

**LEMBAR PERSETUJUAN  
SKRIPSI**

**STUDI PERENCANAAN DINDING GESER BERANGKAI PADA PROYEK  
PEMBANGUNAN HOTEL HOLLAND PARK CONDOTEL BATU**

*Disusun Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Sipil  
Institut Teknologi Nasional Malang*

*Disusun Oleh :*

**Mentari Cahya**

**12.21.050**

*Disetujui Oleh :*

**Dosen Pembimbing 1**

**Dosen Pembimbing 2**



**(Ir. Bambang Wedyantadji, MT)**

**(Mohammad Erfan, ST., MT)**

**Mengetahui,**

**Ketua Program Studi Teknik Sipil S-1**

**Institut Teknologi Nasional Malang**



**Ir. A. Agus Santosa, MT**

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL S-1**

**FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN**

**INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG**

**2016**

LEMBAR PENGESAHAN

SKRIPSI

STUDI PERENCANAAN DINDING GESER BERANGKAI PADA PROYEK  
PEMBANGUNAN HOTEL HOLLAND PARK CONDOTEL BATU

*Dipertahankan di Hadapan Majelis Penguji Sidang Skripsi Jenjang Strata Satu (S-1)*

*Pada hari : Kamis*

*Tanggal : 11 Agustus 2016*

*Dan Diterima Untuk Memenuhi Salah Satu Persyaratan*

*Guna Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Sipil S-1*

*Disusun Oleh :*

Mentari Cahya  
12.21.050

*Disahkan Oleh :*

Ketua

Sekretaris

(Ir. A. Agus Santosa, MT)

(Ir. Munasih, MT)

Anggota Penguji :

Dosen Penguji I

Dosen Penguji II

(Ir. H. Sudirman Indra, M.Sc)

(Ir. Ester Priskasari, MT)

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

2016

**SKRIPSI**

**STUDI PERENCANAAN DINDING GESER BERANGKAI  
PADA PROYEK PEMBANGUNAN HOTEL HOLLAND PARK  
CONDOTEL BATU**



**Oleh:**

**MENTARI CAHYA**

**NIM 12.21.050**

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

**2016**



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

**Jl. Bendungan sigura gura No. 2 Telp. (0341) 51431 Malang**

---

**PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI**

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Mentari Cahya  
NIM : 1221050  
Jurusan : Teknik Sipil S-1  
Fakultas : Teknik Sipil dan Perencanaan

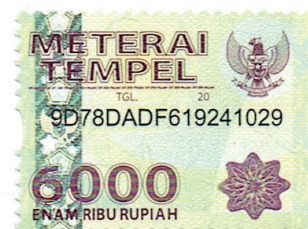
Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi saya yang berjudul :

**STUDI PERENCANAAN DINDING GESER BERANGKAI PADA  
PROYEK PEMBANGUNAN HOTEL HOLLAND PARK CONDOTEL  
BATU**

Adalah benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri, bukan duplikat serta tidak mengutip atau menyadur seluruhnya karya orang lain, kecuali disebut dari sumber aslinya. Apabila di kemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa tugas akhir ini merupakan hasil duplikasi atau mengambil karya tulis dan pemikiran orang lain, saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Malang, 24 Oktober 2016

Yang Membuat Pernyataan,



Mentari Cahya

## KATA PENGANTAR

Dengan mengucapkan puji syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Kuasa, atas segala berkat dan rahmat -Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Laporan Proposal Skripsi yang berjudul **“STUDI PERENCANAAN DINDING GESER BERANGKAI PADA PROYEK PEMBANGUNAN HOTEL HOLLAND PARK CONDOTEL BATU”** yang merupakan salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Teknik.

Sehubung dengan hal tersebut, dalam kesempatan ini penulis ingin menyampaikan rasa hormat dan terima kasih yang sebesar – besarnya kepada :

1. Bapak Ir. Lalu Mulyadi,MT selaku Rektor ITN Malang
2. Bapak Ir. Sudirman Indra,M.Sc selaku Dekan FTSP ITN Malang
3. Bapak Ir. Agus Santosa,MT selaku Kaprodi Teknik Sipil S-1 ITN Malang
4. Ibu Ir. Munasih, MT selaku Sekertaris Prodi Teknik Sipil S-1 ITN Malang
5. Bapak Ir. Bambang Wedyantadji, MT dan Bapak M. Erfan ST, M.T selaku dosen pembimbing.
6. Bapak, Ibu dan Adek yang selalu memberikan dukungan, motivasi dan do’a.
7. Rekan-rekan Teknik Sipil S-1 yang sedikit banyak telah membantu.

Dalam menulis laporan ini penulis menyadari bahwa terdapat banyak kekurangan, hal ini dikarenakan terbatasnya kemampuan penulis. Maka penulis mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun dari para pembaca demi kesempurnaan laporan ini.

Malang, 24 Oktober 2016

# DAFTAR ISI

**LEMBAR PERSETUJUAN**

**LEMBAR PENGESAHAN**

**ABSTRAKSI**

**KATA PENGANTAR**..... i

**DAFTAR ISI**..... ii

**DAFTAR GAMBAR**.....v

**DAFTAR TABEL** ..... vii

## **Bab I : Pendahuluan**

1.1 Latar belakang ..... 1

1.2 Rumusan masalah .....2

1.3 Tujuan.....3

1.4 Batasan Masalah .....3

1.5 Manfaat Penulisan .....4

## **Bab II : Tinjauan Pustaka**

2.1 Konsep Dasar Desain Perencanaan Struktur .....5

2.2 Sistem Struktur Gedung .....7

2.3 Dinding Geser .....9

2.3.1 Jenis-Jenis Dinding Geser .....10

2.4 Pembebanan Pada Struktur .....14

2.4.1 Beban Mati .....14

2.4.2	Beban Hidup .....	14
2.4.3	Beban Angin .....	15
2.4.4	Beban Gempa .....	15
2.4.5	Kombinasi Pembebanan .....	16
2.5	Perencanaan Struktur Terhadap Beban Gempa .....	17
2.6	Perancangan Dinding Geser Berangkai .....	26
2.6.1	Pendimensian Dinding Geser Berangkai .....	26
2.6.2	Perencanaan Terhadap Beban Lentur dan Aksial .....	32
2.6.3	Perencanaan Terhadap Beban Geser .....	36

### **Bab III : Data Perencanaan**

3.1	Data-Data Perencanaan.....	41
3.1.1	Data Bangunan .....	41
3.1.2	Data Pembebanan .....	41
3.1.3	Mutu Bahan yang Digunakan .....	42
3.1.4	Data Gambar Perencanaan sesuai Existing .....	43
3.2	Pendimensian Kolom, Balok, dan Dinding Geser Berangkai .....	44
3.2.1	Pendimensian Kolom .....	44
3.2.2	Pendimensian Balok .....	44
3.2.3	Pendimensian Dinding Geser .....	44
3.2.4	Pendimensian Balok Perangkai .....	47
3.3	Perhitungan Berat Sendiri Bangunan dan Beban Gempa .....	49
3.4	Perencanaan Struktur Terhadap Beban Gempa .....	69
3.5	Perhitungan Perataan Beban Plat Tributary Area .....	77
3.6	Perhitungan Pembebanan Perlantai.....	86

3.7	Perhitungan Balok T dan Balok L.....	97
3.8	Lantai Tingkat sebagai Diafragma.....	108
3.9	Eksentrisitas Rencana ( $e_d$ ).....	111
3.10	Kontrol.....	114

#### **Bab IV : Penulangan Dinding Geser Berangkai**

4.1	Perhitungan Penulangan Dinding Geser .....	118
4.1.1	Penulangan Longitudinal Ditinjau terhadap sumbu x.....	119
4.1.2	Penulangan Longitudinal Ditinjau terhadap sumbu y.....	129
4.1.3	Penulangan Transversal Ditinjau dari Arah x .....	134
4.1.4	Penulangan Transversal Ditinjau dari Arah y .....	138
4.1.5	Panjang Sambungan Lewatan Tulangan Longitudinal .....	140
4.2	Perhitungan Penulangan Balok Perangkai .....	142

#### **Bab V : Kesimpulan**

5.1	Kesimpulan .....	193
5.2	Saran.....	194

#### **DAFTAR PUSTAKA**

#### **LAMPIRAN**



## DAFTAR GAMBAR

2.1	Sistem Rangka Pemikul Momen .....	7
2.2	Dinding Geser .....	8
2.3	Sistem Ganda .....	9
2.4	Bentuk Dinding Geser .....	10
2.5	Tata Letak Dinding Geser .....	10
2.6	Dinding Geser dengan Bukaannya .....	12
2.7	Dinding Geser Kantilever .....	12
2.8	Dinding Geser Berangkai .....	13
2.9	Perbandingan Antara Tulangan Konvensional dan Diagonal .....	14
2.10	Peta Respon Spektra Percepatan 0.2 detik ( $S_s$ ) .....	18
2.11	Peta Respon Spektra Percepatan 1 detik ( $S_s$ ) .....	19
2.12	Respon Spektrum Desain .....	21
2.13	Desain Minimum dari Komponen Batas Dinding Geser .....	27
2.14	Diagram Tegangan dan Regangan .....	34
3.1	Perletakkan Dinding Geser .....	43
3.2	Dimensi Penampang Dinding Geser .....	44
3.3	Dimensi Balok Perangkai .....	47
3.4	Denah Kolom dan Balok .....	48
3.5	Pembagian Berat Perlantai .....	49
3.6	Nilai Spektrum Percepatan Gempa di Kota Batu .....	69
3.7	Denah Perataan Beban .....	77
3.8	Denah Balok T dan Balok L .....	97

4.1	Penampang Balok dan Diagram Tegangan Momen Negatif .....	144
4.2	Penampang Balok dan Diagram Tegangan Momen Positif.....	147
4.3	Penampang Balok dan Diagram Tegangan Momen Positif Lapangan .....	147
4.4	Penampang Balok dan Diagram Tegangan Momen Negatif .....	155
4.5	Penampang Balok dan Diagram Tegangan Momen Positif.....	158
4.6	Diagram Tegangan dan Regangan dalam Kondisi Seimbang .....	172
4.7	Diagram Regangan Balok untuk Menghitung ND1 .....	173
4.8	Diagram Regangan Balok untuk Menghitung NT1 .....	173
4.9	Diagram Tegangan dan Regangan dalam Kondisi Seimbang $1.25 f_y$ .....	175
4.10	Diagram Regangan Balok untuk Menghitung ND1 .....	175
4.11	Diagram Regangan Balok untuk Menghitung NT1 .....	176
4.12	Diagram Tegangan dan Regangan dalam Kondisi Patah Tarik.....	178
4.13	Diagram Regangan Balok untuk Menghitung ND1 .....	178
4.14	Diagram Regangan Balok untuk Menghitung NT1 .....	179
4.15	Diagram Tegangan dan Regangan dalam Kondisi Patah Tekan .....	180
4.16	Diagram Regangan Balok untuk Menghitung ND1 .....	181
4.17	Diagram Regangan Balok untuk Menghitung NT1 .....	181
4.18	Diagram Interaksi .....	186

## DAFTAR TABEL

2.1 Koefisien situs $F_a$ berdasarkan parameter pada periode pendek .....	20
2.2 Koefisien situs $F_v$ berdasarkan parameter pada periode 1 detik .....	20
2.3 Faktor $R$ , $C_d$ , $\Omega_0$ .....	22
2.4 Kategori Resiko Bangunan untuk Beban Gempa .....	24
2.5 Faktor Keutamaan Gempa .....	25
4.1 Luas Tulangan pada Masing – Masing Serat.....	120
4.2 Jarak Masing – Masing Tulangan pada Serat Penampang Atas .....	121
4.3 Jarak Masing – Masing Tulangan terhadap tengah Penampang.....	122
4.4 Regangan .....	123
4.5 Hasil Murni Nilai Tegangan .....	124
4.6 Tegangan yang dipakai .....	124
4.7 Gaya-gaya yang bekerja pada Elemen Dinding Geser .....	126
4.8 Momen Terhadap Titik Berat Penampang.....	128

## ABSTRAKSI

**“Studi Perencanaan Dinding Geser Berangkai pada Proyek Pembangunan Hotel Holland Park Condotel Batu”**. Pembimbing I : Ir. Bambang Wedyantadji, MT., Pembimbing II : Mohammad Erfan, ST, MT. Mentari Cahya, 12.21.050. Program studi Teknik Sipil S-1 Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi Nasional Malang.

---

Pembangunan gedung-gedung tinggi yang direncanakan perlu mempertimbangkan beberapa faktor salah satunya adalah keamanan. Semakin tinggi suatu gedung maka resiko untuk menahan gaya lateral, terutama akibat beban gempa semakin besar pula maka perlu adanya pembangunan gedung yang tahan terhadap gempa. Perkembangan ilmu pengetahuan telah memunculkan salah satu solusi untuk meningkatkan kinerja struktur bangunan tingkat tinggi yaitu dengan pemasangan dinding geser. Dinding geser dipasang untuk menambah kekakuan struktur dan menyerap gaya geser yang besar. Dinding geser juga berfungsi sebagai dinding utama untuk menahan gaya horisontal yang diakibatkan oleh gempa. Dinding geser adalah elemen lentur dan tekan aksial

Pada penulisan Tugas Akhir ini adalah dinding geser berangkai, dinding geser yang ditinjau dari gedung 7 lantai yang berfungsi sebagai Hotel. Perencanaan difokuskan untuk menentukan dimensi dinding geser dan balok perangkai, menganalisa tulangan transversal dan tulangan longitudinal.

Analisa statika pada model gedung menggunakan program bantu ETABS. Dari hasil gaya-gaya dalam yang didapat dari program bantu direncanakan tulangan transversal dan longitudinal untuk dinding geser dan balok perangkai. Maka, didapatkan pada dinding geser jumlah tulangan longitudinal pada masing – masing rangkaian ialah 56 D 22. Pada tulangan transversal didapatkan 28  $\phi$  12 dengan jarak bervariasi 100 mm dan 150 mm, kemudian pada sambungan berjumlah 10  $\phi$  12 – 80 mm. Pada balok perangkai didapatkan pada tulangan horizontal memiliki tulangan longitudinal 10 D 22 – 53 mm dengan tulangan transversal 12  $\phi$  10 – 100 mm dan 6  $\phi$  150, pada tulangan diagonal memiliki 4 D 22 – 108 mm dengan tulangan transversal 21  $\phi$  10 – 100 mm.

*Kata Kunci : Tahan Gempa, dinding geser berangkai, tulangan longitudinal, dan tulangan transversal.*

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1. Latar Belakang**

Sejalan dengan semakin majunya bidang teknologi dan kebutuhan manusia yang semakin meningkat maka diperlukan tempat tinggal dan sarana prasarana pendukung lainnya seperti apartemen, hotel. Pembangunan tempat tinggal sementara seperti hotel ini banyak dibangun diwilayah-wilayah yang ramai akan aktifitas perkantoran ada pula pembangunan hotel yang dikhususkan untuk wilayah dengan daya tarik wisata. Dalam pembangunnya di era yang semakin padat penduduk dan lahan yang sangat minim namun dibutuhkan kapasitas bangunan yang mampu menampung dalam jumlah yang banyak. Maka alternatif solusi yang bisa diambil adalah pembangunan dengan arah menjulang ke atas atau arah vertikal.

Secara umum dalam perencanaan struktur suatu bangunan dapat di golongan menjadi 2 bagian yaitu struktur bangunan atas dan struktur bangunan bawah. Struktur bangunan atas meliputi perencanaan kolom, balok, plat, rangka atap. Sedangkan untuk perencanaan struktur bangunan bawah meliputi pondasi. Dalam Perencanaan suatu gedung bertingkat maka perlu dipertimbangkan beberapa faktor diantaranya adalah fungsi dari gedung tersebut, kekuatan, keamanan serta keekonomisan. Ditinjau dari segi keamanan yang berkaitan dengan kekuatan suatu gedung bertingkat haruslah mampu untuk menahan gaya – gaya yang terjadi seperti gaya geser dan gaya lateral. Semakin tinggi suatu gedung maka resiko untuk menahan gaya lateral semakin besar.

Sebagian besar wilayah Indonesia adalah termasuk negara yang berada pada patahan palung palung sehingga sering terjadi bencana gempa bumi. Gempa bumi termasuk beban dinamis dimana beban ini memiliki kekuatan yang besar dengan arah

yang tidak dapat diramalkan. Hal ini menyebabkan kekuatan struktur bangunan juga harus mampu menahan beban dinamis tersebut. Akibat dari beban dinamis ini suatu struktur gedung akan mengalami kelelahan dan pada akhirnya dapat mengalami keruntuhan dengan beban dinamis yang besar.

Dengan permasalahan tersebut maka dalam pembangunan hotel bertingkat ini menggunakan dinding geser yang berfungsi untuk menahan gaya gempa. Dinding geser ialah Dinding beton yang dipasang secara vertical pada sisi dinding tertentu yang berfungsi untuk menambah kekakuan struktur, menyerap gaya geser dan memastikan suatu gedung tidak runtuh akibat adanya gaya lateral akibat gempa. Analisa struktur beban gempa yang digunakan yaitu static ekuivalen.

Pada penulisan tugas akhir ini penulis akan menganalisa perhitungan dinding geser berangkai. Sehingga pada perencanaan struktur bangunan hotel bertingkat ini mampu menahan gaya geser dan gaya lateral akibat gempa, dengan judul “STUDI PERENCANAAN DINDING GESER BERANGKAI PADA PROYEK PEMBANGUNAN HOTEL HOLLAND PARK CONDOTEL BATU”.

## **1.2. Rumusan Masalah**

Masalah yang akan dibahas pada penulisan tugas akhir ini :

1. Berapa dimensi dinding geser dan balok perangkai?
2. Berapa tulangan longitudinal dan tulangan transversal yang dibutuhkan pada dinding geser?
3. Berapa tulangan longitudinal dan tulangan transversal yang dibutuhkan pada balok perangkai?

4. Bagaimana gambar detail penulangan pada dinding geser dan balok perangkai?

### **1.3. Tujuan Penulisan**

Tujuan dari analisa ini adalah sebagai berikut :

1. Memperoleh dimensi dinding geser dan balok perangkai yang dibutuhkan.
2. Memperoleh jumlah tulangan longitudinal dan tulangan transversal yang dibutuhkan pada dinding geser.
3. Memperoleh jumlah tulangan longitudinal dan tulangan transversal yang dibutuhkan pada balok perangkai.
4. Memperoleh gambar detail penulangan pada dinding geser dan balok perangkai.

### **1.4. Batasan Masalah**

Batasan masalah dalam penulisan tugas akhir ini adalah untuk membatasi penyimpangan pembahasan pada perencanaan dinding geser berangkai. Batasan – batasan yang di pakai ialah :

1. Menghitung dimensi dinding geser dan balok perangkai.
2. Analisa perencanaan penulangan longitudinal dan transversal pada dinding geser.
3. Analisa perencanaan penulangan longitudinal dan transversal pada balok perangkai.
4. Gambar detail penulangan pada dinding geser dan balok perangkai.
5. Beban gempa yang dipakai yaitu static ekuivalen
6. Analisa struktur menggunakan program bantu ETABS.

7. Peraturan yang digunakan :

- a. Pembebanan Gempa menggunakan Beban gempa rencana sesuai SNI 03-1726-2012
- b. Pedoman Perencanaan berdasarkan referensi yang ada, antara lain:
  - Pedoman Perencanaan Pembebanan Untuk Rumah Dan Gedung ( SNI-1727-1987)
  - Tata cara perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung, SNI 03-1726-2012
  - Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung, SNI 03-2847-2013

### **1.5 Manfaat penulisan**

Penulisan tugas akhir ini diharapkan dapat menambah pengetahuan dan pemahaman tentang Perencanaan Dinding Geser Berangkai bagi penulis maupun bagi pratisi/perencanaan struktur bangunan.



## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

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

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:

1. Bangunan dapat menahan gempa bumi kecil atau ringan tanpa mengalami kerusakan
2. Bangunan dapat menahan gempa bumi sedang tanpa kerusakan yang berarti pada struktur utama walaupun ada kerusakan pada struktur sekunder
3. Bangunan dapat menahan gempa bumi kuat tanpa mengalami keruntuhan total bangunan, walaupun bagian struktur utama sudah mengalami kerusakan (SNI 1727 - 2002)

Bangunan tinggi tahan gempa umumnya menggunakan elemen-elemen struktur kaku berupa dinding geser untuk menahan kombinasi gaya geser, momen, dan gaya aksial yang timbul akibat beban gempa. Dengan adanya dinding geser yang kaku pada bangunan, sebagian besar beban gempa akan terserap oleh dinding geser tersebut. (Imran, Iswandi dkk, "Struktur Beton II" 2008).

Perubahan dan penambahan bangunan haruslah dilakukan secara cermat dan terutama dalam aspek ketahanan gempanya, karena dapat merubah kestabilan gedung terhadap gempa. 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.

Menurut Paulay dkk dengan judul "*Reinforced concrete structures*" 1991, ada beberapa kriteria dasar yang harus dipenuhi dalam merencanakan struktur penahan gempa, yaitu :

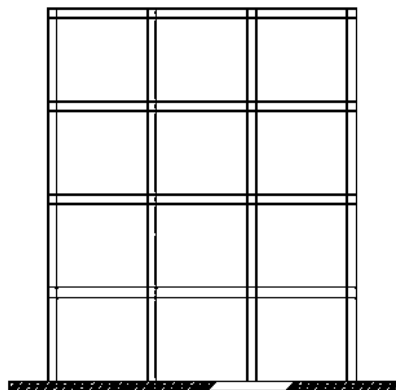
- a. Menyediakan kekakuan yang cukup sehingga pada waktu gangguan gempa berlangsung maka bagian-bagian non-struktural seperti pintu dan jendela harus terjamin tidak mengalami kerusakan.
- b. Menyediakan kekuatan yang cukup untuk menjamin bahwa suatu respons seismik elastik akan menghasilkan gaya-gaya yang tidak akan menyebabkan kerusakan struktur yang cukup berarti menurut peraturan.
- c. Menyediakan daktilitas struktur yang memadai dan mempunyai kemampuan untuk mengadakan pemancaran energi pada saat diperkirakan terjadinya gangguan gempa terbesar. Dalam hal ini kerusakan struktur masih diperbolehkan selama perbaikan struktur masih memungkinkan terhadap keadaan ekstrim tersebut, tetapi keruntuhan harus dicegah sama sekali.

## 2.2 Sistem Struktur Gedung

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)

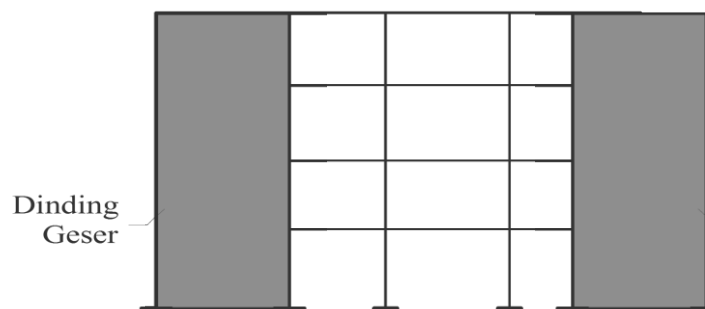
- a. Sistem Rangka Pemikul Momen Biasa (SRPMB), suatu sistem rangka yang memenuhi ketentuan pasal – pasal SNI 2847-2013 yang terdapat pada pasal 1-18. Sistem rangka ini ditetapkan sebagai sistem kategori desain seismik B dan harus memenuhi pasal 21.2 .
- b. Sistem Rangka Pemikul Momen Menengah (SRPMM), suatu sistem rangka yang selain memenuhi ketentuan-ketentuan untuk rangka pemikul momen biasa juga memenuhi ketentuan-ketentuan detailing yang ketat SNI 2847-2013 yang terdapat pada pasal 21.3.
- c. 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 yang terdapat pada pasal 21.5- pasal 21.8 .



**Gambar 2.1 Sistem Rangka Pemikul Momen**

2. Sistem Dinding Struktural (SDS)

- a. Sistem Dinding Struktural Biasa (SDSB), suatu dinding struktural yang memenuhi ketentuan SNI-2847-2013. Dinding ini memiliki tingkat daktilitas terbatas.
- b. Sistem Dinding Struktural Khusus (SDSK), suatu dinding struktural yang selain memenuhi ketentuan untuk dinding struktural biasa. Sistem ini pada prinsipnya memiliki tingkat daktilitas penuh.

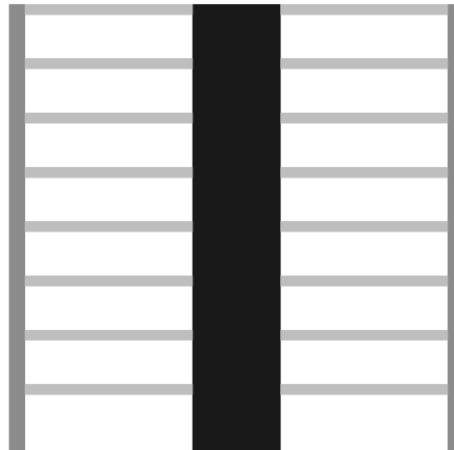


**Gambar 2.2 Dinding Geser**

*(Sumber gambar: Teknik Struktur Bangunan Jilid 2 hal 236)*

3. Sistem Ganda (*Dual System*)

Sistem ini terdiri dari sistem rangka yang digabung dengan sistem dinding struktural. Rangka ruang lengkap berupa Sistem Rangka Pemikul Momen berfungsi memikul beban gravitasi. Sesuai tabel 9 di SNI 1726-2012 pasal 7.2.2 ,pasal 7.2.3 dan pasal 7.2.4. Sistem struktur yang digunakan harus sesuai dengan batasan sistem struktur dan batasan ketinggian struktur.



**Gambar 2.3 Sistem Ganda**

### **2.3 Dinding Geser**

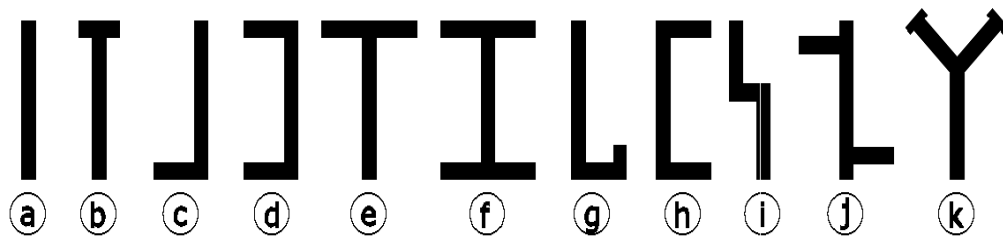
Dinding geser (shear wall) adalah dinding beton bertulang dengan kekakuan bidang datar yang sangat besar yang ditempatkan pada lokasi tertentu untuk menyediakan tahanan beban horisontal yang diperlukan. Dinding geser biasanya digunakan untuk bangunan dengan pelat lantai datar. Kombinasi pelat dan dinding ini banyak digunakan pada bangunan apartemen yang tinggi dan bangunan residensial lainnya. Pemakaian dinding geser akan sangat efisien dalam menahan beban vertikal maupun beban lateral.

Dinding geser dipasang membentang pada keseluruhan jarak vertikal antar lantai. Pada arah horisontal, dinding geser penuh dapat digunakan dan dipasang memanjang pada keseluruhan panjang panel dan bagian utama struktur lainnya. Jika gaya yang terjadi lebih kecil, dinding geser hanya perlu dipasang pada sebagian panjang bagian utama struktur saja.

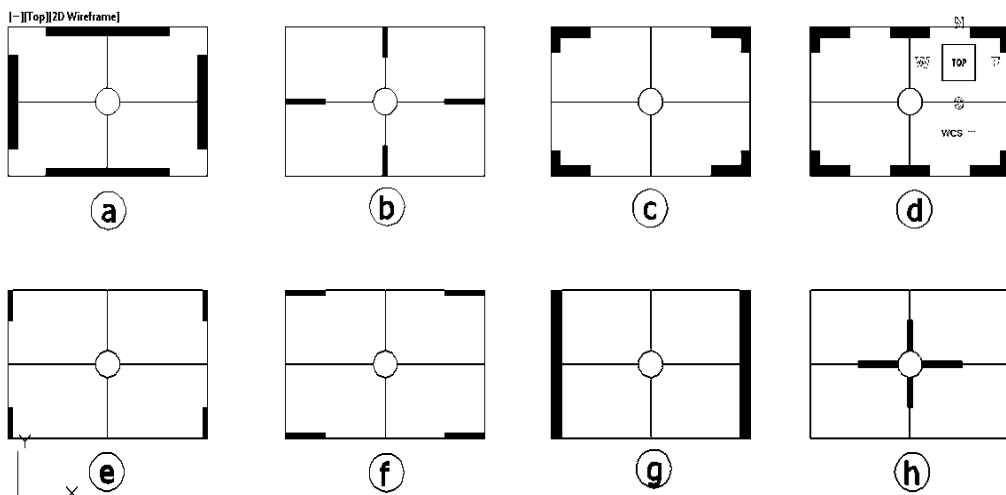
### 2.3.1 Jenis – Jenis Dinding Geser

#### a. Dinding Geser Berdasarkan Bentuk

Sistem dinding geser dapat dibagi menjadi system terbuka dan tertutup. Sistem terbuka terdiri dari unsure linear tunggal atau gabungan unsure yang tidak lengkap, melingkupi ruang asimetris. Contohnya L,X,T,V,Y atau H. Sedang system tertutup melingkupi ruang geometris, bentuk-bentuk yang sering di jumpai adalah bujur sangkar, segitiga, persegi panjang dan bulat. Bentuk dan penempatan dinding geser mempunyai akibat yang besar terhadap perilaku structural apabila dibebani secara lateral. Dinding geser yang diletakkan asimetris terhadap bentuk bangunan harus memikul torsi selain lentur dan geser langsung.



Gambar 2.4 Bentuk dinding geser



Gambar 2.5 Tata letak dinding geser

Dimana :

- Lingkaran yang terdapat pada tiap denah adalah CR (Center of Rigidity) atau pusat kekakuan.
- Garis yang tebal menunjukkan dinding geser
- Garis yang tipis menunjukkan garis denah gedung

Contoh perhitungan CR atau kekakuan struktur itu sendiri terdiri dari dua yaitu :

- Kekakuan penampang :  $E_{(\text{Modulus Elastisitas})} \times I_{(\text{inersia})}$
- Kekakuan batang, Balok atau kolom =  $\frac{E \times I}{L}$

Dimana :  $E = 200 \times 10^3 \text{ Mpa}$  (SNI 03-2847-2002 Ps.10.5.2) dan

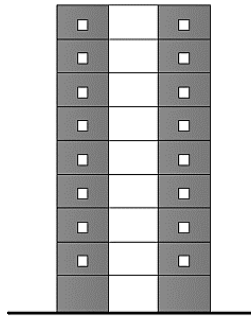
$$I = 1/12 \times b \times h^3$$

## **b. Dinding Geser Berdasarkan Geometrinya**

Dinding geser adalah struktur vertikal yang digunakan pada bangunan tingkat tinggi. Fungsi utama dari dinding geser adalah menahan beban lateral seperti gaya gempa dan angin. Berdasarkan geometrinya dinding geser dapat diklasifikasikan dalam beberapa jenis yaitu :

### **1. Dinding Geser dengan Bukaan ( Opening Shearwall )**

Pada banyak keadaan, dinding geser tidak mungkin digunakan tanpa beberapa bukaan di dalamnya untuk jendela, pintu, dan saluran-saluran mekanikal dan elektrik. Meskipun demikian, kita dapat menempatkan bukaan-bukaan pada tempat di mana bukaan-bukaan tersebut tidak banyak mempengaruhi kekakuan atau tegangan pada dinding. Jika bukaan-bukaan tersebut kecil, pengaruh keseluruhannya sangat kecil tetapi tidak demikian halnya bila bukaan-bukaan yang berukuran besar.

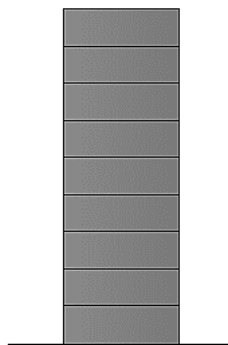


**Gambar 2.6 Dinding Geser dengan Bukaannya**

Biasanya bukaan-bukaan tersebut ( jendela, pintu, dan sebagainya ) ditempatkan pada baris vertikal dan simetris pada dinding sepanjang ketinggian struktur. Penampang dinding pada sisi bukaan ini diikat menjadi satu, baik oleh balok yang terdapat pada dinding, pelat lantai, atau kombinasi keduanya. Seperti yang dapat anda lihat, analisis struktur untuk situasi seperti ini sangat rumit dan biasanya dilakukan dengan persamaan empiris.

## **2. Dinding geser kantilever (free standing shearwall).**

Adalah suatu dinding geser tanpa lubang-lubang yang membawa pengaruh penting terhadap perilaku dari struktur gedung yang bersangkutan. Dinding geser kantilever ada dua macam, yaitu dinding geser kantilever daktail dan dinding geser kantilever dengan daktilitas terbatas.

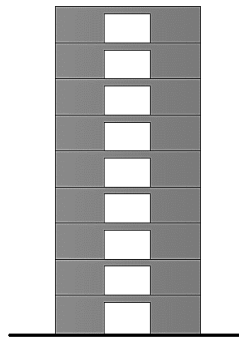


**Gambar 2.7 Dinding Geser Kantilever**



### 3. Dinding geser berangkai (coupled shearwall).

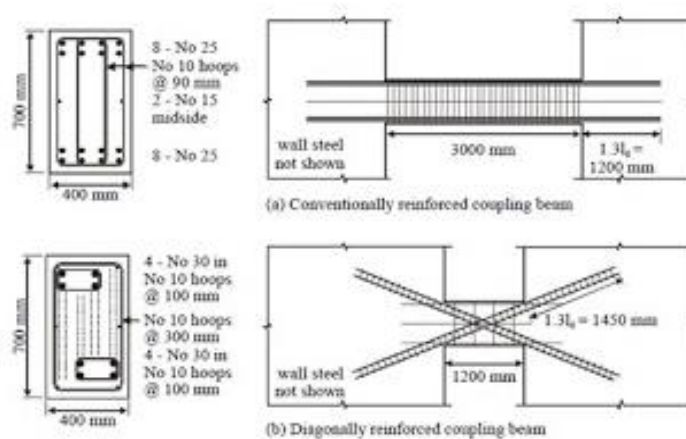
Dinding geser berangkai terdiri dari dua atau lebih dinding kantilever yang mempunyai kemampuan untuk membentuk suatu mekanisme peletakan lentur alasnya. Antara dinding geser kantilever tersebut saling dirangkaikan oleh balok-balok perangkai yang mempunyai kekuatan cukup sehingga mampu memindahkan gaya dari satu dinding ke dinding yang lain.



**Gambar 2.8 Dinding Geser berangkai**

Balok perangkai merupakan balok penghubung antara dua buah atau lebih dinding geser berangkai (coupled walls system). Balok ini membuat dinding geser berangkai bekerja sebagai sebuah unit dalam menahan gaya gempa. Balok perangkai membuat struktur menjadi kaku dan dapat mendispansi energi. Karena kekakuan balok perangkai yang sangat tinggi, dinding geser berperilaku seperti dua buah kantilever bebas. Balok perangkai menyalurkan gaya geser dari satu dinding ke dinding lainnya sehingga mengakibatkan deformasi struktur yang besar.

Pada awalnya balok perangkai di desain mempunyai tulangan yang sama dengan balok konvensional. Namun Robert Park dan Thomas Paulay (Reinforced Concrete Structures, 1975) mengatakan dalam eksperimennya bahwa tulangan diagonal dapat menyalurkan gaya geser lebih baik dari tulangan konvensional.



**Gambar 2.9 Perbandingan Antara Tulangan Konvensional dan Diagonal**

## 2.4 Pembebanan Pada Struktur

Beban beban yang bekerja pada suatu struktur tidak selalu bisa diramalkan dengan tepat sebelumnya, bahkan apabila beban – beban tersebut telah diketahui dengan baik pada salah satu lokasi sebuah struktur tertentu biasanya masih membutuhkan asumsi dan pendekatan. Adapun beberapa jenis beban yang bekerja pada suatu struktur antara lain :

### 2.4.1 Beban Mati (SNI 1727-2013 Ps. 3.1 hal 15)

Beban mati adalah berat seluruh bahan konstruksi bangunan gedung yang terpasang, termasuk dinding, lantai atap, plafon, tangga, dinding partisi tetap, finishing, klading gedung dan komponen arsitektural dan struktur lainnya serta peralatan layan terpasang lain termasuk berat keran.

### 2.4.2 Beban Hidup (SNI 1727-2013 Ps. 4.1 hal 18)

Beban Hidup adalah beban yang diakibatkan oleh pengguna dan penghuni bangunan gedung atau struktur lain yang tidak termasuk beban konstruksi dan beban

lingkungan, seperti beban angin, beban hujan, beban gempa, beban banjir, atau beban mati .

#### **2.4.3 Beban Angin (SNI 1727-2013 ps. 30.2.2 hal 41)**

Bangunan gedung dan struktur lain, termasuk Sistem Penahan Beban Angin Utama (SPBAU) dan seluruh komponen dan klading gedung, harus dirancang dan dilaksanakan untuk menahan beban angin seperti yang ditetapkan menurut Pasal 26 sampai Pasal 31. Ketentuan dalam psal ini mendefinisikan parameter dasar untuk digunakan dengan ketentuan lainnya yang terdapat dalam standar ini.

#### **2.4.4 Beban Gempa (SNI 1726-2012 ps. 7.2.5.8 hal 42)**

Perencanaan struktur tahan gempa dalam suatu perencanaan gedung harus diperhitungkan mampu memikul pengaruh beban rencana. Dalam suatu sistem yang terdiri dari kombinasi dinding geser dan rangka terbuka, beban geser dasar nominal akibat pengaruh gempa rencana yang dipikul oleh rangka – rangka terbuka harus mampu menahan paling sedikit 25% pada setiap tingkat.

Pada SNI 1726-2012 pembagian wilayah gempa di Indonesia tidak dibagi menjadi 6 zona lagi melainkan diberikannya peta – peta gerak tanah seismik dan koefisien resiko dari gempa maksimum yang dipertimbangkan. Peta – Peta yang tersedia ini meliputi Peta gempa maksimum yang dipertimbangkan resiko tertarget ( MCER) yaitu parameter – parameter gerak tanah SS dan S1 ,kelas situs SB. SS adalah parameter nilai percepatan respons spektral gempa MCER risiko-tertarget pada periode pendek. S1 adalah parameter nilai percepatan respons spektral gempa MCER risiko-tertarget pada periode 1 detik.

#### 2.4.5 Kombinasi Pembebanan

Untuk perhitungan kombinasi pembebanan dengan cara atau rumus yang tertera pada SNI 2847-2013 ps. 9.2 hal 65 tentang Kekuatan perlu dan SNI 1726-2012 ps. 4.2 hal 15 tentang Kombinasi beban terfaktor dan beban layan.

1.  $1,4D$
2.  $1,2D + 1,6 L + 0,5 (L \text{ atau } S \text{ atau } R )$
3.  $1,2D + 1,6 (L, \text{atau } S \text{ atau } R) + (L \text{ atau } 0,5 W)$
4.  $1,2D + 1,0W + L + 0,5 (L_r \text{ atau } S \text{ atau } R)$
5.  $1,2D + 1,0E + L + 0,2S$
6.  $0,9D + 1,0W$
7.  $0,9D + 1,0E$

Simbol:

D = beban mati

E = beban gempa

L = beban hidup

$L_r$  = beban hidup atap

R = beban hujan

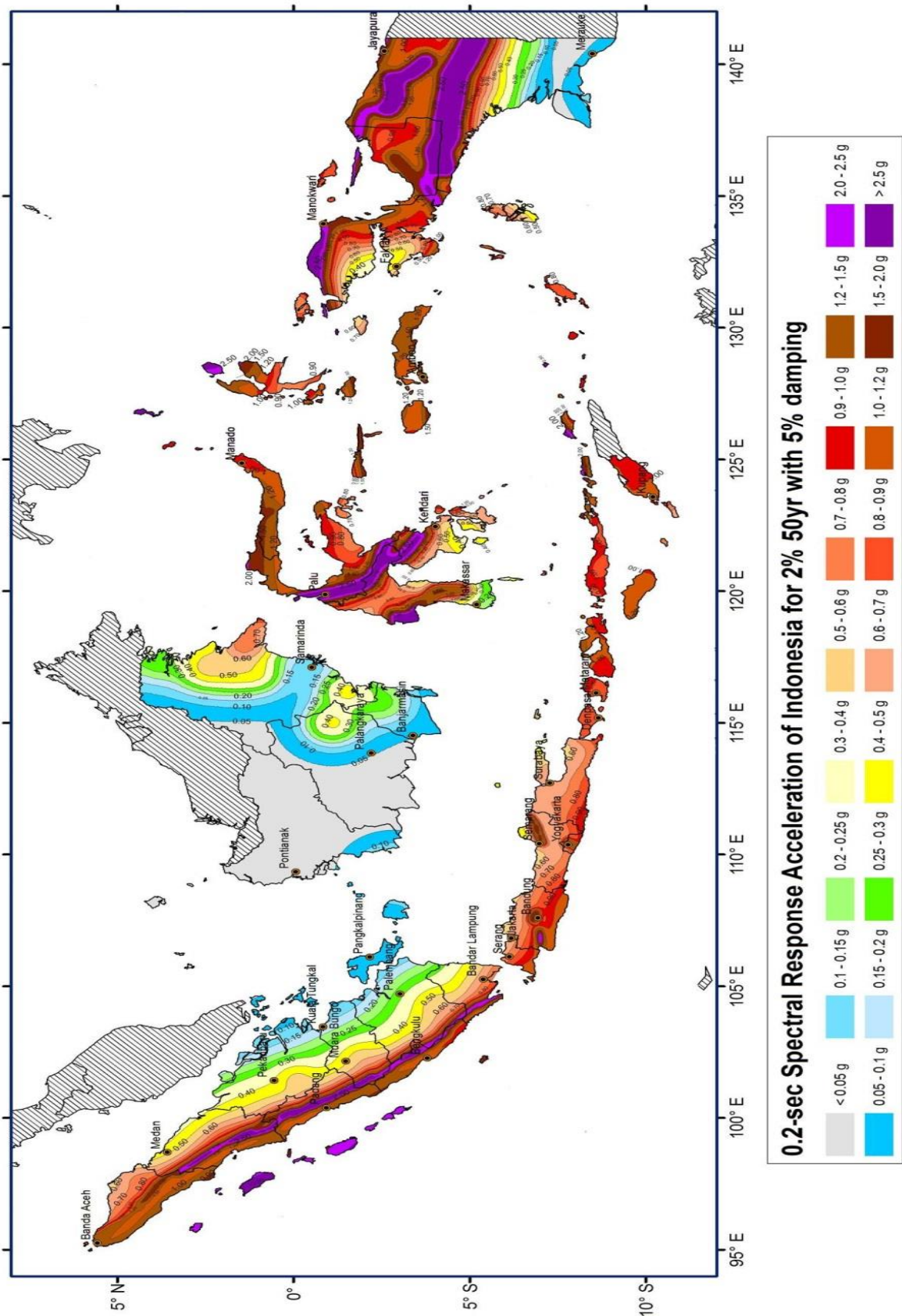
S = beban salju

W = beban angin

## 2.5 Perencanaan Struktur Terhadap Beban Gempa

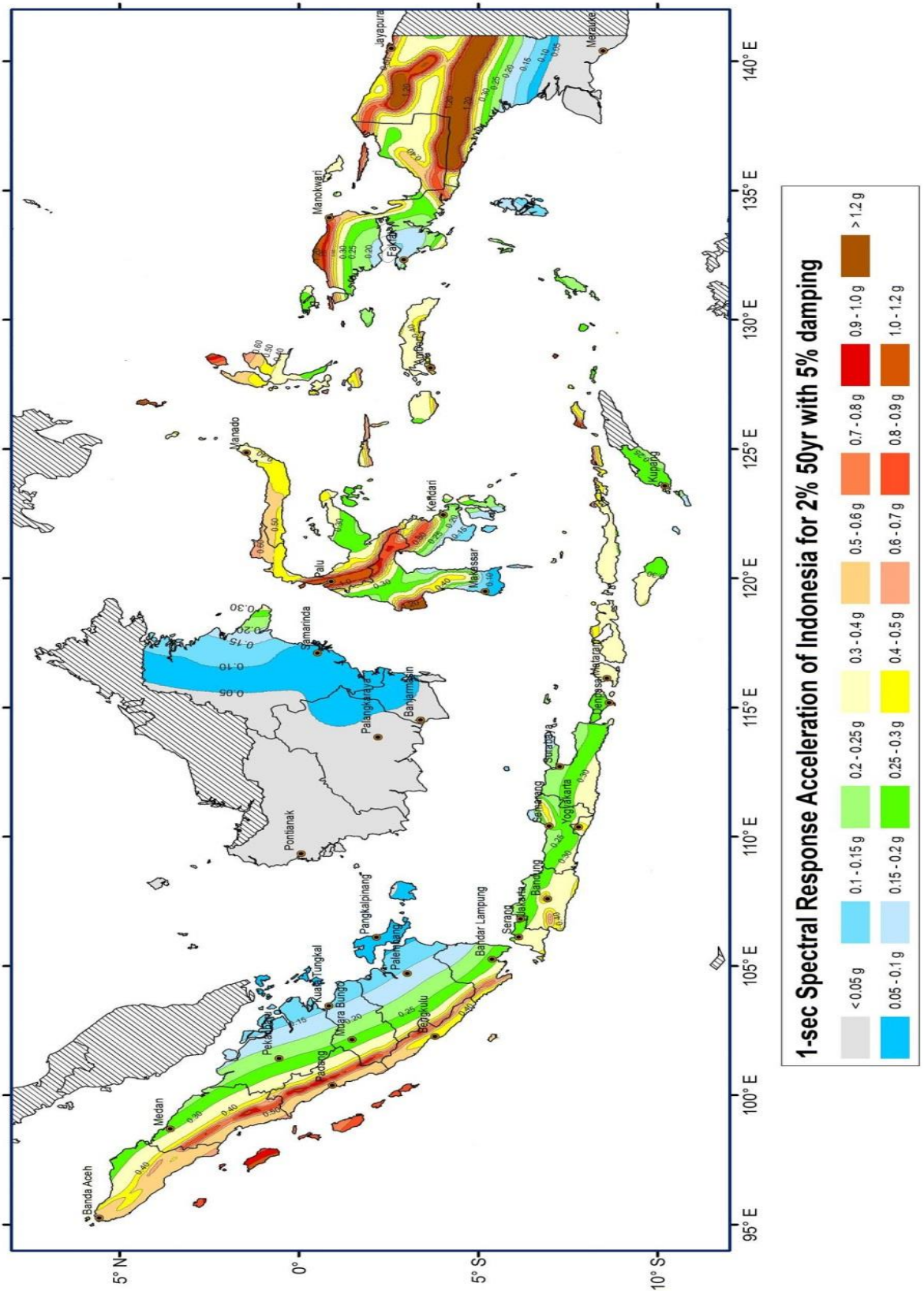
Perencanaan struktur tahan gempa dalam suatu perencanaan gedung harus diperhitungkan mampu memikul pengaruh beban rencana. Dalam suatu sistem yang terdiri dari kombinasi dinding geser dan rangka terbuka, beban geser dasar nominal akibat pengaruh gempa rencana yang dipikul oleh rangka – rangka terbuka harus mampu menahan paling sedikit 25% pada setiap tingkat. (*Pasal 7.2.5.8 SNI 03-1726-2012*)

Pada SNI 03-1726-2012 pembagian wilayah gempa di Indonesia tidak dibagi menjadi 6 zona lagi melainkan diberikannya peta – peta gerak tanah seismik dan koefisien resiko dari gempa maksimum yang dipertimbangkan. Peta – Peta yang tersedia ini meliputi Peta gempa maksimum yang dipertimbangkan resiko tertarget ( $MCE_R$ ) yaitu parameter – parameter gerak tanah  $S_S$  dan  $S_1$ , kelas situs SB.  $S_S$  adalah parameter nilai percepatan respons spektral gempa  $MCE_R$  risiko-tertarget pada periode pendek.  $S_1$  adalah parameter nilai percepatan respons spektral gempa  $MCE_R$  risiko-tertarget pada periode 1 detik.



Gambar 2.10 Peta Respon Spektra Percepatan 0.2 detik ( $S_S$ ) di batuan dasar ( $S_B$ )

Sumber : SNI 1726 – 2012



**Gambar 2.11** Peta Respon Spektra Percepatan 1 detik ( $S_1$ ) di batuan dasar ( $S_B$ )

Sumber : SNI 1726 – 2012

Parameter percepatan spektral desain pada periode pendek maupun pada periode 1 detik dapat di tentukkan menggunakan rumus berikut

$$S_{DS} = 2/3 F_a \cdot S_s$$

$$S_{D1} = 2/3 F_v \cdot S_1$$

Dimana :  $S_{DS}$  = Kategori desain seismik berdasarkan parameter percepatan spektral desain pada periode pendek.

$S_{D1}$  = Kategori desain seismik berdasarkan parameter percepatan spektral desain pada periode 1 detik.

$F_a$  = Koefisin situs berdasarkan parameter percepatan spektral desain pada periode pendek. (Tabel 2.1)

$F_v$  = Koefisin situs berdasarkan parameter percepatan spektral desain pada 1 detik. (Tabel 2.2)

**Tabel 2.1 Koefisin situs  $F_a$  berdasarkan parameter percepatan spektral desain pada periode pendek.**

Kelas situs	Parameter respons spektral percepatan gempa ( $MCE_R$ ) terpetakan pada periode pendek, $T=0,2$ detik, $S_s$				
	$S_s$ 0,25	$S_s$ 0,5	$S_s$ 0,75	$S_s$ 1,0	$S_s$ 1,25
SA	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
SB	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
SC	1,2	1,2	1,1	1,0	1,0
SD	1,6	1,4	1,2	1,1	1,0
SE	2,5	1,7	1,2	0,9	0,9
SF	$SS^b$				

**CATATAN:**

(a) Untuk nilai-nilai antara  $S_s$  dapat dilakukan interpolasi linier

(b)  $SS$ = Situs yang memerlukan investigasi geoteknik spesifik dan analisis respons situs-spesifik, lihat 6.10.1

Sumber Tabel: SNI 1726 – 2012 Pasal 6.2



**Tabel 2.2 Koefisin situs Fv berdasarkan parameter percepatan spektral desain pada periode 1 detik**

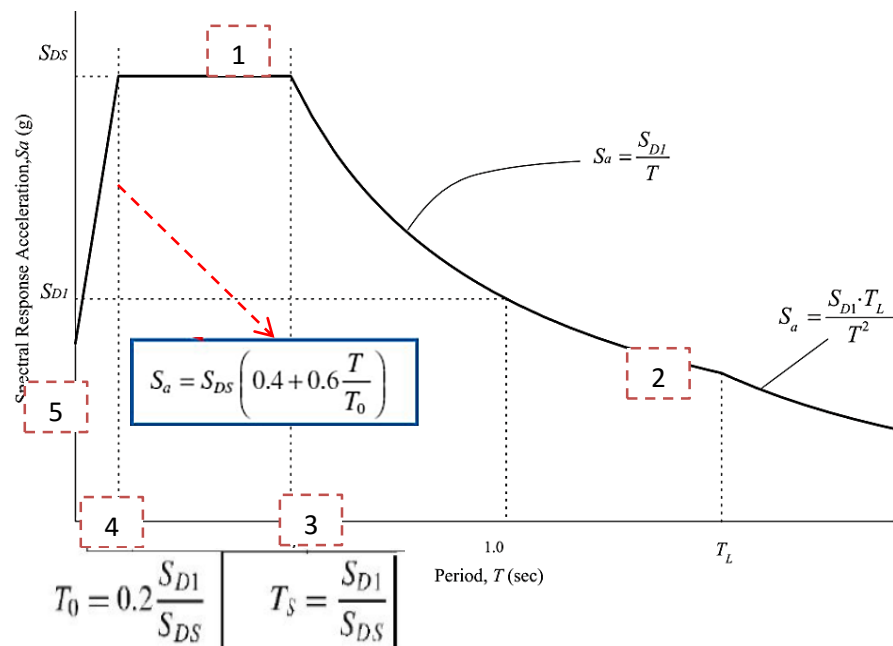
Kelas situs	Parameter respons spektral percepatan gempa $MCE_R$ terpetakan pada periode 1 detik, $S_1$				
	$S_1$ 0,1	$S_1$ 0,2	$S_1$ 0,3	$S_1$ 0,4	$S_1$ 0,5
SA	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
SB	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
SC	1,7	1,6	1,5	1,4	1,3
SD	2,4	2	1,8	1,6	1,5
SE	3,5	3,2	2,8	2,4	2,4
SF	SS <sup>b</sup>				

**CATATAN :**

- (a) Untuk nilai-nilai antara  $S_1$  dapat dilakukan interpolasi linier
- (b) SS= Situs yang memerlukan investigasi geoteknik spesifik dan analisis respons situs-spesifik, lihat 6.10.1

Sumber : SNI 1726 – 2012 Pasal 6.2

Pembuatan Spektrum Respon desain mengacu pada nilai  $S_{DS}$  dan  $S_{DI}$  seperti gambar di bawah ini :



**Gambar 2.12 Respon Spektrum Desain**

Sumber: SNI 1726 – 2012 Pasal 6.4

Prosedur gaya lateral ekuivalen dalam menentukan geser dasar seismik

menggunakan rumus :

$$V = C_s W$$

$$C_s = \frac{S_{DS}}{\left(\frac{R}{I_e}\right)}$$

Batasan Perhitungan  $C_s$

$$C_s \max = \frac{S_{D1}}{T\left(\frac{R}{I_e}\right)}$$

$$C_s \min = 0.044 S_{DS} I_e \geq 0.01$$

Nilai  $C_s$  yang dipakai ialah nilai yang paling kecil

Dimana :  $V$  = Geser dasar seismik

$C_s$  = koefisien respon seimik

$R$  = koefisien modifikasi respons (*Tabel 2.3*)

$I_e$  = Faktor keutamaan gempa (*Tabel 2. )*

**Tabel 2.3 Faktor  $R$ ,  $C_d$ ,  $\Omega_0$**

Sistem penahan-gaya seismik	Koefisien modifikasi respons, $R^a$	Faktor kuat-lebih sistem, $\Omega_0^g$	Faktor pembesaran defleksi, $C_d^b$	Batasan sistem struktur dan batasan tinggistruktur, $h_n$ (m) <sup>c</sup>				
				Kategori desain seismik				
				B	C	D <sup>d</sup>	E <sup>d</sup>	F <sup>e</sup>
<b>A. Sistem dinding penumpu</b>	<b>7.1.1</b>	<b>7.1.2</b>	<b>7.1.3</b>	<b>7.1.4</b>	<b>7.1.5</b>	<b>7.1.6</b>	<b>7.1.7</b>	<b>7.1.8</b>
1. Dinding geser beton bertulang khusus	5	2½	5	TB	TB	48	48	30
2. Dinding geser beton bertulang biasa	4	2½	4	TB	TB	TI	TI	TI
3. Dinding geser beton polos didetail	2	2½	2	TB	TI	TI	TI	TI
4. Dinding geser beton polos biasa	1½	2½	1½	TB	TI	TI	TI	TI
5. Dinding geser pracetak menengah	4	2½	4	TB	TB	12 <sup>k</sup>	12 <sup>k</sup>	12 <sup>k</sup>
6. Dinding geser pracetak biasa	3	2½	3	TB	TI	TI	TI	TI
7. Dinding geser batu bata bertulang khusus	5	2½	3½	TB	TB	48	48	30
8. Dinding geser batu bata bertulang menengah	3½	2½	2¼	TB	TB	TI	TI	TI
9. Dinding geser batu bata bertulang biasa	2	2½	1¾	TB	48	TI	TI	TI

10.Dinding geser batu bata polos didetail	2	2½	1¼	TB	TI	TI	TI	TI
11.Dinding geser batu bata polos biasa	1½	2½	1¼	TB	TI	TI	TI	TI
12.Dinding geser batu bata prategang	1½	2½	1¼	TB	TI	TI	TI	TI
13.Dinding geser batu bata ringan (AAC) bertulang biasa	2	2½	2	TB	10	TI	TI	TI
14.Dinding geser batu bata ringan (AAC) polos biasa	1½	2½	1½	TB	TI	TI	TI	TI
15.Dinding rangka ringan (kayu) dilapisi dengan panel struktur kayu yang ditujukan untuk tahanan geser, atau dengan lembaran baja	6½	3	4	TB	TB	20	20	20
16.Dinding rangka ringan (baja canai dingin) yang dilapisi dengan panel struktur kayu yang ditujukan untuk tahanan geser, atau dengan lembaran baja	6½	3	4	TB	TB	20	20	20
17. Dinding rangka ringan dengan panel geser dari semua material lainnya	2	2½	2	TB	TB	10	TI	TI
18.Sistem dinding rangka ringan (baja canai dingin) menggunakan bresing strip datar	4	2	3½	TB	TB	20	20	20
<b>B.Sistem rangka bangunan</b>								
1. Rangka baja dengan bresing eksentris	8	2	4	TB	TB	48	48	30
2. Rangka baja dengan bresing konsentris khusus	6	2	5	TB	TB	48	48	30
3. Rangka baja dengan bresing konsentris biasa	3¼	2	3¼	TB	TB	10'	10'	TI'
4. Dinding geser beton bertulang khusus	6	2½	5	TB	TB	48	48	30
5. Dinding geser beton bertulang biasa	5	2½	4½	TB	TB	TI	TI	TI
6. Dinding geser beton polos detail	2	2½	2	TB	TI	TI	TI	TI
7. Dinding geser beton polos biasa	1½	2½	1½	TB	TI	TI	TI	TI
8. Dinding geser pracetak menengah	5	2½	4½	TB	TB	12 <sup>k</sup>	12 <sup>k</sup>	12 <sup>k</sup>
9. Dinding geser pracetak biasa	4	2½	4	TB	TI	TI	TI	TI
10.Rangka baja dan beton komposit dengan bresing eksentris	8	2	4	TB	TB	48	48	30
11.Rangka baja dan beton komposit dengan bresing konsentris khusus	5	2	4½	TB	TB	48	48	30
12.Rangka baja dan beton komposit dengan bresing biasa	3	2	3	TB	TB	TI	TI	TI
13.Dinding geser pelat baja dan beton komposit	6½	2½	5½	TB	TB	48	48	30
14.Dinding geser baja dan beton komposit khusus	6	2½	5	TB	TB	48	48	30
15.Dinding geser baja dan beton komposit biasa	5	2½	4½	TB	TB	TI	TI	TI
16.Dinding geser batu bata bertulang khusus	5½	2½	4	TB	TB	48	48	30
17.Dinding geser batu bata bertulang menengah	4	2½	4	TB	TB	TI	TI	TI
18.Dinding geser batu bata bertulang biasa	2	2½	2	TB	48	TI	TI	TI
19.Dinding geser batu bata polos didetail	2	2½	2	TB	TI	TI	TI	TI
20.Dinding geser batu bata polos biasa	1½	2½	1¼	TB	TI	TI	TI	TI
21.Dinding geser batu bata prategang	1½	2½	1¼	TB	TI	TI	TI	TI
22.Dinding rangka ringan (kayu) yang dilapisi dengan panel struktur kayu yang dimaksudkan untuk tahanan geser	7	2½	4½	TB	TB	22	22	22
23.Dinding rangka ringan (baja canai dingin) yang dilapisi dengan panel struktur kayu yang dimaksudkan untuk tahanan geser, atau dengan lembaran baja	7	2½	4½	TB	TB	22	22	22

Sumber : SNI 1726 :2012 Pasal 7.2.2

**Tabel 2.4 Kategori Risiko Bangunan Gedung Dan Non Gedung Untuk Beban Gempa**

Jenis pemanfaatan	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, perternakan, dan perikanan</li> <li>- Fasilitas sementara</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,III,IV, termasuk, tapi tidak dibatasi untuk:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Perumahan</li> <li>- Rumah toko dan rumah kantor</li> <li>- Pasar</li> <li>- Gedung perkantoran</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 bila 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

<p>Gedung dan non gedung yang ditunjukkan sebagai fasilitas yang penting, termasuk, tetapi tidak dibatasi untuk:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Bangunan-bangunan monumental</li> <li>- Gedung sekolah dan fasilitas pendidikan</li> <li>- Rumah sakit dan fasilitas kesehatan lainnya yang memiliki fasilitas bedah dan unit gawat darurat</li> <li>- Fasilitas pemadam kebakaran, ambulans, dan kantor polisi, serta garasi kendaraan darurat</li> <li>- Tempat perlindungan terhadap gempa bumi, angin badai, dan tempat perlindungan darurat lainnya</li> <li>- Fasilitas kesiapan darurat, komunikasi, pusat operasi dan fasilitas lainnya untuk tanggap darurat</li> <li>- Pusat pembangkit energi dan fasilitas publik lainnya yang dibutuhkan pada saat keadaan darurat</li> <li>- Struktur tambahan (termasuk menara telekomunikasi, tangki penyimpanan bahan bakar, menara pendingin, struktur stasiun listrik, tangki air pemadam kebakaran atau struktur rumah atau struktur pendukung air atau material atau peralatan pemadam kebakaran ) yang disyaratkan untuk beroperasi pada saat keadaan darurat</li> </ul> <p>Gedung dan non gedung yang dibutuhkan untuk mempertahankan fungsi struktur bangunan lain yang masuk ke dalam kategori risiko IV.</p>	IV
--	----

Sumber : SNI 1726 -2012 Pasal 4.1.2

**Tabel 2.5 Faktor Keutamaan 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

Gaya gempa lateral ( $F_x$ ) yang timbul pada tiap lantai harus ditentukan dengan rumus berikut:

$$F_x = C_{vx} V$$

$$C_{vx} = \frac{w_x h_x^k}{\sum_{i=1}^n w_i h_{ik}}$$

Dimana :

$C_{vx}$  = faktor distribusi vertikal

$V$  = gaya lateral desain total (kN)

- $w_i$  dan  $w_x$  = bagian berat seismik efektif total struktur ( $W$ ) yang ditempatkan atau dikenakan pada tingkat  $i$  atau  $x$
- $h_i$  dan  $h_x$  = tinggi dari dasar sampai tingkat  $i$  atau  $x$ , (m)
- $k$  = eksponen yang terkait dengan periode struktur.

- Catatan : - Untuk struktur yang mempunyai periode  $\leq 0.5$  detik maka nilai  $k$  ialah 1
- Untuk struktur yang mempunyai periode  $\geq 2.5$  detik maka nilai  $k$  ialah 2
- Untuk struktur yang mempunyai periode antara 0.5 - 2.5 detik maka

## 2.6 Perencanaan Dinding Geser Berangkai

Suatu subsistem struktur gedung yang fungsi utamanya adalah untuk memikul beban geser akibat pengaruh gempa rencana, yang terjadi dari dua buah atau lebih dinding geser yang di rangkai oleh balok balok perangkai dan yang runtuhnya terjadi dengan suatu daktilitas tertentu oleh terjadinya sendi-sendi plastis pada ke dua ujung balok balok perangkai dan pada kaki dinding geser, dimana masing-masing momen lelehnya dapat mengalami peningkatan hampir sepenuhnya akibat pengerasan renggan. Rasio antara bentang dan tinggi balok rangkai tidak boleh lebih dari 4.

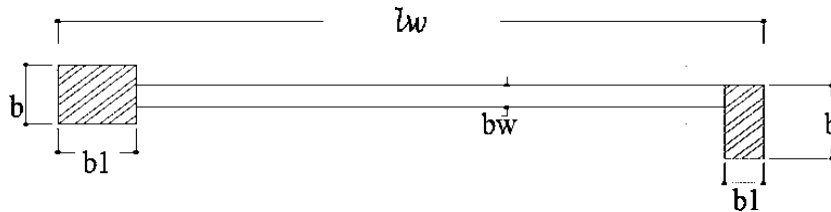
( SNI 03-1726-2012 )

### 2.6.1 Pendimensionian Dinding Geser Berangkai

Untuk sistem dinding geser berangkai tersebut terdiri dari dinding-dinding geser kantilever yang di rangkai dengan balok perangkai.

### 2.6.1.1 Pendimensionian Dinding Geser Kantilever

Berdasarkan rumusan hasil T. Paulay dan M. J. N. Priestley dalam bukunya yang berjudul “Seismic Design of Reinforced Concrete and Masonry Building” (BAB 5 hal. 403), pembatasan dimensi dinding geser *berdasarkan tinggi dinding* harus memenuhi persyaratan sebagai berikut :



**Gambar 2.13 Dimensi Minimum dari Komponen Batas Dinding Geser pada Daerah Sendi Plastis**

Sumber : *Seismic Design Of Reinforced Concrete & Masonry Buildings, T. Paulay And M.J.N. Priestley hal 403*

$$\text{Tebal Dinding geser}(b_w) \geq \frac{1}{16} h_i$$

$$\text{Tebal Dinding geser } (b_w) \geq \frac{1}{25} l_w$$

$$b \geq b_w \qquad b_1 \geq \frac{b_c \cdot l_w}{10 \cdot b}$$

$$b \geq b_c \qquad b_1 \geq \frac{b_c^2}{b}$$

$$b \geq h_i/16 \qquad b_1 \geq h_i/16$$

dimana :

- $b$  : ketebalan elemen dinding geser (mm)
- $b_c$  : lebar kritis suatu dinding geser =  $0,0171 \cdot l_w \cdot \sqrt{\mu_\phi}$  (mm)
- $b_w$  : tebal dinding geser (mm)
- $A_{wb}$  : daerah komponen batas suatu dinding geser
- $\mu_\phi$  : rasio daktilitas kurva = 5

- $l_w$  : panjang horizontal dinding geser
- $h_i$  : tinggi bagian dinding

### 2.6.1.2 Pendimensionian Balok Perangkai

Untuk menentukan pendimensionian balok perangkai tersebut persyaratan-persyaratan menganut SNI 2847:2013 pasal 21.9.7 tentang balok kopel (Coupling):

- 1) Penentuan Balok Perangkai dengan  $(l_n/h) \geq 4$  harus memenuhi persyaratan dari 21.5. Ketentuan – ketentuan dari 21.5.1.3 dan 21.5.1.4
  - Lebar Komponen,  $b_w > 0,3h$  dan 250mm
  - Lebar Komponen struktur,  $b_w >$  Lebar komponen struktur penumpu,  $C_2$  ditambah suatu jarak masing-masing sisi komponen struktur yang sama dengan yang lebih kecil dari lebar komponen struktur penumpu,  $C_2$  dan 0,75 kali dimensi keseluruhan komponen struktur penumpu,  $C_1$

tidak perlu dipenuhi bila dapat ditunjukkan oleh analisis bahwa balok tersebut memiliki stabilitas lateral yang cukup.

- 2) Balok kopel (Coupling) dengan  $(l_n/h) < 2$  dan dengan  $V_u$  melebihi  $0,333\lambda\sqrt{f'_c A_{cw}}$  harus ditulangi dengan dua kelompok batang tulangan yang berpotong ditempatkan secara diagonal simetris terhadap tengah bentang, kecuali bila dapat di tunjukkan bahwa kehilangan kekakuan dan kekuatan balok kopel (coupling) tidak akan mengganggu kekuatan pemikul beban vertical struktur, kemunculannya (*egress*) dari struktur atau



integritas komponen non struktur dan sambungannya ke struktur (Gambar S21.9.7).

3) Balok kopel (Coupling) yang tidak diatur oleh (a) atau (b) diizinkan untuk ditulangi dengan salah satu dari dua kelompok batang tulangan yang berpotongan ditempatkan secara diagonal simetris terhadap tengah bentang atau menurut ketentuan-ketentuan dari pasal 21.5.2 hingga 21.5.4

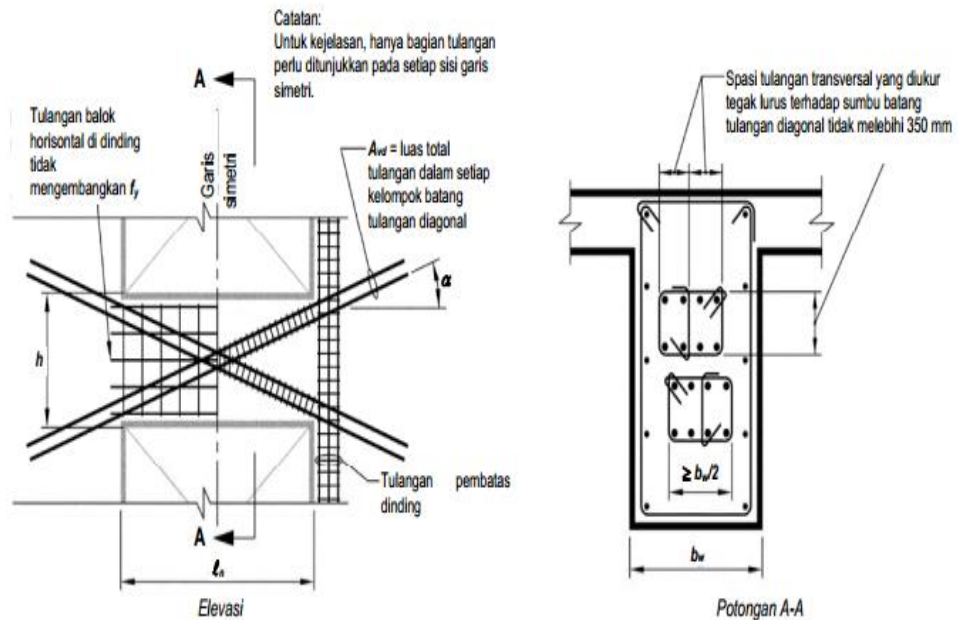
- Bentang bersih untuk komponen struktur,  $\ell_n > 4h$  efektif
- Lebar Komponen,  $b_w > 0,3h$  dan 250mm
- Lebar Komponen struktur,  $b_w >$  Lebar komponen struktur penumpu,  $C_2$  ditambah suatu jarak masing-masing sisi komponen struktur yang sama dengan yang lebih kecil dari lebar komponen struktur penumpu,  $C_2$  dan 0,75 kali dimensi keseluruhan komponen struktur penumpu,  $C_1$

4) Balok kopel (coupling) yang ditulangi dengan dua kelompok batang tulangan yang berpotong ditempatkan secara diagonal simetris terhadap tengah bentang harus memenuhi (a),(b) dan salah satu dari (c) atau (d) persyaratan dari pasal 11.7 tidak berlaku.

a)  $V_n$  harus di tentukan dengan

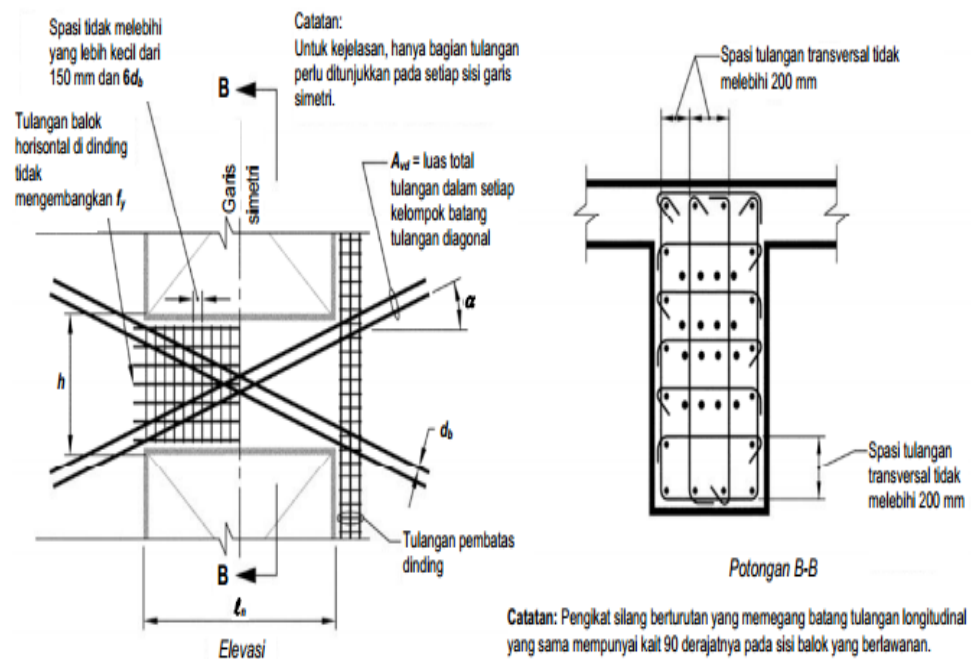
$$V_n = 2A_v f_y \sin \alpha \leq 0,83 \sqrt{f'_c A_{cw}} \dots\dots\dots(21-9)$$

Dimana  $\alpha$  adalah sudut antar batang tulangan diagonal dan sumbu longitudinal balok kopel (coupling).



(a) Pengekangan diagonal individu.

Catatan: Untuk kejelasan dalam tampak elevasi, hanya bagian tulangan perlu total ditunjukkan pada setiap sisi garis simetri.



(b) Pengekangan penuh penampang balok beton bertulang diagonal.

- b) Setiap kelompok batang tulangan diagonal harus terdiri dari minimum 4 batang tulangan disediakan dalam dua lapis atau lebih. Batang tulangan diagonal harus ditanam ke dalam dinding tidak kurang dari 1,25 kali panjang penyaluran untuk  $f_y$  dalam kondisi Tarik.

- c) Setiap kelompok batang tulangan diagonal dilingkupi oleh tulangan transversal yang mempunyai dimensi luar ke luar tidak lebih kecil dari  $b_w l_2$  dalam arah parallel terhadap  $b_w$  dan  $b_w l_5$  sepanjang sisi lainnya, dimana  $b_w$  adalah lebar badan (web) balok kopel (coupling). Tulangan transversal harus memenuhi pasal 21.6.4.2 dan 21.6.4.4 harus mempunyai spasi yang diukur parallel terhadap batang tulangan diagonal, yang memenuhi 21.6.4.3 (c) dan tidak lebih enam kali diameter batang tulangan diagonal, dan harus mempunyai spasi pengikat silang atau kaki-kaki sengkang yang diukur tegak lurus terhadap batang tulangan diagonal tidak melebihi 350 mm. untuk tujuan perhitungan  $A_g$  untuk penggunaan dalam Pers. (10-5) dan (21-4), selimut beton seperti yang disyaratkan dalam 7.7 harus diasumsikan pada semua 4 sisi dari setiap kelompok batang tulangan diagonal. Tulangan transversal, atau tulangan transversal yang dikonfigurasi sebagai alternatifnya yang memenuhi persyaratan spasi dan rasio volume tulangan transversal sepanjang diagonalnya, harus menerus melalui perpotongan batang tulangan diagonal. Tulangan longitudinal dan transversal tambahan harus didistribusikan mengelilingi perimeter balok dengan luas total dalam setiap arah tidak kurang dari  $0,002b_w s$  dan spasi tidak melebihi 300mm.
- d) Tulangan transversal harus disediakan untuk penampang balok keseluruhan yang memenuhi pasal 21.6.4.2, 21.6.4.4, dan 21.6.4.7, dengan spasi longitudinal tidak melebihi yang kecil dari 150 mm dan enam kali diameter batang tulangan diagonal, dan dengan spasi pengikat silang atau kaki sengkang baik vertical dan orizontal pada bidang penampang balok

tidak melebihi 200 mm. setiap pengikat silang dan setiap kaki sengkang harus memegang batang tulangan longitudinal dengan diameter yang sama atau lebih besar. Diizinkan untuk menyusun sengkang seperti yang ditetapkan dalam 21.5.3.6

## 2.6.2 Perencanaan Dinding Geser Terhadap Beban Lentur dan Beban Aksial

Menurut *Paulay dan Priestley*, tulangan dinding pada dinding struktural dipasang paling sedikit 2 lapis dimana dinding harus memiliki tulangan geser tersebar yang memberikan perlawanan dalam dua arah yang saling tegak lurus dalam bidang apabila:

1. Tebal Dinding  $\geq 200$  mm
2. Gaya geser terfaktor  $> \frac{1}{6} \cdot A_{cv} \cdot \sqrt{f'c}$

Beberapa pembatasan untuk penulangan lentur vertikal dinding geser menurut *Paulay dan Priestley (hal.392)*, yaitu :

- a. Besarnya  $\rho_v > 0,7/f_y$  ( dalam MPa) dan  $\rho_v < 16/f_y$  ( MPa ).
- b. Jarak antar tulangan vertikal tidak boleh lebih dari 200 mm daerah plastis dan pada daerah lain ( yaitu daerah elastis ) 450 mm atau tiga kali tebal dinding.
- c. Diameter tulangan yang digunakan tidak boleh melebihi  $1/8$  dari tebal dinding geser.

Jika pembatasannya tulangan lentur dibatasi sesuai dengan momen yang terjadi, maka sendi plastis dapat terbentuk di semua bagian di sepanjang tinggi dinding geser dengan tingkat kemungkinan yang sama. Hal ini tidak diinginkan dari segi perencanaan karena daerah sendi plastis memerlukan detail tulangan khusus. Jika sendi plastis mempunyai kemungkinan yang sama untuk terjadi pada setiap bagian sepanjang tinggi

dinding geser, maka pendetailan khusus untuk sendi plastis harus dilakukan di sepanjang tinggi dinding. Tentu saja hal ini sangatlah tidak ekonomis. Selain itu, kuat dinding geser akan berkurang pada daerah dimana pelelehan tulangan lentur terjadi. Hal ini akan mengharuskan penambahan tulangan geser pada setiap tingkat. Akan lebih rasional memastikan bahwa sendi plastis hanya bisa terjadi pada lokasi yang telah ditentukan sebelumnya, secara logika yaitu di dasar dinding geser, dengan cara menetapkan kuat lentur melebihi kekuatan lentur maksimum yang dibutuhkan.

Diagram bidang momen menunjukkan momen dari hasil aplikasi gaya statis lateral dengan kekuatan ideal terjadi pada dasar. Gambar tersebut menunjukkan kekuatan lentur minimum ideal yang harus ditetapkan dimana kekuatan ideal terjadi pada dasar dinding geser.

Daerah perubahan kekuatan diasumsikan terjadi pada jarak yang sama dengan lebar dinding geser  $l_w$ . Dimana daerah dengan ketinggian sebesar  $l_w$  akan menerima momen lentur yang sama dengan momen pada dasar dinding geser. Daerah setinggi  $l_w$  tersebut merupakan daerah sendi plastis.

Langkah-langkah perhitungan tulangan longitudinal adalah sebagai berikut:

a)  $Mn = \frac{Mu}{\phi} \quad (\phi = 0,65)$

b)  $Pn = \frac{Pu}{\phi} \quad (\phi = 0,65)$

c) Menentukan daerah tarik dan daerah tekan dengan mencoba garis netral  
= c

d) Menghitung luas masing-masing tulangan pada serat yang sama

$$As = n \frac{1}{4} \pi d^2$$

e) Hitung jarak masing-masing tulangan terhadap pusat plastis ( $y$ )

$d'$  = selimut beton - diameter sengkang -  $\frac{1}{2}$  diameter As1

$\frac{1}{2}h$  = Tengah – tengah penampang

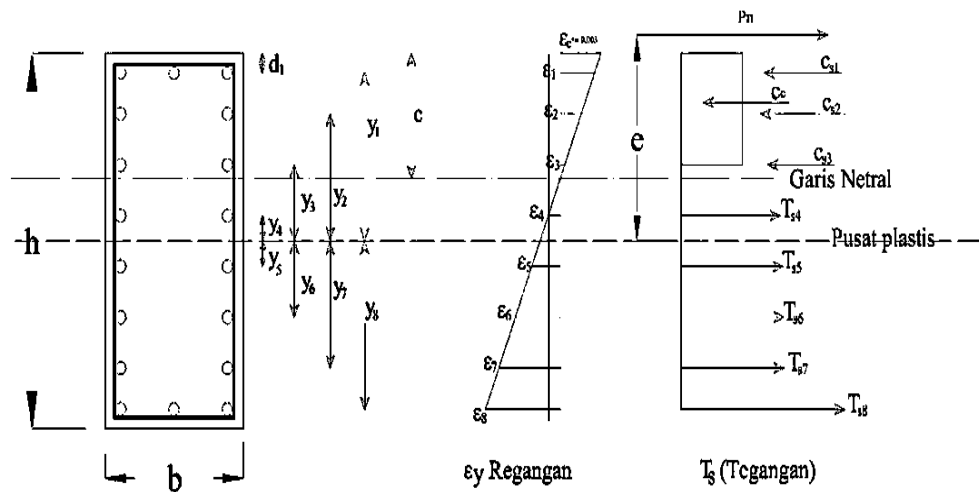
f) Hitung jarak masing-masing tulangan terhadap serat atas penampang ( $d_i$ )

$d_i = d' + \text{jarak tulangan}$

g) Menghitung regangan yang terjadi

$$\frac{\epsilon s_1'}{\epsilon_c'} = \frac{c - d_1}{c}$$

$$\epsilon s_1' = \frac{c - d_1}{c} \times \epsilon_c'$$



**Gambar 2.14 diagram tegangan dan regangan**

Dimana =  $c$  : Jarak sumbu netral

$y$  : Jarak pusat plastis

$e$  : eksentrisitas beban ke pusat plastis

Dilihat dari sumbu netral seperti gambar di atas maka tulangan no 1 – 3 ialah tulangan tekan dan untuk tulangan no 4 – 8 ialah tulangan tarik.

- Menghitung regangan

Untuk daerah tekan :

$$\frac{\epsilon s_1'}{\epsilon_c'} = \frac{c - d}{c} \quad \longrightarrow \quad \epsilon s_1' = \frac{c - d}{c} \times \epsilon_c \quad ; \quad \epsilon_c = 0.003$$

Untuk daerah tarik :

$$\frac{\epsilon_s}{\epsilon_c} = \frac{d - c}{c} \implies \epsilon_s = \frac{d - c}{c} \times \epsilon_c \quad ; \quad \epsilon_c = 0.003$$

Dimana :

$\epsilon_s'$  = regangan tekan

$\epsilon_s$  = regangan tarik

$d$  = Jarak masing-masing tulangan terhadap serat penampang atas.

$\epsilon_c$  = regangan maksimum pada serat beton terluar

- Menghitung tegangan

Jika nilai tegangan dalam tulangan ( $f_s$ ) di bawah kuat leleh ( $f_y$ ) yang ditentukan maka mutu tulangan yang digunakan ialah

**Untuk daerah tekan**

$$f_s = \epsilon_s' \times E_s$$

**Untuk daerah tarik**

$$f_s = \epsilon_s \times E_s$$

Jika, nilai tegangan dalam tulangan ( $f_s$ ) di atas kuat leleh ( $f_y$ ) yang ditentukan maka mutu tulangan yang digunakan nilai  $f_y$ .

Dimana :  $f_s'$  = tegangan tulangan tekan (mPa)

$f_s$  = tegangan tulangan tarik (mPa)

$\epsilon_s'$  = regangan tekan

$\epsilon_s$  = regangan tarik

$E_s$  = modulus elastisitas non prategang = 200000 Mpa

h) Menghitung nilai  $f_s$

$$F_{s1}' = \epsilon_{s1}' \times E_s$$

i) Menghitung nilai besarnya gaya-gaya yang bekerja

$C_c$  = Gaya tekan beton

$$= 0,85 \cdot f_c' \cdot a \cdot b$$

$$= 0,85 \cdot f_c' \cdot \beta_1 \cdot c \cdot b$$

Untuk daerah tekan:  $C_s = A_s \cdot f_s$

Untuk daerah tarik :  $T_s = A_s \cdot f_s$

Kontrol  $\Sigma H = 0$

$$C_c + C_s - T_s - P_n = 0$$

Apabila  $\Sigma H \neq 0$  maka perhitungan diulang dari no. 3 sampai no. 9

j) Setelah memenuhi maka hitung nilai  $M_n$

$M_{nc}$  = Gaya yang bekerja x jarak terhadap pusat penampang

$$M_r = M_{nc} + \Sigma M_n$$

Kontrol  $M_r > M_n$

### 2.6.3 Perencanaan Dinding Geser Berangkai Terhadap Beban Beban Geser

Elemen dinding (*Wall*) dikatakan sebagai dinding geser (*shear wall*) karena kemampuannya untuk memikul beban geser akibat beban lateral lebih diandalkan/ditekankan bila dibandingkan dengan kemampuannya menahan beban yang lain, walaupun tidak menutup kemungkinan untuk dapat ikut serta memikul. Beberapa pembatasan untuk penulangan dinding geser menurut *Paulay dan Priestley* adalah :

- Besarnya rasio penulangan horizontal ( $\rho_h$ ) minimal 0,0025 atau  $\rho_h \geq 0,0025$ .
- Jarak antar tulangan horizontal tidak boleh melebihi dua setengah kali tebal dinding atau 450 mm.



- c. Diameter tulangan yang digunakan tidak boleh lebih dari  $\frac{1}{8}$  tebal dinding geser.

Keruntuhan akibat geser sedapat mungkin dihindarkan. Karena itu, kekuatan dinding geser terhadap geser harus dibuat melampaui besarnya gaya geser maksimum yang mungkin terjadi.

Pada waktu berlangsungnya gempa, pada dinding geser akan terjadi gaya geser yang lebih besar dibandingkan dengan perkiraan semula dengan analisa statik. Untuk mendapatkan kapasitas yang ideal pada setiap ketinggian dinding, maka gaya geser rencana harus diperbesar dengan memasukkan faktor  $\phi$  dan faktor pembesaran dinamis ( $\omega$ ). Faktor  $\phi$  dimaksudkan agar tidak terjadi keruntuhan geser terlebih dahulu sebelum terjadi keruntuhan/pelelehan lentur pada struktur.

Menurut SNI 2847-2013 pasal 21.9.4 butir 1, kuat geser nominal  $V_n$  dinding struktural tidak diperkenankan lebih daripada :

$$V_n = A_{cv} (\alpha_c \sqrt{f'_c} + p_n f_y)$$

Dimana koefisien :

- $\alpha_c = 1/4$  untuk  $(h_w/l_w) \leq 1,5$
- $\alpha_c = 1/6$  untuk  $(h_w/l_w) \leq 2$

Kontrol Penulangan, Ukuran dimensi dan jarak antar tulangan agar dinding tersebut dapat memenuhi persyaratan yang ada. Rasio penulangan dinding geser adalah sebesar :

$$\rho_1 = \sum A_b / b_{sv}$$

Dimana  $A_b$  adalah luas tulangan dan  $b_{sv}$  adalah jarak antar tulangan, tidak boleh kurang dari  $0,7/f_y$  ( Mpa ) dan tidak boleh lebih dari  $1,6/f_y$  ( Mpa ).

- Langkah – langkah perhitungan penulangan transversal

$\phi V_n \geq V_u$  dimana  $V_n = V_c + V_s$  ( Menurut SNI 2487 : 2013 pasal 11.1)

$V_c = V$  yang disumbangkan oleh beton

$V_s = V$  yang disumbangkan tulangan

$$V_c = 0,17 \left[ 1 + \frac{V_u}{14 A_g} \right] \lambda \sqrt{f_c} . b_w . d \quad (\text{Pasal 11.2.1.2})$$

(Pasal 11.4.7.2)

Dimana :  $V_u$  = Gaya geser terfaktor pada penampang (N)

$A_g$  = Luas penampang ( $m^2$ )

$f_c$  = Kuat tekan beton (mPa)

$b_w$  = tebal dinding geser (m)

$d$  = Jarak pusat tulangan pada serat tepi penampang (mm)

$A_v$  = Luas tulangan geser ( $mm^2$ )

$f_y$  = Kuat leleh baja (mPa)

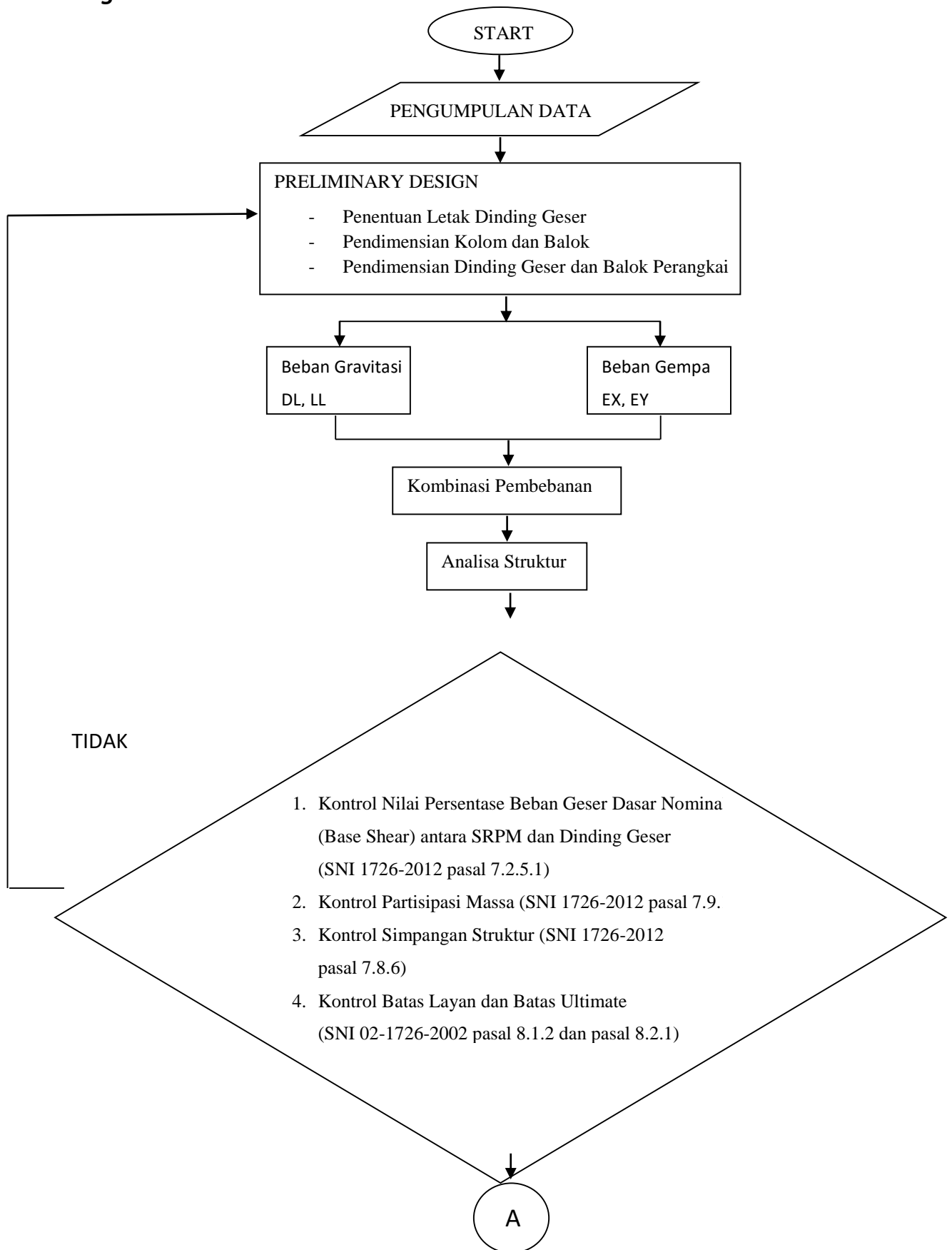
$S$  = jarak tulangan geser (mm)

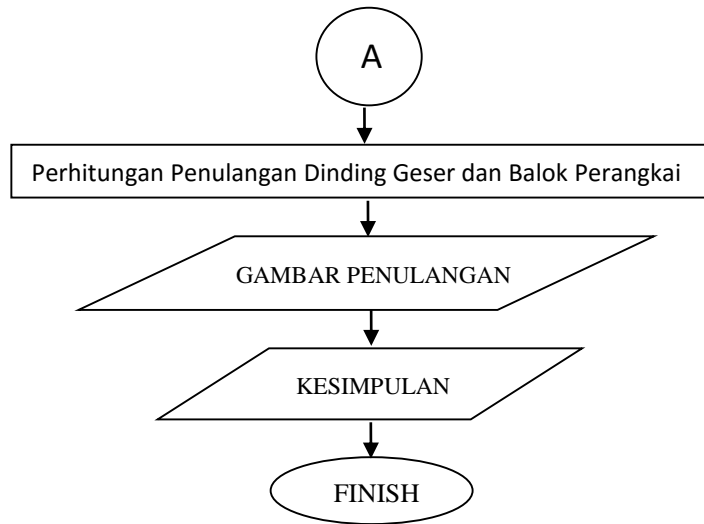
Maka  $V_n \geq V_u$

$$\text{Kontrol kuat geser } A_v \geq A_{v_{min}} = 0,062 \sqrt{f_c} \frac{b_w . s}{f_y} \quad (\text{Pasal 11.4.6.3})$$

$$\text{Dimana : } A_{v_{min}} = 0,062 \sqrt{f_c} \frac{b_w . s}{f_y}$$

## Bagan Alir





## DAFTAR PUSTAKA

- (Anonim). Badan Standarisasi Nasional. 2012. *SNI 1726 Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung*. Jakarta: BSN.
- (Anonim). Badan Standarisasi Nasional. 2013. *SNI 2487 Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung SNI*. Jakarta: BSN.
- Pawirodikromo, Widodo. 2012. *Seismologi Teknik & Rekayasa Kegempaan*. Yogyakarta : UGM.
- Paulay, T., Priesly, M.J.N. 1923. *Seismic Design of Reinforced Concrete and Masonry Buildings*. United States of Amerika: A Wiley Interscience Publication.
- Wahyudi, Epris. 2014. *Studi Perencanaan Shearwall Berangkai Pada Hotel Sutan Raja (MATARAM)* Malang: Institut Teknologi Nasional Malang.

## **BAB III**

### **PERENCANAAN**

#### **3.1 Data-data Perencanaan**

##### **3.1.1 Data Bangunan**

Data umum Pembangunan Hotel Holland Park Condotel Batu adalah sebagai berikut :

- Nama Bangunan : Hotel Holland Park Condotel
- Lokasi Gedung : Jalan Panderman Hill, Batu – Jawa Timur
- Fungsi Bangunan : Hotel
- Jumlah Lantai : 7 lantai
- Lebar : 47,8 Meter
- Panjang : 13,00 Meter
- Tinggi Gedung : 26,25 meter
- Struktur : Beton Bertulang
- Struktur Pondasi : Pondasi Tiang Pancang

##### **3.1.2 Data Pembebanan**

###### **1. Beban Mati**

Sesuai dengan peraturan pembebanan Indonesia untuk gedung 1987 maka beban mati diatur sebagai berikut :

- Berat spesi per cm tebal = 21 kg/m<sup>2</sup>
- Berat keramik per cm tebal = 24 kg/m<sup>2</sup>
- Berat Gypsum + langit-langit Galvalum : (6,25+3) = 9,25 kg/m<sup>2</sup>
- Berat ½ bata = 250 kg/m<sup>2</sup>
- Berat jenis beton = 2400 kg/m<sup>3</sup>

- Berat pasir urug = 1600 kg/m<sup>3</sup>
- Berat Mekanikal Elektrikal = 35 kg/m<sup>2</sup>

## 2. Beban Hidup

Sesuai dengan SNI 1727 – 2013 maka beban hidup diatur sebagai berikut :

- Beban hidup Hotel = 192 kg/m<sup>2</sup>
- Beban hidup tangga dan bordes = 479 kg/m<sup>2</sup>
- Beban guna/Beban Hidup atap = 96 kg/m<sup>2</sup>
- Berat Air Hujan = 1000 kg/m<sup>3</sup>

### 3.1.3 Mutu Bahan Yang Digunakan

Dalam perencanaan gedung perkuliahan ini mutu bahan yang digunakan adalah sebagai berikut :

- Tegangan leleh tulangan ulir (fy) = 390 Mpa
- Tegangan leleh tulangan polos (fy) = 240 Mpa
- Kuat tekan beton (fc') = 30 Mpa
- Modulus elastisitas beton

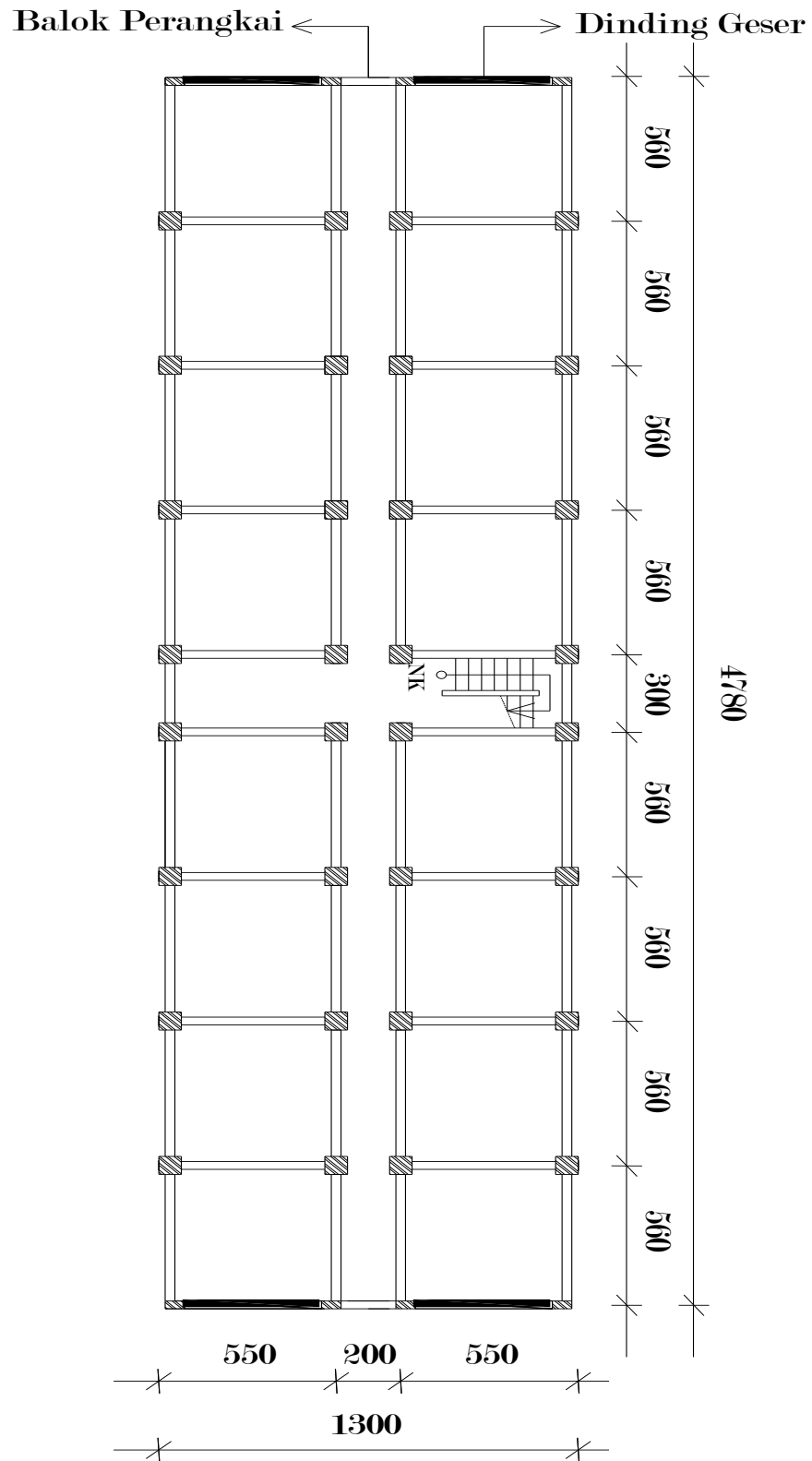
$$E = 4700 \times \sqrt{f_c}$$

$$= 4700 \times \sqrt{30}$$

$$E = 25743.96 \text{ Mpa}$$

$$E = 2.574396 \times 10^9 \text{ kg/m}^2$$

### 3.1.4 Data Gambar Perencanaan Struktur Sesuai Data Existing Gedung



Gambar 3.1 Perletakkan Dinding Geser



### 3.2. Pendimensionian Kolom, Balok, Dinding geser, dan Balok Perangkai

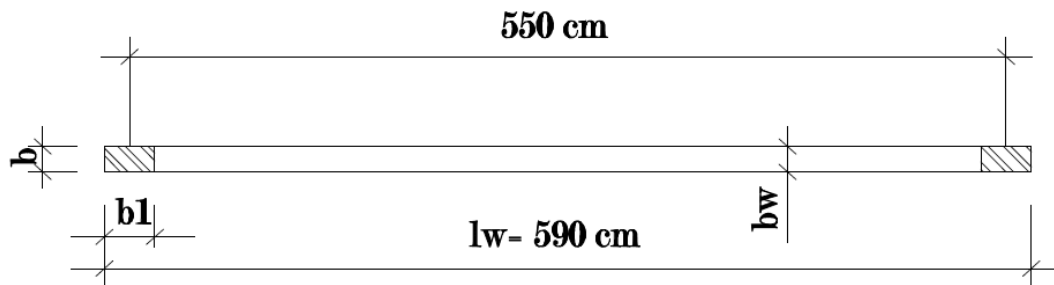
#### 3.2.1. Dimensi Kolom

Karena yang ditinjau adalah dinding geser, maka untuk dimensi kolom seperti pada gambar rencana Hotel Holland Park Condotel Batu Kolom dengan ukuran 80/80 cm.

#### 3.2.2. Dimensi Balok

Karena yang ditinjau adalah dinding geser, maka untuk dimensi balok seperti pada rencana Hotel Holland Park Condotel Batu direncanakan dengan ukuran 25/35 dan 30/50 cm.

#### 3.2.3. Pendimensionian Dinding Geser



### 3.2 Dimensi Penampang Dinding Geser

Tebal Dinding geser ( $b_w$ ) berdasarkan lebar dinding :

- $l_w = 590$  cm
- $b_w = l_w / 25$   
 $= 590 / 25$   
 $= 23.6$  cm .....maka dipakai  $b_w = 30$  cm

Berdasarkan rumusan hasil T. Paulay dan M. J. N. Priestley dalam bukunya yang berjudul “Seismic Design of Reinforced Concrete and Masonry Building”, dimensi dinding geser *berdasarkan tinggi dinding* harus memenuhi persyaratan sebagai berikut :

- $h_1 = 3,75 \text{ m}$
- $bw \geq \frac{1}{16} h_1$   
 $\geq \frac{1}{16} \times 3,75$   
 $\geq 0,234 \text{ m} = 23,40 \text{ cm} \dots\dots$  maka di pakai  $bw = 30 \text{ cm}$

Maka untuk tebal dinding geser (bw) dipakai 25 cm

Untuk kontrol panjang dinding geser ( $l_w$ ) =  $l_w < l_{w\text{maks}}$

Diambil type dinding geser dengan  $l_w$  terpanjang

- $bw = 30 \text{ cm}$
- $h_1 = 375 \text{ cm}$
- $l_w = 590 \text{ cm}$
- $l_{w\text{maks}} = 1,6 \cdot h_1$   
 $= 1,6 \cdot 375 = 600 \text{ cm}$
- $l_w = 590 \text{ cm} < l_{w\text{maks}} = 600 \text{ cm} \dots\dots$  ( ok )

Perhitungan nilai b dan  $b_1$

- $b \geq bw$   
 $bw = 30 \text{ cm}$
- $b \geq bc$   
 $bc = 0,0171 \cdot l_w \cdot \sqrt{\mu_\phi}$

$$= 0,0171 \cdot 590 \cdot \sqrt{5}$$

$$= 22,5597 \text{ cm}$$

$$\bullet \quad b \geq \frac{h_i}{16}$$

$$\frac{h_i}{16} = \frac{375}{16} = 23,4375 \text{ cm}$$

$$\bullet \quad bw \geq \frac{h_i}{16} \geq bc$$

$$30 \geq 23,4375 \geq 22,5597$$

maka nilai b yang di pakai ialah 30 cm

$$\bullet \quad b_1 \geq \frac{bc \cdot lw}{10 \cdot b}$$

$$\frac{bc \cdot lw}{10 \cdot b} = \frac{22,5597 \times 590}{10 \cdot 30}$$

$$= 44,3674 \text{ cm}$$

$$\bullet \quad b_1 \geq \frac{bc^2}{b}$$

$$\frac{bc^2}{b} = \frac{22,5597^2}{30}$$

$$= \frac{508,940}{30}$$

$$= 16,965 \text{ cm}$$

$$\bullet \quad b_1 \geq \frac{h_i}{16}$$

$$\geq \frac{390}{16}$$

$$\geq 24,375 \text{ cm}$$

maka nilai b<sub>1</sub> yang di pakai ialah 50 cm

### 3.2.4. Pendimensionian Balok Perangkai

Berdasarkan SNI 2847 “Persyaratan Beton Struktur Untuk Bangunan Gedung”: 2013 pasal 21.9.7 yang mengatur pendimensionian balok perangkai harus memenuhi persyaratan sebagai berikut :



**Syarat :**

$$\frac{l_n}{h} > 2$$

$$\frac{200}{75} > 2$$

$$2,67 > 2$$

**Untuk lebar komponen Balok Perangkai ( $b_w$ )**

$$b_w > 0.3 h$$

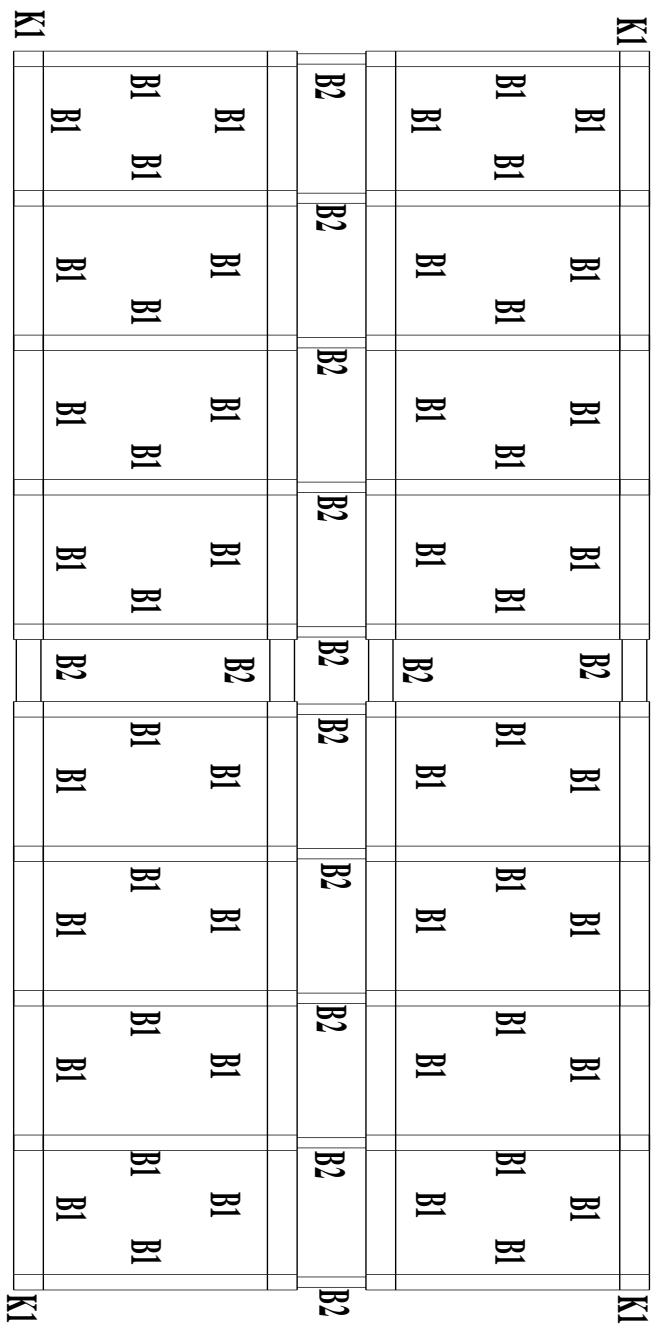
$$b_w > 0.3 \times 75 \text{ cm}$$

$$b_w > 22,5 \text{ cm}$$

**Jadi, lebar komponen balok perangkai ( $b_w$ ):**

$$b_w = 30 \text{ cm}$$

$$30 \text{ cm} > 22,5 \text{ cm}$$



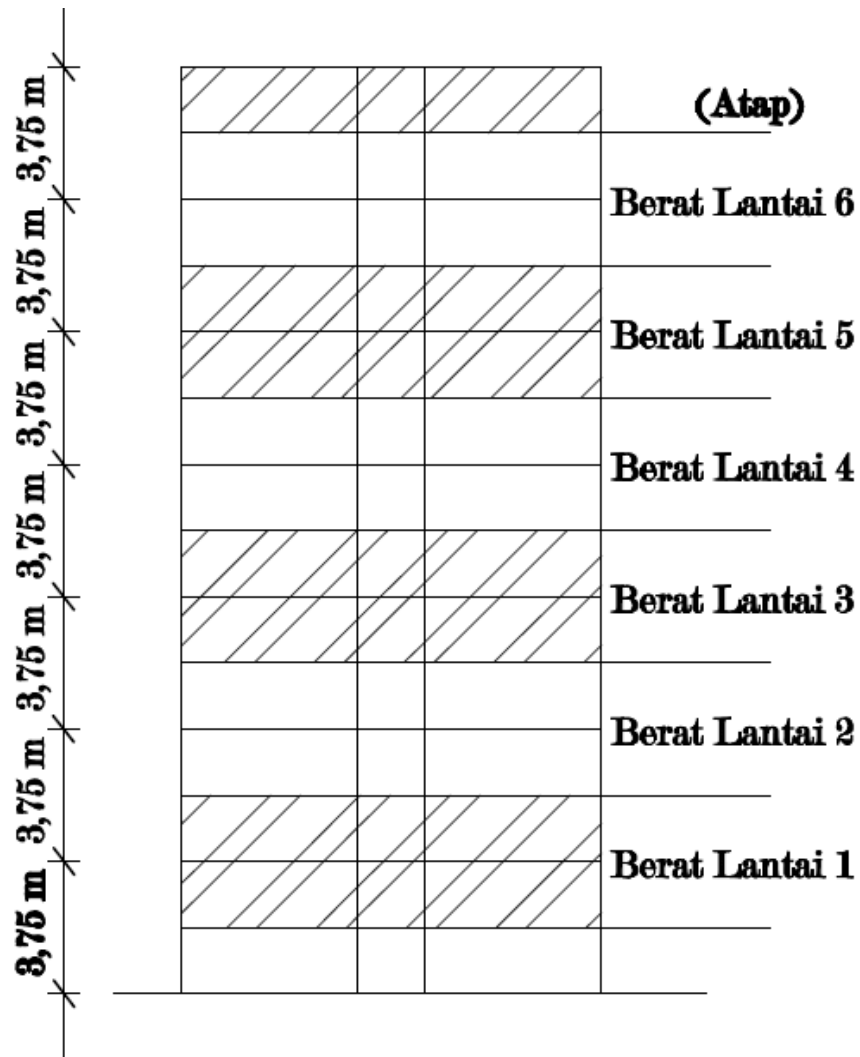
**Gambar 3.4 Denah Kolom dan Balok**

Keterangan = K1 = 80 cm x 80 cm

B1 = 30 cm x 50 cm

B2 = 25 cm x 35 cm

### 3.3 Perhitungan Berat Sendiri Bangunan dan Beban Gempa



Gambar 3.5 Pembagian Berat Perlantai

### Pembebanan Berat Lantai 1

#### **Beban Mati (DL)**

$$\begin{aligned} \text{➤ Berat Sendiri Plat lantai 12 cm} &= \text{Tebal Plat} \times \text{Bj Beton Bertulang} \\ &= 0.12 \quad \times 2400 \\ &= 288 \text{ kg/m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{➤ Berat Keramik} &= (\text{Tebal spesi} \times \text{Berat Spesi}) + (\text{Tebal Keramik} \times \text{Bj Keramik}) \\ &= (4.0 \quad \times 21 \quad) + (1.0 \quad \times 24 \quad) \\ &= 108 \text{ kg/m}^2 \end{aligned}$$

$$\text{➤ Berat Mekanikal Elektrikal} = 35 \text{ kg/m}^2$$

$$\begin{aligned} \text{➤ Berat Plafon + Penggantung} &= \text{Berat Gypsum} + \text{Berat Langit-langit} \\ &= 6.25 \quad + 3 \\ &= 9.25 \text{ kg/m}^2 \end{aligned}$$

$$\text{Maka, Jumlah Berat} = \text{Berat Sendiri Plat} = 288 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{Berat Keramik} = 108 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{Berat Mekanikal Elektrikal} = 35 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{Berat Plafond + Penggantung} = \underline{9.25 \text{ kg/m}^2} +$$

$$\text{Jumlah qd plat} = 440.25 \text{ kg/m}^2 +$$

$$\text{Maka, Berat Total} = \text{Jumlah Berat} \times \text{Luas}$$

$$= 440.25 \quad \times (47.8 \times 13)$$

$$= 273571.35 \text{ kg}$$

➤ Berat Kolom = h kolom ( $\frac{1}{2}$  h bawah +  $\frac{1}{2}$  h atas) x L kolom x Bj Beton x Jml Kolom

$$\text{Berat Border (30/50)} = 3.75 \times (0.3 \times 0.5) \times 2400 \times 8 = 10,800 \text{ kg}$$

$$\begin{aligned} \text{Berat Kolom (80/80)} &= 3.75 \times (0.8 \times 0.8) \times 2400 \times 32 = \underline{184,320} \text{ kg} + \\ &= 195,120 \text{ kg} \end{aligned}$$

➤ Berat Balok Memanjang = b Balok x (h balok – h plat) x (p balok – n kolom x b kolom) x Bj Beton

$$\text{Line 1 (25/35)} = (0.25 \times (0.35 - 0.12) \times (3.00 - 2 \times 0.8)) \times 2400 = 193 \text{ kg}$$

$$\text{Line 1 (30/50)} = (0.30 \times (0.50 - 0.12) \times (44.80 - 10 \times 0.8)) \times 2400 = 10,068 \text{ kg}$$

$$\text{Line 2 (25/35)} = (0.25 \times (0.35 - 0.12) \times (3.00 - 2 \times 0.8)) \times 2400 = 193 \text{ kg}$$

$$\text{Line 2 (30/50)} = (0.30 \times (0.50 - 0.12) \times (44.80 - 10 \times 0.8)) \times 2400 = 10,068 \text{ kg}$$

$$\text{Line 3 (25/35)} = (0.25 \times (0.35 - 0.12) \times (3.00 - 2 \times 0.8)) \times 2400 = 193 \text{ kg}$$

$$\text{Line 3 (30/50)} = (0.30 \times (0.50 - 0.12) \times (44.80 - 10 \times 0.8)) \times 2400 = 10,068 \text{ kg}$$

$$\text{Line 4 (25/35)} = (0.25 \times (0.35 - 0.12) \times (3.00 - 2 \times 0.8)) \times 2400 = 193 \text{ kg}$$

$$\text{Line 4 (30/50)} = (0.30 \times (0.50 - 0.12) \times (44.80 - 10 \times 0.8)) \times 2400 = \underline{10,068} \text{ kg} +$$

$$\text{DL Balok Memanjang} = 41,047 \text{ kg}$$

➤ Berat Balok Melintang = b Balok x (h balok – h plat) x (p balok – n kolom x b kolom) x Bj Beton

$$\text{Line a (30/75)} = (0.30 \times (0.75 - 0.12) \times (2.00 - 2 \times 0.8)) \times 2400 = 181 \text{ kg}$$

$$\text{Line b (25/35)} = (0.25 \times (0.35 - 0.12) \times (2.00 - 2 \times 0.8)) \times 2400 = 55 \text{ kg}$$

$$\text{Line b (30/50)} = (0.30 \times (0.50 - 0.12) \times (11.00 - 4 \times 0.8)) \times 2400 = 2,134 \text{ kg}$$

$$\text{Line c (25/35)} = (0.25 \times (0.35 - 0.12) \times (2.00 - 2 \times 0.8)) \times 2400 = 55 \text{ kg}$$

$$\text{Line c (30/50)} = (0.30 \times (0.50 - 0.12) \times (11.00 - 4 \times 0.8)) \times 2400 = 2,134 \text{ kg}$$

$$\text{Line d (25/35)} = (0.25 \times (0.35 - 0.12) \times (2.00 - 2 \times 0.8)) \times 2400 = 55 \text{ kg}$$



$$\begin{aligned}
\text{Line d (30/50)} &= (0.30 \times (0.50 - 0.12) \times (11.00 - 4 \times 0.8)) \times 2400 = 2,134 \text{ kg} \\
\text{Line e (25/35)} &= (0.25 \times (0.35 - 0.12) \times (2.00 - 2 \times 0.8)) \times 2400 = 55 \text{ kg} \\
\text{Line e (30/50)} &= (0.30 \times (0.50 - 0.12) \times (11.00 - 4 \times 0.8)) \times 2400 = 2,134 \text{ kg} \\
\text{Line f (25/35)} &= (0.25 \times (0.35 - 0.12) \times (2.00 - 2 \times 0.8)) \times 2400 = 55 \text{ kg} \\
\text{Line f (30/50)} &= (0.30 \times (0.50 - 0.12) \times (11.00 - 4 \times 0.8)) \times 2400 = 2,134 \text{ kg} \\
\text{Line g (25/35)} &= (0.25 \times (0.35 - 0.12) \times (2.00 - 2 \times 0.8)) \times 2400 = 55 \text{ kg} \\
\text{Line g (30/50)} &= (0.30 \times (0.50 - 0.12) \times (11.00 - 4 \times 0.8)) \times 2400 = 2,134 \text{ kg} \\
\text{Line h (25/35)} &= (0.25 \times (0.35 - 0.12) \times (2.00 - 2 \times 0.8)) \times 2400 = 55 \text{ kg} \\
\text{Line h (30/50)} &= (0.30 \times (0.50 - 0.12) \times (11.00 - 4 \times 0.8)) \times 2400 = 2,134 \text{ kg} \\
\text{Line i (25/35)} &= (0.25 \times (0.35 - 0.12) \times (2.00 - 2 \times 0.8)) \times 2400 = 55 \text{ kg} \\
\text{Line i (30/50)} &= (0.30 \times (0.50 - 0.12) \times (11.00 - 4 \times 0.8)) \times 2400 = 2,134 \text{ kg} \\
\text{Line j (30/75)} &= (0.30 \times (0.75 - 0.12) \times (2.00 - 2 \times 0.8)) \times 2400 = \underline{181 \text{ kg}} +
\end{aligned}$$

$$\text{DL Balok Melintang} = 17,877 \text{ kg}$$

$$\text{Berat Total Balok} = \text{DL Balok Memanjang} + \text{DL Balok Melintang}$$

$$= 41,047 + 17,877$$

$$= 58,924 \text{ kg}$$

$$\begin{aligned}
\text{➤ Berat SW (bw = 30 cm)} &= p \text{ dinding} \times (2 \times \frac{1}{2} \times t \text{ lantai}) \times bw \times n \text{ SW} \times B_j \text{ Beton} \\
&= 11 \times (2 \times 0.5 \times 3.75) \times 0.3 \times 2 \times 2400 \\
&= 59,924 \text{ kg}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\text{➤ Berat Dinding Memanjang} &= (p \text{ dinding} - n \text{ kolom} \times b \text{ kolom}) \times (\frac{1}{2} \times (h \text{ atas} - h \\
&\text{balok}) + (\frac{1}{2} h \text{ bawah} - h \text{ balok})) \times B_j \text{ dinding}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\text{Line 1} &= (44.80 - 10 \times 0.8) \times (0.50 \times (3.75 - 0.5) + 0.50 \times (3.75 - 0.5)) \times 250 \\
&= 29,900 \text{ kg}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Line 1}' &= (3.00 - 2 \times 0.8) \times (0.50 \times (3.75 - 0.35) + 0.50 \times (3.75 - 0.35)) \times 250 \\ &= 1,190 \text{ kg}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Line 2} &= (16.80 - 5 \times 0.8) \times (0.50 \times (3.75 - 0.5) + 0.50 \times (3.75 - 0.5)) \times 250 \\ &= 10,400 \text{ kg}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Line 2}' &= (28.00 - 7 \times 0.8) \times (0.50 \times (3.75 - 0.5) + 0.00 \times (0.00 - 0.0)) \times 250 \\ &= 9,100 \text{ kg}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Line 3} &= (16.80 - 5 \times 0.8) \times (0.50 \times (3.75 - 0.5) + 0.50 \times (3.75 - 0.5)) \times 250 \\ &= 10,400 \text{ kg}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Line 3}' &= (28.00 - 7 \times 0.8) \times (0.50 \times (3.75 - 0.5) + 0.00 \times (0.00 - 0.0)) \times 250 \\ &= 9,100 \text{ kg}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Line 4} &= (44.80 - 10 \times 0.8) \times (0.50 \times (3.75 - 0.5) + 0.50 \times (3.75 - 0.5)) \times 250 \\ &= 29,900 \text{ kg}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Line 4}' &= (3.00 - 2 \times 0.8) \times (0.50 \times (3.75 - 0.35) + 0.50 \times (3.75 - 0.35)) \times 250 \\ &= 1,190 \text{ kg}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{DL Dinding Memanjang} &= \text{Line 1} + \text{Line 1}' + \text{Line 2} + \text{Line 2}' + \text{Line 3} + \text{Line 3}' + \\ &\quad \text{Line 4} + \text{Line 4}' \\ &= 101,180 \text{ kg}\end{aligned}$$

- Berat Dinding Melintang = (p dinding – n kolom x b kolom) x (½ x (h atas – h balok) + (½ h bawah – h balok)) x Bj dinding

$$\begin{aligned}\text{Line A} &= (2 - 2 \times 0.8) \times (0.50 \times (3.75 - 0.75) + 0.50 \times (3.75 - 0.75)) \times 250 \\ &= 300 \text{ kg}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Line B} &= (11 - 4 \times 0.8) \times (0.50 \times (3.75 - 0.50) + 0.00 \times (0.00 - 0.00)) \times 250 \\ &= 3,169 \text{ kg}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Line C} &= (13 - 4 \times 0.8) \times (0.50 \times (3.75 - 0.50) + 0.50 \times (3.75 - 0.50)) \times 250 \\ &= 7,963 \text{ kg}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Line D} &= (11 - 4 \times 0.8) \times (0.50 \times (3.75 - 0.50) + 0.00 \times (0.00 - 0.00)) \times 250 \\ &= 3,169 \text{ kg}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Line E} &= (5.5 - 2 \times 0.8) \times (0.50 \times (3.75 - 0.50) + 0.50 \times (3.75 - 0.50)) \times 250 \\ &= 3,169 \text{ kg}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Line E} &= (5.5 - 2 \times 0.8) \times (0.50 \times (3.75 - 0.50) + 0.00 \times (0.00 - 0.00)) \times 250 \\ &= 1,584 \text{ kg}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Line F} &= (5.5 - 2 \times 0.8) \times (0.50 \times (3.75 - 0.50) + 0.50 \times (3.75 - 0.50)) \times 250 \\ &= 3,169 \text{ kg}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Line F} &= (5.5 - 2 \times 0.8) \times (0.50 \times (3.75 - 0.50) + 0.00 \times (0.00 - 0.00)) \times 250 \\ &= 1,584 \text{ kg}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Line G} &= (13 - 4 \times 0.8) \times (0.50 \times (3.75 - 0.50) + 0.50 \times (3.75 - 0.50)) \times 250 \\ &= 7,963 \text{ kg}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Line H} &= (7.5 - 3 \times 0.8) \times (0.50 \times (3.75 - 0.50) + 0.50 \times (3.75 - 0.50)) \times 250 \\ &= 4,144 \text{ kg}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Line H} &= (5.5 - 2 \times 0.8) \times (0.50 \times (3.75 - 0.50) + 0.00 \times (0.00 - 0.00)) \times 250 \\ &= 1,584 \text{ kg}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Line I} &= (11 - 4 \times 0.8) \times (0.50 \times (3.75 - 0.50) + 0.00 \times (0.00 - 0.00)) \times 250 \\ &= 3,169 \text{ kg}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Line J} &= (2 - 2 \times 0.8) \times (0.50 \times (3.75 - 0.75) + 0.50 \times (3.75 - 0.75)) \times 250 \\ &= 300 \text{ kg}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{DL Dinding Melintang} &= \text{Line A} + \text{Line B} + \text{Line C} + \text{Line D} + \text{Line E} + \text{Line E} + \\ &\quad \text{Line F} + \text{Line F} + \text{Line G} + \text{Line H} + \text{Line H} + \text{Line I} + \\ &\quad \text{Line J} \end{aligned}$$

$$= 41,266 \text{ kg}$$

$$\text{Berat Total Dinding} = \text{DL Dinding Memanjang} + \text{DL Dinding Melintang}$$

$$= 101,180 \text{ kg} + 41,266$$

$$= 142,446 \text{ kg}$$

$$\begin{aligned} \text{Jadi, Total Beban DL} &= \text{Berat Total Lantai 1} + \text{Berat Kolom} + \text{Berat Balok} + \\ &\quad \text{Berat SW} + \text{Berat Dinding} \end{aligned}$$

$$= 273,571 + 195,120 + 58,924 + 49,500 + 142,446$$

$$= 729,461 \text{ kg}$$

### **Beban Hidup (LL)**

$$\text{➤ LL Ruang Hotel} = \text{Luas} \times (\text{Tebal Plat Lantai 1} \times \text{Beban Hidup}) \times \text{faktor Reduksi}$$

$$= (47.80 \times 13.00) \times 0.12 \times 192 \times 0.3$$

$$= 4,259.12 \text{ kg}$$

$$\text{➤ LL tangga} = \text{L tangga} \times \text{Beban Hidup Tangga} \times \text{faktor Reduksi}$$

$$= (3 \times 4.2) \times 479 \times 0.3$$

$$= 1,810.62 \text{ kg}$$

$$\text{Maka Total Beban Hidup} = \text{LL Ruang Hotel} + \text{LL tangga}$$

$$= 4,259.12 \text{ kg} + 1,810.62 \text{ kg}$$

$$= 6,105.74 \text{ kg}$$

$$\begin{aligned}
\text{Beban Total Pada Lantai 1} &= \text{DL} + \text{LL} \\
&= 729,460.82 + 6,105.74 \\
&= 735,566.55 \text{ kg}
\end{aligned}$$

### Pembebanan Berat Lantai 2-6

#### **Beban Mati (DL)**

- Berat Sendiri Plat lantai 12 cm = Tebal Plat x Bj Beton Bertulang
 
$$\begin{aligned}
&= 0.12 \quad \times 2400 \\
&= 288 \text{ kg/m}^2
\end{aligned}$$
- Berat Keramik = (Tebal spesi x Berat Spesi) + (Tebal Keramik x Bj Keramik)
 
$$\begin{aligned}
&= (4.0 \quad \times 21 \quad ) + (1.0 \quad \times 24 \quad ) \\
&= 108 \text{ kg/m}^2
\end{aligned}$$
- Berat Mekanikal Elektrikal = 35 kg/m<sup>2</sup>
- Berat Plafon + Punggantung = Berat Gypsum + Berat Langit-langit
 
$$\begin{aligned}
&= 6.25 \quad + \quad 3 \\
&= 9.25 \text{ kg/m}^2
\end{aligned}$$

Maka, Jumlah Berat	= Berat Sendiri Plat	= 288 kg/m <sup>2</sup>
	Berat Keramik	= 108 kg/m <sup>2</sup>
	Berat Mekanikal Elektrikal	= 35 kg/m <sup>2</sup>
	Berat Plafond + Punggantung	= <u>9.25 kg/m<sup>2</sup></u> +
	Jumlah qd plat	= 440.25 kg/m <sup>2</sup> +

Maka, Berat Total = Jumlah Berat x Luas

$$= 440.25 \times (47.8 \times 13)$$

$$= 273571.35 \text{ kg}$$

➤ Berat Kolom = h kolom ( $\frac{1}{2}$  h bawah +  $\frac{1}{2}$  h atas) x L kolom x Bj Beton x Jml Kolom

$$\text{Berat Border (30/50)} = 3.75 \times (0.3 \times 0.5) \times 2400 \times 8 = 10,800 \text{ kg}$$

$$\text{Berat Kolom (80/80)} = 3.75 \times (0.8 \times 0.8) \times 2400 \times 32 = \underline{184,320 \text{ kg}} +$$

$$= 195,120 \text{ kg}$$

➤ Berat Balok Memanjang = b Balok x (h balok – h plat) x (p balok – n kolom x b kolom) x Bj Beton

$$\text{Line 1 (25/35)} = (0.25 \times (0.35 - 0.12) \times (3.00 - 2 \times 0.8)) \times 2400 = 193 \text{ kg}$$

$$\text{Line 1 (30/50)} = (0.30 \times (0.50 - 0.12) \times (44.80 - 8 \times 0.8)) \times 2400 = 10,506 \text{ kg}$$

$$\text{Line 2 (25/35)} = (0.25 \times (0.35 - 0.12) \times (3.00 - 2 \times 0.8)) \times 2400 = 193 \text{ kg}$$

$$\text{Line 2 (30/50)} = (0.30 \times (0.50 - 0.12) \times (44.80 - 8 \times 0.8)) \times 2400 = 10,506 \text{ kg}$$

$$\text{Line 3 (25/35)} = (0.25 \times (0.35 - 0.12) \times (3.00 - 2 \times 0.8)) \times 2400 = 193 \text{ kg}$$

$$\text{Line 3 (30/50)} = (0.30 \times (0.50 - 0.12) \times (44.80 - 8 \times 0.8)) \times 2400 = 10,506 \text{ kg}$$

$$\text{Line 4 (25/35)} = (0.25 \times (0.35 - 0.12) \times (3.00 - 2 \times 0.8)) \times 2400 = 193 \text{ kg}$$

$$\text{Line 4 (30/50)} = (0.30 \times (0.50 - 0.12) \times (44.80 - 8 \times 0.8)) \times 2400 = \underline{10,506 \text{ kg}} +$$

$$\text{DL Balok Memanjang} = 42,798 \text{ kg}$$

➤ Berat Balok Melintang = b Balok x (h balok – h plat) x (p balok – n kolom x b kolom) x Bj Beton

$$\text{Line a (30/75)} = (0.30 \times (0.75 - 0.12) \times (2.00 - 2 \times 0.8)) \times 2400 = 181 \text{ kg}$$

$$\text{Line b (25/35)} = (0.25 \times (0.35 - 0.12) \times (2.00 - 2 \times 0.8)) \times 2400 = 55 \text{ kg}$$

$$\begin{aligned}
\text{Line b (30/50)} &= (0.30 \times (0.50 - 0.12) \times (11.00 - 4 \times 0.8)) \times 2400 = 2,134 \text{ kg} \\
\text{Line c (25/35)} &= (0.25 \times (0.35 - 0.12) \times (2.00 - 2 \times 0.8)) \times 2400 = 55 \text{ kg} \\
\text{Line c (30/50)} &= (0.30 \times (0.50 - 0.12) \times (11.00 - 4 \times 0.8)) \times 2400 = 2,134 \text{ kg} \\
\text{Line d (25/35)} &= (0.25 \times (0.35 - 0.12) \times (2.00 - 2 \times 0.8)) \times 2400 = 55 \text{ kg} \\
\text{Line d (30/50)} &= (0.30 \times (0.50 - 0.12) \times (11.00 - 4 \times 0.8)) \times 2400 = 2,134 \text{ kg} \\
\text{Line e (25/35)} &= (0.25 \times (0.35 - 0.12) \times (2.00 - 2 \times 0.8)) \times 2400 = 55 \text{ kg} \\
\text{Line e (30/50)} &= (0.30 \times (0.50 - 0.12) \times (11.00 - 4 \times 0.8)) \times 2400 = 2,134 \text{ kg} \\
\text{Line f (25/35)} &= (0.25 \times (0.35 - 0.12) \times (2.00 - 2 \times 0.8)) \times 2400 = 55 \text{ kg} \\
\text{Line f (30/50)} &= (0.30 \times (0.50 - 0.12) \times (11.00 - 4 \times 0.8)) \times 2400 = 2,134 \text{ kg} \\
\text{Line g (25/35)} &= (0.25 \times (0.35 - 0.12) \times (2.00 - 2 \times 0.8)) \times 2400 = 55 \text{ kg} \\
\text{Line g (30/50)} &= (0.30 \times (0.50 - 0.12) \times (11.00 - 4 \times 0.8)) \times 2400 = 2,134 \text{ kg} \\
\text{Line h (25/35)} &= (0.25 \times (0.35 - 0.12) \times (2.00 - 2 \times 0.8)) \times 2400 = 55 \text{ kg} \\
\text{Line h (30/50)} &= (0.30 \times (0.50 - 0.12) \times (11.00 - 4 \times 0.8)) \times 2400 = 2,134 \text{ kg} \\
\text{Line i (25/35)} &= (0.25 \times (0.35 - 0.12) \times (2.00 - 2 \times 0.8)) \times 2400 = 55 \text{ kg} \\
\text{Line i (30/50)} &= (0.30 \times (0.50 - 0.12) \times (11.00 - 4 \times 0.8)) \times 2400 = 2,134 \text{ kg} \\
\text{Line j (30/75)} &= (0.30 \times (0.75 - 0.12) \times (2.00 - 2 \times 0.8)) \times 2400 = \underline{181 \text{ kg}} +
\end{aligned}$$

$$\text{DL Balok Melintang} = 17,877 \text{ kg}$$

$$\text{Berat Total Balok} = \text{DL Balok Memanjang} + \text{DL Balok Melintang}$$

$$= 42,798 + 17,877$$

$$= 60,675 \text{ kg}$$

$$\begin{aligned}
\text{➤ Berat SW (bw = 30 cm)} &= p \text{ dinding} \times (2 \times \frac{1}{2} \times t \text{ lantai}) \times bw \times n \text{ SW} \times B_j \text{ Beton} \\
&= 11 \times (2 \times 0.5 \times 3.75) \times 0.3 \times 2 \times 2400 \\
&= 59400 \text{ kg}
\end{aligned}$$

- Berat Dinding Memanjang = (p dinding – n kolom x b kolom) x (½ x (h atas – h balok) + (½ h bawah – h balok)) x Bj dinding

$$\begin{aligned} \text{Line 1} &= (44.80 - 10 \times 0.8) \times (0.50 \times (3.75 - 0.5) + 0.50 \times (3.75 - 0.5)) \times 250 \\ &= 29,900 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Line 1}' &= (3.00 - 2 \times 0.8) \times (0.50 \times (3.75 - 0.5) + 0.50 \times (3.75 - 0.30)) \times 250 \\ &= 1,173 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Line 2} &= (44.80 - 10 \times 0.8) \times (0.50 \times (3.75 - 0.5) + 0.50 \times (3.75 - 0.5)) \times 250 \\ &= 29,900 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Line 3} &= (44.80 - 5 \times 0.8) \times (0.50 \times (3.75 - 0.5) + 0.50 \times (3.75 - 0.5)) \times 250 \\ &= 29,900 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Line 4} &= (44.80 - 10 \times 0.8) \times (0.50 \times (3.75 - 0.5) + 0.50 \times (3.75 - 0.5)) \times 250 \\ &= 29,900 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Line 4}' &= (3.00 - 2 \times 0.8) \times (0.50 \times (3.75 - 0.30) + 0.50 \times (3.75 - 0.30)) \times 250 \\ &= 1,208 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{DL Dinding Memanjang} &= \text{Line 1} + \text{Line 1}' + \text{Line 2} + \text{Line 3} + \text{Line 4} + \text{Line 4}' \\ &= 121,980 \text{ kg} \end{aligned}$$

- Berat Dinding Melintang = (p dinding – n kolom x b kolom) x (½ x (h atas – h balok) + (½ h bawah – h balok)) x Bj dinding

$$\begin{aligned} \text{Line A} &= (2 - 2 \times 0.8) \times (0.50 \times (3.75 - 0.75) + 0.50 \times (3.75 - 0.75)) \times 250 \\ &= 300 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Line B} &= (11 - 4 \times 0.8) \times (0.50 \times (3.75 - 0.5) + 0.50 \times (3.75 - 0.5)) \times 250 \\ &= 6,338 \text{ kg} \end{aligned}$$



$$\begin{aligned} \text{Line C} &= (11 - 4 \times 0.8) \times (0.50 \times (3.75 - 0.50) + 0.50 \times (3.75 - 0.50)) \times 250 \\ &= 6,338 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Line D} &= (11 - 4 \times 0.8) \times (0.50 \times (3.75 - 0.50) + 0.50 \times (3.75 - 0.50)) \times 250 \\ &= 6,338 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Line E} &= (11 - 4 \times 0.8) \times (0.50 \times (3.75 - 0.50) + 0.50 \times (3.75 - 0.50)) \times 250 \\ &= 6,338 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Line F} &= (11 - 4 \times 0.8) \times (0.50 \times (3.75 - 0.50) + 0.50 \times (3.75 - 0.50)) \times 250 \\ &= 6,338 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Line G} &= (11 - 4 \times 0.8) \times (0.50 \times (3.75 - 0.50) + 0.50 \times (3.75 - 0.50)) \times 250 \\ &= 6,338 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Line H} &= (11 - 4 \times 0.8) \times (0.50 \times (3.75 - 0.50) + 0.50 \times (3.75 - 0.50)) \times 250 \\ &= 6,338 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Line I} &= (11 - 4 \times 0.8) \times (0.50 \times (3.75 - 0.50) + 0.50 \times (3.75 - 0.50)) \times 250 \\ &= 6,338 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Line J} &= (2 - 2 \times 0.8) \times (0.50 \times (3.75 - 0.75) + 0.50 \times (3.75 - 0.75)) \times 250 \\ &= 300 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{DL Dinding Melintang} &= \text{Line A} + \text{Line B} + \text{Line C} + \text{Line D} + \text{Line E} + \text{Line F} + \\ &\quad \text{Line G} + \text{Line H} + \text{Line I} + \text{Line J} \\ &= 51,300 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Berat Total Dinding} &= \text{DL Dinding Memanjang} + \text{DL Dinding Melintang} \\ &= 121,980 \text{ kg} + 51,300 \\ &= 173,280 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\text{Jadi, Total Beban DL} &= \text{Berat Total Lantai 2} + \text{Berat Kolom} + \text{Berat Balok} + \\
&\quad \text{Berat SW} + \text{Berat Dinding} \\
&= 273,571 + 195,120 + 58,924 + 60,675 + 173,280 \\
&= 761,570 \text{ kg}
\end{aligned}$$

### **Beban Hidup (LL)**

$$\begin{aligned}
\text{➤ LL Ruang Hotel} &= \text{Luas} \times (\text{Tebal Plat Lantai 1} \times \text{Beban Hidup}) \times \text{faktor Reduksi} \\
&= (47.80 \times 13.00) \times 0.12 \times 192 \times 0.3 \\
&= 4,259.12 \text{ kg} \\
\text{➤ LL tangga} &= L \text{ tangga} \times \text{Beban Hidup Tangga} \times \text{faktor Reduksi} \\
&= (3 \times 4.2) \times 479 \times 0.3 \\
&= 1,810.62 \text{ kg}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\text{Maka Total Beban Hidup} &= \text{LL Ruang Hotel} + \text{LL tangga} \\
&= 4,259.12 \text{ kg} + 1,810.62 \text{ kg} \\
&= 6,105.74 \text{ kg}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\text{Beban Total Pada Lantai 2} &= \text{DL} + \text{LL} \\
&= 761,570.07 + 6,105.74 \\
&= 767,675.81 \text{ kg}
\end{aligned}$$

### Pembebanan Berat Atap

#### **Beban Mati (DL)**

$$\begin{aligned} \text{➤ Berat Sendiri Plat Atap 10 cm} &= \text{Tebal Plat} \times \text{Bj Beton Bertulang} \\ &= 0.10 \quad \times 2400 \\ &= 240 \text{ kg/m}^2 \end{aligned}$$

$$\text{➤ Berat Mekanikal Elektrikal} = 35 \text{ kg/m}^2$$

$$\begin{aligned} \text{➤ Berat Plafon + Penggantung} &= \text{Berat Gypsum} + \text{Berat Langit-langit} \\ &= 6.25 \quad + \quad 3 \\ &= 9.25 \text{ kg/m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{➤ Berat Plester / Skriting } \pm 5 \text{ cm} &= \text{Tebal Skriting} \times \text{Berat Spesi per cm tebal} \\ &= 0.05 \quad \times \quad 2100 \\ &= 105 \text{ kg/m}^2 \end{aligned}$$

$$\text{Maka, Jumlah Berat} = \text{Berat Sendiri Plat} = 240 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{Berat Plester/Skriting } \pm 5 \text{ cm} = 105 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{Berat Mekanikal Elektrikal} = 35 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{Berat Plafond + Penggantung} = \underline{9.25 \text{ kg/m}^2} +$$

$$\text{Jumlah qd atap} = 389.25 \text{ kg/m}^2 +$$

$$\text{Maka, Berat Total} = \text{Jumlah Berat} \times \text{Luas}$$

$$= 389.25 \quad \times (47.8 \times 13)$$

$$= 241879.95 \text{ kg}$$

➤ Berat Kolom = h kolom (½ h bawah + ½ h atas) x L kolom x Bj Beton x Jml Kolom

$$\text{Berat Border (30/50)} = 1.875 \times (0.3 \times 0.5) \times 2400 \times 8 = 5,400 \text{ kg}$$

$$\begin{aligned} \text{Berat Kolom (80/80)} &= 1.875 \times (0.8 \times 0.8) \times 2400 \times 32 = \underline{92,160} \text{ kg} + \\ &= 97,560 \text{ kg} \end{aligned}$$

➤ Berat Balok Memanjang = b Balok x (h balok – h plat) x (p balok – n kolom x b kolom) x Bj Beton

$$\text{Line 1 (25/35)} = (0.25 \times (0.35 - 0.12) \times (3.00 - 2 \times 0.8)) \times 2400 = 193 \text{ kg}$$

$$\text{Line 1 (30/50)} = (0.30 \times (0.50 - 0.12) \times (44.80 - 10 \times 0.8)) \times 2400 = 10,068 \text{ kg}$$

$$\text{Line 2 (25/35)} = (0.25 \times (0.35 - 0.12) \times (3.00 - 2 \times 0.8)) \times 2400 = 193 \text{ kg}$$

$$\text{Line 2 (30/50)} = (0.30 \times (0.50 - 0.12) \times (44.80 - 10 \times 0.8)) \times 2400 = 10,068 \text{ kg}$$

$$\text{Line 3 (25/35)} = (0.25 \times (0.35 - 0.12) \times (3.00 - 2 \times 0.8)) \times 2400 = 193 \text{ kg}$$

$$\text{Line 3 (30/50)} = (0.30 \times (0.50 - 0.12) \times (44.80 - 10 \times 0.8)) \times 2400 = 10,068 \text{ kg}$$

$$\text{Line 4 (25/35)} = (0.25 \times (0.35 - 0.12) \times (3.00 - 2 \times 0.8)) \times 2400 = 193 \text{ kg}$$

$$\text{Line 4 (30/50)} = (0.30 \times (0.50 - 0.12) \times (44.80 - 10 \times 0.8)) \times 2400 = \underline{10,068} \text{ kg} +$$

$$\text{DL Balok Memanjang} = 41,047 \text{ kg}$$

➤ Berat Balok Melintang = b Balok x (h balok – h plat) x (p balok – n kolom x b kolom) x Bj Beton

$$\text{Line a (30/75)} = (0.30 \times (0.75 - 0.12) \times (2.00 - 2 \times 0.8)) \times 2400 = 181 \text{ kg}$$

$$\text{Line b (25/35)} = (0.25 \times (0.35 - 0.12) \times (2.00 - 2 \times 0.8)) \times 2400 = 55 \text{ kg}$$

$$\text{Line b (30/50)} = (0.30 \times (0.50 - 0.12) \times (11.00 - 4 \times 0.8)) \times 2400 = 2,134 \text{ kg}$$

$$\text{Line c (25/35)} = (0.25 \times (0.35 - 0.12) \times (2.00 - 2 \times 0.8)) \times 2400 = 55 \text{ kg}$$

$$\text{Line c (30/50)} = (0.30 \times (0.50 - 0.12) \times (11.00 - 4 \times 0.8)) \times 2400 = 2,134 \text{ kg}$$

$$\begin{aligned}
\text{Line d (25/35)} &= (0.25 \times (0.35 - 0.12) \times (2.00 - 2 \times 0.8)) \times 2400 = 55 \text{ kg} \\
\text{Line d (30/50)} &= (0.30 \times (0.50 - 0.12) \times (11.00 - 4 \times 0.8)) \times 2400 = 2,134 \text{ kg} \\
\text{Line e (25/35)} &= (0.25 \times (0.35 - 0.12) \times (2.00 - 2 \times 0.8)) \times 2400 = 55 \text{ kg} \\
\text{Line e (30/50)} &= (0.30 \times (0.50 - 0.12) \times (11.00 - 4 \times 0.8)) \times 2400 = 2,134 \text{ kg} \\
\text{Line f (25/35)} &= (0.25 \times (0.35 - 0.12) \times (2.00 - 2 \times 0.8)) \times 2400 = 55 \text{ kg} \\
\text{Line f (30/50)} &= (0.30 \times (0.50 - 0.12) \times (11.00 - 4 \times 0.8)) \times 2400 = 2,134 \text{ kg} \\
\text{Line g (25/35)} &= (0.25 \times (0.35 - 0.12) \times (2.00 - 2 \times 0.8)) \times 2400 = 55 \text{ kg} \\
\text{Line g (30/50)} &= (0.30 \times (0.50 - 0.12) \times (11.00 - 4 \times 0.8)) \times 2400 = 2,134 \text{ kg} \\
\text{Line h (25/35)} &= (0.25 \times (0.35 - 0.12) \times (2.00 - 2 \times 0.8)) \times 2400 = 55 \text{ kg} \\
\text{Line h (30/50)} &= (0.30 \times (0.50 - 0.12) \times (11.00 - 4 \times 0.8)) \times 2400 = 2,134 \text{ kg} \\
\text{Line i (25/35)} &= (0.25 \times (0.35 - 0.12) \times (2.00 - 2 \times 0.8)) \times 2400 = 55 \text{ kg} \\
\text{Line i (30/50)} &= (0.30 \times (0.50 - 0.12) \times (11.00 - 4 \times 0.8)) \times 2400 = 2,134 \text{ kg} \\
\text{Line j (30/75)} &= (0.30 \times (0.75 - 0.12) \times (2.00 - 2 \times 0.8)) \times 2400 = \underline{181 \text{ kg}} +
\end{aligned}$$

$$\text{DL Balok Melintang} = 17,877 \text{ kg}$$

$$\text{Berat Total Balok} = \text{DL Balok Memanjang} + \text{DL Balok Melintang}$$

$$= 41,047 + 17,877$$

$$= 58,924 \text{ kg}$$

$$\begin{aligned}
\text{➤ Berat SW (bw = 30 cm)} &= p \text{ dinding} \times (2 \times \frac{1}{2} \times t \text{ lantai}) \times bw \times n \text{ SW} \times B_j \text{ Beton} \\
&= 11 \times (2 \times 0.5 \times 3.75) \times 0.3 \times 2 \times 2400 \\
&= 59400 \text{ kg}
\end{aligned}$$

- Berat Dinding Memanjang = (p dinding – n kolom x b kolom) x (½ x (h atas – h balok)) x Bj dinding

$$\begin{aligned}\text{Line 1} &= (44.80 - 10 \times 0.8) \times (0.50 \times (3.75 - 0.5)) \times 250 \\ &= 14,950 \text{ kg}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Line 1}' &= (3.00 - 2 \times 0.8) \times (0.50 \times (3.75 - 0.50)) \times 250 \\ &= 604 \text{ kg}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Line 2} &= (44.80 - 10 \times 0.8) \times (0.50 \times (3.75 - 0.50)) \times 250 \\ &= 14,950 \text{ kg}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Line 3} &= (44.80 - 5 \times 0.8) \times (0.50 \times (3.75 - 0.50)) \times 250 \\ &= 14,950 \text{ kg}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Line 4} &= (44.80 - 10 \times 0.8) \times (0.50 \times (3.75 - 0.5)) \times 250 \\ &= 14,950 \text{ kg}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Line 4}' &= (3.00 - 2 \times 0.8) \times (0.50 \times (3.75 - 0.30)) \times 250 \\ &= 604 \text{ kg}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{DL Dinding Memanjang} &= \text{Line 1} + \text{Line 1}' + \text{Line 2} + \text{Line 3} + \text{Line 4} + \text{Line 4}' \\ &= 61,008 \text{ kg}\end{aligned}$$

- Berat Dinding Melintang = (p dinding – n kolom x b kolom) x (½ x (h atas – h balok)) x Bj dinding

$$\begin{aligned}\text{Line A} &= (2 - 2 \times 0.8) \times (0.50 \times (3.75 - 0.75)) \times 250 \\ &= 150 \text{ kg}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Line B} &= (11 - 4 \times 0.8) \times (0.50 \times (3.75 - 0.50)) \times 250 \\ &= 3,169 \text{ kg}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Line C} &= (11 - 4 \times 0.8) \times (0.50 \times (3.75 - 0.50)) \times 250 \\ &= 3,169 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Line D} &= (11 - 4 \times 0.8) \times (0.50 \times (3.75 - 0.50)) \times 250 \\ &= 3,169 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Line E} &= (11 - 4 \times 0.8) \times (0.50 \times (3.75 - 0.50)) \times 250 \\ &= 3,169 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Line F} &= (11 - 4 \times 0.8) \times (0.50 \times (3.75 - 0.50)) \times 250 \\ &= 3,169 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Line H} &= (11 - 4 \times 0.8) \times (0.50 \times (3.75 - 0.50)) \times 250 \\ &= 3,169 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Line I} &= (11 - 4 \times 0.8) \times (0.50 \times (3.75 - 0.50)) \times 250 \\ &= 3,169 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Line J} &= (2 - 2 \times 0.8) \times (0.50 \times (3.75 - 0.75)) \times 250 \\ &= 150 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{DL Dinding Melintang} &= \text{Line A} + \text{Line B} + \text{Line C} + \text{Line D} + \text{Line E} + \text{Line F} + \\ &\quad \text{Line G} + \text{Line H} + \text{Line I} + \text{Line J} \\ &= 25,650 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Berat Total Dinding} &= \text{DL Dinding Memanjang} + \text{DL Dinding Melintang} \\ &= 61,008 \text{ kg} + 25,650 \\ &= 86,658 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\text{Jadi, Total Beban DL} &= \text{Berat Total Lantai Atap} + \text{Berat Kolom} + \text{Berat Balok} + \\
&\quad \text{Berat SW} + \text{Berat Dinding} \\
&= 241,880 + 97,560 + 58,924 + 59,400 + 86,658 \\
&= 544,421.29 \text{ kg}
\end{aligned}$$

### **Beban Hidup (LL)**

$$\begin{aligned}
\text{➤ LL Atap} &= \text{Luas} \times (\text{Tebal Plat Atap} \times \text{Beban Hidup Atap}) \times \text{faktor Reduksi} \\
&= (47.80 \times 13.00) \times 0.10 \times 96 \times 0.3 \\
&= 1,789.63 \text{ kg} \\
\text{➤ LL Air Hujan} &= L \text{ atap} \times \text{Berat Jenis Air Hujan} \times \text{Tebal} \\
&= (47.8 \times 13) \times 1000 \times 0.05 \\
&= 31,070 \text{ kg}
\end{aligned}$$

$$\text{Maka Total Beban Hidup} = \text{LL Atap} + \text{LL Air Hujan}$$

$$\begin{aligned}
&= 1,789.63 \text{ kg} + 31,070 \text{ kg} \\
&= 32,859.63 \text{ kg}
\end{aligned}$$

$$\text{Beban Total Pada Atap} = \text{DL} + \text{LL}$$

$$\begin{aligned}
&= 544,421.29 + 32,859.63 \\
&= 518,558.62 \text{ kg}
\end{aligned}$$

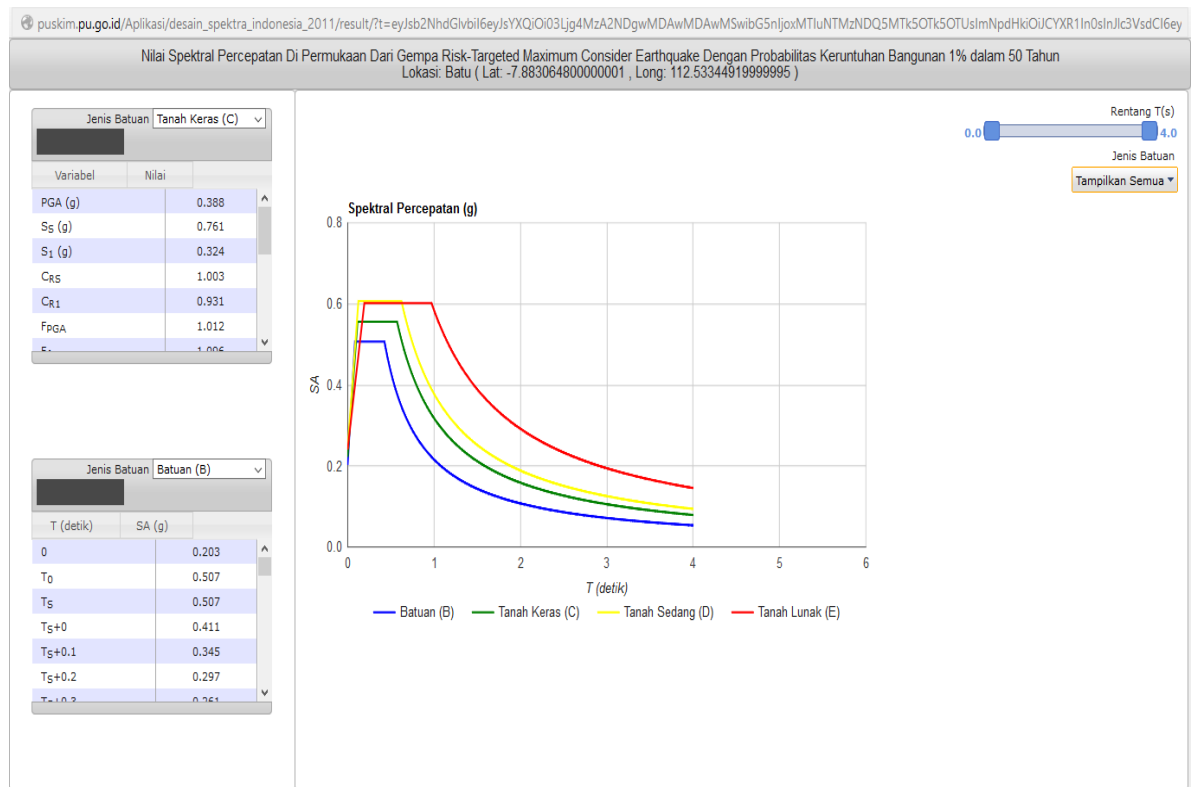


<b>No</b>	<b>Tingkat</b>	<b>hi (m)</b>	<b>Wi (Kg/m)</b>
1	(Atap)	26.25	577,280.92
2	6	22.50	767,675.81
3	5	18.75	767,675.81
4	4	15.00	767,675.81
5	3	11.25	767,675.81
6	2	7.50	767,675.81
7	1	3.75	735,566.55
<b>Jumlah</b>			<b>5,151,226.51</b>

**Tabel 3.2 Beban Total Berat Sendiri Bangunan dan Beban Gempa**

### 3.4. Deskripsi Gedung

- Menentukan nilai  $S_s$  (Respon Spektra percepatan 0.2 detik) dan  $S_1$  (Respon Spektra percepatan 0.1 detik)
  - Lokasi Gedung : Malang
  - Data didapat dari : puskim.pu.go.id



**Gambar 3.6 Nilai Spektrum Percepatan Gempa di Kota Batu**

Maka didapat  $S_s = 0,761$  g

$S_1 = 0,324$

- Menentukan Kategori Resiko Bangunan dan faktor,  $I_e$

Fungsi bangunan : Hotel maka termasuk kategori resiko II (tabel 2.4 ) dan faktor keutamaan gempa ialah ( $I_e$ ) 1,0 (tabel 2.5)

### 3. Menentukan Kategori Desain Seismik (KDS)

**Tabel Klasifikasi Situs**

Kelas situs	$\bar{v}_s$ (m/detik)	$\bar{N}$ atau $\bar{N}_{ch}$	$\bar{s}_u$ (kPa)
SA (batuan keras)	>1500	N/A	N/A
SB (batuan)	750 sampai 1500	N/A	N/A
SC (tanah keras, sangat padat dan batuan lunak)	350 sampai 750	>50	$\geq 100$
SE (tanah lunak)	< 175	<15	< 50
	Atau setiap profil tanah yang mengandung lebih dari 3 m tanah dengan karakteristik sebagai berikut : 1. Indeks plastisitas, $PI > 20$ , 2. Kadar air, $w \geq 40\%$ , 3. Kuat geser niralir $\bar{s}_u < 25$ kPa		
SF (tanah khusus, yang membutuhkan investigasi geoteknik spesifik dan analisis respons spesifik-situs yang mengikuti 6.10.1)	Setiap profil lapisan tanah yang memiliki salah satu atau lebih dari karakteristik berikut: - Rawan dan berpotensi gagal atau runtuh akibat beban gempa seperti mudah likuifaksi, lempung sangat sensitif, tanah tersementasi lemah - Lempung sangat organik dan/atau gambut (ketebalan $H > 3$ m) - Lempung berplastisitas sangat tinggi (ketebalan $H > 7,5$ m dengan Indeks Plastisitas $PI > 75$ ) Lapisan lempung lunak/setengah teguh dengan ketebalan $H > 35$ m dengan $\bar{s}_u < 50$ kPa		

Sumber : Pasal 5.3 SNI 1726 : 2012

### 4. Menentukan Koefisien Situs $F_a$ dan $F_v$

Untuk tanah didaerah Batu = Tanah Keras (SC)

Koefisien situs  $F_a$

$$- 0,75 S_s = 1,1 \text{ (pada tabel 4 pasal 6.2 SNI 1726 : 2012)}$$

$$- 0,761 S_s = F_a$$

$$- 1 S_s = 1$$

Maka untuk mencari nilai  $F_a$  pada menggunakan interpolasi

$$F_a = 1,1 - \frac{0,761-0,75}{1-0,75} \times (1 - 1,1) = 1,144$$

Untuk nilai  $S_s = 0,761$  g

maka didapat  $F_a = 1,144$

Koefisien situs  $F_v$

Untuk tanah di daerah batu = Tanah Keras (SC)

$$- 0,3 S_1 = 1,5 \text{ (pada tabel 4 pasal 6.2 SNI 1726 : 2012)}$$

$$- 0,324 S_1 = F_a$$

$$- 0,4 S_1 = 1,4$$

Maka untuk mencari nilai  $F_a$  pada menggunakan interpolasi

$$F_v = 1,5 - \frac{0,324-0,3}{0,4-0,3} \times (1,4 - 1,5) = 1,740$$

Untuk nilai  $S_1 = 0,324 \text{ g}$

maka didapat  $F_v = 1,740$

5. Menentukan Nilai  $S_{DS}$  ( Kategori desain seismik berdasarkan parameter respons percepatan pada periode pendek) dan  $S_{DI}$  ( Kategori desain seismik berdasarkan parameter respons percepatan pada periode 1 detik )

$$S_{DS} = 2/3 F_a \cdot S_s$$

$$= 2/3 \cdot 1,144 \cdot 0,761$$

$$= 0,5804 \text{ g}$$

$$S_{DI} = 2/3 F_v \cdot S_1$$

$$= 2/3 \cdot 1,740 \cdot 0,324$$

$$= 0,3758 \text{ g}$$

Tabel Kategori desain seismik berdasarkan parameter respons percepatan pada periode pendek

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

Sumber : Pasal 6.5 SNI 1726 :2012

Untuk nilai  $S_{DS} = 0,5804$  maka termasuk kategori desain seismik D.

Tabel Kategori desain seismik berdasarkan parameter respons percepatan pada periode 1 detik

Nilai $S_{D1}$	Kategori risiko	
	I atau II atau III	IV
$S_{D1} < 0,167$	A	A
$0,067 \leq S_{D1} < 0,133$	B	C
$0,133 \leq S_{D1} < 0,20$	C	D
$0,20 \leq S_{D1}$	D	D

Sumber : Pasal 6.5 SNI 1726 :2012

**Untuk nilai  $S_{D1} = 0,3758$  maka termasuk kategori desain seismik D.**

#### 6. Membuat Spektrum Respon Design

$$\begin{aligned}
 T_o &= 0,2 (S_{D1} / S_{DS}) & T_s &= (S_{D1} / S_{DS}) \\
 &= 0,2 (0,3758 / 0,5804) & &= 0,3758 / 0,5804 \\
 &= 0,1295 & &= 0,6475
 \end{aligned}$$

Perkiraan perioda fundamental alami

Untuk struktur dengan ketinggian < 12 tingkat dimana sistem penahan gaya seismik terdiri dari rangka penahan momen beton atau baja secara keseluruhan dan tinggi tingkat paling sedikit 3 m :

$$T_a = 0,1 N \quad \text{Dimana : } N = \text{Jumlah tingkat}$$

$$T_a = 0,1 \cdot 7$$

$$= 0,7$$

Batas Perioda maksimum

$$T_{\max} = C_u T_a$$

Dimana :  $C_u$  = Koefisien batas atas pada periode yang dihitung

$S_{Ds} = 0,5804$  maka  $C_u = 1,4$

Parameter percepatan respons spektral desain pada 1 detik, $S_{D1}$	Koefisien $C_u$
$\geq 0,4$	1,4
0,3	1,4
0,2	1,5
0,15	1,6
$\leq 0,1$	1,7

Tabel Koefisien untuk batas atas pada periode yang dihitung

Sumber : Tabel 14 Pasal 7.8 SNI 1726 :2012

Tabel Nilai Parameter Pendekatan  $C_t$  dan  $x$

- Tipe struktur penahan gaya lateral x dan arah y adalah dinding geser maka

Tipe struktur	$C_t$	$x$
Sistem rangka pemikul momen di mana rangka memikul 100 persen gaya gempa yang disyaratkan dan tidak dilingkupi atau dihubungkan dengan komponen yang lebih kaku dan akan mencegah rangka dari defleksi jika dikenai gaya gempa:		
Rangka baja pemikul momen	0,0724 <sup>a</sup>	0,8
Rangka beton pemikul momen	0,0466 <sup>a</sup>	0,9
Rangka baja dengan bresing eksentris	0,0731 <sup>a</sup>	0,75
Rangka baja dengan bresing terkekang terhadap tekuk	0,0731 <sup>a</sup>	0,75
Semua sistem struktur lainnya	0,0488 <sup>a</sup>	0,75

termasuk tipe Rangka Beton Pemikul Momen.

$$T_a = C_t \cdot h_n^x$$

Arah X (rangka beton pemikul momen)    Arah Y (rangka beton pemikul momen)

$$C_t = 0,0488$$

$$h_n = 26,25 \text{ m}$$

$$x = 0,75$$

Maka

$$T_a = 0,0466 \times 26,25^{0,75}$$

$$= 0,5404 \text{ Detik}$$

$$C_t = 0,0488$$

$$h_n = 26,25 \text{ m}$$

$$x = 0,775$$

Maka

$$T_a = 0,0466 \times 26,25^{0,75}$$

$$= 0,5404 \text{ Detik}$$

$$T_{max} = C_u \cdot T_a$$

$$\begin{aligned} T_{max_1} &= 1,4 \times 0,5404 \\ &= 0,7566 \text{ Detik} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} T_{max_2} &= 1,4 \times 0,5404 \\ &= 0,7566 \text{ Detik} \end{aligned}$$

Maka

$$T_1 = 0,7566 \text{ detik}$$

$$T_2 = 0,5404 \text{ detik}$$

Batasan Penggunaan Prosedur Analisis Gaya Lateral Ekuivalen (ELV)

$$\begin{aligned} \text{Cek } T_s &= \frac{S_{D1}}{S_{DS}} \\ &= \frac{0,3758}{0,5804} \\ &= 0,6475 \end{aligned}$$

Menentukan Faktor R, C<sub>d</sub> dan Ω

Menurut pasal 7.2.2 SNI 1726 : 2012 untuk dinding geser beton bertulang didapat faktor faktor antara lain

- R ( Koefisien modifikasi Respons ) = 5
- Ω<sub>0</sub> (Faktor Kuat lebih sistem ) = 2,5
- C<sub>d</sub> (Faktor kuat lebih sistem ) = 4,5

## 7. Menghitung Nilai Base Shear

$$V = C_s \cdot W$$

Dimana : C<sub>s</sub> = koefisien respon seismik

$$C_s = \frac{S_{DS}}{\left(\frac{R}{I_e}\right)} = \frac{0,5804}{\left(\frac{5}{1}\right)} = 0,1161$$

W = Berat seismik efektif

$$C_s \max = \frac{S_{D1}}{T\left(\frac{R}{I_e}\right)}$$

$$C_s x = \frac{0,3758}{0,7566\left(\frac{5}{1}\right)}$$

$$= 0,065$$

$$C_s y = \frac{0,3758}{0,5404\left(\frac{5}{1}\right)}$$

$$= 0,091$$

Digunakan nilai  $C_s$  yang terkecil yakni  $C_s$  yang dipakai 0,065

$$C_s \min = 0,044 S_{DS} I_e \geq 0,01$$

$$= 0,044 \times 0,5804 \times 1 \geq 0,01$$

$$= 0,02 \geq 0,01 \quad (\text{OK})$$

$$\text{Maka nilai } V_x = 0,065 \cdot W$$

$$= 0,065 \cdot 5,151,226.51$$

$$= 334,829.723 \text{ kg}$$

$$V_y = 0,065 \cdot W$$

$$= 0,065 \cdot 5,151,226.51$$

$$= 334,829.723 \text{ kg}$$

#### 8. Menghitung Gaya Gempa Lateral $F_x$

$$T_x = 0,7566 \text{ melalui interpolasi didapat} = 1,12$$

$$T_y = 0,5404 \text{ melalui interpolasi didapat} = 1,02$$

$$V_x = 334,829.723 \text{ kg}$$

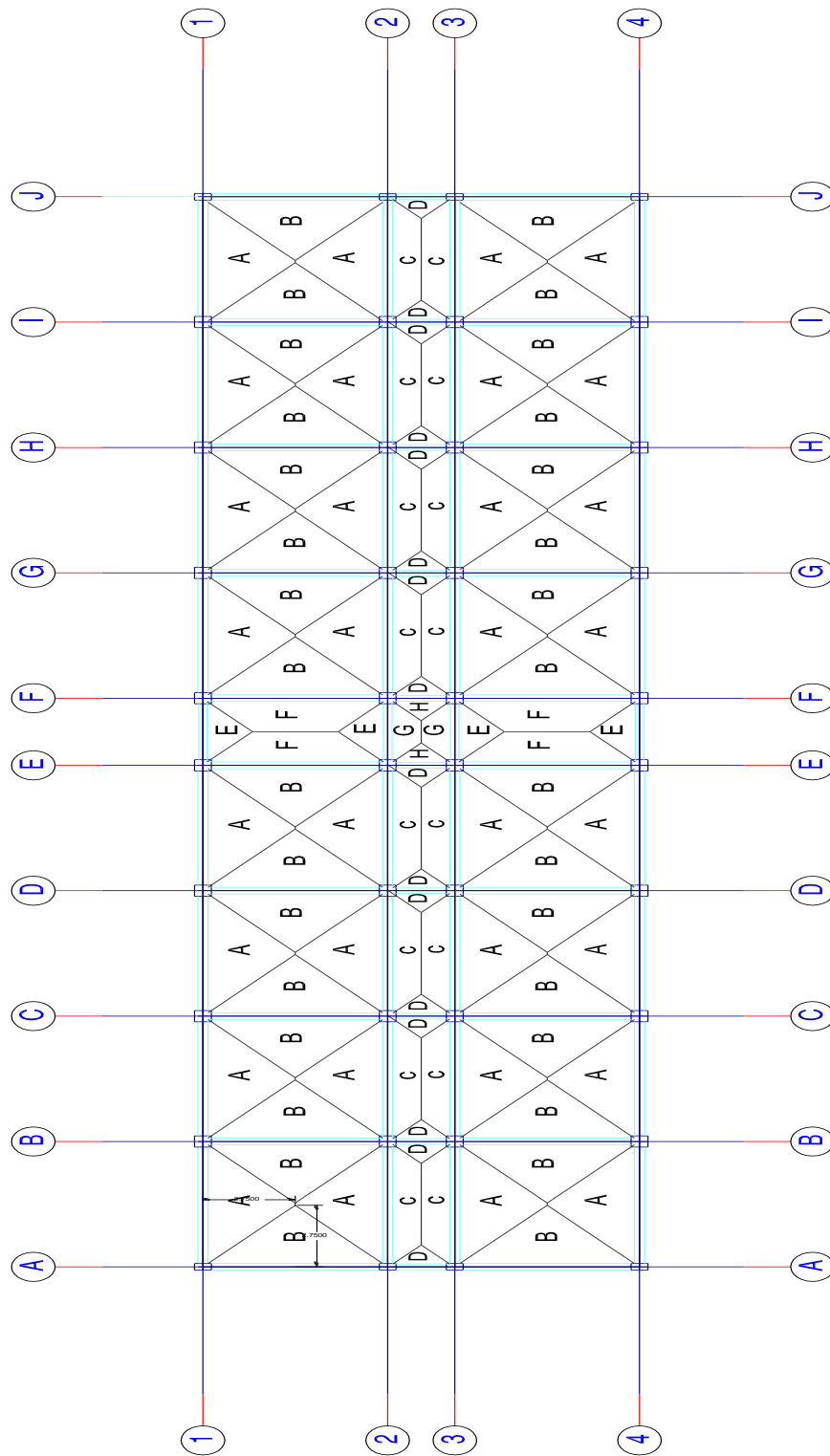
$$V_y = 334,829.723 \text{ kg}$$



No	Tingkat	hi (m)	wi (kg)	$w_i \cdot h_i^{kx}$ (kgm)	$w_i \cdot h_i^{ky}$ (kgm)	Fx (kg)	Fy (kg)
1	7 (Atap)	26.25	577,280.92	15,153,624.15	577,280.92	66,448.50	2,971.60
2	6	22.50	767,675.81	17,272,705.73	18,393,927.10	75,740.65	94,684.17
3	5	18.75	767,675.81	14,393,921.44	15,271,923.98	63,117.21	78,613.42
4	4	15.00	767,675.81	11,515,137.15	12,162,592.56	50,493.77	62,607.89
5	3	11.25	767,675.81	8,636,352.86	9,069,088.90	37,870.32	46,683.84
6	2	7.50	767,675.81	5,757,568.58	5,996,741.89	25,246.88	30,868.70
7	1	3.75	735,566.55	2,758,374.56	2,833,013.67	12,095.45	14,583.16
<b>Total</b>			<b>5,151,226.52</b>	<b>75,487,684.46</b>	<b>64,304,569.03</b>	<b>331,012.77</b>	<b>331,012.77</b>

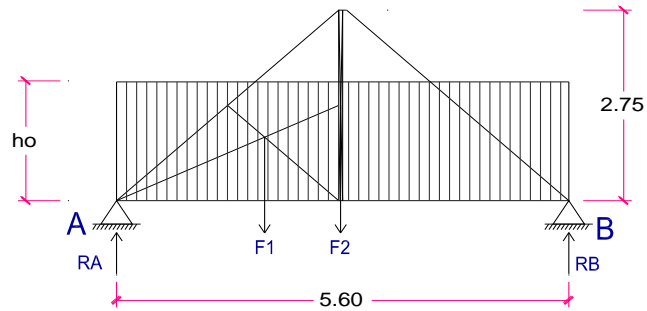
**Tabel 3.4 Gaya Gempa Lateral**

### 3.5. Perhitungan Perataan Beban Plat Tributary Area



Gambar 3.7 Denah Perataan Beban

➤ Perataan Tipe A



$$F1 = 0.5 \times 2.75 \times 2.75 = 3.781 \text{ m}^2$$

$$F2 = 0.05 \times 2.75 = 0.138 \text{ m}^2$$

$$\begin{aligned} R_A = R_B = F1 + F2 &= 3.781 + 0.138 \\ &= 3.92 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

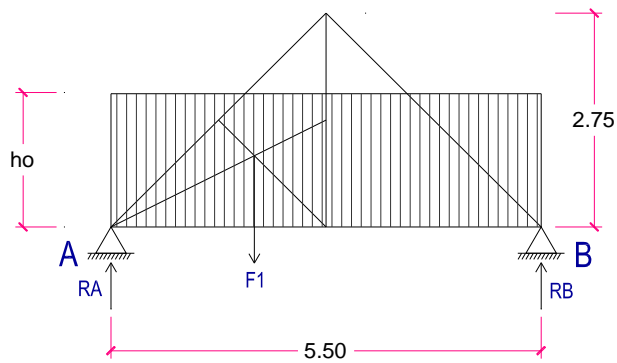
$$\begin{aligned} M_{\max 1} &= R_A \times 2.80 - F1 \left[ \frac{1}{3} \times 2.75 + 0.05 \right] - F2 \left[ 0.025 \right] \\ &= 3.92 \times 2.80 - 3.78 \left[ \frac{1}{3} \times 2.75 + 0.05 \right] - 0.14 \left[ 0.025 \right] \\ &= 7.314 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_{\max 2} &= \frac{1}{8} \times h_a \times L^2 \\ &= \frac{1}{8} \times h_a \times [5.60]^2 \\ &= 3.92 \text{ ha} \end{aligned}$$

$$M_{\max 1} = M_{\max 2}$$

$$7.31 = 3.92 \text{ ha} \longrightarrow \text{ha} = 1.87 \text{ m} < 2.75 \text{ m} \dots\dots(\text{OK})$$

➤ **Perataan Tipe B**



$$F1 = 0.50 \times 2.75 \times 2.75$$

$$= 3.78 \text{ m}^2$$

$$RA = RB = F1 = 3.78 \text{ m}^2$$

$$M_{\max 1} = RA \times 2.75 - F1 \left[ \frac{1}{3} \times 2.75 \right]$$

$$= 3.78 \times 2.75 - 3.78 \left[ \frac{1}{3} \times 2.75 \right]$$

$$= 6.932 \text{ m}^3$$

$$M_{\max 2} = \frac{1}{8} \times ha \times L^2$$

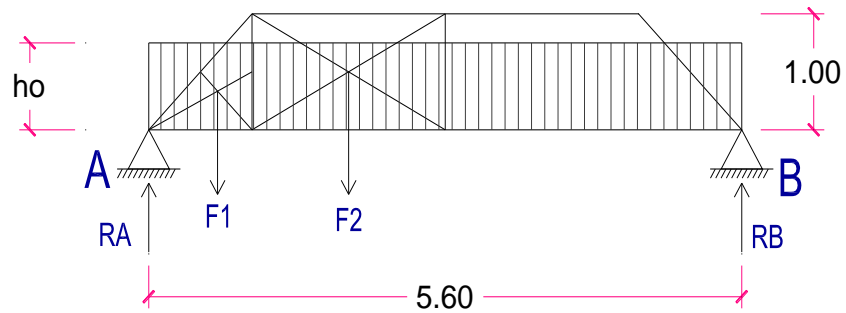
$$= \frac{1}{8} \times ha \times [5.50]^2$$

$$= 3.78 \text{ ha}$$

$$M_{\max 1} = M_{\max 2}$$

$$6.93 = 3.8 \text{ ha} \longrightarrow \text{ha} = 1.83 \text{ m} < 2.75 \text{ m} \dots\dots(\text{OK})$$

➤ **Perataan Tipe C**



$$F1 = 0.5 \times 1.00 \times 1.00 = 0.500 \text{ m}^2$$

$$F2 = 1.80 \times 1.00 = 1.800 \text{ m}^2$$

$$\begin{aligned} RA = RB = F1 + F2 &= 0.500 + 1.800 \\ &= 2.30 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

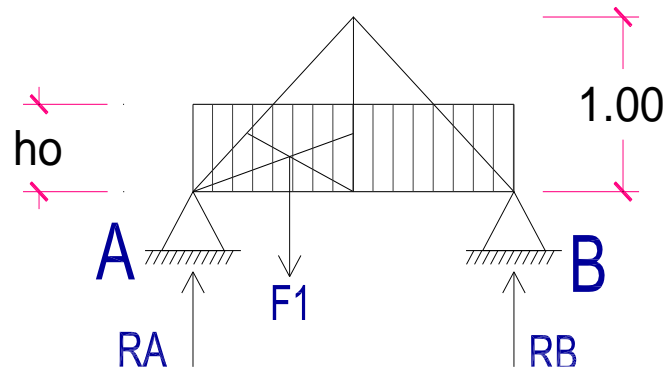
$$\begin{aligned} M_{\max 1} &= RA \times 2.80 - F1 \left[ \frac{1}{3} \times 1.00 + 1.80 \right] - F2 \left[ 0.900 \right] \\ &= 2.30 \times 2.80 - 0.50 \left[ \frac{1}{3} \times 1.00 + 1.80 \right] - 1.80 \left[ 0.900 \right] \\ &= 3.753 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_{\max 2} &= \frac{1}{8} \times h_a \times L^2 \\ &= \frac{1}{8} \times h_a \times [5.60]^2 \\ &= 3.92 \text{ ha} \end{aligned}$$

$$M_{\max 1} = M_{\max 2}$$

$$3.75 = 3.92 \text{ ha} \longrightarrow h_a = 0.96 \text{ m} < 1.00 \text{ m} \dots\dots(\text{OK})$$

➤ **Perataan Beban Tipe D**



$$F1 = 0.50 \times 1.00 \times 1.00$$

$$= 0.500 \text{ m}^2$$

$$RA = RB = F1 = 0.50 \text{ m}^2$$

$$M_{\max 1} = RA \times 1.00 - F1 \left[ \frac{1}{3} \times 1.00 \right]$$

$$= 0.50 \times 1.00 - 0.50 \left[ \frac{1}{3} \times 1.00 \right]$$

$$= 0.333 \text{ m}^3$$

$$M_{\max 2} = \frac{1}{8} \times ha \times L^2$$

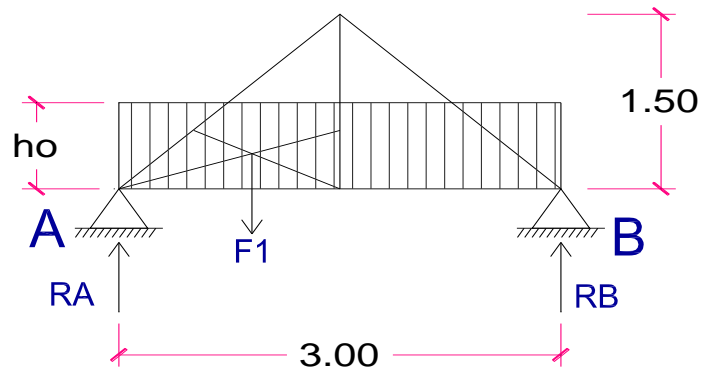
$$= \frac{1}{8} \times ha \times [2.00]^2$$

$$= 0.50 \text{ ha}$$

$$M_{\max 1} = M_{\max 2}$$

$$0.333 = 0.5 \text{ ha} \longrightarrow \text{ha} = 0.67 \text{ m} < 1.00 \text{ m} \dots\dots(\text{OK})$$

➤ **Perataan Beban Tipe E**



$$F1 = 0.50 \times 1.50 \times 1.50$$

$$= 1.13 \text{ m}^2$$

$$RA = RB = F1 = 1.13 \text{ m}^2$$

$$M_{\max 1} = RA \times 1.50 - F1 \left[ \frac{1}{3} \times 1.50 \right]$$

$$= 1.13 \times 1.50 - 1.13 \left[ \frac{1}{3} \times 1.50 \right]$$

$$= 1.125 \text{ m}^3$$

$$M_{\max 2} = \frac{1}{8} \times h_a \times L^2$$

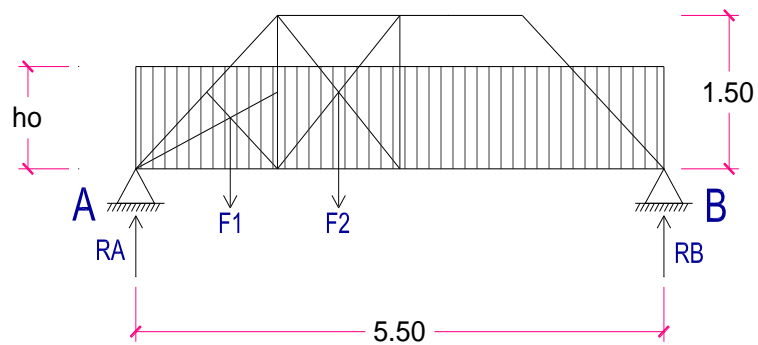
$$= \frac{1}{8} \times h_a \times [3.00]^2$$

$$= 1.13 \text{ ha}$$

$$M_{\max 1} = M_{\max 2}$$

$$1.133 = 1.1 \text{ ha} \longrightarrow \text{ha} = 1.00 \text{ m} < 1.50 \text{ m} \dots\dots(\text{OK})$$

➤ **Perataan Beban Tipe F**



$$F1 = 0.5 \times 1.50 \times 1.50 = 1.125 \text{ m}^2$$

$$F2 = 1.25 \times 1.50 = 1.875 \text{ m}^2$$

$$\begin{aligned} RA = RB = F1 + F2 &= 1.125 + 1.875 \\ &= 3.00 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_{\max 1} &= RA \times 2.75 - F1 \left[ \frac{1}{3} \times 1.50 + 1.25 \right] - F2 \left[ 0.630 \right] \\ &= 3.00 \times 2.75 - 1.13 \left[ \frac{1}{3} \times 1.50 + 1.25 \right] - 1.88 \left[ 0.630 \right] \\ &= 5.109 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

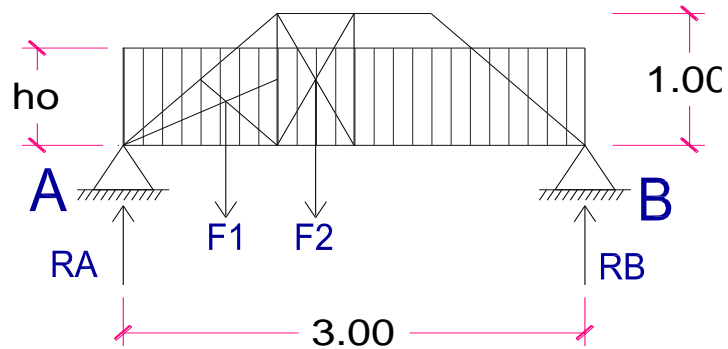
$$\begin{aligned} M_{\max 2} &= \frac{1}{8} \times h_a \times L^2 \\ &= \frac{1}{8} \times h_a \times [5.50]^2 \\ &= 3.78 h_a \end{aligned}$$

$$M_{\max 1} = M_{\max 2}$$

$$5.109 = 3.78 h_a \longrightarrow h_a = 1.35 \text{ m} < 1.50 \text{ m} \dots\dots(\text{OK})$$



➤ **Perataan Beban Tipe G**



$$F1 = 0.5 \times 1.00 \times 1.00 = 0.500 \text{ m}^2$$

$$F2 = 0.50 \times 1.00 = 0.500 \text{ m}^2$$

$$\begin{aligned} RA = RB = F1 = F2 &= 0.500 + 0.500 \\ &= 1.00 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

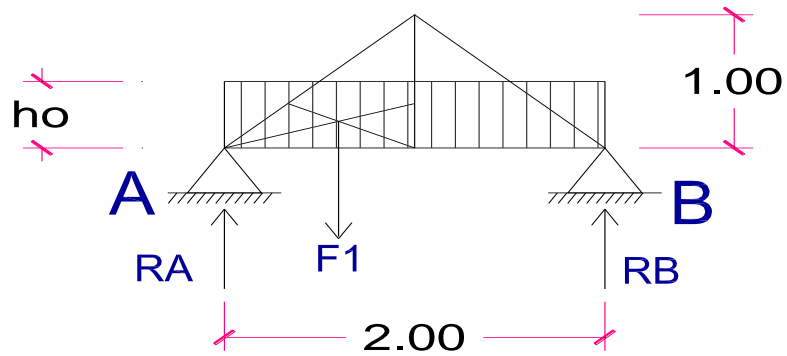
$$\begin{aligned} M_{\max 1} &= RA \times 1.50 - F1 \left[ \frac{1}{3} \times 1.00 + 0.50 \right] - F2 \left[ 0.250 \right] \\ &= 1.00 \times 1.50 - 0.50 \left[ \frac{1}{3} \times 1.00 + 0.50 \right] - 0.50 \left[ 0.250 \right] \\ &= 0.958 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_{\max 2} &= \frac{1}{8} \times ha \times L^2 \\ &= \frac{1}{8} \times ha \times [3.00]^2 \\ &= 1.13 \text{ ha} \end{aligned}$$

$$M_{\max 1} = M_{\max 2}$$

$$0.96 = 1.1 \text{ ha} \longrightarrow \text{ha} = 0.85 \text{ m} < 1.00 \text{ m} \dots\dots(\text{OK})$$

➤ **Perataan Beban Tipe H**



$$F1 = 0.50 \times 1.00 \times 1.00$$

$$= 0.50 \text{ m}^2$$

$$RA = RB = F1 = 0.50 \text{ m}^2$$

$$M_{\max 1} = RA \times 1.00 - F1 \left[ \frac{1}{3} \times 1.00 \right]$$

$$= 0.50 \times 1.00 - 0.50 \left[ \frac{1}{3} \times 1.00 \right]$$

$$= 0.333 \text{ m}^3$$

$$M_{\max 2} = \frac{1}{8} \times ha \times L^2$$

$$= \frac{1}{8} \times ha \times [2.00]^2$$

$$= 0.50 \text{ ha}$$

$$M_{\max 1} = M_{\max 2}$$

$$0.33 = 0.50 \text{ ha} \longrightarrow \text{ha} = 0.67 \text{ m} < 1.00 \text{ m} \dots\dots(\text{OK})$$

### 3.6. Perhitungan Pembebanan Per Lantai

#### Beban Mati Plat

➤ **Beban Mati pada Plat Lantai**

Dimensi plat dengan ketebalan = 0.12 m

- Berat sendiri plat =  $0.12 \times 2400 = 288.00 \text{ kg/m}^2$
- Berat Plafon + penggantung =  $6.25 \times 3.00 = 9.25 \text{ kg/m}^2$
- Berat keramik per cm =  $85.0 \times 24.00 = \underline{109.00 \text{ kg/m}^2} +$   
qd plat =  $406.25 \text{ kg/m}^2$

➤ **Beban Mati pada Plat Atap**

Dimensi plat dengan ketebalan = 0.10 m

- Berat sendiri plat =  $0.10 \times 2400 = 240.00 \text{ kg/m}^2$
- Berat Mekanikal Elektrikal =  $35.00 \text{ kg/m}^2$
- Berat plafon + penggantung =  $6.25 \times 3.00 = 109.00 \text{ kg/m}^2$
- Berat plester/skirting  $\pm 5$  cm =  $0.50 \times 21.00 = \underline{10.50 \text{ kg/m}^2} +$   
qd atap =  $294.75 \text{ kg/m}^2$

➤ **Beban Mati Merata Lantai 2 – 7 (qd)**

#### **Perhitungan Pembebanan Pada Portal Memanjang**

Tinggi Kolom = 3.75 m

Tebal Dinding = 0.15 m

Tebal Plat = 0.12 m

Panjang Dinding = 1.00 m ( diambil 1 m panjang )

Berat Jenis Dinding =  $250 \text{ kg/m}^2$

Berat Jenis Beton Bertulang =  $2400 \text{ kg/m}^2$

#### Beban mati pada balok portal line 1,4

Lebar balok = 0.30 m

Lebar Balok = 0.25 m

Tinggi Balok = 0.50 m

Tinggi Balok = 0.35 m

- Untuk bentang (L) = 5.60 m (*type A*)

- Berat dinding = 3.25 x 250 = 812.50 kg/m'

- Berat plat lantai = qd ( plat ) x ha = 406.25 x 1.87 = 759.69 kg/m' +

qd = 1572.19 kg/m'

- Untuk bentang (L) = 3.00 m (*type E*)

- Berat dinding = 3.40 x 250 = 850.00 kg/m'

- Berat plat lantai = qd ( plat ) x ha = 406.25 x 1.00 = 406.25 kg/m' +

qd = 1256.25 kg/m'

#### Beban mati pada balok portal line 2,3

Lebar balok = 0.30 m

Lebar Balok = 0.25 m

Tinggi Balok = 0.50 m

Tinggi Balok = 0.35 m

- Untuk bentang (L) = 5.60 m (*type C*)

- Berat dinding = 3.25 x 250 = 812.50 kg/m'

- Berat plat lantai = qd ( plat ) x ha = 406.25 x 0.96 = 390.00 kg/m' +

qd = 1202.50 kg/m'

- Untuk bentang (L) = 5.50 m (*type A*)

- Berat dinding = 3.25 x 250 = 812.50 kg/m'

- Berat plat lantai = qd ( plat ) x ha = 406.25 x 1.87 = 759.69 kg/m' +

qd = 1572.19 kg/m'

- Untuk bentang (L) = 3.00 m (type G)
- Berat dinding = 3.40 x 250 = 850.00 kg/m'
- Berat plat lantai = qd ( plat ) x ha = 406.25 x 0.85 = 345.31 kg/m' +  
qd = 1195.31 kg/m'
- Untuk bentang (L) = 3.00 m (type E)
- Berat dinding = 3.40 x 250 = 850.00 kg/m'
- Berat plat lantai = qd ( plat ) x ha = 406.25 x 1.00 = 406.25 kg/m' +  
qd = 1256.25 kg/m'

### **Perhitungan Pembebanan Pada Portal Melintang**

- Tinggi Kolom = 3.75 m
- Tebal Dinding = 0.15 m
- Tebal Plat = 0.12 m
- Panjang Dinding = 1.00 m ( diambil 1 m panjang )
- Berat Jenis Dinding = 250 kg/m<sup>2</sup>
- Berat Jenis Beton Bertulang = 2400 kg/m<sup>2</sup>

### **Beban mati pada balok portal line A dan J**

- Lebar balok = 0.30 m
- Tinggi Balok = 0.75 m
- Untuk bentang (L) = 2.00 m (type D)
- Berat dinding = 3.00 x 250 = 750.00 kg/m'
- Berat plat lantai = qd ( plat ) x ha = 406.25 x 0.67 = 272.19 kg/m' +  
qd = 1022.19 kg/m'

Beban mati pada balok portal line B, C, D, G, H dan I

Lebar balok = 0.30 m

Lebar Balok = 0.25 m

Tinggi Balok = 0.50 m

Tinggi Balok = 0.35 m

- Untuk bentang (L) = 5.50 m (type B)

- Berat dinding = 3.25 x 250 = 812.50 kg/m'

- Berat plat lantai = qd ( plat ) x ha = 406.25 x 1.83 = 743.44 kg/m' +

qd = 1555.94 kg/m'

- Untuk bentang (L) = 3.00 m (type D)

- Berat dinding = 3.40 x 250 = 850.00 kg/m'

- Berat plat lantai = qd ( plat ) x ha = 406.25 x 0.67 = 272.19 kg/m' +

qd = 1122.19 kg/m'

Beban mati pada balok portal line E, dan F

Lebar balok = 0.30 m

Lebar Balok = 0.25 m

Tinggi Balok = 0.50 m

Tinggi Balok = 0.35 m

- Untuk bentang (L) = 5.50 m (type B)

- Berat dinding = 3.25 x 250 = 812.50 kg/m'

- Berat plat lantai = qd ( plat ) x ha = 406.25 x 1.83 = 743.44 kg/m' +

qd = 1555.94 kg/m'

- Untuk bentang (L) = 5.50 m (type F)

- Berat dinding = 3.25 x 250 = 812.50 kg/m'

- Berat plat lantai = qd ( plat ) x ha = 406.25 x 1.35 = 548.44 kg/m' +

qd = 1360.94 kg/m'

- Untuk bentang (L) = 2.00 m (type H)
- Berat dinding = 3.40 x 250 = 850.00 kg/m'
- Berat plat lantai =  $q_d(\text{plat}) \times h_a = 406.25 \times 0.67 = \underline{272.19 \text{ kg/m}'}$  +  
 $q_d = 1122.19 \text{ kg/m}'$
- Untuk bentang (L) = 2.00 m (type D)
- Berat dinding = 3.40 x 250 = 850.00 kg/m'
- Berat plat lantai =  $q_d(\text{plat}) \times h_a = 406.25 \times 0.67 = \underline{272.19 \text{ kg/m}'}$  +  
 $q_d = 1122.19 \text{ kg/m}'$

➤ **Beban Mati Merata Atap ( $q_d$ )**

**Perhitungan Pembebanan Pada Portal Memanjang**

Tebal plat = 0.10 m

Berat jenis beton bertulang = 2400 kg/m<sup>2</sup>

Beban mati pada balok portal line 1,4

Lebar balok = 0.30 m                      Lebar Balok = 0.25 m

Tinggi Balok = 0.50 m                      Tinggi Balok = 0.35 m

- Untuk bentang (L) = 5.60 m (type A)
- Berat plat atap =  $q_d(\text{plat}) \times h_a = 294.75 \times 1.87 = \underline{551.18 \text{ kg/m}'}$  +  
 $q_d = 551.18 \text{ kg/m}'$
- Untuk bentang (L) = 3.00 m (type E)
- Berat plat atap =  $q_d(\text{plat}) \times h_a = 294.75 \times 1.00 = \underline{294.75 \text{ kg/m}'}$  +  
 $q_d = 294.75 \text{ kg/m}'$

### Beban mati pada balok portal line 2,3

Lebar balok = 0.30 m

Lebar Balok = 0.25 m

Tinggi Balok = 0.50 m

Tinggi Balok = 0.35 m

- Untuk bentang (L) = 5.60 m (*type C*)

- Berat plat atap =  $q_d (\text{plat}) \times h_a = 294.75 \times 0.96 = \underline{282.96 \text{ kg/m}'} +$

$q_d = 282.96 \text{ kg/m}'$

- Untuk bentang (L) = 5.50 m (*type A*)

- Berat plat atap =  $q_d (\text{plat}) \times h_a = 294.75 \times 1.87 = \underline{551.18 \text{ kg/m}'} +$

$q_d = 551.18 \text{ kg/m}'$

- Untuk bentang (L) = 3.00 m (*type G*)

- Berat plat atap =  $q_d (\text{plat}) \times h_a = 294.75 \times 0.85 = \underline{250.54 \text{ kg/m}'} +$

$q_d = 250.54 \text{ kg/m}'$

- Untuk bentang (L) = 3.00 m (*type E*)

- Berat plat atap =  $q_d (\text{plat}) \times h_a = 294.75 \times 1.00 = \underline{294.75 \text{ kg/m}'} +$

$q_d = 294.75 \text{ kg/m}'$

### **Perhitungan Pembebanan Pada Portal Memanjang**

Tebal plat = 0.10 m

Berat jenis beton bertulang =  $2400 \text{ kg/m}^2$

### Beban mati pada balok portal line A dan J

Lebar balok = 0.30 m

Tinggi Balok = 0.75 m



- Untuk bentang (L) = 2.00 m (type D)
- Berat plat atap =  $q_d (\text{plat}) \times h_a = 294.75 \times 0.67 = \underline{197.48 \text{ kg/m}'} +$   
 $q_d = 197.48 \text{ kg/m}'$

Beban mati pada balok portal line B, C, D, G, H dan I

Lebar balok = 0.30 m                      Lebar Balok = 0.25 m

Tinggi Balok = 0.50 m                      Tinggi Balok = 0.35 m

- Untuk bentang (L) = 5.50 m (type B)
- Berat plat atap =  $q_d (\text{plat}) \times h_a = 294.75 \times 1.83 = \underline{539.39 \text{ kg/m}'} +$   
 $q_d = 539.39 \text{ kg/m}'$

- Untuk bentang (L) = 2.00 m (type D)
- Berat plat atap =  $q_d (\text{plat}) \times h_a = 294.75 \times 0.67 = \underline{197.48 \text{ kg/m}'} +$   
 $q_d = 197.48 \text{ kg/m}'$

Beban mati pada balok portal line E, dan F

Lebar balok = 0.30 m                      Lebar Balok = 0.25 m

Tinggi Balok = 0.50 m                      Tinggi Balok = 0.35 m

- Untuk bentang (L) = 5.50 m (type B)
- Berat plat lantai =  $q_d (\text{plat}) \times h_a = 294.75 \times 1.83 = \underline{539.39 \text{ kg/m}'} +$   
 $q_d = 539.39 \text{ kg/m}'$

- Untuk bentang (L) = 5.50 m (type F)
- Berat plat lantai =  $q_d (\text{plat}) \times h_a = 294.75 \times 1.35 = \underline{397.91 \text{ kg/m}'} +$   
 $q_d = 397.91 \text{ kg/m}'$

- Untuk bentang (L) = 2.00 m (type H)
- Berat plat lantai =  $q_d (\text{plat}) \times h_a = 294.75 \times 0.67 = \underline{197.48 \text{ kg/m}'} +$   
 $q_d = 197.48 \text{ kg/m}'$
- Untuk bentang (L) = 2.00 m (type D)
- Berat plat lantai =  $q_d (\text{plat}) \times h_a = 294.75 \times 0.67 = \underline{197.48 \text{ kg/m}'} +$   
 $q_d = 197.48 \text{ kg/m}'$

➤ **Beban Hidup Merata Lantai 2 - 7 (ql)**

Fungsi bangunan adalah hotel, dimana  $q_l$  lantai 2 – 7 = 192 kg/m<sup>2</sup>

*Tabel Beban Hidup Merata Lantai 2-7*

Line	Type	Tinggi Perataan	Beban Hidup	Jumlah	Satuan
1,4	A	1.87	192	359.04	Kg/m'
	E	1.00	192	192	Kg/m'
2,3	C	0.96	192	184.32	Kg/m'
	G	0.85	192	163.20	Kg/m'
A,B,C,D,G,H,I,J	B	1.83	192	351.36	Kg/m'
	D	0.67	192	128.64	Kg/m'
E,F	F	1.35	192	259.2	Kg/m'
	H	0.67	192	128.64	Kg/m'

➤ **Beban Hidup Merata Atap (ql)**

Fungsi bangunan adalah hotel, dimana ql atap = 96 kg/m<sup>2</sup>

*Tabel Beban Hidup Merata Atap*

Line	Type	Tinggi Perataan	Beban Hidup	Jumlah	Satuan
1,4	A	1.87	96	179.52	Kg/m'
	E	1.00	96	96	Kg/m'
2,3	C	0.96	96	92.16	Kg/m'
	G	0.85	96	81.60	Kg/m'
A,B,C,D,G,H,I,J	B	1.83	96	175.68	Kg/m'
	D	0.67	96	64.32	Kg/m'
E,F	F	1.35	96	129.6	Kg/m'
	H	0.67	96	64.32	Kg/m'

➤ **Tabel Beban Mati dan Beban Hidup Merata Lantai 2 -7**

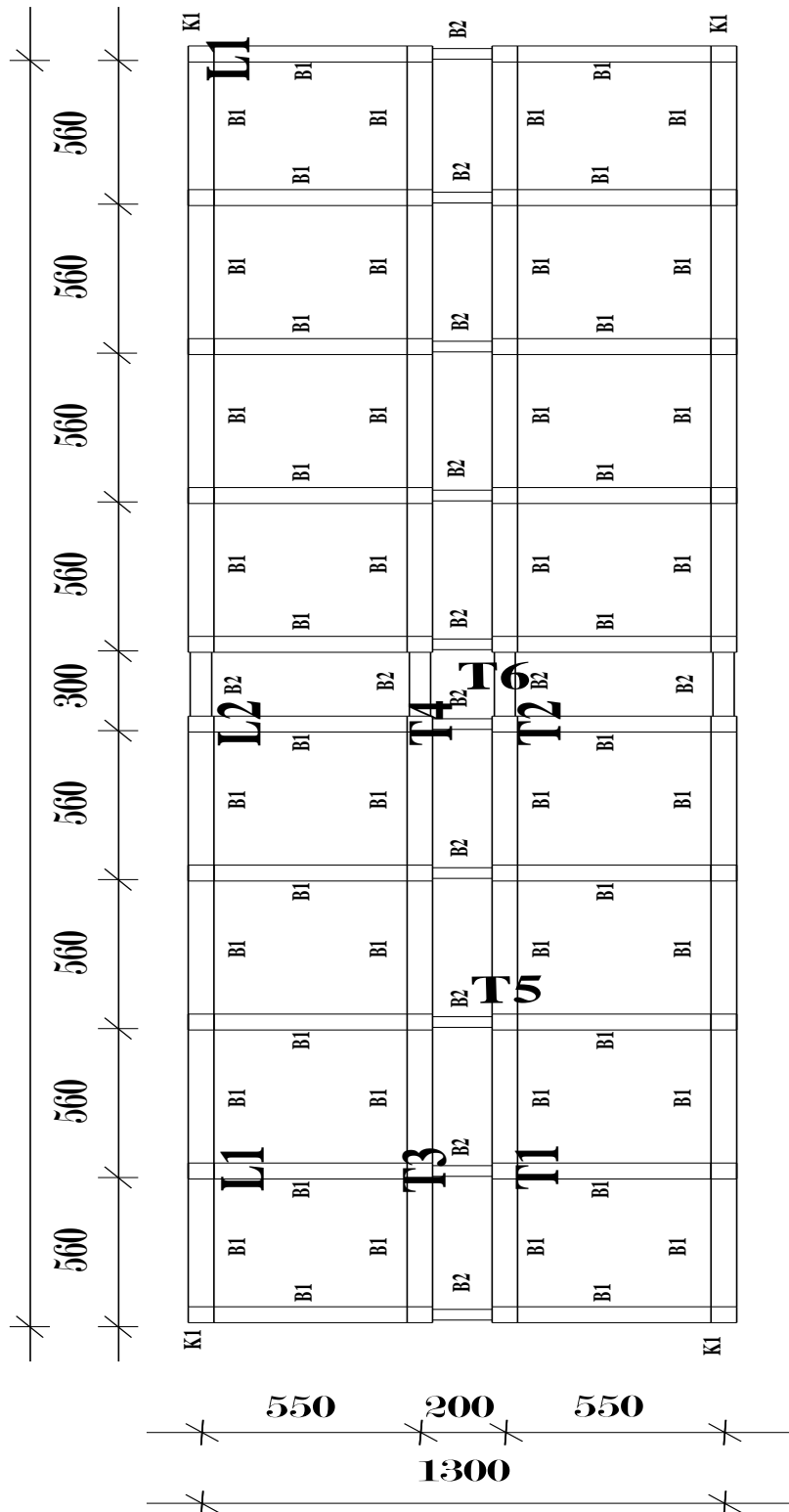
Lyne	Type	DL (lt 1-7)	DL (Atap)	LL (lt 1-7)	LL (Atap)
1 A-B	A	1572.19 Kg/m'	551.18 Kg/m'	359.04 Kg/m'	179.52 Kg/m'
1 B-C					
1 C-D					
1 D-E					
1 F-G					
1 G-H					
1 H-I					
1 I-J					
1 E-F	E	1256.25 Kg/m'	294.75 Kg/m'	192 Kg/m'	96 Kg/m'

2 A-B 2 B-C 2 C-D 2 D-E 2 F-G 2 G-H 2 H-I 2 I-J	A + C	2774.69 Kg/m'	834.14 Kg/m'	543.36 Kg/m'	271.68 Kg/m'
2 E-F	E + G	2451.56 Kg/m'	545.29 Kg/m'	355.20 Kg/m'	177.60 Kg/m'
3 A-B 3 B-C 3 C-D 3 D-E 3 F-G 3 G-H 3 H-I 3 I-J	A + C	2774.69 Kg/m'	834.14 Kg/m'	543.36 Kg/m'	271.68 Kg/m'
3 E-F	E + G	1256.25 Kg/m'	545.29 Kg/m'	355.20 Kg/m'	177.60 Kg/m'
4 A-B 4 B-C 4 C-D 4 D-E 4 F-G 4 G-H 4 H-I 4 I-J	A	1572.19 Kg/m'	551.18 Kg/m'	359.04 Kg/m'	179.52 Kg/m'
4 E-F	E	2451.56 Kg/m'	294.75 Kg/m'	192 Kg/m'	96 Kg/m'

Lyne	Type	DL (lt 1-7)	DL (Atap)	LL (lt 1-7)	LL (Atap)
A 1-2 A 3-4	B	1555.94 Kg/m'	539.39 Kg/m'	351.36 Kg/m'	175.68 Kg/m'
A 2-3	D	1022.19 Kg/m'	197.48 Kg/m'	128.64 Kg/m'	64.32 Kg/m'
B 1-2 B 3-4	B + B	3111.88 Kg/m'	1079.00 Kg/m'	702.72 Kg/m'	351.36 Kg/m'
B 2-3	D + D	2244.38 Kg/m'	395 Kg/m'	257.28 Kg/m'	128.64 Kg/m'

C 1-2 C 3-4	B + B	3111.88 Kg/m'	1079.00 Kg/m'	702.72 Kg/m'	351.36 Kg/m'
C 2-3	D + D	2244.38 Kg/m'	395 Kg/m'	257.28 Kg/m'	128.64 Kg/m'
D 1-2 D 3-4	B + B	3111.88 Kg/m'	1079.00 Kg/m'	702.72 Kg/m'	351.36 Kg/m'
D 2-3	D + D	2244.38 Kg/m'	395 Kg/m'	257.28 Kg/m'	128.64 Kg/m'
E 1-2 E 3-4	B + F	2916.88 Kg/m <sup>2</sup>	937.31 Kg/m <sup>2</sup>	610.56 Kg/m <sup>2</sup>	305.28 Kg/m <sup>2</sup>
E 2-3	D + H	2244.38 Kg/m <sup>2</sup>	394.97 Kg/m <sup>2</sup>	257.28 Kg/m <sup>2</sup>	128.64 Kg/m <sup>2</sup>
F 1-2 F 3-4	B + F	2916.88 Kg/m <sup>2</sup>	937.31 Kg/m <sup>2</sup>	610.56 Kg/m <sup>2</sup>	305.28 Kg/m <sup>2</sup>
F 2-3	D + H	2244.38 Kg/m <sup>2</sup>	394.97 Kg/m <sup>2</sup>	257.28 Kg/m <sup>2</sup>	128.64 Kg/m <sup>2</sup>
G 1-2 G 3-4	B + B	3111.88 Kg/m'	1079.00 Kg/m'	702.72 Kg/m'	351.36 Kg/m'
G 2-3	D + D	2244.38 Kg/m <sup>2</sup>	394.97 Kg/m <sup>2</sup>	257.28 Kg/m <sup>2</sup>	128.64 Kg/m <sup>2</sup>
H 1-2 H 3-4	B + B	3111.88 Kg/m'	1079.00 Kg/m'	702.72 Kg/m'	351.36 Kg/m'
H 2-3	D + D	2244.38 Kg/m <sup>2</sup>	394.97 Kg/m <sup>2</sup>	257.28 Kg/m <sup>2</sup>	128.64 Kg/m <sup>2</sup>
I 1-2 I 3-4	B + B	3111.88 Kg/m'	1079.00 Kg/m'	702.72 Kg/m'	351.36 Kg/m'
I 2-3	D + D	2244.38 Kg/m <sup>2</sup>	394.97 Kg/m <sup>2</sup>	257.28 Kg/m <sup>2</sup>	128.64 Kg/m <sup>2</sup>
J 1-2 J 3-4	B	1555.94 Kg/m'	539.39 Kg/m'	351.36 Kg/m'	175.68 Kg/m'
J 2-3	D	1022.19 Kg/m'	197.48 Kg/m'	128.64 Kg/m'	64.32 Kg/m'

### 3.7. Perhitungan Balok T dan Balok L



Gambar 3.8 Denah Balok T dan Balok L

➤ **Perhitungan Balok T dan Balok L**

Menurut Pasal 8.12 SNI 2847 – 2013 batasan menentukan nilai (bf) lebar efektif

balok T adalah :

- $bf \leq \frac{1}{4} l$
- $bf \leq bw + 8 \times t_{kiri} + 8 \times t_{kanan}$
- $bf \leq bw + \frac{1}{2} \times L_{kiri} + \frac{1}{2} \times L_{kanan}$

Dimana :

$bf$  = Lebar efektif balok ( mm )

$l$  = Bentang balok ( mm )

$t_{kiri}$  = Tebal plat sisi kiri ( mm )

$t_{kanan}$  = Tebal plat sisi kanan ( mm )

$L_{kiri}$  = Jarak bersih ke badan sebelah kiri ( mm )

$L_{kanan}$  = Jarak bersih ke badan sebelah kanan ( mm )

➤ **Balok T1**

Diketahui :  $bw$  = 300 mm

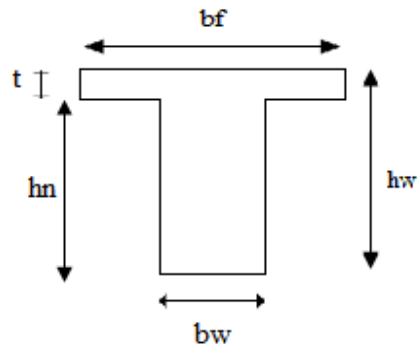
$hw$  = 500 mm

$t$  = 120 mm

$l$  = 5500 mm

$L_{kiri}$  = 5600 - 300 = 5300 mm

$L_{kanan}$  = 5600 - 300 = 5300 mm



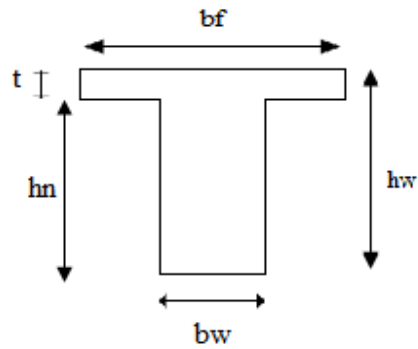
- $bf \leq \frac{1}{4} l$   
 $\leq \frac{1}{4} \times 5500$   
 $\leq 1375 \text{ mm}$
- $bf \leq bw + 8 \times t_{\text{kiri}} + 8 \times t_{\text{kanan}}$   
 $\leq 300 + 8 \times 120 + 8 \times 120$   
 $\leq 2220 \text{ mm}$
- $bf \leq bw + \frac{1}{2} \times L_{\text{kiri}} + \frac{1}{2} \times L_{\text{kanan}}$   
 $\leq 300 + 0.5 \times 5300 + 0.5 \times 5300$   
 $\leq 5600 \text{ mm}$

Maka, nilai  $b$  efektif yang digunakan adalah = 1375 mm

➤ Balok T2

- Diketahui :
- $bw = 300 \text{ mm}$
  - $hw = 500 \text{ mm}$
  - $t = 120 \text{ mm}$
  - $l = 5500 \text{ mm}$
  - $L_{\text{kiri}} = 5600 - 300 = 5300 \text{ mm}$
  - $L_{\text{kanan}} = 3000 - 300 = 2700 \text{ mm}$



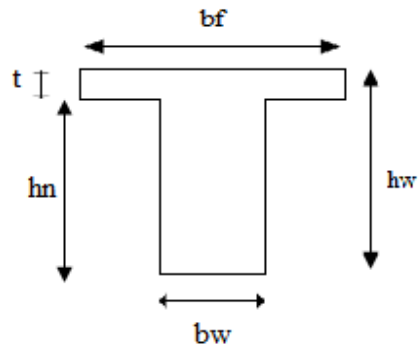


- $bf \leq \frac{1}{4} l$   
 $\leq \frac{1}{4} \times 5500$   
 $\leq 1375 \text{ mm}$
- $bf \leq bw + 8 \times t_{\text{kiri}} + 8 \times t_{\text{kanan}}$   
 $\leq 300 + 8 \times 120 + 8 \times 120$   
 $\leq 2220 \text{ mm}$
- $bf \leq bw + \frac{1}{2} \times L_{\text{kiri}} + \frac{1}{2} \times L_{\text{kanan}}$   
 $\leq 300 + 0.5 \times 5300 + 0.5 \times 2700$   
 $\leq 4300 \text{ mm}$

Maka, nilai b efektif yang digunakan adalah = 1375 mm

➤ Balok T3

- Diketahui :
- $bw = 250 \text{ mm}$
  - $hw = 350 \text{ mm}$
  - $t = 120 \text{ mm}$
  - $l = 2000 \text{ mm}$
  - $L_{\text{kiri}} = 5600 - 250 = 5350 \text{ mm}$
  - $L_{\text{kanan}} = 5600 - 250 = 5350 \text{ mm}$

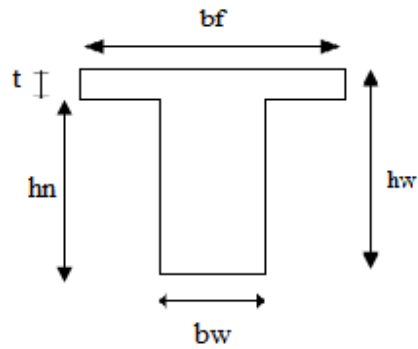


- $bf \leq \frac{1}{4} l$   
 $\leq \frac{1}{4} \times 2000$   
 $\leq 500 \text{ mm}$
- $bf \leq bw + 8 \times t_{\text{kiri}} + 8 \times t_{\text{kanan}}$   
 $\leq 250 + 8 \times 120 + 8 \times 120$   
 $\leq 2170 \text{ mm}$
- $bf \leq bw + \frac{1}{2} \times L_{\text{kiri}} + \frac{1}{2} \times L_{\text{kanan}}$   
 $\leq 250 + 0.5 \times 5350 + 0.5 \times 5350$   
 $\leq 5600 \text{ mm}$

Maka, nilai b efektif yang digunakan adalah = 500 mm

➤ Balok T4

- Diketahui :
- $bw = 250 \text{ mm}$
  - $hw = 350 \text{ mm}$
  - $t = 120 \text{ mm}$
  - $l = 2000 \text{ mm}$
  - $L_{\text{kiri}} = 5600 - 250 = 5350 \text{ mm}$
  - $L_{\text{kanan}} = 3000 - 250 = 2750 \text{ mm}$

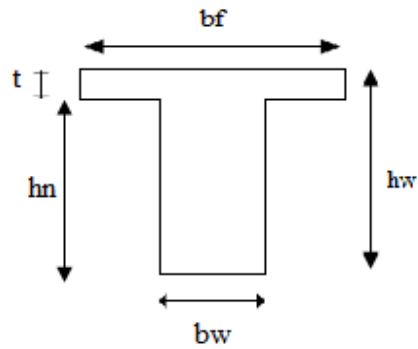


- $bf \leq \frac{1}{4} l$   
 $\leq \frac{1}{4} \times 2000$   
 $\leq 500 \text{ mm}$
- $bf \leq bw + 8 \times t_{\text{kiri}} + 8 \times t_{\text{kanan}}$   
 $\leq 250 + 8 \times 120 + 8 \times 120$   
 $\leq 2170 \text{ mm}$
- $bf \leq bw + \frac{1}{2} \times L_{\text{kiri}} + \frac{1}{2} \times L_{\text{kanan}}$   
 $\leq 250 + 0.5 \times 5350 + 0.5 \times 2750$   
 $\leq 4300 \text{ mm}$

Maka, nilai b efektif yang digunakan adalah = 500 mm

➤ Balok T5

- Diketahui :
- $bw = 300 \text{ mm}$
  - $hw = 500 \text{ mm}$
  - $t = 120 \text{ mm}$
  - $l = 5600 \text{ mm}$
  - $L_{\text{kiri}} = 5500 - 300 = 5200 \text{ mm}$
  - $L_{\text{kanan}} = 2000 - 300 = 1700 \text{ mm}$

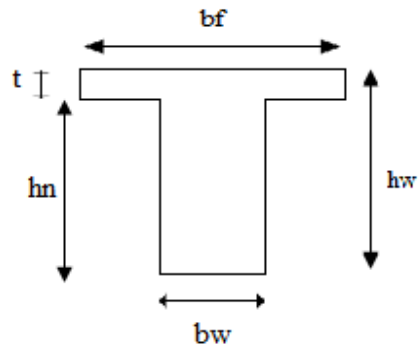


- $bf \leq \frac{1}{4} l$   
 $\leq \frac{1}{4} \times 5600$   
 $\leq 1400 \text{ mm}$
- $bf \leq bw + 8 \times t_{\text{kiri}} + 8 \times t_{\text{kanan}}$   
 $\leq 300 + 8 \times 120 + 8 \times 120$   
 $\leq 2220 \text{ mm}$
- $bf \leq bw + \frac{1}{2} \times L_{\text{kiri}} + \frac{1}{2} \times L_{\text{kanan}}$   
 $\leq 300 + 0.5 \times 5200 + 0.5 \times 1700$   
 $\leq 3750 \text{ mm}$

Maka, nilai  $b$  efektif yang digunakan adalah = 1400 mm

➤ Balok T6

- Diketahui :
- $bw = 250 \text{ mm}$
  - $hw = 350 \text{ mm}$
  - $t = 120 \text{ mm}$
  - $l = 3000 \text{ mm}$
  - $L_{\text{kiri}} = 5500 - 250 = 5250 \text{ mm}$
  - $L_{\text{kanan}} = 2000 - 250 = 1750 \text{ mm}$



- $bf \leq \frac{1}{4} l$   
 $\leq \frac{1}{4} \times 3000$   
 $\leq 750 \text{ mm}$
- $bf \leq bw + 8 \times t_{\text{kiri}} + 8 \times t_{\text{kanan}}$   
 $\leq 250 + 8 \times 120 + 8 \times 120$   
 $\leq 2170 \text{ mm}$
- $bf \leq bw + \frac{1}{2} \times L_{\text{kiri}} + \frac{1}{2} \times L_{\text{kanan}}$   
 $\leq 250 + 0.5 \times 5250 + 0.5 \times 1750$   
 $\leq 3750 \text{ mm}$

Maka, nilai b efektif yang digunakan adalah = 750 mm

Menurut Pasal 8.12 SNI 2847 – 2013 batasan menentukan nilai (bf) lebar efektif balok L adalah :

- $bf \leq \frac{1}{12} l$
- $bf \leq bw + 6 \times t$
- $bf \leq bw + \frac{1}{2} \times L$

Dimana :

$bf$  = Lebar efektif balok ( mm )

$l$  = Bentang balok ( mm )

$t$  = Tebal plat sisi kiri ( mm )

$L$  = Jarak bersih ke badan sebelah kiri ( mm )

➤ Balok L1

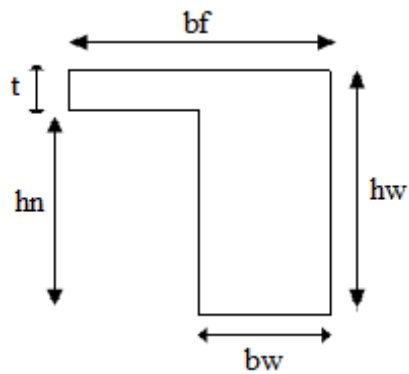
Diketahui :  $b_w$  = 300 mm

$h_w$  = 500 mm

$t$  = 120 mm

$l$  = 5600 mm

$L$  = 5500 - 300 = 5200 mm



$$\begin{aligned} - \quad bf &\leq 1/12 l \\ &\leq 1/12 \times 5600 \\ &\leq 467 \text{ mm} \end{aligned}$$

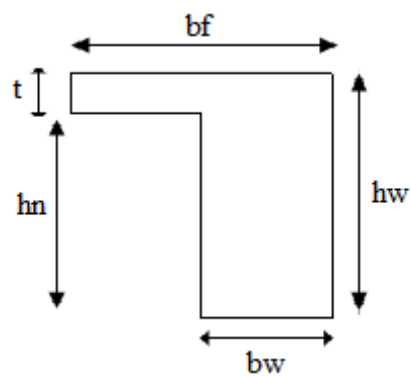
$$\begin{aligned}
 - \quad bf &\leq bw + 6 \times t \\
 &\leq 300 + 6 \times 120 \\
 &\leq 1020 \text{ mm} \\
 - \quad bf &\leq bw + 1/2 \times L \\
 &\leq 300 + 0.5 \times 5200 \\
 &\leq 2900 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

Maka, nilai b efektif yang digunakan adalah = 467 mm

➤ Balok L2

Diketahui :

$bw$	=	300 mm
$hw$	=	500 mm
$t$	=	120 mm
$l$	=	3000 mm
$L$	=	$5500 - 300 = 5200$ mm



- $bf \leq 1/12 l$   
 $\leq 1/12 \times 3000$   
 $\leq 250 \text{ mm}$
- $bf \leq bw + 6 \times t$   
 $\leq 300 + 6 \times 120$   
 $\leq 1020 \text{ mm}$
- $bf \leq bw + 1/2 \times L$   
 $\leq 300 + 0.5 \times 5200$   
 $\leq 2900 \text{ mm}$

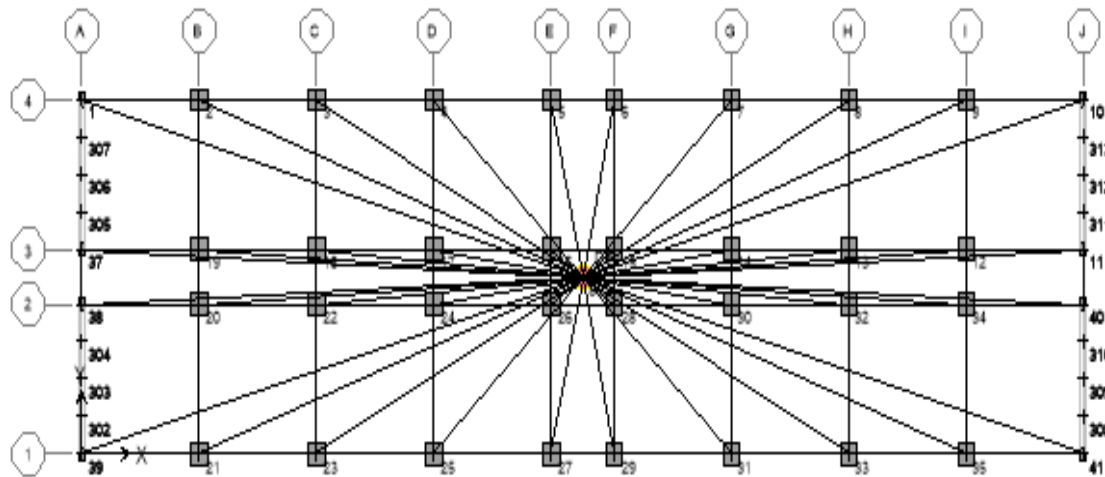
Maka, nilai b efektif yang digunakan adalah = 250 mm

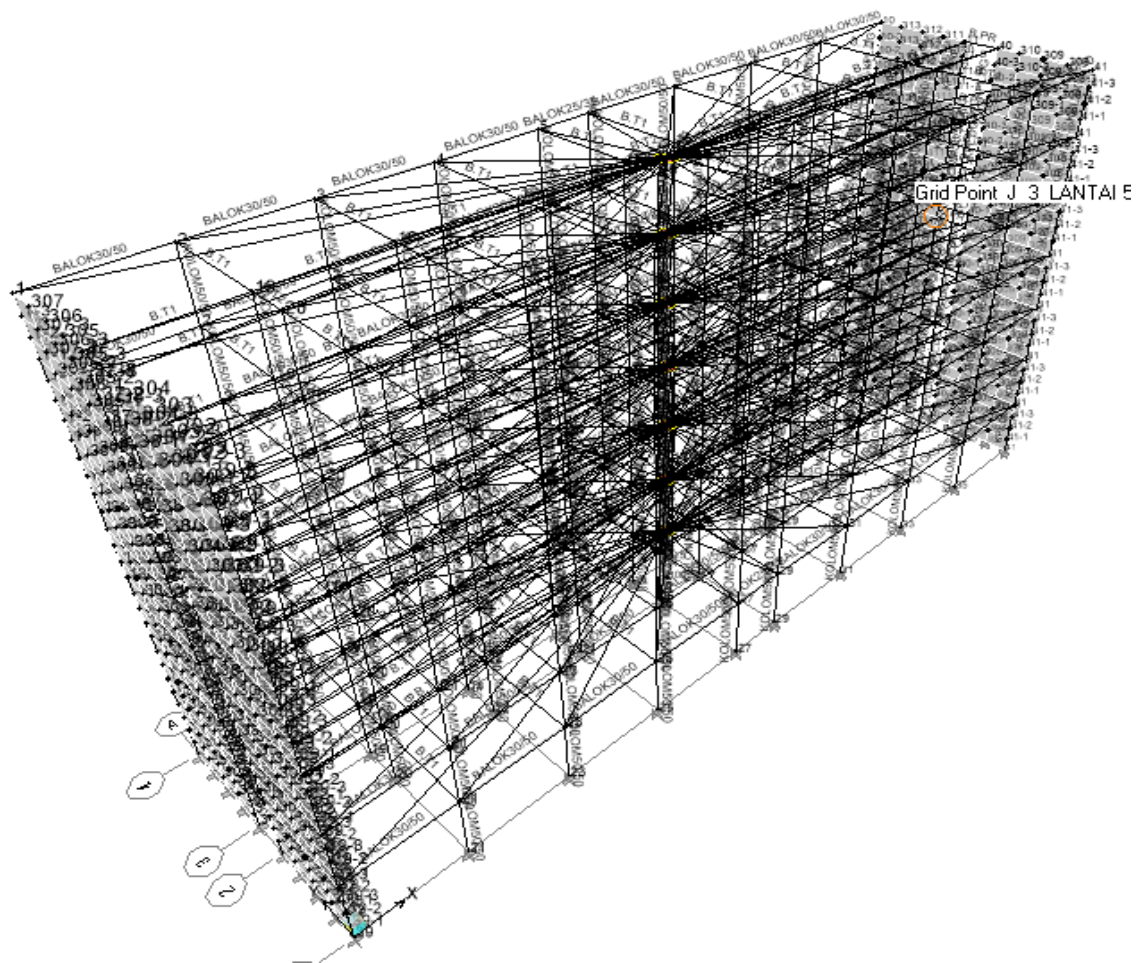


### 3.8. Lantai tingkat sebagai diafragma.

Pada SNI Gempa 1726 – 2002 Pasal 5.3.1 disebutkan bahwa lantai tingkat, atap beton dan system lantai dengan ikatan suatu struktur gedung dapat dianggap sangat kaku (*rigid*) dalam bidangnya dan dianggap bekera sebagai diafragma terhadap beban gempa horizontal. Maka, masing – masing lantai tingkat didefinisikan sebagai diafragma kaku dengan cara :

*Assign – Joint/point – Diafragms – Add New Diafragms*





Gambar 3.8 Elemen plat disetiap lantai yang bekera sebagai diafragma

Lantai	Pergitungan beban gempa 100% yang di tinjau dan 30 % arah tegak lurus			
	Fx ( kg)	30 % Fx (kg)	Fy ( kg)	30 % Fy (kg)
Lantai(Atap)	66448.500	19934.550	2971.60	891.480
Lantai 6	75740.650	22722.195	94684.17	28405.251
Lantai 5	63117.210	18935.163	78613.42	23584.026
Lantai 4	50493.770	15148.131	62607.89	18782.367
Lantai 3	37870.320	11361.096	46683.84	14005.152
Lantai 2	25246.880	7574.064	30868.70	9260.610
Lantai 1	12095.450	3628.635	14583.16	4374.948
<i>Total</i>	<b>331012.78</b>	<b>99303.834</b>	<b>331012.78</b>	<b>99303.83</b>

### Pengaruh beban gempa vertical

$$E_v = 0.2 S_{DS} D \quad p = 1.3$$

$$E_v = 0.2 \times 0.58 \times D$$

$$= 0.11608 \times D$$

1.  $1.4 D$

2.  $1.2 D + 1.6 L$

3.  $1.2 D + 1 L + 0.3 (1.3 Q_{ex} + 0.2 S_{DS} D) + 1 (1.3 Q_{ey} + 0.2 S_{DS} D)$

$$1.23 D + 1 L + 0.39 Q_{ex} + 1.3 Q_{ey}$$

4.  $1.2 D + 1 L - 0.3 (1.3 Q_{ex} + 0.2 S_{DS} D) + 1 (1.3 Q_{ey} + 0.2 S_{DS} D)$

$$1.22 D + 1 L - 0.39 Q_{ex} + 1.3 Q_{ey}$$

5.  $1.2 D + 1 L + 0.3 (1.3 Q_{ex} + 0.2 S_{DS} D) - 1 (1.3 Q_{ey} + 0.2 S_{DS} D)$

$$1.18 D + 1 L + 0.39 Q_{ex} - 1.3 Q_{ey}$$

6.  $1.2 D + 1 L - 0.3 (1.3 Q_{ex} + 0.2 S_{DS} D) - 1 (1.3 Q_{ey} + 0.2 S_{DS} D)$

$$1.17 D + 1 L - 0.39 Q_{ex} - 1.3 Q_{ey}$$

7.  $1.2 D + 1 L + 1 (1.3 Q_{ex} + 0.2 S_{DS} D) + 0.3 (1.3 Q_{ey} + 0.2 S_{DS} D)$

$$1.23 D + 1 L + 1.3 Q_{ex} + 0.39 Q_{ey}$$

8.  $1.2 D + 1 L - 1 (1.3 Q_{ex} + 0.2 S_{DS} D) + 0.3 (1.3 Q_{ey} + 0.2 S_{DS} D)$

$$1.18 D + 1 L - 1.3 Q_{ex} + 0.39 Q_{ey}$$

9.  $1.2 D + 1 L + 1 (1.3 Q_{ex} + 0.2 S_{DS} D) - 0.3 (1.3 Q_{ey} + 0.2 S_{DS} D)$

$$1.22 D + 1 L + 1.3 Q_{ex} - 0.39 Q_{ey}$$

10.  $1.2 D + 1 L - 1 (1.3 Q_{ex} + 0.2 S_{DS} D) - 0.3 (1.3 Q_{ey} + 0.2 S_{DS} D)$

$$1.17 D + 1 L - 1.3 Q_{ex} - 0.39 Q_{ey}$$

$$11. 0.9 D + 1 L + 0.3 (1.3 Q_{ex} + 0.2 S_{DS} D) + 1 (1.3 Q_{ey} + 0.2 S_{DS} D)$$

$$0.87 D + 1 L + 0.39 Q_{ex} + 1.3 Q_{ey}$$

$$12. 0.9 D + 1 L - 0.3 (1.3 Q_{ex} + 0.2 S_{DS} D) + 1 (1.3 Q_{ey} + 0.2 S_{DS} D)$$

$$0.88 D + 1 L - 0.39 Q_{ex} + 1.3 Q_{ey}$$

$$13. 0.9 D + 1 L + 0.3 (1.3 Q_{ex} + 0.2 S_{DS} D) + 1 (1.3 Q_{ey} + 0.2 S_{DS} D)$$

$$0.92 D + 1 L + 0.39 Q_{ex} + 1.3 Q_{ey}$$

$$14. 0.9 D + 1 L - 0.3 (1.3 Q_{ex} + 0.2 S_{DS} D) + 1 (1.3 Q_{ey} + 0.2 S_{DS} D)$$

$$0.93 D + 1 L - 0.39 Q_{ex} + 1.3 Q_{ey}$$

$$15. 0.9 D + 1 L + 1 (1.3 Q_{ex} + 0.2 S_{DS} D) + 0.3 (1.3 Q_{ey} + 0.2 S_{DS} D)$$

$$0.87 D + 1 L + 1.3 Q_{ex} + 0.39 Q_{ey}$$

$$16. 0.9 D + 1 L - 1 (1.3 Q_{ex} + 0.2 S_{DS} D) + 0.3 (1.3 Q_{ey} + 0.2 S_{DS} D)$$

$$0.92 D + 1 L - 1.3 Q_{ex} + 0.39 Q_{ey}$$

$$17. 0.9 D + 1 L + 1 (1.3 Q_{ex} + 0.2 S_{DS} D) - 0.3 (1.3 Q_{ey} + 0.2 S_{DS} D)$$

$$0.88 D + 1 L + 1.3 Q_{ex} - 0.39 Q_{ey}$$

$$18. 0.9 D + 1 L - 1 (1.3 Q_{ex} + 0.2 S_{DS} D) - 0.3 (1.3 Q_{ey} + 0.2 S_{DS} D)$$

$$0.93 D + 1 L - 1.3 Q_{ex} - 0.39 Q_{ey}$$

### 3.9. Eksentrisitas Rencana ( $e_d$ )

SNI Gempa 1726 – 2002 pasal 5.4.3 menyebutkan bahwa : Antara pusat massa dan pusat rotasi lantai tingkat harus ditinjau suatu eksentrisitas rencana  $e_d$ . Apabila ukuran horizontal terbesar denah struktur gedung pada lantai tingkat itu, diukur tegak lurus pada arah pembebanan gempa dinyatakan dengan ‘b’, maka eksentrisitas rencana  $e_d$  harus ditentukan sebagai berikut :

$$\text{untuk } 0 < e \leq 0.3 b, \text{ maka } e_d = 1.5 e + 0.05 \text{ atau } e_d = e - 0.05 b$$

Nilai dari keduanya dipilih yang pengaruhnya paling menentukan untuk unsur atau subsistem struktur gedung yang ditinjau, dimana eksentrisitas (e) adalah pengurangan antara pusat massa dengan pusat rotasi. Nilai pusat massa dan rotasi bangunan dapat dicari pada ETABS dengan cara :

*Run – Display – Show Tables Draw Point Objects – Analysis Result – Building*

*Output – Center Mass Rigidity*

Story	Diaphragm	MassX	MassY	XCM	YCM	CumMassX	CumMassY	XCCM	YCCM	XCR	YCR
LANTAI 7	D2	341.1996	341.1996	23.9	6.5	341.1996	341.1996	23.9	6.5	23.9	6.5
LANTAI 6	D2	341.1996	341.1996	23.9	6.5	682.3993	682.3993	23.9	6.5	23.9	6.5
LANTAI 5	D2	341.1996	341.1996	23.9	6.5	1023.5989	1023.5989	23.9	6.5	23.9	6.5
LANTAI 4	D2	341.1996	341.1996	23.9	6.5	1364.7986	1364.7986	23.9	6.5	23.9	6.5
LANTAI 3	D2	341.1996	341.1996	23.9	6.5	1705.9982	1705.9982	23.9	6.5	23.9	6.5
LANTAI 2	D2	341.1996	341.1996	23.9	6.5	2047.1979	2047.1979	23.9	6.5	23.9	6.5
ATAP	D3	238.2445	238.2445	23.9	6.5	238.2445	238.2445	23.9	6.5	23.9	6.5

Ukuran gedung

B = 13 m

L = 47.8 m

Story	Pusat Massa		Pusat Rotasi		Eksentrisitas (e)		ed = e + 0,05b		ed = e - 0,05b	
	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
LANTAI 7	23.9	6.5	23.9	6.5	0	0	0.65	0.65	-0.65	-0.65
LANTAI 6	23.9	6.5	23.9	6.5	0	0	0.65	0.65	-0.65	-0.65
LANTAI 5	23.9	6.5	23.9	6.5	0	0	0.65	0.65	-0.65	-0.65
LANTAI 4	23.9	6.5	23.9	6.5	0	0	0.65	0.65	-0.65	-0.65
LANTAI 3	23.9	6.5	23.9	6.5	0	0	0.65	0.65	-0.65	-0.65
LANTAI 2	23.9	6.5	23.9	6.5	0	0	0.65	0.65	-0.65	-0.65
ATAP	23.9	6.5	23.9	6.5	0	0	0.65	0.65	-0.65	-0.65

Koordinat pusat massa baru akibat eksentrisitas

Story	Pusat Massa		Pusat Rotasi		ed = e + 0,05b		Koordinat pusat massa	
	X	Y	X	Y	X	Y		
LANTAI 7	23.9	6.5	23.9	6.5	0.65	0.65	23.25	5.850
LANTAI 6	23.9	6.5	23.9	6.5	0.65	0.65	23.25	5.850
LANTAI 5	23.9	6.5	23.9	6.5	0.65	0.65	23.25	5.850
LANTAI 4	23.9	6.5	23.9	6.5	0.65	0.65	23.25	5.850
LANTAI 3	23.9	6.5	23.9	6.5	0.65	0.65	23.25	5.850
LANTAI 2	23.9	6.5	23.9	6.5	0.65	0.65	23.25	5.850
ATAP	23.9	6.5	23.9	6.5	0.65	0.65	23.25	5.850

### 3.9. Kontrol Partisipasi Massa, Kontrol Simpangan Struktur, Kontrol Batas Layan dan Batas Ultimate.

➤ Hasil Kontrol Partisipasi Massa

Mode	Period	UX	UY	UZ	SumUX	SumUY	SumUZ
1	0.911425	89.7559	0	0	89.7559	0	0
2	0.321411	0	72.7818	0	89.7559	72.7818	0
3	0.26263	6.9295	0	0	96.6853	72.7818	0
4	0.22608	0	0	0	96.6853	72.7818	0
5	0.131476	1.9678	0	0	98.6531	72.7818	0
6	0.083152	0	17.7813	0	98.6531	90.563	0
7	0.079005	0.8136	0	0	99.4667	90.563	0
8	0.057028	0	0	0	99.4667	90.563	0

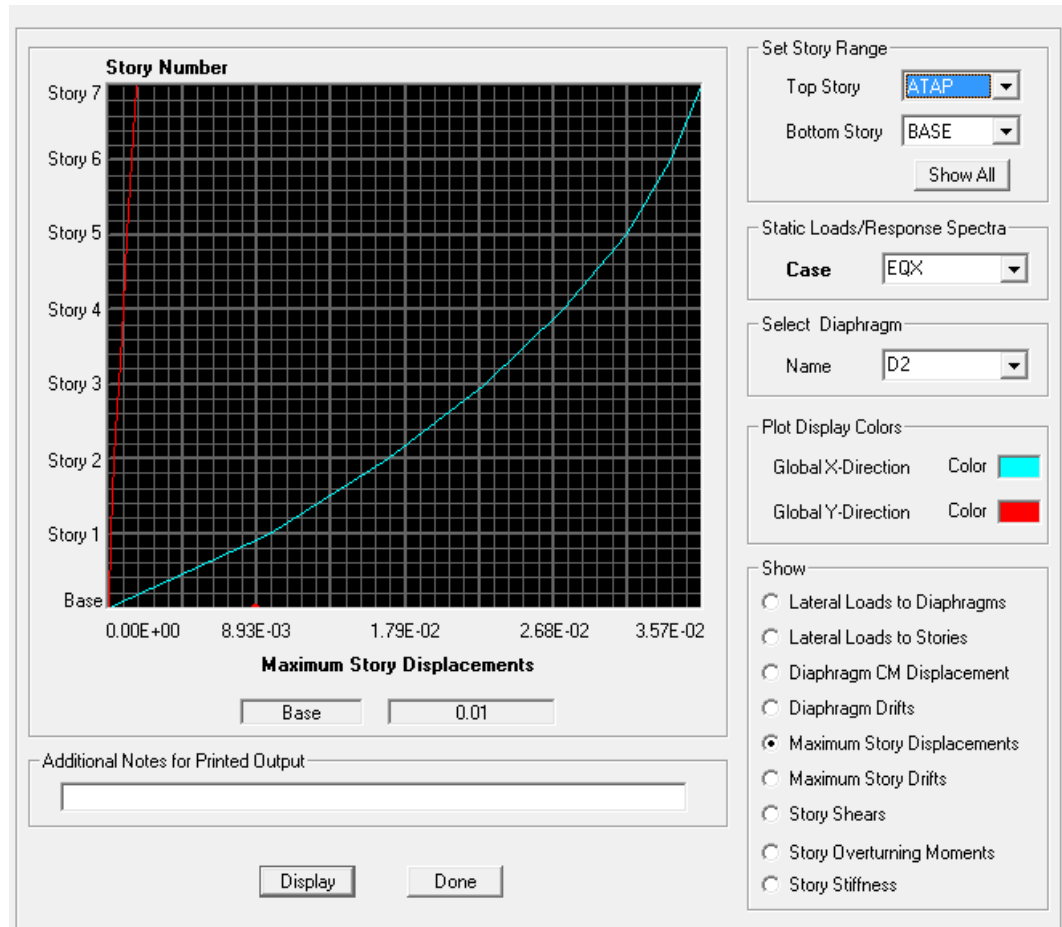
Dari table diatas disimpulkan bahwa dengan 6 modes saja (sudah memenuhi 90%) sudah mampu memenuhi syarat Partisi Massa sesuai SNI 03 – 1726 – 2002.

- Desain system rangka pemikul momen dan dinding struktur beton bertulang tahan gempa, Tavo Benny kusuma Hal 48.

➤ Kontrol Simpangan Struktur

Pada SNI Gempa 03 – 1726 – 2002 Pasal 8.1 disebutkan bahwa kinerja batas layan struktur gedung ditentukan oleh simpangan antar tingkat akibat pengaruh gempa rencana, yaitu untuk membatasi terjadinya pellenan baja, peretakan beton yang berlebihan, mencegah kerusakan non struktur dan ketidaknyamanan penghuni.

Simpangan antar tingkat yang diizinkan tidak boleh melampaui  $0.03/R \times$  tinggi tingkat yang bersangkutan atau 30 mm. Diambil yang terkecil. Besarnya simpangan yang terjadi tersebut dapat diketahui pada ETABS.



Dari grafik diatas dihasilkan

Simpangan struktur akibat beban gempa static ekuivalen arah X dan arah Y

Tingkat	Zi (m)	EQX		EQY	
		arah x (mm)	arah y (mm)	arah x (mm)	arah y (mm)
7	26.25	35.99	1.63	10.71	5.03
6	22.50	34.04	1.41	10.19	4.34
5	18.75	31.22	1.19	9.45	3.69
4	15.00	27.64	0.87	8.28	2.78
3	11.25	22.76	0.87	6.85	1.99
2	7.50	17.13	0.33	5.07	1.17
1	3.75	9.97	0.11	2.91	0.43



- Kontrol Batas Layan dan Batas Ultimate.

Kinerja Batas Layan Arah X

Reduksi Gedung = 5

No	Lantai	Tinggi tingkat (mm)	Simpangan (mm)	$\Delta S$ (mm)	Diizinkan (mm)	Ket.
1	Lantai 2	3750	9.97	9.97	22.50	OK
2	Lantai 3	3750	17.13	7.16	22.50	OK
3	Lantai 4	3750	22.76	5.63	22.50	OK
4	Lantai 5	3750	27.64	4.88	22.50	OK
5	Lantai 6	3750	31.22	3.58	22.50	OK
6	Lantai 7	3750	34.04	2.82	22.50	OK
7	atap	3750	35.99	1.95	22.50	OK

Kinerja Batas Layan Arah Y

No	Lantai	Tinggi tingkat (mm)	Simpangan (mm)	$\Delta S$ (mm)	Diizinkan (mm)	Ket.
1	Lantai 2	3750	2.91	2.91	22.50	OK
2	Lantai 3	3750	5.07	2.16	22.50	OK
3	Lantai 4	3750	6.85	1.78	22.50	OK
4	Lantai 5	3750	8.28	1.43	22.50	OK
5	Lantai 6	3750	9.45	1.17	22.50	OK
6	Lantai 7	3750	10.19	0.74	22.50	OK
7	atap	3750	10.71	0.52	22.50	OK

Kinerja Batas Ultimate Arah X ( $\Delta m$ )

Faktor Pengali  $\xi = 3.5$

No	Lantai	Tinggi tingkat (mm)	Simpangan (mm)	$\Delta m \times \xi$	Diizinkan (mm)	Ket.
1	Lantai 2	3750	9.97	34.90	75.00	OK
2	Lantai 3	3750	17.13	25.06	75.00	OK
3	Lantai 4	3750	22.76	19.71	75.00	OK
4	Lantai 5	3750	27.64	17.08	75.00	OK
5	Lantai 6	3750	31.22	12.53	75.00	OK
6	Lantai 7	3750	34.04	9.87	75.00	OK
7	Atap	3750	35.99	6.83	75.00	OK

Kinerja Batas Ultimate Arah Y

No	Lantai	Tinggi tingkat (mm)	Simpangan (mm)	$\Delta m \times \xi$	Diizinkan (mm)	Ket.
1	Lantai 2	3750	2.91	10.19	75.00	OK
2	Lantai 3	3750	5.07	7.56	75.00	OK
3	Lantai 4	3750	6.85	6.23	75.00	OK
4	Lantai 5	3750	8.28	5.01	75.00	OK
5	Lantai 6	3750	9.45	4.10	75.00	OK
6	Lantai 7	3750	10.19	2.59	75.00	OK
7	atap	3750	10.71	1.82	75.00	OK

## BAB IV

### PENULANGAN DINDING GESER

#### 4.1 Perhitungan Penulangan Dinding Geser.

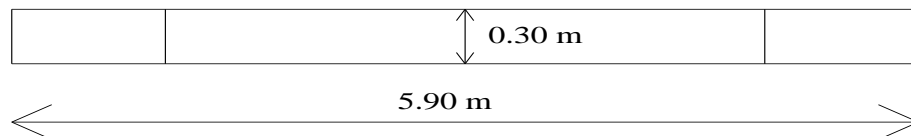
Data perencanaan :

- Kuat Tekan Beton ( $f'_c$ ) : 30 mpa
- Kuat Leleh Baja ( $f_y$ ) : 390 mpa
- Factor Reduksi Kekuatan
  - Lentur dan tekan aksial  $\Phi$  : 0.65
  - Geser  $\Phi$  : 0.65
  - Panjang dinding geser : 5900 mm
  - Tebal dinding geser : 300 mm
  - Border dinding geser : 500 mm

$$\text{Luas penampang dinding geser} : 5900 \times 300 = 1770000 \text{ mm}^2$$

$$\text{Luas minimum dinding geser} : 1\% \times 1770000 = 17700 \text{ mm}^2$$

$$\text{Luas maksimum dinding geser} : 6\% \times 1770000 = 106200 \text{ mm}^2$$



#### 4.1.1 Penulangan Longitudinal Ditinjau terhadap sumbu X

$$M_u : 5234.401 \text{ kNm}$$

$$P_u : 877.421 \text{ Kn}$$

$$M_n : \frac{M_u}{\Phi} = \frac{5234.401}{0.65} = 8052.924 \text{ kNm}$$

$$P_n : \frac{P_u}{\Phi} = \frac{877.421}{0.65} = 1349.878 \text{ kN}$$

$$e : \frac{M_n}{P_n} = \frac{8052.924}{1349.878} = 5.966 \text{ m}$$

- Dicoba tulangan longitudinal 56 D 22
- Menentukan c (garis netral) dengan trial error

$$c : 587.443 \text{ mm}$$

Maka tulangan no 1 – 6 ialah tulangan tekan dan tulangan no 7 – 28 adalah tulangan tarik

- Menghitung luas masing – masing pada serat yang sama

##### Untuk Tulangan Tekan

$$A's_1 = n \times \frac{1}{4} \times \pi \times d^2$$

$$A's_{1-6} \text{ D } 22 = 2 \times \frac{1}{4} \times 3.14 \times 22^2 = 760.57 \text{ mm}^2$$

##### Untuk Tulangan Tarik

$$A's_7 = n \times \frac{1}{4} \times \pi \times d^2$$

$$A's_{7-28} \text{ D } 22 = 2 \times \frac{1}{4} \times 3.14 \times 22^2 = 760.57 \text{ mm}^2$$

##### Luas Total Tulangan yang digunakan

$$A's = n \times \frac{1}{4} \times \pi \times d^2$$

$$A's_{56} \text{ D } 22 = 56 \times \frac{1}{4} \times 3.14 \times 22^2 = 21296.00 \text{ mm}^2$$

### Kontrol Luas Tulangan

As min < As pakai < As maks

17700 < 21296 < 106200 .....(OK)

As i	mm <sup>2</sup>	As	mm <sup>2</sup>	As	mm <sup>2</sup>
A's 1	760.571	As 11	760.571	As 21	760.571
A's 2	760.571	As 12	760.571	As 22	760.571
A's 3	760.571	As 13	760.571	As 23	760.571
As' 4	760.571	As 14	760.571	As 24	760.571
As' 5	760.571	As 15	760.571	As 25	760.571
As' 6	760.571	As 16	760.571	As 26	760.571
As 7	760.571	As 17	760.571	As 27	760.571
As 8	760.571	As 18	760.571	As 28	760.571
As 9	760.571	As 19	760.571		
As 10	760.571	As 20	760.571		

Tabel 4.1 Luas Tulangan pada Masing – Masing Serat

- Menghitung jarak masing-masing tulangan terhadap serat penampang atas dan menghitung jarak masing-masing tulangan terhadap tengah-tengah penampang (Pusat Plastis)

$$d' = \text{selimut beton} + \text{diameter sengkang} + (1/2 \text{ diameter tulangan A's1})$$

$$= 57.0 + 12 + 11$$

$$= 80 \text{ mm} = 8 \text{ cm}$$

$$\begin{aligned} \text{Pusat plastis} &= \frac{\text{Panjang penampang dinding geser}}{2} \\ &= \frac{5900}{2} = 2950 \text{ mm} = 295 \text{ cm} \end{aligned}$$

<b>di</b>	<b>jarak (cm )</b>	<b>di</b>	<b>jarak (cm )</b>	<b>di</b>	<b>jarak (cm )</b>
d1	8	d11	190	d21	490
d2	16	d12	220	d22	520
d3	24	d13	250	d23	542
d4	32	d14	280	d24	550
d5	40	d15	310	d25	558
d6	48	d16	340	d26	566
d7	70	d17	370	d27	574
d8	100	d18	400	d28	582
d9	130	d19	430		
d10	160	d20	460		

Tabel 4.2 Jarak Masing – Masing Tulangan pada Serat Penampang Atas

yi	jarak (cm)	yi	jarak (cm)	yi	jarak (cm)
y1	287	y11	105	y21	195
y2	279	y12	75	y21	225
y3	271	y13	45	y23	247
y4	263	y14	15	y24	255
y5	255	y15	15	y25	263
y6	247	y16	-45	y26	271
y7	225	y17	-75	y27	279
y8	195	y18	105	y28	287
y9	165	y19	135		
y10	135	y20	165		

Tabel 4.3 Jarak Masing – Masing Tulangan terhadap tengah – tengah penampang

- Menghitung regangan yang terjadi

**Untuk daerah tekan :**

$$\begin{aligned} \frac{\epsilon_s'1}{\epsilon_c} &= \frac{c - d}{c} \longrightarrow \epsilon_s'1 = \frac{c - d1}{c} \times \epsilon_c : \epsilon_c = 0.003 \\ &= \frac{58.7443 - 8}{58.7443} \times 0.003 \\ &= 0.00259 \end{aligned}$$

**Untuk daerah tarik :**

$$\begin{aligned} \frac{\epsilon_s}{\epsilon_c} &= \frac{d - c}{c} \longrightarrow \epsilon_s'1 = \frac{d - c}{c} \times \epsilon_c : \epsilon_c = 0.003 \\ &= \frac{70 - 58.7}{58.7} \times 0.003 \\ &= 0.00057 \end{aligned}$$

$\epsilon_s$	Nilai	$\epsilon_s$	Nilai	$\epsilon_s$	Nilai
$\epsilon's1$	0.00259	$\epsilon_s11$	0.00670	$\epsilon_s21$	0.02202
$\epsilon's2$	0.00218	$\epsilon_s12$	0.00824	$\epsilon_s22$	0.02356
$\epsilon's3$	0.00177	$\epsilon_s13$	0.00977	$\epsilon_s23$	0.02468
$\epsilon's4$	0.00137	$\epsilon_s14$	0.01130	$\epsilon_s24$	0.02509
$\epsilon's5$	0.00096	$\epsilon_s15$	0.01283	$\epsilon_s25$	0.02550
$\epsilon's6$	0.00055	$\epsilon_s16$	0.01436	$\epsilon_s26$	0.02590
$\epsilon_s7$	0.00057	$\epsilon_s17$	0.01590	$\epsilon_s27$	0.02631
$\epsilon_s8$	0.00211	$\epsilon_s18$	0.01743	$\epsilon_s28$	0.02672
$\epsilon_s9$	0.00364	$\epsilon_s19$	0.01896		
$\epsilon_s10$	0.00517	$\epsilon_s20$	0.02049		

Tabel 4.4 Tabel Regangan

➤ Menghitung nilai tegangan

**Untuk daerah tekan**

$$f's = \epsilon's \times E_s$$

$$f's1 = 0.0026 \times 200000 = 518.2899 \text{ Mpa} > f_y = 390 \text{ Mpa}$$

maka digunakan  $f_s = 390 \text{ Mpa}$

**Untuk daerah tarik**

$$f's = \epsilon's \times E_s$$

$$f's7 = 0.0006 \times 200000 = 114.963 \text{ Mpa} > f_y = 390 \text{ Mpa}$$

maka digunakan  $f_s = 115 \text{ Mpa}$



<b>fsi</b>	<b>Mpa</b>	<b>fsi</b>	<b>Mpa</b>	<b>fsi</b>	<b>Mpa</b>
fs1	518.29	fs11	1340.61	fs21	4404.74
fs2	436.58	fs12	1647.03	fs22	4711.15
fs3	354.87	fs13	1953.44	fs23	4935.86
fs4	273.16	fs14	2259.85	fs24	5017.57
fs5	191.45	fs15	2566.26	fs25	5099.28
fs6	109.74	fs16	2872.68	fs26	5180.99
fs7	114.96	fs17	3179.09	fs27	5262.70
fs8	421.38	fs18	3485.50	fs28	5344.41
fs9	727.79	fs19	3791.92		
fs10	1034.20	fs20	4098.33		

Tabel 4.5 Tabel Hasil murni nilai tegangan

<b>fs</b>	<b>Mpa</b>	<b>fs</b>	<b>Mpa</b>	<b>fs</b>	<b>Mpa</b>
fs1	390	fs11	390	fs21	390
fs2	390	fs12	390	fs22	390
fs3	355	fs13	390	fs23	390
fs4	273	fs14	390	fs24	390
fs5	191	fs15	390	fs25	390
fs6	110	fs16	390	fs26	390
fs7	115	fs17	390	fs27	390
fs8	390	fs18	390	fs28	390
fs9	390	fs19	390		
fs10	390	fs20	390		

Tabel 4.6 Tabel Tegangan yang dipakai

➤ Besarnya gaya – gaya yang bekera

$$\begin{aligned} C_c &= \text{gaya tekan beton} \\ &= 0.85 \times f'_c \times a \times b_w \\ &= 0.85 \times f_c \times b \times c \times b_w \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} a &= b \times c \\ &= 0.85 \times 587.443 \\ &= 499.327 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} C_c &= 0.85 \times 30 \times 499.33 \times 500 \\ &= 6366413.513 \text{ N} \\ &= 6366.413513 \text{ Kn} \end{aligned}$$

#### **Untuk daerah tekan**

$$\begin{aligned} C_s &= \text{gaya tekan tulangan} \\ &= A's \times f's \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} C_{s1} &= A's1 \times f's1 \\ &= 760.57 \times 390 = 296623 \text{ N} = 299.623 \text{ kN} \end{aligned}$$

#### **Untuk daerah tarik**

$$\begin{aligned} T_s &= \text{gaya tarik tulangan} \\ &= A's \times f's \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} T_{s7} &= A's7 \times f's7 \\ &= 760.57 \times 115 = 87437.56 \text{ N} = 87.438 \text{ kN} \end{aligned}$$

Cs i	kN	Ts i	kN	Ts i	kN
Cs1	296.623	Ts11	296.623	Ts21	296.623
Cs2	296.623	Ts12	296.623	Ts22	296.623
Cs3	269.904	Ts13	296.623	Ts23	296.623
Cs4	207.758	Ts14	296.623	Ts24	296.623
Cs5	145.611	Ts15	296.623	Ts25	296.623
Cs6	83.465	Ts16	296.623	Ts26	296.623
Ts7	87.438	Ts17	296.623	Ts27	296.623
Ts8	296.623	Ts18	296.623	Ts28	296.623
Ts9	296.623	Ts19	296.623		
Ts10	296.623	Ts20	296.623		

Tabel 4.7 Tabel Gaya – gaya yang bekerja pada elemen dinding geser

➤ **Kontrol  $\sum H = 0$**

$$C_c + \sum C_s - \sum T_s + P_n = 0$$

$$C_c + (C_{s1} + C_{s2} + C_{s3} + C_{s4} + C_{s5} + C_{s6}) - (T_{s7} + T_{s8} + T_{s9} + T_{s10} + T_{s11} + T_{s12} + T_{s13} + T_{s14} + T_{s15} + T_{s16} + T_{s17} + T_{s18} + T_{s19} + T_{s20} + T_{s21} + T_{s22} + T_{s23} + T_{s24} + T_{s25} + T_{s26} + T_{s27} + T_{s28}) + P_n = 0$$

$$6366.41 + (296.6 + 296.62 + 296.90 + 207.76 + 145.61 + 83.46) - (87.44 + 296.62) + 1349.88$$

$$6366.41 + 1299.98 - 6316.52 + 1349.88 = 0$$

$$0.00 = 0$$

➤ Menghitung Momen Terhadap Titik Berat Penampang

$$M_{nc} = C_c \times y_c$$

$$y_c = h/2 \times a/2$$

$$a = \beta \times c$$

Maka,

$$a = 0.85 \times 587.443$$

$$= 499.33 \text{ mm}$$

$$y_c = 2950 - 249.7$$

$$= 2700 \text{ mm}$$

$$M_{nc} = 6366.4135 \times 2700$$

$$= 17191460 \text{ kNmm}$$

**Untuk daerah tekan**

$$M_{n1} = C_{s1} \times y_1$$

$$= 296.6 \times 287$$

$$= 85130.76 \text{ kNcm}$$

$$= 851.31 \text{ kNm}$$

**Untuk daerah tarik**

$$\begin{aligned}
 Mn7 &= Ts7 \times y7 \\
 &= 87.4 \times 225 \\
 &= 19673.45 \text{ kNcm} \\
 &= 196.73 \text{ kNm}
 \end{aligned}$$

<b>Mni</b>	<b>kNm</b>	<b>Mni</b>	<b>kNm</b>	<b>Mni</b>	<b>kNm</b>
Mn1	851.31	Mn11	311.45	Mn21	578.41
Mn2	827.58	Mn12	222.47	Mn22	667.40
Mn3	731.44	Mn13	133.48	Mn23	732.66
Mn4	546.40	Mn14	44.49	Mn24	756.39
Mn5	371.31	Mn15	44.49	Mn25	780.12
Mn6	206.16	Mn16	-133.48	Mn26	803.85
Mn7	196.73	Mn17	-222.47	Mn27	827.58
Mn8	578.41	Mn18	311.45	Mn28	851.31
Mn9	489.43	Mn19	400.44		
Mn10	400.44	Mn20	489.43		

Tabel 4.8 Tabel Momen Terhadap Titik Berat Penampang

➤ Kontrol  $Mn > Mn$  Perlu

$$\begin{aligned}
 Mn &= Mnc + (Mn1 + Mn2 + Mn3 + Mn4 + Mn5 + Mn6) + (Mn7 + \\
 &Mn8 + Mn9 + Mn10 + Mn11 + Mn12 + Mn13 + Mn14 + Mn15 + \\
 &Mn16 + Mn17 + Mn18 + Mn19 + Mn20 + Mn21 + Mn22 + Mn23 +
 \end{aligned}$$

$$Mn_{24} + Mn_{25} + Mn_{26} + Mn_{27} + Mn_{28})$$

$$\begin{aligned} Mn &= 17191.46 + (851.31 + 827.58 + 731.44 + 546.40 + 371.31 + \\ &206.16) + (196.73 + 578.41 + 489.43 + 400.44 + 311.45 + \\ &222.47 + 133.48 + 44.49 + 44.49 + (-133.48) + (-222.47) + \\ &311.45 + 400.44 + 489.43 + 578.41 + 667.40 + 732.66 + 756.39 + \\ &780.12 + 803.85 + 827.58 + 851.31) \\ &= 17191.46 + 3534.19 + 9264.50 \\ &= 29990.15 \text{ kNm} \end{aligned}$$

➤ Kontrol Mn > Mn Perlu

$$29990.15 \text{ kNm} > 8052.92 \text{ kNm} \dots\dots\dots(\mathbf{OK})$$

#### 4.1.2 Penulangan Longitudinal Ditinjau terhadap sumbu Y

$$Mu : 24981.411 \text{ kNm} = 24981411 \text{ Nm}$$

$$Pu : 877.421 \text{ kN} = 877420.7 \text{ N}$$

$$Pn : \frac{Pu}{\Phi} = \frac{877420.7}{0.65} = 1349878 \text{ N}$$

$$fy = 390 \text{ Mpa}$$

$$\beta = 0.85$$

- Kuat nominal penampang :

Untuk mengetahui nilai c dapat diselesaikan dengan menggunakan persamaan

Jika diketahui data sebagai berikut :

$$\begin{aligned} A's 1 \ 28 \ D \ 22 &= n \times \frac{1}{4} \times \pi \times d^2 \\ &= 28 \times \frac{1}{4} \times 3.14 \times 22^2 \\ &= 10648.00 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A's 2 \ 28 \ D \ 22 &= n \times \frac{1}{4} \times \pi \times d^2 \\ &= 28 \times \frac{1}{4} \times 3.14 \times 22^2 \\ &= 10648.00 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

#### **Luas Total Tulangan yang digunakan**

$$A's = n \times \frac{1}{4} \times \pi \times d^2$$

$$A's \ 56 \ D \ 22 = 56 \times \frac{1}{4} \times 3.14 \times 22^2 = 21296.00 \text{ mm}^2$$

#### **Kontrol Luas Tulangan**

$$A_s \text{ min} < A_s \text{ pakai} < A_s \text{ maks}$$

$$17700 < 21296 < 106200 \text{ .....(OK)}$$

$$d' = 80 \text{ mm}$$

$$b = 5900 \text{ mm}$$

Maka,

- **Kontrol  $\sum H = 0$**

$$C_c + \sum C_s - \sum T_s + P_n = 0$$

Dimana :  $C_c$  (beton tertekan) =  $0.85 \times f'_c \times a \times b$  ;  $a = \beta \times c$

$C_s$  (baja tertekan) =  $A_s'1 \times f_s1$

$T_s$  (Baja tertarik) =  $A_s2 \times f_s2$

➤ Momen Nominal yang disumbangkan oleh beton :

$$M_{nd1} = C_c \times \left(d - \frac{a}{2}\right)$$

$$M_{nd2} = C_s \times (d - d_1')$$

$$M_{nd} = M_{nd1} + M_{nd2} > M_n \text{ perlu} = \frac{M_u}{\Phi}$$

➤ Untuk mendapatkan nilai  $c$ , maka:

$$f_s' = \epsilon_s \times E_s$$

$$= \frac{0.003 (c - d_1')}{c} \times E_s = \frac{600 (c - d_1')}{c} = E_s : 200000 \text{ Mpa}$$

Maka :

$$C_c + C_s - T_s - P_u = 0$$

$$0.85 \times f'_c \times a \times b + A_s't \times f_s' - A_s \times f_s + P_n$$

$$(0.85 \times f'_c \times \beta \times c \times b) + A_s't \left(\frac{c - d_1}{c} \times 0.003\right) \times 200000 - A_s \times f_y + P_n = 0$$

$$(0.85 \times f'_c \times \beta \times c \times b) + A_s't \frac{600 (c - d_1)}{c} - A_s \times f_y + P_n = 0$$

Apabila persamaan tersebut dikalikan  $c$ , maka :

$$(0.85 \times f'_c \times \beta \times c^2 \times b) + (A_s't (600(c - d_1))) - (A_s \cdot f_y + P_n) c = 0$$



Setelah dilakukan pengelompokan, maka didapatkan persamaan kuadrat :

$$(0.85 \times f_c \times \beta \times b \times c^2) + (A_s' \times t \times 600 \times c - A_s' \times t \times 600 \times d') - (A_s' \times t \times f_y \times c) + P_u \times c = 0$$

$$(0.85 \times f_c \times \beta \times b) c^2 + (A_s' \times t \times 600 - A_s' \times t \times f_y + P_n) c + A_s' \times t \times 600 \times d' = 0$$

$$(0.85 \times 30 \times 0.85 \times 5900) c^2 + (10648 \times 600 - 10648 \times 390 - 1349878) c -$$

$$(10648 \times 600 \times 80)$$

$$127882.5 c^2 + 886202 c - 511104000 = 0$$

Dari persamaan didapatkan nilai  $c = 59.849$  mm

$$a = \beta \times c = 0.85 \times 59.849 = 50.872 \text{ mm}$$

Nilai masing-masing regangan

$$\epsilon's1 = 0.003 \frac{(d' - c)}{c} = 0.003 \frac{(80 - 59.849)}{59.849} = 0.001010$$

$$\epsilon's2 = 0.003 \frac{(d' - c)}{c} = 0.003 \frac{(220 - 59.849)}{59.849} = 0.008028$$

$$f's = E_s \times \epsilon_s = 200000 \times 0.001010 = 202.016 \text{ Mpa} < f_y = 300 \text{ Mpa}$$

maka digunakan  $f_s = 202.016$  Mpa

$$f's = E_s \times \epsilon_s = 200000 \times 0.008028 = 1605.544 \text{ Mpa} > f_y = 300 \text{ Mpa}$$

maka digunakan  $f_s = 300$  Mpa

$$C_c = 0.85 \times f_c \times a \times b$$

$$= 0.85 \times 30 \times 50.87 \times 5900$$

$$= 7653663.525 \text{ N}$$

$$\begin{aligned}
C_s &= A_s' t \times f_s \\
&= 10648 \times 202.016 \\
&= 2151065.525 \text{ N}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
T_s &= A_s' t \times f_s \\
&= 10648 \times 300 \\
&= 3194400 \text{ N}
\end{aligned}$$

**Kontrol :**

$$C_c + C_s - T_s + P_n = 0$$

$$7653663.525 + 2151065.525 - 3194400 + 1349878 = 0$$

$$0 = 0 \text{ N} \dots \mathbf{OK}$$

Sehingga momen nominal yang disumbangkan oleh beton dan baja adalah sebesar :

$$\begin{aligned}
M_{nd1} &= C_c \times \left( d - \frac{a}{2} \right) \\
&= 7653663.53 \times \left( 3577 - \frac{50.872}{2} \right) \\
&= 27181763257.156 \text{ Nmm} \\
&= 27181.7633 \text{ kNm}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
M_{nd2} &= C_s \times \left( d - \frac{a}{2} \right) \\
&= 2151065.525 \times \left( 3577 - \frac{49.931}{2} \right) \\
&= 7640458478 \text{ Nmm} \\
&= 7640.45848 \text{ kNm}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
M_{nd} &= M_{nd1} + M_{nd2} \\
&= 27181763257.156 + 7640458477.9 \\
&= 34822221735.05 \text{ Nmm} \\
&= 34822.2217 \text{ kNm}
\end{aligned}$$

$$M_n \text{ Perlu} = \frac{M_u}{\Phi} = \frac{24981.41}{0.65} = 38432.94 \text{ kNm}$$

$$M_n = 34822.2 \text{ kNm} > M_n \text{ Perlu} = 38432.94 \text{ kNm} \dots \text{OK..}$$

#### 4.1.3 Penulangan Transversal Ditinjau dari Arah X

$$\begin{aligned}
b_w &= 300 \text{ mm} & f'_c &= 30 \text{ Mpa} \\
l_w &= 5900 \text{ mm} & f_y &= 390 \text{ Mpa} \\
d &= 3577 \text{ mm} & d &= \text{Jarak serat penampang tekan terluar ke} \\
& & & \text{titik berat tulangan Tarik} \\
& & & = 3577 \text{ mm (d ditinjau dari } l_w)
\end{aligned}$$

Berdasarkan SNI 03-2847-2013 pasal 11.1

$$\Phi V_n \geq V_u$$

$$V_u = 76849.64 \text{ kg}$$

$$\Phi = 0.65$$

$$V_n = V_c + V_s$$

Dimana :

$V_c$  = V yang disumbangkan oleh beton

$V_s$  = V yang disumbangkan tulangan

Berdasarkan SNI 03-2847-2013 pasal 11.2.1.2

$$\begin{aligned} V_c &= 0.17 \left[ 1 + \frac{N_u}{14.A_g} \right] \lambda \sqrt{f_c} b_w \times d \\ &= 0.17 \left[ 1 + \frac{877420.7}{177000} \right] 1 \times \sqrt{30} \times 300 \times 3577 \\ &= 1034546.751 \text{ N} \\ &= 103454.675 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$V_u > \frac{1}{2} \Phi V_c$$

$$768496 > \frac{1}{2} \times 0.65 \times 1034546.75$$

768496 N > 336227.694 N      maka diperlukan tulangan geser minimum

Direncanakan tulangan geser 2 kaki  $\phi$  12

$$\begin{aligned} A_v &= 2 \times \frac{1}{4} \times 3.14 \times 12^2 \\ &= 226.286 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Syarat :

$$A_v \geq \frac{75\sqrt{f_c} \times b_w \times s}{1200 \times f_y}$$

$$226.286 \text{ mm}^2 \geq \frac{75\sqrt{30} \times 300 \times 300}{1200 \times 390}$$

$$226.286 \text{ mm}^2 \geq 78.998 \text{ mm}^2$$

Berdasarkan SNI 03-2847-2013 pasal 11.4.6.3 hal 92

$$\begin{aligned} s &= \frac{A_v \min x f_y}{0.062 x \sqrt{f_c} x b_w} \\ &= \frac{226.286 x 390}{0.062 x \sqrt{30} x 300} \\ &= 866.260 \text{ mm} \end{aligned}$$

Berdasarkan SNI 2847 – 2013 pasal 21.6.4.1 hal 183 menentukan panjang daerah sendi plastis ( $l_o$ ) ialah :

- $1/6$  Bentang bersih dinding geser  
 $1/6 x 300 = 50 \text{ mm} \approx 100 \text{ mm}$
- Tinggi komponen struktur pada muka joint  
 $t_1 = 5900 \text{ mm}$   
 $t_2 = 300 \text{ mm}$
- $450 \text{ mm}$

Maka, panjang daerah sendi plastis ( $l_o$ ) diambil yang terbesar ialah  $100 \text{ mm}$

Untuk point 2 ( $t_1$ ) diabaikan karena melebihi tinggi dinding geser yang ditinjau.

Berdasarkan SNI 2487 – 2013 pasal 21.6.4.3 hal 182, menentukan spasi tulangan transversal sepanjang ( $l_o$ ) ialah :

- $6 x$  diameter longitudinal  
 $6 x 22 = 132 \text{ mm}$
- $1/2 x$  diameter minimum komponen struktur  
 $1/2 x 300 = 150 \text{ mm}$

$$\begin{aligned}
 - \quad s_o &= 100 + \frac{350 - hx}{3} \\
 &= 100 + \frac{350 - 250}{3} \\
 &= 133.333 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

Maka jarak yang dipakai ialah jarak yang terkecil ialah 100 mm

Jarak tulangan transversal diluar sendi plastis ditetapkan pada SNI 2487 – 2013 pasal 21.3.5.4, maka jarak yang dipakai harus memnuhi syarat sebagai berikut :

$$s < d/2 \text{ atau}$$

$$s = 300 \text{ mm}$$

$$d/2 = \frac{3577}{2} = 1788.45 \text{ mm}$$

$$866.260 > 300 \text{ mm}$$

Jarak yang dipakai dipilih yang paling kecil ialah 300 mm

$$V_s = V_u / \Phi - V_c$$

$$V_s = 76849.6 \times 0.65 - 103454.7$$

$$= 14775.540 \text{ kg}$$

$$V_n = 103455 + 14775.540 = 118230 \text{ kg}$$

$$\Phi V_n = 0.65 \times 118230 = 76850 \text{ kg}$$

$$\Phi V_n \geq V_u$$

$$76849.64 \text{ kg} \geq 76489.64 \text{ kg} \quad \text{.....OK}$$

#### 4.1.4 Penulangan Transversal Pada Segmen 1 Ditinjau dari Arah Y

$$\begin{aligned}b_w &= 300 \text{ mm} & f'_c &= 30 \text{ Mpa} \\l_w &= 5900 \text{ mm} & f_y &= 390 \text{ Mpa} \\d &= 3577 \text{ mm}\end{aligned}$$

Berdasarkan SNI 03-2847-2013 pasal 11.1

$$\Phi V_n \geq V_u$$

$$V_u = 76849.64 \text{ kg}$$

$$\Phi = 0.65$$

$$V_n = V_c + V_s$$

Dimana :

$V_c$  = V yang disumbangkan oleh beton

$V_s$  = V yang disumbangkan tulangan

Berdasarkan SNI 03-2847-2013 pasal 11.2.1.2

$$\begin{aligned}V_c &= 0.17 \left[ 1 + \frac{N_u}{14.A_g} \right] \lambda \sqrt{f'_c} b_w \times d \\&= 0.17 \left[ 1 + \frac{877420.7}{177000} \right] 1 \times \sqrt{30} \times 300 \times 3577 \\&= 1034546.751 \text{ N} \\&= 103454.675 \text{ kg}\end{aligned}$$

$$V_u > \frac{1}{2} \Phi V_c$$

$$768496 > \frac{1}{2} \times 0.65 \times 1034546.75$$

$768496 \text{ N} > 336227.694 \text{ N}$  maka diperlukan tulangan geser

Tulangan geser perlu

$$\begin{aligned}V_s \text{ perlu} &= V_u / \Phi - V_c \\&= 768496.4 / 0.65 - 1034546.751 \\&= 1182302.2 - 1034546.8 \\&= 14775.54031 \text{ kg}\end{aligned}$$

Direncanakan tulangan geser (32 kaki)  $\phi$  12

$$\begin{aligned}A_v &= 32 \times \frac{1}{4} \times 3.14 \times 12^2 \\&= 3620.571 \text{ mm}^2 > 342.327 \text{ mm}^2 \text{ .....OK}\end{aligned}$$

Syarat :

$$\begin{aligned}A_v &\geq \frac{75\sqrt{f_c} \times b_w \times s}{1200 \times f_y} \\3621 \text{ mm}^2 &\geq \frac{75\sqrt{30} \times 300 \times 100}{1200 \times 390} \\3621 \text{ mm}^2 &\geq 342.327 \text{ mm}^2\end{aligned}$$

Berdasarkan SNI 03-2847-2013 pasal 11.4.6.3 hal 92

$$\begin{aligned}s &= \frac{A_v \times f_y \times d}{V_s} \\&= \frac{3621 \times 30 \times 3576.907}{147755} \\&= 2629.436 \text{ mm}\end{aligned}$$

Untuk daerah sendi plastis ( $l_0$ ) sesuai perhitungan sebelumnya ialah

Sepanjang dengan jarak tulangan transversal sebesar 100 mm



Jarak tulangan transversal diluar sendi plastis menurut SNI 2487 – 2013 pasal

21.3.5.4

$$V_s > 0.03 \times \sqrt{f_c} \times b_w \times d$$

$$147755.40 \text{ N} > 0.03 \times \sqrt{30} \times 300 \times 3577$$

$$147755.40 \text{ N} > 176323.729 \text{ N}$$

Maka jarak yang dipakai harus memenuhi syarat sebagai berikut :

$$s < d/2 \text{ atau}$$

$$s = 300 \text{ mm}$$

$$d/2 = \frac{3577}{2} = 1788.45 \text{ mm}$$

jarak yang dipakai dipilih yang paling kecil adalah 100 mm

$$V_n = 103455 + 14775.540 = 118230 \text{ kg}$$

$$\Phi V_n = 0.65 \times 118230 = 76850 \text{ kg}$$

$$\Phi V_n \geq V_u$$

$$76849.64 \text{ kg} \geq 76489.64 \text{ kg} \text{ .....OK}$$

#### 4.1.5 Panjang sambungan lewatan Tulangan Longitudinal

Berdasarkan SNI 2847 – 2013 Pasal 12.2.2

$$l_d = \left( \frac{f_y \times \Psi_t \times \Psi_e}{1.7 \lambda} \right) db$$

$$\text{dimana : } \Psi_t = 1 \quad \Psi_e = 1 \quad \lambda = 1$$

$$l_d = \left( \frac{300 \times 1 \times 1}{1.7 \times 1 \times 30} \right)^{19}$$

$$= 612.16 \text{ mm}$$

$$l_d = 1.30 \times 612.16$$

$$= 795.809 \text{ mm} \approx 800 \text{ mm}$$

Berdasarkan SNI 2847 – 2013 Pasal 21.5.2.3 sambungan lewatan tidak boleh terjadi pada :

- Dalam joint
- 2 x tinggi komponen struktur dari muka joint
  - 2 x 5900 = 11800 mm
  - 2 x 30 = 600 mm
 Nilai yang dipakai 11800 mm
- Diluar sendi plastis

Berdasarkan SNI 2847 – 2013 Pasal 21.5.2.3 tentang jarak tulangan transversal pada panjang penyaluran ialah :

- $d/4$ 

$$\frac{220}{4} = 55 \text{ mm}$$
- 100 mm

Maka jarak tulangan transversal diambil lebih kecil dari nilai syarat yang terkecil 80 mm

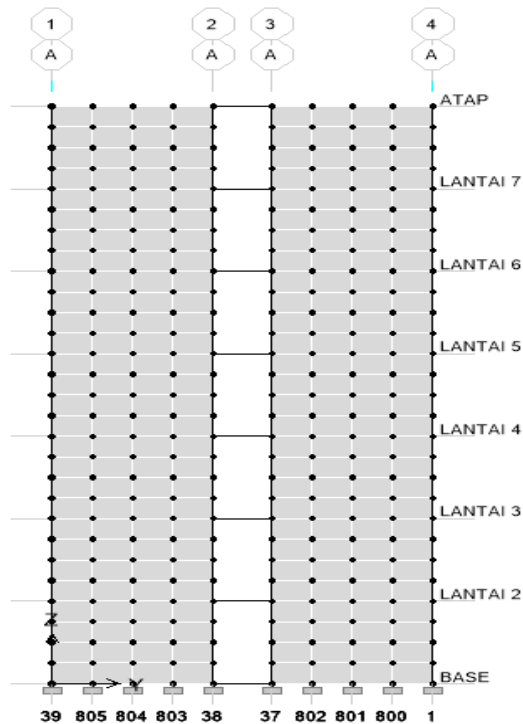
## 4.2 Perhitungan Penulangan Balok Perangkai.

Data Perencanaan :

- b balok perangkai : 300 mm
- h balok perangkai : 750 mm
- bentang balok : 2000 mm
- kuat tekan beton ( $f'c$ ) : 30 Mpa
- tegangan leleh tulangan ulir ( $f_y$ ) : 390 Mpa
- tegangan leleh tulangan polos ( $f_y$ ) : 240 Mpa
- selimut beton : 50 mm
- dipakai tulangan pokok : D 22 mm
- dipakai tulangan sengkang :  $\emptyset$  10 mm

### 4.2.1 Perhitungan Penulangan Lentur Balok.

Penulangan yang direncanakan adalah pada balok melintang line A pada lantai 4



### a. Perencanaan Penulangan

$$\begin{aligned}d &= h - \text{selimut beton} - \text{diameter sengkang} - \frac{1}{2} \text{ diameter tulangan rencana} \\ &= 750 - 50 - 10 - 11 \\ &= 679 \text{ mm}\end{aligned}$$

Tulangan minimal sedikitnya harus dihitung menurut SNI 2847:2013 pasal 10.5.1

$$\begin{aligned}A_{s, \min} &= \frac{0.25\sqrt{f_r c}}{f_y} b_w d = \frac{0.25\sqrt{30}}{390} 300 \times 679 \\ &= 715.20 \text{ mm}^2\end{aligned}$$

dan,

$$\begin{aligned}A_{s, \min} &= \frac{1.4 b_w d}{f_y} = \frac{1.4 \times 300 \times 679}{390} \\ &= 731.231 \text{ mm}^2\end{aligned}$$

Maka dipakai tulangan minimal 3 D 22

$$A_s = 1139.82 \text{ mm}^2 > 731.23 \text{ mm}^2$$

### - Perhitungan Penulangan Tumpuan Kiri

$$\begin{aligned}M_u^- &= 240.442 \text{ kNm} \quad (\text{diambil dari program}) \\ &= 240442000 \text{ Nmm}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}M_u^+ &= 239.386 \text{ kNm} \quad (\text{diambil dari program}) \\ &= 239386000 \text{ Nmm}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}M_u^- &= 120.221 \text{ kNm} \quad (\text{diambil 50\% dari momen negatif}) \\ &= 120221000 \text{ Nmm}\end{aligned}$$

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 : 4 D 22 ( $A_s = 1519.76 \text{ mm}^2$ )

### Kontrol Momen Negatif

Tulangan tarik  $A_s$  tarik = 4 D 22 ( $A_s = 1519.76 \text{ mm}^2$ )

Tulangan tarik  $A_s$  tekan = 4 D 22 ( $A_s = 1519.76 \text{ mm}^2$ )

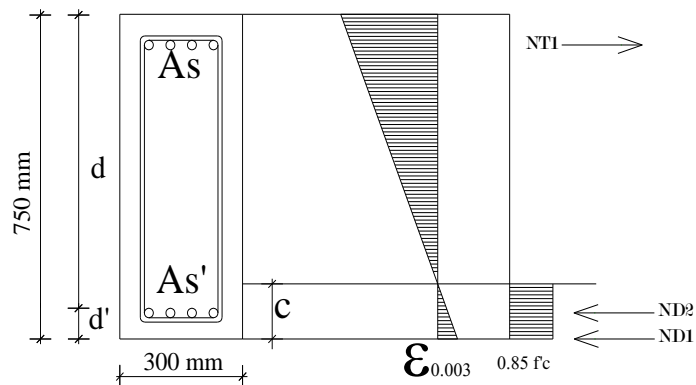
$$d' = 50 + 10 + \frac{1}{2} 22$$

$$= 71 \text{ mm}$$

$$y = \frac{1519.76 \times 71}{1519.76}$$

$$= 71 \text{ mm}$$

$$d = 750 - 71 = 679 \text{ mm}$$



Gambar 4.1 Penampang balok dan diagram tegangan momen negative tumpuan kiri

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

menggunakan persamaan :

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

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

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

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

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

$$(0,85 \cdot f_c \cdot \beta_1 \cdot c \cdot b) \cdot c + A_s' (c - d') \cdot 600 = A_{S_{\text{balok}}} \cdot f_{y_{\text{ulir}}} \cdot c$$

$$(0,85 \cdot f_c \cdot \beta_1 \cdot b) c^2 + 600 A_s' \cdot c - 600 A_s' \cdot d' = A_{S_{\text{plat}}} \cdot f_{y_{\text{polos}}} \cdot c + A_{S_{\text{balok}}} \cdot f_{y_{\text{ulir}}} \cdot c$$

$$(0,85 \cdot f_c \cdot \beta_1 \cdot b) c^2 + 600 A_s' \cdot c - 600 A_s' \cdot d' = A_{S_{\text{balok}}} \cdot f_{y_{\text{ulir}}} \cdot c = 0$$

$$(0,85 \cdot f_c \cdot \beta_1 \cdot b) c^2 + (600 A_s' \cdot c - A_{S_{\text{balok}}} f_{y_{\text{ulir}}}) \cdot c - 600 A_s' \cdot d' = 0$$

$$(0,85 \cdot 30 \cdot 0,85 \cdot 300) c^2 + (600 \cdot 1519,76 \cdot 390) c - 600 \cdot 1519,76 \cdot 71 = 0$$

$$6502,50 c^2 + 319149,6 c - 64741776 = 0$$

$$c = 127,296 \text{ mm}$$

$$a = \beta \cdot c$$

$$= 0,85 \cdot 127,296$$

$$= 108,20 \text{ mm}$$

$$\epsilon_s' = \frac{(c-d')}{c} \times \epsilon_c = \frac{127,296-71}{127,296} \times 0 = 0,00133$$

$$\epsilon_s = \frac{(d-c)}{c} \times \epsilon_c = \frac{679-127,30}{127,296} \times 0 = 0,01300$$

$$\epsilon_y = \frac{f_y}{E_s} = \frac{390}{200000} = 0$$

karena  $\epsilon_s > \epsilon_y > \epsilon_s'$  maka tulangan baja tarik telah leleh,

dihitung tegangan pada tulangan baja tekan

$$f_s' = \epsilon_s' \times E_s$$

$$= 0,00133 \times 200000$$

$$= 265,347 < 390 \quad \text{.....OK}$$

Menghitung gaya tekan dan tarik

$$\begin{aligned}ND_1 &= 0,85 \cdot f'_c \cdot a \cdot b \\ &= 0,85 \cdot 30 \cdot 108,202 \cdot 300 \\ &= 827742.081 \text{ N}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}ND_2 &= A'_s \cdot f'_s \\ &= 1519,8 \cdot 265,347 \\ &= 403263.519 \text{ N}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}NT_1 &= A'_{s_{balok}} \cdot f_{y_{ulir}} \\ &= 1519,8 \cdot 390 \\ &= 592706.4 \text{ N}\end{aligned}$$

$$ND_1 + ND_2 = NT_1$$

$$\begin{aligned}827742.081 + 403263.52 &= 592706.4 \\ 1231005.6 &= 1231005.6\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}Z_1 &= h - \left(\frac{1}{2} \cdot a\right) - y \\ &= 750 - \left(\frac{1}{2} \cdot 108.20\right) - 71 \\ &= 624.8992104 \text{ mm}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}Z_2 &= h - d' - y \\ &= 750 - 71 - 71 \\ &= 608 \text{ mm}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}M_n &= (ND_1 \cdot Z_1) + (ND_2 \cdot Z_2) \\ &= (827742.081 \times 624.899) + (403263.519 \times 608) \\ &= 272071153.1 \text{ Nmm}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 M_r &= \phi \cdot M_n \\
 &= 0.9 \times 272071153 \\
 &= 244864037.8 \text{ Nmm} > M_u = 240442000 \text{ (Aman)}
 \end{aligned}$$

### **Kontrol Momen Positif**

$$\text{Tulangan tarik As tarik} = 4 \text{ D } 22 \text{ ( } A_s = 1519.76 \text{ mm}^2 \text{ )}$$

$$\text{Tulangan tarik As tekan} = 4 \text{ D } 22 \text{ ( } A_s = 1519.76 \text{ mm}^2 \text{ )}$$

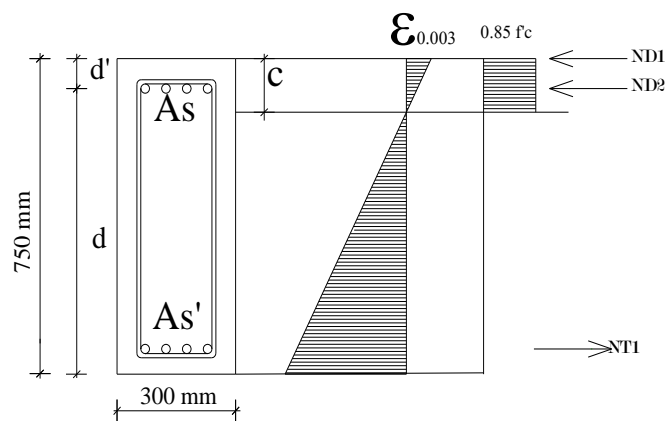
$$d' = 50 + 10 + \frac{1}{2} 22$$

$$= 71 \text{ mm}$$

$$y = \frac{1519.76 \times 71}{1519.76}$$

$$= 71 \text{ mm}$$

$$d = 750 - 71 = 679 \text{ mm}$$



Gambar 4.2 Penampang balok dan diagram tegangan momen positive tumpuan kiri



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

$$0,85 \cdot f'c \cdot a \cdot b + A_s' \cdot f's = A_s \cdot f_y$$

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

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

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

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

$$(0,85 \cdot f'c \cdot \beta_1 \cdot c \cdot b) \cdot c + A_s' (c - d') \cdot 600 = A_{S_{\text{balok}}} \cdot f_{y_{\text{ulir}}} \cdot c$$

$$(0,85 \cdot f'c \cdot \beta_1 \cdot b) c^2 + 600A_s' \cdot c - 600A_s' \cdot d' = A_{S_{\text{plat}}} \cdot f_{y_{\text{polos}}} \cdot c + A_{S_{\text{balok}}} \cdot f_{y_{\text{ulir}}} \cdot c$$

$$(0,85 \cdot f'c \cdot \beta_1 \cdot b) c^2 + 600A_s' \cdot c - 600A_s' \cdot d' = A_{S_{\text{balok}}} \cdot f_{y_{\text{ulir}}} \cdot c = 0$$

$$(0,85 \cdot f'c \cdot \beta_1 \cdot b) c^2 + (600A_s' \cdot c - A_{S_{\text{balok}}} f_{y_{\text{ulir}}}) \cdot c - 600A_s' \cdot d' = 0$$

$$(0,85 \cdot 30 \cdot 0,85 \cdot 300)c^2 + (600 \cdot 1519,76 - 1519,76 \cdot 390)c - 600 \cdot 1519,76 \cdot 71 = 0$$

$$6502,50 c^2 + 319149,6 c - 64741776 = 0$$

$$c = 127,296 \text{ mm}$$

$$a = \beta \cdot c$$

$$= 0,85 \cdot 127,296$$

$$= 108,20 \text{ mm}$$

$$f's = \frac{(c-y)}{c} \epsilon_s' \times E_s$$

$$= \frac{(127,30-71)}{127,30} 0,00133 \times 200000$$

$$= 265,347 \text{ Mpa}$$

$$\begin{aligned}
 ND_1 &= 0,85 \cdot f'_c \cdot a \cdot b \\
 &= 0,85 \cdot 30 \cdot 108,202 \cdot 300 \\
 &= 827742.081 \text{ N}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 ND_2 &= A'_s \cdot f'_s \\
 &= 1519,8 \cdot 265,347 \\
 &= 403263.519 \text{ N}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 NT_1 &= A'_s \text{ balok} \cdot f_{y \text{ ulir}} \\
 &= 1519,8 \cdot 390 \\
 &= 592706.4 \text{ N}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 ND_1 + ND_2 &= NT_1 \\
 827742.081 + 403263.52 &= 592706.4 \\
 1231005.6 &= 1231005.6
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Jarak dari } ND_1 \text{ ke } ND_2 &= 71 - \frac{a}{2} \\
 &= 71 - \frac{108.20}{2} \\
 &= 16.8992104 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

Perhitungan letak ND yakni :

Dimisalkan ND terletak disebelah atas  $ND_1$

$$\sum M (\text{gaya}) = \sum M (\text{Resultan})$$

$$ND_1 (0) - ND_2 (16.9) = D (x)$$

$$827742.081 (0) - 403263.519 (16.8992) = 1231005.6 x$$

$$6814835.056 = 1231005.6 x$$

$$\frac{6814835.06}{1231005.6} = x$$

$$5.535990296 = x$$

$$\begin{aligned} Z1 &= d - \left(\frac{1}{2} \cdot a\right) - x \\ &= 679 - \left(\frac{1}{2} \cdot 108.20\right) - 5.54 \\ &= 619.36 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Mn &= NT1 \cdot Z1 \\ &= 592706.40 \times 619.36 \\ &= 367100544.48 \text{ Nmm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Mr &= \phi \cdot Mn \\ &= 0.9 \times 367100544.48 \\ &= 330390490.03 \text{ Nmm} > Mu = 120221000 \text{ Nmm} \quad (\mathbf{Aman}) \end{aligned}$$

Syarat kuat momen yang terpasang menurut SNI 2847 : 2013 pasal 21.5.2.2 :

$$Mn^+ \geq Mn^-$$

$$367100544.48 \text{ Nmm} \geq \frac{1}{2} \cdot 272071153.1$$

$$367100544.48 \text{ Nmm} \geq 136035576.6 \text{ Nmm}$$

#### **-Perhitungan Penulangan Lapangan**

$$Mu^+ = 90.727 \text{ kNm} \quad (\text{diambil dari program})$$

$$= 90727000 \text{ Nmm}$$

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 : 4 D 22 ( $A_s = 1519.76 \text{ mm}^2$ )

### **Kontrol Momen Positif**

Tulangan tarik  $A_s$  tarik = 4 D 22 ( $A_s = 1519.76 \text{ mm}^2$ )

Tulangan tarik  $A_s$  tekan = 4 D 22 ( $A_s = 1519.76 \text{ mm}^2$ )

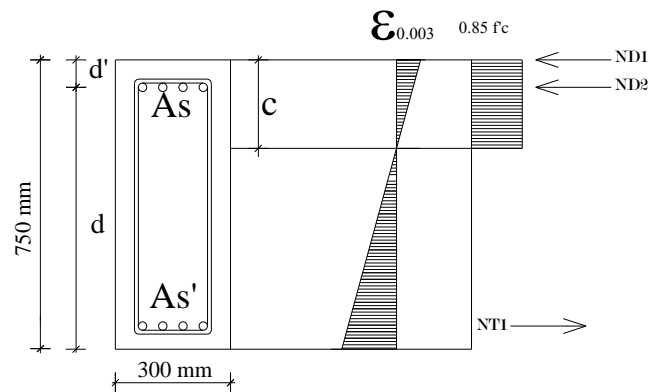
$$d' = 50 + 10 + \frac{1}{2} 22$$

$$= 71 \text{ mm}$$

$$y = \frac{1519.76 \times 71}{1519.76}$$

$$= 71 \text{ mm}$$

$$d = 750 - 71 = 679 \text{ mm}$$



Gambar 4.3 Penampang balok dan diagram tegangan momen positive lapangan

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

$$0,85 \cdot f'c \cdot a \cdot b + A_s' \cdot f's = A_s \cdot f_y$$

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

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

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

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

$$(0,85 \cdot f'c \cdot \beta_1 \cdot c \cdot b) \cdot c + A_s' (c - d') \cdot 600 = A_{S_{\text{balok}}} \cdot f_{y_{\text{ulir}}} \cdot c$$

$$(0,85 \cdot f'c \cdot \beta_1 \cdot b) c^2 + 600A_s' \cdot c - 600A_s' \cdot d' = A_{S_{\text{plat}}} \cdot f_{y_{\text{polos}}} \cdot c + A_{S_{\text{balok}}} \cdot f_{y_{\text{ulir}}} \cdot c$$

$$(0,85 \cdot f'c \cdot \beta_1 \cdot b) c^2 + 600A_s' \cdot c - 600A_s' \cdot d' = A_{S_{\text{balok}}} \cdot f_{y_{\text{ulir}}} \cdot c = 0$$

$$(0,85 \cdot f'c \cdot \beta_1 \cdot b) c^2 + (600A_s' \cdot c - A_{S_{\text{balok}}} f_{y_{\text{ulir}}}) \cdot c - 600A_s' \cdot d' = 0$$

$$(0,85 \cdot 30 \cdot 0,85 \cdot 300)c^2 + (600 \cdot 1899,7 - 1139,82 \cdot 390)c - 600 \cdot 1899,7 \cdot 71 = 0$$

$$6502,50 c^2 + 910726,24 c - 64741776 = 0$$

$$c = 161,177 \text{ mm}$$

$$a = \beta \cdot c$$

$$= 0,85 \times 161,177$$

$$= 137,00 \text{ mm}$$

$$\epsilon_{s'} = \frac{(c-d')}{c} \times \epsilon_c = \frac{161,177-71}{161,177} \times 0 = 0,00168$$

$$\epsilon_s = \frac{(d-c)}{c} \times \epsilon_c = \frac{679-161,18}{161,177} \times 0 = 0,00964$$

$$\epsilon_y = \frac{f_y}{E_s} = \frac{390}{200000} = 0,00195$$

karena  $\epsilon_s > \epsilon_y > \epsilon_s'$  maka tulangan baja tarik telah leleh,  
dihitung tegangan pada tulangan baja tekan

$$\begin{aligned}f's &= \epsilon_s' \times E_s \\ &= 0.00168 \times 200000 \\ &= 335.694 < 390 \quad \text{.....OK}\end{aligned}$$

Menghitung gaya tekan dan tarik

$$\begin{aligned}ND_1 &= 0,85 \cdot f'_c \cdot a \cdot b \\ &= 0,85 \cdot 30 \cdot 137 \cdot 300 \\ &= 1048050.842 \text{ N}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}ND_2 &= A's \cdot f's \\ &= 1519,8 \cdot 335.694 \\ &= 510173.771 \text{ N}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}NT_1 &= A's_{balok} \cdot f_{yulir} \\ &= 1519,8 \cdot 390 \\ &= 592706.4 \text{ N}\end{aligned}$$

$$ND_1 + ND_2 = NT_1$$

$$1048050.842 + 510173.77 = 592706.4$$

$$1558224.6 = 1558224.6$$

$$\begin{aligned}Z_1 &= h - (\frac{1}{2} \cdot a) - y \\ &= 750 - (\frac{1}{2} \cdot 137) - 71 \\ &= 610.499945 \text{ mm}\end{aligned}$$

$$Z_2 = h - d' - y$$

$$= 750 - 71 - 71$$

$$= 608 \text{ mm}$$

$$M_n = (N D_1 \cdot Z_1) + (N D_2 \cdot Z_2)$$

$$= (1048050.842 \times 610.5) + (510173.771 \times 608)$$

$$= 329649328.5 \text{ Nmm}$$

$$M_r = \phi \cdot M_n$$

$$= 0.9 \times 329649328.5$$

$$= 296684395.7 \text{ Nmm} > M_u = 90727000 \text{ (Aman)}$$

#### **-Perhitungan Penulangan Tumpuan Kanan**

$$M_u^- = 241.175 \text{ kNm} \quad (\text{diambil dari program})$$

$$= 241175000 \text{ Nmm}$$

$$M_u^+ = 240.126 \text{ kNm} \quad (\text{diambil dari program})$$

$$= 240126000 \text{ Nmm}$$

$$M_u^- = 120.5875 \text{ kNm} \quad (\text{diambil 50\% dari momen negatif})$$

$$= 120587500 \text{ Nmm}$$

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 : 4 D 22 ( $A_s = 1519.76 \text{ mm}^2$ )

### Kontrol Momen Negatif

$$\text{Tulangan tarik As tarik} = 4 \text{ D } 22 \text{ ( } A_s = 1519.76 \text{ mm}^2 \text{)}$$

$$\text{Tulangan tarik As tekan} = 4 \text{ D } 22 \text{ ( } A_s = 1519.76 \text{ mm}^2 \text{)}$$

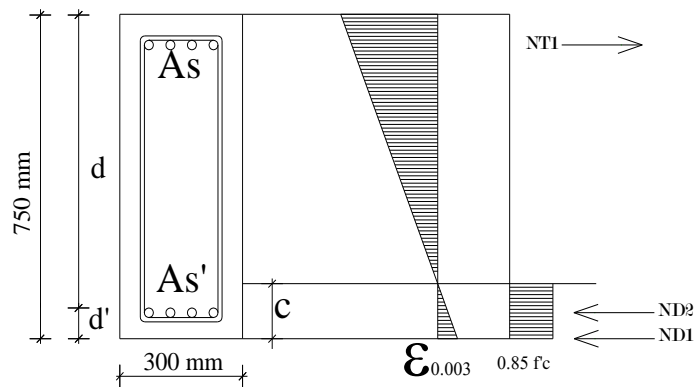
$$d' = 50 + 10 + \frac{1}{2} 22$$

$$= 71 \text{ mm}$$

$$y = \frac{1519.76 \times 71}{1519.76}$$

$$= 71 \text{ mm}$$

$$d = 750 - 71 = 679 \text{ mm}$$



Gambar 4.4 Penampang balok dan diagram tegangan momen negative tumpuan kanan

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

menggunakan persamaan :

$$0,85 \cdot f'c \cdot a \cdot b + A_s' \cdot f's = A_s \cdot f_y$$

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

$$(0,85 \cdot f'c \cdot a \cdot b) + A_s' \cdot \frac{(c-d')}{c} \times 600 = A_{S\text{balok}} \cdot f_{y\text{ulir}}$$

$$(0,85 \cdot f'c \cdot a \cdot b) \cdot c + A_s' (c - d') \cdot 600 = A_{S\text{balok}} \cdot f_{y\text{ulir}}$$



Substitusi nilai :  $a = \beta_1 \cdot c$

$$(0,85 \cdot f_c \cdot \beta_1 \cdot c \cdot b) \cdot c + A_s' (c - d') \cdot 600 = A_{S_{balok}} \cdot f_{y_{ulir}} \cdot c$$

$$(0,85 \cdot f_c \cdot \beta_1 \cdot b) c^2 + 600A_s' \cdot c - 600A_s' \cdot d' = A_{S_{plat}} \cdot f_{y_{polos}} \cdot c + A_{S_{balok}} \cdot f_{y_{ulir}} \cdot c$$

$$(0,85 \cdot f_c \cdot \beta_1 \cdot b) c^2 + 600A_s' \cdot c - 600A_s' \cdot d' = A_{S_{balok}} \cdot f_{y_{ulir}} \cdot c = 0$$

$$(0,85 \cdot f_c \cdot \beta_1 \cdot b) c^2 + (600A_s' \cdot c - A_{S_{balok}} f_{y_{ulir}}) \cdot c - 600A_s' \cdot d' = 0$$

$$(0,85 \cdot 30 \cdot 0,85 \cdot 300)c^2 + (600 \cdot 1519,76 \cdot 390)c - 600 \cdot 1519,76 \cdot 71 = 0$$

$$6502,50 c^2 + 319149,6 c - 64741776 = 0$$

$$c = 127,296 \text{ mm}$$

$$a = \beta \cdot c$$

$$= 0,85 \cdot 127,296$$

$$= 108,20 \text{ mm}$$

$$\epsilon_s' = \frac{(c-d')}{c} \times \epsilon_c = \frac{127,296-71}{127,296} \times 0 = 0,00133$$

$$\epsilon_s = \frac{(d-c)}{c} \times \epsilon_c = \frac{679-127,30}{127,296} \times 0 = 0,01300$$

$$\epsilon_y = \frac{f_y}{E_s} = \frac{390}{200000} = 0$$

karena  $\epsilon_s > \epsilon_y > \epsilon_s'$  maka tulangan baja tarik telah leleh,

dihitung tegangan pada tulangan baja tekan

$$f'_s = \epsilon_s' \times E_s$$

$$= 0,00133 \times 200000$$

$$= 265,347 < 390 \quad \dots\dots\text{OK}$$

Menghitung gaya tekan dan tarik

$$ND_1 = 0,85 \cdot f_c \cdot a \cdot b$$

$$= 0,85 \cdot 30 \cdot 108,202 \cdot 300$$

$$= 827742,081 \text{ N}$$

$$\begin{aligned}
 ND_2 &= A's \cdot f's \\
 &= 1519,8 \cdot 265,347 \\
 &= 403263.519 \text{ N}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 NT_1 &= A'_{Sbalok} \cdot f_{yulir} \\
 &= 1519,8 \cdot 390 \\
 &= 592706.4 \text{ N}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 ND_1 + ND_2 &= NT_1 \\
 827742.081 + 403263.52 &= 592706.4 \\
 1231005.6 &= 1231005.6
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Z_1 &= h - (\frac{1}{2} \cdot a) - y \\
 &= 750 - (\frac{1}{2} \cdot 108.20) - 71 \\
 &= 624.8992104 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Z_2 &= h - d' - y \\
 &= 750 - 71 - 71 \\
 &= 608 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Mn &= (ND_1 \cdot Z_1) + (ND_2 \cdot Z_2) \\
 &= (827742.081 \times 624.899) + (403263.519 \times 608) \\
 &= 272071153.1 \text{ Nmm}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Mr &= \phi \cdot Mn \\
 &= 0.9 \times 272071153 \\
 &= 244864037.8 \text{ Nmm} > Mu = 241175000 \text{ (Aman)}
 \end{aligned}$$

**Kontrol Momen Positif**

Tulangan tarik As tarik = 4 D 22 (  $A_s = 1519.76 \text{ mm}^2$  )

Tulangan tarik As tekan = 4 D 22 (  $A_s = 1519.76 \text{ mm}^2$  )

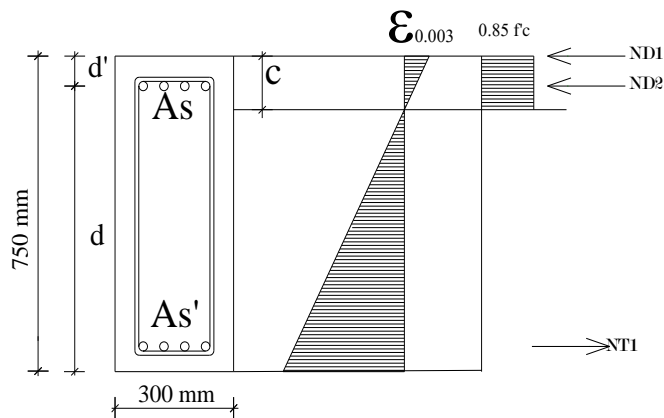
$$d' = 50 + 10 + \frac{1}{2} 22$$

$$= 71 \text{ mm}$$

$$y = \frac{1519.76 \times 71}{1519.76}$$

$$= 71 \text{ mm}$$

$$d = 750 - 71 = 679 \text{ mm}$$



Gambar 4.5 Penampang balok dan diagram tegangan momen positive tumpuan kiri

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

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

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

$$(0,85 \cdot f'c \cdot a \cdot b) + As' \frac{(c-d')}{c} \times 600 = AS_{balok} \cdot fy_{ulir}$$

$$(0,85 \cdot f'c \cdot a \cdot b) \cdot c + As' (c - d') \cdot 600 = AS_{balok} \cdot fy_{ulir}$$

Subtitusi nilai :  $a = \beta_1 \cdot c$

$$(0,85 \cdot f'c \cdot \beta_1 \cdot c \cdot b) \cdot c + As' (c - d') \cdot 600 = AS_{balok} \cdot fy_{ulir} \cdot c$$

$$(0,85 \cdot f'c \cdot \beta_1 \cdot b) c^2 + 600As' \cdot c - 600As' \cdot d' = AS_{plat} \cdot fy_{polos} \cdot c + AS_{balok} \cdot fy_{ulir} \cdot c$$

$$(0,85 \cdot f'c \cdot \beta_1 \cdot b) c^2 + 600As' \cdot c - 600As' \cdot d' = AS_{balok} \cdot fy_{ulir} \cdot c = 0$$

$$(0,85 \cdot f'c \cdot \beta_1 \cdot b) c^2 + (600As' \cdot c - AS_{balok} fy_{ulir}) \cdot c - 600As' \cdot d' = 0$$

$$(0,85 \cdot 30 \cdot 0,85 \cdot 300)c^2 + (600 \cdot 1519,76 - 1519,76 \cdot 390)c - 600 \cdot 1519,76 \cdot 71 = 0$$

$$6502,50 c^2 + 319149,6 c - 64741776 = 0$$

$$c = 127,296 \text{ mm}$$

$$a = \beta \cdot c$$

$$= 0,85 \cdot 127,296$$

$$= 108,20 \text{ mm}$$

$$f's = \frac{(c-y)}{c} \epsilon_{s'} \times E_s$$

$$= \frac{(127,30-71)}{127,30} 0,00133 \times 200000$$

$$= 265,347 \text{ Mpa}$$

$$ND_1 = 0,85 \cdot f'c \cdot a \cdot b$$

$$= 0,85 \cdot 30 \cdot 108,202 \cdot 300$$

$$= 827742,081 \text{ N}$$

$$ND_2 = A's \cdot f's$$

$$= 1519,8 \cdot 265,347$$

$$= 403263,519 \text{ N}$$

$$\begin{aligned}
 NT_1 &= A'_{\text{Sbalok}} \cdot f_{y\text{ulir}} \\
 &= 1519,8 \cdot 390 \\
 &= 592706.4 \text{ N}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 ND_1 + ND_2 &= NT_1 \\
 827742.081 + 403263.52 &= 592706.4 \\
 1231005.6 &= 1231005.6
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Jarak dari } ND_1 \text{ ke } ND_2 &= 71 - \frac{a}{2} \\
 &= 71 - \frac{108.20}{2} \\
 &= 16.8992104 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

Perhitungan letak ND yakni :

Dimisalkan ND terletak disebelah atas  $ND_1$

$$\sum M (\text{gaya}) = \sum M (\text{Resultan})$$

$$ND_1 (0) - ND_2 (16.9) = D (x)$$

$$827742.081 (0) - 403263.519 (16.8992) = 1231005.6 x$$

$$6814835.056 = 1231005.6 x$$

$$\frac{6814835.06}{1231005.6} = x$$

$$5.535990296 = x$$

$$\begin{aligned}
 Z1 &= d - \left(\frac{1}{2} \cdot a\right) - x \\
 &= 679 - \left(\frac{1}{2} \cdot 108.20\right) - 5.54 \\
 &= 619.36 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 M_n &= N T_1 \cdot Z_1 \\
 &= 592706.40 \times 619.36 \\
 &= 367100544.48 \text{ Nmm}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 M_r &= \phi \cdot M_n \\
 &= 0.9 \times 367100544.48 \\
 &= 330390490.03 \text{ Nmm} > M_u = 120587500 \text{ Nmm} \text{ (**Aman**)}
 \end{aligned}$$

Syarat kuat momen yang terpasang menurut SNI 2847 : 2013 pasal 21.5.2.2 :

$$M_n^+ \geq M_n^-$$

$$367100544.48 \text{ Nmm} \geq \frac{1}{2} \cdot 272071153.1$$

$$367100544.48 \text{ Nmm} \geq 136035576.6 \text{ Nmm}$$

#### **b. Perencanaan Penulangan**

Diketahui :

$$b = 300 \text{ mm}$$

$$h = 750 \text{ mm}$$

$$d = 679 \text{ mm}$$

$$L = 2000 \text{ mm}$$

$$L_n = 1900 \text{ mm}$$

$$f'_c = 30 \text{ Mpa}$$

$$f_{y_{ulir}} = 390 \text{ Mpa}$$

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

### Menghitung Mpr (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 factor reduksi kuat lentur  $\phi = 1$

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

Kondisi 1 (searah jarum jam)

$$a = \frac{1,25 \cdot A_s' \cdot f_y}{0,85 \cdot f'c \cdot b} = \frac{1,25 \cdot 1519,76 \cdot 390}{0,85 \cdot 30 \cdot 300}$$
$$= 96.8475 \text{ mm}$$

$$M_{pr}^+ = 1,25 \cdot A_s' \cdot f_y \left( d - \frac{a}{2} \right)$$
$$= 1,25 \cdot 1519,8 \cdot 390 \left( 679 - \frac{96,8475}{2} \right) \cdot 10^{-6}$$
$$= 467.183242 \text{ kN-m}$$

Kondisi 2 (berlawanan arah jarum jam)

$$a = \frac{1,25 \cdot A_s' \cdot f_y}{0,85 \cdot f'c \cdot b} = \frac{1,25 \cdot 1519,76 \cdot 390}{0,85 \cdot 30 \cdot 300}$$
$$= 96.8475 \text{ mm}$$

$$M_{pr}^+ = 1,25 \cdot A_s' \cdot f_y \left( d - \frac{a}{2} \right)$$
$$= 1,25 \cdot 1519,8 \cdot 390 \left( 679 - \frac{96,8475}{2} \right) \cdot 10^{-6}$$
$$= 467.183242 \text{ kN-m}$$

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

Kondisi 3 (searah jarum jam)

$$a = \frac{1,25 \cdot A_s' \cdot f_y}{0,85 \cdot f'_c \cdot b} = \frac{1,25 \cdot 1519,76 \cdot 390}{0,85 \cdot 30 \cdot 300}$$
$$= 96.8475 \text{ mm}$$

$$M_{pr^+} = 1,25 \cdot A_s' \cdot f_y \left( d - \frac{a}{2} \right)$$
$$= 1,25 \cdot 1519,8 \cdot 390 \left( 679 - \frac{96,8475}{2} \right) \cdot 10^{-6}$$
$$= 467.183242 \text{ kN-m}$$

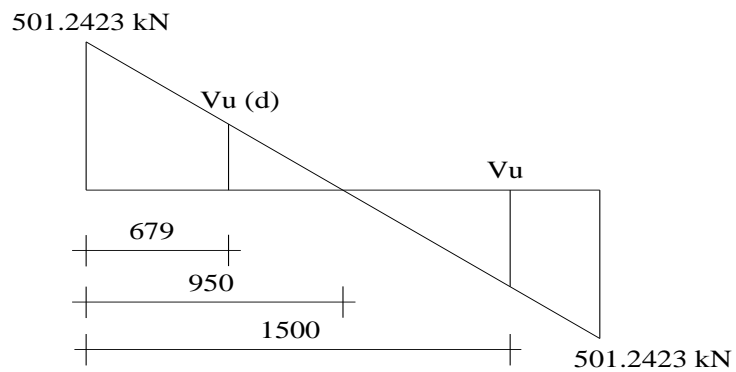
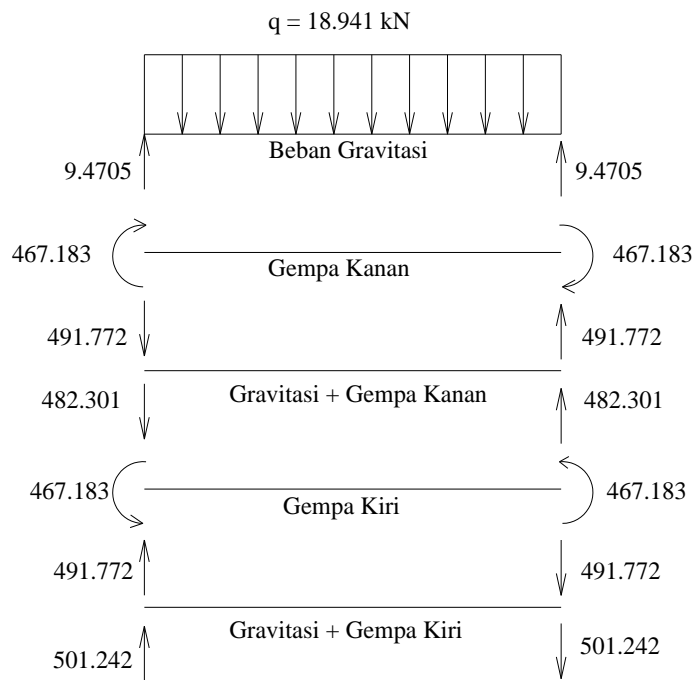
Kondisi 4 (berlawanan arah jarum jam)

$$a = \frac{1,25 \cdot A_s' \cdot f_y}{0,85 \cdot f'_c \cdot b} = \frac{1,25 \cdot 1519,76 \cdot 390}{0,85 \cdot 30 \cdot 300}$$
$$= 96.8475 \text{ mm}$$

$$M_{pr^+} = 1,25 \cdot A_s' \cdot f_y \left( d - \frac{a}{2} \right)$$
$$= 1,25 \cdot 1519,8 \cdot 390 \left( 679 - \frac{96,8475}{2} \right) \cdot 10^{-6}$$
$$= 467.183242 \text{ kN-m}$$

Dari hasil perhitungan pada ETABS dengan kombinasi 1.2 D + L didapat nilai gaya geser pada balok yang ditinjau sebesar 18941.035 N = 18.941 kN





$$\frac{501.2423}{x} = \frac{501.2423}{1.9-x}$$

$$501.24 x = 952.360 - 501.2423 x$$

$$x = \frac{952.360}{1002.485}$$

$$= 0.95 \text{ m}$$

$$= 950 \text{ mm}$$

- **Tulangan geser pada daerah sendi plastis**

$$V_u(d) = 501.2423 \frac{950-679}{950} = 142.986 \text{ kN}$$

$V_c$  = apabila memenuhi ketentuan SNI 2847 : 2013 pasal 21.5.4.2

Pada daerah sendi plastis,

$$\begin{aligned} V_s &= \frac{V_u(d)}{\phi} - 0 \\ &= \frac{142.986}{0.75} - 0 \\ &= 190.648 \text{ kN} \end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned} S &= \frac{A_v \cdot f_y \cdot d}{V_s} \\ &= \frac{157 \cdot 240 \cdot 679 \cdot 10^3}{190.648} \\ &= 134.199 \text{ mm} \end{aligned}$$

Persyaratan spasi maksimum pada daerah gempa SNI 2847 : 2013 pasal

21.5.3.2

$$\begin{aligned} S_{\max} \text{ sepanjang sendi plastis diujung balok } 2h &= 2 \times 750 \\ &= 1500 \text{ mm} \end{aligned}$$

Spasi maksimum tidak boleh melebihi

- $\frac{d}{4} = \frac{679}{4} = 170$
- $6 \times \text{diameter utama} = 6 \times 22 = 132 \text{ mm}$
- $150 \text{ mm}$

Jadi, dipakai sengkang  $\phi$  10 – 100 mm

$$\begin{aligned} V_s \text{ terpasang} &= \frac{A_v \cdot f_y \cdot d}{s} \\ &= \frac{157 \cdot 240 \cdot 679 \cdot 10^3}{100} \\ &= 255.847 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} V_n &= V_c + V_s \text{ terpasang} \\ &= 0 + 255.847 \\ &= 255.847 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Phi V_n &= 0.75 \times V_n \\ &= 0.75 \times 255.847 \\ &= 191.8854 \text{ kN} > V_u (d) = 142.986 \quad \textbf{(Aman)} \end{aligned}$$

Kontrol kuat geser nominal menurut SNI 2847 : 2013 pasal 23.3 dan SNI 2847 : 2013 pasal 11.4.5.3 :

$$\begin{aligned} V_s &< 0.66 \cdot b_w \cdot d \\ V_s &< 0.66 \cdot 30^{1/2} \cdot 300 \cdot 679 \cdot 10^{-3} \\ 190.648 \text{ kN} &< 736.369 \text{ kN} \end{aligned}$$

- **Tulangan geser pada daerah luar sendi plastis**

$$\begin{aligned} V_u (d) &= 501.2423 \frac{950-679}{950} = 142.986 \text{ kN} \\ V_c &= 0.167 \cdot \sqrt{f'_c} \cdot b_w \cdot d \\ &= 0.167 \cdot 30^{1/2} \cdot 300 \cdot 679 \cdot 10^{-3} \\ &= 186.324 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
V_s &= \frac{V_u (h)}{\phi} \\
&= \frac{142.986}{0.75} \\
&= 190.648 \text{ kN}
\end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned}
S &= \frac{A_v \cdot f_y \cdot d}{V_s} \\
&= \frac{157 \cdot 240 \cdot 679 \cdot 10^3}{190.648} \\
&= 134.199 \text{ mm}
\end{aligned}$$

Syarat jarak spasi sengkang maksimum pada daerah luar sendi plastis menurut SNI 2847 : 2013 pasal 11.4.5.3 yakni bila  $\sqrt{V_s} > 0.33 \cdot \sqrt{f'_c} \cdot b_w \cdot d$  maka spasi maksimum yang diberikan dalam 11.5.4.5.3 dan 11.5.4.2 harus dikurangi dengan setengahnya.

$$\begin{aligned}
V_s &< 0.33 \cdot \sqrt{f'_c} \cdot b_w \cdot d \\
&< 0.33 \cdot 30^{1/2} \cdot 300 \cdot 679 \cdot 10^{-3} \\
190.6 &< 368.1846 \text{ kN}
\end{aligned}$$

Karena nilai  $V_s < 0.33 \sqrt{f'_c} \cdot b_w \cdot d$  maka spasi maksimum yang digunakan yakni sesuai SNI 2847 : 2013 pasal 11.5.4.1 :

$$\frac{d}{2} = \frac{679}{2} = 340 \text{ mm}$$

Jadi, dipakai sengkang  $\phi$  10 – 100 mm

$$\begin{aligned} V_s \text{ terpasang} &= \frac{A_v \cdot f_y \cdot d}{V_s} \\ &= \frac{157 \cdot 240 \cdot 679 \cdot 10^3}{150} \\ &= 170.5648 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} V_n &= V_c + V_s \text{ terpasang} \\ &= 186.324 + 170.5648 \\ &= 356.889 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Phi V_n &= 0.75 \times V_n \\ &= 0.75 \times 356.889 \\ &= 267.66638 \text{ kN} > V_u (d) = 142.986 \quad \textbf{(Aman)} \end{aligned}$$

Kontrol kuat geser nominal menurut SNI 2847 : 2013 pasal 23.3 dan SNI 2847 : 2013 pasal 11.4.5.3 :

$$\begin{aligned} V_s &< 0.66 \cdot \sqrt{f'_c} b_w \cdot d \\ 170.5648 &< 0.66 \cdot 30^{1/2} \cdot 300 \cdot 679 \cdot 10^{-3} \\ 170.5648 \text{ kN} &< 736.369 \text{ kN} \end{aligned}$$

Kesimpulan :

- Pada daerah sendi plastis =  $\phi$  10 – 100 mm
- Pada daerah luar sendi plastis =  $\phi$  10 – 150 mm

### c. Perencanaan Penulangan Diagonal

Diketahui :

- b balok diagonal = 150 mm
- h balok diagonal = 150 mm
- kuat tekan beton ( $f'c$ ) = 30 Mpa
- tegangan leleh tulangan ulir ( $f_y$ ) = 390 Mpa
- tegangan leleh tulangan polos ( $f_y$ ) = 240 Mpa
- dipakai tulangan pokok = D 22 mm
- dipakai tulangan sengkang =  $\emptyset$  10 mm

Berdasarkan SNI 2847 : 2013 pasal 12.2.2

$$l_d = \left( \frac{f_y \Psi_t \Psi_e}{1.7 \lambda} \right)$$

dimana :  $\Psi_t = 1$        $\Psi_e = 1$        $\lambda = 1$

$$l_d = \left( \frac{390 \times 1 \times 1}{1.7 \times 1 \times 30} \right) 6$$
$$= 251.308 \text{ mm}$$

$$l_d = 1.25 \times 251.308$$
$$= 314.135 \text{ mm} \approx 400 \text{ mm}$$

Berdasarkan SNI 2847 : 2013 pasal 21.5.2.3 sambungan lewatan tidak boleh terjadi pada :

- dalam joint
- 2 x tinggi komponen struktur dari muka joint

$$2 \times 750 = 1500 \text{ mm}$$

$$2 \times 300 = 600 \text{ mm}$$

nilai yang dipakai 1500 mm

- Diluar sendi plastis

Berdasarkan SNI 2847 : 2013 pasal 21.5.2.3 tentang jarak tulangan transversal pada panjang penyaluran ialah :

- $d/4$

$$\frac{679}{4} = 169.75 \text{ mm}$$

Maka jarak tulangan transversal diambil lebih kecil dari nilai syarat yang terkecil 100 mm.

#### **a. Perhitungan Penulangan Geser Tulangan Diagonal**

$$\begin{aligned} d &= h - \text{diameter sengkang} - \frac{1}{2} \text{ diameter tulangan rencana} \\ &= 150 - 10 - 11 \\ &= 129 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} d' &= 150 - 129 \\ &= 21 \text{ mm} \end{aligned}$$

Perhitungan luas tulangan yang diperlukan ( $A_s$  perlu)

$$\begin{aligned} A_g &= b \cdot h \\ &= 150 \times 150 \\ &= 22500 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Jumlah tulangan pada balok perangkai 1% - 6% dicoba dengan jumlah tulangan :  
1.5%.

$$\begin{aligned}\rho &= 0.015 \\ A_{S\text{perlu}} &= \rho \cdot A_g \\ &= 0.015 \times 22500 \\ &= 338 \text{ mm}^2\end{aligned}$$

Maka dipakai tulangan 4 D 22

$$A_{S\text{ada}} = 1519.76 \text{ mm}^2 > A_{S\text{perlu}} = 338 \text{ mm}^2 \quad (\text{Oke})$$

### Perhitungan beban sentris

- Beban Sentris

$$\begin{aligned}P_o &= 0,85 \cdot f'_c \cdot (A_g - A_{S\text{ada}}) + f_y \cdot A_{S\text{ada}} \\ &= 0,85 \cdot 30 (22500 - 1519.76) + 390 \times 1519.8 \cdot 10^{-3} \\ &= 1127.703 \text{ kN}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}P_n &= 0,80 \cdot P_o \\ &= 0,80 \cdot 1127,703 \\ &= 902,162 \text{ kN}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\Phi P_n &= 0,65 \cdot 902,162 \\ &= 586,405 \text{ kN}\end{aligned}$$

### Perhitungan gaya yang bekerja

- Kondisi seimbang

$$c = \frac{600 \cdot d}{600 + f_y} = \frac{600 \times 129}{600 + 390} = 78.182 \text{ mm}$$

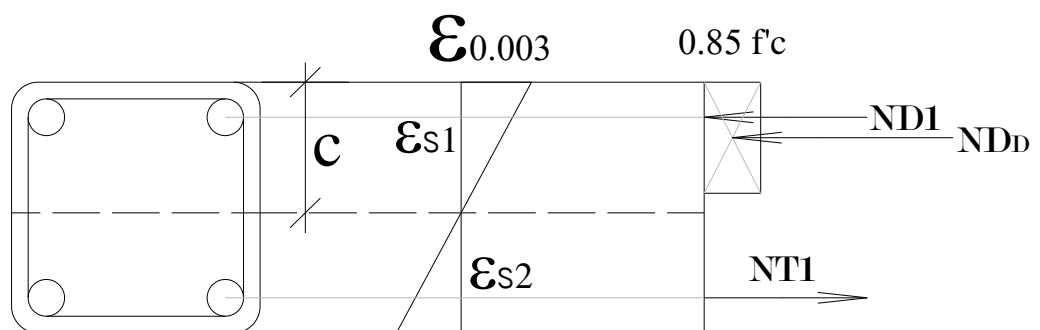


$$\begin{aligned}
 a &= c \cdot \beta \\
 &= 78.182 \times 0.85 \\
 &= 66.455 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

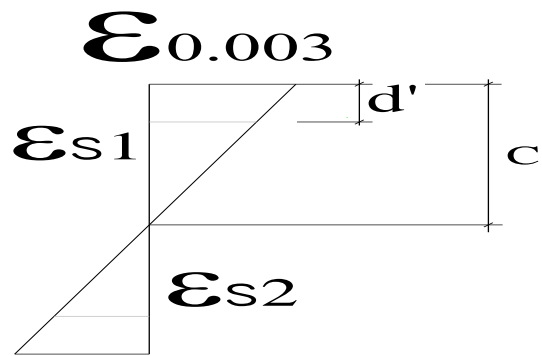
Jarak antar tulangan (x)

$$\begin{aligned}
 x &= \frac{\text{Jarak antar tulangan tepi}}{\text{Jumlah interval tulangan}} \\
 &= \frac{150 - (2 \cdot 21)}{1} \\
 &= 108 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 ND_D &= 0,85 \cdot f'_c \cdot a \cdot b \\
 &= 0,85 \times 30 \times 66.455 \times 150 \times 10^{-3} \\
 &= 254.189 \text{ kN}
 \end{aligned}$$



Gambar 4.6 diagram tegangan dan regangan balok perangkai dalam kondisi seimbang



Gambar 4.7 diagram regangan balok perangkai untuk menghitung ND1

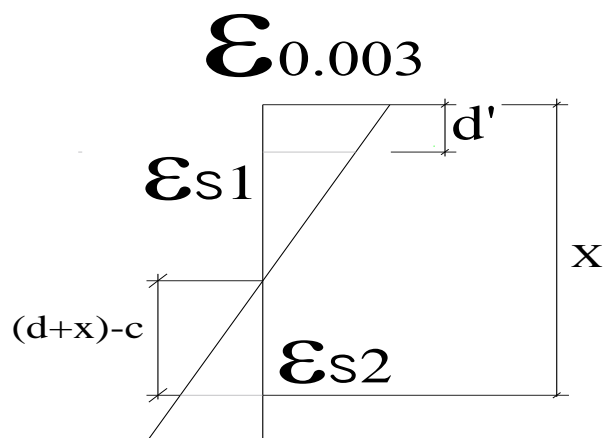
$$\epsilon_y = \frac{f_y}{E_s} = \frac{390}{200000} = 0.00195$$

$$\epsilon_{s1} = \frac{c-d'}{cb} \times \epsilon_c'$$

$$= \frac{78.182-21}{78.182} \times 0.003$$

$$= 0.00219 > \epsilon_y ; \text{ maka } f_s = f_y = 390 \text{ Mpa}$$

$$ND1 = 759.880 \times 390 \times 10^{-3} = 296.353 \text{ kN}$$



Gambar 4.8 diagram regangan balok perangkai untuk NT1

$$\begin{aligned}\epsilon_{s2} &= \frac{(d' + x) - c}{c} \times \epsilon_c' \\ &= \frac{129.00 - 78.182}{78.182} \times 0.003 \\ &= 0.0020 > \epsilon_y ;\end{aligned}$$

maka  $f_s = 0.0020 \times 200000 = 390 \text{ Mpa}$

$$NTI = 759.880 \times 390 \times 10^{-3} = 296 \text{ kN}$$

$$\begin{aligned}P_{nb} &= ND_D + ND1 + NT1 \\ &= 254.189 + 296.353 + 296 \\ &= 846.895\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\Phi P_{nb} &= 0.65 \times 42.624 \\ &= 27.706 \text{ kNm}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}M_{nb} &= NDD (h/2 - ab/2) + \{(ND1 + NT1) \cdot (h/2 - d')\} \\ &= 254.189 (150/2 - 66.455/2) + \{(296.353 + 296)(150/2 - 21)\} \\ &= 10618.153 + 32006.146 \\ &= 42624.298 \text{ kNmm} \\ &= 42.624298 \text{ kNm}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\Phi M_{nb} &= 0.65 \times 42.624 \\ &= 27.706 \text{ kNm}\end{aligned}$$

$$e_b = \frac{M_{nb}}{P_{nb}} = \frac{42624.3}{846.895} = 50.3301 \text{ m} = 50330.084 \text{ mm}$$

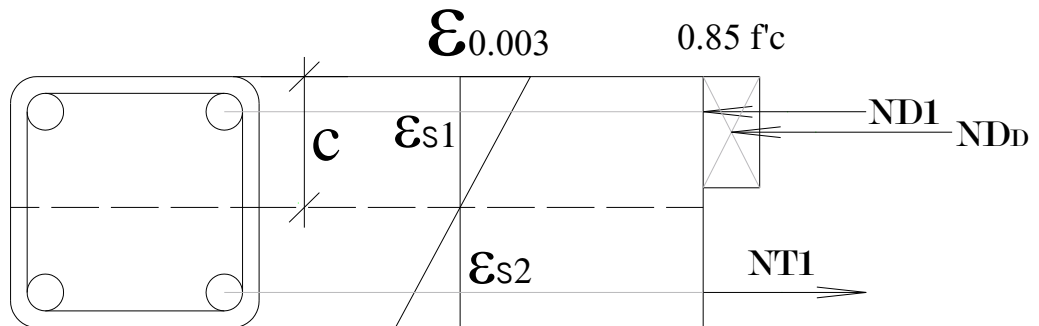
- Kondisi seimbang dengan  $1.25 f_y$

$$f_y = 1.25 \times 390 = 487.50 \text{ Mpa}$$

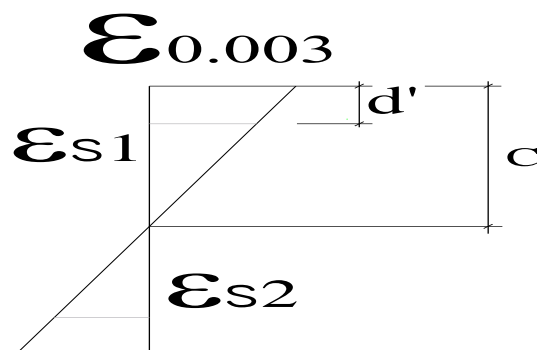
$$c_b = \frac{600 \cdot d}{600 + f_y} = \frac{600 \times 129}{600 + 487.5} = 71.172 \text{ mm}$$

$$\begin{aligned} a_b &= c_b \cdot \beta \\ &= 71.172 \times 0.85 \\ &= 60.497 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} N_{D_D} &= 0.85 \times f'_c \times a_b \times b \\ &= 0.85 \times 30 \times 60.497 \times 150 \times 10^{-3} \\ &= 231.399 \text{ kN} \end{aligned}$$



Gambar 4.9 diagram tegangan dan regangan balok perangkai dalam kondisi seimbang  $1.25 f_y$



Gambar 4.10 diagram regangan balok perangkai untuk menghitung  $N_{D_1}$

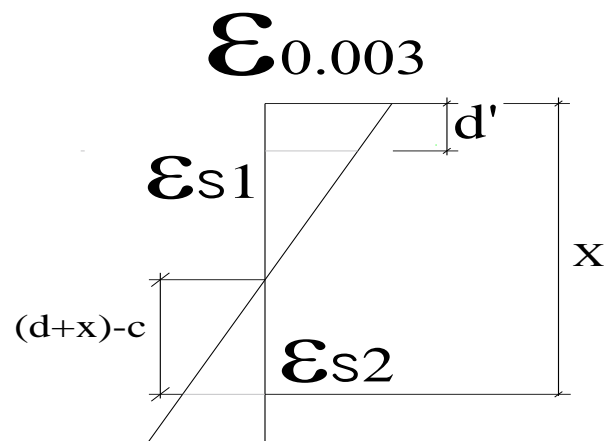
$$\epsilon_y = \frac{fy}{Es} = \frac{487.50}{200000} = 0.00244$$

$$\epsilon_{s1} = \frac{c-d'}{cb} \times \epsilon_c'$$

$$= \frac{71.172 - 21}{71.172} \times 0.003$$

$$= 0.00211 > \epsilon_y ; \text{ maka } f_s = f_y = 390 \text{ Mpa}$$

$$ND1 = 759.880 \times 390 \times 10^{-3} = 296.353 \text{ kN}$$



Gambar 4.11 diagram regangan balok perangkai untuk menghitung NT1

$$\epsilon_{s2} = \frac{(d' + x) - c}{c} \times \epsilon_c'$$

$$= \frac{129.00 - 71.17}{71.17} \times 0.003$$

$$= 0.0024 > \epsilon_y ;$$

$$\text{maka } f_s = 0.0024 \times 200000 = 488 \text{ Mpa}$$

$$NTI = 759.880 \times 488 \times 10^{-3} = 370 \text{ kN}$$

$$\begin{aligned}
P_{nb} &= N_{DD} + N_{D1} + N_{T1} \\
&= 231.399 + 296.353 + 370 \\
&= 898.194
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\Phi P_{nb} &= 0.65 \times 898.194 \\
&= 583.826 \text{ kNm}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
M_{nb} &= N_{DD} (h/2 - ab/2) + \{(N_{D1} + N_{T1}) \cdot (h/2 - d')\} \\
&= 231.399 (150/2 - 60.497/2) + \{(296.353 + 370)(150/2 - 21)\} \\
&= 10355.452 + 720.353 \\
&= 11075.805 \text{ kNmm} \\
&= 11.075805 \text{ kNm}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\Phi M_{nb} &= 0.65 \times 11.076 \\
&= 7.199 \text{ kNm}
\end{aligned}$$

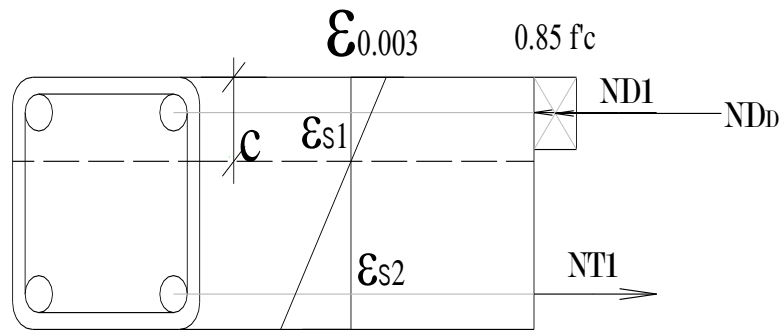
$$e_b = \frac{M_{nb}}{P_{nb}} = \frac{11075.8}{898.194} = 12.3312 \text{ m} = 12331.195 \text{ mm}$$

- Kondisi Patah Tarik (terjadi jika  $c < c_b$ )

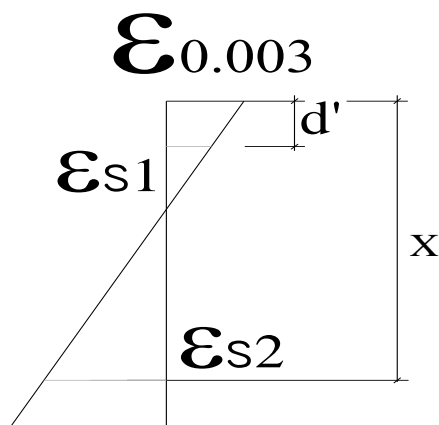
Dipakai nilai  $c = 50 \text{ mm}$

$$\begin{aligned}
ab &= cb \cdot \beta \\
&= 50 \times 0.85 \\
&= 43 \text{ mm}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
N_{DD} &= 0.85 \times f'_c \times ab \times b \\
&= 0.85 \times 30 \times 43 \times 150 \times 10^{-3} \\
&= 163 \text{ kN}
\end{aligned}$$



Gambar 4.12 diagram tegangan dan regangan balok diagonal dalam kondisi patah tarik



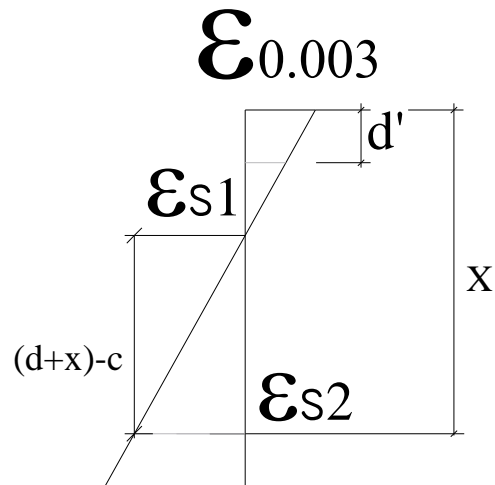
Gambar 4.13 diagram regangan balok diagonal untuk menghitung ND1

$$\epsilon_y = \frac{f_y}{E_s} = \frac{390}{200000} = 0.00195$$

$$\begin{aligned} \epsilon_{s1} &= \frac{c-d'}{cb} \times \epsilon_c' \\ &= \frac{50-21}{50} \times 0.003 \end{aligned}$$

$$= 0.00174 > \epsilon_y ; \text{ maka } f_s = f_y = 390 \text{ Mpa}$$

$$ND1 = 759.880 \times 390 \times 10^{-3} = 296.353 \text{ kN}$$



Gambar 4.14 diagram regangan balok diagonal untuk menghitung NT1

$$\begin{aligned} \epsilon_{s2} &= \frac{(d' + x) - c}{c} \times \epsilon_c' \\ &= \frac{129.00 - 50}{50} \times 0.003 \\ &= 0.00474 > \epsilon_y ; \end{aligned}$$

$$\text{maka } f_s = 0.00474 \times 200000 = 390 \text{ Mpa}$$

$$NTI = 759.880 \times 390 \times 10^{-3} = 296.353 \text{ kN}$$

$$\begin{aligned} P_{nb} &= ND_D + ND1 + NT1 \\ &= 162.563 + 296.353 + 296 \\ &= 755.269 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Phi P_{nb} &= 0.65 \times 755.269 \\ &= 490.925 \text{ kNm} \end{aligned}$$



$$\begin{aligned}
M_{nb} &= N_{DD} (h/2 - ab/2) + \{(ND_1 + NT_1) \cdot (h/2 - d')\} \\
&= 162.563 (150/2 - 43/2) + \{(296.353 + 720.266)(150/2 - 21)\} \\
&= 8697.121 + 1070.719 \\
&= 9767.840 \text{ kNmm} \\
&= 9.767840 \text{ kNm}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\Phi M_{nb} &= 0.65 \times 9.768 \\
&= 6.349 \text{ kNm}
\end{aligned}$$

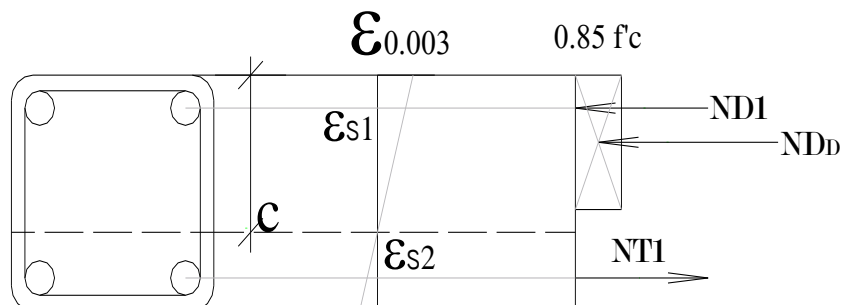
$$e_b = \frac{M_{nb}}{P_{nb}} = \frac{9767.8}{755.269} = 12.9329 \text{ m} = 12932.930 \text{ mm}$$

- Kondisi Patah Desak (terjadi jika  $c > c_b$ )

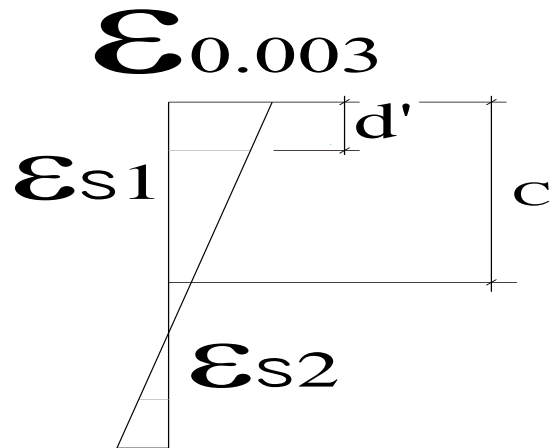
Dipakai nilai  $c = 100 \text{ mm}$

$$\begin{aligned}
ab &= c_b \cdot \beta \\
&= 100 \times 0.85 \\
&= 85 \text{ mm}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
N_{DD} &= 0.85 \times f'_c \times ab \times b \\
&= 0.85 \times 30 \times 85 \times 150 \times 10^{-3} \\
&= 325 \text{ kN}
\end{aligned}$$



Gambar 4.15 diagram tegangan dan regangan balok perangkai dalam kondisi patah tekan



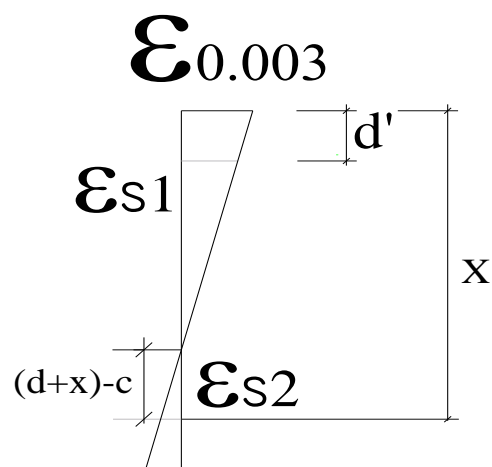
Gambar 4.16 diagram regangan balok perangkai untuk menghitung ND1

$$\epsilon_y = \frac{fy}{Es} = \frac{390}{200000} = 0.00195$$

$$\begin{aligned} \epsilon_{s1} &= \frac{c-d'}{cb} \times \epsilon_c' \\ &= \frac{100 - 21}{50} \times 0.003 \end{aligned}$$

$$= 0.00237 > \epsilon_y ; \text{ maka } f_s = f_y = 390 \text{ Mpa}$$

$$ND1 = 759.880 \times 390 \times 10^{-3} = 296.353 \text{ kN}$$



Gambar 4.17 diagram regangan balok perangkai untuk menghitung NT1

$$\begin{aligned}\epsilon_{s2} &= \frac{(d' + x) - c}{c} \times \epsilon_c' \\ &= \frac{129.00 - 100}{100} \times 0.003 \\ &= 0.00087 > \epsilon_y ;\end{aligned}$$

maka  $f_s = 0.00087 \times 200000 = 390 \text{ Mpa}$

$$\text{NTI} = 759.880 \times 390 \times 10^{-3} = 296.353 \text{ kN}$$

$$\begin{aligned}\text{Pnb} &= \text{ND}_D + \text{ND1} + \text{NT1} \\ &= 325.125 + 296.353 + 296 \\ &= 917.831\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\Phi \text{Pnb} &= 0.65 \times 917.831 \\ &= 596.590 \text{ kNm}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Mnb} &= \text{NDD} (h/2 - ab/2) + \{(\text{ND1} + \text{NT1}) \cdot (h/2 - d')\} \\ &= 325.125 (150/2 - 85/2) + \{(296.353 + 132.219)(150/2 - 21)\} \\ &= 10566.563 + 482.572 \\ &= 11049.135 \text{ kNmm} \\ &= 11.049135 \text{ kNm}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\Phi \text{Mnb} &= 0.65 \times 11.049 \\ &= 7.182 \text{ kNm}\end{aligned}$$

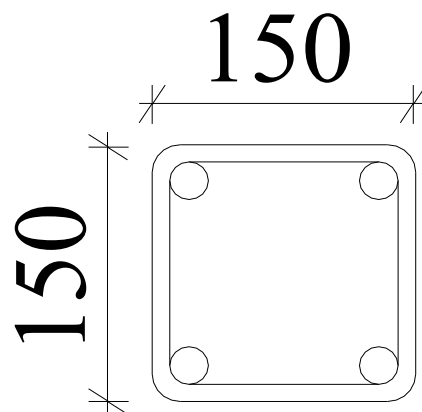
$$e_b = \frac{Mnb}{Pnb} = \frac{11049135}{917.831} = 12.9329 \text{ m} = 12038.305 \text{ mm}$$

- Kondisi Lentur Murni

Dicoba dipasang tulangan sebagai berikut :

$$\text{Tulangan tarik As}'1 = 2 \text{ D } 22 = 759.88 \text{ mm}^2$$

$$\begin{aligned}
 \text{Tulangan tarik } A_s'2 &= 2 \text{ D } 22 = 759.88 \text{ mm}^2 \\
 y &= 10 + 0.5 \times 22 \\
 &= 21 \text{ mm} \\
 y2 &= 21 + 108 \\
 &= 129 \text{ mm} \\
 y &= \frac{A_s'1 \times y1 + A_s'2 \times y2}{A_s \text{ tekan}} \\
 &= \frac{759.880 \times 21 + 759.880 \times 129}{759.880} \\
 &= 150 \text{ mm}
 \end{aligned}$$



Menghitung nilai  $c$  berdasarkan  $d' < c < y2$

Menggunakan persamaan :

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

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

$$(0,85 \cdot f'c \cdot a \cdot b) + A_s' \cdot \frac{(c-d')}{c} \times 600 = A_s \cdot f_y$$

$$(0,85 \cdot f'c \cdot a \cdot b) c + A_s' (c - d') \times 600 = A_s \cdot f_y \cdot c$$

Substitusi nilai :  $a = \beta_1 \cdot c$

$$(0,85 \cdot f'c \cdot \beta_1 \cdot c \cdot b) c + As' (c-d') 600 = As \cdot fy \cdot c$$

$$(0,85 \cdot f'c \cdot \beta_1 \cdot b) c^2 + 600As' \cdot c - 600As' \cdot d' = As \cdot fy \cdot c$$

$$(0,85 \cdot f'c \cdot \beta_1 \cdot b) c^2 + 600As' \cdot c - 600As' \cdot d' - As \cdot fy \cdot c = 0$$

$$(0,85 \cdot f'c \cdot \beta_1 \cdot b) c^2 + (600As' - As \cdot fy) c - 600As' \cdot d' = 0$$

$$(0,85 \cdot 30 \cdot 0,85 \cdot 150) c^2 + (600 \cdot 759,88 - 759,88 \cdot 390) - 600 \cdot 759,88 \cdot 21 = 0$$

$$3251,25 c^2 + 159574,80 c - 9574488 = 0$$

$$c = 35,017 \text{ mm} > d' = 21 \text{ mm}$$

$$< y_2 = 129 \text{ mm} \quad (\text{OKE})$$

$$ab = cb \cdot \beta$$

$$= 35,017 \times 0,85$$

$$= 29,764 \text{ mm}$$

$$ND_D = 0,85 \times f'c \times ab \times b$$

$$= 0,85 \times 30 \times 43 \times 29,764 \times 10^{-3}$$

$$= 113,849 \text{ kN}$$

$$ND_1 = fs' \cdot As'$$

$$= \frac{(c-d')}{c} \times 600 \times As'$$

$$= \frac{(35,02 - 21)}{35,017} \times 600 \times 759,880 \times 10^{-3}$$

$$= 182,504 \text{ kN}$$

$$NT_1 = As_1 \times fy$$

$$= 759,88 \times 390 \times 10^{-3}$$

$$= 296,353 \text{ kN}$$

$$\begin{aligned}
 ND_D + ND1 &= NT1 \\
 113.849 + 182.504 &= 296.353 \\
 296.353 &= 296.353 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 ZD_D &= c - a/2 \\
 &= 35.017 - \frac{29.764}{2} \\
 &= 20.134784 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 ZD1 &= c - y1 \\
 &= 35.017 - 21 \\
 &= 14.017 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 ZT1 &= y2 - c \\
 &= 129 - 35.017 \\
 &= 93.983 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

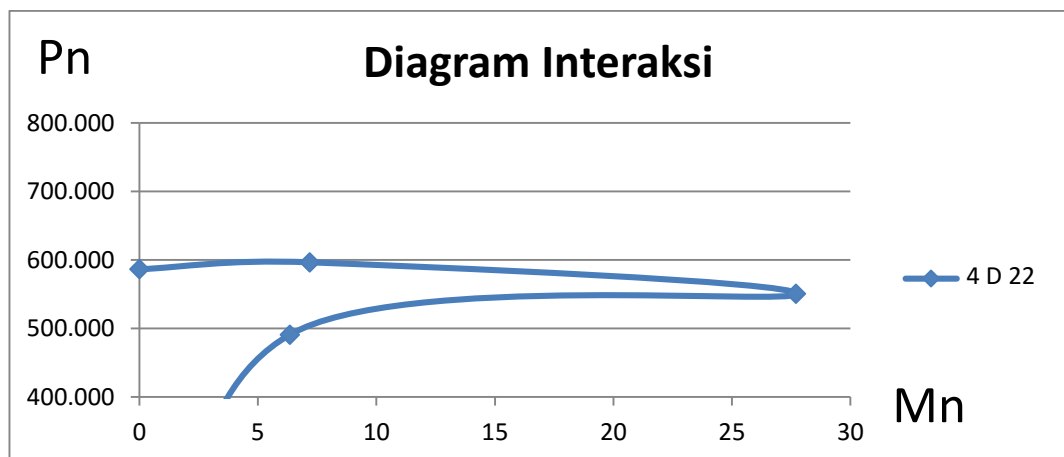
$$\begin{aligned}
 Mn &= \{(ND_D \cdot ZD_D) + (ND1 \cdot ZD1) + (NT1 \cdot ZT1) + (NT2 \cdot ZT2) + (NT3 \cdot ZT3)\} \\
 &= \{(113.849 \times 20.1348) + (182.50 \times 14.017) + (296.35 \times 93.983)\} \times 10^{-3} \\
 &= 32.703 \text{ kNmm} \\
 &= 0.03270265 \text{ kNm}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \Phi Mn &= 0.65 \times 0.03 \\
 &= 0.021 \text{ kNm}
 \end{aligned}$$

Koordinat diagram

Kondisi	4 D 22	
	$\phi P_n$ (kN)	$\phi M_n$ (kNm)
Sentris	586.405	0
Patah Desak	596.590	7.182
Balance	550.482	27.706
Patah Tarik	490.925	6.349
Lentur	0	0.021

Pu Kolom atas (kN)	762.4 kN
Pu Balok diagonal (kN)	877.4 kN



Gambar 4.18 diagram interaksi

Dari hasil pembacaan diagram interaksi balok diagonal diatas, maka didapat nilai momen nominal terfaktor untuk kolom yang ditinjau sebesar :

$$\text{Mu kolom atas (kNm)} = 131.362$$

$$\text{Mu balok diagonal (kNm)} = 27.571$$

## b. Perhitungan Penulangan Geser Tulangan Diagonal

Perhitungan luas penampang total tulangan transversal yang dipasang :

$$\begin{aligned} A_g &= 8 \times \frac{1}{4} \times 3.14 \times 22^2 \\ &= 3040 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A_{cw} &= \text{luas penampang komponen struktur yang diukur dari tepi luar transversal} \\ &= 300 \times 750 \\ &= 225000 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A_{vd} &= 4 \times \frac{1}{4} \times 3.14 \times 22^2 \\ &= 1520 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Berdasarkan SNI 2847 : 2013 pasal 21.6.4.4 hal 192. Menentukan jumlah tulangan transversal adalah :

- Rasio volume tulangan spiral atau sengkang bulat  $\rho_s$  tidak boleh kurang dari :

$$\begin{aligned} \rho_s &= 0.12 \cdot \left( \frac{f_c}{f_{yt}} \right) \\ &= 0.12 \cdot \left( \frac{30}{240} \right) \\ &= 0.02 \end{aligned}$$

Dan tidak boleh kurang dari :

$$\begin{aligned} \rho_s &= 0.45 \cdot \left( \frac{A_g}{A_{ch}} - 1 \right) \cdot \left( \frac{f_c}{f_{yt}} \right) \\ &= 0.45 \cdot \left( \frac{3039.52}{225000} - 1 \right) \cdot \left( \frac{30}{240} \right) \\ &= -0.05549 \end{aligned}$$



- Luas penampang total tulangan sengkang persegi Ash tidak boleh kurang dari :

$$A_{sh} = 0.3 \left( \frac{s \cdot h \cdot f'c}{f_y h} \right) \left( \left( \frac{A_g}{A_{ch}} \right) - 1 \right)$$

$$A_{sh} = 0.3 \left( \frac{100 \times 150 \times 30}{240} \right) \left( \left( \frac{3039.52}{225000} \right) - 1 \right)$$

$$A_{sh} = 0.3 \times 1875 \times -0.986$$

$$A_{sh} = -536.40 \text{ mm}^2$$

Atau,

$$A_{sh} = 0.09 \left( \frac{s \cdot h \cdot f'c}{f_y h} \right)$$

$$A_{sh} = 0.09 \left( \frac{100 \times 150 \times 30}{240} \right)$$

$$A_{sh} = 0.09 \times 1875$$

$$A_{sh} = 168.75 \text{ mm}^2$$

$$A_g = 3039.52 \text{ mm}^2 > A_{sh \text{ maks}} = 168.75 \text{ mm}^2 \quad \text{(Oke)}$$

Berdasarkan SNI 2847 : 2013 pasal 21.6.4.3 hal 182 menentukan spasi tulangan transversal ialah :

$$- \text{so} = 100 + \frac{350 - hx}{3}$$

$$= 100 + \frac{350 - 250}{3}$$

$$= 133.333 \text{ mm} = 150 \text{ mm}$$

(Syarat so harus kurang dari 150 mm dan tidak perlu diambil kurang dari 100)

Dan tidak melebihi dari :

- 6 x diameter longitudinal

$$6 \times 22 = 132 \text{ mm}$$

Maka jarak yang dipakai adalah jarak yang terkecil ialah 100 mm

Direncanakan tulangan geser 2 kaki  $\phi$  10

$$\begin{aligned} A_v &= 2 \times \frac{1}{4} \times 22/7 \times 10^2 \\ &= 226.080 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Syarat :

$$A_v \geq \frac{75 \sqrt{f_c} \times b_w \times s}{1200 \times f_y}$$

$$226.080 \text{ mm}^2 \geq \frac{75 \sqrt{30} \times 150 \times 100}{1200 \times 240}$$

$$226.080 \text{ mm}^2 \geq 21.395 \text{ mm}^2 \quad \text{(Oke)}$$

### **Perhitungan penulangan geser tulangan diagonal akibat Vu.**

Diketahui :  $N_u, k = 762362 \text{ N}$

Perhitungan momen probabilitas ( $M_{pr}$ )

$$M_{nt} = M_{nb} = 11075805348.50 \text{ Nmm}$$

Karena tulangan longitudinal sepanjang balok sama maka,  $M_{pr3}$  dan  $M_{pr4}$  diambil

: 11075805348.50 Nmm, sehingga :

Berdasarkan SNI 2847 : 2013 pasal 11.1

$$\Phi V_n \geq V_u$$

$$V_u = 76849.64 \text{ kg}$$

$$\Phi = 0.65$$

$$V_n = V_c + V_{Spakai}$$

Dimana :

$$V_c = V \text{ yang disumbangkan oleh beton}$$

$$V_s = V \text{ yang disumbangkan tulangan}$$

$$\text{Gaya aksial} < A_g \cdot f'_c/20$$

$$\text{Gaya aksial N} < \frac{150 \times 150 \times 30}{20}$$

$$762362 \text{ N} < 33750 \text{ N (karena gaya aksial} > A_g \cdot f'_c/20) \text{ maka :}$$

Berdasarkan tulangan geser (21 kaki)  $\phi$  10

$$A_v = 21 \times \frac{1}{4} \times \frac{22}{7} \times 10^2$$

$$= 1650 \text{ mm}^2$$

Syarat :

$$A_v \geq \frac{75 \sqrt{f'_c} \times b_w \times s}{1200 \times f_y}$$

$$1650 \text{ mm}^2 \geq \frac{75 \sqrt{30} \times 150 \times 100}{1200 \times 240}$$

$$1650 \text{ mm}^2 > 21.395 \text{ mm}^2 \quad \text{(Oke)}$$

$$\begin{aligned}
 V_{s1} &= \frac{A_v \cdot f_{yt} (\sin a + \cos a) d}{s} \\
 &= \frac{340 \cdot 240 (\sin 15 + \cos 15) 21}{100} \\
 &= 19382.322
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 V_{s2} &= \frac{A_v \cdot f_{yt} (\sin a + \cos a) d}{s} \\
 &= \frac{340 \cdot 240 (\sin 345 + \cos 345) 21}{100} \\
 &= 124592.702
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 V_s &= V_{s1} + V_{s2} \\
 &= 19382.322 + 124592.702 \\
 &= 143975.024
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 - V_n &= 2 A_v d f_y \sin \alpha && \leq 0.83 \sqrt{f_c} A_{c w} \\
 &= 2 \times 1520 \times 390 \times \sin 15 && \leq 0.83 \sqrt{30} 225000 \\
 &= 770981.26 && \leq 1022871.876
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \Phi V_n &= 0.65 \times 770981 \\
 &= 501138 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 - V_n &= V_c + V_{Spakai} \\
 &= 10032 + 143975.024 \\
 &= 154007 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \Phi V_n &= 0.65 \times 154007 \\
 &= 100104 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

Diambil  $V_n$  yang terbesar, maka :

$$\Phi V_n \geq V_u$$

$$100104.32 \text{ kg} \geq 76849.64 \text{ kg}$$

## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1 Kesimpulan

1. Pada perencanaan struktur dinding geser berangkai pada pembangunan Hotel Holland Park Condotel Batu Malang memiliki ukuran dinding geser dengan panjang 5900 mm dan tebal 300 mm.

2. Penulangan longitudinal

Dibutuhkan jumlah tulangan longitudinalnya ialah 56 D 22 yang terbagi sebagai berikut :

- Kepala dinding geser sebelah kiri terdapat tulangan 12 D 22 dengan jarak antar tulangan 80 mm
- Kepala dinding geser bagian kanan 12 D 22 dengan jarak antar tulangan 80 mm
- Badan dinding geser 32 D 22 dengan jarak antar tulangan yang bervariasi yaitu 220 mm dan 300 mm.

3. Penulangan Transversal :

- Jumlah tulangan transversal berjumlah 28  $\phi$  12 dengan jarak yang bervariasi yaitu 100 mm dan 150 mm, kemudian pada sambungan berjumlah 10  $\phi$  12 dengan jarak 80 mm.
- Jumlah tulangan transversal pada kepala dinding geser bagian kiri 3  $\phi$  12 dengan jarak 80 mm.
- Jumlah tulangan transversal pada kepala dinding geser bagian kanan 3  $\phi$  12 dengan jarak 80 mm.

#### 4. Penulangan Balok Perangkai :

Balok perangkai ukuran 300 mm x 750 mm dengan kelompok tulangan :

- Pada tulangan horizontal memiliki tulangan longitudinal 10 D 22 dengan jarak antar tulangan 53 mm, dan tulangan transversal  $\phi 10 - 100$  mm dan  $\phi 10 - 150$  mm.
- Pada tulangan diagonal memiliki tulangan longitudinal 4 D 22 dengan jarak antar tulangan 108 mm, dan tulangan transversal  $\phi 10 - 100$  mm.

#### 5.2 Saran

- Pada perhitungan struktur dinding geser untuk gedung bertingkat diperlukan analisa perhitungan yang teliti dan cermat sehingga dapat berfungsi sesuai dengan yang direncanakan. Apalagi dinding geser adalah struktur tahan gempa yang juga menentukan kekokohan sebuah gedung bertingkat tinggi dalam masing-masing wilayah gempa yang ada.
- Sangat diperlukan ketelitian dalam mendesain balok perangkai dan pada saat pelaksanaannya.

## DAFTAR PUSTAKA

- (Anonim). Badan Standarisasi Nasional. 2012. SNI 1726 *Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung*. Jakarta : BSN.
- (Anonim). Badan Standarisasi Nasional. 2013. SNI 2487 *Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung SNI*. Jakarta : BSN.
- (Anonim). Badan Standarisasi Nasional. 2012. SNI 1727 *Beban Minimum untuk Perancangan Bangunan Gedung dan Struktur Lain SNI*. Jakarta : BSN.
- Departemen Pekerjaan Umum. (1987). *Pedoman Perencanaan Pembebanan untuk Rumah dan Gedung 1987*. Yayasan Badan Penerbit PU
- Paulay, T., Priesly, M.J.N 1992. *Seismic Design of Reinforced Concrete and Masonry Buildings. United States of Amerika: A Wiley Interscience Publication*.
- Puskim, Pusat Penelitian dan Pengembangan Permukiman 2011 *Desain Spektra Indonesia*, [http://puskim.pu.go.id/Aplikasi/desain\\_spektra\\_indonesia\\_2011/](http://puskim.pu.go.id/Aplikasi/desain_spektra_indonesia_2011/)