$$\begin{aligned} \text{Berat total balok} &= \text{DL balok memanjang} + \text{DL balok melintang} \\ &= 51826 + 48435 \\ &= 100260 \text{ kg} \end{aligned}$$

#### Berat kolom

Diketahui :

$$\text{Berat volume beton bertular} : 2400 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Tinggi lantai} : 3.4 \text{ m}$$

$$\text{Berat kolom} = A \times h \times Bv \text{ beton bertulang} \times \Sigma \text{ kolom}$$

Dimana :

$$A = \text{Luas peampang kolom ( lebar x panjang ,m)}$$

$$h = \text{tinggi kolom (m)}$$

$$Bj = \text{Berat volume beton bertulang ( 2400 kg/m}^3 \text{ )}$$

$$\Sigma = \text{jumlah kolom (buah)}$$

#### Berat kolom

$$\begin{aligned} \text{Kolom (60 / 60)} &= (0.6 \times 0.6) \times 3.4 \times 2400 \times 24 \\ &= 70502 \text{ Kg} \end{aligned}$$

Maka berat total kolom adalah sebesar :

$$\text{DL kolom} = 70502 \text{ Kg}$$

### Berat dinding

Diketahui :

berat volume pasangan bata merah  $1700 \text{ Kg/m}^3$

tebal dinding : 15 cm (0.15 m)

tinggi lantai : 3.4 m

Sumber: PPIUG 1987

Berat dinding =  $t \times h \times L \times Bv$  bata merah

Dimana :

t = tebal dinding; (0.15 m)

h = Tinggi tembok (m), dimana tinggi lantai harus dikurangi dimensi tinggi balok.

L = Panjang bentang dinding (m)

Bv = Berat volume bata merah  $1700 \text{ Kg/m}^3$

### Berat dinding arah memanjang

$$\begin{aligned} \text{Melintang} &= 0.15 \times (3.4 - 0.6) \times 76.65 \times 1700 \\ &= 54728 \text{ kg} \end{aligned}$$

### Berat dinding arah memanjang

$$\begin{aligned} \text{Melintang} &= 0.15 \times (3.4 - 0.6) \times 154.3 \times 1700 \\ &= 110170 \text{ kg} \end{aligned}$$

Maka berat total dinding adalah

$$\text{Berat dinding} = 164898 \text{ kg}$$

Dari perhitungan diatas, didapat total berat beban mati keseluruhan untuk struktur

Lantai atap adalah sebesar :

- Berat lantai 4,5 : 228674 kg
  - Berat Balok : 100260 kg
  - Berat Kolom : 70502 kg
  - Berat Dinding : 164898 kg +
- Berat Total (qd) 564335 kg



- Berat lantai 3

Diketahui :

- Tebal plat : 12 cm
- Berat volume beton bertular : 2400 kg/m<sup>3</sup>

$$\begin{aligned}\text{Berat pelat} &= \text{Tebal pelat} \times \text{Berat volume beton bertulang} \\ &= 0.12 \text{ m} \times 2400 \text{ kg/m}^3 \\ &= 288 \text{ Kg/m}^2\end{aligned}$$

Sumber: PPIUG 1987

- Berat pasir

Diketahui :

- Tebal urug ( 5 cm ) : 0.05 m
- Berat volume pasir : 1600 Kg/m<sup>3</sup>

$$\begin{aligned}\text{Berat pasir} &= \text{Tebal urugan} \times \text{Berat volume pasir} \\ &= 0.05 \text{ m} \times 1600 \text{ Kg/m}^3 \\ &= 80 \text{ Kg/m}^2\end{aligned}$$

Sumber: PPIUG 1987

- Berat pasangan keramik

Diketahui :

- Tebal adukan ( 2.5 cm ) : 2.5 cm
- Berat volume adukan : 21 Kg/m<sup>3</sup>/cm tebal
- Tebal keramik : 0.7 cm
- Berat volume keramik : 24 Kg/m<sup>2</sup>/cm tebal

Sumber: PPIUG 1987

$$\begin{aligned}\text{Berat pas. Keramik} &= (\text{Tebal adukan} \times \text{Berat volume adukan}) \\ &\quad + (\text{Tebal keramik} \times \text{berat volume keramik}) \\ &= (2.5 \times 21) + (0.7 \times 24) \\ &= 69.3 \text{ Kg/m}^2\end{aligned}$$

Berat plafon + penggantung

Diketahui :

- Berat semen asbes ( 4 mm ) : 11 Kg/m<sup>2</sup>
- Berat langit-langit kayu : 7 Kg/m<sup>2</sup>

Sumber: PPIUG 1987

$$\begin{aligned}\text{Berat penggantung} &= \text{Berat semen asbes} + \text{Berat langit-langit} \\ &= 11 \text{ Kg/m}^2 + 7 \text{ Kg/m}^2 \\ &= 18 \text{ Kg/m}^2\end{aligned}$$

Maka total berat lantai / m<sup>2</sup> adalah

Berat sendiri pelat	:	288 Kg/m <sup>2</sup>
Berat pasir urug	:	80 Kg/m <sup>2</sup>
Berat pasang keramik	:	69.3 Kg/m <sup>2</sup>
Berat plafon + penggantung	:	<u>18 Kg/m<sup>2</sup></u> +
<b>Berat total/m<sup>2</sup></b>		<b>455 Kg/m<sup>2</sup></b>

Diketahui :

- Panjang gedung : 35.9 m
- Lebar gedung : 14 m
- Berat lantai/m<sup>2</sup> : 455 Kg/m<sup>2</sup>

$$\begin{aligned}\text{Berat lantai 3} &= \text{Luas lantai atap} \times \text{Berat lantai/m}^2 \\ &= (35.875 \times 14) \times 455 \\ &= 228674 \text{ kg}\end{aligned}$$

- Berat balok

Diketahui :

- Berat volume beton bertulang : 2400 Kg/m<sup>3</sup>
- Tebal plat : 12 cm (0.12 m)

Berat balok = A x L x Bv Beton bertulang x Σ balok

Dimana :

A = Luas penampang balok, dimanakan dimensi tinggi balok dikurangi dengan tebal

pelat (  $h = h_{\text{balok}} - T_{\text{pelat}}$  )

L = Panjang bentangan balok ( m ), dimana bentangan balok dikurangi dimensi kolom, sesuai arah bentangan balok.

Bv = Berat volume Beton Bertulang (  $2400 \text{ Kg/m}^3$  )

$\Sigma$  = Jumlah Balok ( buah )

Berat balok memanjang

$$\begin{aligned} \text{Balok (40 / 60)} &= 0.4 \times (0.6 - 0.12) \times (6.5 - 0.6) \times 2400 \times 9 \\ &= 24468 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Balok (40 / 60)} &= 0.4 \times (0.6 - 0.12) \times (6.75 - 0.6) \times 2400 \times 3 \\ &= 8501.8 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Balok (40 / 60)} &= 0.4 \times (0.6 - 0.12) \times (7.75 - 0.6) \times 2400 \times 3 \\ &= 9884.2 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Balok (40 / 60)} &= 0.4 \times (0.6 - 0.12) \times (2 - 0.6) \times 2400 \times 3 \\ &= 1935.4 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Balok (25 / 40)} &= 0.25 \times (0.4 - 0.12) \times (6.5 - 0.4) \times 2400 \times 5 \\ &= 5124 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Balok (25 / 40)} &= 0.25 \times (0.4 - 0.12) \times (6.75 - 0.4) \times 2400 \times 2 \\ &= 2133.6 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Balok (25 / 40)} &= 0.25 \times (0.4 - 0.12) \times (7.75 - 0.4) \times 2400 \times 1 \\ &= 1234.8 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Balok (25 / 40)} &= 0.25 \times (0.4 - 0.12) \times (2 - 0.4) \times 2400 \times 1 \\ &= 268.8 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Balok (25 / 40)} &= 0.25 \times (0.4 - 0.12) \times (3.25 - 0.4) \times 2400 \times 1 \\ &= 478.8 \text{ kg} \end{aligned}$$

Maka berat total balok memanjang pada lantai atap sebesar :

$$\text{DL balok memanjang} = 51826 \text{ Kg}$$

Berat balok melintang

$$\begin{aligned} \text{Balok (40 / 60)} &= 0.4 \times (0.6 - 0.12) \times (8.35 - 0.6) \times 2400 \times 6 \\ &= 21427 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Balok (40 / 60)} &= 0.4 \times (0.6 - 0.12) \times (5.65 - 0.6) \times 2400 \times 6 \\ &= 13962 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Balok (25 / 40)} &= 0.25 \times (0.4 - 0.12) \times (8.35 - 0.4) \times 2400 \times 5 \\ &= 6678 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Balok (25 / 40)} &= 0.25 \times (0.4 - 0.12) \times (5.65 - 0.4) \times 2400 \times 6 \\ &= 5292 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Balok (25 / 40)} &= (0.3 \times (0.4 - 0.12) \times (1.2 - 0.4) \times 2400 \times 8 \\ &= 1075.2 \text{ kg} \end{aligned}$$

Maka berat total balok melintang pada lantai atap sebesar :

$$\text{DL balok melintang} = 48435 \text{ Kg}$$

$$\begin{aligned} \text{Berat total balok} &= \text{DL balok memanjang} + \text{DL balok melintang} \\ &= 51826 + 48435 \\ &= 100260 \text{ kg} \end{aligned}$$

#### Berat kolom

Diketahui :

$$\text{Berat volume beton bertular: } 2400 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Tinggi lantai} \quad : \quad 4.5 \text{ m}$$

$$\text{Berat kolom} = A \times h \times Bv \text{ beton bertulang} \times \Sigma \text{ kolom}$$

Dimana :

$$A = \text{Luas peampang kolom ( lebar x panjang ,m)}$$

$$h = \text{tinggi kolom (m)}$$

$$Bj = \text{Berat volume beton bertulang ( 2400 kg/m}^3 \text{ )}$$

$$\Sigma = \text{jumlah kolom (buah)}$$

#### Berat kolom

$$\begin{aligned} \text{Kolom (60 / 60)} &= (0.6 \times 0.6) \times 4.5 \times 2400 \times 24 \\ &= 93312 \text{ Kg} \end{aligned}$$

Maka berat total kolom adalah sebesar :

$$\text{DL kolom} = 93312 \text{ Kg}$$

### Berat dinding

Diketahui :

berat volume pasangan bata merah  $1700 \text{ Kg/m}^3$

tebal dinding : 15 cm (0.15 m)

tinggi lantai : 4.5 m

Sumber: PPIUG 1987

Berat dinding =  $t \times h \times L \times Bv$  bata merah

Dimana :

t = tebal dinding; (0.15 m)

h = Tinggi tembok (m), dimana tinggi lantai harus dikurangi dimensi tinggi balok.

L = Panjang bentang dinding (m)

Bv = Berat volume bata merah  $1700 \text{ Kg/m}^3$

#### Berat dinding arah memanjang

$$\begin{aligned} \text{Melintang} &= 0.15 \times (4.5 - 0.6) \times 76.65 \times 1700 \\ &= 76228 \text{ kg} \end{aligned}$$

#### Berat dinding arah memanjang

$$\begin{aligned} \text{Melintang} &= 0.15 \times (4.5 - 0.6) \times 154.3 \times 1700 \\ &= 153451 \text{ kg} \end{aligned}$$

Maka berat total dinding adalah

$$\text{Berat dinding} = 229680 \text{ kg}$$

Dari perhitungan diatas, didapat total berat beban mati keseluruhan untuk struktur

Lantai atap adalah sebesar :

- Berat lantai 3 : 228674 kg
  - Berat Balok : 100260 kg
  - Berat Kolom : 93312 kg
  - Berat Dinding : 229680 kg +
- Berat Total (qd) 651926 kg

e) Berat struktur lantai 2

• Berat lantai 2

Diketahui :

- Tebal plat : 12 cm
- Berat volume beton bertular : 2400 kg/m<sup>3</sup>

$$\begin{aligned}\text{Berat pelat} &= \text{Tebal pelat} \times \text{Berat volume beton bertulang} \\ &= 0.12 \text{ m} \times 2400 \text{ kg/m}^3 \\ &= 288 \text{ Kg/m}^2\end{aligned}$$

Sumber: PPIUG 1987

• Berat pasir

Diketahui :

- Tebal urug ( 5 cm ) : 0.05 m
- Berat volume pasir : 1600 Kg/m<sup>3</sup>

$$\begin{aligned}\text{Berat pasir} &= \text{Tebal urugan} \times \text{Berat volume pasir} \\ &= 0.05 \text{ m} \times 1600 \text{ Kg/m}^3 \\ &= 80 \text{ Kg/m}^2\end{aligned}$$

Sumber: PPIUG 1987

• Berat pasangan keramik

Diketahui :

- Tebal adukan ( 2.5 cm ) : 2.5 cm
- Berat volume adukan : 21 Kg/m<sup>3</sup>/cm tebal
- Tebal keramik : 0.7 cm
- Berat volume keramik : 24 Kg/m<sup>3</sup>/cm tebal

Sumber: PPIUG 1987

$$\begin{aligned}\text{Berat pas. Keramik} &= (\text{Tebal adukan} \times \text{Berat volume adukan}) \\ &\quad + (\text{Tebal keramik} \times \text{berat volume keramik}) \\ &= (2.5 \times 21) + (0.7 \times 24) \\ &= 69.3 \text{ Kg/m}^2\end{aligned}$$

Berat plafon + penggantung

Diketahui :

- Berat semen asbes ( 4 mm ) : 11 Kg/m<sup>2</sup>
- Berat langit-langit kayu : 7 Kg/m<sup>2</sup>

Sumber: PPIUG 1987

$$\begin{aligned}\text{Berat penggantung} &= \text{Berat semen asbes} + \text{Berat langit-langit} \\ &= 11 \text{ Kg/m}^2 + 7 \text{ Kg/m}^2 \\ &= 18 \text{ Kg/m}^2\end{aligned}$$

Maka total berat lantai / m<sup>2</sup> adalah

Berat sendiri pelat	:	288 Kg/m <sup>2</sup>
Berat pasir urug	:	80 Kg/m <sup>2</sup>
Berat pasang keramik	:	69.3 Kg/m <sup>2</sup>
Berat plafon + penggantung	:	18 Kg/m <sup>2</sup>
		<hr/>
Berat total/m <sup>2</sup>		455 Kg/m <sup>2</sup>

Diketahui :

- Panjang gedung : 34 m
- Lebar gedung : 17 m
- Berat lantai/m<sup>2</sup> : 455 Kg/m<sup>2</sup>

$$\begin{aligned}\text{Berat lantai 2} &= \text{Luas lantai atap} \times \text{Berat lantai/m}^2 \\ &= (34 \times 17) \times 455 \\ &= 263163 \text{ kg}\end{aligned}$$

- Berat balok

Diketahui :

Berat volume beton bertulang : 2400 Kg/m<sup>3</sup>

Tebal plat : 12 cm (0.12 m)

Berat balok = A x L x Bv Beton bertulang x Σ balok

Dimana :

A = Luas penampang balok, dimanana dimensi tinggi balok dikurangi dengan tebal

pelat (  $h = h_{\text{balok}} - T_{\text{pelat}}$  )

$L$  = Panjang bentangan balok ( m ), dimana bentangan balok dikurangi dimensi kolom, sesuai arah bentangan balok.

$B_v$  = Berat volume Beton Bertulang ( 2400 Kg/m<sup>3</sup> )

$\Sigma$  = Jumlah Balok ( buah )

Berat balok memanjang

$$\begin{aligned} \text{Balok (40 / 60)} &= 0.4 \times (0.6 - 0.12) \times (6.5 - 0.6) \times 2400 \times 12 \\ &= 32625 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Balok (40 / 60)} &= 0.4 \times (0.6 - 0.12) \times (6.75 - 0.6) \times 2400 \times 4 \\ &= 11336 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Balok (40 / 60)} &= 0.4 \times (0.6 - 0.12) \times (7.75 - 0.6) \times 2400 \times 4 \\ &= 13179 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Balok (25 / 40)} &= 0.25 \times (0.4 - 0.12) \times (6.5 - 0.4) \times 2400 \times 6 \\ &= 6148.8 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Balok (25 / 40)} &= 0.25 \times (0.4 - 0.12) \times (6.75 - 0.4) \times 2400 \times 2 \\ &= 2133.6 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Balok (25 / 40)} &= 0.25 \times (0.4 - 0.12) \times (7.75 - 0.4) \times 2400 \times 2 \\ &= 2469.6 \text{ kg} \end{aligned}$$

Maka berat total balok memanjang pada lantai atap sebesar :

$$\text{DL balok memanjang} = 67891 \text{ Kg}$$

Berat balok melintang

$$\begin{aligned} \text{Balok (40 / 60)} &= 0.4 \times (0.6 - 0.12) \times (8.35 - 0.6) \times 2400 \times 6 \\ &= 21427 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Balok (40 / 60)} &= 0.4 \times (0.6 - 0.12) \times (5.65 - 0.6) \times 2400 \times 6 \\ &= 13962 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Balok (40 / 60)} &= 0.4 \times (0.6 - 0.12) \times (3 - 0.6) \times 2400 \times 6 \\ &= 6635.5 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Balok (25 / 40)} &= 0.25 \times (0.4 - 0.12) \times (5.65 - 0.4) \times 2400 \times 5 \\ &= 4410 \text{ kg} \end{aligned}$$



$$\begin{aligned} \text{Balok (25 / 40)} &= 0.25 \times (0.4 - 0.12) \times (8.35 - 0.4) \times 2400 \times 4 \\ &= 5342.4 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Balok (25 / 40)} &= 0.25 \times (0.4 - 0.12) \times (3 - 0.4) \times 2400 \times 5 \\ &= 2184 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Balok (25 / 40)} &= 0.25 \times (0.4 - 0.12) \times (1.2 - 0.4) \times 2400 \times 11 \\ &= 1478.4 \text{ kg} \end{aligned}$$

Maka berat total balok melintang pada lantai atap sebesar :

$$\text{DL balok melintang} = 55440 \text{ Kg}$$

$$\begin{aligned} \text{Berat total balok} &= \text{DL balok memanjang} + \text{DL balok melintang} \\ &= 67891 + 55440 \\ &= 123331 \text{ kg} \end{aligned}$$

#### Berat kolom

Diketahui :

$$\text{Berat volume beton bertular : } 2400 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Tinggi lantai : } 4.5 \text{ m}$$

$$\text{Berat kolom} = A \times h \times Bv \text{ beton bertulang} \times \Sigma \text{ kolom}$$

Dimana :

$$A = \text{Luas peampang kolom ( lebar x panjang ,m)}$$

$$h = \text{tinggi kolom (m)}$$

$$Bj = \text{Berat volume beton bertulang ( 2400 kg/m}^3 \text{)}$$

$$\Sigma = \text{jumlah kolom (buah)}$$

#### Berat kolom

$$\begin{aligned} \text{Kolom (60 / 60)} &= (0.6 \times 0.6) \times 4.5 \times 2400 \times 24 \\ &= 93312 \text{ Kg} \end{aligned}$$

Maka berat total kolom adalah sebesar :

$$\text{DL kolom} = 93312 \text{ Kg}$$

#### Berat dinding

Diketahui :

berat volume pasangan bata merah 1700 Kg/m<sup>3</sup>

tebal dinding : 15 cm (0.15 m)

tinggi lantai : 4.5 m

*Sumber: PPIUG 1987*

Berat dinding = t x h x L x Bv bata merah

Dimana :

t = tebal dinding; (0.15 m)

h = Tinggi tembok (m), dimana tinggi lantai harus dikurangi dimensi tinggi balok.

L = Panjang bentang dinding (m)

Bv = Berat volume bata merah 1700 Kg/m<sup>3</sup>

Berat dinding arah memanjang

$$\begin{aligned}\text{Melintang} &= 0.15 \times (4.5 - 0.6) \times 76.65 \times 1700 \\ &= 76228 \text{ kg}\end{aligned}$$

Berat dinding arah memanjang

$$\begin{aligned}\text{Melintang} &= 0.15 \times (4.5 - 0.6) \times 154.3 \times 1700 \\ &= 153451 \text{ kg}\end{aligned}$$

Maka berat total dinding adalah

**Berat dinding = 229680 kg**

Dari perhitungan diatas, didapat total berat beban mati keseluruhan untuk struktur

Lantai atap adalah sebesar :

- Berat lantai 2 : 263163 kg
  - Berat Balok : 123331 kg
  - Berat Kolom : 93312 kg
  - Berat Dinding : 229680 kg +
- Berat Total (qd) 709486 kg

f) Berat struktur lantai 1

• Berat lantai 1

Diketahui :

- Tebal plat : 12 cm
- Berat volume beton bertulang : 2400 kg/m<sup>3</sup>

$$\begin{aligned}\text{Berat pelat} &= \text{Tebal pelat} \times \text{Berat volume beton bertulang} \\ &= 0.12 \text{ m} \times 2400 \text{ kg/m}^3 \\ &= 288 \text{ Kg/m}^2\end{aligned}$$

*Sumber: PPIUG 1987*

• Berat pasir

Diketahui :

- Tebal urug ( 5 cm ) : 0.05 m
- Berat volume pasir : 1600 Kg/m<sup>3</sup>

$$\begin{aligned}\text{Berat pasir} &= \text{Tebal urugan} \times \text{Berat volume pasir} \\ &= 0.05 \text{ m} \times 1600 \text{ Kg/m}^3 \\ &= 80 \text{ Kg/m}^2\end{aligned}$$

*Sumber: PPIUG 1987*

• Berat pasangan keramik

Diketahui :

- Tebal adukan ( 2.5 cm ) : 2.5 cm
- Berat volume adukan : 21 Kg/m<sup>3</sup>/cm tebal
- Tebal keramik : 0.7 cm
- Berat volume keramik : 24 Kg/m<sup>2</sup>/cm tebal

*Sumber: PPIUG 1987*

$$\begin{aligned}\text{Berat pas. Keramik} &= (\text{Tebal adukan} \times \text{Berat volume adukan}) \\ &\quad + (\text{Tebal keramik} \times \text{berat volume keramik}) \\ &= (2.5 \times 21) + (0.7 \times 24) \\ &= 69.3 \text{ Kg/m}^2\end{aligned}$$

Berat plafon + penggantung

Diketahui :

- Berat semen asbes ( 4 mm ) : 11 Kg/m<sup>2</sup>
- Berat langit-langit kayu : 7 Kg/m<sup>2</sup>

Sumber: PPIUG 1987

$$\begin{aligned}\text{Berat penggantung} &= \text{Berat semen asbes} + \text{Berat langit-langit} \\ &= 11 \text{ Kg/m}^2 + 7 \text{ Kg/m}^2 \\ &= 18 \text{ Kg/m}^2\end{aligned}$$

Maka total berat lantai / m<sup>2</sup> adalah

Berat sendiri pelat	:	288 Kg/m <sup>2</sup>
Berat pasir urug	:	80 Kg/m <sup>2</sup>
Berat pasang keramik	:	69.3 Kg/m <sup>2</sup>
Berat plafon + penggantung	:	<u>18 Kg/m<sup>2</sup></u> +
<b>Berat total/m<sup>2</sup></b>		<b>455 Kg/m<sup>2</sup></b>

Diketahui :

- Panjang gedung : 38 m
- Lebar gedung : 17 m
- Berat lantai/m<sup>2</sup> : 455 Kg/m<sup>2</sup>

$$\begin{aligned}\text{Berat lantai l} &= \text{Luas lantai atap} \times \text{Berat lantai/m}^2 \\ &= (38 \times 17) \times 455 \\ &= 294123.8 \text{ kg}\end{aligned}$$

- Berat balok

Diketahui :

- Berat volume beton bertulang : 2400 Kg/m<sup>3</sup>
- Tebal plat : 12 cm (0.12 m)

$$\text{Berat balok} = A \times L \times Bv \text{ Beton bertulang} \times \Sigma \text{ balok}$$

Dimana :

A = Luas penampang balok, dimana dimensi tinggi balok dikurangi dengan tebal pelat (  $h = h_{\text{balok}} - T_{\text{pelat}}$  )

L = Panjang bentangan balok ( m ), dimana bentangan balok dikurangi dimensi kolom, sesuai arah bentangan balok.

Bv = Berat volume Beton Bertulang (  $2400 \text{ Kg/m}^3$  )

$\Sigma$  = Jumlah Balok ( buah )

Berat balok memanjang

$$\begin{aligned} \text{Balok (40 / 60)} &= 0.4 \times (0.6 - 0.12) \times (6.5 - 0.6) \times 2400 \times 12 \\ &= 32624.6 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Balok (40 / 60)} &= 0.4 \times (0.6 - 0.12) \times (6.75 - 0.6) \times 2400 \times 4 \\ &= 11335.7 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Balok (40 / 60)} &= 0.4 \times (0.6 - 0.12) \times (7.75 - 0.6) \times 2400 \times 4 \\ &= 13178.9 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Balok (40 / 60)} &= 0.4 \times (0.6 - 0.12) \times (4 - 0.6) \times 2400 \times 3 \\ &= 4700.16 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Balok (25 / 40)} &= 0.25 \times (0.4 - 0.12) \times (6.5 - 0.4) \times 2400 \times 6 \\ &= 6148.8 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Balok (25 / 40)} &= 0.25 \times (0.4 - 0.12) \times (6.75 - 0.4) \times 2400 \times 2 \\ &= 2133.6 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Balok (25 / 40)} &= 0.25 \times (0.4 - 0.12) \times (7.75 - 0.4) \times 2400 \times 2 \\ &= 2469.6 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Balok (25 / 40)} &= 0.25 \times (0.4 - 0.12) \times (4 - 0.4) \times 2400 \times 2 \\ &= 1209.6 \text{ kg} \end{aligned}$$

Maka berat total balok memanjang pada lantai atap sebesar :

$$\text{DL balok memanjang} = 73801 \text{ Kg}$$

Berat balok melintang

$$\begin{aligned}\text{Balok (40 / 60)} &= 0.4 \times (0.6 - 0.12) \times (8.35 - 0.6) \times 2400 \times 6 \\ &= 21427.2 \text{ kg}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Balok (40 / 60)} &= 0.4 \times (0.6 - 0.12) \times (5.65 - 0.6) \times 2400 \times 7 \\ &= 16289.3 \text{ kg}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Balok (40 / 60)} &= 0.4 \times (0.6 - 0.12) \times (3 - 0.6) \times 2400 \times 6 \\ &= 6635.52 \text{ kg}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Balok (40 / 60)} &= 0.4 \times (0.6 - 0.12) \times (5.55 - 0.6) \times 2400 \times 1 \\ &= 2280.96 \text{ kg}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Balok (40 / 60)} &= 0.4 \times (0.6 - 0.12) \times (5.8 - 0.6) \times 2400 \times 1 \\ &= 2396.16 \text{ kg}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Balok (25 / 40)} &= 0.25 \times (0.4 - 0.12) \times (8.35 - 0.4) \times 2400 \times 4 \\ &= 5342.4 \text{ kg}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Balok (25 / 40)} &= 0.25 \times (0.4 - 0.12) \times (5.66 - 0.4) \times 2400 \times 5 \\ &= 4418.4 \text{ kg}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Balok (25 / 40)} &= 0.25 \times (0.4 - 0.12) \times (3 - 0.4) \times 2400 \times 5 \\ &= 2184 \text{ kg}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Balok (25 / 40)} &= 0.25 \times (0.4 - 0.12) \times (1.2 - 0.4) \times 2400 \times 13 \\ &= 1747.2 \text{ kg}\end{aligned}$$

Maka berat total balok melintang pada lantai atap sebesar :

$$\text{DL balok melintang} = 62721.1 \text{ Kg}$$

$$\text{Berat total balok} = \text{DL balok memanjang} + \text{DL balok melintang}$$

$$= 73801 + 62721.1$$

$$= 136522 \text{ kg}$$

#### Berat kolom

Diketahui :

$$\text{Berat volume beton bertulan} : 2400 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Tinggi lantai} : 3.2 \text{ m}$$

Berat kolom =  $A \times h \times Bv$  beton bertulang  $\times \Sigma$  kolom

Dimana :

$A$  = Luas peampang kolom ( lebar  $\times$  panjang ,m)

$h$  = tinggi kolom (m)

$Bj$  = Berat volume beton bertulang ( 2400 kg/m<sup>3</sup> )

$\Sigma$  = jumlah kolom (buah)

#### Berat kolom

$$\begin{aligned} \text{Kolom } (60 / 60) &= (0.6 \times 0.6) \times 3.2 \times 2400 \times 24 \\ &= 66355.2 \text{ Kg} \end{aligned}$$

Maka berat total kolom adalah sebesar :

$$\text{DL kolom} = 66355.2 \text{ Kg}$$

#### Berat dinding

Diketahui :

berat volume pasangan bata merah 1700 Kg/m<sup>3</sup>

tebal dinding : 15 cm (0.15 m)

tinggi lantai : 3.2 m

Sumber: PPIUG 1987

Berat dinding =  $t \times h \times L \times Bv$  bata merah

Dimana :

$t$  = tebal dinding (0.15 m)

$h$  = Tinggi tembok (m),dimana tinggi lantai harus dikurangi dimensi tinggi balok.

$L$  = Panjang bentang dinding (m)

$Bv$  = Berat volume bata merah 1700 Kg/m<sup>3</sup>

#### Berat dinding arah memanjang

$$\begin{aligned} \text{Melintang} &= 0.15 \times (3.2 - 0.6) \times 76.65 \times 1700 \\ &= 50819 \text{ kg} \end{aligned}$$

#### Berat dinding arah memanjang

$$\text{Melintang} = 0.15 \times (3.2 - 0.6) \times 154.3 \times 1700$$

$$= 102301 \text{ kg}$$

Maka berat total dinding adalah

$$\text{Berat dinding} = 153120 \text{ kg}$$

Dari perhitungan diatas, didapat total berat beban mati keseluruhan untuk struktur

Lantai atap adalah sebesar :

- Berat lantai 1 : 294124 kg
  - Berat Balok : 136522 kg
  - Berat Kolom : 66355.2 kg
  - Berat Dinding : 153120 kg +
- Berat Total (qd) 650121 kg

Keseluruhan perhitungan beban mati di atas dapat dilihat pada tabel di bawah ini.

Lantai	Berat				
	Plat (Kg)	Balok (Kg)	Kolom (Kg)	Dinding (Kg)	W total (Kg)
Atap	83076	62079	70502.4	164898.3	380556
Lantai 7	146606.6	59160.2	70502.4	164898.3	441168
Lantai 6	228674.43	101740	70502.4	164898.3	565815
Lantai 5	228674.43	100260	70502.4	164898.3	564335
Lantai 4	228674.43	100260	70502.4	164898.3	564335
Lantai 3	228674.43	100260	62208	150797.0	541940
Lantai 2	321101.0	132092	93312	229679.78	776185
Lantai 1	294123.8	136522	66355.2	153119.85	650121
<b>TOTAL</b>	<b>1759605.1</b>	<b>792374</b>	<b>574387</b>	<b>1358088.1</b>	<b>4484454.545</b>

Table 3.1 Hasil perhitungan beban mati



### 3.1.2 Beban Hidup ( Life load )

Menurut Menurut Pedoman Perencanaan Pembebanan Untuk Rumah dan Gedung 1987, beban hidup untuk gedung yang berfungsi sebagai hotel adalah sebesar 250 Kg/m<sup>2</sup> dan beban hidup pada bagian atap adalah sebesar 100 Kg/m<sup>2</sup> dengan koefisien reduksi untuk peninjauan gempa sebesar 30% (Pedoman Perencanaan Pembebanan Untuk Rumah dan Gedung 1987, Tabel 4)

Perhitungan beban gempa untuk peninjauan gempa dapat dilihat pada tabel di bawah ini:

Lantai	Panjang lantai (m)	Lebar lantai (m)	Beban Hidup (Kg/m <sup>2</sup> )	Red. Beban hidup (Kg)
Atap	23	14	100	32200
Lantai 7	23	14	250	80500
Lantai 6	35.9	14	250	125563
Lantai 5	35.9	14	250	125563
Lantai 4	35.9	14	250	125563
Lantai 3	35.9	14	250	125563
Lantai 2	34.0	17	250	144500
Lantai 1	38	17	250	161500
<b>TOTAL</b>				<b>920950</b>

Table 3.2 Hasil perhitungan beban hidup untuk peninjauan gempa

Maka berat total beban hidup dan beban mati pada struktur untuk peninjauan gempa, dapat dilihat pada tabel di bawah ini:

Lantai	Beban		
	$\Sigma$ DL (Kg)	$\Sigma$ LL (Kg)	Total (Kg)
Atap	380556	32200	412756
Lantai 7	441168	80500	521668
Lantai 6	565815.2	125563	691378
Lantai 5	564335.4	125563	689898
Lantai 4	564335.4	125563	689898
Lantai 3	541939.7	125563	667502
Lantai 2	776184.8	144500	920685
Lantai 1	650121	161500	811621

Tabel 3.3 beban gempa dinamik arah X, dan Y

### 3.3 Spktrum Respons

Untuk kota Malang berdasarkan SNI 1726-2012 memiliki percepatan batuan dasar, yaitu :

$$- S_s = 0.7$$

$$- S_I = 0.25$$

Jenis tanah untuk wilayah kota Malang di mana gedung tersebut berada adalah tanah keras.

- Penentuan koefisien situs  $F_a$  dan  $F_s$

Koefisien situs  $F_a$

Ditentukan berdasarkan beberapa parameter, yaitu nilai  $S_s$  yang terdapat pada Tabel 2.10 dan kelas situs yang berdasarkan jenis tanah yang terdapat pada Tabel 2.9.

$$S_s = 0.7$$

Kelas situs = SE (tanah lunak)

Dari data di atas, didapat nilai :

$$F_a = 1.3$$

Koefisien situs  $F_v$

Ditentukan berdasarkan beberapa parameter, yaitu nilai  $S_I$  yang terdapat pada Tabel 2.11 dan kelas situs yang berdasarkan jenis tanah yang terdapat pada Tabel 2.9.

$$S_I = 0.3$$

Kelas situs = SC (tanah keras)

Dari data di atas, didapat nilai :

$$F_v = 2.9$$

- Penentuan nilai  $S_{MS}$  dan  $S_{MI}$

$$S_{MS} = F_a S_s$$

$$S_{MS} = 1.3 \times 0.7 = 0.9$$

$$S_{MI} = F_v S_I$$

$$S_{MI} = 2.9 \times 0.3 = 0.73$$

- Penentuan nilai  $S_{DS}$  dan  $S_{DI}$

$$S_{DS} = \frac{2}{3} S_{MS}$$

$$S_{DS} = \frac{2}{3} 0.9 = 0.607$$

$$S_{DI} = \frac{2}{3} S_{MI}$$

$$S_{DI} = \frac{2}{3} 0.7 = 0.483$$

- Penentuan nilai  $T_o$  dan  $T_s$

$$T_o = 0.2 \frac{S_{DI}}{S_{DS}}$$

$$T_o = 0.2 \frac{0.483}{0.607} = 0.1593$$

$$T_s = \frac{S_{DI}}{S_{DS}}$$

$$T_s = \frac{0.483}{0.607} = 0.797$$

$T_o$	$T_s$
0	0.152
0.159	0.607
0.2	0.607
0.797	0.607
1	0.483

- Penentuan nilai  $S_a$

1. Untuk periode yang lebih kecil dari  $T_0$ , spektrum respons percepatan desain,  $S_a$  harus diambil dari persamaan :

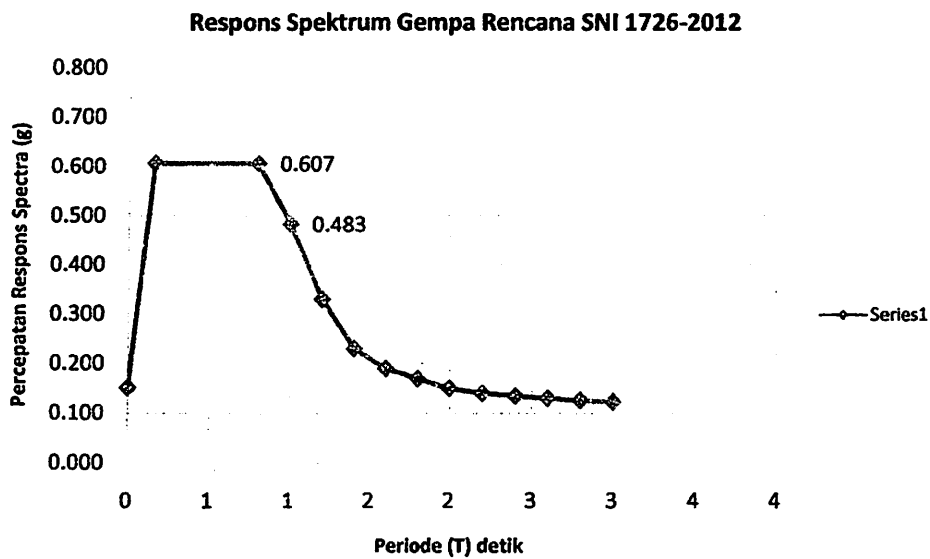
$$S_a = S_{DS} \left( 0,4 + 0.6 \frac{T}{T_0} \right)$$

2. Untuk periode yang lebih besar dari atau sama dengan  $T_0$  dan lebih kecil atau sama dengan  $T_s$ , spektrum respons desain,  $S_a$ , sama dengan  $S_{DS}$ .

3. Untuk periode lebih besar dari  $T_s$ , spektrum respons percepatan desain,  $S_a$ , diambil berdasarkan persamaan :

$$S_a = \frac{S_{DI}}{T}$$

Spektrum gempa rencana SNI 1726-2012 yang diplot ke dalam *Microsoft Excel* sebagai berikut.



Gambar 3.4 Respons Spktrum Gempa Rencana

### 3.4 Pusat Massa dan Rotasi

Ukuran Gedung

B = 17 m

L = 38 m

Story	Pusat Massa		Pusat Rotasi		Eksentrisitas (e)	
	X	Y	X	Y	X	Y
STORY1	18.647	8.117	18.438	8.913	0.21	-0.796
STORY2	17.005	7.931	17.489	8.724	-0.5	-0.793
STORY3	17.557	6.442	17.085	7.971	0.47	-1.529
STORY4	17.581	6.439	17.014	7.526	0.57	-1.087
STORY5	17.581	6.439	16.974	7.26	0.61	-0.821
STORY6	17.557	6.824	16.834	7.094	0.72	-0.27
STORY7	9.923	6.739	15.885	6.968	-6	-0.229
ATAP	9.925	6.771	14.381	6.866	-4.5	-0.095

$ed = 1,5e + 0,05b$		$ed = e - 0,05b$		max		$ed = 1,33e + 0,1b$		$ed = 1,17e - 0,1b$	
X	Y	X	Y	x	y	X	Y	X	Y
0.85	2.64	-0.85	0.346						
1.16	-0.34	-0.641	-1.646	1.16	-0.34	1.98	0.67	-1.4555	-2.631
0.12	-0.34	-1.334	-1.643	0.12	-0.34	1.06	0.65	-2.2663	-2.628
1.70	-0.78	-0.283	-1.937	1.70	-0.28	2.45	0.25	-1.0366	-2.972
1.76	-0.38	-0.243	-1.671	1.76	-0.24	2.51	0.61	-0.9898	-2.661
1.93	0.44	-0.127	-1.12	1.93	0.44	2.66	1.34	-0.8541	-2.016
-8.09	0.51	-6.812	-1.079	0.51	0.51	-6.23	1.40	-8.6755	-1.968
-5.83	0.71	-5.306	-0.945	0.71	0.71	-4.23	1.57	-6.9135	-1.811

Tabel 3.5 pusat masa dan rotasi

Koordinat pusat massa baru akibat eksentrisitas

Story	Pusat Massa		Pusat Rotasi		$ed = 1,5e + 0,05b$		ordinat pusat ma		max		Koordinat pusat massa	
	X	Y	X	Y	X	Y	x	y	x	y		
TIE BEAM	32.4	10.683	32.4	9.487	0.85	2.64	31.55	6.843			31.55	6.843
STORY1	18.647	8.117	18.438	8.913	1.16	-0.34	17.27	9.257	1.98	0.67	15.30	8.592
STORY2	17.005	7.931	17.489	8.724	0.12	-0.34	17.37	9.064	1.06	0.65	16.31	8.418
STORY3	17.557	6.442	17.085	7.971	1.56	-1.44	15.53	9.415	2.31	-0.33	13.21	9.748
STORY4	17.581	6.439	17.014	7.526	1.70	-0.78	15.31	8.307	2.45	0.25	12.86	8.052
STORY5	17.581	6.439	16.974	7.26	1.76	-0.38	15.21	7.642	2.51	0.61	12.71	7.033
STORY6	17.557	6.824	16.834	7.094	1.93	0.44	14.90	6.649	2.66	1.34	12.24	5.308
STORY7	9.923	6.739	15.885	6.968	-8.09	0.51	23.98	6.462	1.40	1.40	14.49	5.573
ATAP	9.925	6.771	14.381	6.866	-5.83	0.71	20.22	6.159	1.57	1.57	12.81	5.292

Tabel 3.6 Tabel koordinat pusat massa akibat eksentrisitas

**BAB IV**  
**PERHITUNGAN PENULANGAN STRUKTUR**

**4.1 Perhitungan Penulangan Balok**

**4.1.1 Perhitungan Penulangan Lentur Balok**

Penulangan yang direncanakan adalah pada balok melintang line 2 pada joint 359, 358 dan 357

• Data Perencanaan

$$b = 400 \text{ mm}$$

$$h = 600 \text{ mm}$$

$$f_c = 30 \text{ MPa}$$

$$f_{y_{ulir}} = 400 \text{ MPa}$$

$$f_{y_{polos}} = 240 \text{ MPa}$$

$$\text{selimut beton} = 40 \text{ mm}$$

$$\text{dipakai tulangan pokok } D = 22 \text{ mm}$$

$$\text{dipakai tulangan sengkang } \emptyset = 10 \text{ mm}$$

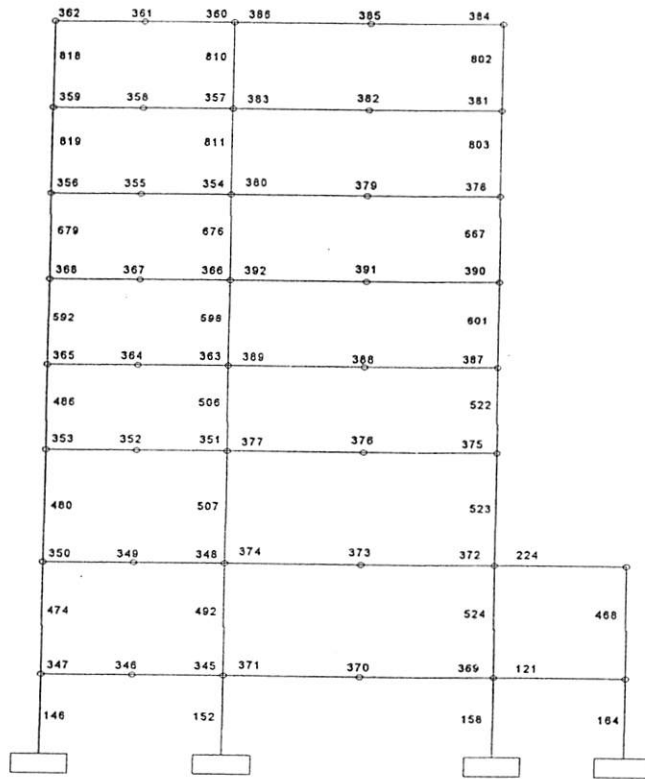
$$\text{bentang balok } L = 6750 \text{ mm}$$

$$\text{bentang bersih balok } (L_n) = 6690 \text{ mm}$$

$$d = h - \text{selimut beton} - \text{diameter sengkang} - \frac{1}{2} \text{ diameter tulangan rencana}$$

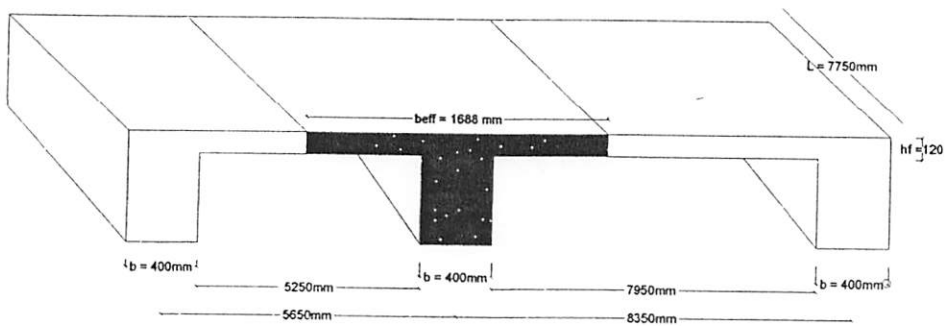
$$= 600 - 40 - 10 - \frac{1}{2} \cdot 22$$

$$= 539 \text{ mm}$$



Gambar 4.1 Penomoran Joint pada Line 2

- Perencanaan Penulangan



Gambar 4.2 Lebar efektif balok ( $b_{eff}$ )

Lebar flens efektif ( $b_{eff}$ )

- $b_{eff} = \frac{1}{4} L = \frac{1}{4} \times 6750 = 1688 \text{ mm}$
- $b_{eff} = b_w + 8 h_{f_{kr}} + 8 h_{f_{kn}} = 400 + (8 \cdot 120) + (8 \cdot 120) = 2320 \text{ mm}$
- $b_{eff} = b_w + \frac{1}{2} L_{n_{kr}} + \frac{1}{2} L_{n_{kn}} = 400 + (\frac{1}{2} \cdot 3440) + (\frac{1}{2} \cdot 3440) = 3840 \text{ mm}$

dipakai nilai  $b_{eff}$  terkecil yaitu  $= 1688 \text{ mm}$



Tulangan minimal sedikitnya harus dihitung menurut SNI 2847-2013

Pasal 10.5.1 :

$$A_{s \min} = \frac{0.25 \sqrt{f_c'}}{f_y} b w d = \frac{0.25 \times \sqrt{30}}{400} 400 \times 539 = 738.1 \text{ mm}^2$$

dan

$$A_{s \max} = \frac{1.4 b w d}{f_y} = \frac{1.4 \times 400 \times 539}{400} = 754.6 \text{ mm}^2$$

Maka dipakai tulangan minima 3 D 22 ( $A_s = 1139.82 \text{ mm}^2 > 754.6 \text{ mm}^2$ )

#### A. Perhitungan penulangan tumpuan kiri pada joint 359

$$\begin{aligned} Mu^- &= 91.985 \text{ kNm} \\ &= 91985000 \text{ Nmm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Mu^+ &= 43.5 \text{ kNm} \\ &= 43500000 \text{ Nmm} \end{aligned}$$

Dicoba pemasangan tulangan sebagai berikut :

- Tulangan yang terpasang pada daerah tarik 4 D 22 ( $A_s = 1519.76 \text{ mm}^2$ )
- Tulangan yang terpasang pada daerah tekan 2 D 22 ( $A_{s'} = 759.88 \text{ mm}^2$ )
- Tulangan bagi plat terpasang di sepanjang beff 6 Ø 10 ( $A_{s_{\text{plat}}} = 471 \text{ mm}^2$ )

#### Analisa Momen Negatif

$$\text{Tulangan tarik } A_{s_{\text{plat}}} = 6 \text{ Ø } 10 = 471 \text{ mm}^2$$

$$A_{s_{\text{balok}}} = 4 \text{ D } 22 = 1519.76 \text{ mm}^2$$

$$A_s \text{ tarik} = 1990.76 \text{ mm}^2$$

$$\text{Tulangan tekan } A_{s'} = 2 \text{ D } 22 = 759.88 \text{ mm}^2$$

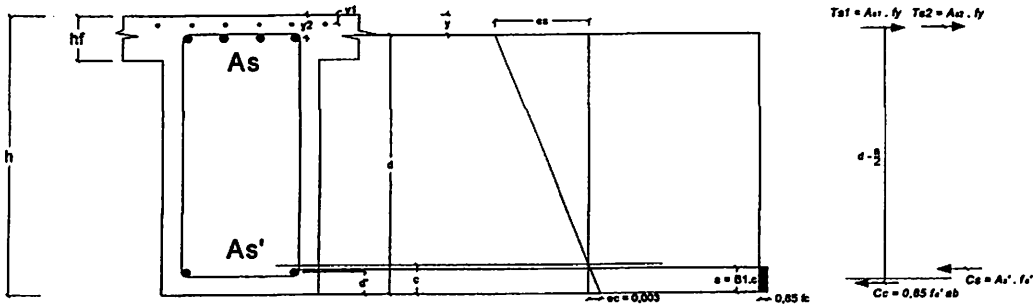
$$y_1 = 20 + 1/2 \cdot 10 = 25 \text{ mm}$$

$$y_2 = 40 + 10 + 1/2 \cdot 22 = 61 \text{ mm}$$

$$y = \frac{471 \times 25 + 1519.76 \times 61}{1990.76} = 52.483 \text{ mm}$$

$$d = 600 - 52.483 = 547.517 \text{ mm}$$

$$d' = 40 + 10 + 1/2 \cdot 22 = 61 \text{ mm}$$



**Gambar 4.3 Penampang balok dan diagram tegangan momen negatif tumpuan kiri**

Dimisalkan garis netral  $> d'$  maka perhitungan garis netral harus dicari menggunakan persamaan :

$$0,85 \cdot f_c \cdot a \cdot b + A_{s'} \cdot f_{s'} = A_s \cdot f_y$$

$$\text{Substitusi nilai : } f_{s'} = \frac{(c - d')}{c} \times 600$$

$$(0,85 \cdot f_c \cdot a \cdot b) + A_{s'} \cdot \frac{(c - d')}{c} \times 600 = A_{s_{\text{plat}}} \cdot f_{y_{\text{polos}}} + A_{s_{\text{balok}}} \cdot f_{y_{\text{ulir}}}$$

$$(0,85 \cdot f_c' \cdot a \cdot b) \cdot c + A_{s'} \cdot (c - d') \cdot 600 = A_{s_{\text{plat}}} \cdot f_{y_{\text{polos}}} \cdot c + A_{s_{\text{balok}}} \cdot f_{y_{\text{ulir}}} \cdot c$$

$$\text{Substitusi nilai : } a = \beta \cdot c$$

$$(0,85 \cdot f_c' \cdot \beta \cdot c \cdot b) \cdot c + A_{s'} \cdot (c - d') \cdot 600 = A_{s_{\text{plat}}} \cdot f_{y_{\text{polos}}} \cdot c + A_{s_{\text{balok}}} \cdot f_{y_{\text{ulir}}} \cdot c$$

$$(0,85 \cdot f_c' \cdot \beta \cdot b) \cdot c^2 + 600 A_{s'} \cdot c - 600 A_{s'} \cdot d' = A_{s_{\text{plat}}} \cdot f_{y_{\text{polos}}} \cdot c + A_{s_{\text{balok}}} \cdot f_{y_{\text{ulir}}} \cdot c$$

$$(0,85 \cdot f_c' \cdot \beta \cdot b) \cdot c^2 + 600 A_{s'} \cdot c - 600 A_{s'} \cdot d' - A_{s_{\text{plat}}} \cdot f_{y_{\text{polos}}} \cdot c - A_{s_{\text{balok}}} \cdot f_{y_{\text{ulir}}} \cdot c = 0$$

$$(0,85 \cdot f_c' \cdot \beta \cdot b) \cdot c^2 + (600 A_{s'} - A_{s_{\text{plat}}} \cdot f_{y_{\text{polos}}} - A_{s_{\text{balok}}} \cdot f_{y_{\text{ulir}}}) \cdot c - 600 A_{s'} \cdot d' = 0$$

$$(0,85 \cdot 30 \cdot 0,85 \cdot 400) c^2 + (600 \cdot 759,88 - 471 \cdot 240 - 1519,76 \cdot 400) \cdot c - 600 \cdot 759,88 \cdot 61 = 0$$

$$8670 c^2 - 265016 c - 27811608 = 0$$

$$8670 c^2 - 265016 c - 27811608 = 0$$

$$c = 73.947 \text{ mm}$$

$$a = \beta \cdot c$$

$$= 0.85 \times 73.947 = 62.855 \text{ mm}$$

$$\epsilon_s' = \frac{c - d'}{c} \times \epsilon_c = \frac{73.947 - 61.0}{73.947} \times 0.003 = 0.00053$$

$$\epsilon_s = \frac{d - c}{c} \times \epsilon_c = \frac{547.517 - 73.947}{73.947} \times 0.003 = 0.01921$$

$$\epsilon_y = \frac{f_y}{E_s} = \frac{400}{200000} = 0.0020$$

Karena  $\epsilon_s > \epsilon_y > \epsilon_s'$  maka tulangan baja tarik telah leleh, baja tekan belum

Dihitung tegangan pada tulangan baja tekan

$$\begin{aligned} f_s &= \epsilon_s' \times E_s \\ &= 0.00053 \times 200000 \\ &= 105.050 < 400 \text{ MPa} \dots\dots\text{OK} \end{aligned}$$

Menghitung gaya tekan dan tarik

$$\begin{aligned} C_c &= 0,85 \cdot f_c \cdot a \cdot b \\ &= 0.85 \times 30 \times 62.855 \times 400 \\ &= 641118.864 \text{ N} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} C_s &= A_s' \times f_s \\ &= 759.88 \times 105.050 \\ &= 79825.136 \text{ N} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} T_{s1} &= A_{s_{\text{plat}}} \times f_{y_{\text{polos}}} \\ &= 471 \times 240 \\ &= 113040 \text{ N} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} T_{s2} &= A_{s_{\text{balok}}} \times f_{y_{\text{ulir}}} \\ &= 1519.76 \times 400 \\ &= 607904.0 \text{ N} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} C_c + C_s &= T_{s1} + T_{s2} \\ 641118.864 + 79825.136 &= 113040 + 607904.0 \\ 720944.0 &= 720944.0 \end{aligned}$$

$$Z1 = d - (\frac{1}{2} \cdot a)$$

$$= 547.517 - (1/2 \cdot 62.855)$$

$$= 516.090 \text{ mm}$$

$$Z2 = d - d'$$

$$= 547.517 - 61.0$$

$$= 486.517 \text{ mm}$$

$$Mn = (Cc \cdot Z1) + (Cs \cdot Z2)$$

$$= 641118.864 \times 516.090 + 79825.136 \times 486.517$$

$$= 369711319.226 \text{ Nmm}$$

$$Mr = \phi Mn$$

$$= 0.8 \cdot 369711319.226$$

$$= 295.769.055 \text{ Nmm} > Mu = 91.985.000 \text{ Nmm} \quad (\text{Aman})$$

#### B. Perhitungan penulangan lapangan Joint 358

$$Mu^+ = 61.764 \text{ kNm}$$

$$= 61764000 \text{ Nmm}$$

Dicoba pemasangan tulangan sebagai berikut :

- Tulangan yang terpasang pada daerah tekan 2 D 22 ( $A_s = 759.88 \text{ mm}^2$ )
- Tulangan yang terpasang pada daerah tarik 4 D 22 ( $A_s' = 1519.76 \text{ mm}^2$ )
- Tulangan bagi plat terpasang di sepanjang beff 6 Ø 10 ( $A_{s_{\text{plat}}} = 471.00 \text{ mm}^2$ )

#### Analisa Momen Positif

$$\text{Tulangan tarik } A_{s'_{\text{plat}}} = 6 \text{ Ø } 10 = 471.43 \text{ mm}^2$$

$$A_{s_{\text{balok}}} = 4 \text{ D } 22 = 1519.76 \text{ mm}^2$$

$$A_s = 471.43 + 1519.76 = 1991.19 \text{ mm}^2$$

$$\text{Tulangan tekan } A_s' = 2 \text{ D } 22 = 759.88 \text{ mm}^2$$

$$y1 = 20 + 1/2 \cdot 10 = 25 \text{ mm}$$

$$y2 = 40 + 10 + 1/2 \cdot 22 = 61 \text{ mm}$$

$$y = d' = \frac{471 \times 25 + 1519.76 \times 61}{1991.19} = 52.477 \text{ mm}$$

$$d = 600 - 61.0 = 539.0 \text{ mm}$$

Dimisalkan garis netral  $> y_2$  maka perhitungan garis netral harus dicari menggunakan persamaan :

$$0,85 \cdot f_c \cdot a \cdot b_{\text{eff}} + A_s' \cdot f_s' = A_s \cdot f_y$$

$$\text{Substitusi nilai : } f_s' = \frac{(c - d')}{c} \times 600$$

$$(0,85 \cdot f_c \cdot a \cdot b_{\text{eff}}) + A_s' \frac{(c - d')}{c} \times 600 = A_s \cdot f_y$$

$$(0,85 \cdot f_c \cdot a \cdot b_{\text{eff}}) \cdot c + A_s' (c - d') \times 600 = A_s \cdot f_y \cdot c$$

$$\text{Substitusi nilai : } a = \beta 1 \cdot c$$

$$(0,85 \cdot f_c \cdot \beta 1 \cdot c \cdot b_{\text{eff}}) \cdot c + A_s' (c - d') 600 = A_s \cdot f_y \cdot c$$

$$(0,85 \cdot f_c \cdot \beta 1 \cdot b_{\text{eff}}) c^2 + 600 A_s' \cdot c - 600 A_s' \cdot d' = A_s \cdot f_y \cdot c$$

$$(0,85 \cdot f_c \cdot \beta 1 \cdot b_{\text{eff}}) c^2 + 600 A_s' \cdot c - 600 A_s' \cdot d' - A_s \cdot f_y \cdot c = 0$$

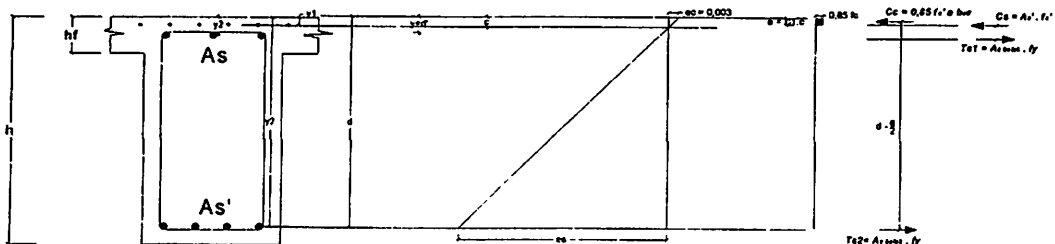
$$(0,85 \cdot f_c \cdot \beta 1 \cdot b_{\text{eff}}) c^2 + (600 A_s' - A_s \cdot f_y) \cdot c - 600 A_s' \cdot d' = 0$$

$$(0,85 \cdot 30 \cdot 0,85 \cdot 1687,5) c^2 + (600 \cdot 1991,18857142857 - 759,88 \cdot 400) \cdot c - (600 \cdot 1991,18857142857 \cdot 52,48)$$

$$36576,6 c^2 + 890761,1 c - 62694644,57 = 0$$

$$c = 30,978 \text{ mm}$$

Karena  $c < y_2$ , tulangan tekan sebagian mengalami gaya tarik maka nilai  $c$  harus dihitung ulang.



**Gambar 4.5 Penampang balok dan diagram tegangan momen positif lapangan yang sudah dihitung ulang**

Dimisalkan garis netral diantara  $y_1$  dan  $y_2$  maka perhitungan garis netral dicari dengan menggunakan persamaan :

$$0,85 \cdot f_c \cdot a \cdot beff + A_{s_{plat}'} \cdot fs' = A_{s1} \cdot fs + A_{s2} \cdot fy_{ulir}$$

$$\text{Substitusi nilai : } fs' = \frac{(c - y_1)}{c} \times 600 \quad \text{dan} \quad fs = fy_{ulir}$$

$$(0,85 \cdot f_c \cdot a \cdot beff) + A_{s_{plat}'} \cdot \frac{(c - y_1)}{c} \times 600 = A_{s1} \cdot fy_{ulir} + A_{s2} \cdot fy_{ulir}$$

$$(0,85 \cdot f_c \cdot a \cdot beff) \cdot c + A_{s_{plat}'} \cdot (c - y_1) \cdot 600 = A_{s1} \cdot fy_{ulir} \cdot c + A_{s2} \cdot fy_{ulir} \cdot c$$

$$\text{Substitusi nilai : } a = \beta_1 \cdot c$$

$$(0,85 \cdot f_c \cdot \beta_1 \cdot c \cdot beff) \cdot c + A_{s_{plat}'} \cdot (c - y_1) \cdot 600 = A_{s1} \cdot fy_{ulir} \cdot c + A_{s2} \cdot fy_{ulir} \cdot c$$

$$(0,85 \cdot f_c \cdot \beta_1 \cdot beff) \cdot c^2 + 600 \cdot A_{s_{plat}'} \cdot c - 600 \cdot A_{s_{plat}'} \cdot y_1 = A_{s1} \cdot fy_{ulir} \cdot c +$$

$$A_{s2} \cdot fy_{ulir} \cdot c$$

$$(0,85 \cdot f_c \cdot \beta_1 \cdot beff) \cdot c^2 + (600 \cdot A_{s_{plat}'} - A_{s1} \cdot fy_{ulir} - A_{s2} \cdot fy_{ulir}) \cdot c -$$

$$600 \cdot A_{s_{plat}'} \cdot y_1 = 0$$

$$(0,85 \cdot 30 \cdot 0,85 \cdot 1687,5) c^2 + (600 \cdot 471,43 - 759,88 \cdot 400 -$$

$$1519,76 \cdot 400) c - (600 \cdot 471,43 \cdot 25)$$

$$36576,56 c^2 - 628998,857 c - 7071428,57 = 0$$

$$c = 24,947 \text{ mm}$$

$$a = \beta_1 \cdot c$$

$$= 0,85 \times 24,947 = 21,205 \text{ mm}$$

$$fs' = \epsilon_s' \cdot E_s$$

$$= \frac{c - y_1}{c} \cdot \epsilon_c \cdot E_s$$

$$= \frac{24,947 - 25}{24,947} \times 0,003 \times 200000 = -1,284 \text{ MPa}$$

$$fs = fy_{ulir} = 400 \text{ MPa}$$

Menghitung gaya tekan dan tarik

$$Cc = 0,85 \cdot f_c \cdot a \cdot beff$$

$$= 0.85 \times 30 \times 21.205 \times 1688$$

$$= 912461.333 \text{ N}$$

$$C_s = A_s' \times f_s$$

$$= 471.43 \times -1.284$$

$$= -605.333 \text{ N}$$

$$T_{s1} = A_{s1} \times f_y$$

$$= 1519.76 \times 400$$

$$= 607904.000 \text{ N}$$

$$T_{s2} = A_{s2} \times f_y$$

$$= 759.88 \times 400$$

$$= 303952.000 \text{ N}$$

$$C_c + C_s = T_{s1} + T_{s2}$$

$$912461.333 + -605.333 = 607904.000 + 303952.000$$

$$911856.000 = 911856.000$$

$$Z_1 = d - (1/2 \cdot a)$$

$$= 539.000 - (1/2 \cdot 21.205)$$

$$= 528.398 \text{ mm}$$

$$Z_2 = d' - y_1$$

$$= 52.477 - 25$$

$$= 27.477 \text{ mm}$$

$$M_n = (T_{s1} \cdot Z_1) + (T_{s2} \cdot Z_2)$$

$$= 607904.000 \times 528.398 + 303952.000 \times 27.477$$

$$= 329566677.584 \text{ Nmm}$$

$$M_r = \phi M_n$$

$$= 0.9 \cdot 329566677.584$$

$$= 296.610.010 \text{ Nmm} > M_u = 61.764.000 \text{ Nmm} \text{ (Aman)}$$

### C. Perhitungan penulangan tumpuan kanan joint 357

$$\begin{aligned} Mu^- &= 75.215 \text{ kNm} \\ &= 75215000 \text{ Nmm} \\ Mu^+ &= 52.842 \text{ kNm} \\ &= 52842000 \text{ kNm} \end{aligned}$$

Dicoba pemasangan tulangan sebagai berikut :

- Tulangan yang terpasang pada daerah tarik 4 D 22 ( $A_s = 1519.76 \text{ mm}^2$ )
- Tulangan yang terpasang pada daerah tekan 2 D 22 ( $A_s' = 759.88 \text{ mm}^2$ )
- Tulangan bagi plat terpasang di sepanjang beff 6 Ø 10 ( $A_{s_{\text{plat}}} = 471 \text{ mm}^2$ )

#### Analisa Momen Negatif

$$\begin{aligned} \text{Tulangan tarik } A_{s_{\text{plat}}} &= 6 \text{ Ø } 10 = 471.43 \text{ mm}^2 \\ A_{s_{\text{balok}}} &= 4 \text{ D } 22 = 1521.14 \text{ mm}^2 \\ A_s &= 471.43 + 1521.14 = 1992.57 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$\text{Tulangan tekan } A_s' = 2 \text{ D } 22 = 760.57 \text{ mm}^2$$

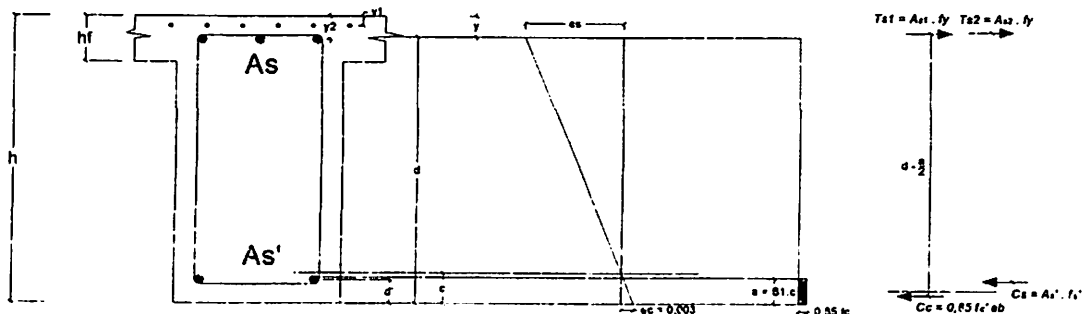
$$y_1 = 20 + 1/2 \cdot 10 = 25 \text{ mm}$$

$$y_2 = 40 + 10 + 1/2 \cdot 22 = 61 \text{ mm}$$

$$y = \frac{471 \times 25 + 1519.76 \times 61}{1992.57} = 52.440 \text{ mm}$$

$$d = 600 - 52.440 = 547.560 \text{ mm}$$

$$d' = 40 + 10 + 1/2 \cdot 22 = 61 \text{ mm}$$



Gambar 4.6 Penampang balok dan diagram tegangan momen negatif



Dimisalkan garis netral  $> d'$  maka perhitungan garis netral harus dicari

menggunakan persamaan :

$$0,85 \cdot f_c \cdot a \cdot b + A_s' \cdot f_s' = A_s \cdot f_y$$

$$\text{Substitusi nilai : } f_s' = \frac{(c - d')}{c} \times 600$$

$$(0,85 \cdot f_c \cdot a \cdot b) + A_s' \cdot \frac{(c - d')}{c} \times 600 = A_{s_{\text{plat}}} \cdot f_{y_{\text{polos}}} + A_{s_{\text{balok}}} \cdot f_{y_{\text{ulir}}}$$

$$(0,85 \cdot f_c' \cdot a \cdot b) \cdot c + A_s'(c-d') \cdot 600 = A_{s_{\text{plat}}} \cdot f_{y_{\text{polos}}} \cdot c + A_{s_{\text{balok}}} \cdot f_{y_{\text{ulir}}} \cdot c$$

$$\text{Substitusi nilai : } a = \beta \cdot c$$

$$(0,85 \cdot f_c' \cdot \beta \cdot c \cdot b) \cdot c + A_s'(c-d') \cdot 600 = A_{s_{\text{plat}}} \cdot f_{y_{\text{polos}}} \cdot c + A_{s_{\text{balok}}} \cdot f_{y_{\text{ulir}}} \cdot c$$

$$(0,85 \cdot f_c' \cdot \beta \cdot 1 \cdot b) \cdot c^2 + 600A_s' \cdot c - 600A_s' \cdot d' = A_{s_{\text{plat}}} \cdot f_{y_{\text{polos}}} \cdot c + A_{s_{\text{balok}}} \cdot f_{y_{\text{ulir}}} \cdot c$$

$$(0,85 \cdot f_c \cdot \beta \cdot 1 \cdot b) \cdot c^2 + 600A_s' \cdot c - 600A_s' \cdot d' - A_{s_{\text{plat}}} \cdot f_{y_{\text{polos}}} \cdot c - A_{s_{\text{balok}}} \cdot f_{y_{\text{ulir}}} \cdot c = 0$$

$$(0,85 \cdot f_c \cdot \beta \cdot 1 \cdot b) \cdot c^2 + (600A_s' - A_{s_{\text{plat}}} \cdot f_{y_{\text{polos}}} - A_{s_{\text{balok}}} \cdot f_{y_{\text{ulir}}}) \cdot c - 600A_s' \cdot d' = 0$$

$$(0,85 \cdot 30 \cdot 0,85 \cdot 400) \cdot c^2 + (600 \cdot 759,88 - 471 \cdot 240 - 1519,76 \cdot 400) \cdot c - 600 \cdot 759,88 \cdot 61 = 0$$

$$8670,00 \cdot c^2 - 265257,14 \cdot c - 27836914 = 0$$

$$c = 73,989 \text{ mm}$$

$$a = \beta \cdot c$$

$$= 0,85 \times 73,989 = 62,891 \text{ mm}$$

$$\epsilon_s' = \frac{c - d'}{c} \times \epsilon_c = \frac{73,989 - 61,0}{73,989} \times 0,003 = 0,00053$$

$$\epsilon_s = \frac{d - c}{c} \times \epsilon_c = \frac{547,560 - 73,989}{73,989} \times 0,003 = 0,01920$$

$$\epsilon_y = \frac{f_y}{E_s} = \frac{400}{200000} = 0,0020$$

Karena  $\epsilon_s > \epsilon_y > \epsilon_s'$  maka tulangan baja tarik telah leleh, baja tekan belum

Dihitung tegangan pada tulangan baja tekan

$$\begin{aligned}
 f_s &= \epsilon_s' \times E_s \\
 &= 0.00053 \times 200000 \\
 &= 105.333 < 400 \text{ MPa}
 \end{aligned}$$

Menghitung gaya tekan dan tarik

$$\begin{aligned}
 C_c &= 0,85 \cdot f_c \cdot a \cdot b \\
 &= 0.85 \times 30 \times 62.891 \times 400 \\
 &= 641486.493 \text{ N}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 C_s &= A_s' \times f_s \\
 &= 760.57 \times 105.333 \\
 &= 80113.507 \text{ N}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 T_{s1} &= A_{s_{\text{plat}}} \times f_{y_{\text{polos}}} \\
 &= 471 \times 240 \\
 &= 113040 \text{ N}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 T_{s2} &= A_{s_{\text{balok}}} \times f_{y_{\text{ulir}}} \\
 &= 1519.76 \times 400 \\
 &= 607904.0 \text{ N}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 C_c + C_s &= T_{s1} + T_{s2} \\
 641486.493 + 80113.507 &= 113040 + 607904.0 \\
 721600.0 &= 720944.0
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Z_1 &= d - (1/2 \cdot a) \\
 &= 547.560 - (1/2 \cdot 62.891) \\
 &= 516.114 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Z_2 &= d - d' \\
 &= 547.560 - 61.0 \\
 &= 486.560 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 M_n &= (C_{c1} \cdot Z_1) + (C_{c2} \cdot Z_2) \\
 &= 641486.493 \times 516.114 + 80113.507 \times 486.560 \\
 &= 370060334.600 \text{ Nmm}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 M_r &= \phi M_n \\
 &= 0.8 \cdot 370060334.600 \\
 &= 296.048.268 \text{ Nmm} > M_u = 75.215.000 \text{ Nmm} \quad (\text{Aman})
 \end{aligned}$$

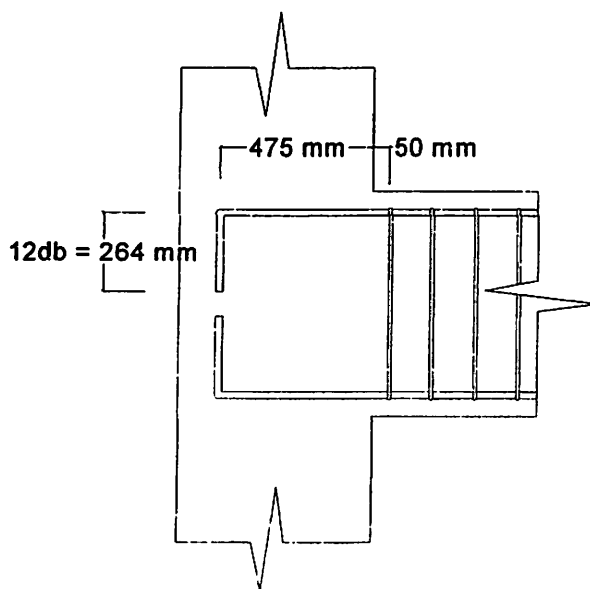
• Penyaluran kait standar

Berdasarkan SNI 2847-2013, Pasal 21.7.5, Panjang penyaluran batang tulangan ( $l_{dh}$ ), untuk ukuran batang tulangan  $\phi$ -10 sampai D-36 dengan kait  $90^\circ$ , tidak boleh kurang dari syarat-syarat berikut ini:

- $l_{dh} = 150 \text{ mm}$
- $l_{dh} = 8d_b = 8 \cdot 22 = 176 \text{ mm}$
- $l_{dh} = \frac{f_y \cdot d_b}{5.4 \sqrt{30}} = 297.53 \text{ mm}$

Dengan syarat minimum dari hasil perhitungan yang terbesar  $298 \text{ mm}$ , maka jika digunakan  $l_{dh}$  sepanjang  $475$ , sudah memenuhi syarat.

Panjang bengkokan yang memenuhi syarat adalah sepanjang  $12d_b$  dengan sudut bengkokan sebesar  $90^\circ$ .



Gambar 4.7 Detail batang tulangan berkait

#### 4.1.2.2 Penulangan Geser Balok

Diketahui :

$$b = 400 \text{ mm}$$

$$h = 600 \text{ mm}$$

$$d = 539 \text{ mm}$$

$$L = 5650 \text{ mm}$$

$$\begin{aligned} L_n &= 5650 - (\frac{1}{2} \cdot 600 + \frac{1}{2} \cdot 600) \\ &= 5050 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$f_c = 30 \text{ MPa}$$

$$f_{y_{ulir}} = 400 \text{ MPa}$$

$$f_{y_{polos}} = 240 \text{ MPa}$$

- Menghitung  $M_{pr}$  (*Moment Probable Capacities*)

Geser rencana akibat gempa pada balok dihitung dengan mengansumsikan sendi plastis terbentuk di ujung-ujung balok dengan tegangan tulangan lentur balok yang diperkuat mencapai  $1,25 f_y$ , dan faktor reduksi kuat lentur  $\phi=1$ .

a). Kapasitas momen ujung balok apabila struktur bergoyang ke kanan

**Kondisi 1 (searah jarum jam)**

$$a = \frac{1,25 \cdot A_s \cdot f_y}{0,85 \cdot f_c' \cdot b} = \frac{1,25 \times 1519,76 \times 400}{0,85 \times 30 \times 400} = 74,5 \text{ mm}$$

$$M_{pr+} = 1,25 \cdot A_s \cdot f_y \left( d - \frac{a}{2} \right)$$

$$M_{pr+} = 1,25 \times 1519,76 \times 400 \left( 539 - \frac{74,5}{2} \right) \times 10^{-6}$$

$$= 381,27053 \text{ kN-m}$$

**Kondisi 2 (berlawanan arah jarum jam)**

$$a = \frac{1.25 \cdot A_s \cdot f_y}{0.85 \cdot f_c' \cdot b} = \frac{1.25 \times 1519.76 \times 400}{0.85 \times 30 \times 400} = 74.5 \text{ mm}$$

$$M_{pr-} = 1.25 \cdot A_s \cdot f_y \left( d - \frac{a}{2} \right)$$

$$\begin{aligned} M_{pr-} &= 1.25 \times 1519.76 \times 400 \left( 539 - \frac{74.5}{2} \right) \times 10^{-6} \\ &= 381.27053 \text{ kN-m} \end{aligned}$$

b). Kapasitas momen ujung balok apabila struktur bergoyang ke kiri

**Kondisi 3 (searah jarum jam)**

$$a = \frac{1.25 \cdot A_s' \cdot f_y}{0.85 \cdot f_c' \cdot b} = \frac{1.25 \times 759.88 \times 400}{0.85 \times 30 \times 400} = 37.2 \text{ mm}$$

$$M_{pr+} = 1.25 \cdot A_s' \cdot f_y \left( d - \frac{a}{2} \right)$$

$$\begin{aligned} M_{pr+} &= 1.25 \times 759.88 \times 400 \left( 539 - \frac{37.2}{2} \right) \times 10^{-6} \\ &= 197.71146 \text{ kN-m} \end{aligned}$$

**Kondisi 4 (Berlawanan arah jarum jam)**

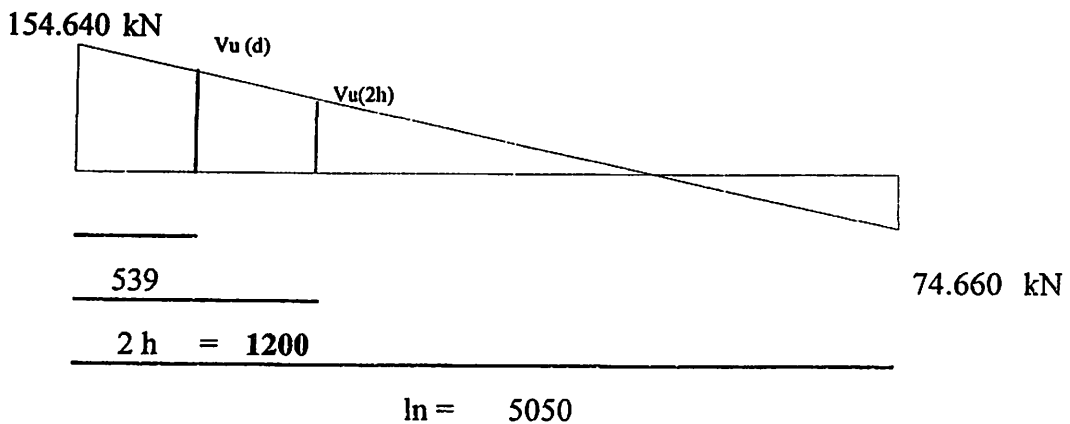
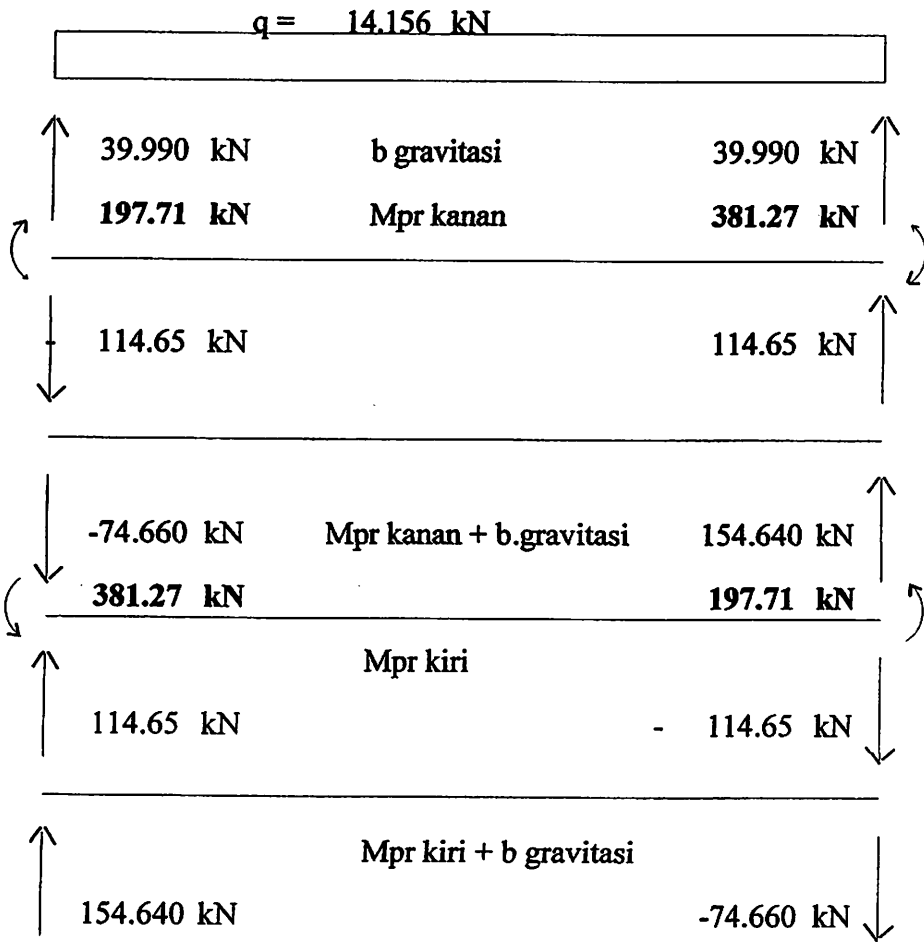
$$a = \frac{1.25 \cdot A_s' \cdot f_y}{0.85 \cdot f_c' \cdot b} = \frac{1.25 \times 759.88 \times 400}{0.85 \times 30 \times 400} = 37.2 \text{ mm}$$

$$M_{pr-} = 1.25 \cdot A_s' \cdot f_y \left( d - \frac{a}{2} \right)$$

$$\begin{aligned} M_{pr-} &= 1.25 \times 759.88 \times 400 \left( 539 - \frac{37.2}{2} \right) \times 10^{-6} \\ &= 197.71146 \text{ kN-m} \end{aligned}$$

Desain gaya geser untuk balok baris 2 lantai 7 menggunakan kombinasi 1.2D + 1.0 L

$$q = 14.2 \text{ kN} = 14156 \text{ Kg}$$



• Tulangan geser pada daerah sendi plastis (joint 359)

$$\begin{aligned} V_u(d) &= 154.640 - \frac{1010 - 539}{1010} \times (154.64 - 74.66) \\ &= 154.64 - 37.298 \\ &= 117.34 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$V_c = 0$$

$$V_s = \frac{V_u(d)}{\phi} - V_c = \frac{117.342}{0.75} - 0.00 = 156.46 \text{ kN}$$

Direncanakan tulangan sengkang  $\phi$  10 (2 kaki)

$$\begin{aligned} s &= \frac{A_v \cdot f_y \cdot d}{V_s} \\ &= \frac{(2 \cdot \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot 10^2) \cdot 240 \cdot 539.0 \cdot 10^{-3}}{156.456} = 129.809 \text{ mm} \end{aligned}$$

Persyaratan spasi maksimum pada daerah gempa SNI 2847-2013 pasal 21.5.3.2,  $S_{maks}$  sepanjang sendi plastis diujung balok  $2h = 2 \cdot 600 = 1200 \text{ mm}$ , spasi maksimum tidak boleh melebihi :

$$- \frac{d}{4} = \frac{539.0}{4} = 134.75$$

$$- 6 \times \text{diameter tulangan utama} = 6 \cdot 22 = 132 \text{ mm}$$

$$- 150 \text{ mm}$$

Jadi dipakai sengkang  $\phi$  10 - 130 mm

$$V_s \text{ terpasang} = \frac{A_v \cdot f_y \cdot d}{s}$$

$$\frac{(2 \cdot \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot 10^2) \cdot 240 \cdot 539.0 \cdot 10^{-3}}{130} = 156.227 \text{ kN}$$

$$\begin{aligned} V_n &= V_c + V_s \text{ terpasang} \\ &= 0 + 156.227 \\ &= 156.227 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \phi V_n &= 0.75 \cdot V_n \\ &= 0.75 \cdot 156.227 \\ &= 117.170 \text{ kN} \end{aligned}$$

Kontrol kuat geser nominal menurut SNI 2847-2013 pasal 11.4.5.3

$$V_s \text{ maks} \leq 0.66 \sqrt{f_c'} b_w \cdot d$$

$$V_s \text{ maks} \leq 0.66 (30)^{0.5} \times 400 \times 539.0 \times 10^{-3}$$

$$156.227 \text{ kN} < 779.387 \text{ kN} \quad \text{..... OK}$$

• **Tulangan geser pada daerah luar sendi plastis (joint 358)**

$$\begin{aligned} V_u(2h) &= 154.640 - \frac{1683.3 - 1200}{1683.3} \times (154.64 - 74.66) \\ &= 154.64 - 22.965 \\ &= 131.68 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$V_c = 0$$

$$V_s = \frac{V_u(2h)}{\phi} - V_c = \frac{131.675}{0.75} - 0 = 175.6 \text{ kN}$$

Direncanakan tulangan sengkang  $\phi$  10 (2 kaki)

$$\begin{aligned} s &= \frac{A_v \cdot f_y \cdot d}{V_s} \\ &= \frac{(2 \cdot \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot 10^2) \cdot 240 \cdot 539.0 \cdot 10^{-3}}{175.567} = 115.7 \text{ mm} \end{aligned}$$



Syarat jarak spasi sengkang maksimum pada daerah luar sendi plastis menurut SNI 2847-2013 pasal 21.5.3.4 dan 21.5.3.3

$$- \frac{d}{2} = \frac{539.0}{2} = 269.500 \text{ mm}$$

$$- 350 \text{ mm}$$

Jadi dipakai sengkang  $\emptyset 10 - 225 \text{ mm}$

$$V_s \text{ terpasang} = \frac{A_v \cdot f_y \cdot d}{S}$$

$$\frac{(2 \cdot \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot 10^2) \cdot 240 \cdot 539.0 \cdot 10^{-3}}{225} = 90.265 \text{ kN}$$

$$V_n = V_c + V_s \text{ terpasang}$$

$$= 0 + 90.265$$

$$= 90.265 \text{ kN}$$

$$\phi V_n = 0.75 \cdot V_n$$

$$= 0.75 \cdot 90.265$$

$$= 67.698 \text{ kN}$$

Kontrol kuat geser nominal menurut SNI 2847-2013 pasal 11.4.5.3

$$V_s \text{ maks} \leq 0.66 \sqrt{f_c'} b_w \cdot d$$

$$V_s \text{ maks} \leq 0.66 (30)^{0.5} \times 400 \times 539.0 \times 10^{-3}$$

$$90.265 \text{ kN} < 779.387 \text{ kN} \dots\dots \text{OK}$$

• **Tulangan geser pada daerah sendi plastis (joint 357)**

$$V_u(d) = 74.660 - \frac{631.25 - 539}{631.25} \times (74.66 - 154.640)$$

$$= 74.66 - 11.688$$

$$= 62.972 \text{ kN}$$

$$V_c = 0$$

$$V_s = \frac{V_u(d)}{\phi} - V_c = \frac{62.972}{0.75} - 0 = 83.962 \text{ kN}$$

Direncanakan tulangan sengkang  $\phi$  10 (2 kaki)

$$s = \frac{A_v \cdot f_y \cdot d}{V_s}$$

$$= \frac{(2 \cdot \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot 10^2) \cdot 240 \cdot 539 \cdot 10^{-3}}{83.962} = 241.889 \text{ mm}$$

Persyaratan spasi maksimum pada daerah gempa SNI 2847-2013 pasal

21.5.3.2,  $S_{maks}$  sepanjang sendi plastis diujung balok  $2h = 2 \cdot 600$

= 1200 mm, spasi maksimum tidak boleh melebihi :

$$- \frac{d}{4} = \frac{539.0}{4} = 134.75 \text{ mm}$$

$$- 6 \times \text{diameter tulangan utama} = 6 \cdot 22 = 132 \text{ mm}$$

$$- 150 \text{ mm}$$

Jadi dipakai sengkang  $\phi$  10 - 134 mm

$$V_s \text{ terpasang} = \frac{A_v \cdot f_y \cdot d}{s}$$

$$\frac{(2 \cdot \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot 10^2) \cdot 240 \cdot 539.0 \cdot 10^{-3}}{134} = 151.564 \text{ kN}$$

$$V_n = V_c + V_s \text{ terpasang}$$

$$= 0 + 151.564$$

$$= 151.564 \text{ kN}$$

$$\phi V_n = 0.75 \cdot V_n$$

$$= 0.75 \cdot 151.564$$

$$= 113.673 \text{ kN} > V_u(d) = 62.972 \text{ kN} \dots\dots (\text{aman})$$

Kontrol kuat geser nominal menurut SNI 2847-2013 pasal 11.4.5.3

$$V_s \text{ maks} \leq 0.66 \sqrt{f_c'} \cdot b_w \cdot d$$

$$V_s \text{ maks} \leq 0.66 (30)^{0.5} \times 400 \times 539.0 \times 10^{-3}$$

$$151.564 \text{ kN} < 779.387 \text{ kN} \dots\dots \text{OK}$$

**Tulangan geser pada daerah luar sendi plastis (joint 358)**

$$\begin{aligned} V_u(2h) &= 74.66 - \frac{1010 - 1200}{1010} \times (74.66 - 154.64) \\ &= 74.66 - 15.046 \\ &= 59.614 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$V_c = 0$$

$$V_s = \frac{V_u(2h)}{\phi} - V_c = \frac{59.614}{0.75} - 0 = 79.5 \text{ kN}$$

Direncanakan tulangan sengkang  $\phi$  10 (2 kaki)

$$\begin{aligned} s &= \frac{A_v \cdot f_y \cdot d}{V_s} \\ &= \frac{(2 \cdot \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot 10^2) \cdot 240 \cdot 539.0 \cdot 10^{-3}}{79.486} = 255.5 \text{ mm} \end{aligned}$$

Syarat jarak spasi sengkang maksimum pada daerah luar sendi plastis menurut SNI 2847-2013 pasal 21.5.3.4 dan 21.5.3.3

$$- \frac{d}{2} = \frac{539.0}{2} = 269.500 \text{ mm}$$

- 350 mm

Jadi dipakai sengkang  $\phi$  10 - 225 mm

$$\begin{aligned} V_s \text{ terpasang} &= \frac{A_v \cdot f_y \cdot d}{S} \\ &= \frac{(2 \cdot \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot 10^2) \cdot 240 \cdot 539.0 \cdot 10^{-3}}{225} = 90.265 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} V_n &= V_c + V_s \text{ terpasang} \\ &= 0 + 90.265 \\ &= 90.265 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\phi V_n &= 0.75 \cdot V_n \\ &= 0.75 \cdot 90.265 \\ &= 67.698 \text{ kN} > V_u(2h) = 59.614 \text{ kN} \dots\dots\dots (\text{aman})\end{aligned}$$

Kontrol kuat geser nominal menurut SNI 2847-2013 pasal 11.4.5.3

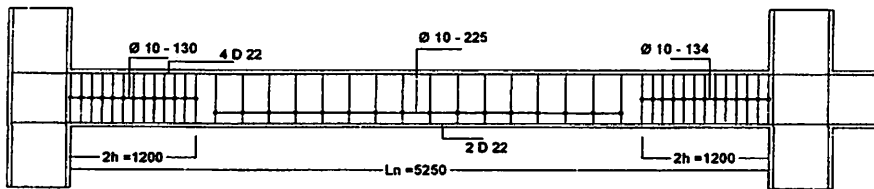
$$V_s \text{ maks} \leq 0.66 \sqrt{f_c'} bw \cdot d$$

$$V_s \text{ maks} \leq 0.66 (30)^{0.5} \times 400 \times 539.0 \times 10^{-3}$$

$$90.265 \text{ kN} < 779.387 \text{ kN} \dots\dots\dots \text{OK}$$

Dari hasil perhitungan dan ketentuan-ketentuan di atas maka dipasang tulangan sengkang sebagai berikut :

- Joint 359
  - Daerah sendi plastis = 2 kaki Ø 10 - 130
  - Daerah luar sendi plastis = 2 kaki Ø 10 - 225
- Joint 357
  - Daerah sendi plastis = 2 kaki Ø 10 - 134
  - Daerah luar sendi plastis = 2 kaki Ø 10 - 225



**Gambar 4.8 Penulangan geser pada balok**

## 4.2 Perhitungan Penulangan Kolom

### 4.2.1 Perhitungan Penulangan Lentur Kolom

Penulangan kolom yang dihitung adalah pada kolom yang berada pada struktur portal memanjang line 2, dengan no kolom 811

Diketahui :

$$b = 600 \text{ mm}$$

$$h = 600 \text{ mm}$$

Tulangan sengkang  $\emptyset$  12

Tulangan utama dipakai D 22

Tebal selimut beton 40 mm

$$\begin{aligned} \text{Tinggi kolom} &= h \text{ kolom} - h \text{ balok} \\ &= 3400 - 600 = 2800 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$f_c = 30 \text{ MPa}$$

$$f_y = 400 \text{ MPa}$$

Dicoba tulangan D 22 mm

$$\begin{aligned} d &= h - \text{selimut beton} - \emptyset \text{ sengkang} - \frac{1}{2} \emptyset \text{ tulangan pokok} \\ &= 600 - 40 - 12 - \frac{1}{2} 22 \\ &= 537.0 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$d' = 600 - 537 = 63 \text{ mm}$$

• Luas Penampang kolom ( $A_g$ )

$$\begin{aligned} A_g &= b \cdot h \\ &= 600 \cdot 600 \\ &= 360000 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Jumlah tulangan pada kolom 1% - 6% dicoba dengan jumlah

$$\text{tulangan } 1.2 \% , \rho = 0.012$$

$$\begin{aligned} A_{S_{\text{perlu}}} &= \rho \cdot A_g \\ &= 0.012 \cdot 360000 \\ &= 4320 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Maka dipakai tulangan 16 D 22 ,As ada = 6079.04 mm<sup>2</sup>

- Beban Sentris

$$\begin{aligned}
 P_o &= 0,85 \cdot f_c (A_g - A_{st}) + f_y \cdot A_{st} \\
 &= (0,85 \cdot 30 (360000 - 6079.04) + 400 \cdot 6079.04) \cdot 10^{-3} \\
 &= 11456.600 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 P_n &= 0,80 \cdot P_o \\
 &= 0.80 \cdot 11456.600 \\
 &= 9165.280 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

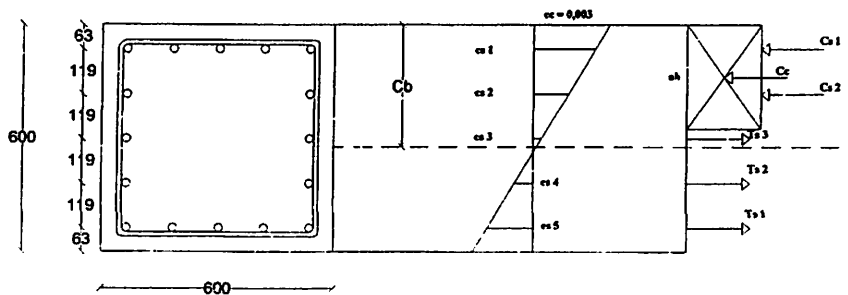
$$\begin{aligned}
 \phi P_n &= 0.65 \cdot 9165.280 \\
 &= 5957.432 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

- Kondisi Seimbang

$$c_b = \frac{600 \cdot d}{600 + f_y} = \frac{600 \cdot 537}{600 + 400} = 322.200 \text{ mm}$$

$$\begin{aligned}
 a_b &= c_b \cdot \beta \\
 &= 322.200 \cdot 0.85 \\
 &= 273.870 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 C_c &= 0,85 \cdot f_c \cdot a_b \cdot b \\
 &= 0.85 \cdot 30 \cdot 273.870 \cdot 600 \cdot 10^{-3} \\
 &= 4190.211 \text{ kN}
 \end{aligned}$$



**Gambar 4.9 Diagram tegangan dan regangan kolom kondisi seimbang**

$$\epsilon_y = \frac{f_y}{E_s} = \frac{400}{200000} = 0.00200$$

$$\epsilon_{s1} = \frac{322.200 - 63}{322.200} \times 0.003$$

$$= 0.00241 > \epsilon_y ; \text{ maka } f_s = f_y = 400 \text{ MPa}$$

$$C_{s1} = 1899.700 \cdot 400 \cdot 10^{-3} = 759.88 \text{ kN}$$

$$\epsilon_{s2} = \frac{322.200 - 181.50}{322.200} \times 0.003$$

$$= 0.00131 < \epsilon_y ;$$

$$\text{maka } f_s = 0.00131 \cdot 200000 = 262.011 \text{ MPa}$$

$$C_{s2} = 759.9 \cdot 262.011 \cdot 10^{-3} = 199.10 \text{ kN}$$

$$\epsilon_{s3} = \frac{322.200 - 300.00}{322.200} \times 0.003$$

$$= 0.00021 < \epsilon_y ;$$

$$\text{maka } f_s = 0.00021 \cdot 200000 = 41.341 \text{ MPa}$$

$$T_{s3} = 759.880 \cdot 41.341 \cdot 10^{-3} = 31.41 \text{ kN}$$

$$\epsilon_{s4} = \frac{418.50 - 322.200}{322.200} \times 0.003$$

$$= 0.0009 < \epsilon_y ;$$

$$\text{maka } f_s = 0.0009 \cdot 200000 = 179.33 \text{ MPa}$$

$$T_{s2} = 759.880 \cdot 179.33 \cdot 10^{-3} = 136.269 \text{ kN}$$

$$\epsilon_{s5} = \frac{537.00 - 322.200}{322.200} \times 0.003$$

$$= 0.00200 = \epsilon_y ;$$

$$\text{maka } f_s = 0.00200 \cdot 200000 = 400.000 \text{ MPa}$$

$$T_{s1} = 1899.700 \cdot 400.000 \cdot 10^{-3} = 759.880 \text{ kN}$$

$$P_{nb} = C_c + C_{s1} + C_{s2} + T_{s3} - T_{s2} - T_{s1}$$

$$= 4190.211 + 759.880 + 199.097 + 31.414 - 136.269 -$$

$$\begin{aligned}
& 759.880 \\
& = 4284.453 \text{ kN} \\
\phi P_{nb} & = 0.65 \cdot 4284.453 \\
& = 2784.8945 \text{ kN}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
M_{nb} & = C_c(h/2 - ab/2) + \{(C_{s1} + T_{s1}) \cdot (h/2 - 63)\} + \{(C_{s2} + T_{s2}) \cdot (h/2 - 181.5)\} \\
& = [4190.22(600/2 - 273.87/2) + \{(759.88 + 759.88) \cdot (600/2 - 63)\} + \{(199.1 + 136.27) \cdot (600/2 - 181.5)\} + \{(31.42 + 759.88) \cdot (600/2 - 300)\}] \cdot 10^{-3} \\
& = 1083.2027 \text{ kNm}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\phi M_{nb} & = 0.65 \cdot 1083.203 \\
& = 704.082 \text{ kNm}
\end{aligned}$$

$$e_b = \frac{M_{nb}}{P_{nb}} = \frac{1083.2027}{4284.453} = 0.2528 \text{ m} = 252.822 \text{ mm}$$

- Kondisi Seimbang dengan 1,25 fy

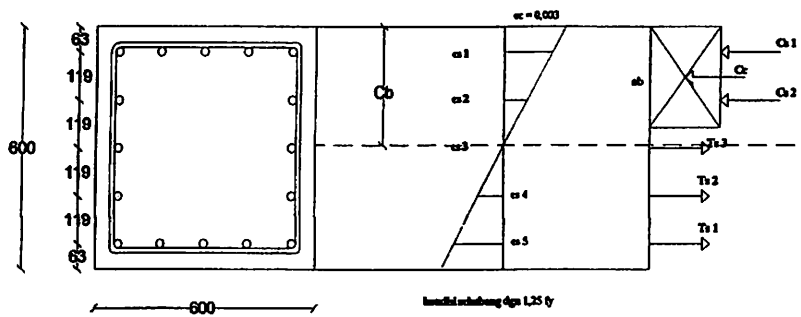
$$f_y = 1.25 \times 400 = 500 \text{ MPa}$$

$$c_b = \frac{600 \cdot d}{600 + f_y} = \frac{600 \times 537}{600 + 500.00} = 292.909 \text{ mm}$$

$$\begin{aligned}
ab & = c_b \cdot \beta \\
& = 292.909 \cdot 0.85 \\
& = 248.973 \text{ mm}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
C_c & = 0,85 \cdot f_c \cdot ab \cdot b \\
& = 0.85 \cdot 30 \cdot 248.973 \cdot 600 \cdot 10^{-3} \\
& = 3809.2827 \text{ kN}
\end{aligned}$$





**Gambar 4.10 Diagram tegangan dan regangan kolom  
kondisi seimbang  $1,25 f_y$**

$$\epsilon_y = \frac{f_y}{E_s} = \frac{500}{200000} = 0.00250$$

$$\epsilon_{s1} = \frac{292.909 - 63}{292.909} \times 0.003$$

$$= 0.00235 < \epsilon_y ; \text{ maka } f_s = 0.00235 \cdot 200000 = 470.95 \text{ Mpa}$$

$$C_{s1} = 1899.700 \cdot 470.95 \cdot 10^{-3} = 894.663 \text{ kN}$$

$$\epsilon_{s2} = \frac{292.909 - 181.50}{292.909} \times 0.003$$

$$= 0.00114 < \epsilon_y ;$$

$$\text{maka } f_s = 0.00114 \cdot 200000 = 228.212 \text{ Mpa}$$

$$C_{s2} = 759.880 \cdot 228.212 \cdot 10^{-3} = 173.414 \text{ kN}$$

$$\epsilon_{s3} = \frac{300.00 - 292.909}{292.909} \times 0.003$$

$$= 0.00007 < \epsilon_y ;$$

$$\text{maka } f_s = 0.00007 \cdot 200000 = 14.525 \text{ MPa}$$

$$T_{s3} = 759.880 \cdot 14.525 \cdot 10^{-3} = 11.037 \text{ kN}$$

$$\epsilon_{s4} = \frac{419 - 292.909}{292.909} \times 0.003$$

$$= 0.00129 < \epsilon_y ;$$

$$\text{maka } f_s = 0.00129 \cdot 200000 = 257.263 \text{ MPa}$$

$$T_{s2} = 759.880 \cdot 257.263 \cdot 10^{-3} = 195.489 \text{ kN}$$

$$\epsilon_{s_y} = \frac{537.00 - 292.909}{292.909} \times 0.003$$

$$= 0.00250 = \epsilon_y;$$

$$\text{maka } f_s = 0.00250 \cdot 200000 = 500 \text{ MPa}$$

$$T_{s1} = 1899.700 \cdot 500.000 \cdot 10^{-3} = 949.850 \text{ kN}$$

$$\begin{aligned} P_{nb} &= C_c + C_{s1} + C_{s2} - T_{s3} - T_{s2} - T_{s1} \\ &= 3809.2827 + 894.663 + 173.414 - 11.037 - 195.489 - \\ &\quad 949.850 \\ &= 3720.984 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \phi P_{nb} &= 1.0 \cdot 3720.984 \\ &= 3720.984 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_{nb} &= C_c(h/2 - ab/2) + \{(C_{s1} + T_{s1}) \cdot (h/2 - 63)\} + \{(C_{s2} + T_{s2}) \cdot \\ &\quad (h/2 - 181.5)\} \\ &= [3809.29 \cdot (600/2 - 248.98/2) + \{(894.67 + 949.85) \cdot \\ &\quad (600/2 - 63)\} + \{(173.42 + 195.49) \cdot (600/2 - 181.5)\}] \cdot 10^{-3} \\ &= 1149.4356 \text{ kNm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \phi M_{nb} &= 1.0 \cdot 1149.436 \\ &= 1149.436 \text{ kNm} \end{aligned}$$

$$e_b = \frac{M_{nb}}{P_{nb}} = \frac{1149.4356}{3720.984} = 0.3089 \text{ m} = 308.906 \text{ mm}$$

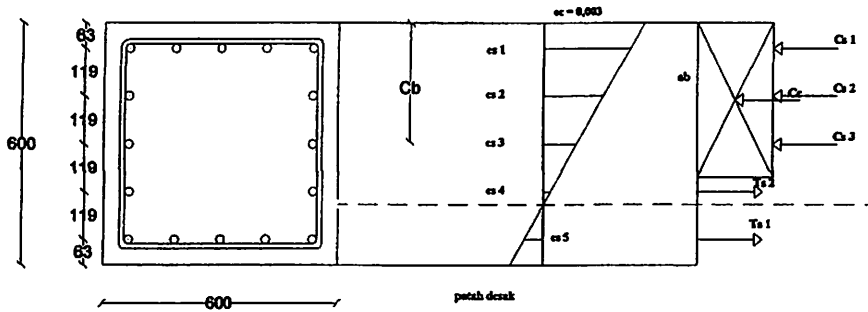
- Kondisi Patah Desak ( $c > c_b$ )

$$\text{Dipakai nilai } c = 450 \text{ mm}$$

$$\begin{aligned} a &= c \cdot \beta \\ &= 450.000 \cdot 0.85 \\ &= 382.50 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} C_c &= 0.85 \cdot f_c \cdot a \cdot b \\ &= 0.85 \cdot 30 \cdot 382.50 \cdot 600 \cdot 10^{-3} \end{aligned}$$

$$= 5852.250 \text{ kN}$$



**Gambar 4.11 Diagram tegangan dan regangan kolom kondisi patah desak**

$$\epsilon_y = \frac{f_y}{E_s} = \frac{400}{200000} = 0.00200$$

$$\epsilon_{s1} = \frac{450 - 63}{450} \times 0.003$$

$$= 0.00258 > \epsilon_y ; \text{ maka } f_s = f_y = 400 \text{ MPa}$$

$$C_{s1} = 1899.700 \cdot 400 \cdot 10^{-3} = 759.880 \text{ kN}$$

$$\epsilon_{s2} = \frac{450 - 181.50}{450} \times 0.003$$

$$= 0.00179 < \epsilon_y ; \text{ maka } f_s = 0.00179 \cdot 200000 = 358 \text{ MPa}$$

$$C_{s2} = 759.880 \cdot 358.00 \cdot 10^{-3} = 272.037 \text{ kN}$$

$$\epsilon_{s3} = \frac{450 - 300.00}{450} \times 0.003$$

$$= 0.00100 < \epsilon_y ;$$

$$\text{maka } f_s = 0.00100 \cdot 200000 = 200.00 \text{ MPa}$$

$$C_{s3} = 759.880 \cdot 200.00 \cdot 10^{-3} = 151.976 \text{ kN}$$

$$\epsilon_{s4} = \frac{450 - 419}{450} \times 0.003$$

$$= 0.00021 < \epsilon_y ;$$

$$\text{maka } f_s = 0.00021 \cdot 200000 = 42 \text{ MPa}$$

$$T_{s2} = 759.880 \cdot 42 \cdot 10^{-3} = 31.915 \text{ kN}$$

$$\epsilon_s = \frac{537.00 - 450}{450} \times 0.003$$

$$= 0.00058 < \epsilon_y;$$

$$\text{maka } f_s = 0.00058 \cdot 200000 = 116.00 \text{ MPa}$$

$$T_s = 1899.700 \cdot 116.00 \cdot 10^{-3} = 220.365 \text{ kN}$$

$$\begin{aligned} P_n &= C_c + C_{s1} + C_{s2} + C_{s3} + T_{s2} - T_s \\ &= 5852.250 + 759.880 + 272.037 + 151.976 + 31.915 - \\ &\quad 220.365 \\ &= 6847.693 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \phi P_n &= 0.65 \cdot 6847.693 \\ &= 4451.0003 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_n &= C_c(h/2 - ab/2) + \{(C_{s1} + T_s) \cdot (h/2 - 63)\} + \{(C_{s2} + C_{s4}) \cdot \\ &\quad (h/2 - 181.5)\} \\ &= (5852.25 \cdot (600/2 - 382.5/2)) + \{(759.88 + 220.37) \cdot (600/2 - 63)\} + \\ &\quad \{(272.04 + 31.92) \cdot (600/2 - 181.5)\} \cdot 10^{-3} \\ &= 904.771 \text{ kNm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \phi M_n &= 0.65 \cdot 904.771 \\ &= 588.101 \text{ kNm} \end{aligned}$$

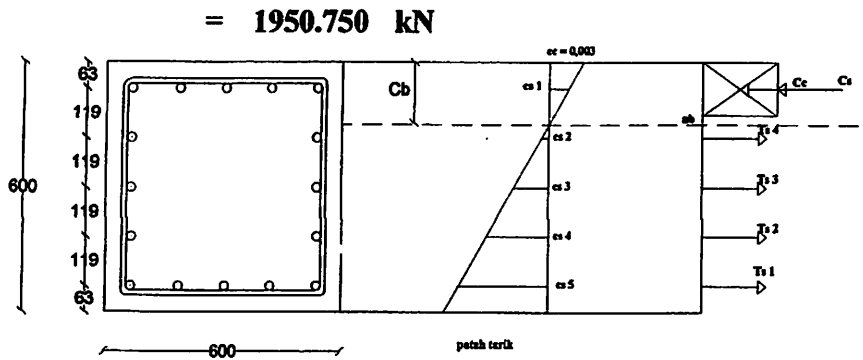
$$e_b = \frac{M_n}{P_n} = \frac{904.7707}{6847.693} = 0.1321 \text{ m} = 132.128 \text{ mm}$$

- Kondisi Patah Tarik (c < c<sub>b</sub>)

Dipakai nilai c = 150 mm

$$\begin{aligned} a &= c \cdot \beta \\ &= 150 \cdot 0.85 \\ &= 127.5 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} C_c &= 0.85 \cdot f_c \cdot a \cdot b \\ &= 0.85 \cdot 30 \cdot 128 \cdot 600 \cdot 10^{-3} \end{aligned}$$



**Gambar 4.12 Diagram tegangan dan regangan kolom kondisi patah tarik**

$$\epsilon_y = \frac{f_y}{E_s} = \frac{400}{200000} = 0.00200$$

$$\epsilon_{s1} = \frac{150 - 63}{150} \times 0.003$$

$$= 0.00174 < \epsilon_y ; \text{ maka } f_s = 0.00174 \cdot 200000 = 348.00 \text{ MPa}$$

$$C_s = 1899.700 \cdot 348 \cdot 10^{-3} = 661.096 \text{ kN}$$

$$\epsilon_{s2} = \frac{181.50 - 150}{150} \times 0.003$$

$$= 0.0006 < \epsilon_y ;$$

$$\text{maka } f_s = 0.00063 \cdot 200000 = 126.0 \text{ MPa}$$

$$T_{s4} = 759.880 \cdot 126.000 \cdot 10^{-3} = 95.745 \text{ kN}$$

$$\epsilon_{s3} = \frac{300 - 150}{150} \times 0.003$$

$$= 0.00300 < \epsilon_y ;$$

$$\text{maka } f_s = 0.00300 \cdot 200000 = 600.000 \text{ MPa}$$

$$T_{s3} = 759.880 \cdot 600.000 \cdot 10^{-3} = 455.928 \text{ kN}$$

$$\epsilon_{s4} = \frac{419 - 150}{150.000} \times 0.003$$

$$= 0.00537 > \epsilon_y ; \text{ maka } f_s = f_y = 400 \text{ MPa}$$

$$T_{s2} = 759.880 \cdot 400 \cdot 10^{-3} = 303.952 \text{ kN}$$

$$\epsilon_{s5} = \frac{537.00 - 150}{150} \times 0.003$$

$$= 0.00774 > \epsilon_y ; \text{ maka } f_s = f_y = 400 \text{ MPa}$$

$$T_{s1} = 1899.700 \cdot 400 \cdot 10^{-3} = 759.880 \text{ kN}$$

$$\begin{aligned} P_n &= C_c + C_s - T_{s4} - T_{s3} - T_{s2} - T_{s1} \\ &= 1950.750 + 661.096 - 95.745 - 455.928 - 303.952 - \\ &\quad 759.880 \\ &= 996.341 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \phi P_n &= 0.65 \cdot 996.341 \\ &= 647.62147 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_n &= C_c(h/2 - ab/2) + \{(C_s + T_{s1}) \cdot (h/2 - 63)\} + \{(T_{s4} + T_{s2}) \cdot \\ &\quad (h/2 - 181.5)\} \\ &= [1950.75 \cdot (600/2 - 127.5/2) + \{(661.1 + 759.88) \cdot (600/2 - 63)\} + \\ &\quad \{(95.75 + 303.96) \cdot (600/2 - 181.5)\} \\ &\quad (h/2 - 286,50)] \cdot 10^{-3} \\ &= 845.00258 \text{ kNm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \phi M_n &= 0.65 \cdot 845.003 \\ &= 549.252 \text{ kNm} \end{aligned}$$

$$e_b = \frac{M_n}{P_n} = \frac{845.00258}{996.341} = 0.8481 \text{ m} = 848.1 \text{ mm}$$

- **Kondisi Lentur Murni**

Dicoba dipasang tulangan sebagai berikut :

$$\text{Tulangan tekan } A_s' = 5 \text{ D } 22 = 1899.700 \text{ mm}^2$$

$$\text{Tulangan tarik } A_s = 11 \text{ D } 22 = 4179.340 \text{ mm}^2$$

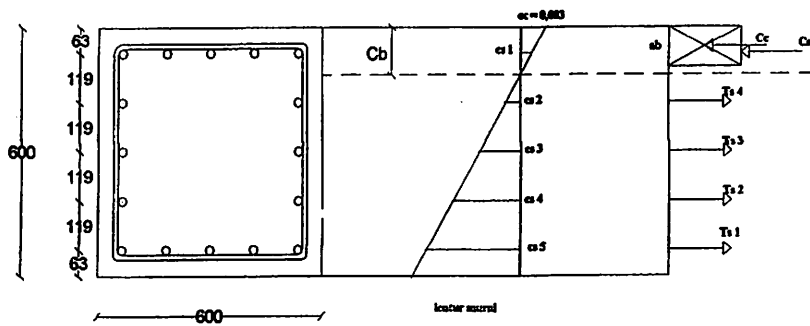
$$A_s 1 = 6 \text{ D } 22 = 2279.640 \text{ mm}^2$$

$$A_s 2 = 5 \text{ D } 22 = 1899.700 \text{ mm}^2$$

$$y_1 = 40 + 10 + 1/2 \cdot 22 = 61 \text{ mm}$$

$$y_2 = 61 + 118.5 = 180 \text{ mm}$$

$$y = d' = \frac{2279.64 \times 61 + 1899.70 \times 180}{4179.340} = 114.870 \text{ mm}$$



**Gambar 4.13 Diagram tegangan dan regangan kolom kondisi 1 lentur murni**

Dimisalkan garis netral ( $c$ )  $>$   $y_2$  maka perhitungan garis netral harus dicari menggunakan persamaan :

$$0,85 \cdot f_c \cdot a \cdot b + A_s' \cdot f_s' = A_s \cdot f_y$$

$$\text{Substitusi nilai : } f_s' = \frac{(c - d')}{c} \times 600$$

$$(0,85 \cdot f_c \cdot a \cdot b) + A_s' \cdot \frac{(c - d')}{c} \times 600 = A_s \cdot f_y$$

$$(0,85 \cdot f_c \cdot a \cdot b) \cdot c + A_s' \cdot (c - d') \times 600 = A_s \cdot f_y \cdot c$$

$$\text{Substitusi nilai : } a = \beta 1 \cdot c$$

$$(0,85 \cdot f_c \cdot \beta 1 \cdot c \cdot b) \cdot c + A_s' \cdot (c - d') \cdot 600 = A_s \cdot f_y \cdot c$$

$$(0,85 \cdot f_c \cdot \beta 1 \cdot b) \cdot c^2 + 600 A_s' \cdot c - 600 A_s' \cdot d' = A_s \cdot f_y \cdot c$$

$$(0,85 \cdot f_c \cdot \beta 1 \cdot b) \cdot c^2 + 600 A_s' \cdot c - 600 A_s' \cdot d' - A_s \cdot f_y \cdot c = 0$$

$$(0,85 \cdot f_c \cdot \beta 1 \cdot b) \cdot c^2 + (600 A_s' - A_s \cdot f_y) \cdot c - 600 A_s' \cdot d' = 0$$

$$(0,85 \cdot 30 \cdot 0,85 \cdot 600) c^2 + (600 \cdot 4179.34 - 1899.7 \cdot 400) c - 600 \cdot 4179.34 \cdot 114.87$$

$$13005 c^2 + 1747724.000 c - 288048471.5 = 0$$

$$c = 96.097 \text{ mm}$$

Karena nilai  $c <$   $y_2$  maka dihitung nilai  $c$  sebenarnya berdasarkan persamaan yang kedua.

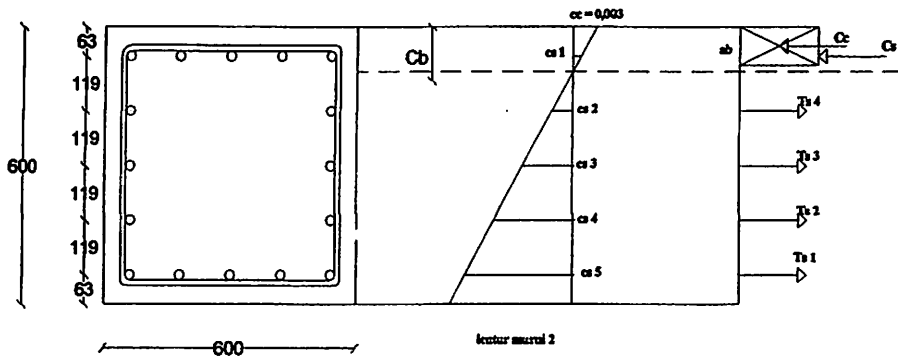
Dicoba dipasang tulangan sebagai berikut :

$$\text{Tulangan tarik } A_s = 11 \text{ D } 22 = 4179.340 \text{ mm}^2$$

$$\text{Tulangan tekan } A_s' = 5 \text{ D } 22 = 1899.700 \text{ mm}^2$$

$$d' = 40 + 10 + 1/2 \cdot 22 = 61 \text{ mm}$$

$$d = 600 - 61 = 539 \text{ mm}$$



**Gambar 4.14 Diagram tegangan dan regangan kolom kondisi 2 lentur murni**

$$0,85 \cdot f_c \cdot a \cdot b + A_s' \cdot f_s' = A_s \cdot f_y$$

$$\text{Substitusi nilai : } f_s' = \frac{(c - d')}{c} \times 600$$

$$(0,85 \cdot f_c \cdot a \cdot b) + A_s' \cdot \frac{(c - d')}{c} \times 600 = A_s \cdot f_y$$

$$(0,85 \cdot f_c \cdot a \cdot b) \cdot c + A_s' \cdot (c - d') \times 600 = A_s \cdot f_y \cdot c$$

$$\text{Substitusi nilai : } a = \beta \cdot c$$

$$(0,85 \cdot f_c \cdot \beta \cdot c \cdot b) \cdot c + A_s' \cdot (c - d') \cdot 600 = A_s \cdot f_y \cdot c$$

$$(0,85 \cdot f_c \cdot \beta \cdot 1 \cdot b) \cdot c^2 + 600 A_s' \cdot c - 600 A_s' \cdot d' = A_s \cdot f_y \cdot c$$

$$(0,85 \cdot f_c \cdot \beta \cdot 1 \cdot b) \cdot c^2 + 600 A_s' \cdot c - 600 A_s' \cdot d' - A_s \cdot f_y \cdot c = 0$$

$$(0,85 \cdot f_c \cdot \beta \cdot 1 \cdot b) \cdot c^2 + (600 A_s' - A_s \cdot f_y) \cdot c - 600 A_s' \cdot d' = 0$$

$$(0,85 \cdot 30 \cdot 0,85 \cdot 600) c^2 + (600 \cdot 1899,7 - 4179,34 \cdot 400) \cdot c -$$

$$600 \cdot 1899,7 \cdot 61 = 0$$

$$13005 \cdot c^2 - 531916,000 \cdot c - 69529020,000 = 0$$

$$c = 96,375 \text{ mm}$$

$$a = \beta \cdot c$$

$$= 0,85 \times 96,375 = 81,919 \text{ mm}$$



$$\begin{aligned}
C_c &= 0,85 \cdot f_c' \cdot a \cdot b \\
&= 0,85 \times 30 \times 81.919 \times 600 \\
&= 1253.358 \text{ kN}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
C_s &= f_s' \cdot A_s' \\
&= \frac{(c - d')}{c} \times 600 \cdot A_s' \\
&= \frac{96.375 - 61.0}{96.375} \times 600 \times 1899.700 \times 10^{-3} \\
&= 418.378 \text{ kN}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
T_{s1} &= A_s \times f_y \\
&= 1899.700 \times 400 \times 10^{-3} \\
&= 759.880 \text{ kN}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
T_{s2} &= A_s \times f_y \\
&= 759.880 \times 400 \times 10^{-3} \\
&= 303.952 \text{ kN}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
T_{s3} &= A_s \times f_y \\
&= 759.880 \times 400 \times 10^{-3} \\
&= 303.952 \text{ kN}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
T_{s4} &= A_s \times f_y \\
&= 759.880 \times 400 \times 10^{-3} \\
&= 303.952 \text{ kN}
\end{aligned}$$

$$C_c + C_s = T_{s1} + T_{s2} + T_{s3} + T_{s4}$$

$$\begin{aligned}
1253.358 + 418.378 &= 759.880 + 303.952 + 303.952 + 303.952 \\
1671.736 &= 1671.736
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
Z C_c &= c - a/2 \\
&= 96.375 - \frac{81.919}{2} \\
&= 55.416 \text{ mm}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 ZC1 &= c - y1 \\
 &= 96.375 - 61 \\
 &= 35.375 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 ZT4 &= y2 - c \\
 &= 180 - 96.375 \\
 &= 83.125 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 ZT3 &= y3 - c \\
 &= 300.00 - 96.375 \\
 &= 203.625 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 ZT2 &= y4 - c \\
 &= 419 - 96.375 \\
 &= 322.125 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

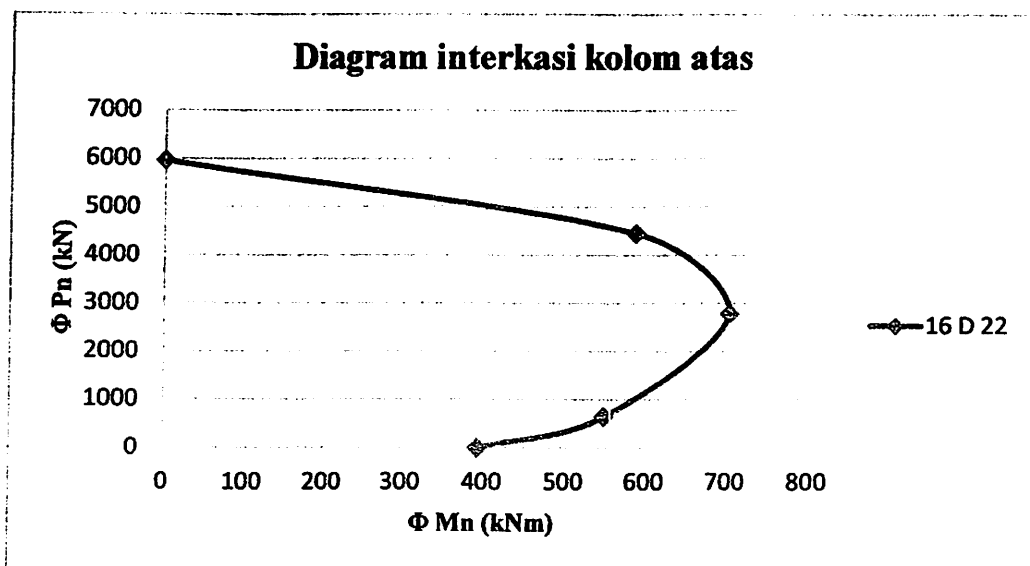
$$\begin{aligned}
 ZT1 &= y5 - c \\
 &= 537.00 - 96.375 \\
 &= 440.625 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Mn &= \{(Cc.ZCc) + (Cs1.ZC1) + (Ts1.ZT1) + (Ts2.ZT2) + \\
 &\quad (Ts3.ZT3) + (Ts4.ZT4)\} \\
 &= \{(1253.36 \cdot 55.42) + (418.38 \cdot 35.38) + (759.88 \cdot 440.63) \\
 &\quad + (303.96 \cdot 322.13) + (303.96 \cdot 203.63) + (303.96 \cdot 83.13)\} 10^{-3} \\
 &= 604.168 \text{ kNm}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \phi Mn &= 0.65 \cdot 604.17 \\
 &= 392.709 \text{ kNm}
 \end{aligned}$$

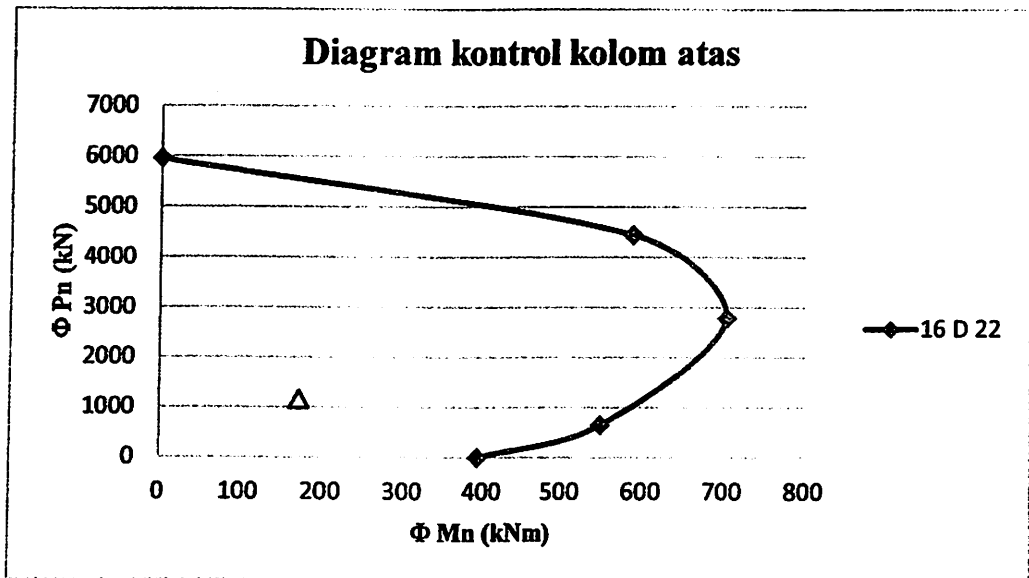
Kondisi	16 D 22	
	$\phi P_n$ (kN)	$\phi M_n$ (kNm)
Sentris	5957.432	0
Patah Desak	4451.000	588.101
Balance	2784.895	704.082
Patah Tarik	647.621	549.252
Lentur	0	392.709

$\phi P_n$ Kolom atas beam (kN)	479.7 kN
$\phi P_n$ Kolom desain (kN)	1107 kN
$\phi P_n$ Kolom bawah (kN)	1719 kN



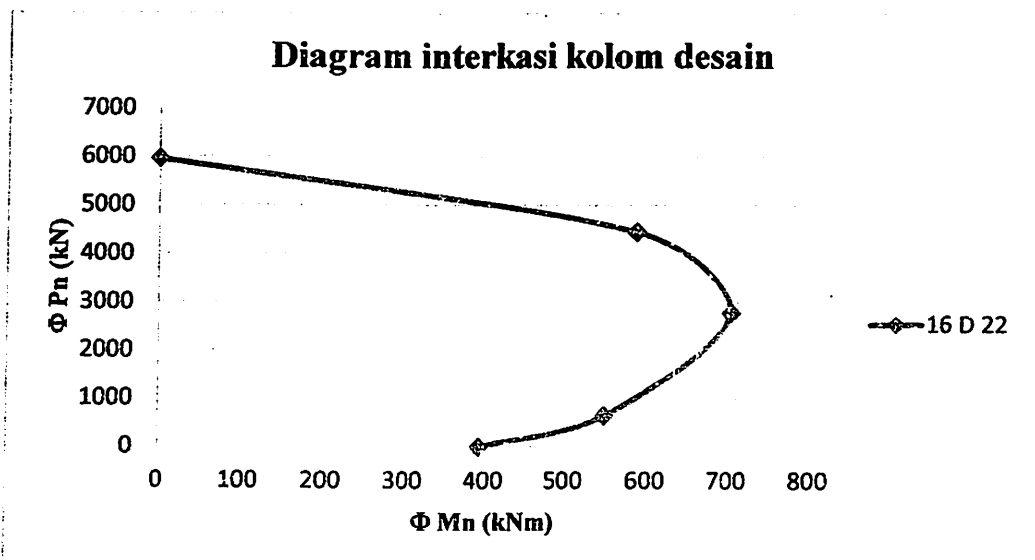
**Gambar 4.15 Diagram Interaksi Kolom atas**

Dari perhitungan sap2000, didapat nilai momen max untuk kolom atas sebesar 84.75 kNm dengan nilai beban aksialnya sebesar 479.7 kN



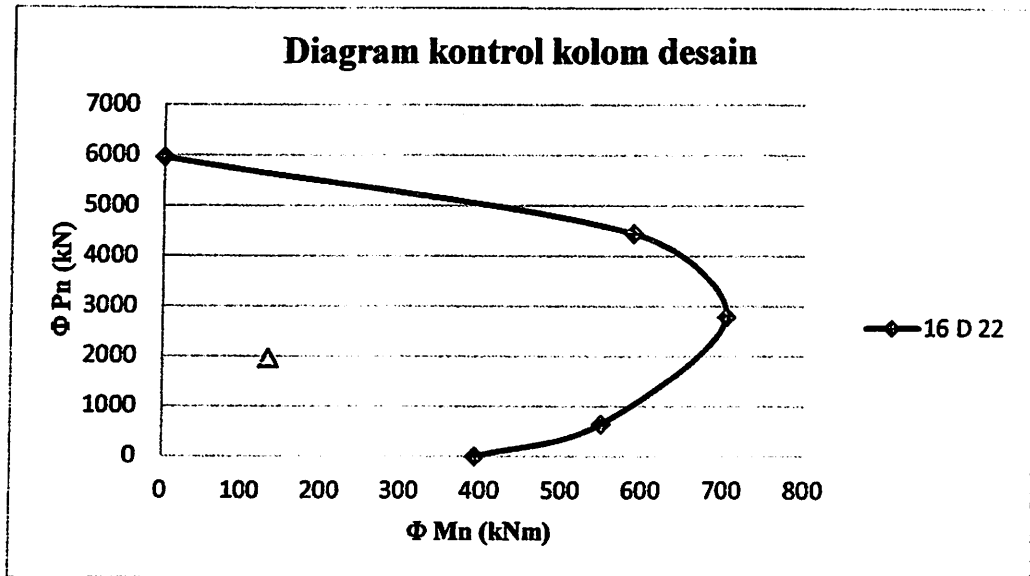
**Gambar 4.16 Diagram kontrol Kolom atas**

Dari diagram diatas, dapat dilihat bahwa koordinat untuk momen max yang terjadi pada kolom atas, masih berada di dalam diagram. Maka dapat disimpulkan bahwa kolom atas desain mampu memikul beban-beban struktur.



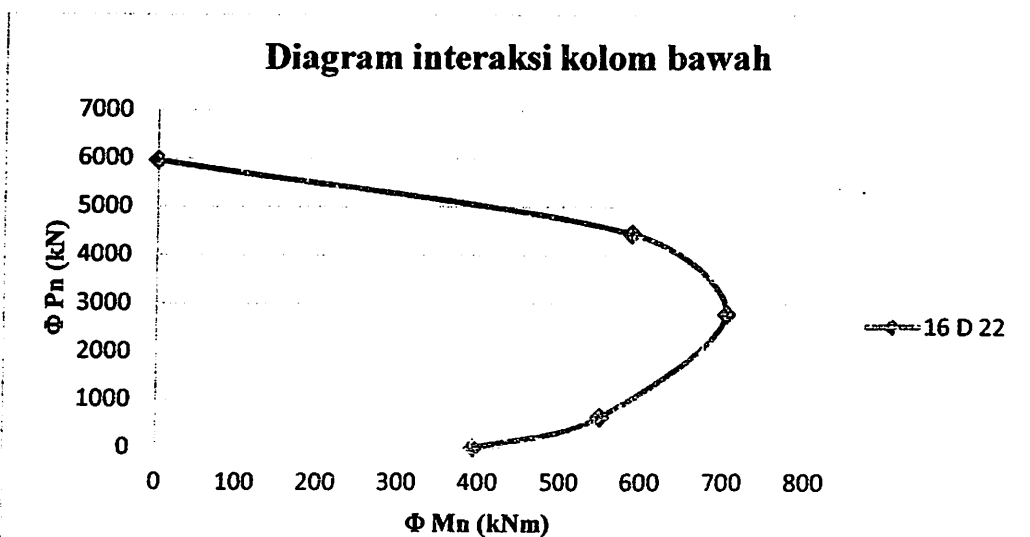
**Gambar 4.17 Diagram Interaksi Kolom desain**

Dari perhitungan sap2000, didapat nilai momen max untuk kolom desain sebesar 82.67 kNm dengan nilai beban aksialnya sebesar 1107.1 kN



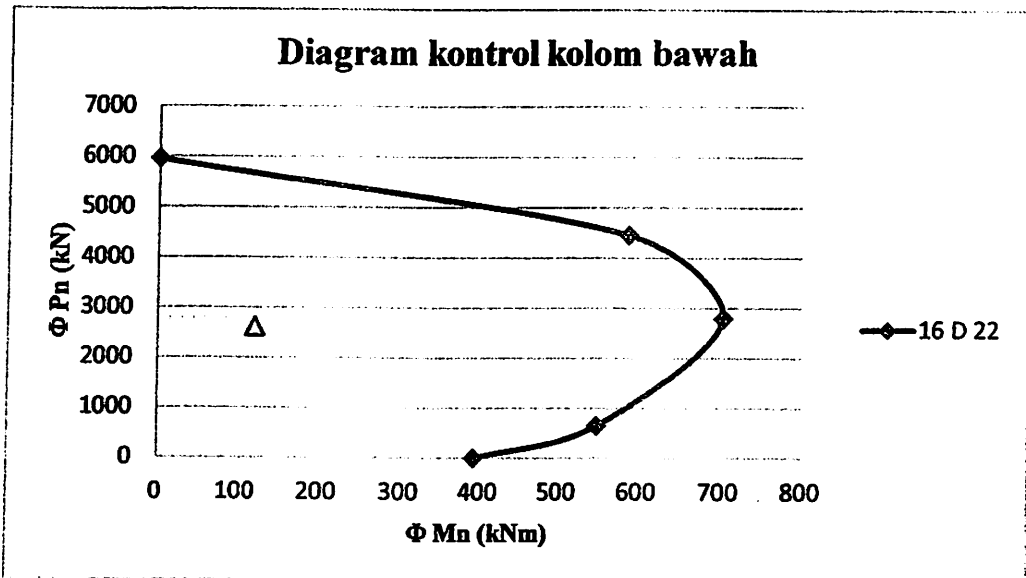
**Gambar 4.18 Diagram kontrol Kolom desain**

Dari diagram diatas, dapat dilihat bahwa koordinat untuk momen max yang terjadi pada kolom desain masih berada di dalam diagram. Maka dapat disimpulkan bahwa kolom desain mampu memikul beban-beban struktur.



**Gambar 4.19 Diagram Interaksi Kolom bawah**

Dari perhitungan sap2000, didapat nilai momen max untuk kolom bawah sebesar 57.15 kNm dengan nilai beban aksialnya sebesar 1719.3 kN



**Gambar 4.20 Diagram kontrol Kolom bawah**

Dari diagram diatas, dapat dilihat bahwa koordinat untuk momen max yang terjadi pada kolom bawah masih berada di dalam diagram. Maka dapat disimpulkan bahwa kolom bawah desain mampu memikul beban-beban struktur.

Dari hasil pembacaan ketiga diagram interaksi kolom diatas, maka didapat Nilai momen nominal terfaktor untuk kolom yang ditinjau sebesar:

$\phi$ Mn Kolom atas (kNm)	425
$\phi$ Mn Kolom desain (kNm)	490
$\phi$ Mn Kolom bawah (kNm)	520

#### 4.2.2 Perhitungan Penulangan Geser Kolom

Penulangan geser kolom no. 811 pada portal memanjang line 2.

$$\begin{aligned} \text{Diketahui : } h &= 600 \text{ mm} & f_c &= 30 \text{ MPa} \\ b &= 600 \text{ mm} & f_{y_{ulir}} &= 400 \text{ MPa} \\ d &= 537 \text{ mm} & f_{y_{polos}} &= 240 \text{ MPa} \\ \text{Tinggi bersih } l_n &= 2800 \text{ mm} \\ \text{Tulangan sengkang} &= \emptyset 12 \text{ mm} \end{aligned}$$

##### a. Pengekangan Kolom

Daerah yang berpotensi sendi plastis terletak sepanjang  $l_0$  (SNI 2847-2013 Pasal 21.6.4.1) dari muka yang ditinjau, dimana panjang  $l_0$  tidak boleh kurang dari :

- $h = 600 \text{ mm}$
- $\frac{1}{6} l_n = \frac{1}{6} \cdot 2800 = 466.667 \text{ mm}$
- $450 \text{ mm}$

Jadi daerah yang berpotensi terjadi sendi plastis sejauh  $600 \text{ mm}$  dari muka kolom.

Persyaratan spasi maksimum pada daerah gempa (SNI 2847-2013 Pasal 21.6.4.3), spasi maksimum tidak boleh melebihi :

- $\frac{1}{4} \times \text{dimensi terkecil komponen struktur} = \frac{1}{4} \times 600 = 150 \text{ mm}$
- $6 \times \text{diameter terkecil komponen struktur} = 6 \times 22 = 132 \text{ mm}$
- $100 \text{ mm}$

Dipasang tulangan geser  $4 \emptyset 12 \text{ mm}$

$$A_s = 4 \times \frac{1}{4} \times 3,14 \times 12^2$$

$$= 452.16 \text{ mm}^2$$

$$A_s = 452.160 \text{ mm}^2 \geq A_{sh}$$

$$h_c = 600 - 40 - 40 - 12 = 508 \text{ mm}$$

$$A_{ch} = [600 - 2 \times 40]^2 = 270400 \text{ mm}^2$$

$A_{sh}$  minimum harus memenuhi persyaratan sesuai SNI 2847-2013 Pasal

21.6.4.4.(b) dan diambil nilai yang terbesar dari hasil rumus berikut ini :

$$A_{sh} = 0.3 \left( \frac{s \cdot h_c \cdot f'_c}{f_{yh}} \right) \left( \left( \frac{A_g}{A_{ch}} \right) - 1 \right)$$
$$452.16 = 0.3 \left( \frac{s \times 508 \times 30}{240} \right) \left( \left( \frac{360000}{270400} \right) - 1 \right)$$

$$452.16 = 0.3 \times 63.5 \times s \times 0.331$$

$$452.16 = 6.3124 \times s$$

$$s = 71.630 \text{ mm}$$

atau

$$A_{sh} = 0.09 \left( \frac{s \cdot h_c \cdot f'_c}{f_{yh}} \right)$$

$$452.16 = 0.09 \left( \frac{s \times 508 \times 30}{240} \right)$$

$$452.16 = 0.09 \times 63.5 \times s$$

$$452.16 = 5.715 \times s$$

$$s = 79.118 \text{ mm}$$

Dipakai  $s = 80 \text{ mm}$

Jadi dipasang tulangan geser  $4 \text{ } \emptyset \text{ } 12 \text{ - } 80 \text{ mm}$ .

#### a. Perhitungan Tulangan Transversal Kolom Akibat $V_e$

$$\text{Diketahui : } h = 600 \text{ mm} \quad f_c = 30 \text{ MPa}$$

$$b = 600 \text{ mm} \quad f_{y_{ulir}} = 400 \text{ MPa}$$

$$d = 537 \text{ mm} \quad f_{y_{polos}} = 240 \text{ MPa}$$

$$\text{Tinggi bersih } h_n = 2800 \text{ mm}$$

$$\text{Tulangan sengkang} = \emptyset 12 \text{ mm}$$

$$N_u, k = 1107000 \text{ N}$$



Perhitungan Momen Probabilitas (Mpr)

$$M_{pr} = M_{nb} = 1149435562.900 \text{ Nmm}$$

Karena tulangan longitudinal sepanjang kolom sama, maka  $M_{pr_3}$  dan  $M_{pr_4}$   
= 1149435562.900 Nmm, sehingga :

$$V_{e \text{ kolom}} = \frac{M_{pr_3} + M_{pr_4}}{h_n}$$
$$= \frac{1149435562.900 + 1149435562.900}{2800}$$

$$= 821025.40 \text{ N}$$

$$V_{e \text{ balok}} = \frac{M_{Pr_1} + M_{Pr_2}}{h_n}$$
$$= \frac{381270534.980 + 381270534.980}{2800}$$

$$= 272336.096 \text{ N} < V_{e \text{ kolom}} = 821025.402 \text{ N}$$

$V_c$  = apabila memenuhi ketentuan pada SNI 2847-2013 Pasal 21.5.4.2  
sebagai berikut :

Gaya aksial terfaktor  $< A_g \cdot f_c / 20$

$$1107000 \text{ N} < \frac{600 \times 600 \times 30}{20}$$

$$1107000 \text{ N} > 540000 \text{ N}$$

Maka dipakai  $V_c$  sesuai dengan SNI 2847-2013 Pasal 11.2.1.2 :

$$V_c = 0.17 \left[ 1 + \frac{N_u}{14 \cdot A_g} \right] \lambda \times \sqrt{f_c'} \times b_w \times d$$
$$= 0.17 \left[ 1 + \frac{1107000}{14 \times 360000} \right] \times 1 \times \sqrt{30} \times 600 \times 537.0$$
$$= 365904.509 \text{ N}$$

- Tulangan geser di dalam daerah sendi plastis

Daerah yang berpotensi sendi plastis terletak sepanjang  $l_0$  (SNI 2847-2013

Pasal 21.6.4.1) dari muka yang ditinjau, dimana panjang  $l_0$  tidak boleh kurang dari :

- $h = 600 \text{ mm}$
- $\frac{1}{6} l_n = \frac{1}{6} \cdot 2800 = 466.667 \text{ mm}$
- $450 \text{ mm}$

Jadi daerah yang berpotensi terjadi sendi plastis sejauh  $600 \text{ mm}$  dari muka kolom.

Persyaratan spasi maksimum pada daerah sendi plastis (SNI 2847-2013 Pasal 21.6.4.3), spasi maksimum tidak boleh melebihi :

- $\frac{1}{4} \times$  dimensi terkecil komponen struktur  $= \frac{1}{4} \times 600 = 150 \text{ mm}$
- $6 \times$  diameter terkecil komponen struktur  $= 6 \times 22 = 132 \text{ mm}$
- $S_o = 100 + \frac{350 - h_x}{3}$ , dimana  $h_x = \frac{2}{3} h_c = \frac{2}{3} \times 508 = 339$   
 $= 100 + \frac{350 - 339}{3} = 104 \text{ mm}$

Dipasang tulangan geser  $4 \text{ } \emptyset \text{ } 12 \text{ mm}$

$$A_s = 4 \times \frac{1}{4} \times 3,14 \times 12^2$$

$$= 452.16 \text{ mm}^2$$

$$A_s = 452.16 \text{ mm}^2 \geq A_{sh}$$

$$h_c = 600 - 40 - 40 - 12 = 508 \text{ mm}$$

$$A_{ch} = [600 - 2 \times 40]^2 = 270400 \text{ mm}^2$$

$A_{sh}$  minimum harus memenuhi persyaratan sesuai SNI 2847-2013 Pasal

21.6.4.4.(b) dan diambil nilai yang terbesar dari hasil rumus berikut ini :

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

$$452.16 = 0.3 \left( \frac{s \times 508 \times 30}{240} \right) \left( \left( \frac{360000}{270400} \right) - 1 \right)$$

$$452.16 = 0.3 \times 63.5 s \times 0.331$$

$$452.16 = 6.3124 s$$

$$s = 71.630 \text{ mm}$$

atau

$$A_{sh} = 0.09 \left( \frac{s \cdot h_c \cdot f'_c}{f_{yh}} \right)$$

$$452.16 = 0.09 \left( \frac{s \times 508 \times 30}{240} \right)$$

$$452.16 = 0.09 \times 63.5 s$$

$$452.16 = 5.715 s$$

$$s = 79.118 \text{ mm}$$

Dipakai  $s = 80 \text{ mm}$

$$V_s = \frac{A_s \cdot f_y \cdot d}{s} = \frac{452.16 \times 240 \times 537.0}{80}$$

$$= 728429.760 \text{ N}$$

Jadi dipasang tulangan geser **4 Ø 12 - 80 mm**

Kontrol kuat geser nominal menurut SNI 2847-2013 Pasal 11.4.7.9

$$V_s \leq 0.66 \sqrt{f'_c} b_w \cdot d$$

$$V_s \leq 0.66 \sqrt{30} \times 600 \times 537.0$$

$$728429.760 \text{ N} < 1164742.973 \text{ N} \dots\dots\dots\text{OK}$$

Maka :

$$\phi (V_s + V_c) = 0.75 [ 728429.760 + 365904.509 ]$$

$$= 820750.702 \text{ N} > V_u = 272336.096 \text{ N} \dots\dots\dots\text{OK}$$

Jadi untuk penulangan geser di daerah yang berpotensi terjadi sendi plastis sejauh  $l_o = 600 \text{ mm}$  dipasang tulangan geser 4 kaki Ø 12-80.

- Tulangan geser di luar daerah sendi plastis

Persyaratan spasi maksimum untuk daerah luar sendi plastis menurut SNI 2847-2013 Pasal 21.6.4.5, spasi maksimum tidak boleh melebihi :

- 6 x diameter tulangan utama = 6 x 22 = 132 mm
- 150 mm

Dipakai sengkang 4 Ø 12 dengan spasi 100 mm

$$V_s = \frac{A_s \cdot f_y \cdot d}{s} = \frac{452.16 \times 240 \times 537.0}{100}$$

$$= 582743.808 \text{ N}$$

Kontrol kuat geser nominal menurut SNI 2847-2013 Pasal 11.4.7.9

$$V_s \leq 0.66 \sqrt{f_c'} b_w \cdot d$$

$$V_s \leq 0.66 \sqrt{30} \times 600 \times 537.0$$

$$582743.808 \text{ N} < 1164742.973 \text{ N} \dots\dots\dots\text{OK}$$

Maka :

$$\phi (V_s + V_c) = 0.75 [ 582743.808 + 365904.509 ]$$

$$= 711486.238 \text{ N} > V_u = 272336.096 \text{ N} \dots\dots\dots\text{OK}$$

Jadi untuk penulangan geser di luar sendi plastis dipasang tulangan geser 4 kaki Ø 12-100.

#### 4.3 Sambungan Lewatan Tulangan Vertikal Kolom

Sesuai SNI 2847-2013 Pasal 12.2.3 panjang sambungan lewatan harus dihitung sesuai dengan rumus sebagai berikut :

$$l_d = \left( \frac{f_y}{1.1\lambda \sqrt{f_c'}} \cdot \frac{\Psi_t \Psi_o \Psi_s}{\left( \frac{c_b + K_{tr}}{d_b} \right)} \right) d_b$$

dimana :  $\Psi_t = 1$        $\Psi_o = 1$        $\Psi_s = 0.8$        $\lambda = 1$

$$c = \text{selimut beton} + \text{Ø sengkang} + \frac{1}{2} D \text{ kolom}$$

$$= 40 + 12 + \left( \frac{1}{2} \cdot 22 \right)$$

$$= 63.0 \text{ mm}$$

$$c = \frac{600 - 2 [ 40 + 12 ] - 22}{2 \times 4}$$

$$= 59.25 \text{ mm}$$

diambil  $c = 59.25 \text{ mm}$  yang menentukan

$$K_{tr} = 0$$

$$\left( \frac{c_b + K_{tr}}{d_b} \right) = \frac{59.25 + 0}{22} = 2.693$$

$$\text{Sehingga : } l_d = \frac{400}{1.1 \times 1} \sqrt{30} \times \frac{1 \times 1 \times 0.8}{2.693} \cdot 22$$

$$= 433.864 \text{ mm}$$

Sesuai Pasal 21.6.3.3, sambungan lewatan harus diletakan ditengah panjang kolom dan harus dihitung sebagai sambungan tarik.

Mengingat sambungan lewatan ini termasuk kelas B, maka panjangnya harus  $= 1,3 l_d = 1.3 \times 433.864 = 564.023 \text{ mm} \approx 600 \text{ mm}$ .

#### 4.4 Kontrol Desain Kapasitas

Kontrol desain kapasitas untuk joint 486

##### a. Momen pada kolom

$$\Sigma M_{nc} = \phi M_n \text{ atas} + \phi M_n \text{ desain}$$

$$= 490000000 + 425000000$$

$$= 915000000 \text{ Nmm}$$

$$\Sigma M_{nc} = \phi M_n \text{ bawah} + \phi M_n \text{ desain}$$

$$= 520000000 + 425000000$$

$$= 945000000 \text{ Nmm}$$

##### b. Momen pada balok

$$M_{pr}^- = 381270534.980 \text{ Nmm}$$

$$M_{pr}^+ = 381270534.980 \text{ Nmm}$$

$$\sum M_{nc} \geq 1.2 \sum M_{nb}$$

$$\sum M_{nc} = \frac{915000000 + 945000000}{0.65}$$

$$= 2861538461.538 \text{ Nmm}$$

$$1.2 \sum M_{nb} = \frac{1.2 \times 381270534.980 + 381270534.980}{0.9}$$

$$= 1016721426.614 \text{ Nmm}$$

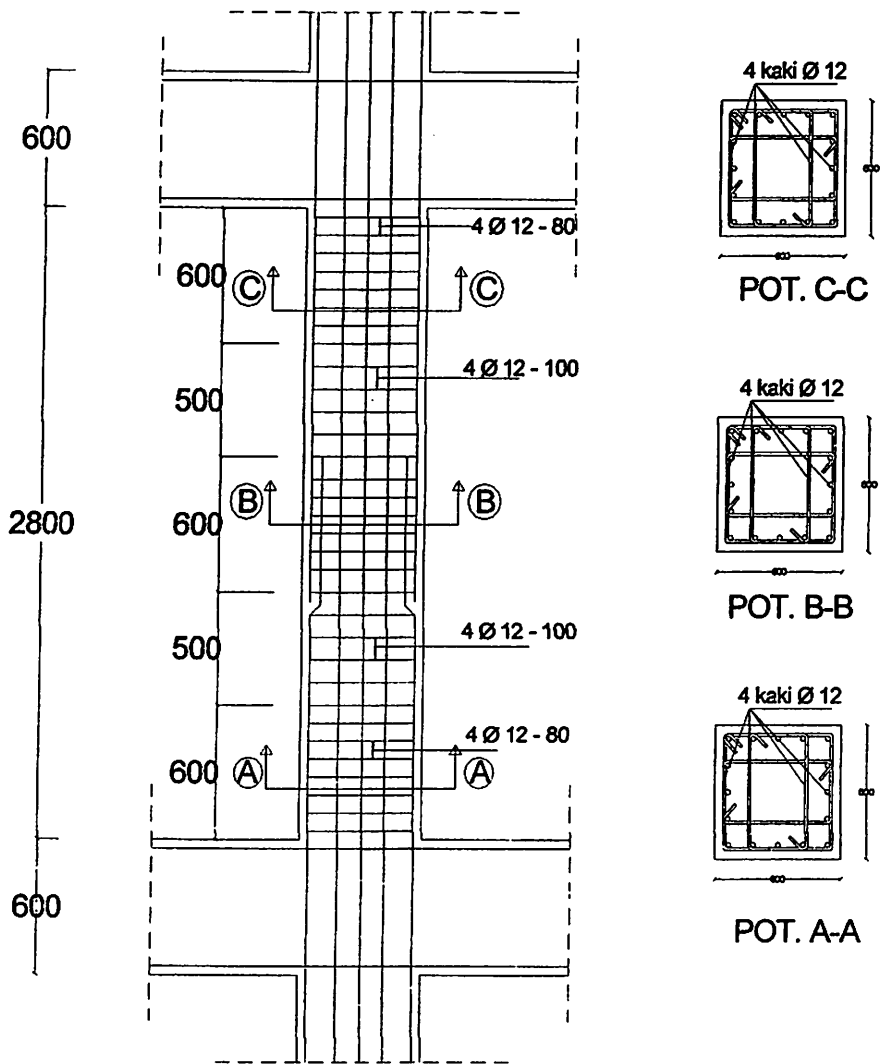
Maka :

$$\sum M_{nc} \geq 1.2 \sum M_{nb}$$

$$2.861.538.462 \text{ Nmm} > 1.016.721.427 \text{ Nmm} \dots\dots\dots\text{OK}$$

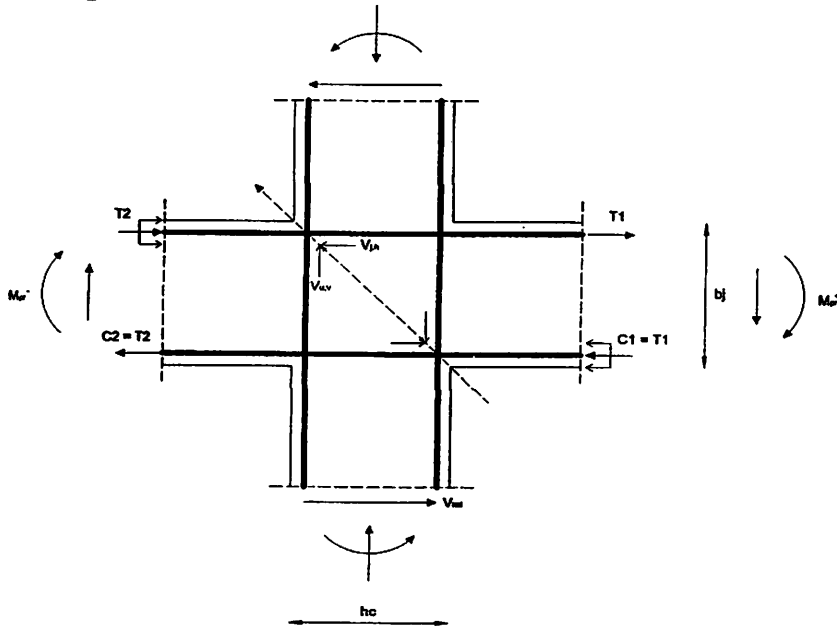
Dari hasil perencanaan balok dan kolom dapat disimpulkan bahwa :

**Persyaratan "Strong Column Weak Beam" telah terpenuhi .....OK**



**Gambar 4.21 Detail Penulangan Longitudinal dan Transversal Kolom 811**

#### 4.5 Perhitungan Pertemuan Balok-Kolom



**Gambar 4.22 Analisa geser dari hubungan balok kolom (Joint 486)**

Data perencanaan :

$$f_c = 30 \text{ MPa}$$

$$f_y = 400 \text{ MPa}$$

$$M_{pr}^-, b = 381270534.980 \text{ Nmm}$$

$$M_{pr}^+, b = 381270534.980 \text{ Nmm}$$

$$h_{n, a} = 2800 \text{ mm}$$

$$h_{n, b} = 2800 \text{ mm}$$

Tulangan yang terpasang pada balok :

$$\text{balok kiri} = 4 \text{ D } 22$$

$$\text{balok kanan} = 4 \text{ D } 22$$

Pemeriksaan kuat geser nominal pada joint :

Gaya geser yang terjadi

$$A_{s1} = 4 \cdot \frac{1}{4} \cdot 3.14 \cdot 22^2 = 1519.76 \text{ mm}^2$$

$$A_{s2} = 4 \cdot \frac{1}{4} \cdot 3.14 \cdot 22^2 = 1519.76 \text{ mm}^2$$

$$T = A_s \cdot 1.25 \cdot f_y$$



$$T_1 = 1519.76 \cdot 1.25 \cdot 400 = 759880.000 \text{ N}$$

$$T_2 = 1519.76 \cdot 1.25 \cdot 400 = 759880.000 \text{ N}$$

$$\begin{aligned} M_u &= \frac{M_{pr, \text{ b kanan}} + M_{pr, \text{ b kiri}}}{2} \\ &= \frac{381270534.980 + 381270534.980}{2} \end{aligned}$$

$$= 381270534.980 \text{ Nmm}$$

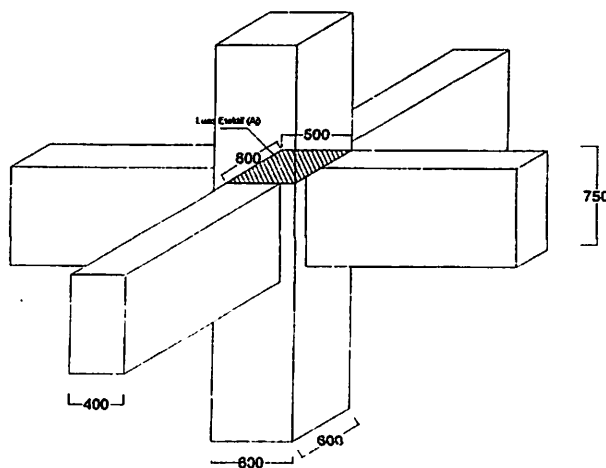
$$\begin{aligned} V_h &= \frac{2 \times M_u}{h_n / 2} \\ &= \frac{2 \times 381.270.535}{2800 / 2} \end{aligned}$$

$$= 544672.193 \text{ N}$$

$$\begin{aligned} V_{jh} &= T_1 + T_2 - V_h \\ &= 759880.000 + 759880.000 - 544672.193 \\ &= 975087.807 \text{ N} \end{aligned}$$

Kuat geser nominal untuk HBK yang terkekang keempat sisinya maka berlaku :

$$V_{jh} < \phi \times 1.7 \times \sqrt{f_c'} \times A_j$$



**Gambar 4.23 Luas efektif ( $A_j$ ) untuk HBK**

Maka :

$$\begin{aligned}V_{jh} &< \phi \times 1.7 \times \sqrt{f'c'} \times A_j \\975087.807 &< 0.75 \times 1.7 \times \sqrt{30} \times 500 \times 600 \\975087.807 \text{ N} &< 2095038.782 \text{ N} \dots\dots\dots\text{OK}\end{aligned}$$

• Penulangan geser horisontal

$$Nu = 1107000 \text{ N}$$

$$\frac{Nu}{Ag} = \frac{1.107.000}{600 \times 600}$$

$$= 3.844 \text{ N/mm}^2 > 0,1 \cdot f_c = 0.1 \times 30 = 3.0 \text{ N/mm}^2$$

Jadi  $V_{c,h}$  dihitung menurut persamaan

$$\begin{aligned}V_{c,h} &= \frac{2}{3} \sqrt{\left(\frac{Nu,k}{Ag} - 0,1 \times f'c\right)} \times bj \times hc \\&= \frac{2}{3} \sqrt{\left(\frac{1107000}{360000} - 0.1 \times 30\right)} \times 600 \times 600 \\&= 220454.077 \text{ N}\end{aligned}$$

$$V_{s,h} + V_{c,h} = V_{j,h}$$

$$\begin{aligned}V_{s,h} &= V_{j,h} - V_{c,h} \\&= 975087.807 - 220454.077 \\&= 754633.730 \text{ N}\end{aligned}$$

$$A_{j,h} = \frac{V_{s,h}}{f_y}$$

$$= \frac{754633.730}{400}$$

$$= 1886.5843 \text{ mm}^2$$

Coba dipasang 4 lapis tulangan sengkang :

$$\text{Maka } A_s \text{ ada} = 4 \cdot 452.57$$

$$= 1810.286 \text{ mm}^2 > A_{j,h} = 1886.5843 \text{ mm}^2 \dots \text{Aman}$$

- Penulangan geser vertikal

$$V_{j,v} = \frac{hc}{bj} V_{j,h}$$

$$= \frac{600}{600} \times 975087.807$$

$$= 975087.807 \text{ N}$$

$$V_{c,v} = \frac{As' \cdot V_{j,h}}{As} \times \left( 0.6 + \frac{Nu, k}{Ag \cdot f'c} \right)$$

$$= \frac{1519.76 \times 975087.807}{1519.76} \times \left( 0.6 + \frac{1107000}{360000 \times 30} \right)$$

$$= 684999.185 \text{ N}$$

$$V_{s,v} = V_{j,v} - V_{c,v}$$

$$= 975087.807 - 684999.185$$

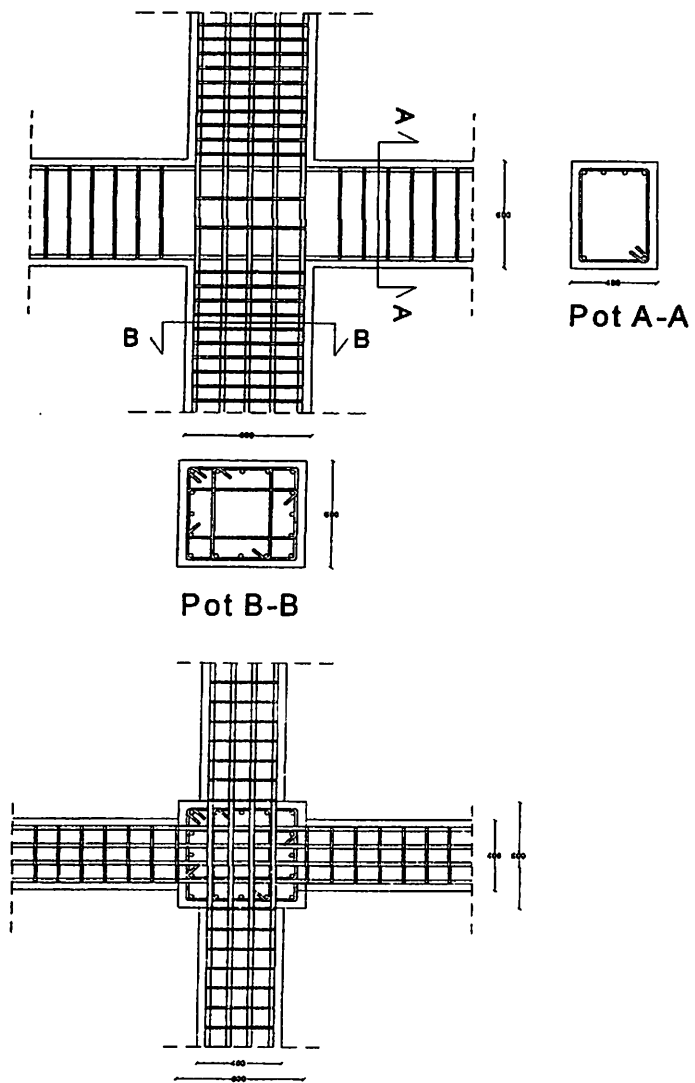
$$= 290088.623 \text{ N}$$

$$A_{j,v} = \frac{V_{s,v}}{fy}$$

$$= \frac{290088.623}{400}$$

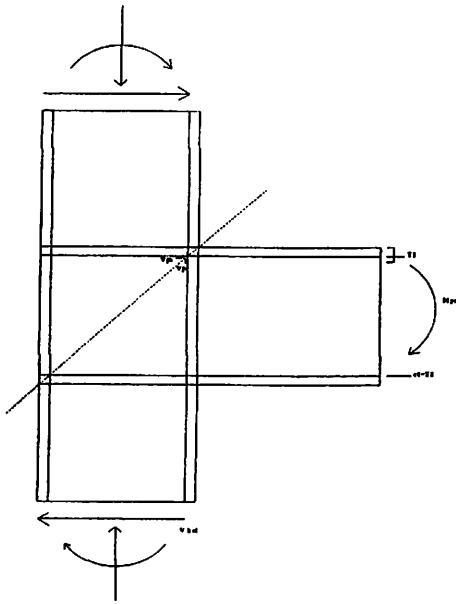
$$= 725.222 \text{ mm}^2$$

Tulangan kolom yang terpasang 16 D 22, dimana luas tulangan ( $As$  ada =  $6079.04 \text{ mm}^2$ ) >  $725.222 \text{ mm}^2$ . Maka tidak diperlukan lagi tulangan geser vertikal karena sudah ditahan oleh tulangan kolom yang terpasang.



**Gambar 4.24 Penulangan Hubungan Balok Kolom (Joint 486)**

#### 4.5.1 Perhitungan hubungan balok kolom Luar ( T ) line 2 joint 475



Data perencanaan :

$$f_c' = 30 \text{ Mpa}$$

$$f_{yulir} = 400 \text{ Mpa}$$

$$f_{y\text{polos}} = 240 \text{ Mpa}$$

$$h_{n,b} = 2800 \text{ Mpa}$$

di hubungkan balok kolom yang ketiga sisinya terdapat balok-balok dengan lebar setidaknya  $\frac{3}{4}$  lebar kolom, maka :

lebar balok  $> \frac{3}{4}$  lebar kolom

$$400 \text{ mm} > \frac{3}{4} 600 \text{ mm}$$

$$400 \text{ mm} < 450 \text{ mm}$$

Karena lebar balok  $< \frac{3}{4}$  lebar kolom ,maka menurut SNI 2847 pasal 21.5.2.1 tulangan sengkang HBK harus dipasang sama dengan tulangan sengkang didaerah sendi plastis( lo ) pada kolom  $4 \emptyset 12 - 166$  (  $452.16 \text{ mm}^2$  )

$$\text{maka jumlah lapis sengkang} = \frac{600 - 166 - 12}{166} = 3 \approx 4 \text{ lapis}$$

$$\begin{aligned} As_{ada} &= 4 \times 452.16 \\ &= 1808.6 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Perhitungan momen ( Mpr )

$$a = \frac{As \times 1.25 \times fy}{0.85 \times fc' \times b}$$

$$Mpr = As \times 1.25 \times fy \times (d - a/2)$$

**Momen negative**

$$As_{balok} \quad 5 \text{ D } 22 \quad ( 1899.7 \text{ mm}^2)$$

$$As_{plat} \quad 6 \text{ D } 10 \quad ( 471 \text{ mm}^2)$$

$$a = \frac{(As_{balok} \times 1.25 \times fy_{ulir}) + (As_{plat} \times 1.25 \times fy_{polos})}{0.85 \times fc' \times b}$$

$$a = \frac{1899.70 \times 1.25 \times 400 + 471 \times 1.25 \times 240}{0.85 \times 30 \times 400}$$

$$a = 106.975 \text{ mm}$$

$$\begin{aligned} Mpr1 &= (As_{balok} \times 1.25 \times fy) + (As_{pelat} \times 1.25 \times fy) \times (d - a/2) \\ &= \frac{((1900 \times 1.25 \times 400) + (471 \times 1.25 \times 240)) \times (537 - 53)}{2} \\ &= 556765973.468 \text{ Nmm} \\ &= 556.766 \text{ kNm} \end{aligned}$$

### Momen positif

As balok 3 D 22 ( 1139.8 mm<sup>2</sup>)

$$a = \frac{(As \text{ balok} \times 1,25 \text{ fy}_{\text{ulir}})}{0,85 \times f'c \times b}$$

$$a = \frac{1139,82 \times 1,25 \times 400}{0,85 \times 30 \times 400}$$

$$a = 55,874 \text{ mm}$$

$$\begin{aligned} M_{pr2} &= (As \text{ balok} \times 1,25 \times fy) \times (d - a/2) \\ &= ((1140 \times 1,25 \times 400) \times (537 - 28)) \\ &= 298080949,213 \text{ Nmm} \\ &= 298,081 \text{ kNm} \end{aligned}$$

Pemeriksaan kuat geser nominal pada joint :

Gaya geser yang terjadi

$$As_1 = 5 \cdot \frac{1}{4} \cdot 3,14 \cdot 22^2 = 1899,70 \text{ mm}^2$$

$$As_2 = 3 \cdot \frac{1}{4} \cdot 3,14 \cdot 22^2 = 1139,82 \text{ mm}^2$$

$$T = As \cdot 1,25 \cdot fy$$

$$T_1 = 1899,70 \cdot 1,25 \cdot 400 = 949850 \text{ N}$$

$$T_2 = 1139,82 \cdot 1,25 \cdot 400 = 569910 \text{ N}$$

$$\begin{aligned} Mu &= \frac{M_{pr, b \text{ kanan}} + M_{pr, b \text{ kiri}}}{2} \\ &= \frac{298080949,213 + 556765973,468}{2} \end{aligned}$$

$$= 427423461,341 \text{ Nmm}$$

$$V_h = \frac{2 \times Mu}{h_n / 2}$$

$$= \frac{2 \times 427423461,341}{2800 / 2}$$

$$= 610604.945 \text{ N}$$

$$V_{jh} = T_1 + T_2 - V_h$$

$$= 949850 + 569910 - 610605$$

$$= 909155.055 \text{ N}$$

Kuat geser nominal untuk HBK yang terkekang ketigat sisinya maka berlaku :

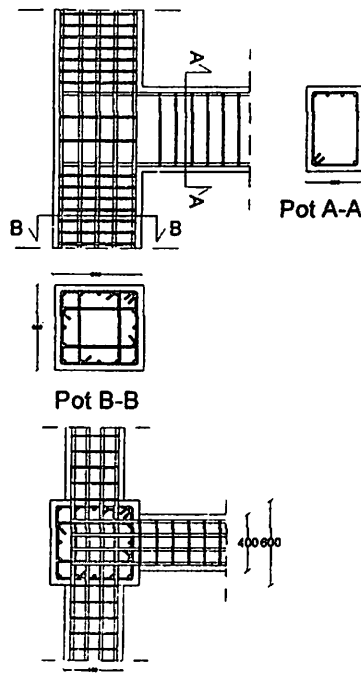
$$V_{jh} < \phi \times 1.2 \times \sqrt{f_c'} \times A_j$$

Maka :

$$V_{jh} < \phi \times 1.2 \times \sqrt{f_c'} \times A_j$$

$$909155.055 < 0.75 \times 1.2 \times \sqrt{30} \times 400 \times 600$$

$$909155.055 \text{ N} < 1183080.724 \text{ N} \dots\dots\dots\text{OK}$$



Gambar 4.25 penulangan hubungan Balok Kolom Tepi joint 475



## BAB V

### PENUTUP

#### 5.1 Kesimpulan

Pada perencanaan Gedung Hotel Berbintang Jl. Pattimura 19 kota Malang, menggunakan struktur portal tahan gempa dengan konsep Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK). Mutu beton yang digunakan  $f_c' = 30$  MPa, mutu baja ulir  $f_y = 400$  MPa, mutu baja polos  $f_y = 240$  MPa dan untuk perhitungan analisa struktur menggunakan program bantu Sap2000. Portal yang dianalisa adalah portal memanjang line 2. Dari perencanaan pada laporan skripsi ini diperoleh hasil diantaranya adalah sebagai berikut :

##### ➤ Balok

- Dimensi Balok : 40/60
- Tulangan Tumpuan Kiri : atas 4 D 22, bawah 2 D 22
- Tulangan Lapangan : atas 2 D 22, bawah 4 D 22
- Tulangan Tumpuan Kanan : atas 4 D 22, bawah 2 D 22
- Tulangan Geser

##### Joint Kiri

- Daerah Sendi Plastis :  $\emptyset 10 - 130$  (2 kaki)
- Daerah Luar Sendi Plastis :  $\emptyset 10 - 225$  (2 kaki)

### Joint Kanan

Daerah Sendi Plastis :  $\emptyset 10 - 134$  (2 kaki)

Daerah Luar Sendi Plastis :  $\emptyset 10 - 225$  (2 kaki)

### ➤ Kolom

Kolom pada portal ini direncanakan menggunakan dimensi 60/60 dengan jumlah tulangan 16 D 22, dengan spesifikasi tulangan geser :

Daerah Sendi Plastis :  $\emptyset 12 - 80$  (4 kaki)

Daerah Luar Sendi Plastis :  $\emptyset 12 - 100$  (4 kaki)

- Pada perencanaan kolom pada portal ini telah memenuhi konsep “Capacity Design” yaitu Strong Column Weak Beam. Misalkan pada joint 486 :  
 $2861538.462 \text{ Nmm} > 1016721.427 \text{ Nmm} \dots\dots\dots \text{OK}$
- Pada hubungan balok kolom dipasang pengekang horisontal 4  $\emptyset 12$  (4 kaki) dan untuk pengekang vertikal menggunakan tulangan longitudinal kolom.
- Dari analisa didapat gaya geser yang bekerja pada hubungan balok kolom sebesar 975087.807 N.
- Dari hasil perhitungan di atas dapat disimpulkan struktur yang didesain diharapkan mampu menahan gaya gempa dan tidak mengalami kerusakan pada waktu menahan gaya gempa dengan kekuatan kecil, sedang dan tidak mengalami kerusakan fatal akibat gempa kuat.

## **5.2 Saran**

Seiring dengan kemajuan teknologi saat ini, perencana struktur dapat menggunakan berbagai macam fasilitas program bantu yang digunakan untuk mendesain struktur, salah satunya program yang digunakan dalam skripsi ini adalah Sap2000. Dimana program ini dapat menghasilkan penulangan secara langsung, tetapi tetap memperhatikan peraturan-peraturan yang ada, guna memenuhi Standar Nasional Indonesia ( SNI ). Dan yang perlu diperhatikan dalam menggunakan program bantu guna mendesain struktur yaitu proses input data-data pembebanan. Oleh karena itu diperlukan ketelitian dalam proses ini, guna mendapatkan hasil desain yang lebih akurat.

## DAFTAR PUSTAKA

- Badan Standarisasi Nasional (2012).SNI 1726 Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung Dan Non Gedung.
- Edward G. Nawi. (1998).Beton Bertulang, Departemen Sipil dan Rekayasa Lingkungan Universitas Rutgers Universitas Negeri New Jersey.
- J. Thambah Sembiring Gurki, (2010).Beton Bertulang, Rekayasa Sains Bandung.
- SNI 2847\_2013 Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung.
- Imran Iswandi , Hendrik Fajar ( 2009). Perencanaan Struktur Gedung Beton Bertulang Tahan Gempa, ITB, Bandung.
- Purwono. R ( 2005). Perencanaan Struktur Beton Bertulang Tahan Gempa, ITS, Surabaya.
- Thambang sembiring Gurki. (2010).Beton Bertulang, Rekayasa Sains, Bandung.
- Pedoman Penulisan Karya Ilmiah Skripsi, Tesis, Artikel, Makalah, Tugas Akhir, Laporan penelitian, Universitas Negeri Malang.
- WAHANA KOMPUTER (2010).Panduan Praktis Analisis Struktur Bangunan dan Gedung dengan Sap 2000 Versi 14, CV.ANDI, Yogyakarta.

**TABLE: Element Forces - Frames**

Frame Text	Station m	OutputCase Text	CaseType Text	P KN	V2 KN	V3 KN	T KN-m	M2 KN-m	M3 KN-m	FrameElem Text
357	0	COMB1 14D	Combination	11.55	-106.826	0.551	1.982	1.7506	-98.5164	357-1
357	0.47083	COMB1 14D	Combination	11.55	-88.811	0.551	1.982	1.491	-52.4601	357-1
357	0.94167	COMB1 14D	Combination	11.55	-70.795	0.551	1.982	1.2314	-14.8863	357-1
357	1.4125	COMB1 14D	Combination	11.55	-52.779	0.551	1.982	0.9718	14.2051	357-1
357	1.88333	COMB1 14D	Combination	11.55	-34.763	0.551	1.982	0.7122	34.8141	357-1
357	0	COMB2 1.2D + 1.6L	Combination	9.901	-91.566	0.473	1.698	1.5005	-84.4426	357-1
357	0.47083	COMB2 1.2D + 1.6L	Combination	9.901	-76.123	0.473	1.698	1.278	-44.9658	357-1
357	0.94167	COMB2 1.2D + 1.6L	Combination	9.901	-60.681	0.473	1.698	1.0555	-12.7597	357-1
357	1.4125	COMB2 1.2D + 1.6L	Combination	9.901	-45.239	0.473	1.698	0.833	12.1758	357-1
357	1.88333	COMB2 1.2D + 1.6L	Combination	9.901	-29.797	0.473	1.698	0.6105	29.8406	357-1
357	0	COMB2 1.2D + 1.6L	Combination	9.901	-91.566	0.473	1.698	1.5005	-84.4426	357-1
357	0.47083	COMB2 1.2D + 1.6L	Combination	9.901	-76.123	0.473	1.698	1.278	-44.9658	357-1
357	0.94167	COMB2 1.2D + 1.6L	Combination	9.901	-60.681	0.473	1.698	1.0555	-12.7597	357-1
357	1.4125	COMB2 1.2D + 1.6L	Combination	9.901	-45.239	0.473	1.698	0.833	12.1758	357-1
357	1.88333	COMB2 1.2D + 1.6L	Combination	9.901	-29.797	0.473	1.698	0.6105	29.8406	357-1
357	0	COMB4 1.2D + 1.0E + 1.0L	Combination	9.901	-91.566	0.473	1.698	1.5005	-84.4426	357-1
357	0.47083	COMB4 1.2D + 1.0E + 1.0L	Combination	9.901	-76.123	0.473	1.698	1.278	-44.9658	357-1
357	0.94167	COMB4 1.2D + 1.0E + 1.0L	Combination	9.901	-60.681	0.473	1.698	1.0555	-12.7597	357-1
357	1.4125	COMB4 1.2D + 1.0E + 1.0L	Combination	9.901	-45.239	0.473	1.698	0.833	12.1758	357-1
357	1.88333	COMB4 1.2D + 1.0E + 1.0L	Combination	9.901	-29.797	0.473	1.698	0.6105	29.8406	357-1
357	0	COMB5 0.9D + 1W	Combination	7.426	-68.674	0.354	1.274	1.1254	-63.332	357-1
357	0.47083	COMB5 0.9D + 1W	Combination	7.426	-57.093	0.354	1.274	0.9585	-33.7244	357-1
357	0.94167	COMB5 0.9D + 1W	Combination	7.426	-45.511	0.354	1.274	0.7916	-9.5698	357-1
357	1.4125	COMB5 0.9D + 1W	Combination	7.426	-33.929	0.354	1.274	0.6247	9.1318	357-1
357	1.88333	COMB5 0.9D + 1W	Combination	7.426	-22.348	0.354	1.274	0.4578	22.3805	357-1
357	0	COMB6 1.2D + 1.0W + 0.5R	Combination	9.901	-91.566	0.473	1.698	1.5005	-84.4426	357-1
357	0.47083	COMB6 1.2D + 1.0W + 0.5R	Combination	9.901	-76.123	0.473	1.698	1.278	-44.9658	357-1
357	0.94167	COMB6 1.2D + 1.0W + 0.5R	Combination	9.901	-60.681	0.473	1.698	1.0555	-12.7597	357-1
357	1.4125	COMB6 1.2D + 1.0W + 0.5R	Combination	9.901	-45.239	0.473	1.698	0.833	12.1758	357-1
357	1.88333	COMB6 1.2D + 1.0W + 0.5R	Combination	9.901	-29.797	0.473	1.698	0.6105	29.8406	357-1
357	0	COMB7 0.9D + 1.0E	Combination	7.426	-68.674	0.354	1.274	1.1254	-63.332	357-1
357	0.47083	COMB7 0.9D + 1.0E	Combination	7.426	-57.093	0.354	1.274	0.9585	-33.7244	357-1
357	0.94167	COMB7 0.9D + 1.0E	Combination	7.426	-45.511	0.354	1.274	0.7916	-9.5698	357-1
357	1.4125	COMB7 0.9D + 1.0E	Combination	7.426	-33.929	0.354	1.274	0.6247	9.1318	357-1
357	1.88333	COMB7 0.9D + 1.0E	Combination	7.426	-22.348	0.354	1.274	0.4578	22.3805	357-1

**TABLE: Element Forces - Frames**

Frame Text	Station m	OutputCase Text	CaseType Text	P KN	V2 KN	V3 KN	T KN-m	M2 KN-m	M3 KN-m	FrameElem Text
358	0	COMB1 14D	Combination	11.55	-34.8	0.551	1.9815	0.7122	34.8141	358-1
358	0.47083	COMB1 14D	Combination	11.55	-16.7	0.551	1.9815	0.4526	46.9406	358-1
358	0.94167	COMB1 14D	Combination	11.55	1.268	0.551	1.9815	0.193	50.5847	358-1
358	1.4125	COMB1 14D	Combination	11.55	19.28	0.551	1.9815	-0.067	45.7464	358-1
358	1.88333	COMB1 14D	Combination	11.55	37.3	0.551	1.9815	-0.326	32.4257	358-1
358	0	COMB2 1.2D + 1.6L	Combination	9.901	-29.8	0.473	1.6984	0.6105	29.8406	358-1
358	0.47083	COMB2 1.2D + 1.6L	Combination	9.901	-14.4	0.473	1.6984	0.3879	40.2348	358-1
358	0.94167	COMB2 1.2D + 1.6L	Combination	9.901	1.087	0.473	1.6984	0.1654	43.3583	358-1
358	1.4125	COMB2 1.2D + 1.6L	Combination	9.901	16.53	0.473	1.6984	-0.057	39.2112	358-1
358	1.88333	COMB2 1.2D + 1.6L	Combination	9.901	31.97	0.473	1.6984	-0.28	27.7934	358-1
358	0	COMB2 1.2D + 1.6L	Combination	9.901	-29.8	0.473	1.6984	0.6105	29.8406	358-1
358	0.47083	COMB2 1.2D + 1.6L	Combination	9.901	-14.4	0.473	1.6984	0.3879	40.2348	358-1
358	0.94167	COMB2 1.2D + 1.6L	Combination	9.901	1.087	0.473	1.6984	0.1654	43.3583	358-1
358	1.4125	COMB2 1.2D + 1.6L	Combination	9.901	16.53	0.473	1.6984	-0.057	39.2112	358-1
358	1.88333	COMB2 1.2D + 1.6L	Combination	9.901	31.97	0.473	1.6984	-0.28	27.7934	358-1
358	0	COMB4 1.2D + 1.0E + 1.0L	Combination	9.901	-29.8	0.473	1.6984	0.6105	29.8406	358-1
358	0.47083	COMB4 1.2D + 1.0E + 1.0L	Combination	9.901	-14.4	0.473	1.6984	0.3879	40.2348	358-1
358	0.94167	COMB4 1.2D + 1.0E + 1.0L	Combination	9.901	1.087	0.473	1.6984	0.1654	43.3583	358-1
358	1.4125	COMB4 1.2D + 1.0E + 1.0L	Combination	9.901	16.53	0.473	1.6984	-0.057	39.2112	358-1
358	1.88333	COMB4 1.2D + 1.0E + 1.0L	Combination	9.901	31.97	0.473	1.6984	-0.28	27.7934	358-1
358	0	COMB5 0.9D + 1W	Combination	7.426	-22.3	0.354	1.2738	0.4578	22.3805	358-1
358	0.47083	COMB5 0.9D + 1W	Combination	7.426	-10.8	0.354	1.2738	0.291	30.1761	358-1
358	0.94167	COMB5 0.9D + 1W	Combination	7.426	0.815	0.354	1.2738	0.1241	32.5187	358-1
358	1.4125	COMB5 0.9D + 1W	Combination	7.426	12.4	0.354	1.2738	-0.043	29.4084	358-1
358	1.88333	COMB5 0.9D + 1W	Combination	7.426	23.98	0.354	1.2738	-0.21	20.8451	358-1
358	0	COMB6 1.2D + 1.0W + 0.5R	Combination	9.901	-29.8	0.473	1.6984	0.6105	29.8406	358-1
358	0.47083	COMB6 1.2D + 1.0W + 0.5R	Combination	9.901	-14.4	0.473	1.6984	0.3879	40.2348	358-1
358	0.94167	COMB6 1.2D + 1.0W + 0.5R	Combination	9.901	1.087	0.473	1.6984	0.1654	43.3583	358-1
358	1.4125	COMB6 1.2D + 1.0W + 0.5R	Combination	9.901	16.53	0.473	1.6984	-0.057	39.2112	358-1
358	1.88333	COMB6 1.2D + 1.0W + 0.5R	Combination	9.901	31.97	0.473	1.6984	-0.28	27.7934	358-1
358	0	COMB7 0.9D + 1.0E	Combination	7.426	-22.3	0.354	1.2738	0.4578	22.3805	358-1
358	0.47083	COMB7 0.9D + 1.0E	Combination	7.426	-10.8	0.354	1.2738	0.291	30.1761	358-1
358	0.94167	COMB7 0.9D + 1.0E	Combination	7.426	0.815	0.354	1.2738	0.1241	32.5187	358-1
358	1.4125	COMB7 0.9D + 1.0E	Combination	7.426	12.4	0.354	1.2738	-0.043	29.4084	358-1
358	1.88333	COMB7 0.9D + 1.0E	Combination	7.426	23.98	0.354	1.2738	-0.21	20.8451	358-1

**TABLE: Element Forces - Frames**

Frame Text	Station m	OutputCase Text	CaseType Text	P KN	V2 KN	V3 KN	T KN-m	M2 KN-m	M3 KN-m	FrameElem Text
359	0	COMB1 14D	Combination	11.55	37.3	0.551	1.982	-0.326	32.4257	359-1
359	0.47083	COMB1 14D	Combination	11.55	55.32	0.551	1.982	-0.586	10.6225	359-1
359	0.94167	COMB1 14D	Combination	11.55	73.33	0.551	1.982	-0.845	-19.663	359-1
359	1.4125	COMB1 14D	Combination	11.55	91.35	0.551	1.982	-1.105	-58.431	359-1
359	1.88333	COMB1 14D	Combination	11.55	109.4	0.551	1.982	-1.365	-105.68	359-1
359	0	COMB2 1.2D + 1.6L	Combination	9.901	31.97	0.473	1.698	-0.28	27.7934	359-1
359	0.47083	COMB2 1.2D + 1.6L	Combination	9.901	47.41	0.473	1.698	-0.502	9.105	359-1
359	0.94167	COMB2 1.2D + 1.6L	Combination	9.901	62.86	0.473	1.698	-0.725	-16.854	359-1
359	1.4125	COMB2 1.2D + 1.6L	Combination	9.901	78.3	0.473	1.698	-0.947	-50.084	359-1
359	1.88333	COMB2 1.2D + 1.6L	Combination	9.901	93.74	0.473	1.698	-1.17	-90.584	359-1
359	0	COMB2 1.2D + 1.6L	Combination	9.901	31.97	0.473	1.698	-0.28	27.7934	359-1
359	0.47083	COMB2 1.2D + 1.6L	Combination	9.901	47.41	0.473	1.698	-0.502	9.105	359-1
359	0.94167	COMB2 1.2D + 1.6L	Combination	9.901	62.86	0.473	1.698	-0.725	-16.854	359-1
359	1.4125	COMB2 1.2D + 1.6L	Combination	9.901	78.3	0.473	1.698	-0.947	-50.084	359-1
359	1.88333	COMB2 1.2D + 1.6L	Combination	9.901	93.74	0.473	1.698	-1.17	-90.584	359-1
359	0	COMB4 1.2D + 1.0E + 1.0L	Combination	9.901	31.97	0.473	1.698	-0.28	27.7934	359-1
359	0.47083	COMB4 1.2D + 1.0E + 1.0L	Combination	9.901	47.41	0.473	1.698	-0.502	9.105	359-1
359	0.94167	COMB4 1.2D + 1.0E + 1.0L	Combination	9.901	62.86	0.473	1.698	-0.725	-16.854	359-1
359	1.4125	COMB4 1.2D + 1.0E + 1.0L	Combination	9.901	78.3	0.473	1.698	-0.947	-50.084	359-1
359	1.88333	COMB4 1.2D + 1.0E + 1.0L	Combination	9.901	93.74	0.473	1.698	-1.17	-90.584	359-1
359	0	COMB5 0.9D + 1W	Combination	7.426	23.98	0.354	1.274	-0.21	20.8451	359-1
359	0.47083	COMB5 0.9D + 1W	Combination	7.426	35.56	0.354	1.274	-0.377	6.8288	359-1
359	0.94167	COMB5 0.9D + 1W	Combination	7.426	47.14	0.354	1.274	-0.544	-12.641	359-1
359	1.4125	COMB5 0.9D + 1W	Combination	7.426	58.72	0.354	1.274	-0.71	-37.563	359-1
359	1.88333	COMB5 0.9D + 1W	Combination	7.426	70.31	0.354	1.274	-0.877	-67.938	359-1
359	0	COMB6 1.2D + 1.0W + 0.5R	Combination	9.901	31.97	0.473	1.698	-0.28	27.7934	359-1
359	0.47083	COMB6 1.2D + 1.0W + 0.5R	Combination	9.901	47.41	0.473	1.698	-0.502	9.105	359-1
359	0.94167	COMB6 1.2D + 1.0W + 0.5R	Combination	9.901	62.86	0.473	1.698	-0.725	-16.854	359-1
359	1.4125	COMB6 1.2D + 1.0W + 0.5R	Combination	9.901	78.3	0.473	1.698	-0.947	-50.084	359-1
359	1.88333	COMB6 1.2D + 1.0W + 0.5R	Combination	9.901	93.74	0.473	1.698	-1.17	-90.584	359-1
359	0	COMB7 0.9D + 1.0E	Combination	7.426	23.98	0.354	1.274	-0.21	20.8451	359-1
359	0.47083	COMB7 0.9D + 1.0E	Combination	7.426	35.56	0.354	1.274	-0.377	6.8288	359-1
359	0.94167	COMB7 0.9D + 1.0E	Combination	7.426	47.14	0.354	1.274	-0.544	-12.641	359-1
359	1.4125	COMB7 0.9D + 1.0E	Combination	7.426	58.72	0.354	1.274	-0.71	-37.563	359-1
359	1.88333	COMB7 0.9D + 1.0E	Combination	7.426	70.31	0.354	1.274	-0.877	-67.938	359-1



PERKUMPULAN PENGELOLA PENDIDIKAN UMUM DAN TEKNOLOGI NASIONAL MALANG  
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
PROGRAM PASCASARJANA MAGISTER TEKNIK

NI (PERSERO) MALANG  
BANK NIAGA MALANG

Kampus I : Jl. Bendungan Sigura-gura No. 2 Telp. (0341) 551431 (Hunting), Fax. (0341) 553015 Malang 65145  
Kampus II : Jl. Raya Karanglo, Km 2 Telp. (0341) 417636 Fax. (0341) 417634 Malang

nomor : ITN-1704.04/21/B/TA/I/Gnp/ 2014-2015  
inspirasi : -  
sifat : **Bimbingan Skripsi**

17 April 2015

kepada Yth : **Bpk/Ibu Ir. A. Agus Santosa, MT.**  
Dosen Institut Teknologi Nasional Malang

Di -

**MALANG**

Dengan Hormat,

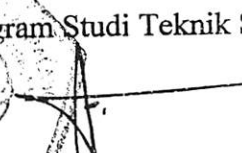
Bersama ini kami beritahukan, bahwa sesuai dengan kesediaan saudara/i. atas permohonan dari Mahasiswa :

Nama : **Bambang Tri W**  
Nim : **1121101**  
Prodi : **Teknik Sipil ( S-1 )**

Untuk dapat Membimbing Skripsi dan mendampingi Seminar Skripsi dengan judul :  
**"Perencanaan Hubungan Balok Kolom pada Proyek Hotel Berbintang di Kota Malang (Jl. Pattimura 19) "**

Maka dengan ini kami menugaskan Saudara sebagai dosen pembimbing Skripsi. Waktu penyelesaian skripsi tersebut selama 6 (Enam) bulan terhitung mulai tanggal : **17 April 2015** s.d **17 Oktober 2015**. Apabila melebihi batas waktu yang telah ditentukan tetapi belum selesai, maka mahasiswa yang bersangkutan wajib memperpanjang masa bimbingannya.

Demikian atas perhatiannya kami di sampaikan banyak terima kasih.

Ketua Program Studi Teknik Sipil (S-1)  
  
**Ir. A. Agus Santosa, MT**  
NIP. Y. 101 87 00 155

Penyembutan Kepada Yth :

1. Wakil Dekan I FTSP.
2. Arsip.





PERKUMPULAN PENGELOLA PENDIDIKAN UMUM DAN TEKNOLOGI NASIONAL MALANG  
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
PROGRAM PASCASARJANA MAGISTER TEKNIK

BNI (PERSERO) MALANG  
BANK NIAGA MALANG

Kampus I : Jl. Bendungan Sigura-gura No. 2 Telp. (0341) 551431 (Hunting), Fax. (0341) 553015 Malang 65145  
Kampus II : Jl. Raya Karanglo, Km 2 Telp. (0341) 417636 Fax. (0341) 417634 Malang

Nomor : ITN-1704.04/21/B/TA/I/Gnp/ 2014-2015  
Tempiran : -  
Perihal : **Bimbingan Skripsi**

17 April 2015

Kepada Yth : **Bpk/Ibu Ir. Munasih, MT.**  
Dosen Institut Teknologi Nasional Malang

Di -

**MALANG**

Dengan Hormat,

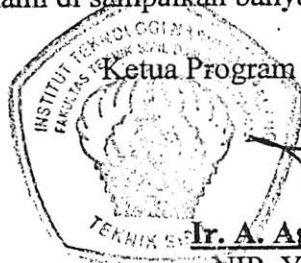
Bersama ini kami beritahukan, bahwa sesuai dengan kesediaan saudara/i. atas permohonan dari Mahasiswa :

Nama : **Bambang Tri W**  
Nim : **1121101**  
Prodi : **Teknik Sipil ( S-1 )**

Untuk dapat Membimbing Skripsi dan mendampingi Seminar Skripsi dengan judul :  
**"Perencanaan Hubungan Balok Kolom pada Proyek Hotel Berbintang di Kota Malang (Jl. Pattimura 19) "**

Maka dengan ini kami menugaskan Saudara sebagai dosen pembimbing Skripsi. Waktu penyelesaian skripsi tersebut selama 6 (Enam) bulan terhitung mulai tanggal : **17 April 2015 s/d 17 Oktober 2015**. Apabila melebihi batas waktu yang telah ditentukan tetapi belum selesai, maka mahasiswa yang bersangkutan wajib memperpanjang masa bimbingannya.

Demikian atas perhatiannya kami di sampaikan banyak terima kasih.



Ketua Program Studi Teknik Sipil (S-1)

**Ir. A. Agus Santosa, MT**

NIP. Y. 101 87 00 155

Embusan Kepada Yth :

1. Wakil Dekan I FTSP.
2. Arsip.



# FORM REVISI / PERBAIKAN

BIDANG STRUKTUR

Nama : BAMBANG TRI W

NIM : 1121101

Hari / tanggal : Sabtu, 1d - 4 - 2015

Perbaikan materi Pendahuluan Skripsi meliputi :

- judul hrs huruf besar.
- Pd. rumusan masalah tambahkan kata jumlah penahan gempa.
- Merip<sup>2</sup> system dibuat gbr strukturnya.
- Peraturan yg dipakai yg terbaru.

Malang, 1d - 4 - 2015  
Dosen Pembahas

( A. Agus Santosa )



## FORM REVISI / PERBAIKAN

BIDANG STRUKTUR.

Nama : BAMBANG TAIKI

NIM : 11.21.101

Hari / tanggal : SABTU - 18 - 4 - 2015

Perbaiki materi Pendahuluan Skripsi meliputi :

Perumusan masalah & tujuan ada

7

Malang, 18 - 4 2015  
Dosen Pembahas

( \_\_\_\_\_ )



INSTITUT  
TEKNOLOGI  
NASIONAL  
Jl. Bendungan Sigura-  
gura 2  
Jl. Raya Karanglo Km. 2  
Malang

# SEMINAR HASIL SKRIPSI II PRODI TEKNIK SIPIL S-1

## FORM REVISI / PERBAIKAN BIDANG STRUKTUR

Nama : BAMBANG TRI WAHYONO

NIM : 11 21 101

Hari / tanggal : \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_

Perbaiki materi Seminar Hasil Skripsi I meliputi :

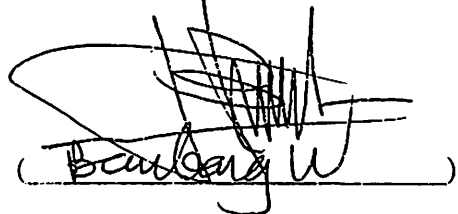
> Rumusan Masalah.

> Pembahasan.

> Pelajari dan pahami

Malang, \_\_\_\_\_ 2014

Dosen Pembahas

  
(Bambang W.)



**FORM REVISI / PERBAIKAN**  
**BIDANG STRUKTUR.**

Nama : Bambang Tri Wahyono.

NIM : 11.21.101

Hari / tanggal : Rabu / 29/07/2015

Perbaiki materi Seminar Hasil Tugas Akhir meliputi :

- Statika

- belajari lagi tul.

Perbaikan Seminar Hasil Skripsi harus diselesaikan selambatnya 14 hari terhitung sejak pelaksanaan Seminar. Bila melebihi 14 hari, maka tidak dapat diikuti Ujian Skripsi.

*Pengumpulan berkas untuk ujian skripsi dengan menyertakan lembar pengesahan dari dosen pembahas dan kaprodi*

**Skripsi telah diperbaiki dan disetujui :**

Malang, \_\_\_\_\_ 20  
Dosen Pembahas

Malang, \_\_\_\_\_ 20  
Dosen Pembahas

(\_\_\_\_\_)

(\_\_\_\_\_)



INSTITUT  
TEKNOLOGI  
NASIONAL  
Jl. Bendungan Sigura-gura  
2  
Jl. Raya Karanglo Km. 2  
Malang

# SEMINAR HASIL SKRIPSI II PRODI TEKNIK SIPIL S-1

## FORM REVISI / PERBAIKAN BIDANG STRUKTUR.

Nama : Bambang Tri Wahyoko

NIM : 112161

Hari / tanggal : Senin, 25 - 5 - 2015

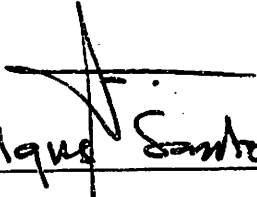
Perbaiki materi Seminar Hasil Skripsi I meliputi :

- Kontrolkan penempatan balok dan plat.

- syd penempatan.

Malang, 25 - 5 - 2015

Dosen Pembahas

  
(A. Agus Santoso)



INSTITUT  
TEKNOLOGI  
NASIONAL  
Jl. Bendungan Sigura-  
gura 2  
Jl. Raya Karanglo Km. 2  
Malang

# SEMINAR HASIL SKRIPSI II PRODI TEKNIK SIPIL S-1

## FORM REVISI / PERBAIKAN BIDANG STRUKTUR

Nama : BAMBANG TPI WAHYONO

NIM : 11 21 101

Hari / tanggal : \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_

Perbaiki materi Seminar Hasil Skripsi I meliputi :

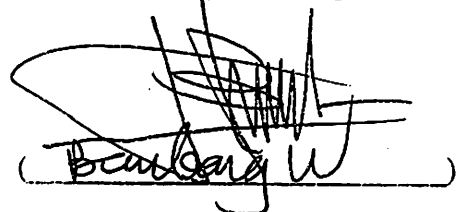
> Rumusan masalah.

> Pembahasan.

> Pelajari dan pahami

Malang, \_\_\_\_\_ 2014

Dosen Pembahas

  
Bambang W



INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL S – 1

KAMPUS I : Jl. Bendungan Sigura-gura No. 2 Telp. (0341)551431 ex.230 Malang

LEMBAR ASISTENSI

SKRIPSI

“Perencanaan Hubungan Balok Kolom Pada Proyek Hotel Berbintang Jl. Pattimura 19 Kota Malang”

Nama : Bambang Tri Wahyono  
NIM : 11.21.101  
Program Studi : Teknik Sipil S-1  
Dosen Pembimbing : Ir. A. Agus Santosa, MT.

No.	Tanggal	Keterangan	Tanda Tangan
1	11-5-'15	Legkopi sistim struktur pekerjaan gempa	
2	21-5-'15	- Sd full permasalahan portal & kategori design seismic Lanjutan.	
3	2-7-'15	- Pemb. OK.	
4	10-7-'15	- Lanjut qbr bagian interaksi	
5	22-7-'15	- Pemb. & qbr hub. balok kolom; legkopi untuk joint yg lain - Bism seminar hasil.	





INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL S – 1

KAMPUS I : Jl. Bendungan Sigura-gura No. 2 Telp. (0341)551431 ex.230 Malang

LEMBAR ASISTENSI

SKRIPSI

“Perencanaan Hubungan Balok Kolom Pada Proyek Hotel Berbintang Jl. Pattimura 19 Kota Malang”

Nama : Bambang Tri Wahyono

NIM : 11.21.101

Program Studi : Teknik Sipil S-1

Dosen Pembimbing : Ir. Munasih, MT.

No.	Tanggal	Keterangan	Tanda Tangan
1	$\frac{3}{6}$ 2015	Pembabaran balok selatsekan	
2	$\frac{5}{6}$ 2015	pamb. balok 2-sa selatsekan	
3	$\frac{20}{6}$ 2015	leg. SAP	
4	$\frac{9}{7}$ 2015	cal. Asyq ada dan Asperlu	



INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL  
 Jl. Bendungan Sigura-gura 2  
 Jl. Raya Karanglo Km. 2  
 Malang

# UJIAN SKRIPSI PRODI TEKNIK SIPIL S-1

## FORM REVISI / PERBAIKAN BIDANG \_\_\_\_\_

Nama : Budy Tri Wahyoni  
 NIM : 11.21101  
 Hari / tanggal : \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_

Perbaikan materi Skripsi meliputi :

gubuk di lengkapi

Ac

Perbaikan Skripsi harus diselesaikan selambatnya 14 hari terhitung sejak pelaksanaan Ujian Skripsi. Bila melebihi masa 14 hari, maka tidak dapat diikuti Yudisium.

Perbaikan ini telah diperbaiki dan disetujui :

Malang, \_\_\_\_\_ 20  
 Dosen Penguji  
WA  $\frac{31}{8}$  on

Malang, \_\_\_\_\_ 20  
 Dosen Penguji  
WA



### FORM REVISI / PERBAIKAN BIDANG \_\_\_\_\_

Nama : Bambang

NIM : \_\_\_\_\_

Hari / tanggal : \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_

Perbaikan materi Skripsi meliputi :

- Wawancara p.f.

- pernyataan = argumen

- gambar = \_\_\_\_\_

Perbaikan Skripsi harus diselesaikan **selambatnya 14 hari** terhitung sejak pelaksanaan Ujian Skripsi dilaksanakan. **Bila melebihi** masa 14 hari, maka **tidak dapat diikuti Yudisium**.

Perbaikan ini telah diperbaiki dan disetujui :

Malang, \_\_\_\_\_ 20

Dosen Penguji

( \_\_\_\_\_ )

Malang, \_\_\_\_\_ 20

Dosen Penguji

( \_\_\_\_\_ )