

# **SKRIPSI**

## **ALTERNATIF PERENCANAAN STRUKTUR ATAS GEDUNG SEKDA PERKANTORAN BUPATI MALANG DENGAN MODEL SEBAGAI PELAT CENDAWAN (STRUKTUR TANPA BALOK)**



**Disusun oleh :**

**Choirul Anam  
06.21.041**

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL  
MALANG  
2011**



**LEMBAR PERSETUJUAN  
SKRIPSI**

**ALTERNATIF PERENCANAAN STRUKTUR ATAS GEDUNG SEKDA  
PERKANTORAN BUPATI MALANG DENGAN MODEL SEBAGAI PELAT  
CENDAWAN (STRUKTUR TANPA BALOK)**

*Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Sipil (S-1)  
Institut Teknologi Nasional Malang*

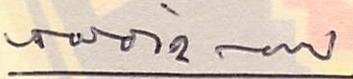
**Disusun Oleh :  
CHOIRUL ANAM**

**06. 21. 041**

**Menyetujui :**

**Dosen Pembimbing I**

**Dosen Pembimbing II**



**Ir. H. Sudirman Indra, MSc**



**Ir. Eding Iskak Imananto, MT**

**Mengetahui,**

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

  
**Ir. H. Hirijanto, MT**

## LEMBAR PENGESAHAN

### ALTERNATIF PERENCANAAN STRUKTUR ATAS GEDUNG SEKDA PERKANTORAN BUPATI MALANG DENGAN MODEL SEBAGAI PELAT CENDAWAN (STRUKTUR TANPA BALOK)

#### SKRIPSI

*Dipertahankan Dihadapan Majelis Penguji Sidang Skripsi*

*Jenjang Strata Satu (S-1)*

*Pada Hari : Kamis*

*Tanggal : 25 Agustus 2011*

*Dan Diterima Untuk Memenuhi Salah Satu Persyaratan  
Guna Memperoleh Gelar Sarjana Teknik*

**Disusun Oleh :**

**CHOIRUL ANAM**

**06. 21. 041**

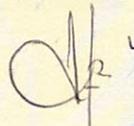
**Disahkan Oleh:**

**Ketua**



**(Ir. H. Hirijanto, MT)**

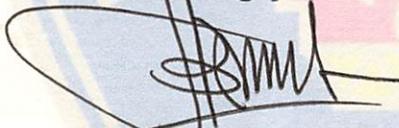
**Sekretaris**



**(Lila Ayu Ratna Winanda, ST., MT)**

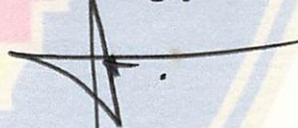
**Anggota Penguji :**

**Dosen Penguji I**



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

**Dosen Penguji II**



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

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL**

**FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN**

**INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG**

**2011**

## PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : CHOIRUL ANAM  
Nim : 06.21.041  
Program Studi : Teknik Sipil S - 1  
Fakultas : Teknik Sipil dan Perencanaan

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Skripsi saya dengan judul:

“ALTERNATIF PERENCANAAN STRUKTUR ATAS GEDUNG SEKDA  
PERKANTORAN BUPATI MALANG DENGAN MODEL SEBAGAI PELAT  
CENDAWAN (STRUKTUR TANPA BALOK)”

Adalah hasil karya saya sendiri, bukan merupakan duplikat serta tidak mengutip  
atau menyadur dari hasil karya orang lain kecuali disebutkan sumbernya.

Malang, 12 September 2011

Yang Membuat Pernyataan

  
METERAI  
TEMPEL  
PAJAK PENGALANGAN BLANGSA  
20  
9420AAAF714303199  
DIPAKAI KIBU RUPIAH  
6000  
DJP

(CHOIRUL ANAM)

## KATA PENGANTAR

Dengan rahmat dan hidayah ALLAH SWT serta tidak lupa mengucapkan rasa syukur kehadirat-Nya, sehingga kami bisa menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini dengan lancar. Dalam kesempatan ini tidak lupa kami menyampaikan rasa hormat dan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Bapak Ir. A. Agus Santosa, MT selaku Dekan FTSP
2. Bapak Ir. H. Hirijanto, MT selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil S-1
3. Ibu Lila Ayu Ratna Winanda, ST, MT selaku Sekretasi Jurusan
4. Bapak Ir. H. Sudirman Indra, Msc selaku Dosen Pembimbing I
5. Ir. Eding Iskak Imananto, MT selaku Dosen Pembimbing II
6. Bapak / Ibu dosen Program Studi Teknik Sipil S-1
7. Spesial rasa hormat ananda buat ayahanda dan Ibunda Serta semua Keluarga Besar di Kaltim dan teman-teman mahasiswa Teknik Sipil S-1 angkatan 2006 atas segala bantuannya sehingga Skripsi ini dapat terselesaikan.

Dengan segala kerendahan hati kami menyadari bahwa dalam penyusunan laporan ini masih jauh dari sempurna. Untuk itu kritik dan saran yang membangun sangat kami harapkan demi kesempurnaan laporan ini.

Akhir kata, semoga Skripsi ini dapat bermanfaat bagi kita semua, Amin.

Malang, 9 Mei 2011

Penyusun

## ABSTRAKSI

Anam, Choirul. 2011. ***ALTERNATIF PERENCANAAN STRUKTUR ATAS GEDUNG SEKDA PERKANTORAN BUPATI MALANG DENGAN MODEL SEBAGAI PELAT CENDAWAN (STRUKTUR TANPA BALOK)***. Skripsi, Jurusan Teknik Sipil S-1, Institut Teknologi Nasional Malang. Dosen Pembimbing : (1) Ir. H. Sudirman Indra, MSc (2) Ir. Eding Iskak Imananto, MT.

---

Kata kunci : Pelat tanpa Balok, Kolom Persegi dengan Pengikat

Perkembangan struktur moderen yang begitu pesat sehingga banyak menghasilkan suatu inovasi atau karya dalam menciptakan suatu struktur yang mempunyai nilai estetika keindahan struktur bangunan, ekonomis dan efisien baik terhadap biaya ataupun waktu serta tidak mengenyampingkan nilai keamanan dan kenyamanan dan memperhatikan syarat *Humanism Concept* bangunan tersebut. Struktur pelat cendawan (struktur pelat tanpa balok) merupakan alternatif yang dapat diambil dalam perencanaan konstruksi tersebut.

Tujuan dalam penulisan skripsi ini adalah untuk dapat mengetahui bagaimana cara dalam merencanakan struktur pelat cendawan (struktur pelat tanpa balok) dengan penebalan pelat (*drop panel*) dan kolom persegi dengan pengikat sebagai alternatif yang diambil dalam perencanaan struktur sesuai peraturan yang ada di Indonesia yaitu SNI-03-2847-2002 dan SNI-03-1726-2002 dan sesuai dengan syarat keamanan dan kenyamanan suatu bangunan.

Dari hasil perencanaan dapat disimpulkan bahwa struktur pelat cendawan (struktur tanpa balok) dengan tebal pelat 16 cm memenuhi persyaratan tebal minimum sesuai SNI-03-2847-2002 Pasal 11.5.3 tabel 9 dan penebalan pelat (*drop panel*) sebesar 5 cm memenuhi kriteria aman terhadap geser pons serta dimensi kolom 70/70 dengan tulangan 32D25 direncanakan dalam kondisi patah tarik sehingga apabila struktur mengalami keruntuhan tulangan leleh terlebih dahulu namun struktur pelat cendawan mempunyai simpangan antar tingkat yang tinggi akibat beban lateral, sehingga diperlukan kombinasi dinding geser sebagai pengaku struktur sehingga dapat terpenuhinya syarat batas layan dan batas ultimit.

## DAFTAR ISI

**Halaman Judul**

**Lembar Persetujuan**

**Lembar Pengesahan**

**Lembar Keaslian Skripsi**

**Kata Pengantar**

**Abstraksi**

**Daftar Isi**

**Daftar Tabel**

**Daftar Gambar**

**BAB I PENDAHULUAN..... 1**

1.1. Latar Belakang ..... 1

1.2. Rumusan Masalah ..... 2

1.3. Maksud dan Tujuan..... 3

1.4. Batasan Masalah ..... 4

**BAB II LANDASAN TEORI ..... 5**

2.1. Tinjauan Umum Struktur Pelat ..... 5



2.4.1. Kinerja Batas Layan.....	40
2.4.2. Kinerja Batas Ultimit .....	40
2.5. Perencanaan Gempa.....	43
2.5.1. Beban Gempa Nominal Statik Ekuivalen .....	43
2.5.2. Faktor Reduksi Gempa.....	48
2.6. Perencanaan Penulangan Kolom Portal terhadap Lentur dan Aksial .....	51
2.7. Perencanaan Penulangan Kolom Portal terhadap Geser .....	56
<b>BAB III ANALISA STRUKTUR .....</b>	<b>62</b>
3.1. Data Perencanaan.....	62
3.2. Perhitungan Pelat.....	63
3.2.1. Perencanaan Tebal Pelat.....	63
3.2.2. Momen Statis Total Terfaktor .....	67
3.2.3. Distribusi Momen Mo diarah Longitudinal.....	68
3.2.4. Distribusi Transversal dari Momen Longitudinal.....	73
3.3. Pembebanan Pelat Cendawan.....	77
3.3.1. Beban Mati Merata .....	77

3.3.2. Pembebanan Atap.....	80
3.3.3. Pembebanan Kolom.....	86
3.3.4. Beban Hidup Merata.....	87
3.4. Perhitungan Beban Gempa.....	87
3.5. Tinjauan Kemampuan Struktur terhadap Beban Lateral .....	96
3.6. Kinerja Batas layan ( $\Delta s$ ) dan Kinerja Batas Ultimit ( $\Delta m$ ).....	100
<b>BAB IV PERENCANAAN STRUKTUR.....</b>	<b>102</b>
4.1. Perencanaan Penulangan Pelat Cendawan.....	102
4.1.1. Perhitungan Penulangan Pelat .....	102
4.1.2. Pemindehan Momen dan Geser pada Pertemuan	
antara Pelat dan Kolom .....	114
4.1.2.1. Momen-momen pada Jalur Tengah dan	
Jalur Kolom.....	114
4.1.2.1.1. Jalur Kolom Luar Arah	
Memanjang.....	114
4.1.2.1.2. Jalur Kolom Dalam Arah	
Memanjang.....	115

4.1.2.1.3. Jalur Kolom Luar Arah	
Melintang.....	115
4.1.2.1.4. Jalur kolom Dalam Arah	
Melintang.....	116
4.1.2.2. Pemindahan Momen dan Geser .....	117
4.1.2.2.1. Jalur Kolom Luar Arah	
Memanjang.....	117
4.1.2.2.2. Jalur Kolom Dalam Arah	
Memanjang.....	120
4.1.2.2.3. Jalur Kolom Luar Arah	
Melintang.....	123
4.1.2.2.4. Jalur Kolom Dalam Arah	
Melintang.....	126
4.2. Perencanaan Penulangan Kolom .....	129
4.2.1. Desain Kolom .....	129
4.2.2. Data Perencanaan.....	129
4.2.3. Perhitungan Kolom terhadap Beban Aksial ( $P_n$ ) dan	

Momen Lentur ( $M_n$ ) .....	131
4.2.4. Desain Tulangan Geser Kolom.....	169
<b>BAB V PENUTUP</b> .....	177
5.1. Kesimpulan.....	177
5.2. Saran .....	178

**DAFTAR PUSTAKA**

**LAMPIRAN**

## DAFTAR TABEL

Tabel	2.2.2.1.	Tebal Minimum dari Pelat tanpa Balok Interior.....	10
Tabel	2.2.2.2.	Lendutan Ijin Maksimum .....	13
Tabel	2.2.4.2.1.	Distribusi Momen Total Terfaktor.....	24
Tabel	2.2.4.3.1.	Momen Terfaktor Negatif Dalam .....	27
Tabel	2.2.4.3.2.	Momen Terfaktor Negatif Luar .....	28
Tabel	2.2.4.3.3.	Momen Terfaktor Positif .....	28
Tabel	2.3.1.	Harga-harga $k$ didalam ( $b_E/b_W$ ) dan ( $t/h$ ) pada Persamaan 2.26 .....	39
Tabel	2.5.1.	Faktor Keutamaan I untuk berbagai Kategori Gedung Dan Bangunan.....	47
Tabel	2.5.2.1.	Faktor Daktilitas Maksimum, Faktor Reduksi Gempa Maksimum, Faktor Tahanan Lebih Struktur dan Faktor Tahanan Lebih Total beberapa Jenis Sistem dan Subsistem Struktur Struktur Gedung .....	48
Tabel	2.5.2.2.	Koefisien $\xi$ yang Membatasi Waktu Getar Alami	

	Fundamental Struktur Gedung.....	50
Tabel 3.2.3.1.	Distribusi Momen $M_o$ diarah Longitudinal.....	68
Tabel 3.2.3.2.	Perbandingan Minimum $\alpha_{min}$ .....	70
Tabel 3.2.4.1.	Prosentase Distribusi Transversal dari Momen Longitudinal.....	75
Tabel 3.2.4.2.	Distribusi Transversal dari Momen Longitudinal pada Portal A dan Portal D.....	75
Tabel 3.2.4.3.	Distribusi Transversal dari Momen Longitudinal pada Portal B dan Portal C.....	76
Tabel 3.4.1.	Perhitungan Distribusi Gaya Geser Horizontal Akibat Gempa.....	95
Tabel 3.5.1.	Analisa $\Delta s$ Akibat Beban Lateral Arah TIMUR-BARAT.....	96
Tabel 3.5.2.	Analisa $\Delta m$ Akibat Beban Lateral Arah TIMUR-BARAT.....	97
Tabel 3.5.3.	Analisa $\Delta s$ Akibat Beban Lateral Arah TIMUR-BARAT.....	98

Tabel	3.5.4.	Analisa $\Delta m$ Akibat Beban Lateral arah TIMUR-BARAT .....	98
Tabel	3.6.1.	Analisa $\Delta s$ Akibat Gempa Arah TIMUR-BARAT .....	100
Tabel	3.6.2.	Analisa $\Delta m$ Akibat Gempa Arah TIMUR-BARAT .....	101
Tabel	4.1.1.1.	Perencanaan Penulangan Pelat dan Cek Kapasitas Pada Jalur Kolom untuk Portal A .....	106
Tabel	4.1.1.2.	Perencanaan Penulangan Pelat dan Cek Kapasitas Pada Jalur Tengah untuk Portal A .....	107
Tabel	4.1.1.3.	Perencanaan Penulangan Pelat dan Cek Kapasitas Pada Jalur Kolom untuk Portal B .....	108
Tabel	4.1.1.4.	Perencanaan Penulangan Pelat dan Cek Kapasitas Pada Jalur Tengah untuk Portal B .....	109
Tabel	4.1.1.5.	Perencanaan Penulangan Pelat dan Cek Kapasitas Pada Jalur Kolom untuk Portal C .....	110
Tabel	4.1.1.6.	Perencanaan Penulangan Pelat dan Cek Kapasitas	

		Pada Jalur Tengah untuk Portal C.....	111
<b>Tabel</b>	<b>4.1.1.7.</b>	<b>Perencanaan Penulangan Pelat dan Cek Kapasitas</b>	
		Pada Jalur Kolom untuk Portal D .....	112
<b>Tabel</b>	<b>4.1.1.8.</b>	<b>Perencanaan Penulangan Pelat dan Cek Kapasitas</b>	
		Pada Jalur Tengah untuk Portal D .....	113
<b>Tabel</b>	<b>4.2.3.1.</b>	<b>Jumlah Tulangan 32 Diameter 25 .....</b>	<b>166</b>
<b>Tabel</b>	<b>4.2.3.2.</b>	<b>Jumlah Tulangan 24 Diameter 25 .....</b>	<b>167</b>
<b>Tabel</b>	<b>4.2.3.3.</b>	<b>Jumlah Tulangan 28 Diameter 25 .....</b>	<b>167</b>
<b>Tabel</b>	<b>4.2.3.4.</b>	<b>Jumlah Tulangan 32 Diameter 25 .....</b>	<b>168</b>

## **DAFTAR GAMBAR**

Gambar	2.1.1.	Pelat dengan Gelagar-gelagar dan Kolom-kolom.....	6
Gambar	2.1.2.	Drop Panel dan Kepala Kolom .....	7
Gambar	2.2.1.1.	Denah Portal Ekvivalen .....	8
Gambar	2.2.2.1.	Persyaratan Rasio Kekakuan pada Balok Tepi.....	14
Gambar	2.2.3.1.	Dimensi Efektif dari Kepala Kolom .....	15
Gambar	2.2.3.2.	Persyaratan Penebalan Pelat .....	16
Gambar	2.2.4.1.1.	Statika dari Panel-dalam Cirian dari Sistem Lantai dua Arah.....	18
Gambar	2.2.4.1.2.	Statika dari Panel Luar Cirian dari Sistem Lantai dua Arah .....	20
Gambar	2.2.4.1.3.	Statika dari Panel-dalam Cirian pada Sistem Lantai Cendawan.....	22
Gambar	2.2.4.1.4.	Penampang Persegi Ekvivalen untuk Komponen Pendukung .....	23

Gambar	2.2.4.2.1. Diagram Momen Memanjang untuk Bentang	
	Dalam .....	25
Gambar	2.2.4.2.2. Diagram Momen di Arah Memanjang untuk Bentang	
	Luar.....	25
Gambar	2.2.4.3.1. Definisi dari Jalur Kolom dan Jalur Tengah .....	26
Gambar	2.2.5.1. Pelimpahan Geser dari Momen ke Kolom.....	31
Gambar	2.2.8.1. Penampang Kritis untuk Geser dalam Perencanaan	
	Lantai Cendawan .....	36
Gambar	2.3.1. Denah, Tampak, dan Penampang Portal Ekuivalen	
	Dalam Sistem Lantai Dua Arah.....	37
Gambar	2.3.2. Momen Inersia Penampang dengan Flens .....	38
Gambar	2.5.1. Respons Spektrum Gempa Rencana .....	45
Gambar	2.5.2. Wilayah Gempa Indonesia dengan Percepatan Puncak	
	Batuan dasar dengan Periode Ulang 500 tahun .....	46
Gambar	2.6.1. Gambar Kolom menerima Beban $P_n$ dengan	
	Eksentrisitas .....	51
Gambar	2.6.2. Diagram Regangan Gaya-gaya pada Kolom dalam	

		Keadaan Seimbang .....	52
Gambar	2.6.3.	Diagram Interaksi Pn – Mn pada Satu Sumbu.....	55
Gambar	2.7.1.	Desain Gaya Geser Kolom .....	56
Gambar	2.7.2.	Syarat Pengekang Ujung-ujung Kolom .....	57
Gambar	2.7.3.	Desain Gaya Geser Kolom .....	58
Gambar	2.7.4.	Contoh Tulangan Transversal pada Kolom .....	61
Gambar	3.2.1.1.	Denah Perencanaan Lantai Cendawan.....	63
Gambar	3.2.1.2.	Persyaratan Penebalan Pelat .....	64
Gambar	3.2.2.1.	Perencanaan Portal Kaku Ekuivalen.....	67
Gambar	3.3.2.1.	Potongan Melintang Jurai Rangka Baja lantai 10.....	80
Gambar	3.3.2.2.	Potongan Melintang Jurai Rangka Baja lantai 8.....	83
Gambar	3.5.1.	Analisa Simpangan Antar-tingkat tanpa Dinding Geser .....	97
Gambar	3.5.2.	Analisa Simpangan Antar-tingkat dengan Dinding Geser .....	99
Gambar	4.2.2.1.	Penampang Kolom 70/70.....	131
Gambar	4.2.3.1.	Diagram Regangan, Tegangan dan Gaya dalam	

	Kondisi Seimbang (Balance) .....	141
Gambar	4.2.3.2. Diagram Regangan, Tegangan dan Gaya dalam Kondisi Patah Desak .....	149
Gambar	4.2.3.3. Diagram Regangan, Tegangan dan Gaya dalam Kondisi Patah Tarik .....	156
Gambar	4.2.3.4. Diagram Regangan, Tegangan dan Gaya dalam Kondisi Lentur Murni .....	165
Gambar	4.2.4.1. Desain Gaya Geser Kolom .....	169
Gambar	4.2.4.2. Penulangan Longitudinal Kolom dan Geser Kolom .....	176

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar belakang

Perkembangan struktur modern cenderung menuju pada struktur yang lebih ekonomis melalui metode perencanaan, penggunaan material berkekuatan tinggi, modifikasi dari bentuk maupun material yang digunakan, dan hal ini terus berkembang secara berangsur-angsur. Perkembangan seperti ini secara khusus mempunyai arti yang penting pada bidang konstruksi, yang mana dengan perkembangan tersebut akan mendukung pemenuhan tuntutan dari desain struktur itu sendiri, antara lain kekuatan, estetika, keamanan dan ekonomis.

Salah satu hasil dari beberapa perkembangan struktur moderen tersebut yaitu metode perencanaan struktur plat lantai cendawan yang dicirikan tanpa balok, tebal pelat merata pada setiap segmen/panel, dan dekat kolom direncanakan kepala kolom guna meningkatkan kapasitas *pons* penampang pelat.

Sistem panel pelat tanpa balok lantai dinamakan lantai cendawan. Dua tipe dari lantai cendawan yaitu : (a) Pelat datar (*flat-plate*), dengan pelat lantai dan kolom tidak terdapat kepala kolom (b) Lantai cendawan (*flate-slab*), terdapat kepala kolom dan *drop panel* dipertemuan pelat dan kolom.

Pelat merupakan elemen struktur lantai dimana beban layan bekerja. Pada bangunan ini pelat berfungsi sebagai lantai kantor. Sebagai elemen pelat

tanpa balok, maka pada tahap *preliminary design*, dimensi pelat akan ditentukan dengan mengacu pada Tata Cara Perhitungan Struktur Beton untuk Bangunan Gedung.

Karena tidak adanya balok, maka plat tersebut disokong oleh kolom-kolom yang langsung menahan beban tanpa adanya penyaluran beban dari balok. Plat lantai cendawan mempunyai geser yang cukup dengan adanya salah satu atau kedua hal berikut : (1) *drop panel* atau (2) kepala kolom.

Untuk mengurangi tegangan-tegangan yang terjadi akibat geser dan momen negatif yang terjadi disekitar kolom maka pada bagian-bagian ini sering kali diperlukan penebalan pada setiap ujung kolom dengan penebalan plat (*drop panel*), capital kolom (*column capital*), dan penambahan tulangan khusus berupa tulangan geser. Dengan penambahan tersebut maka akan didapatkan struktur dengan keamanan yang lebih baik.

## 1.2 Rumusan masalah

Permasalahan yang timbul dalam merencanakan plat cendawan dengan menggunakan kolom persegi dengan pengikat antara lain :

1. Bagaimana perencanaan plat cendawan diantara tumpuan-tumpunya sesuai dengan syarat aman, defleksi, dan tebal plat memenuhi syarat geser dan lentur ?
2. Seberapa jauh pengaruh penebalan plat (*drop panel*), dalam perencanaan struktur plat lantai cendawan ?

3. Bagaimana perencanaan struktur kolom berpenampang persegi dengan pengikat?
4. Pengaruh struktur terhadap beban lateral?

### 1.3 Maksud dan tujuan

Negara Indonesia merupakan Negara berkembang yang terus menerus melakukan pembangunan diberbagai sektor. Secara infrastruktur perkembangan struktur modern cenderung menuju pada struktur yang lebih ekonomis, dikarenakan tingginya harga tanah serta material yang ada. Oleh karena itu diperlukan suatu inovasi dalam perencanaan struktur yang lebih ekonomis, efisien serta mudah dalam pelaksanaanya, namun tetap memperhatikan kekuatan struktur itu sendiri.

Hal itulah yang melatar belakangi penulis untuk mencoba merencanakan struktur yang lebih ekonomis serta tanpa mengenyampingkan nilai estetika bangunan tersebut maka penulis mengambil judul **Alternatif Perencanaan Struktur Atas Gedung Sekda Perkantoran Bupati Malang dengan Model Sebagai Pelat Cendawan (Struktur Tanpa Balok).**

Sedangkan tujuan dari penulisan ini adalah mengetahui studi tentang plat tanpa balok dengan penebalan plat.

#### **1.4 Batasan masalah**

Dalam penyusunan tulisan tentang studi kajian perencanaan portal tanpa memakai balok, maka penulis memberi batasan masalah yang akan dibahas dalam tulisan ini, yaitu :

1. Perencanaan penebalan plat pada semua kolom
2. Analisa struktur pelat cendawan
3. Perhitungan penulangan plat cendawan
4. Perhitungan penulangan kolom persegi dengan pengikat

Peraturan yang digunakan adalah :

1. Peraturan pembebanan Indonesia untuk gedung ( PPIUG 1983 )
2. Tata cara perhitungan struktur beton untuk bangunan gedung (SNI 03-2847-2002)
3. Tata cara perencanaan ketahanan gempa untuk struktur bangunan gedung (SNI 03-1726-2003)

Sedangkan program bantu struktur 3 dimensi dianalisa menggunakan STAAD PRO 2004.

## **BAB II**

### **LANDASAN TEORI**

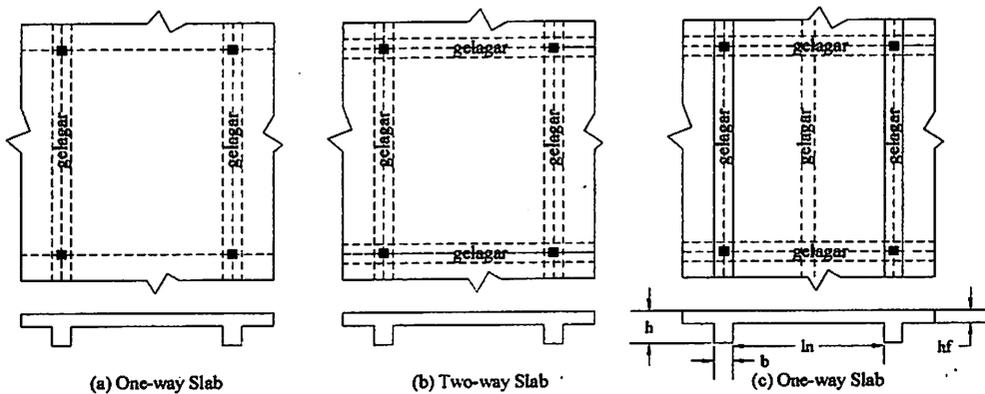
Dalam bab ini akan diuraikan secara teoritis mengenai dasar-dasar perencanaan konstruksi beton bertulang struktur plat dan struktur kolom pada umumnya dan dasar-dasar perencanaan konstruksi beton bertulang struktur plat cendawan pada khususnya. Selanjutnya analisis teori ini akan manuntun secara teoritis dalam merencanakan struktur tersebut.

#### **2.1. Tinjauan Umum Struktur Pelat**

Didalam konstruksi beton bertulang plat merupakan sebuah bidang datar arah horisontal yang lebar dengan permukaan atas dan bawahnya sejajar atau mendekati sejajar yang umumnya dicor menjadi satu kesatuan monolit atau terangkai dengan gelagar penumpu (balok), dinding beton bertulang, atau tertumpu secara langsung pada kolom-kolom.

Plat bertumpu pada dua sisi yang berlawanan saja, seperti terlihat pada gambar 2.1.a, dimana pada keadaan ini aksi struktural dari plat tersebut umumnya bersifat satu arah *one-way*, dan beban-beban yang ditahan dalam arah yang tegak lurus terhadap gelagar-gelagar penunjang. Dalam keadaan lain, plat dapat ditumpu oleh gelagar pada keempat sisinya, seperti terlihat pada gambar 2.1.b, sehingga disini terdapat aksi plat dua arah *two-way slab*. Tetapi dalam hal ini plat yang ditumpu oleh gelagar pada keempat sisinya, apabila perbandingan sisi panjang terhadap sisi pendek yang saling tegak lurus lebih besar dari 2 seperti terlihat pada gambar 2.1.c, maka sebagian besar

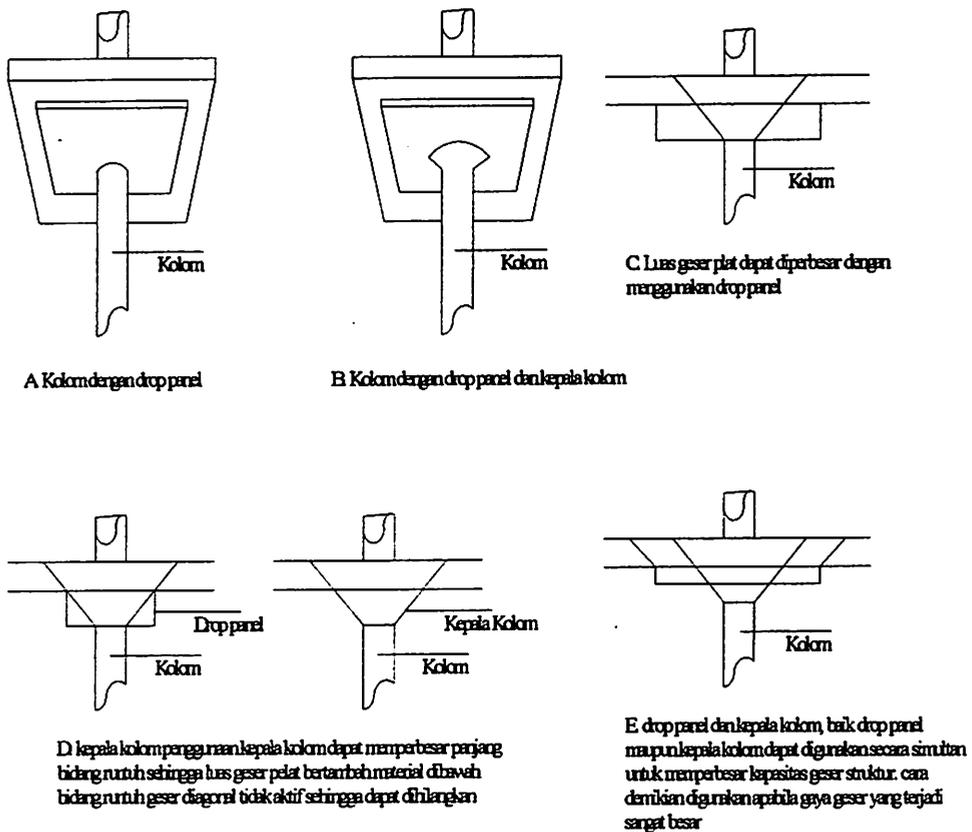
beban akan ditahan oleh plat dalam arah pendek terhadap gelagar-gelagar penunjang dan sebagai akibatnya akan diperoleh aksi plat satu arah *one-way*, walaupun keempat sisi plat ditumpu oleh gelagar.



**Gambar 2.1.1 Pelat dengan gelagar-gelagar dan kolom-kolom**

Dalam beberapa kasus tertentu pelat beton ditumpu secara langsung oleh kolom-kolom. Pelat-pelat yang demikian disebut sebagai pelat cendawan atau pelat tanpa balok yang dapat memiliki tebal konstan seluruhnya atau dipertebal didaerah kolom. Bagian-bagian penebalan dari konstruksi seperti ini disebut sebagai *drop panel* atau *column capital* yang bermanfaat untuk mengurangi tegangan-tegangan akibat geser dan momen negatif yang terjadi disekitar kolom. Gambar 2.2 menunjukkan desain pelat tanpa balok dengan *drop panel* dan *column capital* untuk menahan geser pons yang terjadi.

Tulangan-tulangan baja pada pelat biasanya dipasang sejajar dengan permukaan pelat. Batang-batang baja lurus dapat dipakai sebagai tulangan, walaupun pada pelat-pelat menerus batang-batang baja bawah seringkali dibengkokkan keatas untuk memikul momen-momen negatif yang bekerja diperletakkan.



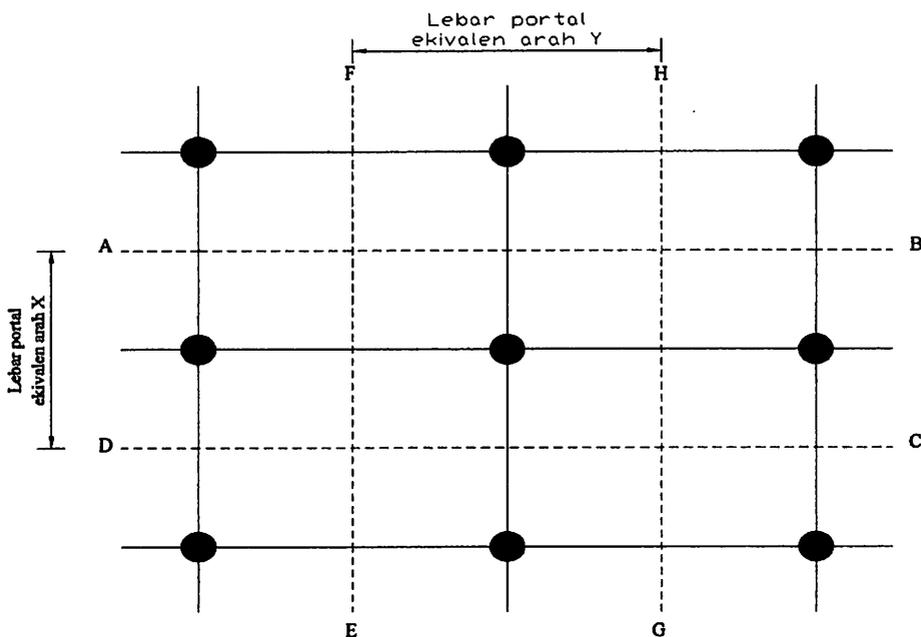
**Gambar 2.1.2 Drop panel dan kepala kolom**

## 2.2. Dasar Perencanaan Struktur Pelat Cendawan

### 2.2.1. Sistem Pelat Dua Arah

Perencanaan sistem pelat dua arah menurut SNI 03-2847-2002 pasal 15.5 boleh direncanakan dengan sembarang prosedur yang memenuhi ketentuan kesimbangan dan kompatibilitas geometris selama dapat ditunjukkan dengan memperhatikan persyaratan kuat perlu dan kuat rencana. Bahwa kuat rencana setiap penampang paling sedikit sama dengan kuat perlu dan persyaratan layan, termasuk persyaratan lendutan harus dipenuhi.

Metode dasar dalam perencanaan sistem pelat dua arah mencakup khayalan atas pemotongan vertikal dari seluruh bangunan sepanjang garis tengah antara kolom-kolom, pemotongan menghasilkan beberapa portal yang melebar diantara garis-garis tengah dari dua panel yang berdekatan seperti gambar 2.2.1.1, yang terdiri atas; (1) kolom-kolom diatas dan dibawah lantai dan, (2) sistem lantai dengan atau tanpa balok yang secara lateral dibatasi diantara garis-garis tengah dari dua panel (satu panel untuk barisan kolom-kolom luar) yang berdekatan dengan garis kolom-kolom.<sup>1</sup>



**Gambar 2.2.1.1 Denah portal ekuivalen (Sumber: wang, 1985:120)**

<sup>1</sup>Wang, Chu-Kia. & Salmon G., Charles. 1985. *Desain Beton Bertulang Edisi ke-4 Jilid 2*. Terjemahan oleh Binsar Hariandja. 1989. Jakarta: Erlangga . h. 120.

Perencanaan portal kaku yang sebenarnya dapat menggunakan :

1. Pendekatan yang menerapkan koefisien-koefisien momen dan geser menurut SNI 03-2847-2002 atau.
2. Cara yang lebih teliti dengan menggunakan analisa struktur setelah memisalkan kekakuan relatif dari unsur-unsurnya.

Untuk beban grafitasi saja dan untu sistem lantai dengan batasan-batasan yang diberikan, momen-momen diberikan oleh “ Metoda Perencanaan Langsung “ (*Direct Design Method*), atau dengan perencanaan dari portal yang sebenarnya namun menggunakan provisi-provisi khusus dari “ Metoda Portal Ekivalen “ (*equivalent Frame Method*).

### **2.2.2. Persyaratan Tebal Pelat**

Tanpa membandingkan apakah digunakan Metoda Perencanaan Langsung atau Metoda Portal Ekivalen didalam menentukan distribusi momen diarah longitudinal menurut SNI 03-2847-2002, tebal pelat harus memenuhi persyaratan tertentu.

Peraturan SNI 03-2847-2002 pasal 11.5.3 memberikan persyaratan tebal minimum yang dapat digunakan dalam perencanaan sistem lantai dua arah dalam pengendalian lendutan sebagai berikut :

1. Tebal minimum pelat tanpa balok interior yang menghubungkan tumpuan-tumpuannya dan mempunyai rasio bentang Panjang terhadap bentang pendek yang tidak lebih dari dua, harus memenuhi ketentuan dari tabel 2.2.2.1 dan tidak boleh kurang dar:

- a. Pelat tanpa penebalan (*drop panel*) .....120  
mm
- b. Pelat dengan penebalan .....100  
mm

**Tabel 2.2.2.1 Tebal minimum dari pelat tanpa balok interior ( Sumber : SNI 03-2847-2002:66 )**

Tegangan leleh $f_y^a$ Mpa	Tanpa penebalan <sup>b</sup>			Dengan penebalan <sup>b</sup>		
	Panel luar		Panel dalam	Panel luar		Panel dalam
	Tanpa balok pinggir	Dengan balok pinggir <sup>c</sup>		Tanpa balok pinggir	Dengan balok pinggir <sup>c</sup>	
300	$l_n/33$	$l_n/36$	$l_n/36$	$l_n/36$	$l_n/40$	$l_n/40$
400	$l_n/30$	$l_n/33$	$l_n/33$	$l_n/33$	$l_n/36$	$l_n/36$
500	$l_n/28$	$l_n/31$	$l_n/31$	$l_n/31$	$l_n/34$	$l_n/34$

a = untuk tulangan dengan tegangan leleh diantara 300 Mpa dan 400 Mpa atau diantara 400 Mpa dan 500 Mpa, digunakan interpolasi linier.

b = penebalan panel didefinisikan dalam SNI 03-2847-2002 pasal 15.3.7.1 dan pasal 15.3.7.2

c = pelat dengan balok diantara kolom-kolomnya sepanjang tepi luar, nilai  $\alpha$  untuk balok tepi tidak boleh kurang dari 0,8

2. Pelat dengan tebal kurang dari tebal minimum yang ditetapkan dalam butir 1 boleh digunakan bila dapat ditunjukkan dengan perhitungan bahwa lendutan yang terjadi melebihi batas lendutan yang ditetapkan dalam table 2.2.2.2 lendutan tersebut harus ditentukan dengan memperhitungkan pengaruh dari ukuran dan

bentuk panel, kondisi panel, kondisi tumpuan, dan keadaan kekangan pada sisi panel.

Tebal minimum dari pelat atau konstruksi dua arah lainnya bisa didapat dengan mensubstitusikan kedalam persamaan berikut, yang diberikan dalam Subbab 9.5.3.3 dari peraturan ACI. Dalam persamaan-persamaan tersebut besaran  $\beta$  digunakan untuk memperhitungkan pengaruh bentuk panel pada defleksinya, sedangkan pengaruh balok (jika ada) dinyatakan dengan  $\alpha_m$ . Jika tidak ada balok (seperti dalam kasus *flat slab*),  $\alpha_m$  akan sama dengan 0.<sup>2</sup>

- a. Untuk  $\alpha_m \leq 0,2$ , tebal minimum didapat seperti halnya untuk pelat tanpa balok interior yang membentang diantara tumpuan-tumpuannya.
- b. Untuk  $0,2 \leq \alpha_m \leq 2,0$ , tebal pelat tidak boleh kurang dari 120 mm. atau

$$h_f = \frac{l_n \left( 0,8 + \frac{f_y}{200.000} \right)}{36 + 5 \cdot \beta \cdot (\alpha_m - 0,2)}$$

- c. Untuk  $\alpha_m > 2,0$ , tebal pelat tidak boleh kurang dari 90 mm. atau

$$h_f = \frac{l_n \left( 0,8 + \frac{f_y}{200.000} \right)}{36 + 9 \cdot \beta}$$

Dimana :

$h_f$  = Tebal pelat.

---

<sup>2</sup> McCormac, Jack C. 2004. *Desain beton bertulang Edisi ke-5 Jilid 2*. Terjemahan oleh Sumargo, Ph.D. 2003. Jakarta: Erlangga. h. 166.

$L_n$  = Panjang bentang bersih dalam arah memanjang dari konstruksi dua arah, diukur dari muka ke muka tumpuan pada pelat tanpa balok dan muka ke muka balok atau tumpuan lain pada kasus lainnya (mm).

$f_y$  = Kuat leleh yang diisyaratkan untuk tulangan non-prategang (Mpa)

$\beta$  = Rasio bentang bersih dalam arah memanjang terhadap arah memendek dari pelat dua arah.

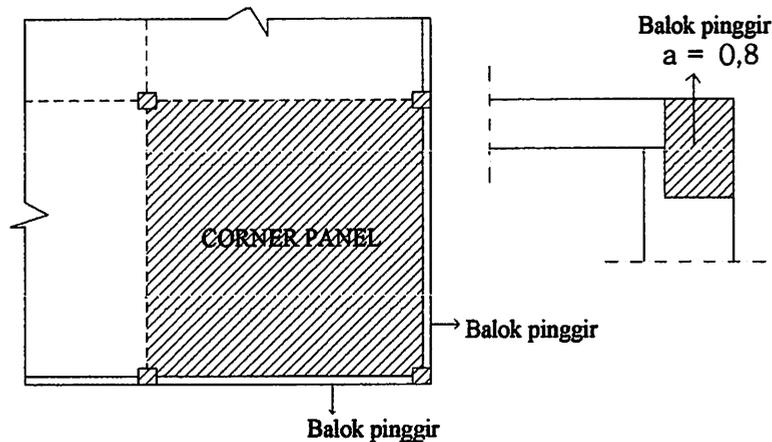
$\alpha_m$  = Nilai rata-rata  $\alpha$  untuk semua balok pada tepi-tepi dari suatu panel.

**Tabel 2.2.2.2 Lendutan ijin maksimum (Sumber: SNI-03-2847-2002:65)**

Jenis komponen struktur	Lendutan yang diperhitungkan	Batas lendutan
Atap datar yang tidak menahan atau tidak disatukan dengan komponen nonstruktural yang mungkin akan rusak oleh lendutan yang besar	Lendutan seketika akibat beban hidup (L)	$\frac{\ell^a}{180}$
Lantai yang tidak menahan atau tidak disatukan dengan komponen nonstruktural yang mungkin akan rusak oleh lendutan besar	Lendutan seketika akibat beban hidup (L)	$\frac{\ell}{360}$
Konstruksi atap atau lantai yang menahan atau disatukan dengan komponen nonstruktural yang mungkin akan rusak oleh lendutan yang besar	Bagian dari lendutan total yang terjadi setelah pemasangan komponen nonstruktural (jumlah dari lendutan jangka panjang akibat semua beban tetap yang bekerja dan lendutan seketika yang terjadi akibat penambahan beban hidup <sup>c</sup> )	$\frac{\ell^b}{480}$
Konstruksi atap atau lantai yang menahan atau disatukan dengan komponen nonstruktural yang mungkin tidak akan rusak oleh lendutan yang besar		$\frac{\ell^d}{480}$
<p>a Batasan ini tidak dimaksudkan untuk mencegah kemungkinan penggenangan air. Kemungkinan penggenangan air harus diperiksa dengan melakukan perhitungan lendutan, termasuk lendutan tambahan akibat adanya penggenangan air tersebut, dan mempertimbangkan pengaruh jangka panjang dari beban yang selalu bekerja, lawan lendut, toleransi konstruksi dan keandalan sistem drainase.</p> <p>b Batas lendutan boleh dilampaui bila langkah pencegahan kerusakan terhadap komponen yang ditumpu atau yang disatukan telah dilakukan.</p> <p>c Lendutan jangka panjang harus dilakukan berdasarkan ketentuan SNI 03-2847-2002 pasal 11.5.2.5 atau 11.5.4.2 tetapi boleh dikurangi dengan nilai lendutan yang terjadi sebelum penambahan komponen nonstruktural. Besarnya nilai lendutan ini harus ditentukan berdasarkan data teknis yang dapat diterima berkenaan dengan karakteristik hubungan waktu dan lendutan dari komponen struktur yang serupa dengan komponen struktur yang ditinjau.</p> <p>d Tetapi tidak boleh lebih besar dari toleransi yang disediakan untuk komponen non-struktur. Batasan ini boleh dilampaui bila ada lawan lendut yang disediakan sedemikian hingga lendutan total dikurangi lawan lendut melebihi batas lendutan yang ada.</p>		

3. Pada gambar 2.2.2.1 tepi panel yang tidak menerus jika ada balok tepi harus mempunyai rasio kekakuan  $\alpha$  tidak kurang dari 0,8 dan tebal minimum pelat dengan balok yang ditetapkan harus

dinaikkan atau dipertebal paling sedikit 10% pada panel tepi yang tidak menerus.



**Gambar 2.2.2.1 Persyaratan rasio kekakuan pada balok tepi**  
(Sumber: Sudarmoko, 1996:35)

### 2.2.3. Kepala Kolom dan Pertebalan Pelat di Kepala Kolom

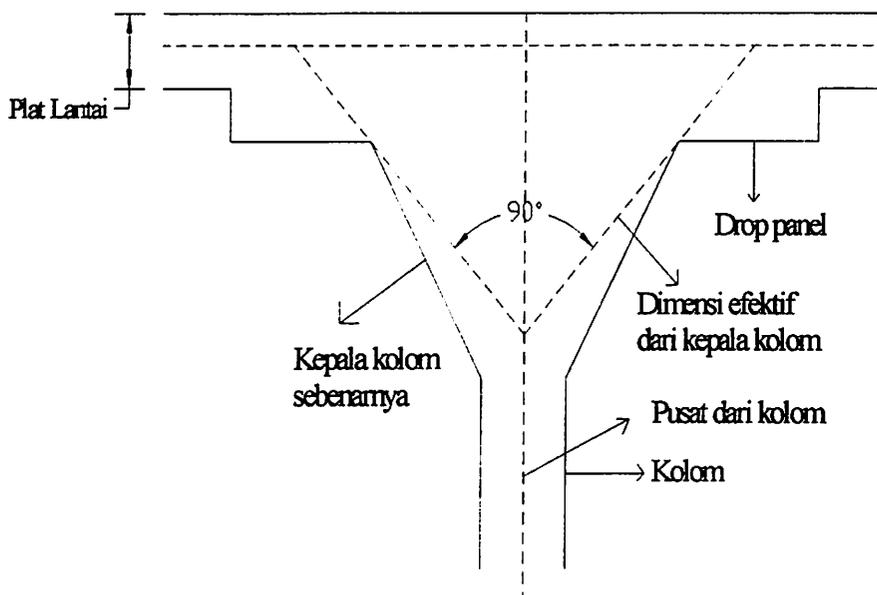
Kepala kolom yang digunakan dalam konstruksi pelat tanpa balok merupakan perbesaran kolom bagian atas pada pertemuan dengan plat lantai. Oleh karena tidak menggunakan balok-balok, maka tujuan dari kepala kolom adalah untuk mendapatkan pertambahan keliling sekitar kolom, memindahkan geser dari beban lantai, dan untuk menambah tebal dan berkurangnya perimeter didekat kolom. Dengan memisalkan garis maksimum  $45^0$  untuk distribusi geser ke kolom<sup>3</sup>.

Pertebalan pelat *drop panel* bermanfaat untuk mengurangi jumlah tulangan momen negatif yang melewati kolom dari suatu pelat datar.

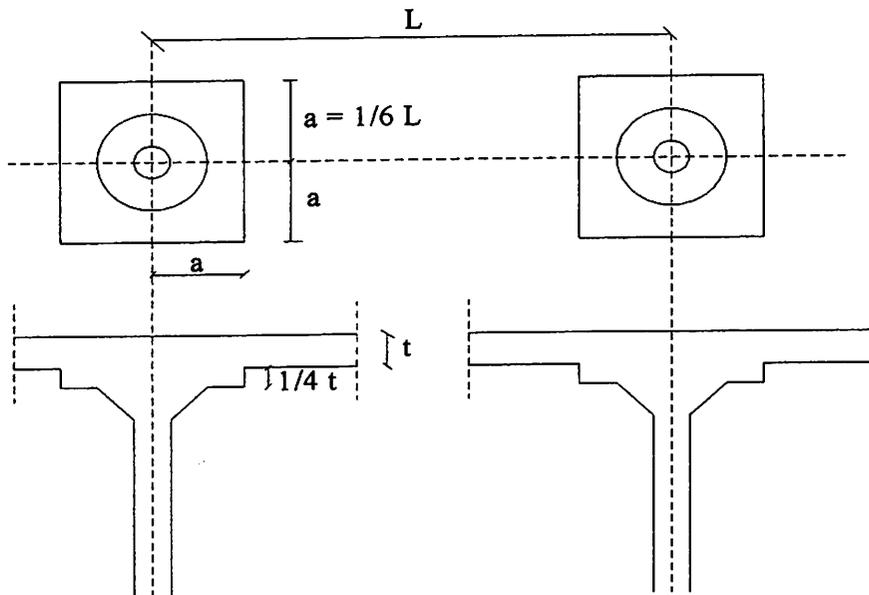
<sup>3</sup> Wang, Chu-Kia. & Salmon G., Charles. 1985. *Desain Beton Bertulang Edisi Ke-4 jilid 2*. Terjemahan oleh Binsar Hariandja. 1989. Jakarta: Erlangga. h. 136.

Ukuran dari penebalan pelat menurut SNI 03-2847-2002 pasal 15.3.7 adalah sebagai berikut :

1. Penebalan panel setempat disediakan pada kedua arah dari pusat tumpuan sejarak tidak kurang dari seperenam jarak pusat ke pusat tumpuan pada arah yang ditinjau.
2. Tebal penebalan panel setempat tidak boleh kurang daripada seperempat tebal pelat diluar daerah penebalan panel setempat.
3. Pada perhitungan tulangan pelat yang diperlukan, tebal penebalan setempat tidak boleh diambil lebih daripada seperempat jarak dari tepi panel setempat ke tepi kolom atau tepi kepala kolom.



**Gambar 2.2.3.1 Dimensi efektif dari kepala kolom  
(Sumber: Wang, 1985:137)**



**Gambar 2.2.3.2 Persyaratan penebalan pelat (sumber Sudarmoko, 1996:35)**

#### **2.2.4. Metode Perencanaan Langsung (*Direct Design Method*)**

Metode perencanaan langsung bisa dipakai apabila sistem pelat memenuhi batasan-batasan berikut menurut SNI 03-2847-2002 pasal 15.6:

1. Minimum harus ada tiga bentang menerus dalam masing-masing arah .
2. Panel harus berbentuk persegi dengan rasio antara bentang panjang terhadap bentang pendek diukur antara sumbu ke sumbu tumpuan tidak lebih dari 2.
3. Panjang dari bentang yang berurutan diukur antara sumbu ke sumbu tumpuan dalam tiap arah tidak boleh berbeda lebih dari sepertiga dari bentang yang terpanjang.
4. Posisi kolom boleh menyimpang maksimum 10% dari bentang (dalam arah penyimpangan) dari sumbu antara garis pusat kolom yang berurutan.

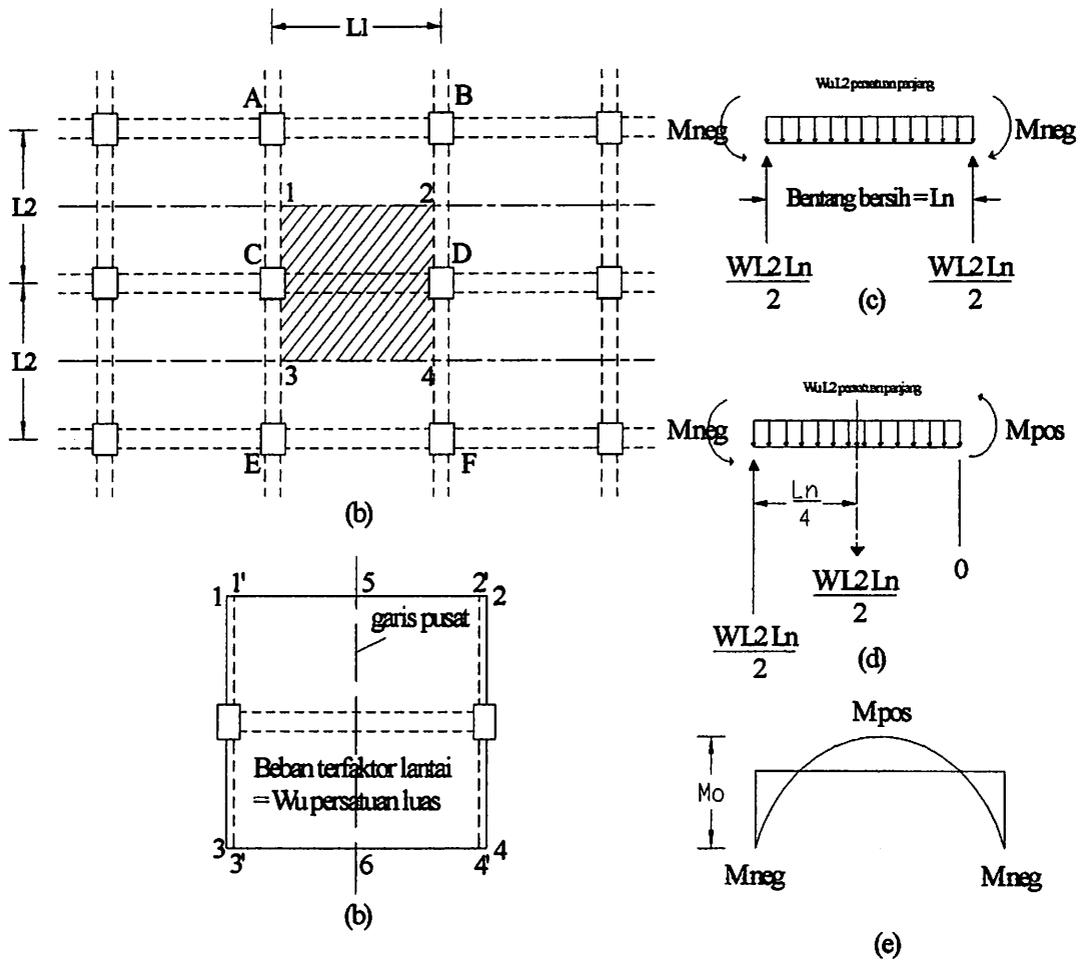
5. Beban yang diperhitungkan hanyalah beban grafitasi saja dan tersebar merata pada seluruh panel. Beban hidup tidak boleh lebih dari 2 kali beban mati.
6. Untuk suatu panel yang mempunyai balok diantara tumpuan pada semua sisinya, kekakuan relatif dari balok dalam dua arah yang tegak lurus  $(\alpha_1 \cdot l_2) / (\alpha_2 \cdot l_1)$  tidak boleh kurang dari 0,2 dan tidak boleh lebih dari 5,0.

#### 2.2.4.1. Momen Statis Total Terfaktor

Menurut SNI 03-2847-2002 pasal 15.6.2.1 momen statis total untuk suatu bentang harus ditentukan dalam suatu jalur yang secara lateral dibatasi oleh garis sumbu panel pada tiap sisi garis sumbu tumpuan.

Ditinjau dua panel cirian ABCD dan CDEF dalam sistem lantai dua arah pada gambar 2.2.4.1.1(a) ukuran panel arah longitudinal dan transversal masing-masing  $L_1$  dan  $L_2$ . Garis 1-2 dan 3-4 merupakan garis pusat dari panel ABCD dan CDEF, keduanya sejajar dengan arah longitudinal. Pelat lantai dan balok yang tercakup dan dibatasi oleh garis 1-2 dan 3-4 dalam arah longitudinal dan oleh garis 1'-3' dan 2'-4' pada muka balok diarah transversal, diisolir. Beban yang bekerja pada benda bebas (*free body*) lihat gambar 2.7.(c) adalah  $W_u \cdot L_2$  persatuan panjang dalam arah memanjang. Gaya total yang bekerja keatas pada garis 1'-3' atau 2'-4' adalah  $W_u \cdot l_u \cdot l_n / 2$ , dimana  $W_u$  adalah beban terfaktor persatuan

luas dan  $L_n$  adalah bentang bersih didalam arah memanjang antara muka tumpuan.



**Gambar 2.2.4.1.1 Statika dari panel-dalam cirian dari sistem lantai dua arah**

(Sumber: Wang, 1985:122)

Jika  $M_{neg}$  dan  $M_{pos}$  adalah harga numerik dari momen lentur negatif dan positif sepanjang garis 1'-3' dan 5-6, maka keseimbangan momen untuk benda bebas pada gambar 2.2.4.1.1.(d)

$$M_{neg} + M_{pos} = \frac{1}{8} W_u \cdot L_2 \cdot L_n^2 \dots\dots\dots 2.1$$

Untuk panel luar cirian, momen negatif pada tumpuan dalam akan lebih besar dari yang terjadi pada tumpuan luar, momen positif maksimum akan terjadi pada sebelah kiri dari tengah bentang, lihat gambar 2.2.4.1.2(c). didalam perencanaan lazim untuk menggunakan  $M_{pos}$  pada tengah bentang untuk menentukan tulangan momen positif.

$$\frac{M_{neg(kiri)} + M_{neg(kanan)}}{2} + M_{pos} = \frac{1}{8} \cdot W_u \cdot L_2 \cdot L_n^2 \dots\dots\dots 2.2$$

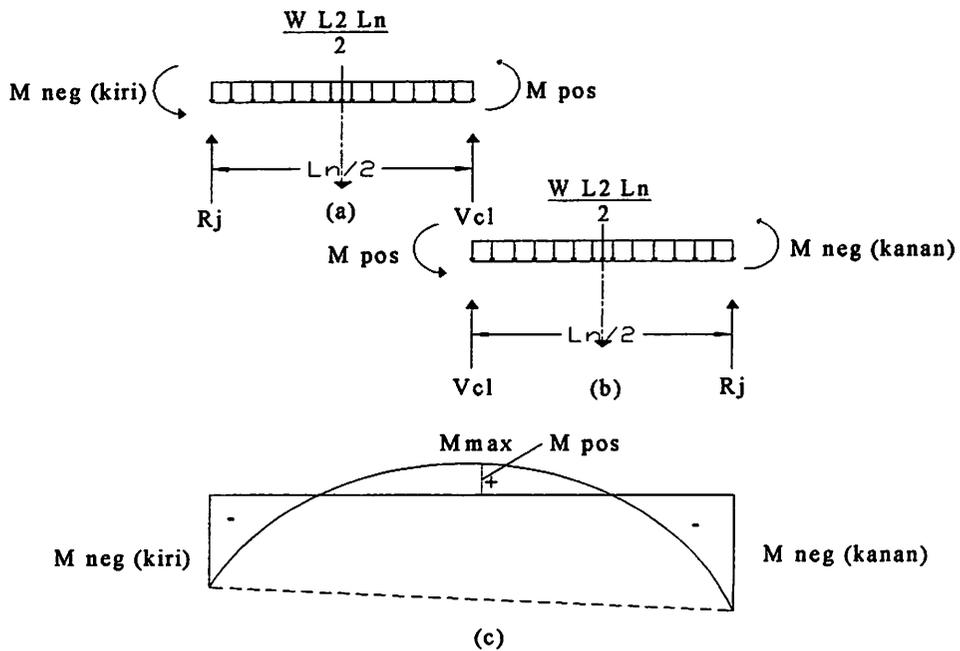
Bukti untuk persamaan 2.2 dapat dengan menuliskan perencanaan keseimbangan momen terhadap ujung kiri dari benda bebas dalam, lihat gambar 2.2.4.1.2(a).

$$M_{neg(kiri)} + M_{pos} = \frac{W_u \cdot L_2 \cdot L_n}{2} \left( \frac{L_n}{4} \right) - V_{CL} \left( \frac{L_n}{2} \right) \dots\dots\dots 2.3$$

Dan dengan menuliskan persamaan keseimbangan momen terhadap ujung kanan dari benda bebas dalam gambar 2.8.(b)

$$M_{neg(kanan)} + M_{pos} = \frac{W_u \cdot L_2 \cdot L_n}{2} \left( \frac{L_n}{4} \right) - V_{CL} \left( \frac{L_n}{2} \right) \dots\dots\dots 2.4$$

Persamaan 2.2 diperoleh dengan jalan menjumlahkan kedua persamaan sebelumnya dan membagi kedua pihak dengan 2. Persamaan 2.2. juga dapat diperoleh, seperti lihat gambar 2.2.4.1.2(c), dengan superposisi dari bidang momen positif parabolis akibat beban merata diatas bentang sederhana terhadap diagram momen negatif trapesium akibat momen ujung.



**Gambar 2.2.4.1.2 Statika dari panel luar cirian dari sistem lantai dua arah**  
**(Sumber: Wang, 1985:122)**

SNI 03-2847-2002 pasal 15.6.2.1. menggunakan simbol  $M_o$  untuk  $(W_u \cdot L_2 \cdot L_n^2) / 8$  dan  $M_o$  (*momen statis total berfaktor*). Pasal tersebut menyatakan, “ Jumlah absolut dari momen terfaktor negatif rata-rata dan positif dalam setiap arah tidak boleh kurang dari “  $M_o$  ; atau

$$\frac{M_{neg(kiri)} + M_{neg(kanan)}}{2} + M_{pos} \geq M_o = \frac{W_u \cdot L_2 \cdot L_n^2}{8} \dots\dots\dots 2.5$$

dimana:

$W_u$  = beban terfaktor persatuan luas

$L_n$  = bentang bersih dalam arah mana momen dihitung, diukur dari muka kolom, kepala kolom, konsol pendek atau dinding.  $L_n$  tidak boleh kurang dari  $0.65 L_1$ .

$L_1$  = panjang bentang di dalam arah mana momen ditentukan, diukur dari pusat ke pusat tumpuan.

$L_2$  = panjang bentang transversal, diukur dari pusat ke pusat tumpuan.

Kasus momen statis total berfaktor pada lantai cendawan dapat dilihat pada tinjauan berikut. Ditinjau panel dalam cirian suatu lantai cendawan yang memikul beban merata berfaktor  $W_u$  persatuan luas, seperti gambar 2.2.4.1.3(a) beban total pada permukaan panel (persegi dikurangi empat seperempat lingkaran) ditumpu oleh geser vertikal pada ke empat busur seperempat lingkaran.  $M_{neg}$  dan  $M_{pos}$  menyatakan masing-masing momen negatif total sepanjang tepi ABCD momen positif total sepanjang EF terhadap sumbu horizontal diarah  $L_2$ , sehingga beban pada permukaan ABCDEF = jumlah reaksi pada busur AB dan CD.<sup>4</sup>

$$= W_u \left( \frac{L_1 \cdot L_2}{2} - \frac{\pi \cdot c^2}{8} \right) \dots\dots\dots 2.6$$

---

<sup>4</sup> Wang, Chu-Kia. & Salmon G., Charles. 1985. *Desain Beton Bertulang Edisi ke-4 Jilid 2*. Terjemahan oleh Binsar Hariandja. 1989. Jakarta: Erlangga. h. 124.

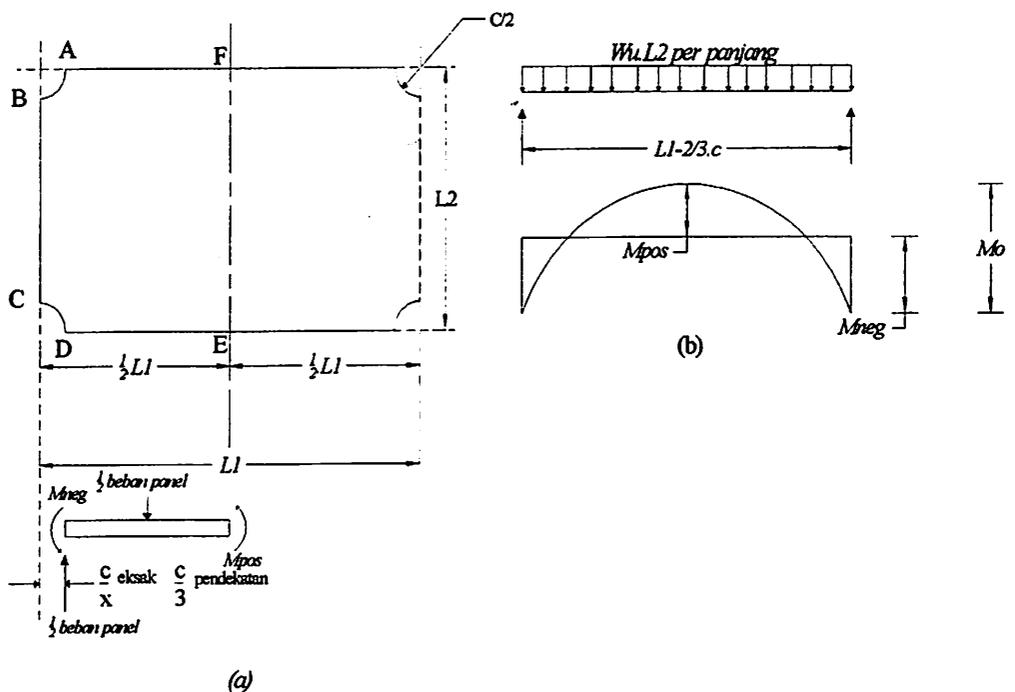
Dengan meninjau setengah panel ABCDEF sebagai benda bebas, dan dengan mengingat tidak adanya geser pada tepi BC, DE, EF, dan FA, maka dengan mengambil momen terhadap sumbu 1-1 diperoleh ;

$$M_{neg} + M_{pos} + W_u \left( \frac{L_1 \cdot L_2}{2} - \frac{\pi \cdot c^2}{8} \right) \left( \frac{c}{\pi} \right) - \frac{W_u \cdot L_1 \cdot L_2}{2} \left( \frac{L_1}{4} \right) + \frac{W_u \cdot \pi \cdot c^2}{8} \left( \frac{2c}{3\pi} \right) = 0 \dots\dots\dots 2.7$$

Dengan memasukkan  $M_o = M_{neg} + M_{pos}$

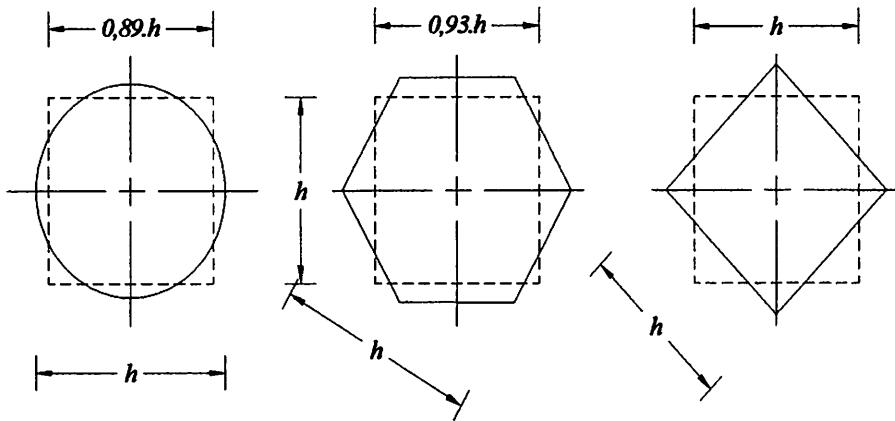
$$M_o = \frac{1}{8} \cdot W_u \cdot L_2 \cdot L_1^2 \left( 1 - \frac{4c}{\pi \cdot L_1} + \frac{c^3}{3 \cdot L_2 \cdot L_1^2} \right) \dots\dots\dots 2.8$$

Sebenarnya persamaan 2.7 dapat dilihat dengan jelas dari pemeriksaan bentang interior ekuivalen yang di tujukkan dalam gambar 2.9.(b)



**Gambar 2.2.4.1.3 Statika dari panel-dalam cirian pada sistem lantai cendawan (Sumber: Wang,1985:125)**

SNI 03-2847-2002 pasal 15.6.2.1. menyatakan bahwa tumpuan yang berbentuk lingkaran atau polygon beraturan harus diperlakukan sebagai tumpuan bujur sangkar dengan luas yang sama, yang disajikan pada gambar 2.2.4.1.4.



**Gambar 2.2.4.1.4 Penampang persegi ekuivalen untuk komponen-komponen pendukung (Sumber SNI-03-2847-2002:144)**

**2.2.4.2. Distribusi Momen di Arah Longitudinal**

Dalam metoda perencanaan langsung kurva-kurva diarah panjang bentang tidak perlu dihitung dengan analisa elastis (misalnya metode distribusi momen) dari portal kaku ekuivalen terhadap berbagai pola pembebanan, tetapi untuk keadaan yang teratur momen-momen ditentukan secara nominal, dengan penyesuaian tambahan untuk pengaruh pembebanan.

SNI 03-2847-2002 pasal 15.6.3 pada bentang interior, momen statis total terfaktor  $M_o$  harus didistribusikan sebagai berikut :

Momen negatif terfaktor.....0,65

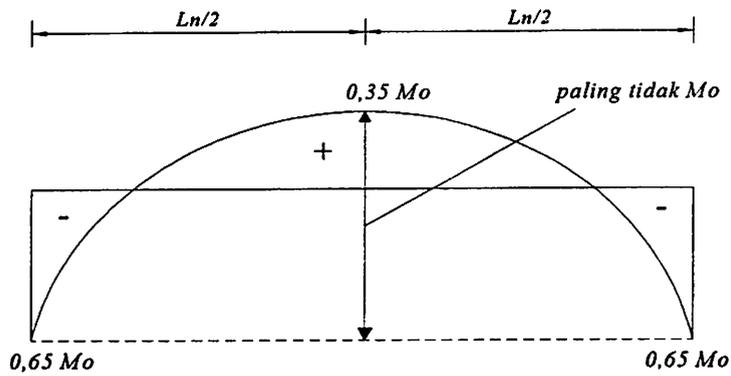
Momen positif terfaktor.....0,35

Sedangkan pada bentang ujung, momen statis total terfaktor  $M_o$  harus didistribusikan dengan tabel 2.4. sebagai berikut :

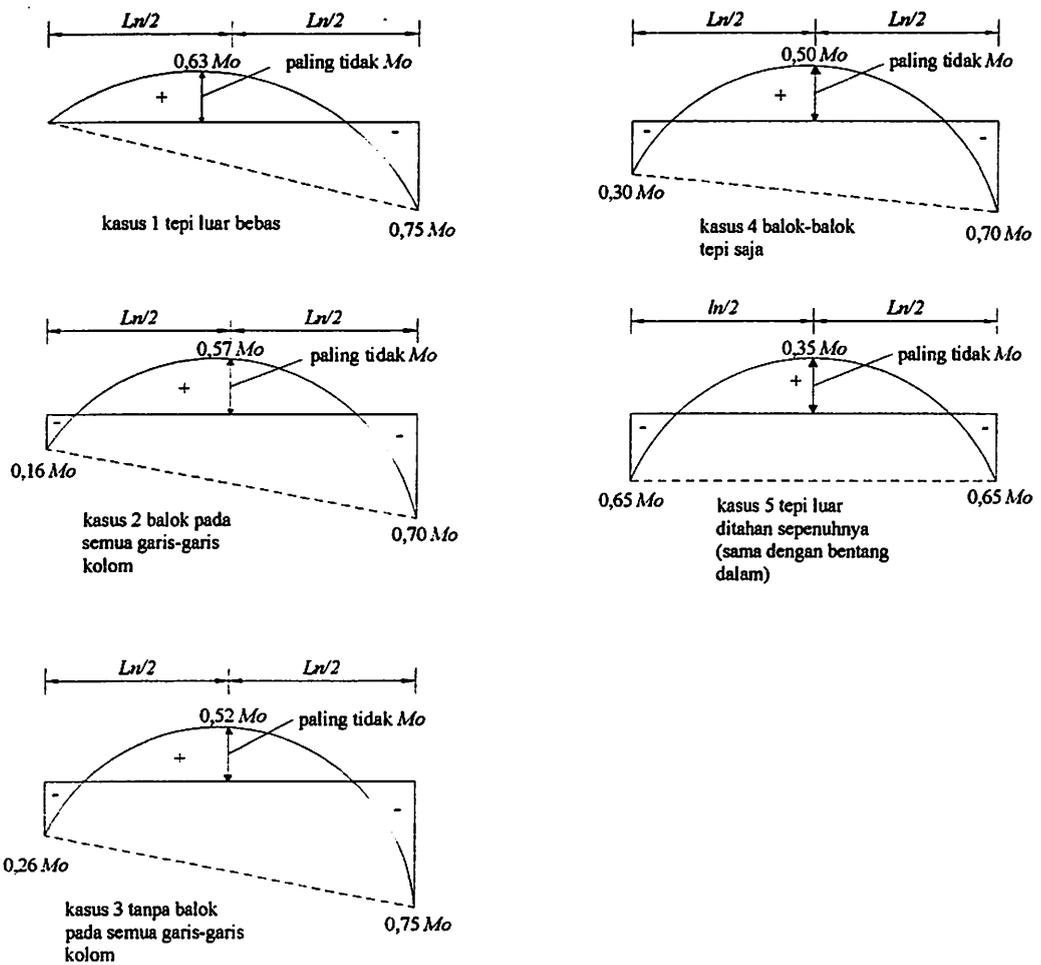
**Tabel 2.2.4.2.1 Distribusi momen total terfaktor  $M_o$  (Sumber: SNI-03-2847-2002:145)**

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
	Tepi luar tak terkekang	Plat dengan balok diantara semua tumpuan	Plat tanpa balok diantara tumpuan-tumpuan dalam	Tanpa balok tepi / Dengan balok tepi	Tepi luar terkekang penuh
Momen terfaktor negatif dalam	0,75	0,70	0,70	0,70	0,65
Momen terfaktor positif	0,63	0,57	0,52	0,50	0,35
Momen terfaktor negatif luar	0	0,16	0,26	0,30	0,65

Distribusi momen pada bentang dalam dan luar dapat pula dinyatakan dalam bentuk diagram momen seperti gambar 2.2.4.2.1 dan gambar 2.2.4.2.2.



**Gambar 2.2.4.2.1 Diagram momen memanjang untuk bentang dalam**  
(Sumber: Wang, 1985:143)

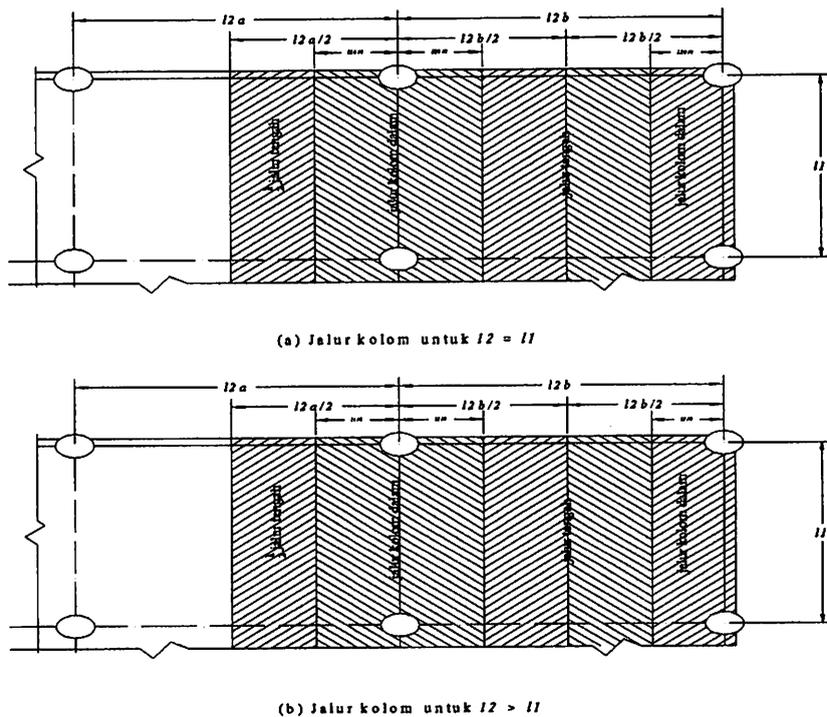


**Gambar 2.2.4.2.2 Diagram momen diarah memanjang untuk bentang luar**  
(Sumber: Wang, 1985:143)

Menurut SNI 03-2847-2002 pasal 15.6.7 momen statis total terfaktor boleh dimodifikasi sebesar 10% selama momen statis total terfaktor  $M_o$  untuk suatu panel dalam arah yang ditinjau tidak kurang dari jumlah yang disyaratkan dalam persamaan 2.5.

### 2.2.4.3. Distribusi Transversal dari Momen Longitudinal

Harga-harga momen longitudinal yang diperoleh dengan metoda perencanaan langsung adalah untuk keseluruhan lebar (jumlah dari dua parohan lebar panel didalam arah transversal, untuk garis kolom-dalam) dari portal kaku ekuivalen. Masing-masing momen ini harus dibagikan diantara jalur kolom dan kedua parohan jalur tengah seperti yang didefinisikan dalam gambar 2.2.4.3.1.



**Gambar 2.2.4.3.1 Definisi dari jalur kolom dan jalur tengah (Sumber: Sudarmoko, 1996:60)**

Menurut SNI 03-2847-2002 pasal 15.2.1, jika dua bentang transversal berdekatan adalah masing-masing  $\ell_2$ , maka lebar dari jalur kolom menjadi sama dengan setengah  $\ell_2$ , atau setengah bentang longitudinal  $\ell_1$ , tergantung mana yang lebih kecil. Untuk garis kolom luar (tepi) lebar jalur kolom seperempat dari  $\ell_1$  atau seperempat  $\ell_2$  tergantung mana yang lebih kecil.

Distribusi transversal dari momen longitudinal terhadap jalur kolom dan jalur tengah merupakan fungsi dari tiga parameter, yang menggunakan  $\ell_1$  dan  $\ell_2$  untuk masing-masing bentang longitudinal dan transversal; (1) perbandingan  $\ell_1/\ell_2$ , (2) perbandingan  $\alpha_1 = E_{cb} I_b / (E_{cs} I_s)$  dari kekakuan balok longitudinal terhadap kekakuan pelat dan, (3) perbandingan  $\beta_1 = E_{cb} C / (E_{cs} I_s)$  dari kekakuan torsi penampang balok tepi terhadap kekakuan lentur dari pelat yang lebarnya sama dengan panjang bentang dari balok tepi.<sup>6</sup>

Menurut SNI 03-2847-2002 pasal 15.6.4 mengatur pendistribusian momen terfaktor lajur kolom. Lajur kolom harus memikul momen terfaktor negatif harus dalam dengan prosentase berikut :

**Tabel 2.2.4.3.1 Momen terfaktor negatif dalam (Sumber: SNI-03-2847-2002:146)**

$\ell_1 / \ell_2$	0,5	1	2
$(\alpha_1 \ell_2 / \ell_1) = 0$	75	75	75
$(\alpha_1 \ell_2 / \ell_1) \geq 1,0$	90	75	45

Interpolasi linier harus dilakukan untuk nilai-nilai antara

Lajur kolom juga harus dirancang mampu memikul momen terfaktor negatif luar dalam persen sebagai berikut :

**Tabel 2.2.4.3.2 Momen terfaktor negatif luar (Sumber: SNI-03-2847-2002:146)**

$l_1/l_2$		0,5	1	2
$(\alpha_1 l_2 / l_1) = 0$	$\beta_i = 0$	100	100	100
	$\beta_i \geq 2,5$	75	75	75
$(\alpha_1 l_2 / l_1) \geq 1,0$	$\beta_i = 0$	100	100	100
	$\beta_i \geq 2,5$	75	75	75

Interpolasi linier harus dilakukan untuk nilai-nilai antara

Untuk tumpuan yang terdiri dari kolom atau dinding yang memanjang sejarak sama atau lebih dari tiga perempat panjang bentang  $l_2$  yang digunakan untuk menghitung  $M_o$  maka momen negatif harus dianggap terbagi rata selebar  $l_2$ .

Lajur kolom harus dirancang mampu memikul momen terfaktor positif, dalam persen sebagai berikut :

**Tabel 2.2.4.3.3 Momen terfaktor positif (Sumber: SNI-03-2847-2002:146)**

$l_1/l_2$	0,5	1	2
$(\alpha_1 l_2 / l_1) = 0$	60	60	60
$(\alpha_1 l_2 / l_1) \geq 1,0$	90	75	45

Interpolasi linier harus dilakukan untuk nilai-nilai antara

Untuk pelat dengan balok diantar tumpuannya, bagian pelat pada lajur kolom harus direncanakan mampu memikul momen lajur kolom yang tidak dipikul oleh balok.

Sedangkan pada SNI 03-2847-2002 pasal 15.6.6 mengatur pendistribusian momen terfaktor lajur tengah adalah sebagai berikut :

- a) Bagian dari momen terfaktor negatif dan positif yang tidak dipikul lajur kolom harus dibagikan secara proposional pada setengah lajur-lajur tengah yang berada disebelahnya.
- b) Masing-masing lajur tengah harus direncanakan mampu memikul jumlah momen yang diberikan pada kedua setengah lajur tengah yang bersebelahan.
- c) Suatu lajur tengah yang berdekatan dan sejajar dengan suatu tepi yang ditumpu oleh dinding harus direncanakan mampu memikul dua kali momen yang dibagikan pada setengah lajur tengah yang berdekatan dengan tumpuan dalam pertama.

**2.2.5. Pemindahan Momen dan Geser pada Pertemuan antara Pelat dan Kolom**

Untuk kolom-kolom dan pelat yang bertemu pada titik-titik buhul secara monolit, diperlukan pemindahan momen dan geser antar pelat dan ujung-ujung kolom. Momen-momen dapat ditimbulkan oleh beban lateral akibat pengaruh angin atau gempa yang bekerja pada portal bertingkat banyak atau oleh beban gravitasi yang tidak berimbang pada suatu kolom-dalam sebagi berikut :

$$M = 0,07 \left[ (w_d + 0,5w_L) l_2 (l_n)^2 - w_d \cdot l_2 (l_n)^2 \right] \dots\dots\dots 2.9$$

Dimana :

$W_d$  = beban mati terfaktor persatuan luas

$W_L$  = beban hidup terfaktor per satuan luas

$W_d', l_2', l_n'$  adalah notasi untuk bentang pendek

Momen diatas masih harus dibagikan diantara kedua ujung kolom atas dari kolom bawah yang bertemu dalam titik buhul. Pembagian dari momen terfaktor total  $M_u$  terhadap  $M_b$  yang dipindahkan oleh lentur dan  $M_v$  yang dipindahkan oleh geser sebagai berikut:

$$M_b = \frac{M_u}{1 + \frac{2}{3} \sqrt{\frac{c_1 + d}{c_2 + d}}} \dots\dots\dots 2.13$$

$$M_v = M_u - M_b \dots\dots\dots 2.14$$

Momen  $M_b$  dianggap diperoleh melalui pelat selebar  $(c_1 + 1,5h)$ ,  $h$  tebal pelat atau pertebalan. Pemusatan dari penulangan didalam lebar ini dengan spasi yang lebih kecil atau dengan penambahan tulangan dapat digunakan untuk memikul momen ini. Momen  $M_v$  yang dipindahkan oleh geser ( $V_u$ ) yang bersangkutan pada titik pusat dari permukaan geser sekitar keliling yang berada sejarak  $1/2d$  dari sisi kolom, lihat gambar 2.2.5.1.

Jika  $c_1 = c_2$ , persamaan 2.13 menjadi :

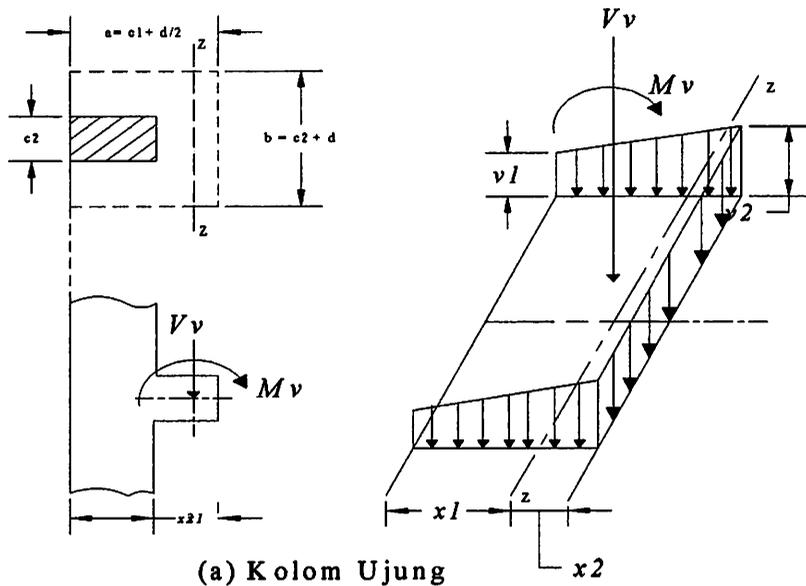
$$M_b = 0,60 M_u$$

Jika  $c_2 = 2c_1$  dan  $c_1 = d$ , persamaan 2.13 menjadi :

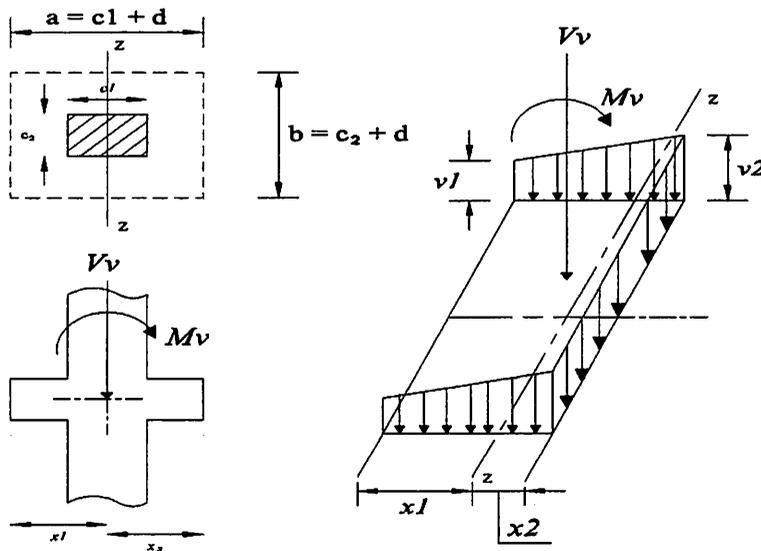
$$M_b = 0,648 M_u$$

Dengan melihat gambar 2.2.5.1 :

$$V_1 = \frac{V_u}{\phi \cdot A_c} - \frac{M_v \cdot x_1}{\phi \cdot I_c} \dots\dots\dots 2.15$$



(a) Kolom Ujung



(b) Kolom tengah

**Gambar 2.2.5.1 Pelimpahan geser dari momen kekolom (Sumber: Wang, 1985:186)**

Jika  $c_1 = c_2$ , persamaan 2.13 menjadi :

$$M_b = 0,60 M_u$$

Jika  $c_2 = 2c_1$  dan  $c_1 = d$ , persamaan 2.13 menjadi :

$$M_b = 0,648 M_u$$

Dengan melihat gambar 2.2.5.1 :

$$V_1 = \frac{V_u}{\phi.A_c} - \frac{M_v.x_1}{\phi.I_c} \dots\dots\dots 2.15$$

$$V_2 = \frac{V_u}{\phi.A_c} + \frac{M_v.x_2}{\phi.I_c} \dots\dots\dots 2.16$$

Dimana  $I_c$  analog dengan momen inersia polar terhadap sumbu z-z. untuk kolom luar  $x_1$  dan  $x_2$  diperoleh dengan menempatkan geser vertikal yang dinyatakan dengan garis putus-putus ( $a + b + c$ ) pada gambar 2.14.

$$A_c = (2a + b)d \dots\dots\dots 2.17$$

$$I_c = d \left[ \frac{2}{3} a^3 - (2a + b)x_2^2 \right] + \frac{ad^3}{6} \dots\dots\dots 2.18$$

Sedangkan untuk kolom interior

$$A_c = 2(a + b)d \dots\dots\dots 2.19$$

$$I_c = d \left[ \frac{a^3}{6} - \frac{ba^3}{2} \right] + \frac{ad^3}{6} \dots\dots\dots 2.20$$

### 2.2.6. Dasar Penulangan Struktur Pelat Cendawan

Penulangan pelat dapat dilakukan apabila sudah ditetapkan, tebal pelat  $h$ , mutu beton  $f_c'$ , mutu baja  $f_y$ , dan momen rencana  $M_R$ . prosedur hitungan dapat disusun seperti langkah-langkah berikut :

1. Menentukan tinggi efektif  $d$  dari tebal pelat yang sudah ditentukan.
2. Menentukan lebar tinjauan pelat  $b$ , biasanya ditinjau tiap satu meter lebar.
3. Menghitung harga  $M_u / b.d^2$  dalam satuan  $Kn/m^2$ , diman harga  $M_u = M_R / \phi$
4. Menghitung rasio tulangan  $\rho_b, \rho_{maks}, \rho_{min}, \rho$
5. Menghitung  $A_s$  dengan  $A_s = \rho.b.d$
6. Periksa apakah  $\rho_{min} < \rho < \rho_{maks}$ .
7. Pilih tulangan dan jarak antar tulangan berdasarkan persyaratan jarak antara tulangan dan selimut beton.

### 2.2.7. Analisa Kapasitas Lentur

Hitungan analisa kapasitas lentur tampang pelat dapat dilakukan jika diketahui tinggi efektif pelat  $d$ , mutu beton  $f_c'$ , mutu baja  $f_y$ , luas tulangan  $A_s$ .

Prosedur hitungan kapasitas lentur dapat disusun seperti langkah-langkah berikut :

1. menentukan lebar tinjauan pelat  $b$ , biasanya ditinjau tiap satu meter lebar.

2. Menentukan luas total tulangan yang ada  $A_s$  ada per meter lebar yang ditinjau.

3. Menentukan harga  $a = \frac{(A_{sada})f_y}{0,85.f_c.b}$

4. Menghitung harga  $M_u = (A_{sada})f_y.(d - 1/2 a)$

5. Menentukan harga momen nominal  $M_n = \phi.M_u > M_R$

Bila langkah terakhir dipenuhi maka penulangan lentur pelat tersebut memenuhi syarat lentur jadi aman terhadap lentur.

#### 2.2.8. Kekuatan Geser didalam Sistem Lantai Dua-arah

Kekuatan geser dari lantai pelat cendawan atau pelat datar sekitar kolom dalam cirian dibawah beban mati dan beban hidup penuh adalah analog dengan kekuatan geser dari pondasi hamparan persegi atau bujur sangkar yang dibebani oleh beban kolom terpusat, kecuali kalau yang satu merupakan kebalikan yang lainnya. Permukaan yang dicakup diantara pasangan garis-garis pusat yang sejajar dari panel-panel yang berdekatan dari lantai adalah mirip dengan permukaan pondasi, oleh karena itu tidak terdapat gaya geser sepanjang garis pusat dari panel-dalam cirian didalam system lantai.

Kekuatan geser dari pelat cendawan atau pelat datar pertama-tama harus diperiksa terhadap aksi balok lebar dan kemudian untuk aksi dua arah (SNI-03-2847-2002). Didalam aksi balok lebar, penampang kritis adalah sejajar dengan garis pusat panel dalam arah transfersal dan menerus pada seluruh jarak antara dua garis pusat panel longitudinal yang

berdekatan. Seperti pada balok satu arah, lebar  $b_w$  dari penampang kritis ini dikali dengan tinggi efektif  $d$  ditempatkan sejarak  $d$  dari sisi kepala kolom bujur sangkar ekuivalen atau dari sisi pertebalan, kalau ada. Kekuatan nominal dalam keadaan umum dimana tidak digunakan tulangan geser adalah<sup>5</sup>

$$V_n = V_c = \left( \frac{\sqrt{f_c'}}{6} \right) b_w \cdot d \dots\dots\dots 2.21$$

Aksi balok lebar (satu arah) ini jarang menentukan karena kecilnya gaya geser yang ditimbulkan bila dibanding dengan aksi dua arah.

Di dalam aksi dua arah, retak diagonal dapat terjadi disepanjang kerucut terpancung atau piramida sekeliling kolom. Dengan demikian penampang kritis ditempatkan sedemikian hingga kelilingnya  $b_o$  berada pada jarak setengah tinggi efektif diluar keliling pertebalan. Bila pertebalan tidak digunakan, tentu saja hanya ada satu penampang kritis untuk aksi dua arah. kekuatan geser nominal adalah (SNI-03-2847-2002 Pasal 13.12.(2).(1)) memberikan persamaan nilai  $V_c$  yang harus diambil nilai terkecil

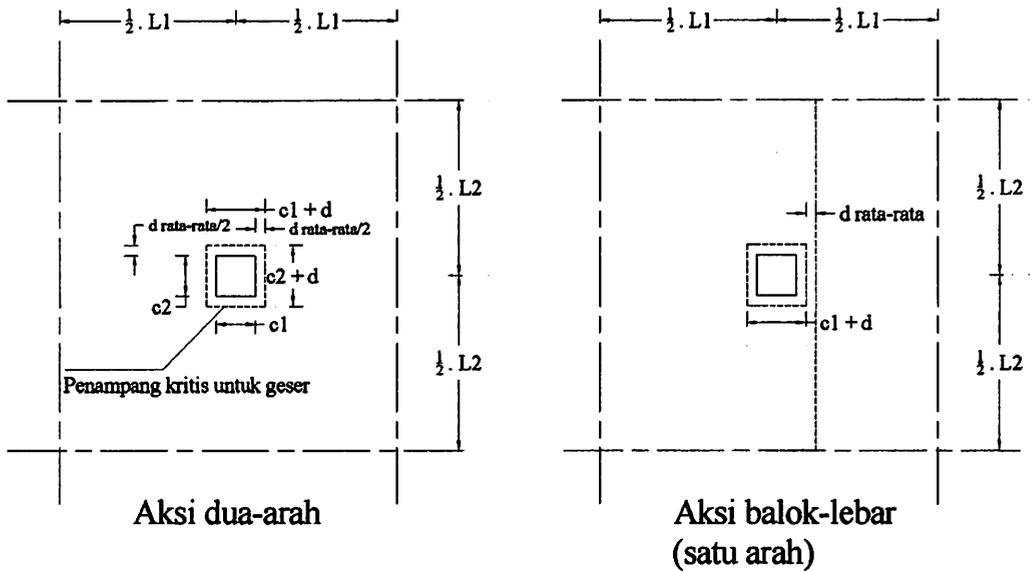
$$V_c = \left( 1 + \frac{2}{\beta_c} \right) \frac{\sqrt{f_c'} b_o d}{6} \dots\dots\dots 2.22$$

Dimana  $\beta_c$  adalah rasio dari sisi panjang terhadap sisi pendek pada kolom, daerah beban terpusat atau daerah reaksi

$$V_c = \left( \frac{\alpha_s d}{b_o} + 2 \right) \frac{\sqrt{f_c'} b_o d}{12} \dots\dots\dots 2.23$$

Dimana  $\alpha_s$  adalah 40 untuk kolom dalam, 30 untuk kolom tepi, 20 untuk kolom sudut, dan

$$V_c = \frac{1}{3} \sqrt{f_c' b_o d} \dots\dots\dots 2.24$$



**Gambar 2.2.8.1 Penampang kritis untuk geser dalam perencanaan lantai cendawan (Sumber : Wang, 1985:175)**

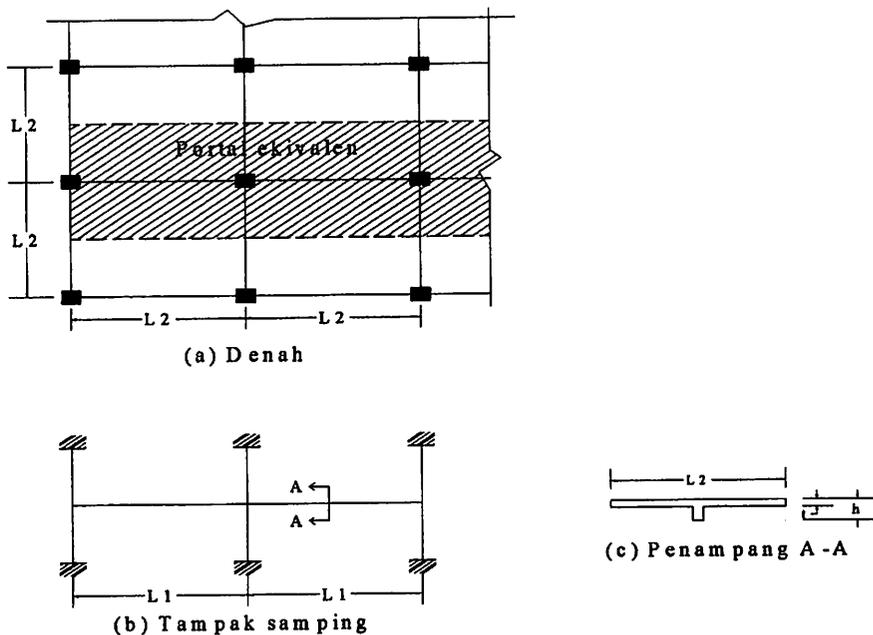
**2.3. Perbandingan Kekakuan Relatif dari Balok Memanjang terhadap Pelat**

Bila balok-balok digunakan sepanjang garis-garis kolom dalam suatu sistem lantai dua arah, suatu parameter penting yang mempengaruhi perencanaan adalah ukuran relatif dari tebal balok terhadap pelat. Parameter ini secara terbaik diukur dengan perbandingan  $\alpha$  dari kekakuan lentur  $E_{cb}I_b$  dari balok terhadap kekakuan lentur  $E_{cs}I_s$  dari pelat didalam penampang transversal dari portal ekuivalen dalam gambar 2.3.1. Modulus elastisitas yang terpisah  $E_{cb}$  dan  $E_{cs}$  , untuk masing-masing balok dan pelat, dimaksudkan untuk kemungkinan kekuatan balok dan pelat yang

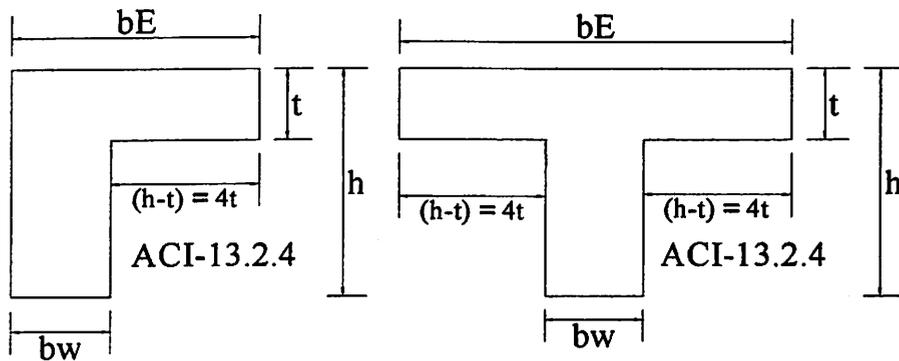
berbeda. Momen inersia  $I_b$  dan  $I_s$  adalah penampang kasar balok dan pelat pada penampang dalam gambar 2.3.1(c).

Didalam peraturan ACI-13.2.4 mengizinkan pengikutan pelat pada setiap sisi dari badan balok untuk bekerja sebagai bagian dari balok, bagian pelat ini dibatasi hanya dalam proyeksi dari balok diatas atau dibawah dari balok, tergantung mana yang lebih besar, namun tak boleh melebihi empat kali tebal pelat, seperti dalam gambar 2.3.2. Lebih tepatnya, bagian kecil dari pelat yang telah diperhitungkan dalam balok tidak boleh dihitung lagi untuk  $I_s$ , namun ACI mengizinkan penggunaan dari lebar total dari portal ekivalen didalam perhitungan  $I_s$ . sehingga

$$\alpha = \frac{E_{cb} I_b}{E_{cs} I_s}$$



**Gambar 2.3.1 Denah, tampak, dan penampang portal ekivalen dalam sistem lantai dua arah (Sumber : Wang, 1985:130)**



**Gambar 2.3.2 Momen inersia penampang dengan flens**

(Sumber : Wang, 1985:130)

$$I_g = k \frac{b_w h^3}{12}$$

$$k = \frac{1 + \left(\frac{b_E}{b_w} - 1\right) \left(\frac{t}{h}\right) \left[ 4 - 6 \left(\frac{t}{h}\right) + 4 \left(\frac{t}{h}\right)^2 + \left(\frac{b_E}{b_w} - 1\right) \left(\frac{t}{h}\right)^3 \right]}{1 + \left(\frac{b_E}{b_w} - 1\right) \left(\frac{t}{h}\right)}$$

Momen inersia dari penampang balok dengan flens terhadap sumbu pusatnya (Gambar 2.17) dapat ditunjukkan sebagai

$$I_g = k \frac{b_w h^3}{12} \dots\dots\dots 2.25$$

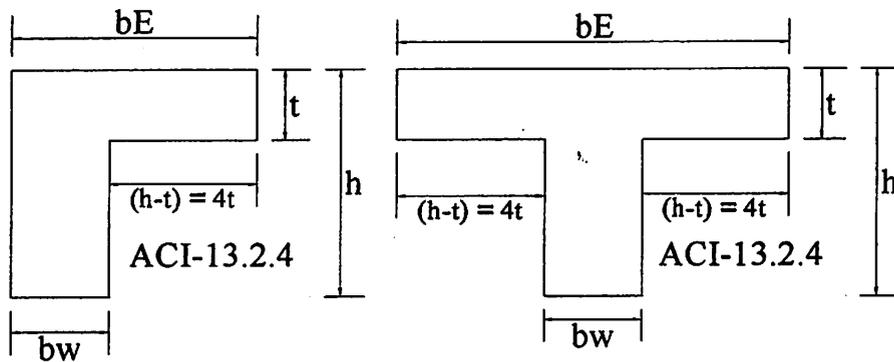
Dalam mana

$$k = \frac{1 + \left(\frac{b_E}{b_w} - 1\right) \left(\frac{t}{h}\right) \left[ 4 - 6 \left(\frac{t}{h}\right) + 4 \left(\frac{t}{h}\right)^2 + \left(\frac{b_E}{b_w} - 1\right) \left(\frac{t}{h}\right)^3 \right]}{1 + \left(\frac{b_E}{b_w} - 1\right) \left(\frac{t}{h}\right)} \dots\dots\dots 2.26$$

Dimana :

h = tinggi total balok

t = tebal total pelat



**Gambar 2.3.2 Momen inersia penampang dengan flens**

(Sumber : Wang, 1985:130)

$$I_g = k \frac{b_w h^3}{12}$$

$$k = \frac{1 + \left(\frac{b_E}{b_w} - 1\right) \left(\frac{t}{h}\right) \left[ 4 - 6\left(\frac{t}{h}\right) + 4\left(\frac{t}{h}\right)^2 + \left(\frac{b_E}{b_w} - 1\right) \left(\frac{t}{h}\right)^3 \right]}{1 + \left(\frac{b_E}{b_w} - 1\right) \left(\frac{t}{h}\right)}$$

Momen inersia dari penampang balok dengan flens terhadap sumbu pusatnya (Gambar 2.17) dapat ditunjukkan sebagai

$$I_g = k \frac{b_w h^3}{12} \dots\dots\dots 2.25$$

Dalam mana

$$k = \frac{1 + \left(\frac{b_E}{b_w} - 1\right) \left(\frac{t}{h}\right) \left[ 4 - 6\left(\frac{t}{h}\right) + 4\left(\frac{t}{h}\right)^2 + \left(\frac{b_E}{b_w} - 1\right) \left(\frac{t}{h}\right)^3 \right]}{1 + \left(\frac{b_E}{b_w} - 1\right) \left(\frac{t}{h}\right)} \dots\dots\dots 2.26$$

Dimana :

h = tinggi total balok

t = tebal total pelat

$b_E$  = lebar efektif flens

$b_w$  = lebar badan balok

Persamaan (2.25) menyatakan tanpa dimensi  $k$  didalam fungsi dari  $(b_E/b_w)$  dan  $(t/h)$ . harga-harga cirian dari  $k$  disajikan dalam tabel 2.3.1.

**Tabel 2.3.1 harga-harga  $k$  didalam  $(b_E/b_w)$  dan  $(t/h)$  pada persamaan 2.26**

		$t/h$									
$b_E/b_w$	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	
2	1,222	1,328	1,366	1,372	1,375	1,396	1,454	1,565	1,743	2,000	
3	1,407	1,565	1,605	1,608	1,625	1,694	1,844	2,098	2,477	3,000	
4	1,565	1,744	1,777	1,781	1,825	1,956	2,212	2,621	3,209	4,000	

(Sumber : Chu-Kia Wang, Disain beton bertulang jilid1:131)

## **2.4. Kinerja Struktur Gedung**

### **2.4.1. Kinerja Batas Layan**

2.4.1.1. Kinerja batas layan struktur gedung ditentukan oleh simpangan antar-tingkat akibat pengaruh gempa rencana, yaitu untuk membatasi terjadinya pelepasan baja dan peretakan beton yang berlebihan, disamping itu untuk mencegah kerusakan non-struktur dan ketidaknyamanan penghuni. Simpangan antar tingkat ini harus dihitung dari simpangan struktur gedung tersebut akibat pengaruh gempa nominal yang telah dibagi factor skala.

2.4.1.2. Untuk memenuhi persyaratan kinerja batas layan struktur gedung, dalam segala hal simpangan antar-tingkat yang dihitung dari simpangan struktur gedung menurut pasal 2.4.1.1 tidak boleh melampaui  $0,03/R$  kali tingkat yang bersangkutan atau 30 mm, bergantung yang mana nilai terkecil.

### **2.4.2. Kinerja Batas Ultimit**

2.4.2.1. Kinerja batas ultimit struktur gedung ditentukan oleh simpangan dan simpangan antar-tingkat maksimum struktur gedung akibat pengaruh gempa rencana dalam kondisi struktur gedung di ambang keruntuhan, yaitu untuk membatasi kemungkinan terjadinya keruntuhan struktur gedung yang dapat menimbulkan korban jiwa manusia dan untuk mencegah benturan berbahaya antar-gedung atau antar bagian struktur gedung yang dipisah dengan sela pemisah (sela delatasi). Sesuai Pasal 4.3.3 dalam SNI – 1726 – 2002 simpangan dan simpangan antar-tingkat ini harus dihitung dari simpangan struktur gedung akibat pembebanan gempa nominal, dikalikan dengan suatu factor pengali  $\xi$  sebagai berikut :

- Untuk struktur gedung beraturan :

$$\xi = 0,7.R$$

- Untuk struktur gedung tidak beraturan :

$$\xi = 0,7.R / \text{Faktor skala}$$

Dimana R adalah faktor reduksi gempa struktur gedung tersebut dan faktor skala adalah seperti yang ditetapkan dalam Pasal 7.2.3 SNI – 1726 – 2002.

2.4.2.2. Untuk memenuhi persyaratan kinerja batas ultimit struktur gedung, dalam segala hal simpangan antar tingkat yang dihitung dari simpangan struktur gedung menurut pasal 2.4.2.1 tidak boleh melampaui 0,02 kali tinggi tingkat yang bersangkutan.

2.4.2.3. Jarak pemisah antar-gedung harus ditentukan paling sedikit sama dengan jumlah simpangan maksimum masing-masing struktur gedung pada taraf itu yang dihitung dengan cara yang disebut dalam Pasal 2.4.2.1. dalam segala hal masing-masing jarak tersebut tidak boleh kurang dari 0,025 kali ketinggian taraf itu diukur dari taraf penjepitan lateral.

2.4.2.4. Dua bagian struktur gedung yang tidak direncanakan untuk bekerja sama sebagai satu kesatuan dalam mengatasi pengaruh gempa rencana, harus dipisahkan yang satu terhadap yang lainnya dengan suatu sela pemisah (sela delatasi) yang lebarnya paling sedikit harus sama dengan jumlah simpangan masing-masing bagian struktur gedung pada taraf itu yang dihitung dengan cara yang disebut dalam Pasal 2.4.2.1. Dalam segala hal lebar sela pemisah tidak boleh ditetapkan kurang dari 75 mm.

2.4.2.5. Sela pemisah yang disebut dalam pasal 2.4.2.1 harus direncanakan detailnya dan dilaksanakan sedemikian rupa, sehingga senantiasa bebas dari kotoran atau benda-benda penghalang. Lebar sela pemisah juga harus memenuhi toleransi pelaksanaan.

2.4.3. Eksentrisitas pusat massa terhadap pusat rotasi lantai tingkat

2.4.3.1. Pusat massa lantai tingkat suatu struktur gedung adalah titik tangkap resultante beban mati, berikut beban hidup yang sesuai, yang bekerja pada lantai tingkat itu. Pada perencanaan struktur gedung, pusat massa adalah titik tangkap beban gempa static ekuivalen atau gaya gempa dinamik.

2.4.3.2. Pusat rotasi lantai tingkat suatu struktur gedung adalah suatu titik pada lantai tingkat itu yang bila suatu beban horizontal bekerja padanya, lantai tingkat tersebut tidak berotasi, tetapi hanya bertranslasi, sedangkan lantai-lantai tingkat lainnya yang tidak mengalami beban horizontal semuanya berotasi dan bertranslasi.

2.4.3.3. 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:

Untuk  $0 < e \leq 0,3 b \implies e_d = 1,5 e + 0,05 b$  atau  $e_d = e - 0,05 b$

Untuk  $e > 0,3 b \implies e_d = 1,33 e + 0,1 b$  atau  $e_d = 1,17 - 0,1 b$

Dan dipilih diantara keduanya yang pengaruhnya paling menentukan untuk unsur atau subsistem struktur gedung yang ditinjau.

## 2.5. Perencanaan Gempa

### 2.5.1. Beban Gempa Nominal Statik Ekuivalen

2.5.1.1. Struktur gedung beraturan dapat direncanakan terhadap pembebanan gempa nominal akibat pengaruh rencana dalam arah masing-masing sumbu utama denah struktur tersebut, berupa beban gempa nominal statik ekuivalen, yang ditetapkan lebih lanjut dalam pasal-pasal berikut.

2.5.1.2. Apabila kategori gedung memiliki factor keutamaan I menurut tabel 1 dan gempa rencana memiliki faktor reduksi gempa R dan waktu getar alami fundamental  $T_1$ , maka beban geser dasar nominal statik ekuivalen V yang terjadi di tingkat dasar dapat dihitung menurut persamaan :

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

Dimana  $C_1$  adalah nilai faktor respons gempa yang didapat dari spektrum gempa rencana menurut gambar 2.5.1 untuk waktu getar alami fundamental  $T_1$ , sedangkan  $W_t$  adalah berat total gedung, termasuk beban hidup yang sesuai.

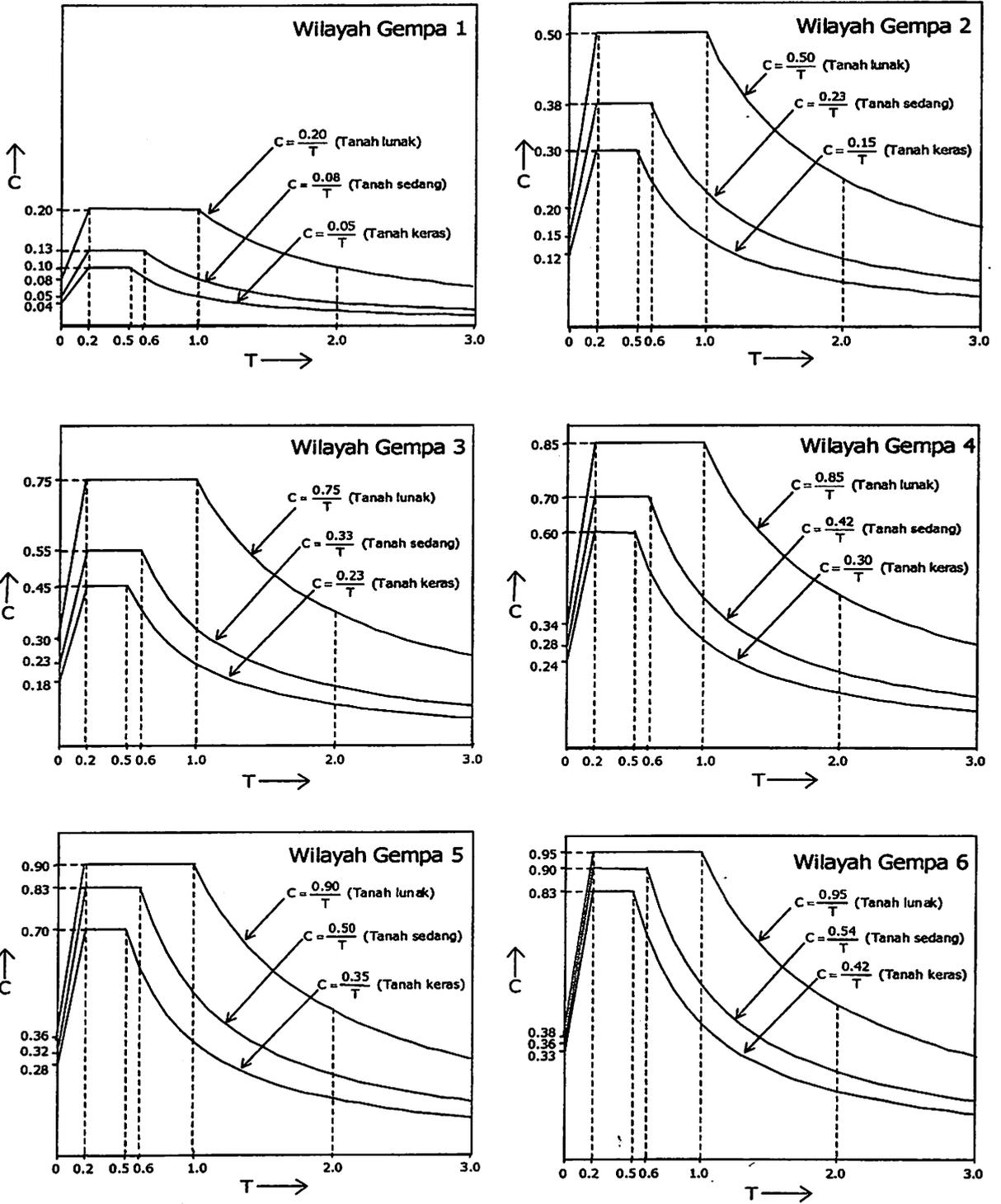
2.5.1.3. Beban geser dasar nominal V menurut Pasal 2.5.1.2 harus dibagikan sepanjang tinggi struktur gedung menjadi beban-beban gempa nominal static ekuivalen  $F_i$  yang menangkap pada pusat massa lantai tingkat ke-I menurut persamaan :

$$F_i = \frac{W_i \cdot Z_i}{\sum_{i=1}^n W_i \cdot Z_i} V$$

Dimana  $W_i$  adalah berat lantai tingkat ke- $i$ , termasuk beban hidup yang sesuai,  $Z_i$  adalah ketinggian lantai tingkat ke- $i$  diukur dari taraf penjepitan lateral menurut SNI-1726-2002 Pasal 5.1.2 dan Pasal 5.1.3, sedangkan  $n$  adalah nomor lantai tingkat paling atas.

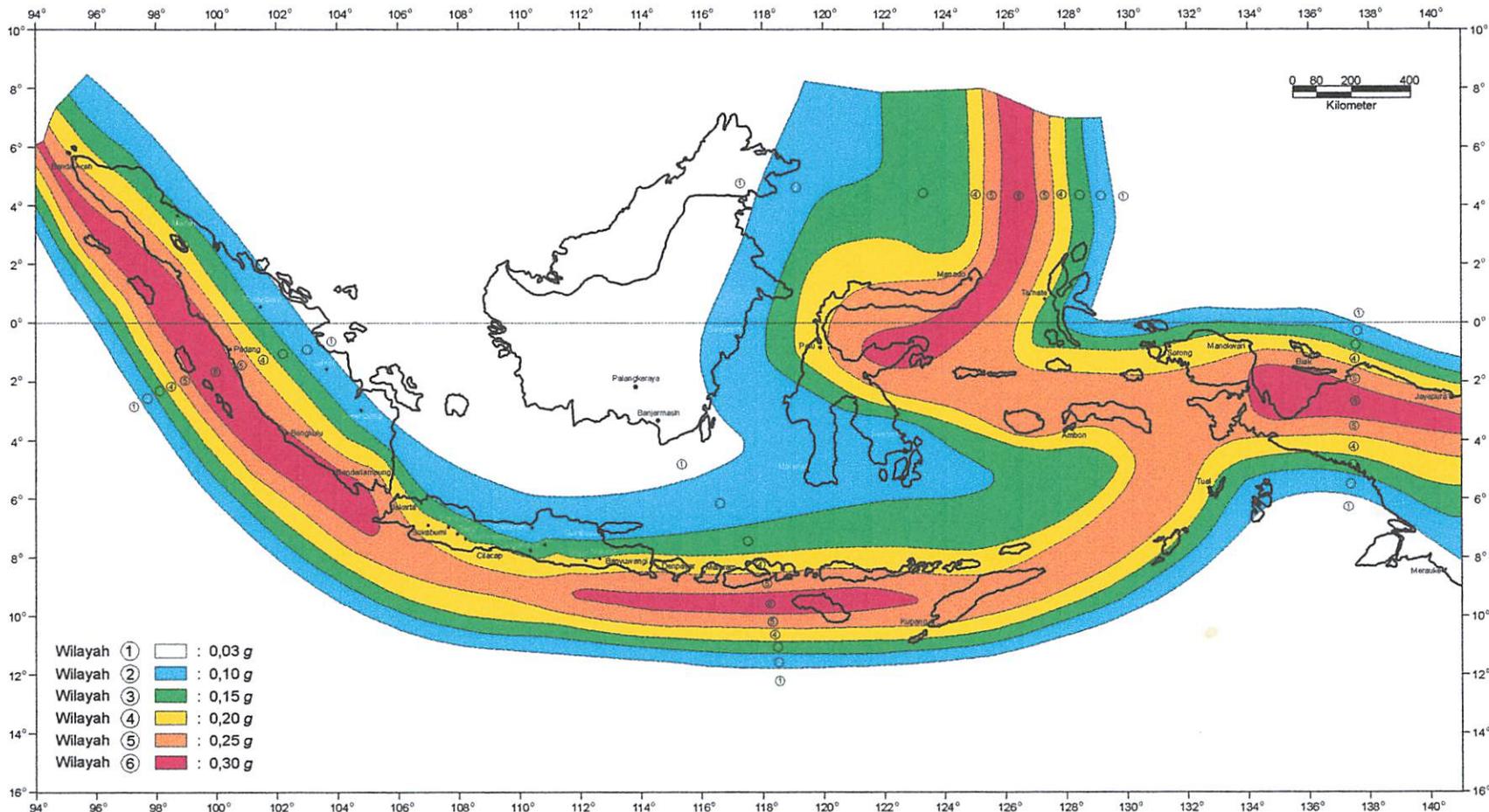
2.5.1.4. Apabila rasio antara tinggi struktur gedung dan ukuran denahnya dalam arah pembebanan gempa sama dengan atau melebihi 3, maka 0,1  $V$  harus dianggap sebagai beban horizontal terpusat yang menangkap pada pusat massa lantai tingkat paling atas, sedangkan 0,9  $V$  sisanya harus dibagikan sepanjang tinggi struktur gedung menjadi beban-beban gempa nominal static ekuivalen menurut Pasal 2.5.1.3.

2.5.1.5. Pada tangki diatas menara, beban gempa nominal statik ekuivalen sebesar  $V$  harus dianggap bekerja pada titik berat massa seluruh struktur menara dan tangki berikut isinya.



Gambar 2.5.1 Respons Spektrum Gempa Rencana

Sumber Gambar 2.5.1 : SNI 03-1726-2002 hal 22



Gambar 2.5.2 Wilayah Gempa Indonesia dengan percepatan puncak batuan dasar dengan periode ulang 500 tahun

Sumber Gambar 2.5.2 : SNI 03-1726-2002 hal 21

**Tabel 2.5.1 Faktor Keutamaan I untuk berbagai kategori gedung dan bangunan**

Kategori gedung	Faktor Keutamaan		
	I <sub>1</sub>	I <sub>2</sub>	I
Gedung umum seperti untuk penghunian, perniagaan dan perkantoran	1,0	1,0	1,0
Monumen dan bangunan monumental	1,0	1,6	1,6
Gedung penting pasca gempa seperti rumah sakit, instalasi air bersih, pembangkit tenaga listrik, pusat penyelamatan dalam keadaan darurat, fasilitas radio dan televisi.	1,4	1,0	1,4
Gedung untuk menyimpan bahan berbahaya seperti gas, produk minyak bumi, asam, bahan beracun.	1,6	1,0	1,6
Cerobong, tangki di atas menara	1,5	1,0	1,5

Sumber Tabel 2.1 : SNI 03-1726-2002 hal 7

Catatan :

Untuk semua struktur bangunan gedung yang ijin penggunaannya diterbitkan sebelum berlakunya Standar ini maka Faktor Keutamaam, I, dapat dikalikan 80%.

### 2.5.2. Faktor Reduksi Gempa (R)

Faktor Reduksi Gempa adalah rasio antara beban gempa maksimum akibat pengaruh Gempa Rencana pada struktur gempa elastik penuh dan beban gempa nominal akibat pengaruh Gempa Rencana pada struktur gedung daktail, bergantung pada faktor daktilitas struktur gedung tersebut; faktor reduksi representative struktur gedung tidak beraturan. Faktor Reduksi Gempa dapat diambil menurut tabel 2.5.2.1 :

**Tabel 2.5.2.1 Faktor daktilitas maksimum, faktor reduksi gempa maksimum, faktor tahanan lebih struktur dan faktor tahanan lebih total beberapa jenis sistem dan subsistem struktur gedung**

Sistem dan subsistem struktur gedung	Uraian sistem pemikul beban gempa	$\mu_m$	$R_m$	f
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Sistem ganda</b></li> <li>Terdiri dari:</li> <li>1) Rangka ruang yang memikul seluruh beban gravitasi;</li> <li>2) Pemikul beban lateral berupa dinding geser atau rangka bresing dengan rangka pemikul momen. Rangka pemikul momen harus direncanakan secara terpisah mampu memikul sekurang-kurangnya 25% dari seluruh beban lateral;</li> <li>3) Kedua sistem harus</li> </ul>	1. Dinding geser			
	a. Beton bertulang dengan SRPMK beton bertulang	5,2	8,5	2,8
	b. Beton bertulang dengan SRPMB baja	2,6	4,2	2,8
	c. Beton bertulang dengan SRPMM beton bertulang	4,0	6,5	2,8
	2. RBE baja			
	a. Dengan SRPMK baja	5,2	8,5	2,8
	b. Dengan SRPMB baja	2,6	4,2	2,8
	3. Rangka bresing biasa			
	a. Baja dengan SRPMK baja	4,0	6,5	2,8
	b. Baja dengan SRPMB baja	2,6	4,2	2,8

Sistem dan subsistem struktur gedung	Uraian sistem pemikul beban gempa	$\mu_m$	$R_m$	f
direncanakan untuk memikul secara bersama-sama seluruh beban lateral dengan memperhatikan interaksi /sistem ganda)	c. Beton bertulang dengan SRPMK beton bertulang (tidak untuk Wilayah 5 & 6)	4,0	6,5	2,8
	d. Beton bertulang dengan SRPMM beton bertulang (tidak untuk Wilayah 5 & 6)	2,6	4,2	2,8
	4. Rangka bresing konsentrik khusus			
	a. Baja dengan SRPMK baja	4,6	7,5	2,8
	b. Baja dengan SRPMB baja	2,6	4,2	2,8

Sumber Tabel 2.52.1 SNI 03-1726-2002 hal 16

Keterangan tabel :

- $\mu_m$  adalah faktor daktilitas struktur gedung, rasio antara simpangan maksimum struktur gedung akibat pengaruh Gempa Rencana pada saat mencapai kondisi di ambang keruntuhan dan simpangan struktur gedung pada saat terjadinya pelelehan pertama.
- $R_m$  adalah faktor reduksi gempa maksimum yang dapat dikerahkan oleh suatu jenis atau subsistem struktur gedung.
- f adalah kuat lebih total yang terkandung di dalam struktur gedung secara keseluruhan, rasio antara beban maksimum akibat pengaruh Gempa Rencana yang dapat diserap oleh struktur gedung pada saat mencapai kondisi di ambang keruntuhan dan beban gempa nominal.

**Tabel 2.5.2.2 Koefisien  $\zeta$  yang membatasi waktu getar alami**

**Fundamental struktur gedung**

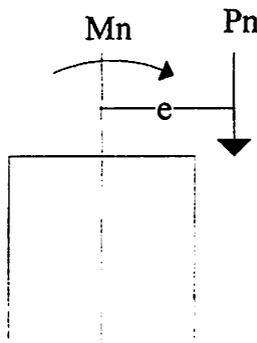
<b>Wilayah Gempa</b>	<b><math>\zeta</math></b>
1	0,20
2	0,19
3	0,18
4	0,17
5	0,16
6	0,15

*Sumber Tabel 2.3. SNI 03-1726-2002 hal 26*

## 2.6. Perencanaan Penulangan Kolom Portal terhadap Lentur dan Aksial

Berikut ini adalah hubungan antara beban lentur dan beban Aksial dalam merencanakan tulangan pada kolom yang mengalami lentur dan Aksial :

- Eksentrisitas yang dialami oleh kolom :  $e = \frac{Mn}{Pn}$



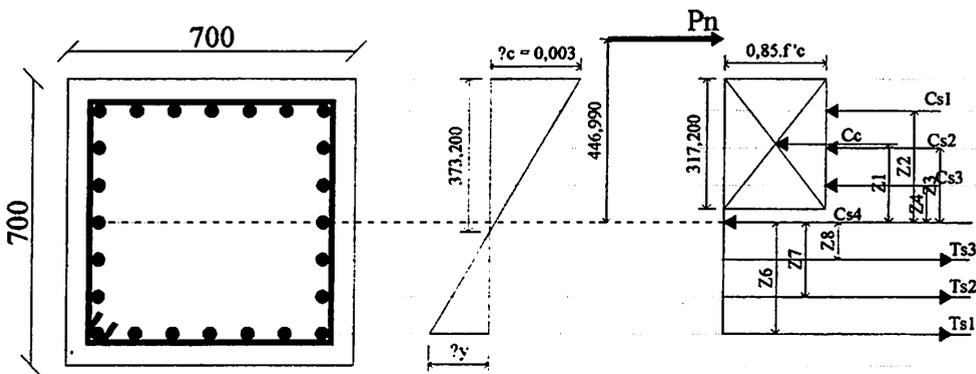
**Gambar 2.6.1 Gambar Kolom menerima beban Pn dengan eksentrisitas**

- Untuk penempatan tulangan kolom dipakai metode tulangan empat sisi. Rasio penulangan kolom ditaksir  $0,01 \leq \rho \leq 0,08$  dari luas penampang kolom dan pada daerah sambungan kolom  $\rho$  harus kurang dari 0,08 dari  $A_g$ .
- Menentukan tulangan  $A_{st}$  ( luas total tulangan diagonal,  $mm^2$  ) dengan persyaratan diatas maka  $A_{st} = \rho \cdot b \cdot d$ .
- Jarak antar tulangan kolom,  $s \leq 1,5 d_b$  atau 40 mm dan tidak boleh kurang dari 150 mm.
- Kuat tekan nominal dari struktur tekan tidak boleh diambil lebih besar dari ketentuan SNI 03-2847-2002 pasal 12.3(5) butir 1 dan 2 halaman 71 :

- Kolom berspiral :  $\phi P_n(maks) = 0,85 \cdot [0,85 \cdot f'c (A_g - A_{st}) + f_y \cdot A_{st}]$

- Kolom bersengkang :  $\phi P_n(maks) = 0,80 \cdot [0,85 \cdot f'c (A_g - A_{st}) + f_y \cdot A_{st}]$

Cek  $P_n$  terhadap beban seimbang  $P_b$



**Gambar 2.6.2 Diagram Regangan Gaya-gaya Pada Kolom Dalam Keadaan Seimbang**

*Sumber Gambar 2.6.1: Analisis dan Desain Struktur beton Bertulang, Amrinsyah Nasution; 226*

Pemeriksaan  $P_n$  terhadap  $\phi P_b$  pada keadaan seimbang adalah keadaan jumlah tulangan baja tarik sedemikian rupa sehingga letak garis netral tersebut tepat pada saat posisi dimana regangan leleh pada tulangan baja tarik dan regangan tekan maksimum pada beton terjadi bersamaan. Keadaan ini penting karena merupakan pembatas antara dua macam kehancuran pada kolom yaitu hancur karena tarik dan hancur karena tekan.

Keadaan seimbang memberikan titik pembagian daerah antara tekan menentukan dan tarik menentukan dari diagram interaksi kekuatan. Sebagai kejadian yang bersamaan dari regangan ( $\epsilon_c$ ) sebesar 0,003 pada serat tekan

ekstrim beton dan regangan leleh baja :  $\epsilon_y = \frac{f_y}{E_s} = \frac{f_y}{200.000}$  (Analisis dan Desain

Struktur beton Bertulang, Amrinsyah Nasution hal 226)

Dapat diperhatikan bahwa dalam hal momen lentur tanpa beban aksial keadaan berimbang tidak diperkenankan di dalam hal kombinasi lentur dengan beban aksial, keadaan berimbang hanya sebagai salah satu titik yang diperbolehkan pada diagram interaksi.

Dengan perbandingan segitiga dari gambar diagram regangan diatas maka dapat dihitung sebagai berikut :

$$\frac{\epsilon_c}{\epsilon_y} = \frac{c_b}{d - c_b} \rightarrow \frac{0,003}{(f_y / E_s)} = \frac{c_b}{d - c_b}$$

$$0,003 \cdot (d - c_b) = c_b \cdot (f_y / E_s)$$

$$c_b \cdot (f_y / E_s) + 0,003 c_b = 0,003 d$$

$$C_b = \frac{0,003 d}{(f_y / E_s) + 0,003 c_b} \text{ dengan } E_s = 200.000 \text{ Mpa}$$

$$C_b = \frac{0,003 d}{(f_y / 200000) + 0,003 c_b}, \text{ maka didapat nilai } C_b = \frac{600 \times d}{600 + f_y}$$

Persamaan keseimbangan gaya dan momen pada Kolom pada gambar 2.6.1 :

$$Pb = C_c + C_s - T_s$$

Dimana :

- Untuk beton tertekan :  $C_c = 0,85 \cdot f'c \cdot a \cdot b \rightarrow C_c = 0,85 \cdot f'c \cdot \beta_1 \cdot c_b \cdot b$

Dengan :  $a = \beta_1 \cdot c_b$  dengan  $\beta_1$  dapat dilihat pada SNI 03-2847-2002 hal 69.

- Untuk baja tertarik :  $T = A_s \cdot f_y$
- Bila tulangan tekan melesah pada keadaan berimbang :

$$C_s = A_s' \cdot (f_y - 0,85 \cdot f'c)$$

Sehingga persamaan menjadi :

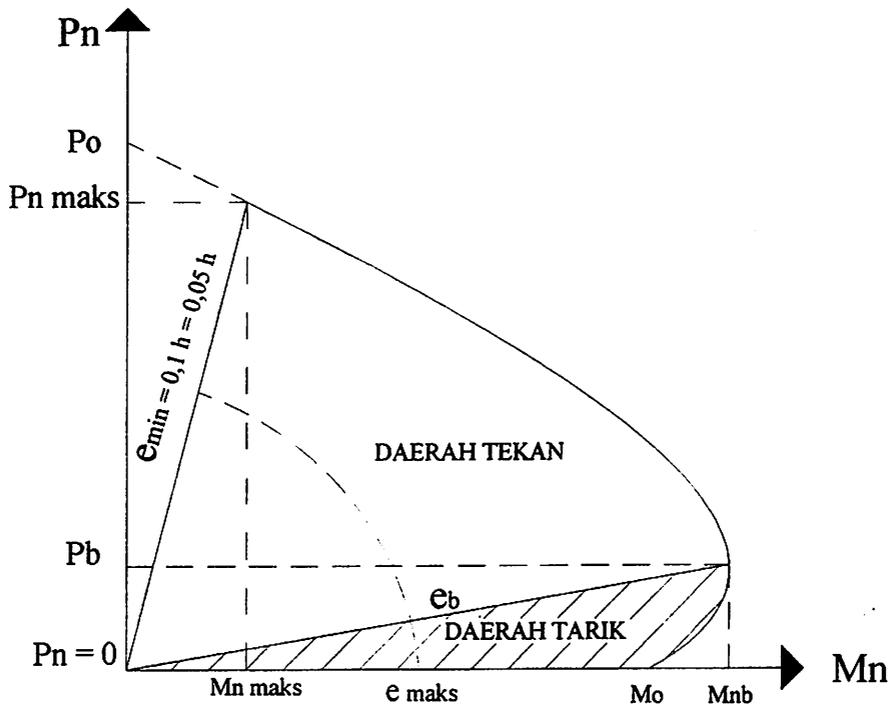
$$P_b = P_n = (0,85 \cdot f'c \cdot \beta_1 \cdot c_b \cdot b) + (A_s' \cdot (f_y - 0,85 \cdot f'c)) - (A_s \cdot f_y)$$

- Kondisi  $\epsilon_s \geq \epsilon_y$ , tulangan baja tekan melesah :  $C_s' = A_s' \cdot f_y$
- Kondisi  $\epsilon_s \leq \epsilon_y$ , tulangan baja belum melesah :  $C_s' = A_s' \cdot \epsilon_s \cdot E_s$

Untuk momen nominal dalam keadaan seimbang ( $M_{nb}$ ) dapat dirumuskan :

$$M_{nb} = P_b \cdot e_b = C_c \cdot \left(d - \frac{a}{2} - d''\right) + C_s (d - d' - d'') + T \cdot d''$$

- Jika  $\phi P_b < \phi P_{u,k}$  maka kolom akan mengalami kehancuran dengan diawali beton di daerah tekan (kehancuran tekan)
- Jika  $\phi P_b > \phi P_{u,k}$  maka kolom akan mengalami kehancuran dengan diawali beton di daerah tarik (kehancuran tarik)



**Gambar 2.6.3 Diagram Interaksi Pn – Mn pada satu sumbu**

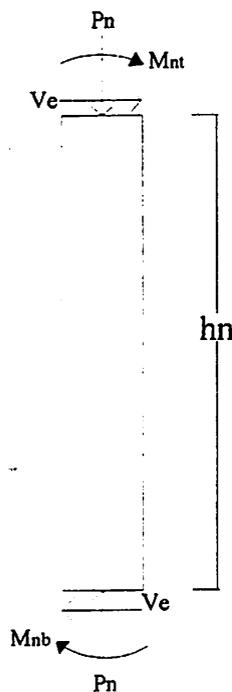
Sumber Gambar 2.6.2: *Desain Beton Bertulang*, Chu-Kia Wang Edisi Keempat Jilid 1 hal 429

Prosedur menggambar diagram interaksi yaitu sebagai berikut :

1. Menghitung gaya aksial ( Pn ) jika Mn = 0.
2. Menghitung gaya aksial dalam keadaan seimbang (Pb) dan Momen dalam keadaan seimbang (Mb).
3. Menghitung gaya aksial Pb dan Mn pada kondisi Patah Desak dimana  $c > c_b$ .
4. Menghitung gaya aksial Pn dan momen Mn pada kondisi Patah Tarik dimana  $c < c_b$ .
5. Menghitung Momen Nominal (Mn) dimana Pn = 0.

## 2.7. Perencanaan Penulangan Kolom Portal terhadap Geser

Analisa yang berlaku pada struktur yang berada di Wilayah Gempa 3 dan 4 meakai  $M_n$ . Juga untuk Wilayah Gempa ini tersedia prosedur alternatif yang menghitung  $V_e$  dari  $2 \times V_u$  sebagai pengganti pemakaian kuat momen nominal  $M_n$ .



**Gambar 2.7.1 Desain Gaya Geser Kolom**

Sumber Gambar 2.12 : SNI 03-2847-2002 hal 230

Keterangan Gambar :

$V_e$  : Gaya geser rencana, satuannya N.

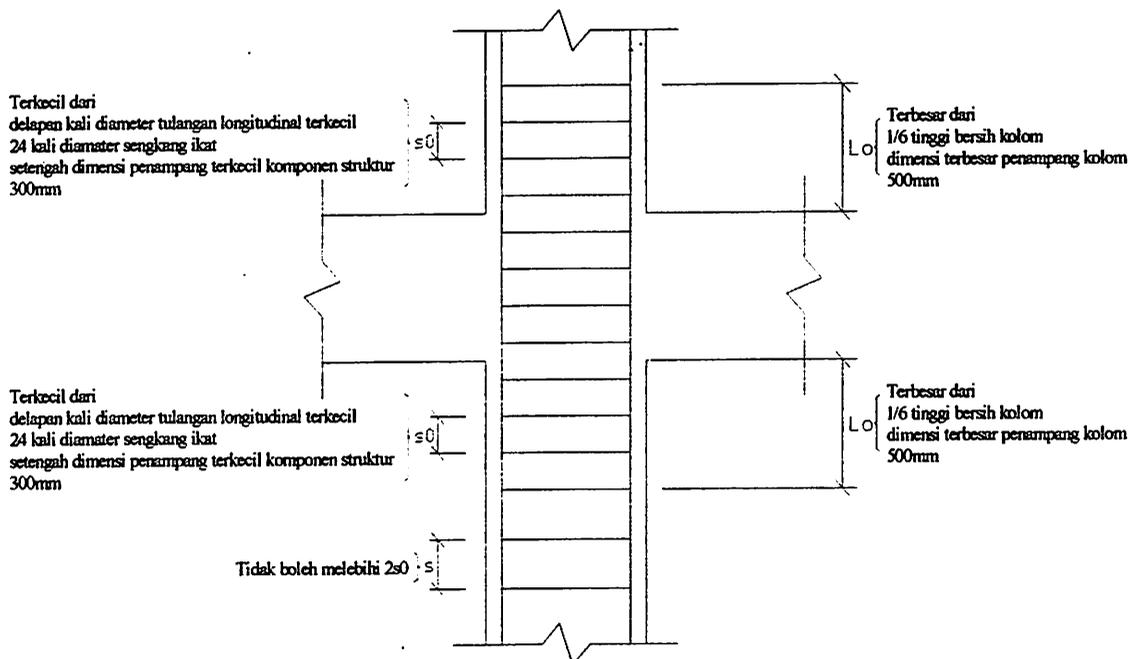
$P_u$  : Beban aksial terfaktor, satuannya N.

$M_n$  : kuat momen lentur nominal dari suatu komponen struktur, satuannya N-mm.

Panjang  $l_o$  tidak boleh kurang daripada nilai terbesar berikut ini :

- Seperenam tinggi bersih kolom
- Dimensi terbesar penampang kolom
- 500 mm

Dari ketiga rumus diatas pilih yang terbesar



**Gambar 2.7.2 Syarat Pengekang Ujung – Ujung Kolom**

Sumber Gambar 2.7.2 : Perencanaan Struktur Beton Bertulang Tahan Gempa, Prof. Ir. Rachmat

Purwono, Msc hal 48

Jadi untuk gaya geser yang dipakai dalam perhitungan tulangan geser kolom di dalam daerah sendi plastis ini maupun di luar sendi plastis adalah sama.

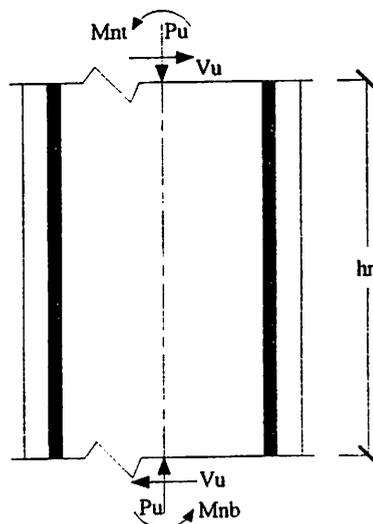
Perbedaan perencanaan tulangan geser kolom antara daerah di dalam sendi plastis dan di luar sendi plastis terletak pada kuat geser yang disumbangkan oleh beton.

Kuat geser kolom sehubungan dengan terjadinya sendi – sendi plastis pada ujung – ujung balok yang bertemu pada kolom tersebut, harus diperhitungkan dengan menggunakan rumus :

$$V_u = \frac{M_{nt} + M_{nb}}{h_n} \quad (\text{SNI 03-2847-2002 hal 230})$$

dimana :

- $V_u$  : gaya geser terfaktor pada penampang
- $P_u$  : beban aksial terfaktor
- $h_n$  : tinggi total komponen struktur



**Gambar 2.7.3 Desain Gaya Geser Kolom**

Sumber gambar 2.7.3: SNI 03-2847-2002 hal 230

Luas total penampang sengkang tertutup persegi tidak boleh kurang daripada yang ditentukan pada persamaan berikut ini :

$$A_{sh} = 0.3(s h_c f_c' / f_{yh}) [(A_g / A_{ch}) - 1] \quad (\text{SNI 03-2847-2002 hal 230})$$

$$A_{sh} = 0.09(s h_c f_c' / f_{yh}) \quad (\text{SNI 03-2847-2002 hal 230})$$

$A_{sh\min}$  diperoleh dari nilai terbesar dari hasil 2 rumus diatas,

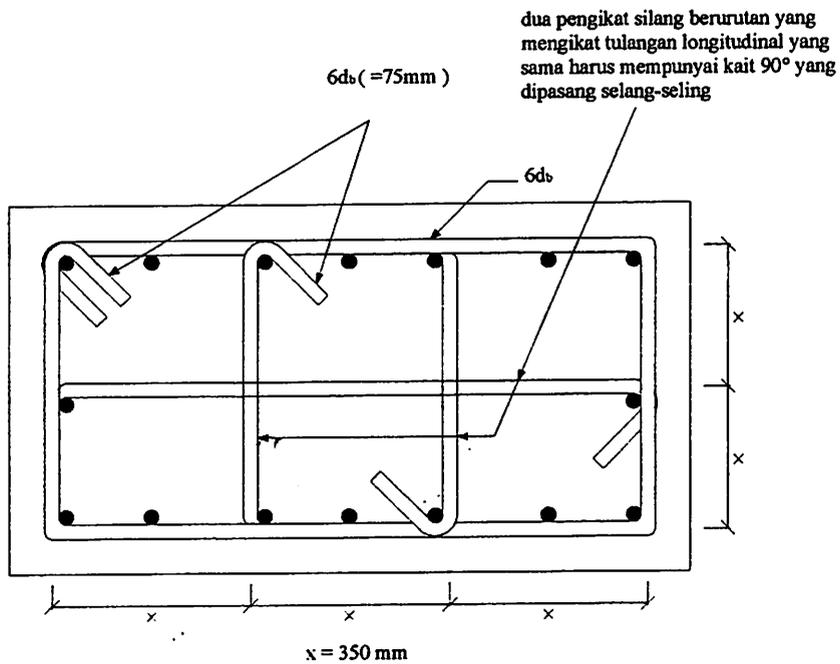
dimana :

- $A_{sh}$  : luas penampang total tulangan transversal ( termasuk sengkang pengikat ) dalam rentang spasi  $s$  dan tegak lurus terhadap dimensi  $h_c$  (  $\text{mm}^2$  )
- $s$  : spasi tulangan transversal diukur sepanjang sumbu-longitudinal komponen struktur ( mm )
- $h_c$  : dimensi penampang inti kolom diukur dari sumbu-ke-sumbu tulangan pengejang ( mm )
- $f_c'$  : kuat tekan beton yang disyaratkan ( Mpa )
- $f_{yh}$  : kuat leleh tulangan transversal yang disyaratkan ( Mpa )
- $A_g$  : luas bruto penampang (  $\text{mm}^2$  )
- $A_{ch}$  : luas penampang komponen struktur dari sisi luar ke sisi luar tulangan transversal (  $\text{mm}^2$  )
- Kuat geser nominal dapat dihitung dari  $V_c = \frac{1}{4} h d \sqrt{f_c'} + \frac{N_u d}{4 l_w}$  ( SNI 03-2847-2002 hal 107).

- $V_e = \frac{2 \times Mn}{h}$  tidak boleh  $< V_u = \frac{M_{n1} + M_{n2}}{h}$ , dimana  $h$  adalah tinggi kolom.
- Ujung-ujung kolom sepanjang  $l_o$  harus dikekang dengan spasi sesuai pasal 23.4(4(2)) pada SNI-03-2847-2002 halaman 214 oleh tulangan transversal.
  - $l_o \geq l$ , dimana  $l$  adalah tinggi penampang komponen struktur pada muka hubungan balok-kolom atau pada segmen yang berpotensi membentuk leleh lentur, mm.
  - $l_o \geq \frac{1}{6} l_n$ , dimana  $l_n$  adalah bentang bersih komponen struktur, mm.
  - $l_o \geq 500 \text{ mm}$

Dimana :  $l_o$  adalah panjang minimum yang diukur dari muka joint sepanjang sumbu komponen struktur, yang harus disediakan tulangan transversal, mm.

Menurut SNI 03-2847-2002 Pasal 23.4.(4(1c)) halaman 213 menyatakan bahwa : Tulangan transversal harus berupa sengkang tunggal atau tumpuk. Tulangan pengikat silang dengan diameter dan spasi yang sama dengan diameter dan spasi sengkang tertutup boleh dipergunakan. Tiap ujung tulangan pengikat silang harus terkait pada tulangan longitudinal terluar. Pengikat silang yang berurutan harus ditempatkan secara berselang – seling berdasarkan bentuk kait ujungnya.



**Gambar 2.7.4 Contoh Tulangan Transversal Pada Kolom**

Sumber Gambar 2.7.4 : SNI 03-2847-2002 hal 214

- Ketentuan  $s$  jarak spasi tulangan transversal harus memenuhi ketentuan berikut:
  - $s = \frac{1}{4} b$ , dimana  $b$  adalah dimensi penampang terkecil dari komponen struktur yaitu kolom.
  - $s = 6 \cdot d$ , dimana  $d$  adalah diameter tulangan pada kolom.
  - $s = 100\text{ mm}$

## **BAB III**

### **ANALISA STRUKTUR**

#### **3.1. Data Perencanaan**

Data Teknis Bangunan :

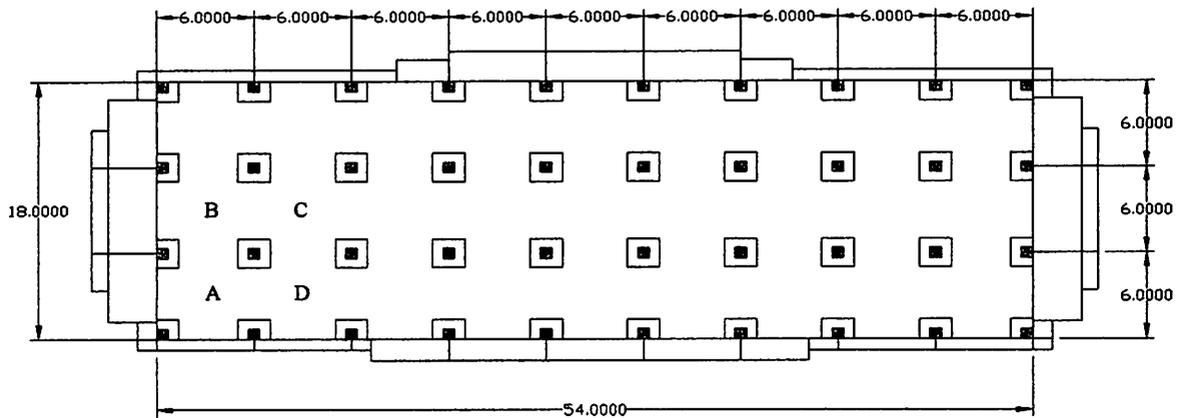
1. Fungsi bangunan : Kantor
2. Lokasi : Kepanjen - Malang
3. Struktur : Beton Bertulang
4. Jumlah lantai : 10 Lantai
5. Konstruksi Atap : WF
6. Jenis tanah : Keras
7. Zona gempa : 4

Mutu Bahan yang digunakan :

1. Mutu Kuat Tekan Beton ( $f_c$ ) : 29,05 Mpa
2. Mutu Kuat Leleh Baja Polos ( $f_y$ ) : 240 Mpa (BJTP 24)
3. Mutu Kuat Leleh Baja Ulir ( $f_y$ ) : 400 Mpa (BJTD 40)

## 3.2. Perhitungan Pelat

### 3.2.1. Perencanaan Tebal Pelat



Gambar 3.2.1.1 Denah perencanaan lantai cendawan

#### ✓ Perhitungan Tebal Pelat Minimum Dengan Penebalan Berdasarkan Tabel

2.1

$$\ell_n = 6000 - (1/2 \cdot 700 + 1/2 \cdot 700) = 5300 \text{ mm}$$

- Untuk Panel Luar :

$$h = \frac{\ell_n}{33} = \frac{5300}{33} = 160,61 \approx 170 \text{ mm}$$

- Untuk Panel Dalam :

$$h = \frac{\ell_n}{36} = \frac{5300}{36} = 147,22 \approx 150 \text{ mm}$$

Maka tebal pelat diambil 170 mm > 100 mm **OK**

Direduksi 10% = 170 - (170 x 10%) = 153 mm ≈ 160 mm (Chu-Kia

Wang, Desain beton bertulang jilid 2: 136)

#### ✓ Perencanaan Drop Panel Minimum

- Tebal drop panel =  $\frac{1}{4} \cdot h_{\text{pelat}}$

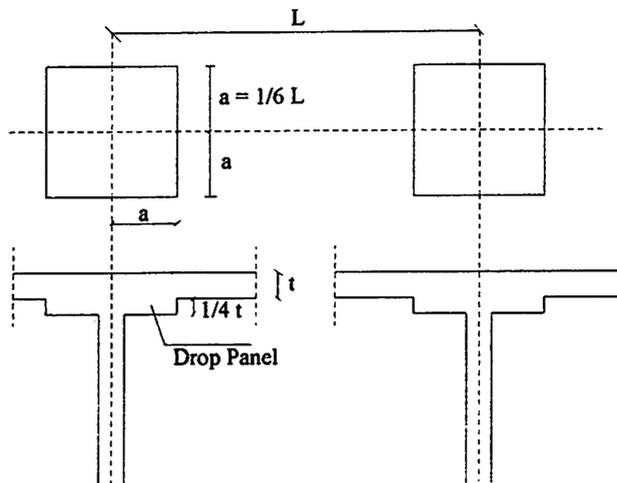
$$= \frac{1}{4} \cdot 170 = 42,5 \approx 50 \text{ mm}$$

Jadi tebal drop panel = 160 + 50 = 210 mm

- Jarak drop panel dari As (a) =  $\frac{1}{6} \cdot L$

$$= \frac{1}{6} \times 6000 = 1000 \text{ mm}$$

Jadi dimensi drop panel 2000 x 2000 mm



**Gambar 3.2.1.2 Persyaratan penebalan pelat (Sumber Sudarmoko, 1996:35)**

Tebal efektif (d) =

$$d = h_{\text{pelat}} - \frac{1}{2} \text{ diameter tulangan utama} - \text{selimut beton}$$

$$= 210 - (\frac{1}{2} \cdot 12) - 20 = 184 \text{ mm}$$

- ✓ Kontrol tebal pelat terhadap geser pons

- Beban mati :

Berat sendiri pelat	= 0,16 x 2400	= 384 Kg/m <sup>2</sup>
---------------------	---------------	-------------------------

Berat urug pasir	= 0,05 x 1600	= 80 Kg/m <sup>2</sup>
------------------	---------------	------------------------

Berat keramik & adukan	= 0,03 x 2200	= <u>66 Kg/m<sup>2</sup></u>
------------------------	---------------	------------------------------

$$qD = 530 \text{ Kg/m}^2$$

- Beban hidup :

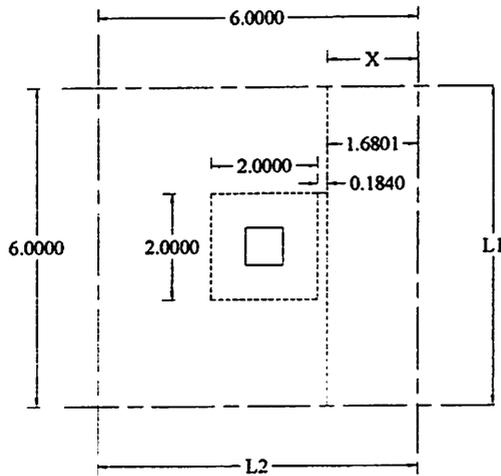
$$qL = 250 \text{ Kg/m}^2$$

$$q_u = 1,2 qD + 1,6 qL$$

$$= (1,2 \times 530) + (1,6 \times 250)$$

$$= 1036 \text{ Kg/m}^2$$

Aksi balok-lebar (Satu arah)



$$V_u = (L1 \cdot X) \times q_u$$

$$= (6 \times 1,6801) \times q_u$$

$$= (10,0806) \times 1036$$

$$= 10443,5 \text{ Kg}$$

$$V_n = V_c = \frac{\sqrt{f_c'}}{6} \cdot b_w \cdot d$$

$$= 1/6 \cdot \sqrt{29,05} \cdot 6.0184 \cdot 10^5$$

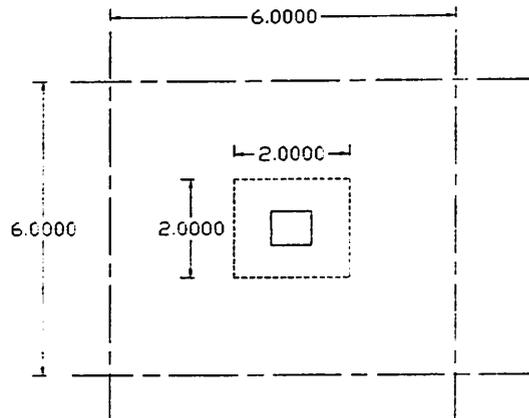
$$= 99172,415 \text{ Kg}$$

$$\phi V_n = 0,85 \times 99172,415$$

$$= 84296,553 \text{ Kg} > V_u$$

Aksi balok-lebar (satu arah) jarang menentukan

Aksi dua arah



$$V_u = (\text{Luas pelat} - \text{Luas bidang geser drop panel}) \times q_u$$

$$= ((6 \times 6) - (2 \times 2)) \times 1036$$

$$= 33152 \text{ Kg}$$

$$V_n = V_c = \frac{\sqrt{f_c'}}{6} \cdot b \cdot o \cdot d$$

$$= 1/6 \cdot \sqrt{29,05} \cdot ((2 \times 0,7) + (2 \times 0,7) + (4 \times 0,184)) \cdot 0,184 \cdot 10^5$$

$$= 58445,610 \text{ Kg}$$

$$\phi V_n = 0,85 \times 58445,610$$

$$= 49678,769 \text{ Kg} > V_u \dots\dots\dots \text{OK}$$

- Syarat metode perencanaan langsung (SNI-03-2847-2002 Pasal 15.6)

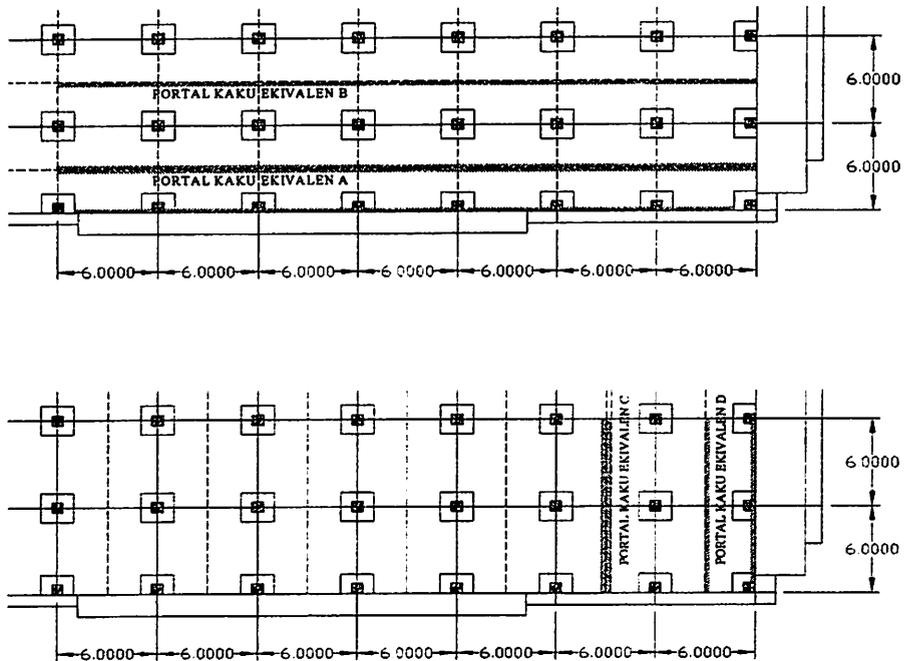
✓ Perbandingan antara bentang panjang dan pendek =  $600/600 = 1 < 2$   
maka berlaku pelat dua arah (OK).

✓ Beban hidup tidak boleh lebih dari dua kalinya beban mati =  $q_L \leq 2 \cdot q_D$  (OK).

- ✓ Minimum harus ada tiga bentang menerus dalam masing-masing arah (OK).
- ✓ Panjang dari bentang yang berurutan diukur antara sumbu ke sumbu tumpuan dalam tiap arah tidak boleh berbeda lebih dari sepertiga dari bentang yang terpanjang (OK).

Maka metode perencanaan langsung dapat diterapkan.

### 3.2.2. Momen Statis Total Terfaktor



**Gambar 3.2.2.1 Perencanaan portal kaku ekivalen**

$$\ell_n \text{ arah panjang} = 6000 - (1/2 \cdot 700 + 1/2 \cdot 700) = 5300 \text{ mm}$$

$$\ell_n \text{ arah pendek} = 6000 - (1/2 \cdot 700 + 1/2 \cdot 700) = 5300 \text{ mm}$$

- Momen statis total ( $M_o$ )

Portal A 
$$M_o = \frac{1}{8} W u l_n^2$$

$$= 1/8 \times 1036 \times 3 \times 5,3^2$$

$$= 10912,965 \text{ Kgm}$$

Portal B  $Mo = \frac{1}{8} Wul_2 l_n^2$

$$= 1/8 \times 1036 \times 6 \times 5,3^2$$

$$= 21825,93 \text{ Kgm}$$

Portal C  $Mo = \frac{1}{8} Wul_2 l_n^2$

$$= 1/8 \times 1036 \times 6 \times 5,3^2$$

$$= 21825,93 \text{ Kgm}$$

Portal D  $Mo = \frac{1}{8} Wul_2 l_n^2$

$$= 1/8 \times 1036 \times 3 \times 5,3^2$$

$$= 10912,965 \text{ Kgm}$$

### 3.2.3. Distribusi Momen $Mo$ diarah Longitudinal

Tabel 3.2.3.1 Distribusi momen

Jenis Momen	Satuan	Faktor Distribusi	Portal A	Portal B	Portal C	Portal D
<b>Mo</b>	Kgm		10912.965	21825.93	21825.93	10912.965
<b>(M-) tumpuan eksternal</b>	Kgm	0.26	2837.371	5674.742	5674.742	2837.371
<b>(M+) bentang eksternal</b>	Kgm	0.52	5674.742	11349.484	11349.484	5674.742
<b>(M-) tumpuan internal pertama</b>	Kgm	0.7	7639.076	15278.151	15278.151	7639.076
<b>(M-) tumpuan internal</b>	Kgm	0.65	7093.427	14186.855	14186.855	7093.427
<b>(M+) bentang internal</b>	Kgm	0.35	3819.538	7639.076	7639.076	3819.538

- Kekakuan pelat  $K_S$

$$K_S \text{ untuk A} = \frac{4EI_s}{L} = \frac{4E(1/12.3000.160^3)}{6000} = 682666,6667E$$

$$K_S \text{ untuk B} = \frac{4EI_s}{L} = \frac{4E(1/12.6000.160^3)}{6000} = 1365333E$$

$$K_S \text{ untuk C} = \frac{4EI_s}{L} = \frac{4E(1/12.6000.160^3)}{6000} = 1365333E$$

$$K_S \text{ untuk D} = \frac{4EI_s}{L} = \frac{4E(1/12.3000.160^3)}{6000} = 682666,6667E$$

- Kekakuan kolom

$$\sum K_{C_1} (\text{kolom-kolom dalam} = \frac{2(4EI_C)}{L} = \frac{2(4E[1/12.700.700^3])}{5000}$$

Atas dan bawah  $h = 5\text{m}$ )

$$= 32013333,33 E$$

$$\sum K_{C_2} (\text{kolom-kolom luar} = \frac{2(4EI_C)}{L} = \frac{2(4E[1/12.700.700^3])}{5000}$$

Atas dan bawah  $h = 5\text{m}$ )

$$= 32013333,33 E$$

$$\sum K_{C_3} (\text{kolom-kolom dalam} = \frac{2(4EI_C)}{L} = \frac{2(4E[1/12.700.700^3])}{3500}$$

Atas dan bawah  $h = 3,5\text{m}$ )

$$= 45733333,33 E$$

$$\sum K_{C_4} (\text{kolom-kolom luar} = \frac{2(4EI_C)}{L} = \frac{2(4E[1/12.700.700^3])}{3500}$$

Atas dan bawah  $h = 3,5\text{m}$ )

$$= 45733333,33 E$$

- Kekakuan balok

$K_b = 0$  (tidak ada balok) untuk semua portal

- Perbandingan beban mati terhadap beban hidup ( $\beta_a$ )

$$\beta_a = \frac{626}{250} = 2,504$$

**Tabel 3.2.3.2 Perbandingan minimum  $\alpha_{\min}$**

Portal	A	B	C	D
$\alpha = \frac{E_{CB} \cdot I_b}{E_{CS} \cdot I_s}$	0	0	0	0
$\frac{\ell_1}{\ell_2}$	$\frac{6000}{6000} = 1$	$\frac{6000}{6000} = 1$	$\frac{6000}{6000} = 1$	$\frac{6000}{6000} = 1$
$\alpha_{\min}$	0	0	0	0

### **Portal A**

$$\alpha_{C \text{ luar}} = \frac{\sum K_{C2}}{\sum K_s + \sum K_b} = \frac{32013333,33 E}{682666,6667 E + 0} = 46,895 > \alpha_{\min}$$

$$\alpha_{C \text{ dalam}} = \frac{\sum K_{C1}}{\sum K_s + \sum K_b} = \frac{32013333,33 E}{2(682666,6667 E) + 0} = 23,447 > \alpha_{\min}$$

$$\alpha_{C \text{ luar}} = \frac{\sum K_{C4}}{\sum K_s + \sum K_b} = \frac{45733333,33 E}{682666,6667 E + 0} = 66,992 > \alpha_{\min}$$

$$\alpha_{C \text{ dalam}} = \frac{\sum K_{C3}}{\sum K_s + \sum K_b} = \frac{45733333,33 E}{2(682666,6667 E) + 0} = 33,496 > \alpha_{\min}$$

### Portal B

$$\alpha_{C\text{luar}} = \frac{\sum K_C}{\sum K_S + \sum K_b} = \frac{32013333,33E}{1365333E + 0} = 23,447 > \alpha_{\min}$$

$$\alpha_{C\text{dalam}} = \frac{\sum K_C}{\sum K_S + \sum K_b} = \frac{32013333,33E}{2(1365333E) + 0} = 11,724 > \alpha_{\min}$$

$$\alpha_{C\text{luar}} = \frac{\sum K_C}{\sum K_S + \sum K_b} = \frac{45733333,33E}{1365333E + 0} = 33,496 > \alpha_{\min}$$

$$\alpha_{C\text{dalam}} = \frac{\sum K_C}{\sum K_S + \sum K_b} = \frac{45733333,33E}{2(1365333E) + 0} = 16,748 > \alpha_{\min}$$

### Portal C

$$\alpha_{C\text{luar}} = \frac{\sum K_C}{\sum K_S + \sum K_b} = \frac{32013333,33E}{1365333E + 0} = 23,447 > \alpha_{\min}$$

$$\alpha_{C\text{dalam}} = \frac{\sum K_C}{\sum K_S + \sum K_b} = \frac{32013333,33E}{2(1365333E) + 0} = 11,724 > \alpha_{\min}$$

$$\alpha_{C\text{luar}} = \frac{\sum K_C}{\sum K_S + \sum K_b} = \frac{45733333,33E}{1365333E + 0} = 33,496 > \alpha_{\min}$$

$$\alpha_{C\text{dalam}} = \frac{\sum K_C}{\sum K_S + \sum K_b} = \frac{45733333,33E}{2(1365333E) + 0} = 16,748 > \alpha_{\min}$$

### Portal D

$$\alpha_{C\text{luar}} = \frac{\sum K_C}{\sum K_S + \sum K_b} = \frac{32013333,33E}{682666,6667E + 0} = 46,895 > \alpha_{\min}$$

$$\alpha_{C\text{dalam}} = \frac{\sum K_C}{\sum K_S + \sum K_b} = \frac{32013333,33E}{2(682666,6667E) + 0} = 23,447 > \alpha_{\min}$$

$$\alpha_{c\text{luar}} = \frac{\sum K_c}{\sum K_s + \sum K_b} = \frac{45733333,33E}{682666,6667E + 0} = 66,992 > \alpha_{\min}$$

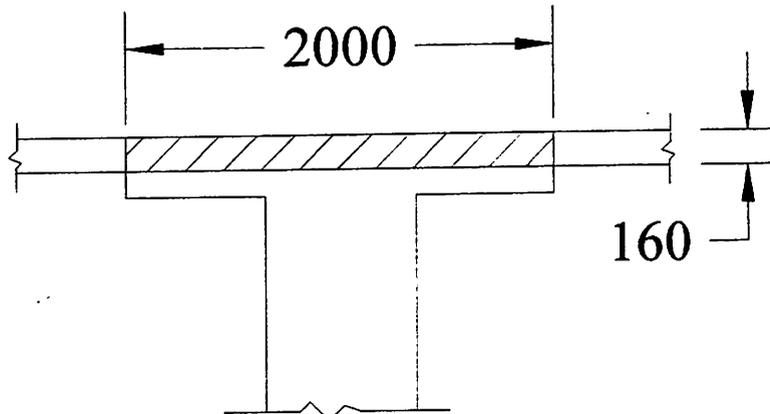
$$\alpha_{c\text{dalam}} = \frac{\sum K_c}{\sum K_s + \sum K_b} = \frac{45733333,33E}{2(682666,6667E) + 0} = 33,496 > \alpha_{\min}$$

Karena semua harga  $\alpha > \alpha_{\min}$  maka faktor pembesar momen  $\delta_s = 1,0$

### 3.2.4. Distribusi Transversal dari Momen Longitudinal

- Menentukan torsi C

#### Portal A dan Portal D



$$\frac{\ell_1}{\ell_2} = \frac{6000}{6000} = 1$$

$$C = \left(1 - 0,63 \frac{x}{y}\right) \frac{x^3 \cdot y}{3}$$

$$C = \left(1 - \frac{0,63 \cdot 160}{2000}\right) \frac{160^3 \cdot 2000}{3}$$

$$= 2593041067 \text{ mm}^4$$

$$I_s = 1/12 \cdot (3000 \times 160^3) = 1024000000 \text{ mm}^4$$

$$\alpha_1 = 0$$

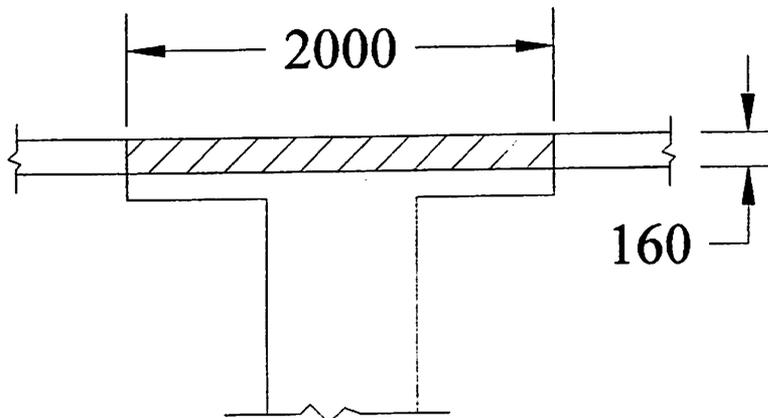
$$\alpha_1 \cdot \frac{\ell_1}{\ell_2} = 0 \times 1 = 0 \text{ (karena tidak ada balok)}$$

$$\beta = \frac{E_{cb} \cdot C}{2E \cdot I_s}$$

$$= \frac{2593041067}{2 \cdot 1024000000}$$

$$= 1,266$$

### Portal B dan Portal C



$$\frac{\ell_1}{\ell_2} = \frac{6000}{6000} = 1$$

$$C = \left(1 - 0,63 \frac{x}{y}\right) \frac{x^3 \cdot y}{3}$$

$$C = \left(1 - \frac{0,63 \cdot 160}{2000}\right) \frac{160^3 \cdot 2000}{3}$$

$$= 2593041067 \text{ mm}^4$$

$$I_s = 1/12 \cdot (6000 \times 160^3) = 2048000000 \text{ mm}^4$$

$$\alpha_1 = 0$$

$$\alpha_1 \cdot \frac{\ell_1}{\ell_2} = 0 \times 1 = 0 \text{ (karena tidak ada balok)}$$

$$\beta = \frac{E_{cb} \cdot C}{2E \cdot I_s}$$

$$= \frac{2593041067}{2 \cdot 2048000000}$$

$$= 0,633$$

**Tabel 3.2.4.1 Prosentase distribusi transversal dari momen longitudinal**

No	Portal	Portal A	Portal B	Portal C	Portal D
1.	Lebar melintang	3000	6000	6000	3000
2	Lebar jalur kolom	1500	3000	3000	1500
3	1/2 jalur kolom	750	1500	1500	750
4	C (mm <sup>4</sup> )	2593041067	2593041067	2593041067	2593041067
5	Is	1024000000	2048000000	2048000000	1024000000
6	$\beta$	1,266	0,633	0,633	1,266
7	$\alpha_1$	0	0	0	0
8	$l_1/l_2$	1	1	1	1
9	$\alpha_1.l_1/l_2$	0	0	0	0
10	Prosentase M(neg) luar	87,34 %	93,67 %	93,67 %	87,34 %
11	Prosentase M(pos) luar	60%	60%	60%	60%
12	Prosentase M(neg) dalam	75%	75%	75%	75%

**Tabel 3.2.4.2 Distribusi transversal dari momen longitudinal pada portal A dan portal D**

Lebar bentang = 3000 mm, Jalur kolom = 1500 mm, Jalur tengah = 750 mm					
	Bentang luar			Bentang dalam	
	Luar negatif	Positif	Dalam negatif	Negatif	Positif
M total	2837.371	5674.742	7639.076	7093.427	3819.538
M pelat jalur kolom	2478.159831	3404.8452	5729.307	5320.07025	2291.7228
M pelat jalur tengah	359.2111686	2269.8968	1909.769	1773.35675	1527.8152

**Tabel 3.2.4.3 Distribusi transversal dari momen longitudinal pada portal B dan portal C**

Lebar bentang = 6000 mm, Jalur kolom = 3000 mm, Jalur tengah = 1500 mm					
	Bentang luar			Bentang dalam	
	Luar negatif	Positif	Dalam negatif	Negatif	Positif
M total	5674.742	11349.484	15278.151	14186.855	7639.076
M pelat jalur kolom	5315.530831	6809.6904	11458.61325	10640.1413	4583.4456
M pelat jalur tengah	359.2111686	4539.7936	3819.53775	3546.71375	3055.6304

### 3.3. Pembebanan Pelat Cendawan

#### 3.3.1. Beban Mati Merata

##### Lantai 2-6

- Beban pelat lantai

Berat sendiri pelat	= 0,16 x 2400	= 384 Kg/m <sup>2</sup>
---------------------	---------------	-------------------------

Berat lapis pasir	= 0,05 x 1600	= 80 Kg/m <sup>2</sup>
-------------------	---------------	------------------------

Berat keramik & adukan	= 0,03 x 2200	= <u>66 Kg/m<sup>2</sup></u>
------------------------	---------------	------------------------------

$$qD_1 = 530 \text{ Kg/m}^2$$

- Beban drop panel

Berat sendiri pelat	= 0,21 x 2400	= 504 Kg/m <sup>2</sup>
---------------------	---------------	-------------------------

Berat lapis pasir	= 0,05 x 1600	= 80 Kg/m <sup>2</sup>
-------------------	---------------	------------------------

Berat keramik & adukan	= 0,03 x 2200	= <u>66 Kg/m<sup>2</sup></u>
------------------------	---------------	------------------------------

$$qD_2 = 650 \text{ Kg/m}^2$$

##### Lantai 7

- Beban pelat lantai

Berat sendiri pelat	= 0,16 x 2400	= 384 Kg/m <sup>2</sup>
---------------------	---------------	-------------------------

Berat lapis pasir	= 0,05 x 1600	= 80 Kg/m <sup>2</sup>
-------------------	---------------	------------------------

Berat keramik & adukan	= 0,03 x 2200	= <u>66 Kg/m<sup>2</sup></u> +
------------------------	---------------	--------------------------------

$$qD_1 = 530 \text{ Kg/m}^2$$

- Beban drop panel

Berat sendiri pelat	= 0,21 x 2400	= 504 Kg/m <sup>2</sup>
---------------------	---------------	-------------------------

Berat lapis pasir	= 0,05 x 1600	= 80 Kg/m <sup>2</sup>
-------------------	---------------	------------------------

Berat keramik & adukan	= 0,03 x 2200	= <u>66 Kg/m<sup>2</sup></u> +
------------------------	---------------	--------------------------------

$$qD_2 = 650 \text{ Kg/m}^2$$

### Lantai 8

- Beban pelat lantai

Berat sendiri pelat	= 0,16 x 2400	= 384 Kg/m <sup>2</sup>
---------------------	---------------	-------------------------

Berat lapis pasir	= 0,05 x 1600	= 80 Kg/m <sup>2</sup>
-------------------	---------------	------------------------

Berat keramik & adukan	= 0,03 x 2200	= 66 Kg/m <sup>2</sup>
------------------------	---------------	------------------------

---


$$qD_1 = 530 \text{ Kg/m}^2$$

- Beban drop panel

Berat sendiri pelat	= 0,21 x 2400	= 504 Kg/m <sup>2</sup>
---------------------	---------------	-------------------------

Berat lapis pasir	= 0,05 x 1600	= 80 Kg/m <sup>2</sup>
-------------------	---------------	------------------------

Berat keramik & adukan	= 0,03 x 2200	= 66 Kg/m <sup>2</sup>
------------------------	---------------	------------------------

---


$$qD_2 = 650 \text{ Kg/m}^2$$

### Lantai 9

- Beban pelat lantai

Berat sendiri pelat	= 0,16 x 2400	= 384 Kg/m <sup>2</sup>
---------------------	---------------	-------------------------

Berat lapis pasir	= 0,05 x 1600	= 80 Kg/m <sup>2</sup>
-------------------	---------------	------------------------

Berat keramik & adukan	= 0,03 x 2200	= 66 Kg/m <sup>2</sup> +
------------------------	---------------	--------------------------

---


$$qD_1 = 530 \text{ Kg/m}^2$$

- Beban drop panel

Berat sendiri pelat	= 0,21 x 2400	= 504 Kg/m <sup>2</sup>
---------------------	---------------	-------------------------

Berat lapis pasir	= 0,05 x 1600	= 80 Kg/m <sup>2</sup>
-------------------	---------------	------------------------

Berat keramik & adukan	= 0,03 x 2200	= 66 Kg/m <sup>2</sup> +
------------------------	---------------	--------------------------

---


$$qD_2 = 650 \text{ Kg/m}^2$$

### Lantai 10

- Beban pelat lantai

Berat sendiri pelat	= 0,16 x 2400	= 384 Kg/m <sup>2</sup>
---------------------	---------------	-------------------------

Berat lapis pasir	= 0,05 x 1600	= 80 Kg/m <sup>2</sup>
-------------------	---------------	------------------------

Berat keramik & adukan	= 0,03 x 2200	= 66 Kg/m <sup>2</sup>
------------------------	---------------	------------------------

---

$$qD_1 = 530 \text{ Kg/m}^2$$

- Beban drop panel

Berat sendiri pelat	= 0,21 x 2400	= 504 Kg/m <sup>2</sup>
---------------------	---------------	-------------------------

Berat lapis pasir	= 0,05 x 1600	= 80 Kg/m <sup>2</sup>
-------------------	---------------	------------------------

Berat keramik & adukan	= 0,03 x 2200	= 66 Kg/m <sup>2</sup>
------------------------	---------------	------------------------

---

$$qD_2 = 650 \text{ Kg/m}^2$$

- ✓ Beban pelat tangga

Berat sendiri pelat	= 0,15 x 2400	= 360 Kg/m <sup>2</sup>
---------------------	---------------	-------------------------

Berat lapis pasir	= 0,05 x 1600	= 80 Kg/m <sup>2</sup>
-------------------	---------------	------------------------

Berat keramik & adukan	= 0,03 x 2200	= 66 Kg/m <sup>2</sup>
------------------------	---------------	------------------------

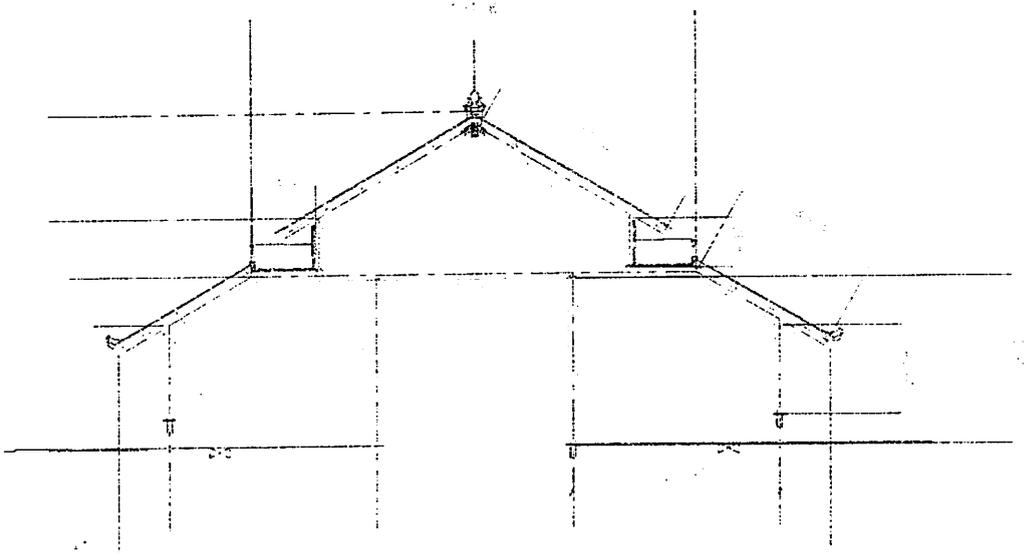
---

$$qD = 506 \text{ Kg/m}^2$$

- ✓ Berat sendiri pelat talang = 0,1 x 2400 = 240 Kg/m<sup>2</sup>

- ✓ Berat sendiri dinding geser = 0,4 x 2400 = 960 Kg/m<sup>2</sup>

### 3.3.2. Pembebanan atap



Gambar 3.3.2.1 Potongan Melintang Jurai Rangka Baja lantai 10

#### Data perencanaan :

- Bentang kuda-kuda = 21 m
- Kemiringan atap  $\alpha = 30^\circ$
- Tekanan angin = 25 Kg/m<sup>2</sup>
- Jarak antar kuda-kuda = 4,5 m
- Kuda-kuda WF 200 x 100 G = 21,3 Kg/m
- Kuda-kuda WF 300 x 150 G = 36,7 Kg/m
- Gording kanal ( C ) 150 x 65 x 20 x 2,3 G = 18,8 Kg/m
- Genteng = 50 kg/m<sup>2</sup>

Sehingga :

#### 1. Berat Kuda-kuda ( P1 )

- WF 200 x 100 = Berat Profil x panjang batang  
= 21,3 x ((6,332 x 2) + (1,443 x 2))  
= 331,215 Kg

$$\begin{aligned}
 - \text{WF } 300 \times 150 &= \text{Berat Profil} \times \text{panjang batang} \\
 &= 36,7 \times ((4,381 \times 2) + (2,618 \times 2) + (4,931 \\
 &\quad \times 2) + 13,116) \\
 &= 1357,019 \text{ Kg}
 \end{aligned}$$

Jadi berat batang rangka kuda-kuda

$$\begin{aligned}
 P1 &= 331,215 + 1357,019 \\
 &= 1688,234 \text{ Kg}
 \end{aligned}$$

2. Beban gording ( P2 )

$$\begin{aligned}
 P2 &= (\text{berat profil} \times \text{jarak antar kuda-kuda} \times \text{jumlah gording}) \times 2 \text{ sisi} \\
 &= (18,8 \times 4,5 \times 11) \times 2 \\
 &= 1861,2 \text{ Kg}
 \end{aligned}$$

3. Beban akibat sambungan ( P3 )

$$\begin{aligned}
 P3 &= 10\% ( P1 + P2 ) \\
 &= 10\% (1688,234 + 1861,2 ) \\
 &= 354,943 \text{ Kg}
 \end{aligned}$$

4. Beban atap/genteng ( P4 )

$$\begin{aligned}
 P4 &= \text{B.s.genteng} \times \text{panjang kuda-kuda} \times \text{jarak antar kuda-kuda} \\
 &= 50 \times ((2 \times 6,332) + (2 \times 4,381)) \times 4,5 \\
 &= 4820,85 \text{ Kg}
 \end{aligned}$$

5. Beban talang beton ( P5 )

$$\begin{aligned}
 P5 &= \text{Bj} \times \text{luas talang} \times \text{panjang} \\
 &= 2400 \times 0,1 \times 1,850 \times 13 \\
 &= 5772 \text{ Kg}
 \end{aligned}$$

Jadi berat sendiri atap =  $P1 + P2 + P3 + P4 + P5$

$$= 1688,234 + 1861,2 + 354,943 + 4820,85 + 5772$$

$$= 14497,227 \text{ Kg}$$

6. Beban kebetulan ( P6 )

Berdasarkan PPIUG '83  $\Rightarrow P_{\text{tepi}} = 200 \text{ Kg}$

$$P_{\text{tengah}} = 100 \text{ Kg}$$

$$P6 = ((200 \times 2) + (100 \times 9)) \times 2$$

$$= 2600 \text{ kg}$$

7. Beban angin ( P7 )

Untuk  $\alpha = 30^\circ$

Besar angin tekan =  $(0,02 \times \alpha - 0,4) \times \text{tekanan angin}$

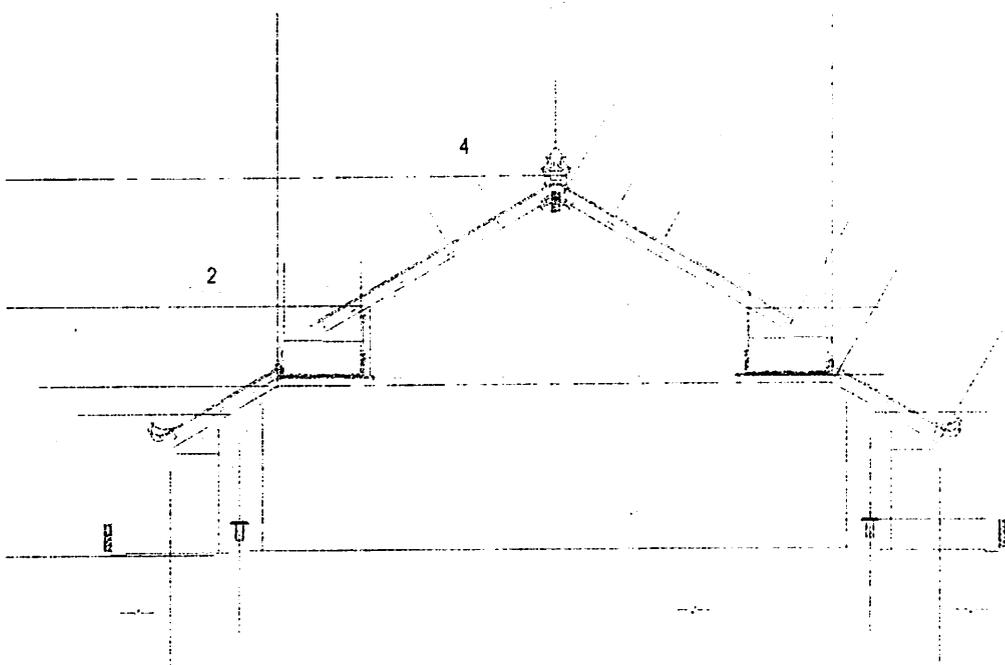
$$= (0,02 \times 25 - 0,4) \times 25$$

$$= 2,5 \text{ Kg/m}^2$$

Besar angin hisap =  $- 0,4 \times \text{tekanan angin}$

$$= - 0,4 \times 25$$

$$= -10 \text{ Kg/m}^2$$



**Gambar 3.3.2.2 Potongan Melintang Jurai Rangka Baja lantai 8**

**Data perencanaan :**

- Bentang kuda-kuda = 13,6 m
- Kemiringan atap  $\alpha = 30^\circ$
- Tekanan angin = 25 Kg/m<sup>2</sup>
- Jarak antar kuda-kuda = 3 m
- Kuda-kuda WF 200 x 100 G = 21,3 Kg/m
- Kuda-kuda WF 300 x 150 G = 36,7 Kg/m
- Gording kanal ( C ) 150 x 65 x 20 x 2,3 G = 18,8 Kg/m
- Genteng = 50 kg/m<sup>2</sup>

Sehingga :

1. Berat Kuda-kuda ( P1 )

- WF 200 x 100 = Berat Profil x panjang batang  
= 21,3 x ((5,668 x 2) ÷ (1,442 x 2))

$$= 302,886 \text{ Kg}$$

- WF 300 x 150

= Berat Profil x panjang batang

$$= 36,7 \times ((2,613 \times 2) + (2,278 \times 2) + 11,964)$$

$$= 798,078 \text{ Kg}$$

Jadi berat batang rangka kuda-kuda

$$P1 = 302,886 + 798,078$$

$$= 1100,964 \text{ Kg}$$

2. Beban gording ( P2 )

$P2 = (\text{berat profil} \times \text{jarak antar kuda-kuda} \times \text{jumlah gording}) \times 2 \text{ sisi}$

$$= (18,8 \times 3 \times 9) \times 2$$

$$= 1015,2 \text{ Kg}$$

3. Beban akibat sambungan ( P3 )

$$P3 = 10\% ( P1 + P2 )$$

$$= 10\% (1100,964 + 1015,2)$$

$$= 211,616 \text{ Kg}$$

4. Beban atap/genteng ( P4 )

$P4 = \text{B.s.genteng} \times \text{panjang kuda-kuda} \times \text{jarak antar kuda-kuda}$

$$= 50 \times ((2 \times 5,668) + (2 \times 2,613)) \times 3$$

$$= 2484,3 \text{ Kg}$$

5. Beban talang beton ( P5 )

$P5 = \text{Bj} \times \text{luas talang} \times \text{panjang}$

$$= 2400 \times (0,1 \times 1,649) \times 12,2$$

$$= 4828,272 \text{ Kg}$$

$$\text{Jadi berat sendiri atap} = P1 + P2 + P3 + P4 + P5$$

$$\begin{aligned} &= 1100,964 + 1015,2 + 211,616 + 2484,3 + \\ &\quad 4828,272 \\ &= 9640,352 \text{ Kg} \end{aligned}$$

#### 6. Beban kebetulan ( P6 )

$$\text{Berdasarkan PPIUG '83} \Rightarrow P_{\text{tepi}} = 200 \text{ Kg}$$

$$P_{\text{tengah}} = 100 \text{ Kg}$$

$$\begin{aligned} P6 &= (200 \times 2) + (100 \times 7) \\ &= 1100 \text{ kg} \end{aligned}$$

#### 7. Beban angin ( P7 )

$$\text{Untuk } \alpha = 30^\circ$$

$$\text{Besarnya angin tekan} = (0,02 \times \alpha - 0,4) \times \text{tekanan angin}$$

$$= (0,02 \times 25 - 0,4) \times 25$$

$$= 2,5 \text{ Kg/m}^2$$

$$\text{Besarnya angin hisap} = -0,4 \times \text{tekanan angin}$$

$$= -0,4 \times 25$$

$$= -10 \text{ Kg/m}^2$$

### 3.3.3. Pembebanan kolom

- Beban kolom lantai dasar ( $P_{D1}$ )

$$\begin{aligned}P_{D1} &= (0,70 \times 0,70) \times 2400 \times 5 \\ &= 16800 \text{ Kg}\end{aligned}$$

- Beban kolom lantai 2-8 ( $P_{D2}$ )

$$\begin{aligned}P_{D2} &= (0,70 \times 0,70) \times 2400 \times 3,5 \\ &= 11760 \text{ Kg}\end{aligned}$$

- Beban kolom lantai 9 ( $P_{D3}$ )

$$\begin{aligned}P_{D3} &= (0,70 \times 0,70) \times 2400 \times 5 \\ &= 16800 \text{ Kg}\end{aligned}$$

- Beban kolom penyangga tangga ( $P_{D4}$  &  $P_{D5}$  &  $P_{D6}$ )

$$\begin{aligned}P_{D4} &= (0,4 \times 0,2) \times 2400 \times 2,5 \\ &= 480 \text{ Kg}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}P_{D5} &= (0,4 \times 0,2) \times 2400 \times 1,75 \\ &= 336 \text{ Kg}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}P_{D6} &= (0,4 \times 0,2) \times 2400 \times 5,25 \\ &= 1008 \text{ Kg}\end{aligned}$$

- Beban kolom lift ( $P_{D7}$ )

$$\begin{aligned}P_{D7} &= (0,40 \times 0,30) \times 2400 \times 5 \\ &= 1440 \text{ Kg}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}P_{D8} &= (0,40 \times 0,30) \times 2400 \times 3,5 \\ &= 1008 \text{ Kg}\end{aligned}$$

### 3.3.4. Beban Hidup Merata

Lantai-lantai gedung yang dapat diharapkan akan dipakai untuk berbagai tujuan, harus direncanakan terhadap beban hidup terberat yang mungkin dapat terjadi (PPIUG'83 Pasal 3.1(3)).

Beban hidup lantai 2 (Ruang Konfrensi)	= 400 Kg/m <sup>2</sup>
Beban hidup lantai 3-8 (Ruang Rapat)	= 400 Kg/m <sup>2</sup>
Beban hidup lantai 9 (Ruang Tunggu)	= 400 Kg/m <sup>2</sup>
Beban hidup lantai 10 (Ruang Mesin)	= 400 Kg/m <sup>2</sup>

### 3.4. Perhitungan Beban Gempa

#### ➤ Perhitungan berat bangunan

##### ❖ Berat lantai 2

##### • Beban mati

– Beban pelat =  $q_d \times \text{luas lantai}$

$$= 530 \times 1204,683 = 638482 \text{ Kg}$$

– Beban drop panel =  $q_d \times \text{luas panel} \times \text{jmlh drop panel}$

$$= 650 \times 4 \times 27 = 70200 \text{ Kg}$$

– Beban  $\frac{1}{2}$  kolom atas =  $(0,70 \times 0,70) \times 2400 \times 3,5/2 = 2058 \text{ Kg}$

$$= (0,50 \times 0,50) \times 2400 \times 3,5/2 = 1050 \text{ Kg}$$

– Beban  $\frac{1}{2}$  kolom bawah =  $(0,70 \times 0,70) \times 2400 \times 5/2 = 2940 \text{ Kg}$

$$= (0,50 \times 0,50) \times 2400 \times 5/2 = 1500 \text{ Kg}$$

– Beban  $\frac{1}{2}$  dinding geser atas =  $(2,7 \times 3,5/2) \times 2400 \times 0,5 = 5670 \text{ Kg}$

– Beban  $\frac{1}{2}$  dinding geser bawah =  $(2,7 \times 5/2) \times 2400 \times 0,5 = 8100 \text{ Kg}$

- Beban dinding memanjang =  $3,5 \times 88,8 \times 250 = 77700 \text{ Kg}$
- Beban dinding memanjang =  $3,5 \times 88,8 \times 250 = 77700 \text{ Kg}$
- Beban kaca =  $1,9 \times 57,6 \times 20 = \underline{2188,8 \text{ Kg}}$

$$W_{2(\text{total})} = 910433,74 \text{ Kg}$$

- Beban hidup

Koefisien reduksi untuk gempa = 0,30 (PPIUG'83 hal: 21)

$$q_l = 400 \text{ Kg/m}^2$$

$$q_{l2(\text{total})} = 0,3 \times 400 \times 1204,683$$

$$= 144561,96 \text{ Kg}$$

- Berat total lantai

$$Q_2 = W_{2(\text{total})} + q_{l2(\text{total})}$$

$$= 910433,74 + 144561,96$$

$$= 1054995,75 \text{ Kg}$$

- ❖ Berat lantai 3 - 7

- Beban mati

- Beban pelat =  $q_d \times \text{luas lantai} = 530 \times 1266 = 670980 \text{ Kg}$

- Beban drop panel =  $q_d \times \text{luas panel} \times \text{jumlah drop panel} = 650 \times 4 \times 31 = 80600 \text{ Kg}$

- Beban  $\frac{1}{2}$  kolom atas =  $(0,70 \times 0,70) \times 2400 \times 3,5/2 = 2058 \text{ Kg}$
- =  $(0,50 \times 0,50) \times 2400 \times 3,5/2 = 1050 \text{ Kg}$

- Beban  $\frac{1}{2}$  kolom bawah =  $(0,70 \times 0,70) \times 2400 \times 3,5/2 = 2058 \text{ Kg}$
- =  $(0,50 \times 0,50) \times 2400 \times 3,5/2 = 1050 \text{ Kg}$

- Beban ½ dinding geser atas =  $(2,7 \times 3,5/2) \times 2400 \times 0,5 = 5670 \text{ Kg}$
  - Beban ½ dinding geser bawah =  $(2,7 \times 3,5/2) \times 2400 \times 0,5 = 5670 \text{ Kg}$
  - Beban dinding memanjang =  $3,5 \times 70,3 \times 250 = 61512,5 \text{ Kg}$
  - Beban dinding melintang =  $3,5 \times 121,1 \times 250 = 105962,5 \text{ Kg}$
  - Beban kaca =  $1,9 \times 57,6 \times 20 = \underline{2188,8 \text{ Kg}}$
- $W_{3(\text{total})} = 938799,8 \text{ Kg}$

- Beban hidup

Koefisien reduksi untuk gempa = 0,30 (PPIUG'83 hal: 21)

$$q_l = 400 \text{ Kg/m}^2$$

$$q_{l(\text{total})} = 0,3 \times 400 \times 1266$$

$$= 151920 \text{ Kg}$$

- Berat total lantai

$$Q_3 = W_{3(\text{total})} + q_{l(\text{total})}$$

$$= 938799,8 + 151920$$

$$= 1090719,8 \text{ Kg}$$

❖ Berat lantai 8

- Beban mati

- Beban pelat =  $q_d \times \text{luas lantai}$

$$= 530 \times 937,65 = 496954,5 \text{ Kg}$$

- Beban drop panel =  $q_d \times \text{luas panel} \times \text{jumlah drop panel}$

$$= 650 \times 4 \times 28 = 72800 \text{ Kg}$$

- Beban ½ kolom atas =  $(0,70 \times 0,70) \times 2400 \times 3,5/2 = 2058 \text{ Kg}$

$$= (0,50 \times 0,50) \times 2400 \times 3,5/2 = 1050 \text{ Kg}$$

- Beban ½ kolom bawah =  $(0,70 \times 0,70) \times 2400 \times 3,5/2 = 2058 \text{ Kg}$   
 $= (0,50 \times 0,50) \times 2400 \times 3,5/2 = 1050 \text{ Kg}$
- Beban ½ dinding geser atas =  $(2,7 \times 3,5/2) \times 2400 \times 0,5 = 5670 \text{ Kg}$
- Beban ½ dinding geser bawah =  $(2,7 \times 3,5/2) \times 2400 \times 0,5 = 5670 \text{ Kg}$
- Beban balok dak beton =  $(h - t_{\text{pelat}}) \times b \times \text{panjang} \times b_j$   
 $= (0,55 - 0,16) \times 0,3 \times 213,6 \times 2400$   
 $= 59978,88 \text{ Kg}$
- Beban dak beton = B.s.pelat x Luas dak beton  
 $= 384 \times 323,4 = 124185,6 \text{ Kg}$
- Beban dinding memanjang =  $3,5 \times 166,9 \times 250 = 146037,5 \text{ Kg}$
- Beban dinding melintang =  $3,5 \times 144,9 \times 250 = 126787,5 \text{ Kg}$
- Beban sendiri atap = Beban atap x jumlah  
 $= 9640,352 \times 2 = 4530,904 \text{ Kg}$
- Beban kaca =  $1,9 \times 20,6 \times 20 = 782,8 \text{ Kg} +$   


---

 $W_{4(\text{total})} = 1064363,484 \text{ Kg}$

- Beban hidup

Koefisien reduksi untuk gempa = 0,30 (PPIUG'83 hal: 21)

$$q_l = 400 \text{ Kg/m}^2$$

$$q_{l4(\text{total})} = 0,3 \times 400 \times 937,65$$

$$= 112500 \text{ Kg}$$

- Berat total lantai

$$Q_4 = W_{4(\text{total})} + q_{l4(\text{total})}$$

$$= 1064363,484 + 112500$$

$$= 1176863,484 \text{ Kg}$$

❖ Berat lantai 9

• Beban mati

– Beban pelat =  $q_d \times \text{luas lantai}$

$$= 530 \times 441 = 233730 \text{ Kg}$$

– Beban  $\frac{1}{2}$  kolom bawah =  $(0,70 \times 0,70) \times 2400 \times 3,5/2 = 2058 \text{ Kg}$

$$= (0,50 \times 0,50) \times 2400 \times 3,5/2 = 1050 \text{ Kg}$$

– Beban  $\frac{1}{2}$  kolom atas =  $(0,70 \times 0,70) \times 2400 \times 5/2 = 2940 \text{ Kg}$

$$= (0,50 \times 0,50) \times 2400 \times 5/2 = 1500 \text{ Kg}$$

– Beban balok induk =  $(h - t_{\text{pelat}}) \times b \times \text{panjang} \times b_j$

$$= (0,60 - 0,16) \times 0,3 \times 323,6 \times 2400 = 102516,48 \text{ Kg}$$

– Beban  $\frac{1}{2}$  dinding geser atas =  $(2,7 \times 5/2) \times 2400 \times 0,5 = 8100 \text{ Kg}$

– Beban  $\frac{1}{2}$  dinding geser bawah =  $(2,7 \times 3,5/2) \times 2400 \times 0,5 = 5670 \text{ Kg}$

– Beban dinding memanjang =  $3,5 \times 133,6 \times 250 = 167000 \text{ Kg}$

– Beban dinding melintang =  $3,5 \times 147,6 \times 250 = 184500 \text{ Kg}$

– Beban kaca =  $1,9 \times 20,6 \times 20 = 782,8 \text{ Kg} +$

---


$$W_{5(\text{total})} = 709847,28 \text{ Kg}$$

• Beban hidup

Koefisien reduksi untuk gempa = 0,30 (PPIUG '83 hal: 21)

$$q_l = 400 \text{ Kg/m}^2$$

$$q_{l5(\text{total})} = 0,3 \times 400 \times 441$$

$$= 52920 \text{ Kg}$$

- Berat total lantai

$$\begin{aligned} Q_5 &= W_{5(\text{total})} + q_{l5(\text{total})} \\ &= 709847,28 + 52920 \\ &= 762767,28 \text{ Kg} \end{aligned}$$

- ❖ Berat lantai 10

- Beban mati

- Beban pelat =  $q_d \times \text{luas lantai}$

$$= 530 \times 164,7 = 872,91 \text{ Kg}$$

- Beban  $\frac{1}{2}$  kolom bawah =  $(0,70 \times 0,70) \times 2400 \times 5/2 = 2940 \text{ Kg}$

$$= (0,50 \times 0,50) \times 2400 \times 5/2 = 1500 \text{ Kg}$$

- Beban balok induk =  $(h - t_{\text{pelat}}) \times b \times \text{panjang} \times b_j$

$$\begin{aligned} &= (0,60 - 0,16) \times 0,3 \times 250,4 \times 2400 \\ &= 37889,28 \text{ Kg} \end{aligned}$$

- Beban balok dak beton =  $(h - t_{\text{pelat}}) \times b \times \text{panjang} \times b_j$

$$\begin{aligned} &= (0,55 - 0,16) \times 0,3 \times 250,4 \times 2400 \\ &= 70312,32 \text{ Kg} \end{aligned}$$

- Beban dak beton = B.s.pelat x Luas dak beton

$$= 384 \times 323,4 = 124185,6 \text{ Kg}$$

- Beban  $\frac{1}{2}$  dinding geser bawah =  $(2,7 \times 5/2) \times 2400 \times 0,4 = 6480 \text{ Kg}$

- Beban dinding melintang =  $3,5 \times 65,6 \times 250 = 57400 \text{ Kg}$

- Beban dinding memanjang =  $3,5 \times 144,9 \times 250 = 126787,5 \text{ Kg}$

- Beban atap =  $14497,227 \text{ Kg} +$

$$W_{6(\text{total})} = 530902,927 \text{ Kg}$$

- **Beban hidup**

Koefisien reduksi untuk gempa = 0,30 (PPIUG'83 hal: 21)

$$q_l = 400 \text{ Kg/m}^2$$

$$\begin{aligned} q_{l6(\text{total})} &= 0,3 \times 400 \times 164,7 \\ &= 19764 \text{ Kg} \end{aligned}$$

- **Berat total lantai**

$$\begin{aligned} Q_6 &= W_{6(\text{total})} + q_{l6(\text{total})} \\ &= 530902,927 + 19764 \\ &= 550666,927 \text{ Kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Berat total bangunan} &= Q_2 + (Q_3 \times 5) + Q_4 + Q_5 + Q_6 \\ &= 1054995,75 + (1090719,8 \times 5) + 1176863,484 + \\ &\quad 762767,28 + 550666,927 \\ &= 8998892,441 \text{ Kg} \end{aligned}$$

➤ Taksiran waktu getar alami ( T ), secara empiris

$$T = 0,06 \times (h)^{3/4}$$

Dimana :

$$h_n = \text{tinggi bangunan} = 36 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} T &= 0,06 \times (36)^{3/4} \\ &= 0,88 \end{aligned}$$

Kontrol pembatasan sesuai SNI 03-1726-2002 pasal 5.6

$$T_1 < \zeta \cdot n$$

Nilai koefisien  $\zeta$  ditetapkan menurut tabel 8 pada SNI 03-1726-2002

Berdasarkan letak bangunan yang berada di daerah Malang maka bangunan terletak di wilayah gempa 4.

Didapat :

$$- \zeta = 0,17$$

$$- n = 10$$

$$T = \zeta \cdot n$$

$$= 0,17 \times 10$$

$$= 1,7 \text{ detik} > T_{\text{empiris}} = 0,88 \dots \text{OK}$$

- Perhitungan V

V dihitung dengan rumus 26 pada SNI 03-1726-2002

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

Dimana :

$C_1 = 0,33$  (untuk  $T = 0,88$  ditanah keras sesuai gambar 2 pada SNI 03-1726-2002)

$R = 5,5$  (SNI 03-1726-2002 pada tabel 3)

$I = 1,0$  (SNI 03-1726-2002 pada tabel 1)

Maka :

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

$$= \frac{0,33 \cdot 1}{5,5} \times 8998892,441$$

$$= 539933,546 \text{ Kg}$$

- Distribusi gaya geser horizontal akibat gempa ( $F_i$ )

$$F_i = \frac{W_i \times z_i}{\sum_{i=1}^n W_i \times z_i} \times V$$

**Tabel 3.4.1 Perhitungan distribusi gaya geser horizontal akibat gempa**

Lantai	hi ( m )	Wi ( Kg )	hi x Wi ( Kgm )	Fi x,y ( Kg )	100% ( Kg )	30% ( Kg )
10	36	550666.927	19824009.372	61023.453	61023.453	18307.036
9	31	762767.280	23645785.680	72787.874	72787.874	21836.362
8	27.5	1176863.484	32363745.810	99624.021	99624.021	29887.206
7	24	1090719.800	26177275.200	80580.456	80580.456	24174.137
6	20.5	1090719.800	22359755.900	68829.140	68829.140	20648.742
5	17	1090719.800	18542236.600	57077.823	57077.823	17123.347
4	13.5	1090719.800	14724717.300	45326.507	45326.507	13597.952
3	10	1090719.800	10907198.000	33575.190	33575.190	10072.557
2	6.5	1054995.750	6857472.375	21109.082	21109.082	6332.725
<b>Total</b>			<b>175402196.237</b>	<b>539933.546</b>		

*Catatan :*

$F_i$  x/y adalah apabila pada arah x dianggap mendistribusikan beban gempa 100% maka arah y atau arah tegak lurus nya dianggap mendistribusikan beban gempa 30% dan juga sebaliknya, apabila pada arah y dianggap mendistribusikan beban gempa 100% maka arah x atau arah tegak lurus nya dianggap mendistribusikan beban gempa 30% ( SNI-03-1726-2002 Pasal 5.8.2 hal 26 ).

### 3.5. Tinjauan Kemampuan Struktur terhadap Beban Lateral

Dalam perencanaan struktur pelat cendawan karena tidak adanya balok maka kekakuan struktur perlu ditinjau dan dikontrol terhadap simpangan antar tingkat sesuai syarat keamanan dan kenyamanan suatu bangunan.

Dua alternatif tinjauan terhadap beban lateral :

1. Tanpa dinding geser
2. Dengan dinding geser

Untuk analisa simpangan antar tingkat dapat dilihat pada tabel dibawah ini :

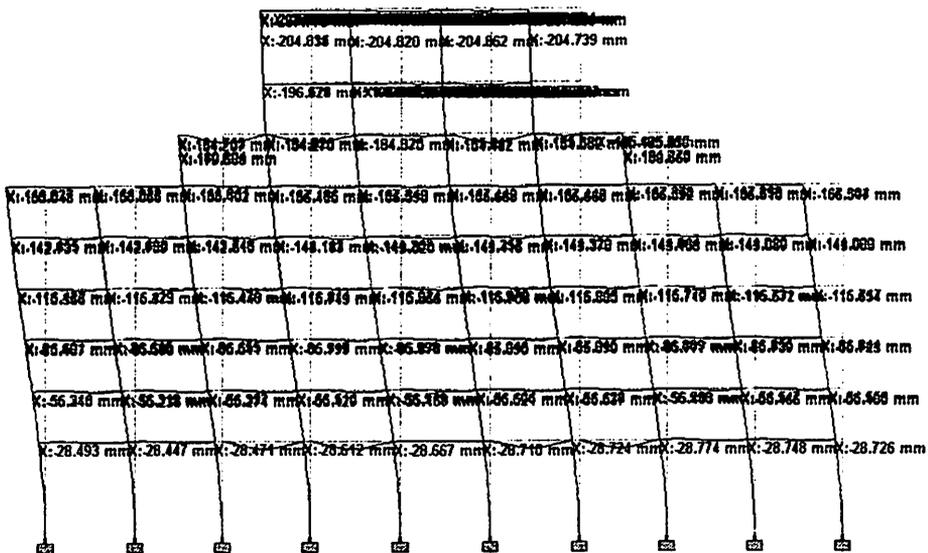
1. Tanpa dinding geser

**Tabel 3.5.1 Analisa  $\Delta s$  akibat beban lateral arah TIMUR-BARAT**

Lantai	$h_i$ (M)	$\Delta s$ (mm)	Drift $\Delta s$ antar tingkat (mm)	Syarat drift $\Delta s$ (mm)	Keterangan
10	36000	208.001	11.432	27.273	AMAN
9	31000	196.569	11.641	19.091	AMAN
8	27500	184.928	17.579	19.091	AMAN
7	24000	167.349	23.087	19.091	TIDAK AMAN
6	20500	144.262	27.338	19.091	TIDAK AMAN
5	17000	116.924	29.926	19.091	TIDAK AMAN
4	13500	86.998	30.419	19.091	TIDAK AMAN
3	10000	56.579	27.912	19.091	TIDAK AMAN
2	6500	28.667	28.667	35.455	AMAN

**Tabel 3.5.2 Analisa  $\Delta m$  akibat beban lateral arah TIMUR-BARAT**

Lantai	hi (M)	$\Delta s$ (mm)	Drift $\Delta m$ antar tingkat (mm)	Syarat drift $\Delta m$ (mm)	Keterangan
10	36000	208.001	44.013	100.000	AMAN
9	31000	196.569	44.818	70.000	AMAN
8	27500	184.928	67.679	70.000	AMAN
7	24000	167.349	88.885	70.000	TIDAK AMAN
6	20500	144.262	105.251	70.000	TIDAK AMAN
5	17000	116.924	115.215	70.000	TIDAK AMAN
4	13500	86.998	117.113	70.000	TIDAK AMAN
3	10000	56.579	107.461	70.000	TIDAK AMAN
2	6500	28.667	110.368	130.000	AMAN



Leaf 11 :  
Dicetak

**Gambar 3.5.1 Analisa simpangan antar-tingkat tanpa dinding geser**

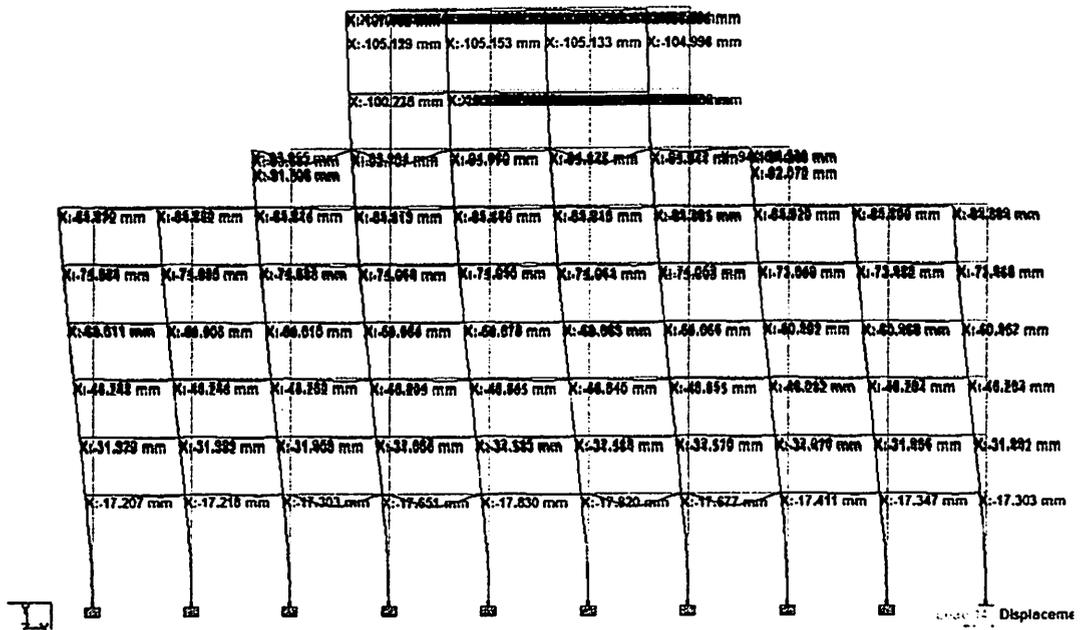
## 2. Dengan dinding geser

**Tabel 3.5.3 Analisa  $\Delta s$  akibat beban lateral arah TIMUR-BARAT**

Lantai	hi (M)	$\Delta s$ (mm)	Drift $\Delta s$ antar tingkat (mm)	Syarat drift $\Delta s$ (mm)	Keterangan
10	36000	107.209	6.951	27.273	AMAN
9	31000	100.258	6.198	19.091	AMAN
8	27500	94.060	8.875	19.091	AMAN
7	24000	85.185	11.129	19.091	AMAN
6	20500	74.056	12.984	19.091	AMAN
5	17000	61.072	14.231	19.091	AMAN
4	13500	46.841	14.727	19.091	AMAN
3	10000	32.115	14.285	19.091	AMAN
2	6500	17.830	17.830	35.455	AMAN

**Tabel 3.5.4 Analisa  $\Delta m$  akibat beban lateral arah TIMUR-BARAT**

Lantai	hi (M)	$\Delta s$ (mm)	Drift $\Delta m$ antar tingkat (mm)	Syarat drift $\Delta m$ (mm)	Keterangan
10	36000	107.209	26.761	100.000	AMAN
9	31000	100.258	23.862	70.000	AMAN
8	27500	94.060	34.169	70.000	AMAN
7	24000	85.185	42.847	70.000	AMAN
6	20500	74.056	49.988	70.000	AMAN
5	17000	61.072	54.789	70.000	AMAN
4	13500	46.841	56.697	70.000	AMAN
3	10000	32.115	54.995	70.000	AMAN
2	6500	17.830	68.646	130.000	AMAN



**Gambar 3.5.2 Analisa Simpangan antar-tingkat dengan dinding geser**

Maka dari hasil analisa simpangan antar tingkat maka struktur pelat cendawan (pelat tanpa balok) dapat dikombinasikan dengan dinding geser untuk mengatasi simpangan antar tingkat yang tinggi.

### 3.6. Kinerja Batas Layan ( $\Delta_s$ ) dan Kinerja Batas Ultimit ( $\Delta_m$ )

Untuk memenuhi syarat kinerja batas layan, maka drift  $\Delta_s$  antar tingkat tidak boleh lebih besar dari  $\frac{0,03}{R} \times h_i = \frac{0,03}{5,5} \times 5000 = 27,273$  mm.

SNI 03-1726-2002 menetapkan untuk membatasi terjadinya pelelehan baja dan peretakan beton yang berlebihan, disamping untuk mencegah kerusakan non struktural dan ketidaknyamanan penghuni. Selanjutnya untuk membatasi kemungkinan terjadinya keruntuhan struktur yang akan membawa korban jiwa manusia dengan membatasi nilai drift  $\Delta_m$  antar tingkat tidak boleh melampaui  $0,02 \times$  tinggi tingkat yang bersangkutan.

$$= 0,02 \times 5000 = 100 \text{ mm.}$$

Ternyata pembatasan  $\Delta_s$  dan  $\Delta_m$  antar tingkat untuk SRPM yang dihitung di penuhi.

Tabel penyimpangan lateral dan drift antar tingkat akibat beban gempa serta nilai maksimum penyimpangan inelastis yaitu sebagai berikut :

**Tabel 3.6.1 Analisa  $\Delta_s$  akibat gempa arah TIMUR-BARAT**

Lantai	hi (M)	$\Delta_s$ (mm)	Drift $\Delta_s$ antar tingkat (mm)	Syarat drift $\Delta_s$ (mm)	Keterangan
10	36000	107.209	6.951	27.273	AMAN
9	31000	100.258	6.198	19.091	AMAN
8	27500	94.060	8.875	19.091	AMAN
7	24000	85.185	11.129	19.091	AMAN
6	20500	74.056	12.984	19.091	AMAN
5	17000	61.072	14.231	19.091	AMAN
4	13500	46.841	14.727	19.091	AMAN

3	10000	32.115	14.285	19.091	AMAN
2	6500	17.830	17.830	35.455	AMAN

**Tabel 3.6.2 Analisa  $\Delta m$  akibat gempa arah TIMUR-BARAT**

Lantai	hi (m)	$\Delta s$ (mm)	Drift $\Delta m$ antar tingkat (mm)	Syarat drift $\Delta m$ (mm)	Keterangan
10	36000	107.209	26.761	100.000	AMAN
9	31000	100.258	23.862	70.000	AMAN
8	27500	94.060	34.169	70.000	AMAN
7	24000	85.185	42.847	70.000	AMAN
6	20500	74.056	49.988	70.000	AMAN
5	17000	61.072	54.789	70.000	AMAN
4	13500	46.841	56.697	70.000	AMAN
3	10000	32.115	54.995	70.000	AMAN
2	6500	17.830	68.646	130.000	AMAN

## BAB IV

### PERENCANAAN STRUKTUR

#### 4.1. Perencanaan Penulangan Pelat Cendawan

##### 4.1.1. Perhitungan Penulangan Pelat

$$\text{Diameter tulangan utama} = D12$$

$$\text{Selimut beton} = 20 \text{ mm}$$

$$\text{Tinggi efektif (d}_x\text{)} = h - \frac{1}{2} \text{ } \varnothing \text{ tul utama} - \text{tebal selimut}$$

$$= 160 - (1/2 \cdot 12) - 20$$

$$= 134 \text{ mm}$$

$$\text{Tinggi efektif (d}_y\text{)} = h - \frac{1}{2} \text{ } \varnothing \text{ tul utama} - \varnothing \text{ tul utama} - \text{tebal selimut}$$

$$= 160 - (1/2 \cdot 12) - 12 - 20$$

$$= 122 \text{ mm}$$

- **Penulangan jalur kolom bentang luar negatif portal A**

$$M_u = Mlx = 2478,159831 \text{ Kgm} = 24781598,31 \text{ Nmm}$$

$$M_n = \frac{M_u}{\phi} = \frac{24781598,31}{0,8} = 30976998 \text{ Nmm}$$

$$R_n = \frac{M_n}{b \cdot d^2} = \frac{30976998}{1500 \cdot 134^2} = 1,150$$

$$m = \frac{f_y}{0,85 \cdot f_c} = \frac{400}{0,85 \cdot 29,05} = 16,199$$

$$\rho = \frac{1}{m} \left[ 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot m \cdot R_n}{f_y}} \right]$$

$$= \frac{1}{16,199} \left[ 1 - \sqrt{1 - \frac{2.16,199.1,150}{400}} \right]$$

$$= 0,002946$$

$$\rho_b = \frac{0,85 \cdot \beta_1 \cdot f'_c}{f_y} \left( \frac{600}{600 + f_y} \right) = \frac{0,85 \cdot 0,85 \cdot 29,05}{400} \left( \frac{600}{600 + 400} \right) = 0,0315$$

$$\rho_{maks} = 0,75 \cdot \rho_b = 0,75 \times 0,0315 = 0,023625$$

$$\rho_{min} = 0,0018 ; \text{ untuk } f_y = 400 \text{ Mpa (SNI-03-2847-2002 ; 48)}$$

Maka  $\rho_{min} < \rho < \rho_{maks}$  di pakai  $\rho$ .

$$As \text{ perlu} = \rho \cdot b \cdot d_x$$

$$= 0,002946 \times 1500 \times 134$$

$$= 592,063 \text{ mm}^2$$

$$\text{Jarak tulangan} = \frac{1500}{592,063} \times \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot 12^2$$

$$= 286,388 \text{ mm} \approx 100 \text{ mm}$$

Maka dipakai tulangan **D12 – 100**

$$As \text{ ada} = \frac{1500}{100} \times \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot 12^2$$

$$= 1695,6 \text{ mm}^2 > As \text{ perlu} = 592,063 \text{ mm}^2 \dots\dots\dots \text{OK}$$

Kontrol momen :

$$a = \frac{As_{ada} \cdot f_y}{0,85 \cdot f'_c \cdot b} = \frac{1695,6 \cdot 400}{0,85 \cdot 29,05 \cdot 1500} = 18,312 \text{ mm}$$

$$Mn = As_{ada} \cdot f_y \cdot (d - a/2)$$

$$= 1695,6 \cdot 400 \cdot (134 - 18,312 / 2)$$

$$= 84674319 \text{ mm}$$

$$\phi Mn = 0,8 \times 84674319$$

$$= 67739455 \text{ mm} > Mu = 24781598,31 \text{ Nmm} \dots \dots \text{ AMAN}$$

• **Penulangan jalur kolom bentang luar positif portal A**

$$Mu = Mlx = 3404,8452 \text{ Kgm} = 34048452 \text{ Nmm}$$

$$Mn = \frac{Mu}{\phi} = \frac{34048452}{0,8} = 42560565 \text{ Nmm}$$

$$Rn = \frac{Mn}{b.d^2} = \frac{42560565}{1500.134^2} = 1,580$$

$$m = \frac{fy}{0,85.f'c} = \frac{400}{0,85.29,05} = 16,199$$

$$\rho = \frac{1}{m} \left[ 1 - \sqrt{1 - \frac{2.m.Rn}{fy}} \right]$$

$$= \frac{1}{16,199} \left[ 1 - \sqrt{1 - \frac{2.16,199.1,580}{400}} \right]$$

$$= 0,004086$$

$$\rho_b = \frac{0,85.\beta_1.f'c}{fy} \left( \frac{600}{600 + fy} \right) = \frac{0,85.0,85.29,05}{400} \left( \frac{600}{600 + 400} \right) = 0,0315$$

$$\rho_{maks} = 0,75.\rho_b = 0,75 \times 0,0315 = 0,023625$$

$$\rho_{min} = 0,0018 ; \text{ untuk } fy = 400 \text{ Mpa (SNI-03-2847-2002 ; 48)}$$

Maka  $\rho_{min} < \rho < \rho_{maks}$  di pakai  $\rho$

$$As \text{ perlu} = \rho . b . d_x$$

$$= 0,004086 \times 1500 \times 134$$

$$= 821,229 \text{ mm}^2$$

$$\begin{aligned} \text{Jarak tulangan} &= \frac{1500}{821,229} \times \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot 12^2 \\ &= 206,471 \text{ mm} \approx 100 \text{ mm} \end{aligned}$$

Maka dipakai tulangan **D12 – 100**

$$\begin{aligned} As \text{ ada} &= \frac{1500}{200} \times \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot 12^2 \\ &= 1695,6 \text{ mm}^2 > As \text{ perlu} = 821,229 \text{ mm}^2 \dots\dots\dots \text{OK} \end{aligned}$$

Kontrol momen :

$$a = \frac{As_{ada} \cdot fy}{0,85 \cdot f_c' \cdot b} = \frac{1695,6 \cdot 400}{0,85 \cdot 29,05 \cdot 1500} = 18,312 \text{ mm}$$

$$\begin{aligned} Mn &= As \text{ ada} \cdot fy \cdot (d - a/2) \\ &= 1695,6 \cdot 400 \cdot (134 - 18,312/2) \\ &= 84674319 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \phi Mn &= 0,8 \times 84674319 \\ &= 67739455 \text{ mm} > Mu = 34048452 \text{ Nmm} \dots\dots\dots \text{AMAN} \end{aligned}$$

**Perhitungan selanjutnya ditabelkan**

**Tabel 4.1.1.1 Perencanaan Penulangan Pelat dan Cek Kapasitas pada Jalur Kolom  
untuk Portal A**

No	Penampang Kritis	Bentang Luar			Bentang Dalam	
		Luar Negatif	Positif	Dalam Negatif	Negatif	Positif
1	Mu (Nmm)	24781598.31	34048452	57293070	53200702.5	22917228
2	$\phi_D$	12	12	12	12	12
3	d (mm)	134	134	134	134	134
4	b (mm)	1500	1500	1500	1500	1500
5	fy (Mpa)	400	400	400	400	400
6	fc' (Mpa)	29.05	29.05	29.05	29.05	29.05
7	Mn (Nmm)	30976998	42560565	71616338	66500878	28646535
8	Rn (mm)	1.150	1.580	2.659	2.469	1.064
9	m	16.199	16.199	16.199	16.199	16.199
10	$\rho_{min}$	0.0018	0.0018	0.0018	0.0018	0.0018
11	$\rho_{maks}$	0.023625	0.023625	0.023625	0.023625	0.023625
12	$\rho$	0.002946	0.004086	0.007050	0.006517	0.002719
13	$\rho_{min} < \rho < \rho_{maks}$	$\rho$	$\rho$	$\rho$	$\rho$	$\rho$
14	As perlu (mm <sup>2</sup> )	592.063	821.229	1417.064	1309.843	546.493
15	S (mm)	286.388	206.471	119.656	129.451	310.269
16	Dipakai (mm)	100	100	100	100	100
17	Dipakai Tulagan	D12-100	D12-100	D12-100	D12-100	D12-100
18	As ada (mm <sup>2</sup> )	1695.6	1695.6	1695.6	1695.6	1695.6
19	As ada > As perlu	OK	OK	OK	OK	OK
20	a (mm)	18.312	18.312	18.312	18.312	18.312
21	Mn (mm)	84674319	84674319	84674319	84674319	84674319
22	Ø Mn (mm)	67739455	67739455	67739455	67739455	67739455
23	Ø Mn > Mu	OK	OK	OK	OK	OK

**Tabel 4.1.1.2 Perencanaan Penulangan Pelat dan Cek Kapasitas pada Jalur Tengah  
untuk Portal A**

No	Penampang Kritis	Bentang Luar			Bentang Dalam	
		Luar Negatif	Positif	Dalam Negatif	Negatif	Positif
1	Mu (Nmm)	3592111.686	22698968	19097690	17733567.5	15278152
2	$\phi_D$	12	12	12	12	12
3	d (mm)	134	134	134	134	134
4	b (mm)	1500	1500	1500	1500	1500
5	fy (Mpa)	400	400	400	400	400
6	fc' (Mpa)	29.05	29.05	29.05	29.05	29.05
7	Mn (Nmm)	4490140	28373710	23872113	22166959	19097690
8	Rn (mm)	0.167	1.053	0.886	0.823	0.709
9	m	16.199	16.199	16.199	16.199	16.199
10	$\rho_{min}$	0.0018	0.0018	0.0018	0.0018	0.0018
11	$\rho_{maks}$	0.023625	0.023625	0.023625	0.023625	0.023625
12	$\rho$	0.000418	0.002692	0.002257	0.002093	0.001799
13	$\rho_{min} < \rho < \rho_{maks}$	$\rho_{min}$	$\rho$	$\rho$	$\rho$	$\rho_{min}$
14	As perlu (mm <sup>2</sup> )	361.800	541.170	453.676	420.701	361.800
15	S (mm)	468.657	313.321	373.747	403.042	468.657
16	Dipakai (mm)	200	200	200	200	200
17	Dipakai Tulangan	D12-200	D12-200	D12-200	D12-200	D12-200
18	As ada (mm <sup>2</sup> )	847.8	847.8	847.8	847.8	847.8
19	As ada > As perlu	OK	OK	OK	OK	OK
20	a (mm)	9.156	9.156	9.156	9.156	9.156
21	Mn (mm)	43889620	43889620	43889620	43889620	43889620
22	$\emptyset$ Mn (mm)	35111696	35111696	35111696	35111696	68 11696
23	$\emptyset$ Mn > Mu	OK	OK	OK	OK	OK

**Tabel 4.1.1.3 Perencanaan Penulangan Pelat dan Cek Kapasitas pada Jalur Kolom untuk Portal B**

No	Penampang Kritis	Bentang Luar			Bentang Dalam	
		Luar Negatif	Positif	Dalam Negatif	Negatif	Positif
1	Mu (Nmm)	53155308.31	68096904	114586132.5	106401413	45834456
2	$\phi_D$	12	12	12	12	12
3	d (mm)	134	134	134	134	134
4	b (mm)	3000	3000	3000	3000	3000
5	fy (Mpa)	400	400	400	400	400
6	fc' (Mpa)	29.05	29.05	29.05	29.05	29.05
7	Mn (Nmm)	66444135	85121130	143232666	133001766	57293070
8	Rn (mm)	1.233	1.580	2.659	2.469	1.064
9	m	16.199	16.199	16.199	16.199	16.199
10	$\rho_{min}$	0.0018	0.0018	0.0018	0.0018	0.0018
11	$\rho_{maks}$	0.023625	0.023625	0.023625	0.023625	0.023625
12	$\rho$	0.003165	0.004086	0.007050	0.006517	0.002719
13	$\rho_{min} < \rho < \rho_{maks}$	$\rho$	$\rho$	$\rho$	$\rho$	$\rho$
14	As perlu (mm <sup>2</sup> )	723.600	1642.458	2834.127	2619.685	1092.986
15	S (mm)	468.657	206.471	119.656	129.451	310.269
16	Dipakai (mm)	100	100	100	100	100
17	Dipakai Tulangan	D12-100	D12-100	D12-100	D12-100	D12-100
18	As ada (mm <sup>2</sup> )	3391.2	3391.2	3391.2	3391.2	3391.2
19	As ada > As perlu	OK	OK	OK	OK	OK
20	a (mm)	18.312	18.312	18.312	18.312	18.312
21	Mn (mm)	169348638	169348638	169348638	169348638	169348638
22	Ø Mn (mm)	135478910	135478910	135478910	135478910	135478910
23	Ø Mn > Mu	OK	OK	OK	OK	OK

**Tabel 4.1.1.4 Perencanaan Penulangan Pelat dan Cek Kapasitas pada Jalur Tengah  
untuk Portal B**

No	Penampang Kritis	Bentang Luar			Bentang Dalam	
		Luar Negatif	Positif	Dalam Negatif	Negatif	Positif
1	Mu (Nmm)	3592111.686	45397936	38195377.5	35467137.5	30556304
2	$\phi_D$	12	12	12	12	12
3	d (mm)	134	134	134	134	134
4	b (mm)	3000	3000	3000	3000	3000
5	fy (Mpa)	400	400	400	400	400
6	fc' (Mpa)	29.05	29.05	29.05	29.05	29.05
7	Mn (Nmm)	4490140	56747420	47744222	44333922	38195380
8	Rn (mm)	0.083	1.053	0.886	0.823	0.709
9	m	16.199	16.199	16.199	16.199	16.199
10	$\rho_{min}$	0.0018	0.0018	0.0018	0.0018	0.0018
11	$\rho_{maks}$	0.023625	0.023625	0.023625	0.023625	0.023625
12	$\rho$	0.000209	0.002692	0.002257	0.002093	0.001799
13	$\rho_{min} < \rho < \rho_{maks}$	$\rho_{min}$	$\rho$	$\rho$	$\rho$	$\rho_{min}$
14	As perlu (mm <sup>2</sup> )	723.600	1082.339	907.352	841.402	723.148
15	S (mm)	468.657	313.321	373.747	403.042	468.950
16	Dipakai (mm)	200	200	200	200	200
17	Dipakai Tulagan	D12-200	D12-200	D12-200	D12-200	D12-200
18	As ada (mm <sup>2</sup> )	1695.6	1695.6	1695.6	1695.6	1695.6
19	As ada > As perlu	OK	OK	OK	OK	OK
20	a (mm)	9.156	9.156	9.156	9.156	9.156
21	Mn (mm)	87779239	87779239	87779239	87779239	87779239
22	Ø Mn (mm)	70223392	70223392	70223392	70223392	70223392
23	Ø Mn > Mu	OK	OK	OK	OK	OK

**Tabel 4.1.1.5 Perencanaan Penulangan Pelat dan Cek Kapasitas pada Jalur Kolom  
untuk Portal C**

No	Penampang Kritis	Bentang Luar			Bentang Dalam	
		Luar Negatif	Positif	Dalam Negatif	Negatif	Positif
1	Mu (Nmm)	53155308.31	68096904	114586132.5	106401413	45834456
2	$\phi_D$	12	12	12	12	12
3	d (mm)	122	122	122	122	122
4	b (mm)	3000	3000	3000	3000	3000
5	fy (Mpa)	400	400	400	400	400
6	fc' (Mpa)	29.05	29.05	29.05	29.05	29.05
7	Mn (Nmm)	66444135	85121130	143232666	133001766	57293070
8	Rn (mm)	1.488	1.906	3.208	2.979	1.283
9	m	16.199	16.199	16.199	16.199	16.199
10	$\rho_{min}$	0.0018	0.0018	0.0018	0.0018	0.0018
11	$\rho_{maks}$	0.023625	0.023625	0.023625	0.023625	0.023625
12	$\rho$	0.003840	0.004966	0.008622	0.007960	0.003296
13	$\rho_{min} < \rho < \rho_{maks}$	$\rho$	$\rho$	$\rho$	$\rho$	$\rho$
14	As perlu (mm <sup>2</sup> )	658.800	1817.406	3155.490	2913.312	1206.257
15	S (mm)	514.754	186.596	107.470	116.404	281.134
16	Dipakai (mm)	100	100	100	100	100
17	Dipakai Tulagan	D12-100	D12-100	D12-100	D12-100	D12-100
18	As ada (mm <sup>2</sup> )	3391.2	3391.2	3391.2	3391.2	3391.2
19	As ada > As perlu	OK	OK	OK	OK	OK
20	a (mm)	18.312	18.312	18.312	18.312	18.312
21	Mn (mm)	153070878	153070878	153070878	153070878	153070878
22	$\emptyset$ Mn (mm)	122456702	122456702	122456702	122456702	122456702
23	$\emptyset$ Mn > Mu	OK	OK	OK	OK	OK

**Tabel 4.1.1.6 Perencanaan Penulangan Pelat dan Cek Kapasitas pada Jalur**

**Tengah untuk Portal C**

No	Penampang Kritis	Bentang Luar			Bentang Dalam	
		Luar Negatif	Positif	Dalam Negatif	Negatif	Positif
1	Mu (Nmm)	3592111.686	45397936	38195377.5	35467138	30556304
2	$\phi_D$	12	12	12	12	12
3	d (mm)	122	122	122	122	122
4	b (mm)	3000	3000	3000	3000	3000
5	fy (Mpa)	400	400	400	400	400
6	fc' (Mpa)	29.05	29.05	29.05	29.05	29.05
7	Mn (Nmm)	4490140	56747420	47744222	44333922	38195380
8	Rn (mm)	0.101	1.271	1.069	0.993	0.855
9	m	16.199	16.199	16.199	16.199	16.199
10	$\rho_{min}$	0.0018	0.0018	0.0018	0.0018	0.0018
11	$\rho_{maks}$	0.023625	0.023625	0.023625	0.023625	0.023625
12	$\rho$	0.000252	0.003264	0.002734	0.002534	0.002177
13	$\rho_{min} < \rho < \rho_{maks}$	$\rho_{min}$	$\rho$	$\rho$	$\rho$	$\rho$
14	As perlu (mm <sup>2</sup> )	658.800	1194.448	1000.534	927.535	796.753
15	S (mm)	514.754	283.914	338.939	365.614	425.628
16	Dipakai (mm)	200	200	200	200	200
17	Dipakai Tulagan	D12-200	D12-200	D12-200	D12-200	D12-200
18	As ada (mm <sup>2</sup> )	1695.6	1695.6	1695.6	1695.6	1695.6
19	As ada > As perlu	OK	OK	OK	OK	OK
20	a (mm)	9.156	9.156	9.156	9.156	9.156
21	Mn (mm)	79640359	79640359	79640359	79640359	79640359
22	Ø Mn (mm)	63712288	63712288	63712288	63712288	63712288
23	Ø Mn > Mu	OK	OK	OK	OK	OK

**Tabel 4.1.1.7 Perencanaan Penulangan Pelat dan Cek Kapasitas pada Jalur Kolom untuk Portal D**

No	Penampang Kritis	Bentang Luar			Bentang Dalam	
		Luar Negatif	Positif	Dalam Negatif	Negatif	Positif
1	Mu (Nmm)	24781598.31	34048452	57293070	53200702.5	22917228
2	$\phi_D$	12	12	12	12	12
3	d (mm)	122	122	122	122	122
4	b (mm)	1500	1500	1500	1500	1500
5	fy (Mpa)	400	400	400	400	400
6	fc' (Mpa)	29.05	29.05	29.05	29.05	29.05
7	Mn (Nmm)	30976998	42560565	71616338	66500878	28646535
8	Rn (mm)	1.387	1.906	3.208	2.979	1.283
9	m	16.199	16.199	16.199	16.199	16.199
10	$\rho_{min}$	0.0018	0.0018	0.0018	0.0018	0.0018
11	$\rho_{maks}$	0.023625	0.023625	0.023625	0.023625	0.023625
12	$\rho$	0.003572	0.004966	0.008622	0.007960	0.003296
13	$\rho_{min} < \rho < \rho_{maks}$	$\rho$	$\rho$	$\rho$	$\rho$	$\rho$
14	As perlu (mm <sup>2</sup> )	653.697	908.703	1577.745	1456.656	603.128
15	S (mm)	259.386	186.596	107.470	116.404	281.134
16	Dipakai (mm)	100	100	100	100	100
17	Dipakai Tulagan	D12-100	D12-100	D12-100	D12-100	D12-100
18	As ada (mm <sup>2</sup> )	1695.6	1695.6	1695.6	1695.6	1695.6
19	As ada > As perlu	OK	OK	OK	OK	OK
20	a (mm)	18.312	18.312	18.312	18.312	18.312
21	Mn (mm)	76535439	76535439	76535439	76535439	76535439
22	$\phi$ Mn (mm)	61228351	61228351	61228351	61228351	61228351
23	$\phi$ Mn > Mu	OK	OK	OK	OK	OK

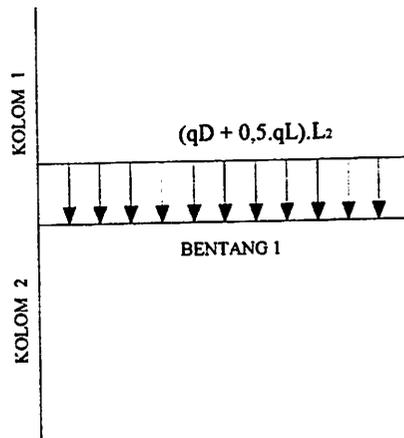
**Tabel 4.1.1.8 Perencanaan Penulangan Pelat dan Cek Kapasitas pada Jalur Tengah  
untuk Portal D**

No	Penampang Kritis	Bentang Luar			Bentang Dalam	
		Luar Negatif	Positif	Dalam Negatif	Negatif	Positif
1	Mu (Nmm)	3592111.686	22698968	19097690	17733567.5	15278152
2	$\phi_D$	12	12	12	12	12
3	d (mm)	122	122	122	122	122
4	b (mm)	1500	1500	1500	1500	1500
5	fy (Mpa)	400	400	400	400	400
6	fc' (Mpa)	29.05	29.05	29.05	29.05	29.05
7	Mn (Nmm)	4490140	28373710	23872113	22166959	19097690
8	Rn (mm)	0.201	1.271	1.069	0.993	0.855
9	m	16.199	16.199	16.199	16.199	16.199
10	$\rho_{min}$	0.0018	0.0018	0.0018	0.0018	0.0018
11	$\rho_{maks}$	0.023625	0.023625	0.023625	0.023625	0.023625
12	$\rho$	0.000505	0.003264	0.002734	0.002534	0.002177
13	$\rho_{min} < \rho < \rho_{maks}$	$\rho_{min}$	$\rho$	$\rho$	$\rho$	$\rho$
14	As perlu (mm <sup>2</sup> )	329.400	597.224	500.267	463.767	398.376
15	S (mm)	514.754	283.914	338.939	365.614	425.628
16	Dipakai (mm)	200	200	200	200	200
17	Dipakai Tulagan	D12-200	D12-200	D12-200	D12-200	D12-200
18	As ada (mm <sup>2</sup> )	847.8	847.8	847.8	847.8	847.8
19	As ada > As perlu	OK	OK	OK	OK	OK
20	a (mm)	9.156	9.156	9.156	9.156	9.156
21	Mn (mm)	39820180	39820180	39820180	39820180	39820180
22	$\emptyset$ Mn (mm)	31856144	31856144	31856144	31856144	31856144
23	$\emptyset$ Mn > Mu	OK	OK	OK	OK	OK

## 4.1.2. Pemindahan Momen dan Geser pada Pertemuan antara Pelat dan Kolom

### 4.1.2.1. Momen – momen pada jalur tengah dan jalur kolom

#### 4.1.2.1.1. Jalur kolom luar arah memanjang



$$QD = 1,2 \times 530 = 636 \text{ Kg/m}^2$$

$$QL = 1,6 \times 250 = 400 \text{ Kg/m}^2$$

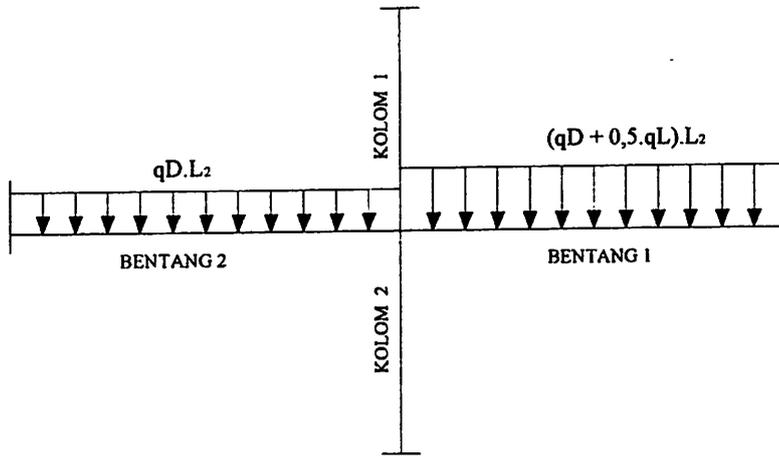
Momen terfaktor  $M_u$  yang harus dipindahkan kekolom – kolom

$$M_u = 0,07 [(qD + 0,5.qL) \ell_2 \cdot \ell_n^2]$$

$$= 0,07 [(636 + 0,5.400) \times (6) \times (6 - 0,7)^2]$$

$$= 9862,9608 \text{ Kgm}$$

#### 4.1.2.1.2. Jalur kolom dalam arah memanjang



$$QD = 1,2 \times 530 = 636 \text{ Kg/m}^2$$

$$QL = 1,6 \times 250 = 400 \text{ Kg/m}^2$$

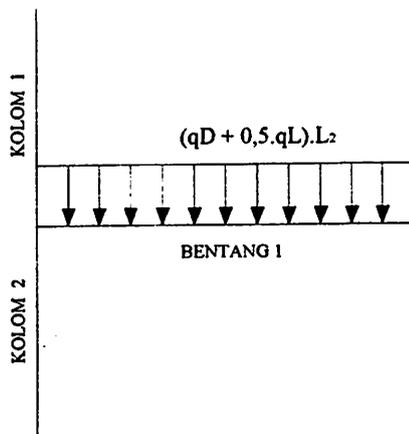
Momen terfaktor  $M_u$  yang harus dipindahkan kekolom – kolom

$$M_U = 0,07 [(qD + 0,5.qL)\ell_2 \cdot \ell_n^2 - qD \cdot \ell_2 \cdot \ell_n^2]$$

$$= 0,07 [(636 + 0,5 \cdot 400) \times (6) \times (6 - 0,7)^2 - 636 \times (6) \times (6 - 0,7)^2]$$

$$= 2359,56 \text{ Kgm}$$

#### 4.1.2.1.3. Jalur kolom luar arah melintang



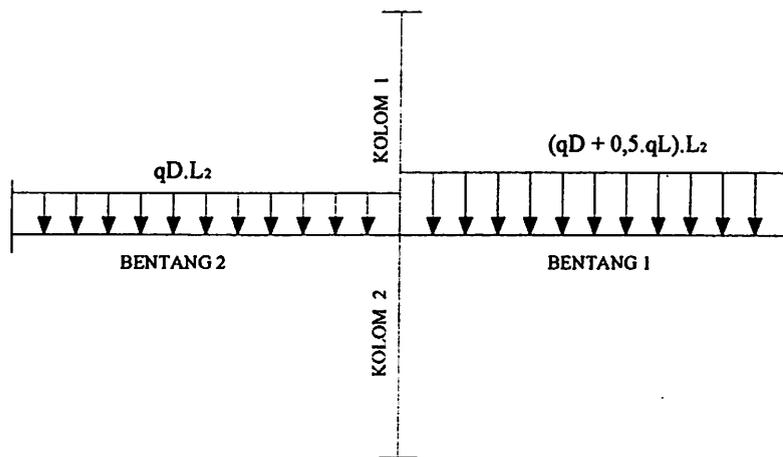
$$QD = 1,2 \times 530 = 636 \text{ Kg/m}^2$$

$$QL = 1,6 \times 250 = 400 \text{ Kg/m}^2$$

Momen terfaktor  $M_u$  yang harus dipindahkan kekolom – kolom

$$\begin{aligned} M_u &= 0,07[(qD + 0,5.qL)\ell_2 \cdot \ell_n^2] \\ &= 0,07 [(636 + 0,5.400) \times (6) \times (6 - 0,7)^2] \\ &= 9862,9608 \text{ Kgm} \end{aligned}$$

#### 4.1.2.1.4. Jalur kolom dalam arah melintang



$$QD = 1,2 \times 530 = 636 \text{ Kg/m}^2$$

$$QL = 1,6 \times 250 = 400 \text{ Kg/m}^2$$

Momen terfaktor  $M_u$  yang harus dipindahkan kekolom – kolom

$$\begin{aligned} M_u &= 0,07[(qD + 0,5.qL)\ell_2 \cdot \ell_n^2 - qD \cdot \ell_2 \cdot \ell_n^2] \\ &= 0,07 [(636 + 0,5.400) \times (6) \times (6 - 0,7)^2 - 636 \times (6) \times (6 - 0,7)^2] \\ &= 2359,56 \text{ Kgm} \end{aligned}$$

#### 4.1.2.2. Pemindahan momen dan geser

##### 4.1.2.2.1. Jalur kolom luar arah memanjang

###### Pemindahan oleh lentur ( $M_b$ )

$$\begin{aligned} M_b &= \frac{Mu}{1 + \frac{2}{3} \sqrt{\frac{c_1 + d/2}{c_2 + d}}} \\ &= \frac{9862,9608}{1 + \frac{2}{3} \sqrt{\frac{1000 + 184/2}{2000 + 184}}} \\ &= 6703,092633 \text{ Kgm} \end{aligned}$$

$M_b$  bekerja melalui pelat sebesar  $(c_2 + 1,5h) = 2000 + 1,5 \cdot 160 = 2240$  mm

Lebar jalur kolom = 1500 mm

Momen dalam jalur kolom = 2478,159831 Kgm

Karena momen jalur kolom didalam lebar 2240 mm sebesar

$$2478,159831 \times \left( \frac{2240}{1500} \right) = 4097,224254 \text{ Kgm kurang dari } M_b \text{ maka}$$

diperlukan tulangan lentur tambahan didalam 2240 mm untuk momen

$$\text{sebesar} = M_b - 2048,612127$$

$$= 6703,092633 - 4097,224254$$

$$= 2605,868379 \text{ Kgm}$$

###### Pemindahan oleh geser ( $M_v$ )

$$V_u = (qD + qL) \times (6) \cdot (6/2)$$

$$= (636 + 400) \times (6) \cdot (3)$$

$$= 18648 \text{ Kg}$$

$$M_v = M_u - M_b$$

$$= 9862,9608 - 6703,092633$$

$$= 3159,868167 \text{ Kgm}$$

$$a = c_1 + d/2 = 1000 + 184/2 = 1092 \text{ mm}$$

$$b = c_2 + d = 2000 + 184 = 2184 \text{ mm}$$

$$x = \frac{2a(1/2a)}{2a+b} = \frac{2.1092(1/2.1092)}{2.1092+2184} = 273 \text{ mm}$$

$$A_c = (2.a + b).d$$

$$= (2 \times 1092 + 2184) \times 184$$

$$= 803712 \text{ mm}^2$$

$$J_c = d \left[ \frac{2.a^3}{3} - (2a+b).x^2 \right] + \frac{a.d^3}{6}$$

$$= 184 \left[ \frac{2.1092^3}{3} - (2.1092 + 2184).273^2 \right] + \frac{1092.184^3}{6}$$

$$= 1,00967 \times 10^{11} \text{ mm}^4$$

$$V_1 = \frac{V_u}{\phi.A_c} - \frac{M_v.x}{\phi.J_c}$$

$$= \frac{18648}{0,6.803712} - \frac{3159,868167.273.10^3}{0,6.1,00967 \times 10^{11}}$$

$$= 0,0244 \text{ Kg/mm}^2$$

$$V_2 = \frac{V_u}{\phi.A_c} + \frac{M_v.x}{\phi.J_c}$$

$$= \frac{18648}{0,6.803712} + \frac{3159,868167.273.10^3}{0,6.1,00967 \times 10^{11}}$$

$$= 0,0529 \text{ Kg/mm}^2$$

Cek geser akibat beban vertikal dan akibat momen tak berimbang sebagai geser eksentris :

$$\text{Akibat beban vertikal} = V_{u1} = 18648 \text{ Kg}$$

$$\begin{aligned} \text{Akibat geser eksentris} &= V_{u2} = V_2 \cdot A_c \\ &= 0,0529 \times 803712 \\ &= 42516,3648 \text{ Kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} V_{\text{total}} &= V_{u1} + V_{u2} \\ &= 18648 + 42516,3648 \\ &= 61164,3648 \text{ Kg} = 611,643648 \text{ KN} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} V_c &= \phi \left( 1 + \frac{2}{\beta_c} \right) \frac{1}{6} \sqrt{f_c} \cdot A_c \\ &= 0,6 \left( 1 + \frac{2}{1} \right) \frac{1}{6} \sqrt{29,05} \cdot 803712 \cdot 10^{-3} \\ &= 1299,555333 \text{ KN} > 549,226464 \text{ KN (tidak perlu tulangan geser)} \end{aligned}$$

#### 4.1.2.2.2. Jalur kolom dalam arah memanjang

##### Pemindahan oleh lentur ( $M_b$ )

$$\begin{aligned} M_b &= \frac{Mu}{1 + \frac{2}{3} \sqrt{\frac{c_1 + d/2}{c_2 + d}}} \\ &= \frac{2359,56}{1 + \frac{2}{3} \sqrt{\frac{2000 + 184/2}{2000 + 184}}} \\ &= 1427,895317 \text{ Kgm} \end{aligned}$$

$M_b$  bekerja melalui pelat sebesar  $(c_2 + 1,5h) = 2000 + 1,5 \cdot 160 = 2240$  mm

Lebar jalur kolom = 3000 mm

Momen dalam jalur kolom = 5320,07025 Kgm

Karena momen jalur kolom didalam lebar 2240 mm sebesar

$$5320,07025 \times \left( \frac{2240}{3000} \right) = 3972,31912 \text{ Kgm lebih dari } M_b \text{ maka tidak}$$

diperlukan tulangan lentur.

##### Pemindahan oleh geser ( $M_v$ )

$$V_u = (qD + qL) \times (6) \cdot (6)$$

$$= (636 + 400) \times (6) \cdot (6)$$

$$= 37296 \text{ Kg}$$

$$M_v = M_u - M_b$$

$$= 2507,0325 - 1517,138774$$

$$= 931,664683 \text{ Kgm}$$

$$a = c_1 + d = 2000 + 184 = 2184 \text{ mm}$$

$$b = c_2 + d = 2000 + 184 = 2184 \text{ mm}$$

$$x = \frac{2a(1/2a)}{2a+b} = \frac{2.2184(1/2.2184)}{2.2184+2184} = 728 \text{ mm}$$

$$A_c = (2.a + b).d$$

$$= (2 \times 2184 + 2184) \times 184$$

$$= 1205568 \text{ mm}^2$$

$$J_c = d \left[ \frac{2.a^3}{3} - (2a+b).x^2 \right] + \frac{a.d^3}{6}$$

$$= 184 \left[ \frac{2.2184^3}{3} - (2.2184 + 2184).728^2 \right] + \frac{2184.184^3}{6}$$

$$= 6,41199 \times 10^{11} \text{ mm}^4$$

$$V_1 = \frac{V_u}{\phi.A_c} - \frac{M_v.x}{\phi.J_c}$$

$$= \frac{37296}{0,6.1205568} - \frac{931,664683 . 728.10^3}{0,6.6,41199 \times 10^{11}}$$

$$= 0,0498 \text{ Kg/mm}^2$$

$$V_2 = \frac{V_u}{\phi.A_c} + \frac{M_v.x}{\phi.J_c}$$

$$= \frac{42012}{0,85.1205568} + \frac{989,8937257 . 728.10^3}{0,85.6,41199 \times 10^{11}}$$

$$= 0,0534 \text{ Kg/mm}^2$$

Cek geser akibat beban vertikal dan akibat momen tak berimbang sebagai geser eksentris :

$$\text{Akibat beban vertikal} = V_{u1} = 37296 \text{ Kg}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Akibat geser eksentris} &= V_{u2} = V_2 \cdot A_c \\
 &= 0,0534 \times 1205568 \\
 &= 64377,3312 \text{ Kg}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 V_{\text{total}} &= V_{u1} + V_{u2} \\
 &= 37296 + 64377,3312 \\
 &= 101673,3312 \text{ Kg} = 1016,733312 \text{ KN}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 V_c &= \phi \left( 1 + \frac{2}{\beta_c} \right) \frac{1}{6} \sqrt{f_c} \cdot A_c \\
 &= 0,6 \left( 1 + \frac{2}{1} \right) \frac{1}{6} \sqrt{29,05} \cdot 1205568 \cdot 10^{-3} \\
 &= 1949,332999 \text{ KN} > 1016,733312 \text{ KN (tidak perlu tulangan geser)}
 \end{aligned}$$

#### 4.1.2.2.3. Jalur kolom luar arah melintang

##### Pemindahan oleh lentur ( $M_b$ )

$$\begin{aligned} M_b &= \frac{Mu}{1 + \frac{2}{3} \sqrt{\frac{c_1 + d/2}{c_2 + d}}} \\ &= \frac{9862,9608}{1 + \frac{2}{3} \sqrt{\frac{1000 + 184/2}{2000 + 184}}} \\ &= 6703,092633 \text{ Kgm} \end{aligned}$$

$M_b$  bekerja melalui pelat sebesar  $(c_2 + 1,5h) = 2000 + 1,5 \cdot 160 = 2240$  mm

Lebar jalur kolom = 1500 mm

Momen dalam jalur kolom = 2478,159831 Kgm

Karena momen jalur kolom didalam lebar 2240 mm sebesar

$$2478,159831 \times \left( \frac{2240}{1500} \right) = 4097,224254 \text{ Kgm kurang dari } M_b \text{ maka}$$

diperlukan tulangan lentur tambahan didalam 2240 mm untuk momen

$$\text{sebesar} = M_b - 2048,612127$$

$$= 6703,092633 - 4097,224254$$

$$= 2605,868379 \text{ Kgm}$$

##### Pemindahan oleh geser ( $M_v$ )

$$V_u = (qD + qL) \times (6) \cdot (6/2)$$

$$= (636 + 400) \times (6) \cdot (3)$$

$$= 18648 \text{ Kg}$$

$$M_v = M_u - M_b$$

$$= 9862,9608 - 6703,092633$$

$$= 3159,868167 \text{ Kgm}$$

$$a = c_1 + d/2 = 1000 + 184/2 = 1092 \text{ mm}$$

$$b = c_2 + d = 2000 + 184 = 2184 \text{ mm}$$

$$x = \frac{2a(1/2a)}{2a+b} = \frac{2 \cdot 1092(1/2 \cdot 1092)}{2 \cdot 1092 + 2184} = 273 \text{ mm}$$

$$A_c = (2 \cdot a + b) \cdot d$$

$$= (2 \times 1092 + 2184) \times 184$$

$$= 803712 \text{ mm}^2$$

$$J_c = d \left[ \frac{2 \cdot a^3}{3} - (2a + b) \cdot x^2 \right] + \frac{a \cdot d^3}{6}$$

$$= 184 \left[ \frac{2 \cdot 1092^3}{3} - (2 \cdot 1092 + 2184) \cdot 273^2 \right] + \frac{1092 \cdot 184^3}{6}$$

$$= 1,00967 \times 10^{11} \text{ mm}^4$$

$$V_1 = \frac{V_u}{\phi \cdot A_c} - \frac{M_v \cdot x}{\phi \cdot J_c}$$

$$= \frac{18648}{0,6 \cdot 803712} - \frac{3159,868167 \cdot 273 \cdot 10^3}{0,6 \cdot 1,00967 \times 10^{11}}$$

$$= 0,0244 \text{ Kg/mm}^2$$

$$V_2 = \frac{V_u}{\phi \cdot A_c} + \frac{M_v \cdot x}{\phi \cdot J_c}$$

$$= \frac{18648}{0,6 \cdot 803712} + \frac{3159,868167 \cdot 273 \cdot 10^3}{0,6 \cdot 1,00967 \times 10^{11}}$$

$$= 0,0529 \text{ Kg/mm}^2$$

Cek geser akibat beban vertikal dan akibat momen tak berimbang  
sebagai geser eksentris :

$$\text{Akibat beban vertikal} = V_{u1} = 18648 \text{ Kg}$$

$$\begin{aligned}\text{Akibat geser eksentris} &= V_{u2} = V_2 \cdot A_c \\ &= 0,0529 \times 803712 \\ &= 42516,3648 \text{ Kg}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}V_{\text{total}} &= V_{u1} + V_{u2} \\ &= 18648 + 42516,3648 \\ &= 61164,3648 \text{ Kg} = 611,643648 \text{ KN}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}V_c &= \phi \left( 1 + \frac{2}{\beta_c} \right) \frac{1}{6} \sqrt{f_c} \cdot A_c \\ &= 0,6 \left( 1 + \frac{2}{1} \right) \frac{1}{6} \sqrt{29,05} \cdot 803712 \cdot 10^{-3} \\ &= 1299,555333 \text{ KN} > 549,226464 \text{ KN (tidak perlu tulangan geser)}\end{aligned}$$

#### 4.1.2.2.4. Jalur kolom dalam arah melintang

##### Pemindahan oleh lentur ( $M_b$ )

$$\begin{aligned} M_b &= \frac{Mu}{1 + \frac{2}{3} \sqrt{\frac{c_1 + d/2}{c_2 + d}}} \\ &= \frac{2359,56}{1 + \frac{2}{3} \sqrt{\frac{2000 + 184/2}{2000 + 184}}} \\ &= 1427,895317 \text{ Kgm} \end{aligned}$$

$M_b$  bekerja melalui pelat sebesar  $(c_2 + 1,5h) = 2000 + 1,5 \cdot 160 = 2240$  mm

Lebar jalur kolom = 3000 mm

Momen dalam jalur kolom = 5320,07025 Kgm

Karena momen jalur kolom didalam lebar 2240 mm sebesar

$$5320,07025 \times \left( \frac{2240}{3000} \right) = 3972,31912 \text{ Kgm lebih dari } M_b \text{ maka tidak}$$

diperlukan tulangan lentur.

##### Pemindahan oleh geser ( $M_v$ )

$$\begin{aligned} V_u &= (qD + qL) \times (6) \cdot (6) \\ &= (636 + 400) \times (6) \cdot (6) \\ &= 37296 \text{ Kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_v &= M_u - M_b \\ &= 2507,0325 - 1517,138774 \\ &= 931,664683 \text{ Kgm} \end{aligned}$$

$$a = c_1 + d = 2000 + 184 = 2184 \text{ mm}$$

$$b = c_2 + d = 2000 + 184 = 2184 \text{ mm}$$

$$x = \frac{2a(1/2a)}{2a+b} = \frac{2.2184(1/2.2184)}{2.2184+2184} = 728 \text{ mm}$$

$$A_c = (2.a + b).d$$

$$= (2 \times 2184 + 2184) \times 184$$

$$= 1205568 \text{ mm}^2$$

$$J_c = d \left[ \frac{2.a^3}{3} - (2a+b).x^2 \right] + \frac{a.d^3}{6}$$

$$= 184 \left[ \frac{2.2184^3}{3} - (2.2184 + 2184).728^2 \right] + \frac{2184.184^3}{6}$$

$$= 6,41199 \times 10^{11} \text{ mm}^4$$

$$V_1 = \frac{V_u}{\phi.A_c} - \frac{M_v.x}{\phi.J_c}$$

$$= \frac{37296}{0,6.1205568} - \frac{931,664683 . 728.10^3}{0,6.6,41199 \times 10^{11}}$$

$$= 0,0498 \text{ Kg/mm}^2$$

$$V_2 = \frac{V_u}{\phi.A_c} + \frac{M_v.x}{\phi.J_c}$$

$$= \frac{42012}{0,85.1205568} + \frac{989,8937257 . 728.10^3}{0,85.6,41199 \times 10^{11}}$$

$$= 0,0534 \text{ Kg/mm}^2$$

Cek geser akibat beban vertikal dan akibat momen tak berimbang sebagai geser eksentris :

$$\text{Akibat beban vertikal} = V_{u1} = 37296 \text{ Kg}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Akibat geser eksentris} &= V_{u2} = V_2 \cdot A_c \\
 &= 0,0534 \times 1205568 \\
 &= 64377,3312 \text{ Kg}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 V_{\text{total}} &= V_{u1} + V_{u2} \\
 &= 37296 + 64377,3312 \\
 &= 101673,3312 \text{ Kg} = 1016,733312 \text{ KN}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 V_c &= \phi \left( 1 + \frac{2}{\beta_c} \right) \frac{1}{6} \sqrt{f_c} \cdot A_c \\
 &= 0,6 \left( 1 + \frac{2}{1} \right) \frac{1}{6} \sqrt{29,05} \cdot 1205568 \cdot 10^{-3} \\
 &= 1949,332999 \text{ KN} > 1016,733312 \text{ KN (tidak perlu tulangan geser)}
 \end{aligned}$$

## 4.2. Perencanaan Penulangan Kolom

### 4.2.1 Desain Kolom

Dalam Skripsi ini, penulangan kolom yang dihitung adalah kolom no.1059 dengan menggunakan Diagram Interaksi.

### 4.2.2. Data Perencanaan

- Lebar Kolom	( b )	=	700 mm
- Tinggi Kolom	( h )	=	700 mm
- Diameter tulangan Tarik = Tulangan Tekan		=	25 mm
- Diameter tulangan Sengkang		=	16 mm
- Selimut Beton		=	50 mm
- Jarak antar tulangan pada kolom		=	42,875 mm
- Tegangan Kuat tekan beton	$f'c$	=	29,05 Mpa
- Tegangan Leleh Tulangan Ulir (D)	$f_y$	=	400 Mpa
- Tegangan Leleh Tulangan Polos ( $\phi$ )	$f_y$	=	240 Mpa
- Modulus Elastisitas baja	$E_s$	=	200000 Mpa
- $\beta_1$		=	0,85 (untuk $f'c < 30$ )
- Regangan leleh tulangan	$\epsilon_y$	=	$\frac{f_y}{E_s} = \frac{400}{200000} = 0,002$

- Luas total kolom ( $A_g$ )  $= 700 \times 700 = 490000 \text{ mm}^2$

Syarat jumlah tulangan kolom berkisar antara 1% - 8% maka direncanakan

jumlah tulangan total pada kolom 32 buah  $= 32 \times \frac{1}{4} \times \pi \times 25^2 = 14718,750 \text{ mm}^2$

Kontrol terhadap syarat tersebut diatas adalah :  $\frac{14718,750}{490000} = 0,030 = 3,00 \%$

- Luas tulangan tarik ( $A_{s1} = 9$  buah)  $= 9 \times \frac{1}{4} \times \pi \times 25^2 = 4415,625 \text{ mm}^2$

( $A_{s2} = 2$  buah)  $= 2 \times \frac{1}{4} \times \pi \times 25^2 = 981,250 \text{ mm}^2$

( $A_{s3} = 2$  buah)  $= 2 \times \frac{1}{4} \times \pi \times 25^2 = 981,250 \text{ mm}^2$

( $A_{s4} = 2$  buah)  $= 2 \times \frac{1}{4} \times \pi \times 25^2 = 981,250 \text{ mm}^2$

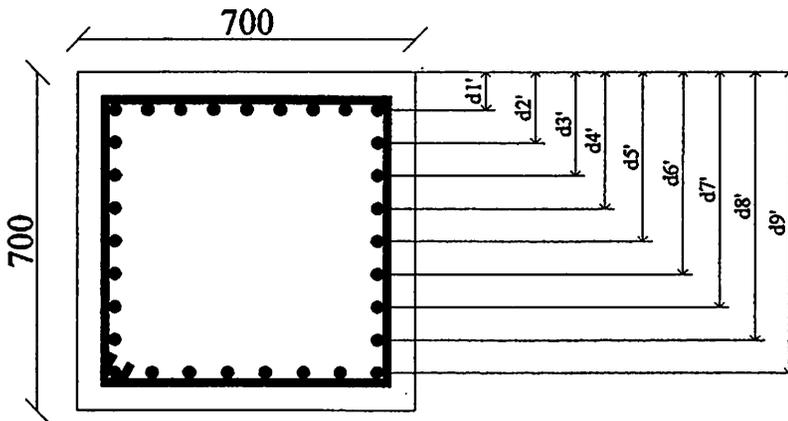
( $A_{s5} = 2$  buah)  $= 2 \times \frac{1}{4} \times \pi \times 25^2 = 981,250 \text{ mm}^2$

- Luas tulangan tekan ( $A_{s'1} = 9$  buah)  $= 9 \times \frac{1}{4} \times \pi \times 25^2 = 4415,625 \text{ mm}^2$

( $A_{s'2} = 2$  buah)  $= 2 \times \frac{1}{4} \times \pi \times 25^2 = 981,250 \text{ mm}^2$

( $A_{s'3} = 2$  buah)  $= 2 \times \frac{1}{4} \times \pi \times 25^2 = 981,250 \text{ mm}^2$

$$(As'4 = 2 \text{ buah}) = 2 \times \frac{1}{4} \times \pi \times 25^2 = 981,250 \text{ mm}^2$$



**Gambar 4.2.2.1 Penampang Kolom 70/70**

#### **4.2.3. Perhitungan Kolom terhadap Beban Aksial ( $P_n$ ) dan Momen Lentur**

**( $M_n$ )**

Untuk penulangan kolom dalam laporan skripsi ini berupa kolom yang mempunyai momen yang paling besar yaitu kolom 1059 (Hasil dari Program Bantu STAAD PRO 2004) adalah :

- Momen terfaktor ( $M_u^-$ ) join 616 = 389 KNm
- Momen terfaktor ( $M_u^+$ ) join 7791 = 1158,95 KNm
- Gaya Aksial terfaktor ( $P_u^-$ ) join 616 = 758 KN
- Gaya Aksial terfaktor ( $P_u^+$ ) join 7791 = 758 KN
- Momen nominal ( $M_n^-$ ) join 616 =  $\frac{389}{0,65} = 598,462$  KNm
- Momen nominal ( $M_n^+$ ) join 7791 =  $\frac{1158,95}{0,65} = 1783$  KNm

- Gaya Aksial nominal ( $P_u^-$ ) join 616 =  $\frac{758}{0,65} = 1166,154 \text{ KN}$
- Gaya Aksial nominal ( $P_u^+$ ) join 7791 =  $\frac{758}{0,65} = 1166,154 \text{ KN}$
- Eksentrisitas minimum ( $e_{\min}$ ) =  $0,10 \cdot b$   
 $= 0,10 \times 700 = 70 \text{ mm}$

Syarat dimensi kolom yaitu kolom yang menerima beban aksial berfaktor

harus lebih besar dari  $\frac{A_g \cdot f_c'}{10} = \frac{(700)^2 \cdot 29,05}{10} = 1423,450 \text{ KN}$ .

Langkah-langkah menghitung Diagram Interaksi pada kolom yaitu sebagai berikut :

### 1. Kapasitas beban aksial (beban sentris)

$$P_o = \{0,85 \cdot f_c' \cdot (A_g - A_{st}) + A_{st} \cdot f_y\}$$

$$P_o = \{0,85 \cdot 29,05 \cdot (490000 - 14718,750) + 14718,750 \cdot 400\}$$

$$P_o = 17623382 \text{ N} = 17623,382 \text{ KN}$$

$$P_n = 0,8 \cdot P_o$$

$$P_n = 0,8 \cdot (17623,382) = 14098,706 \text{ KN}$$

### 2. Kondisi seimbang (balance)

Menentukan tinggi efektif kolom ( $d$ ) yaitu sebagai berikut :

Dari gambar 4.2.2.1 dapat dihitung besar nilai  $d_1'$ ,  $d_2'$ ,  $d_3'$ ,  $d_4'$ ,  $d_5'$ ,  $d_6'$ ,  $d_7'$ ,  $d_8'$ ,  $d_9'$  sebagai berikut :

$$d_1' = \text{Tebal selimut beton} + \text{Diam. sengkang} + \frac{1}{2} \text{Diameter Tulangan Utama}$$

$$= 50 + 16 + \frac{1}{2} 25 = 78,5 \text{ mm}$$

$$d_2' = d_1' + \frac{1}{2} \text{Diam tulangan utama} + \text{Jarak antar tulangan} + \frac{1}{2} \text{Diam. tulangan utama}$$

$$= 78,5 + \frac{1}{2} 25 + 42,875 + \frac{1}{2} 25 = 146,375 \text{ mm}$$

$$d_3' = d_2' + \frac{1}{2} \text{Diam tulangan utama} + \text{Jarak antar tulangan} + \frac{1}{2} \text{Diam. tulangan utama}$$

$$= 146,375 + \frac{1}{2} 25 + 42,875 + \frac{1}{2} 25 = 214,250 \text{ mm}$$

$$d_4' = d_3' + \frac{1}{2} \text{Diam tulangan utama} + \text{Jarak antar tulangan} + \frac{1}{2} \text{Diam. tulangan utama}$$

$$= 214,250 + \frac{1}{2} 25 + 42,875 + \frac{1}{2} 25 = 282,125 \text{ mm}$$

$$d_5' = d_4' + \frac{1}{2} \text{Diam tulangan utama} + \text{Jarak antar tulangan} + \frac{1}{2} \text{Diam. tulangan utama}$$

$$= 282,125 + \frac{1}{2} 25 + 42,875 + \frac{1}{2} 25 = 350 \text{ mm}$$

$$d_6' = d_5' + \frac{1}{2} \text{Diam tulangan utama} + \text{Jarak antar tulangan} + \frac{1}{2} \text{Diam. tulangan utama}$$

$$= 350 + \frac{1}{2} 25 + 42,875 + \frac{1}{2} 25 = 417,875 \text{ mm}$$

$$d_7' = d_6' + \frac{1}{2} \text{ Diam tulangan utama} + \text{Jarak antar tulangan} + \frac{1}{2} \text{ Diam. tulangan utama}$$

$$= 417,875 + \frac{1}{2} 25 + 42,875 + \frac{1}{2} 25 = 485,750 \text{ mm}$$

$$d_8' = d_7' + \frac{1}{2} \text{ Diam tulangan utama} + \text{Jarak antar tulangan} + \frac{1}{2} \text{ Diam. tulangan utama}$$

$$= 485,750 + \frac{1}{2} 25 + 42,875 + \frac{1}{2} 25 = 553,625 \text{ mm}$$

$$d_9' = d_8' + \frac{1}{2} \text{ Diam tulangan utama} + \text{Jarak antar tulangan} + \frac{1}{2} \text{ Diam. tulangan utama}$$

$$= 553,625 + \frac{1}{2} 25 + 42,875 + \frac{1}{2} 25 = 621,500 \text{ mm}$$

$$d' = 78,5 \text{ mm}$$

$$d = h - d' = 700 - 73 = 621,500 \text{ mm}$$

$$C_b = \frac{600 \cdot d}{(600 + fy)}$$

$$C_b = \frac{600 \cdot (621,5)}{(600 + 400)} = 372,900 \text{ mm}$$

$$a_b = \beta_1 \cdot C_b$$

$$a_b = 0,85 \cdot 372,900 = 316,965 \text{ mm}$$

$$Cc = 0,85 \cdot fc' \cdot b \cdot a_b$$

$$Cc = 0,85 \cdot 29,05 \cdot 700 \cdot 316,965 = 5478661 \text{ N} = 5478,661 \text{ KN}$$

**Kondisi tulangan tekan :**

$$\frac{\varepsilon'_1}{\varepsilon_c'} = \frac{C_b - d_1'}{C_b} \rightarrow \varepsilon'_1 = \frac{C_b - d_1'}{C_b} \cdot (\varepsilon_c')$$

$$\varepsilon'_1 = \frac{372,900 - 78,5}{372,900} \cdot (0,003) = 0,0023685$$

$f_{s_1}' = \varepsilon'_1 \cdot E_s = 0,0023685 \times 200000 = 473,693 \text{ Mpa} > f_y = 400 \text{ Mpa}$  (kondisi leleh)

Karena nilai  $f_{s_1}' > f_y$  berarti kondisi tulangan tekan leleh maka untuk perhitungan selanjutnya digunakan  $f_{s_1}' = f_y = 400 \text{ Mpa}$ .

$$\frac{\varepsilon'_2}{\varepsilon_c'} = \frac{C_b - d_2'}{C_b} \rightarrow \varepsilon'_2 = \frac{C_b - d_2'}{C_b} \cdot (\varepsilon_c')$$

$$\varepsilon'_2 = \frac{372,900 - 146,375}{372,900} \cdot (0,003) = 0,0018224$$

$f_{s_2}' = \varepsilon'_2 \cdot E_s = 0,0018224 \times 200000 = 364,481 \text{ Mpa} < f_y = 400 \text{ Mpa}$  (belum leleh)

Karena nilai  $f_{s_2}' < f_y$  berarti kondisi tulangan tekan belum leleh maka untuk perhitungan selanjutnya digunakan  $f_{s_2}' = 364,481 \text{ Mpa}$ .

$$\frac{\varepsilon'_3}{\varepsilon_c'} = \frac{C_b - d_3'}{C_b} \rightarrow \varepsilon'_3 = \frac{C_b - d_3'}{C_b} \cdot (\varepsilon_c')$$

$$\varepsilon'_3 = \frac{372,900 - 214,250}{372,900} \cdot (0,003) = 0,0012763$$

$f_{s_3}' = \varepsilon_3' \cdot E_s = 0,0012763 \times 200000 = 255,270 \text{ Mpa} < f_y = 400 \text{ Mpa}$  (belum leleh)

Karena nilai  $f_{s_3}' < f_y$  berarti kondisi tulangan tekan belum leleh maka untuk perhitungan selanjutnya digunakan  $f_{s_3}' = 255,270 \text{ Mpa}$ .

$$\frac{\varepsilon_4'}{\varepsilon_c'} = \frac{C_b - d_4'}{C_b} \rightarrow \varepsilon_4' = \frac{C_b - d_4'}{C_b} \cdot (\varepsilon_c')$$

$$\varepsilon_4' = \frac{372,900 - 282,125}{372,900} \cdot (0,003) = 0,0012763$$

$f_{s_4}' = \varepsilon_4' \cdot E_s = 0,0012763 \times 200000 = 146,058 \text{ Mpa} < f_y = 400 \text{ Mpa}$  (belum leleh)

Karena nilai  $f_{s_3}' < f_y$  berarti kondisi tulangan tekan belum leleh maka untuk perhitungan selanjutnya digunakan  $f_{s_3}' = 146,058 \text{ Mpa}$ .

$$\frac{\varepsilon_5'}{\varepsilon_c'} = \frac{C_b - d_5'}{C_b} \rightarrow \varepsilon_5' = \frac{C_b - d_5'}{C_b} \cdot (\varepsilon_c')$$

$$\varepsilon_5' = \frac{372,900 - 350}{372,900} \cdot (0,003) = 0,0001842$$

$f_{s_5}' = \varepsilon_5' \cdot E_s = 0,0001842 \times 200000 = 0,003 \text{ Mpa} < f_y = 400 \text{ Mpa}$  (belum leleh)

Karena nilai  $f_{s_3}' < f_y$  berarti kondisi tulangan tekan belum leleh maka untuk perhitungan selanjutnya digunakan  $f_{s_3}' = 0,003 \text{ Mpa}$ .

**Kondisi tulangan tarik :**

$$\frac{\varepsilon_{s1}}{\varepsilon_c'} = \frac{d_9' - C_b}{C_b} \rightarrow \varepsilon_{s1} = \frac{d_9' - C_b}{C_b} \cdot (\varepsilon_c')$$

$$\varepsilon_{s1} = \frac{621,500 - 372,900}{372,900} \cdot (0,003) = 0,002000$$

$$f_{s1} = \varepsilon_{s1} \cdot E_s = 0,002000 \times 200000 = 400 \text{ Mpa} = f_y = 400 \text{ Mpa (Belum leleh)}$$

Karena nilai  $f_{s1} = f_y$  berarti kondisi tulangan tarik belum leleh maka untuk perhitungan selanjutnya digunakan  $f_{s1} = f_y = 400 \text{ Mpa}$ .

$$\frac{\varepsilon_{s2}}{\varepsilon_c'} = \frac{d_8' - C_b}{C_b} \rightarrow \varepsilon_{s2} = \frac{d_8' - C_b}{C_b} \cdot (\varepsilon_c')$$

$$\varepsilon_{s2} = \frac{553,625 - 372,900}{372,900} \cdot (0,003) = 0,001454$$

$$f_{s2} = \varepsilon_{s2} \cdot E_s = 0,001454 \times 200000 = 290,778 \text{ Mpa} < f_y = 400 \text{ Mpa (belum leleh)}$$

Karena nilai  $f_{s2} < f_y$  berarti kondisi tulangan tarik belum leleh maka untuk perhitungan selanjutnya digunakan  $f_{s2} = 290,778 \text{ Mpa}$ .

$$\frac{\varepsilon_{s3}}{\varepsilon_c'} = \frac{d_7' - C_b}{C_b} \rightarrow \varepsilon_{s3} = \frac{d_7' - C_b}{C_b} \cdot (\varepsilon_c')$$

$$\varepsilon_{s3} = \frac{485,750 - 372,900}{372,900} \cdot (0,003) = 0,000908$$

$$f_{s3} = \varepsilon_{s3} \cdot E_s = 0,000908 \times 200000 = 181,577 \text{ Mpa} < f_y = 400 \text{ Mpa ( belum leleh)}$$

Karena nilai  $f_{s3} < f_y$  berarti kondisi tulangan tarik belum leleh maka untuk perhitungan selanjutnya digunakan  $f_{s3} = 181,577$  Mpa.

$$\frac{\varepsilon_4}{\varepsilon_c'} = \frac{d_6' - C_b}{C_b} \rightarrow \varepsilon_3 = \frac{d_6' - C_b}{C_b} \cdot (\varepsilon_c')$$

$$\varepsilon_4 = \frac{417,875 - 372,900}{372,900} \cdot (0,003) = 0,000362$$

$$f_{s4} = \varepsilon_4 \cdot E_s = 0,000362 \times 200000 = 72,365 \text{ Mpa} < f_y = 400 \text{ Mpa ( belum leleh)}$$

Karena nilai  $f_{s3} < f_y$  berarti kondisi tulangan tarik belum leleh maka untuk perhitungan selanjutnya digunakan  $f_{s3} = 72,365$  Mpa.

**Tulangan tekan :**

$$C_{s1} = A_{s1}' \cdot (f_{s1}' - 0,85 f_{c'})$$

$$C_{s1} = (4415,625) \cdot (400 - 0,85(29,05)) = 1657217 \text{ N} = 1657,217 \text{ KN}$$

$$C_{s2} = A_{s2}' \cdot (f_{s2}' - 0,85 f_{c'})$$

$$C_{s2} = (981,250) \cdot (364,481 - 0,85(29,05)) = 333418 \text{ N} = 333,418 \text{ KN}$$

$$C_{s3} = A_{s3}' \cdot (f_{s3}' - 0,85 f_{c'})$$

$$C_{s3} = (981,250) \cdot (255,270 - 0,85(29,05)) = 226254 \text{ N} = 226,254 \text{ KN}$$

$$C_{s4} = A_{s4}' \cdot (f_{s4}' - 0,85 f_{c'})$$

$$C_{s4} = (981,250) \cdot (146,058 - 0,85(29,05)) = 20267,275 \text{ N} = 119,090 \text{ KN}$$

**Tulangan tarik :**

$$Ts_1 = As_1 \cdot fy$$

$$Ts_1 = (4415,625) \times 400 = 1766250 \text{ N} = 1766,250 \text{ KN}$$

$$Ts_2 = As_2 \cdot fs_2$$

$$Ts_2 = (981,250) \times 290,788 = 408726,362 \text{ N} = 285,336 \text{ KN}$$

$$Ts_3 = As_3 \cdot fs_3$$

$$Ts_3 = (981,250) \times 181,577 = 178172 \text{ N} = 178,172 \text{ KN}$$

$$Ts_4 = As_4 \cdot fs_4$$

$$Ts_4 = (981,250) \times 72,365 = 71008 \text{ N} = 71,008 \text{ KN}$$

$$Z_1 = \frac{h}{2} - \frac{1}{2}ab = 350 - \frac{317,220}{2} = 316,965 \text{ mm}$$

$$Z_2 = Z_6 = \frac{h}{2} - d_1' = 350 - 78,5 = 271,500 \text{ mm}$$

$$Z_3 = Z_7 = \frac{h}{2} - d_2' = 350 - 146,375 = 203,625 \text{ mm}$$

$$Z_4 = Z_8 = \frac{h}{2} - d_3' = 350 - 214,250 = 135,750 \text{ mm}$$

$$Z_5 = Z_9 = \frac{h}{2} - d_4' = 350 - 282,125 = 67,875 \text{ m}$$

➤ Gaya Aksial nominal yang terjadi pada kondisi seimbang yaitu :

$$Pn_b = Cc + (Cs_1 + Cs_2 + Cs_3 + Cs_4) - (Ts_1 + Ts_2 + Ts_3 + Ts_4)$$

$$= 5478,661 + (1657,217 + 333,418 + 226,254 + 119,090) - (1766,250 +$$

$$285,336 + 178,172 + 71,008)$$

$$= 5513,872 \text{ KN}$$

➤ Momen nominal yang terjadi pada kondisi seimbang yaitu :

$$Mn_b = \{Cc \times Z_1 + ((Cs_1 + Ts_1) \times Z_2 + (Cs_2 + Ts_2) \times Z_3 + (Cs_3 + Ts_3) \times Z_4 + (Cs_4 + Ts_4) \times Z_5)\}$$

$$= \{5478,661 \times 316,965 + ((1657,217 + 1766,250) \times 271,500 + (333,418 +$$

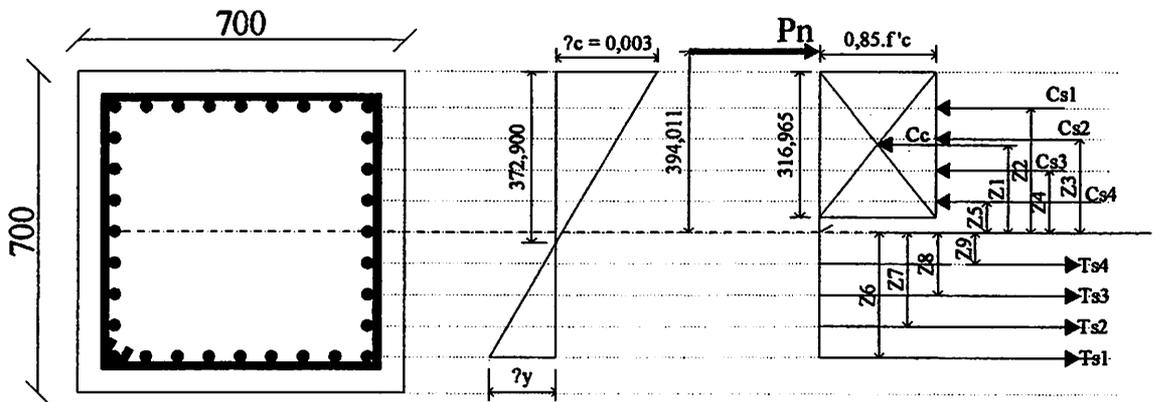
$$285,336) \times 203,625 + (226,254 + 178,172) \times 135,750 + (119,090 +$$

$$71,008) \times 67,875)\}$$

$$= 2172528 \text{ KNmm} = 2172,528 \text{ KNm}$$

➤ Eksentrisitas yang terjadi pada kondisi seimbang yaitu :

$$e_b = \frac{Mn_b}{Pn_b} = \frac{2172528}{5513,872} = 394,011 \text{ mm} > e_{\text{min}} = 70 \text{ mm}$$



**Gambar 4.2.3.1 Diagram regangan, tegangan dan gaya dalam kondisi seimbang (balance)**

### 3. Kondisi PATAH DESAK ( $C_1 > C_b$ )

Dengan memisalkan  $C_1 = 400$  mm dimana harus lebih besar dari  $C_b = 372,900$  mm.

Maka :

Untuk  $f'_c = 29,05$  MPa maka nilai  $\beta_1 = 0,85$

$$a_1 = \beta_1 \cdot C_1$$

$$a_1 = 0,85 \cdot 400 = 340 \text{ mm}$$

$$C_c = 0,85 \cdot f'_c \cdot b \cdot a_1$$

$$C_c = 0,85 \cdot 29,05 \cdot 700 \cdot 340$$

$$= 5876815 \text{ N} = 5876,815 \text{ KN}$$

**Kondisi tulangan tekan :**

$$\frac{\epsilon'_1}{\epsilon_c'} = \frac{C_1 - d_1'}{C_1} \rightarrow \epsilon'_1 = \frac{C_1 - d_1'}{C_1} \cdot (\epsilon_c')$$

$$\epsilon'_1 = \frac{400 - 78,5}{400} \cdot (0,003) = 0,002411$$

$$f_{s_1}' = \epsilon'_1 \cdot E_s$$

$$= 0,002411 \cdot 200000 = 482,250 \text{ Mpa} > f_y = 400 \text{ Mpa (kondisi leleh)}$$

Karena nilai  $f_{s_1}' > f_y$  berarti kondisi tulangan tekan leleh maka untuk perhitungan selanjutnya digunakan  $f_{s_1}' = f_y = 400$  Mpa.

$$\frac{\epsilon'_2}{\epsilon'} = \frac{C_1 - d_2'}{C_1} \rightarrow \epsilon'_2 = \frac{C_1 - d_2'}{C_1} \cdot (\epsilon')$$

$$\epsilon'_2 = \frac{400 - 146,375}{400} \cdot (0,003) = 0,001902$$

$$f_{s_2}' = \epsilon'_2 \cdot E_s$$

$$= 0,001902 \cdot 200000 = 340,438 \text{ Mpa} < f_y = 400 \text{ Mpa (belum leleh)}$$

Karena nilai  $f_{s_2}' < f_y$  berarti kondisi tulangan tekan belum leleh maka untuk perhitungan selanjutnya digunakan  $f_{s_2}' = 340,438 \text{ Mpa}$ .

$$\frac{\epsilon'_3}{\epsilon'} = \frac{C_1 - d_3'}{C_1} \rightarrow \epsilon'_3 = \frac{C_1 - d_3'}{C_1} \cdot (\epsilon')$$

$$\epsilon'_3 = \frac{400 - 214,250}{400} \cdot (0,003) = 0,001393$$

$$f_{s_3}' = \epsilon'_3 \cdot E_s$$

$$= 0,001393 \cdot 200000 = 278,625 \text{ Mpa} < f_y = 400 \text{ Mpa (belum leleh)}$$

Karena nilai  $f_{s_3}' < f_y$  berarti kondisi tulangan tekan belum leleh maka untuk perhitungan selanjutnya digunakan  $f_{s_2}' = 278,625 \text{ Mpa}$ .

$$\frac{\epsilon'_4}{\epsilon'} = \frac{C_1 - d_4'}{C_1} \rightarrow \epsilon'_4 = \frac{C_1 - d_4'}{C_1} \cdot (\epsilon')$$

$$\epsilon'_4 = \frac{400 - 282,125}{400} \cdot (0,003) = 0,0008841$$

$$f_{s_4}' = \varepsilon_4' \cdot E_s$$

$$= 0,0008841 \cdot 200000 = 176,813 \text{ Mpa} < f_y = 400 \text{ Mpa (belum leleh)}$$

Karena nilai  $f_{s_4}' < f_y$  berarti kondisi tulangan tekan belum leleh maka untuk perhitungan selanjutnya digunakan  $f_{s_2}' = 176,813 \text{ Mpa}$ .

$$\frac{\varepsilon_5'}{\varepsilon_c'} = \frac{C_1 - d_3'}{C_1} \rightarrow \varepsilon_4' = \frac{C_1 - d_3'}{C_1} \cdot (\varepsilon_c')$$

$$\varepsilon_5' = \frac{400 - 350}{400} \cdot (0,003) = 0,0003750$$

$$f_{s_5}' = \varepsilon_5' \cdot E_s$$

$$= 0,0003750 \cdot 200000 = 75 \text{ Mpa} < f_y = 400 \text{ Mpa (belum leleh)}$$

Karena nilai  $f_{s_4}' < f_y$  berarti kondisi tulangan tekan belum leleh maka untuk perhitungan selanjutnya digunakan  $f_{s_2}' = 75 \text{ Mpa}$ .

**Kondisi tulangan tarik :**

$$\frac{\varepsilon_1}{\varepsilon_c'} = \frac{d_9' - C_1}{C_1} \rightarrow \varepsilon_1 = \frac{d_9' - C_1}{C_1} \cdot (\varepsilon_c')$$

$$\varepsilon_1 = \frac{621,500 - 400}{400} \cdot (0,003) = 0,001661$$

$$f_{s_1} = \varepsilon_1 \cdot E_s$$

$$= 0,001661 \cdot 200000 = 332,250 \text{ Mpa} < f_y = 400 \text{ Mpa ( belum leleh)}$$

Karena nilai  $f_{s1} < f_y$  berarti kondisi tulangan tarik belum leleh maka untuk perhitungan selanjutnya digunakan  $f_{s1} = 332,250$  Mpa.

$$\frac{\varepsilon_2}{\varepsilon_c'} = \frac{d_8' - C_1}{C_1} \rightarrow \varepsilon_2 = \frac{d_8' - C_1}{C_1} \cdot (\varepsilon_c')$$

$$\varepsilon_2 = \frac{553,625 - 400}{400} \cdot (0,003) = 0,001152$$

$$f_{s2} = \varepsilon_2 \cdot E_s = 0,001152 \cdot 200000 = 230,438 \text{ Mpa} < f_y = 400 \text{ Mpa ( belum leleh)}$$

Karena nilai  $f_{s2} < f_y$  berarti kondisi tulangan tarik belum leleh maka untuk perhitungan selanjutnya digunakan  $f_{s2} = 230,438$  Mpa.

$$\frac{\varepsilon_3}{\varepsilon_c'} = \frac{d_7' - C_1}{C_1} \rightarrow \varepsilon_3 = \frac{d_7' - C_1}{C_1} \cdot (\varepsilon_c')$$

$$\varepsilon_3 = \frac{485,750 - 400}{400} \cdot (0,003) = 0,000643$$

$$f_{s3} = \varepsilon_3 \cdot E_s = 0,000643 \cdot 200000 = 128,625 \text{ Mpa} < f_y = 400 \text{ Mpa ( belum leleh)}$$

Karena nilai  $f_{s3} < f_y$  berarti kondisi tulangan tarik belum leleh maka untuk perhitungan selanjutnya digunakan  $f_{s3} = 128,625$  Mpa.

$$\frac{\varepsilon_4}{\varepsilon_c'} = \frac{d_6' - C_1}{C_1} \rightarrow \varepsilon_4 = \frac{d_6' - C_1}{C_1} \cdot (\varepsilon_c')$$

$$\varepsilon_4 = \frac{417,875 - 400}{400} \cdot (0,003) = 0,000134$$

$$f_{s4} = \varepsilon_4 \cdot E_s = 0,000134 \cdot 200000 = 26,183 \text{ Mpa} < f_y = 400 \text{ Mpa ( belum leleh)}$$

Karena nilai  $f_{s3} < f_y$  berarti kondisi tulangan tarik belum leleh maka untuk perhitungan selanjutnya digunakan  $f_{s3} = 26,183$  Mpa.

Tulangan tekan :

$$C_{s1} = A_{s1}' \cdot (f_y - 0,85 f_c')$$

$$\begin{aligned} C_{s1} &= (4415,625) \cdot (400 - 0,85(29,05)) \\ &= 1657217 \text{ N} = 1657,217 \text{ KN} \end{aligned}$$

$$C_{s2} = A_{s2}' \cdot (f_{s2}' - 0,85 f_c')$$

$$\begin{aligned} C_{s2} &= (981,250) \cdot (340,438 - 0,85(29,05)) \\ &= 349075 \text{ N} = 349,075 \text{ KN} \end{aligned}$$

$$C_{s3} = A_{s3}' \cdot (f_{s3}' - 0,85 f_c')$$

$$\begin{aligned} C_{s3} &= (981,250) \cdot (278,625 - 0,85(29,05)) \\ &= 249171 \text{ N} = 249,171 \text{ KN} \end{aligned}$$

$$C_{s4} = A_{s4}' \cdot (f_{s4}' - 0,85 f_c')$$

$$\begin{aligned} C_{s4} &= (981,250) \cdot (176,813 - 0,85(29,05)) \\ &= 149268 \text{ N} = 149,268 \text{ KN} \end{aligned}$$

$$C_{s5} = A_{s5}' \cdot (f_{s5}' - 0,85 f_c')$$

$$C_{s5} = (981,250) \cdot (75 - 0,85(29,05))$$

$$= 49364 \text{ N} = 49,364 \text{ KN}$$

Tulangan tarik :

$$Ts_1 = As_1 \cdot fs_1$$

$$Ts_1 = (4415,625) \times 332,250$$

$$= 1467091 \text{ N} = 1467,091 \text{ KN}$$

$$Ts_2 = As_2 \cdot fs_2$$

$$Ts_2 = (981,250) \times 230,438$$

$$= 226117 \text{ N} = 226,117 \text{ KN}$$

$$Ts_3 = As_3 \cdot fs_3$$

$$Ts_3 = (981,250) \times 128,625$$

$$= 98068,48 \text{ N} = 126,213 \text{ KN}$$

$$Ts_4 = As_4 \cdot fs_4$$

$$Ts_4 = (981,250) \times 26,813$$

$$= 26310 \text{ N} = 26,310 \text{ KN}$$

$$Z_1 = \frac{h}{2} - \frac{1}{2} a_1$$

$$= 350 - \frac{340}{2} = 180 \text{ mm}$$

$$Z_2 = Z_6 = \frac{h}{2} - d_1'$$

$$= 350 - 78,5 = 271,500 \text{ mm}$$

$$Z_3 = Z_7 = \frac{h}{2} - d_2'$$

$$= 350 - 146,375 = 203,625 \text{ mm}$$

$$Z_4 = Z_8 = \frac{h}{2} - d_3'$$

$$= 350 - 214,250 = 135,750 \text{ mm}$$

$$Z_5 = Z_9 = \frac{h}{2} - d_4'$$

$$= 350 - 282,125 = 67,875 \text{ mm}$$

➤ Gaya Aksial nominal yang terjadi pada kondisi desak yaitu :

$$Pn_1 = (Cc + Cs_1 + Cs_2 + Cs_3 + Cs_4 + Cs_5) - (Ts_1 + Ts_2 + Ts_3 + Ts_4)$$

$$= (5876,815 + 1657,217 + 349,075 + 249,171 + 149,268 + 49,364) -$$

$$(1467,091 + 226,118 + 126,213 + 26,310)$$

$$= 6485,179 \text{ KN}$$

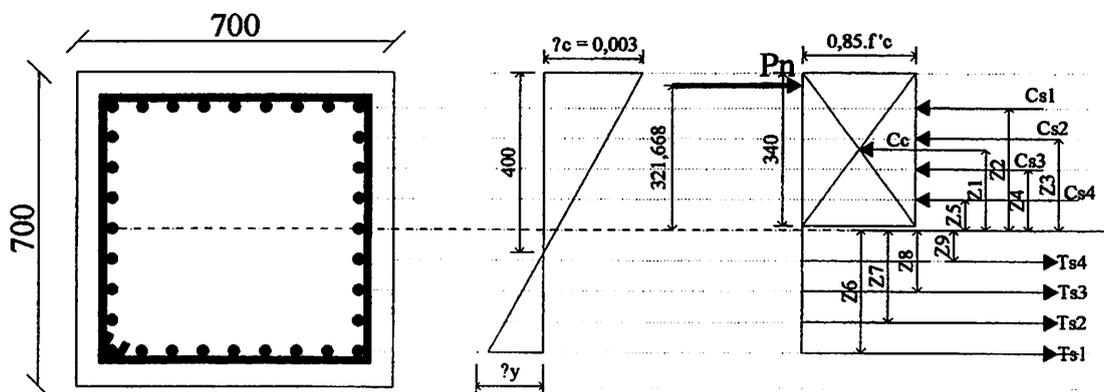
➤ Momen nominal yang terjadi pada kondisi desak yaitu :

$$Mn_1 = \{Cc \times Z_1 + ((Cs_1 + Ts_1) \times Z_2 + (Cs_2 + Ts_2) \times Z_3 + (Cs_3 + Ts_3) \times Z_4 + (Cs_4 + Ts_4) \times Z_5)\}$$

$$\begin{aligned}
 &= \{5876,815 \times 180 + ((1657,217 + 1467,091) \times 271,500 + (349,075 + \\
 &226,118) \times 203,625 + (249,171 + 126,213) \times 135,750 + (149,268 + \\
 &26,310) \times 67,875)\} \\
 &= 2086076 \text{ KNmm} = 2086,076 \text{ KNm}
 \end{aligned}$$

➤ Eksentrisitas yang terjadi pada kondisi desak yaitu :

$$e_1 = \frac{Mn_1}{Pn_1} = \frac{2086076}{6485,179} = 321,668 \text{ mm} > e_{\text{min}} = 70 \text{ mm}$$



**Gambar 4.2.3.2 Diagram regangan, tegangan dan gaya dalam kondisi PATAH DESAK ( $C_1 > C_b$ )**

#### 4. Kondisi PATAH TARIK ( $C_2 < C_b$ )

Dengan memisalkan  $C_2 = 350$  mm dimana harus lebih kecil dari  $C_b = 372,900$  mm.

Maka :

Untuk  $f'c = 29,05$  MPa maka nilai  $\beta_1 = 0,85$

$$a_2 = \beta_1 \cdot C_2$$

$$a_2 = 0,85 \cdot 350 = 297,500 \text{ mm}$$

$$Cc = 0,85 \cdot f'c \cdot b \cdot a_2$$

$$Cc = 0,85 \cdot 29,05 \cdot 700 \cdot 297,5$$

$$= 5142213 \text{ N} = 5142,213 \text{ KN}$$

**Kondisi tulangan tekan :**

$$\frac{\epsilon'_1}{\epsilon c'} = \frac{C_2 - d'_1}{C_2} \rightarrow \epsilon'_1 = \frac{C_2 - d'_1}{C_2} \cdot (\epsilon c')$$

$$\epsilon'_1 = \frac{350 - 78,5}{350} \cdot (0,003) = 0,002327$$

$$f_{s_1}' = \epsilon'_1 \cdot E_s$$

$$= 0,002327 \cdot 200000 = 465,429 \text{ Mpa} > f_y = 400 \text{ Mpa ( kondisi leleh)}$$

Karena nilai  $f_{s_1}' > f_y$  berarti kondisi tulangan tekan belum leleh maka untuk perhitungan selanjutnya digunakan  $f_{s_1}' = 400$  Mpa.

$$\frac{\varepsilon'_2}{\varepsilon'} = \frac{C_2 - d_2'}{C_2} \rightarrow \varepsilon'_2 = \frac{C_2 - d_2'}{C_2} \cdot (\varepsilon')$$

$$\varepsilon'_2 = \frac{350 - 146,375}{350} \cdot (0,003) = 0,001745$$

$$f s_2' = \varepsilon'_2 \cdot E_s$$

$$= 0,001745 \cdot 200000 = 349,071 \text{ Mpa} < f_y = 400 \text{ Mpa (kondisi belum leleh)}$$

Karena nilai  $f s_2' < f_y$  berarti kondisi tulangan tekan belum leleh maka untuk perhitungan selanjutnya digunakan  $f s_2' = 349,071 \text{ Mpa}$ .

$$\frac{\varepsilon'_3}{\varepsilon'} = \frac{C_2 - d_3'}{C_2} \rightarrow \varepsilon'_3 = \frac{C_2 - d_3'}{C_2} \cdot (\varepsilon')$$

$$\varepsilon'_3 = \frac{350 - 214,250}{350} \cdot (0,003) = 0,001164$$

$$f s_3' = \varepsilon'_3 \cdot E_s$$

$$= 0,001164 \cdot 200000 = 232,714 \text{ Mpa} < f_y = 400 \text{ Mpa (belum leleh)}$$

Karena nilai  $f s_3' < f_y$  berarti kondisi tulangan tekan belum leleh maka untuk perhitungan selanjutnya digunakan  $f s_2' = 232,714 \text{ Mpa}$ .

$$\frac{\varepsilon'_4}{\varepsilon'} = \frac{C_2 - d_4'}{C_2} \rightarrow \varepsilon'_4 = \frac{C_2 - d_4'}{C_2} \cdot (\varepsilon')$$

$$\varepsilon'_4 = \frac{350 - 282,125}{350} \cdot (0,003) = 0,000582$$

$$f_{s_4}' = \varepsilon_4' \cdot E_s$$

$$= 0,000582 \cdot 200000 = 116,357 \text{ Mpa} < f_y = 400 \text{ Mpa (belum leleh)}$$

Karena nilai  $f_{s_3}' < f_y$  berarti kondisi tulangan tekan belum leleh maka untuk perhitungan selanjutnya digunakan  $f_{s_2}' = 116,357 \text{ Mpa}$ .

**Kondisi tulangan tarik :**

$$\frac{\varepsilon_1}{\varepsilon_c'} = \frac{d_9' - C_2}{C_2} \rightarrow \varepsilon_2 = \frac{d_9' - C_2}{C_2} \cdot (\varepsilon_c')$$

$$\varepsilon_1 = \frac{621,500 - 350}{350} \cdot (0,003) = 0,002327$$

$$f_{s_1} = \varepsilon_1 \cdot E_s$$

$$= 0,002327 \cdot 200000 = 465,429 \text{ Mpa} > f_y = 400 \text{ Mpa (kondisi leleh)}$$

Karena nilai  $f_{s_1} > f_y$  berarti kondisi tulangan tekan leleh maka untuk perhitungan selanjutnya digunakan  $f_{s_1} = f_y = 400 \text{ Mpa}$ .

$$\frac{\varepsilon_2}{\varepsilon_c'} = \frac{d_8' - C_2}{C_2} \rightarrow \varepsilon_2 = \frac{d_8' - C_2}{C_2} \cdot (\varepsilon_c')$$

$$\varepsilon_2 = \frac{553,625 - 350}{350} \cdot (0,003) = 0,001745$$

$$f_{s_2} = \varepsilon_2 \cdot E_s$$

$$= 0,001745 \cdot 200000 = 349,071 \text{ Mpa} < f_y = 400 \text{ Mpa (kondisi belum leleh)}$$

Karena nilai  $f_{s2} < f_y$  berarti kondisi tulangan tekan belum leleh maka untuk perhitungan selanjutnya digunakan  $f_{s2} = 349,071$  Mpa.

$$\frac{\varepsilon_{s3}}{\varepsilon_c'} = \frac{d_7' - C_2}{C_2} \rightarrow \varepsilon_{s3} = \frac{d_7' - C_2}{C_2} \cdot (\varepsilon_c')$$

$$\varepsilon_{s3} = \frac{485,750 - 350}{350} \cdot (0,003) = 0,001164$$

$$f_{s3} = \varepsilon_{s3} \cdot E_s$$

$$= 0,001164 \cdot 200000 = 232,714 \text{ Mpa} < f_y = 400 \text{ Mpa (belum leleh)}$$

Karena nilai  $f_{s3} < f_y$  berarti kondisi tulangan tekan belum leleh maka untuk perhitungan selanjutnya digunakan  $f_{s3} = 232,714$  Mpa.

$$\frac{\varepsilon_{s4}}{\varepsilon_c'} = \frac{d_6' - C_2}{C_2} \rightarrow \varepsilon_{s4} = \frac{d_6' - C_2}{C_2} \cdot (\varepsilon_c')$$

$$\varepsilon_{s4} = \frac{417,875 - 350}{350} \cdot (0,003) = 0,000582$$

$$f_{s4} = \varepsilon_{s4} \cdot E_s$$

$$= 0,000582 \cdot 200000 = 116,357 \text{ Mpa} < f_y = 400 \text{ Mpa (belum leleh)}$$

Karena nilai  $f_{s3} < f_y$  berarti kondisi tulangan tekan belum leleh maka untuk perhitungan selanjutnya digunakan  $f_{s3} = 116,357$  Mpa.

Tulangan tekan :

$$C_{s1} = A_{s1}' \cdot (f_{s1}' - 0,85 f_c')$$

$$Cs_1 = (4415,625) \cdot (400 - 0,85(29,05)) = 1657217 \text{ N} = 1657,217 \text{ KN}$$

$$Cs_2 = As_2' \cdot (fs_2' - 0,85 fc')$$

$$Cs_2 = (981,250) \cdot (349,071 - 0,85(29,05)) = 318230 \text{ N} = 318,230 \text{ KN}$$

$$Cs_3 = As_3' \cdot (fs_3' - 0,85 fc')$$

$$Cs_3 = (981,250) \cdot (232,174 - 0,85(29,05)) = 204121 \text{ N} = 204,121 \text{ KN}$$

$$Cs_4 = As_4' \cdot (fs_4' - 0,85 fc')$$

$$Cs_4 = (981,250) \cdot (116,357 - 0,85(29,05)) = 89946 \text{ N} = 89,946 \text{ KN}$$

Tulangan tarik :

$$Ts_1 = As_1 \cdot fy$$

$$Ts_1 = (4415,625) \times 400 = 1766250 \text{ N} = 1766,250 \text{ KN}$$

$$Ts_2 = As_2 \cdot fs_2$$

$$Ts_2 = (981,250) \times 349,071 = 342526 \text{ N} = 342,526 \text{ KN}$$

$$Ts_3 = As_3 \cdot fs_3$$

$$Ts_3 = (981,250) \times 232,714 = 228351 \text{ N} = 228,351 \text{ KN}$$

$$Ts_4 = As_4 \cdot fs_4$$

$$Ts_4 = (981,250) \times 116,357 = 114175 \text{ N} = 114,175 \text{ KN}$$

$$Z_1 = \frac{h}{2} - \frac{1}{2}a_2 = 350 - \frac{297,5}{2} = 201,250 \text{ mm}$$

$$Z_2 = Z_6 = \frac{h}{2} - d_1' = 350 - 78,5 = 271,500 \text{ mm}$$

$$Z_3 = Z_7 = \frac{h}{2} - d_2' = 350 - 146,375 = 203,625 \text{ mm}$$

$$Z_4 = Z_8 = \frac{h}{2} - d_3' = 350 - 214,250 = 135,750 \text{ mm}$$

$$Z_5 = Z_9 = \frac{h}{2} - d_4' = 350 - 282,125 = 67,875 \text{ mm}$$

➤ Gaya Aksial nominal yang terjadi pada kondisi tarik yaitu :

$$\begin{aligned} Pn_2 &= (Cc + Cs_1 + Cs_2 + Cs_3 + Cs_4) - (Ts_1 + Ts_2 + Ts_3 + Ts_4) \\ &= (5142,213 + 1657,217 + 318,230 + 204,121 + 89,946) - (1766,250 + \\ &\quad 342,526 + 228,351 + 114,175) \\ &= 4960,492 \text{ KN} \end{aligned}$$

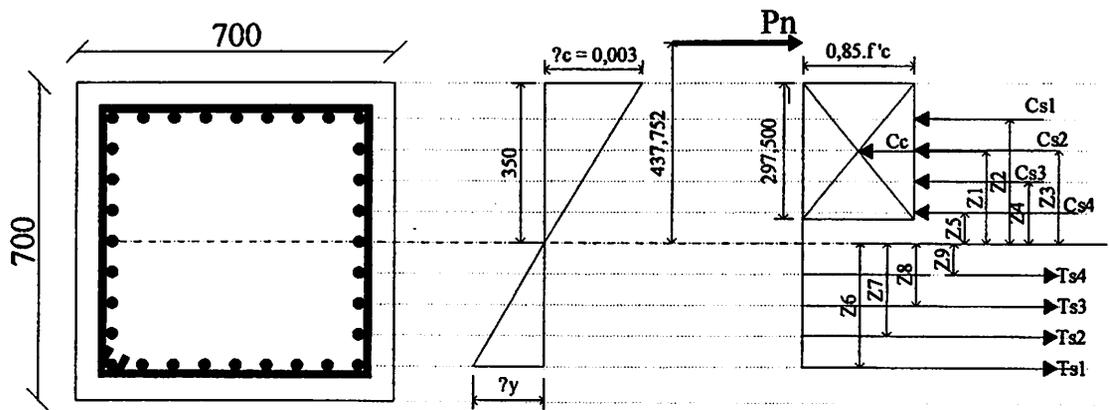
➤ Momen nominal yang terjadi pada kondisi tarik yaitu :

$$\begin{aligned} Mn_2 &= \{Cc \times Z_1 + ((Cs_1 + Ts_1) \times Z_2 + (Cs_2 + Ts_2) \times Z_3 + (Cs_3 + Ts_3) \times Z_4 + (Cs_4 + Ts_4) \times Z_5)\} \\ &= \{5142,213 \times 201,250 + ((1657,217 + 1766,250) \times 271,500 + (318,230 + \\ &\quad 228,351) \times 135,750 + (89,946 + 114,175) \times 67,875)\} \end{aligned}$$

$$= 2171465 \text{ KNmm} = 2171,465 \text{ KNm}$$

➤ Eksentrisitas yang terjadi pada kondisi tarik yaitu :

$$e_2 = \frac{Mn_2}{Pn_2} = \frac{2171465}{4960,492} = 437,752 \text{ mm} > e_{\text{min}} = 70 \text{ mm}$$



**Gambar 4.2.3.3 Diagram regangan, tegangan dan gaya dalam kondisi PATAH TARIK ( $C_2 < C_b$ )**

## 5. Kondisi LENTUR MURNI

Rumus – rumus yang akan dipakai adalah sebagai berikut :

$$f_s' = \frac{(C - d')}{C} \times 600$$

$$C_c = 0,85 \cdot f_c' \cdot b \cdot \beta_1 \cdot C$$

$$C_{s_1} = A_{s_1}' \cdot (f_{s_1}' - 0,85 \cdot f_c')$$

$$C_{s_2} = A_{s_2}' \cdot (f_{s_2}' - 0,85 \cdot f_c')$$

$$C_{s_3} = A_{s_3}' \cdot (f_{s_3}' - 0,85 \cdot f_c')$$

$$C_{s_4} = A_{s_4}' \cdot (f_{s_4}' - 0,85 \cdot f_c')$$

$$T_{s_1} = A_{s_1} \cdot f_y$$

$$T_{s_2} = A_{s_2} \cdot f_y$$

$$T_{s_3} = A_{s_3} \cdot f_y$$

$$T_{s_4} = A_{s_4} \cdot f_y$$

Dengan rumus kesetimbangan  $\sum H = 0$ , maka :

$$C_c + (C_{s_1} + C_{s_2} + C_{s_3} + C_{s_4}) - (T_{s_1} + T_{s_2} + T_{s_3} + T_{s_4}) = 0$$

$$(0,85 \cdot f_c' \cdot b \cdot \beta_1) \cdot C + (A_{s_1}' \cdot (f_{s_1}' - 0,85 \cdot f_c') + A_{s_2}' \cdot (f_{s_2}' - 0,85 \cdot f_c') + A_{s_3}' \cdot (f_{s_3}' - 0,85 \cdot f_c') + (A_{s_4}' \cdot (f_{s_4}' - 0,85 \cdot f_c'))) - (A_{s_1} + A_{s_2} + A_{s_3} + A_{s_4}) \cdot f_y = 0$$

$$(0,85.f'c'.b.\beta l).C + \left( A_{s1}' \left( \frac{C-d_1'}{C} \times 600 - 0,85.f'c' \right) + A_{s2}' \left( \frac{C-d_2'}{C} \times 600 - 0,85.f'c' \right) + A_{s3}' \left( \frac{C-d_3'}{C} \times 600 - 0,85.f'c' \right) + A_{s4}' \left( \frac{C-d_4'}{C} \times 600 - 0,85.f'c' \right) \right) - (A_{s1} + A_{s2} + A_{s3} + A_{s4}) . fy = 0$$

$$(0,85.f'c'.b.\beta l).C^2 + (A_{s1}'((C-d_1') \times 600 - 0,85.f'c') + A_{s2}'((C-d_2') \times 600 - 0,85.f'c') + A_{s3}'((C-d_3') \times 600 - 0,85.f'c') + A_{s4}'((C-d_4') \times 600 - 0,85.f'c')) - (A_{s1} + A_{s2} + A_{s3} + A_{s4}) . fy . C = 0$$

$$(0,85.f'c'.b.\beta l).C^2 - (A_{s1} + A_{s2} + A_{s3} + A_{s4}) . fy . C + A_{s1}'((C-d_1') \times 600 - 0,85.f'c') + A_{s2}'((C-d_2') \times 600 - 0,85.f'c')$$

$$+ A_{s3}'((C-d_3') \times 600 - 0,85.f'c') + A_{s4}'((C-d_4') \times 600 - 0,85.f'c')$$

$$(0,85.f'c'.b.\beta l).C^2 - ((A_{s1} + A_{s2} + A_{s3} + A_{s4}) . fy - (A_{s1}' + A_{s2}' + A_{s3}' + A_{s4}') . 600) . C -$$

$$((A_{s1}'(d_1' \times 600 - 0,85.f'c') + A_{s2}'(d_2' \times 600 - 0,85.f'c') + A_{s3}'(d_3' \times 600 - 0,85.f'c') + A_{s4}'(d_4' \times 600 - 0,85.f'c'))) = 0$$

$$(0,85.29,05.700.0,85)C^2 - ((4415,625 + 981,250 + 981,250 + 981,250).400 - (4415,625 + 981,250 + 981,250 + 981,250).600)C - ((4415,625.(78,5 \times 600 - 0,85.29,05) + 981,250.(146,375 \times 600 - 0,85.29,05) + 981,250.(214,250 \times 600 - 0,85.29,05) + 981,250.(282,125 \times 600 - 0,85.29,05))) = 0$$

$$14692,038 C^2 + 2060625 C - 792251549,1 = 0$$

Dengan menggunakan kalkulator *fx-9960G* pada menu equation didapat :

$$C = 172,446 \text{ mm}$$

$$a = \beta l . C$$

$$a = 0,85.172,446 = 146,579 \text{ mm}$$

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

$$Cc = 0,85 \cdot 29,05 \cdot 700 \cdot 146,579$$

$$= 2533580 \text{ N} = 2533,580 \text{ KN}$$

**Kondisi tulangan tekan :**

$$\frac{\varepsilon'_1}{\varepsilon_c'} = \frac{C-d_1'}{C} \rightarrow \varepsilon'_1 = \frac{C-d_1'}{C} \cdot (\varepsilon_c')$$

$$\varepsilon'_1 = \frac{172,446 - 78,5}{172,446} \cdot (0,003) = 0,001634$$

$$f_{s_1}' = \varepsilon'_1 \cdot E_s$$

$$= 0,001634 \cdot 200000 = 326,871 \text{ Mpa} < f_y = 400 \text{ Mpa (belum leleh)}$$

Karena nilai  $f_{s_1}' < f_y$  berarti kondisi tulangan tekan belum leleh maka untuk perhitungan selanjutnya digunakan  $f_{s_1}' = 326,871 \text{ Mpa}$

$$\frac{\varepsilon'_2}{\varepsilon_c'} = \frac{C-d_2'}{C} \rightarrow \varepsilon'_2 = \frac{C-d_2'}{C} \cdot (\varepsilon_c')$$

$$\varepsilon'_2 = \frac{172,446 - 146,375}{172,446} \cdot (0,003) = 0,000454$$

$$f_{s_2}' = \varepsilon'_2 \cdot E_s$$

$$= 0,000454 \cdot 200000 = 90,710 \text{ Mpa} < f_y = 400 \text{ Mpa (belum leleh)}$$

Karena nilai  $f_{s_1}' < f_y$  berarti kondisi tulangan tekan belum leleh maka untuk perhitungan selanjutnya digunakan  $f_{s_1}' = 90,710 \text{ Mpa}$

**Kondisi tulangan tarik :**

$$\frac{\varepsilon_{s1}}{\varepsilon_c'} = \frac{d_9' - C}{C} \rightarrow \varepsilon_{s2} = \frac{d_9' - C}{C} \cdot (\varepsilon_c')$$

$$\varepsilon_{s1} = \frac{621,500 - 172,446}{172,446} \cdot (0,003) = 0,007812$$

$$f_{s1} = \varepsilon_{s1} \cdot E_s$$

$$= 0,007812 \cdot 200000 = 1562,418 \text{ Mpa} > f_y = 400 \text{ Mpa (kondisi leleh)}$$

Karena nilai  $f_{s1} > f_y$  berarti kondisi tulangan tarik leleh maka untuk perhitungan selanjutnya digunakan  $f_{s1} = f_y = 400 \text{ Mpa}$ .

$$\frac{\varepsilon_{s2}}{\varepsilon_c'} = \frac{d_8' - C}{C} \rightarrow \varepsilon_{s2} = \frac{d_8' - C}{C} \cdot (\varepsilon_c')$$

$$\varepsilon_{s2} = \frac{553,625 - 172,446}{172,446} \cdot (0,003) = 0,0066$$

$$f_{s2} = \varepsilon_{s2} \cdot E_s$$

$$= 0,0066 \cdot 200000 = 1326,257 \text{ Mpa} > f_y = 400 \text{ Mpa (kondisi leleh)}$$

Karena nilai  $f_{s2} > f_y$  berarti kondisi tulangan tekan leleh maka untuk perhitungan selanjutnya digunakan  $f_{s2} = f_y = 400 \text{ Mpa}$ .

$$\frac{\varepsilon_{s3}}{\varepsilon_c'} = \frac{d_7' - C}{C} \rightarrow \varepsilon_{s3} = \frac{d_7' - C}{C} \cdot (\varepsilon_c')$$

$$\varepsilon_{s3} = \frac{485,750 - 172,446}{172,446} \cdot (0,003) = 0,0054505$$

$$f_{s_3} = \varepsilon_3 \cdot E_s$$

$$= 0,0054505 \cdot 200000 = 1090,096 \text{ Mpa} > f_y = 400 \text{ Mpa (kondisi leleh)}$$

Karena nilai  $f_{s_3} > f_y$  berarti kondisi tulangan tekan leleh maka untuk perhitungan selanjutnya digunakan  $f_{s_3} = f_y = 400 \text{ Mpa}$ .

$$\frac{\varepsilon_4}{\varepsilon_c'} = \frac{d_6' - C}{C} \rightarrow \varepsilon_4 = \frac{d_6' - C}{C} \cdot (\varepsilon_c')$$

$$\varepsilon_4 = \frac{350 - 172,446}{172,446} \cdot (0,003) = 0,0042697$$

$$f_{s_4} = \varepsilon_4 \cdot E_s$$

$$= 0,0042697 \cdot 200000 = 853,935 \text{ Mpa} > f_y = 400 \text{ Mpa (leleh)}$$

Karena nilai  $f_{s_4} > f_y$  berarti kondisi tulangan tarik leleh maka untuk perhitungan selanjutnya digunakan  $f_{s_4} = f_y = 400 \text{ Mpa}$ .

$$\frac{\varepsilon_5}{\varepsilon_c'} = \frac{d_5' - C}{C} \rightarrow \varepsilon_5 = \frac{d_5' - C}{C} \cdot (\varepsilon_c')$$

$$\varepsilon_5 = \frac{350 - 172,446}{172,446} \cdot (0,003) = 0,0030889$$

$$f_{s_5} = \varepsilon_5 \cdot E_s$$

$$= 0,0030889 \cdot 200000 = 617,774 \text{ Mpa} > f_y = 400 \text{ Mpa (leleh)}$$

Karena nilai  $f_{s_5} < f_y$  berarti kondisi tulangan tarik belum leleh maka untuk perhitungan selanjutnya digunakan  $f_{s_5} = 617,774 \text{ Mpa}$ .

$$\frac{\varepsilon_6}{\varepsilon_c'} = \frac{d_4' - C}{C} \rightarrow \varepsilon_6 = \frac{d_4' - C}{C} \cdot (\varepsilon_c')$$

$$\varepsilon_6 = \frac{282,125 - 172,446}{172,446} \cdot (0,003) = 0,0019081$$

$$f_{s_6} = \varepsilon_6 \cdot E_s$$

$$= 0,0019081 \cdot 200000 = 381,613 \text{ Mpa} < f_y = 400 \text{ Mpa (Belum leleh)}$$

Karena nilai  $f_{s_5} < f_y$  berarti kondisi tulangan tarik belum leleh maka untuk perhitungan selanjutnya digunakan  $f_{s_5} = 381,613 \text{ Mpa}$ .

$$\frac{\varepsilon_7}{\varepsilon_c'} = \frac{d_3' - C}{C} \rightarrow \varepsilon_7 = \frac{d_3' - C}{C} \cdot (\varepsilon_c')$$

$$\varepsilon_7 = \frac{214,250 - 172,446}{172,446} \cdot (0,003) = 0,0007273$$

$$f_{s_7} = \varepsilon_7 \cdot E_s$$

$$= 0,0007273 \cdot 200000 = 145,452 \text{ Mpa} < f_y = 400 \text{ Mpa (Belum leleh)}$$

Karena nilai  $f_{s_5} < f_y$  berarti kondisi tulangan tarik belum leleh maka untuk perhitungan selanjutnya digunakan  $f_{s_5} = 145,452 \text{ Mpa}$ .

Tulangan tekan :

$$C_{s_1} = A_{s_1}' \cdot (f_{s_1}' - 0,85 f_c')$$

$$C_{s_1} = (4415,625) \cdot (326,871 - 0,85(29,05))$$

$$= 1334306 \text{ N} = 1334,306 \text{ KN}$$

$$C_{s_2} = A_{s_2}' \cdot (f_{s_2}' - 0,85 f_{c'})$$

$$C_{s_2} = (981,250) \cdot (90,710 - 0,85(29,05))$$

$$= 64779 \text{ N} = 64,779 \text{ KN}$$

Tulangan tarik :

$$T_{s_1} = A_{s_1} \cdot f_y$$

$$T_{s_1} = (4415,625) \times 400 = 1766250 \text{ N} = 1766,250 \text{ KN}$$

$$T_{s_2} = A_{s_2} \cdot f_y$$

$$T_{s_2} = (981,250) \times 400 = 392500 \text{ N} = 392,500 \text{ KN}$$

$$T_{s_3} = A_{s_3} \cdot f_y$$

$$T_{s_3} = (981,250) \times 400 = 392500 \text{ N} = 392,500 \text{ KN}$$

$$T_{s_4} = A_{s_4} \cdot f_y$$

$$T_{s_4} = (981,250) \times 400 = 392500 \text{ N} = 392,500 \text{ KN}$$

$$T_{s_5} = A_{s_5} \cdot f_{s_5}$$

$$T_{s_5} = (981,250) \times 400 = 392500 \text{ N} = 392,500 \text{ KN}$$

$$T_{s_6} = (981,250) \times 381,613 = 374457 \text{ N} = 374,457 \text{ KN}$$

$$Ts_7 = (981,250) \times 145,452 = 142724 \text{ N} = 142,724 \text{ KN}$$

$$Z_1 = \frac{h}{2} - \frac{1}{2}a = 350 - \frac{146,579}{2} = 276,711 \text{ mm}$$

$$Z_2 = Z_6 = \frac{h}{2} - d_1' = 350 - 78,5 = 271,5 \text{ mm}$$

$$Z_3 = Z_7 = \frac{h}{2} - d_2' = 350 - 146,375 = 203,625 \text{ mm}$$

$$Z_4 = Z_8 = \frac{h}{2} - d_3' = 350 - 214,250 = 135,750 \text{ mm}$$

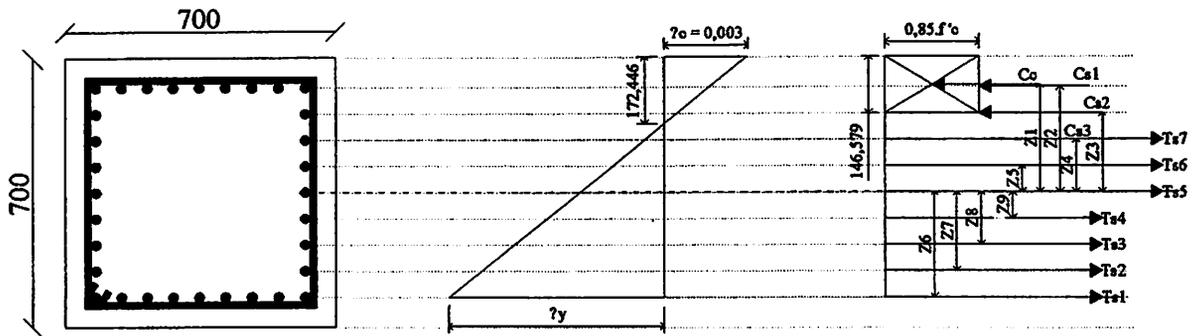
$$Z_5 = Z_9 = \frac{h}{2} - d_4' = 350 - 282,125 = 67,875 \text{ mm}$$

➤ Momen nominal yang terjadi pada kondisi Lentur Murni yaitu :

$$Mn_1 = \{Cc \times Z_1 + ((Cs_1 + Ts_1) \times Z_2 + (Cs_2 + Ts_2) \times Z_3 + (Ts_3 + Ts_7) \times Z_4 + (Ts_4 + Ts_6) \times Z_5)\}$$

$$= \{2533,580 \times 276,711 + ((1334,306 + 1766,250) \times 271,500 + (64,779 + 392,500) \times 203,625 + (392,500 + 142,724) \times 135,750 + (392,500 + 374,457) \times 67,875)\}$$

$$= 1794604 \text{ KNmm} = 1794,604 \text{ KNm}$$



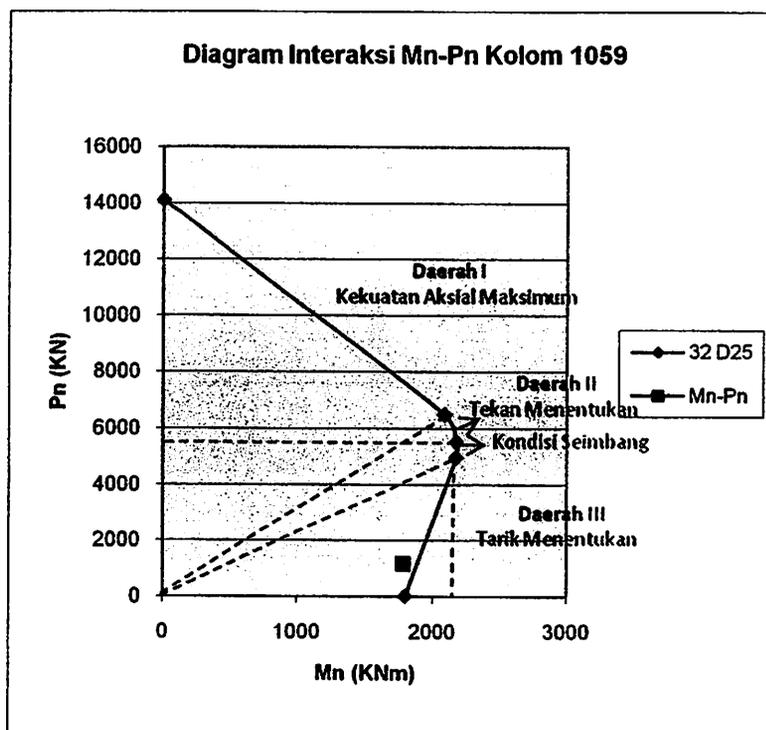
**Gambar 4.2.3.4 Diagram regangan, tegangan dan gaya dalam kondisi LENTUR**

**MURNI**

Dari seluruh perhitungan dalam beberapa kondisi diatas dapat dihubungkan antara Momen Nominal ( $M_n$ ) dan Gaya Aksial ( $P_n$ ) yaitu sebagai berikut :

Tabel 4.2.3.1 Jumlah Tulangan 32 Diameter 25

JUMLAH TULANGAN 32 DIAMETER 25				
Kondisi		X (mm)	$M_n$ (KNm)	$P_n$ (KN)
Beban sentris ( $P_o$ )			0.000	14098.706
Patah desak :		400	2086.076	6485.179
Seimbang :		372.9	2172.528	5513.872
Patah tarik :		350	2171.465	4960.492
Lentur Murni :			1794.604	0.000
<b>Kolom</b>	<b><math>P_n</math> (KN)</b>	<b><math>M_n</math> (KNm)</b>		
1059	1166.154	1783.379		



Hasil dari beberapa kondisi dan jumlah tulangan pada perhitungan diagram

Interaksi yaitu sebagai berikut :

**Tabel 4.2.3.2 Jumlah Tulangan 24 Diameter 25**

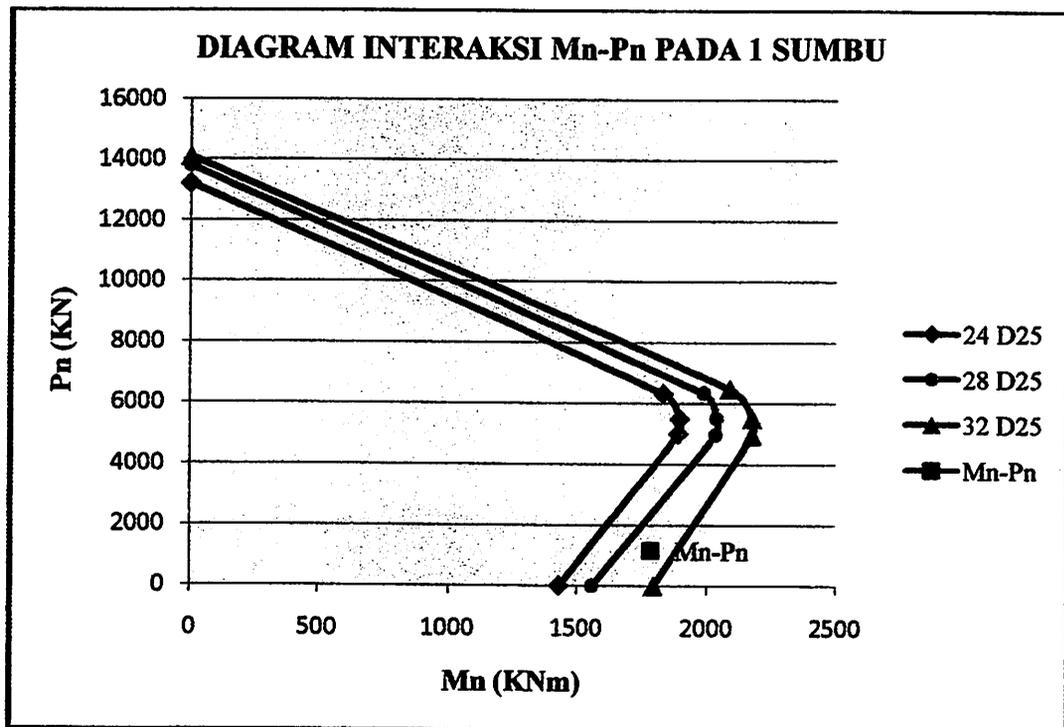
<b>JUMLAH TULANGAN 24 DIAMETER 25</b>				
<b>Kondisi</b>		<b>X (mm)</b>	<b>Mn (KNm)</b>	<b>Pn (KN)</b>
Beban sentris (Po)			0.000	13214.857
Patah desak :		400	1831.548	6319.971
Seimbang :		372.9	1894.914	5501.946
Patah tarik :		350	1888.986	5008.951
Lentur Murni :			1430.188	0.000
		<b>Kolom</b>	<b>Pn (KN)</b>	<b>Mn (KNm)</b>
		1059	1166.154	1783.379

**Tabel 4.2.3.3 Jumlah Tulangan 28 Diameter 25**

<b>JUMLAH TULANGAN 28 DIAMETER 25</b>				
<b>Kondisi</b>		<b>X (mm)</b>	<b>Mn (KNm)</b>	<b>Pn (KN)</b>
Beban sentris (Po)			0.000	13804.089
Patah desak :		450	1983.408	6338.775
Seimbang :		372.9	2033.255	5525.987
Patah tarik :		350	2029.744	4972.607
Lentur Murni :			1557.919	0.000
		<b>Kolom</b>	<b>Pn (KN)</b>	<b>Mn (KNm)</b>
		1059	1166.154	1783.379

Tabel 4.2.3.4 Jumlah Tulangan 32 Diameter 25

JUMLAH TULANGAN 32 DIAMETER 25			
Kondisi	X (mm)	Mn (KNm)	Pn (KN)
Beban sentris (Po)		0.000	14098.706
Patah desak :	400	2086.076	6485.179
Seimbang :	372.9	2172.528	5513.872
Patah tarik :	350	4960.492	
Lentur Murni :		1794.604	0.000
<b>Kolom</b>	<b>Pn (KN)</b>	<b>Mn (KNm)</b>	
1059	1166.154	1783.379	



#### 4.2.4. Desain Tulangan Geser Kolom

Data Perencanaan :

$$h \text{ (tinggi kolom)} = 700 \text{ mm}$$

$$b \text{ (lebar kolom)} = 700 \text{ mm}$$

$$\phi \text{ (faktor reduksi)} = 0,75$$

$$f_y \text{ tulangan sengkang} = 240 \text{ MPa}$$

$$f'_c \text{ (kuat tekan beton)} = 29,05 \text{ MPa}$$

$$\text{Diameter tulangan utama} = D 25$$

$$\text{Diameter tulangan transversal} = \phi 16$$

$$- M_{nt} = 1127,975 \text{ KNm}$$

$$- M_{nb} = 817,611 \text{ KNm}$$

$M_{n_k} = 2415,950 \text{ KNm}$  diambil sama dengan momen balance diagram interaksi dari kolom yang bersangkutan.

Dari program STAAD Pro 2004 maka diperoleh :

$$\text{Gaya geser terbesar akibat beban kombinasi 13 (V}_u) = 17200 \text{ Kg} = 172000 \text{ N}$$

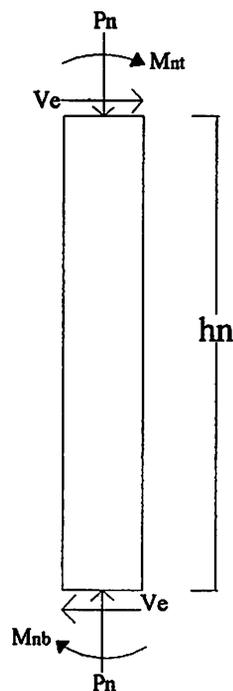
$$\text{Beban Aksial terfaktor yang terbesar (N}_{u,k}) \text{ adalah } 75800 \text{ Kg} = 758000 \text{ N} = 758 \text{ KN}$$

Pada perhitungan tulangan geser untuk struktur tahan gempa ada dua macam, yaitu tulangan geser yang berada di dalam sendi plastis dan tulangan

geser yang berada diluar sendi plastis. Daerah yang memiliki kemungkinan terjadinya sendi plastis adalah daerah sejauh  $2h$  dari ujung kolom yang ditinjau.

Gaya geser rencana ( $V_e$ ) gunakan rumus yaitu :

$$V_e = \frac{2 \times Mn_k}{L_n} = \frac{2 \times 2415950000}{5000} = 483190 \text{ N} > V_u = 172000 \text{ N}$$



**Gambar 4.2.4.1 Desain Gaya Geser Kolom**

Gaya geser ( $V_u$ ) gunakan rumus yaitu :

$$V_u = \frac{M_{nt} + M_{nb}}{h_n}$$

$$\text{Maka, } Vu = \frac{1127975000 + 817611000}{5000}$$

$$Vu = 389117,2 \text{ N} < Ve = 483190 \text{ N} \dots\dots\dots\text{OK}$$

Karena  $Ve > Vu$  maka untuk perhitungan selanjutnya dipakai  $Vu = 389117,2 \text{ N}$ .

$Vc = 0$  apabila memenuhi ketentuan pada SNI-03 -2847-2003 Pasal 23.4.5).(2) sebagai berikut :

Gaya aksial terfaktor  $< Ag.Fc'/10$

$$758000 \text{ N} < 700^2 \times 29,05/10$$

$$758000 \text{ N} < 1423450 \text{ N} \dots\dots\dots\text{OK}$$

➤ Tulangan geser didalam daerah sendi plastis :

**Pengekangan Kolom :**

Daerah yang berpotensi terjadi sendi plastis terletak sepanjang  $l_0$  ( SNI 03-2847-2002 pasal 23.10.5.1) dari muka yang ditinjau. Pada ujung-ujung kolom tersebut sepanjang  $l_0$  harus dikekang dengan spasi (s) tertentu oleh tulangan transversal ( $A_{sh}$ ), dimana panjang  $l_0$  tidak boleh kurang dari :

$$l_0 \geq h = 700 \text{ mm}$$

$$l_0 \geq \frac{1}{6} l_n = 1/6 \times 5000 = 833,333 \text{ mm} \approx 850 \text{ mm}$$

$$l_0 \geq 500 \text{ mm}$$

Maka dipakai jarak  $l_0$  yang terbesar yaitu 850 mm.

$$\text{Maka, } Vu = \frac{1127975000 + 817611000}{5000}$$

$$Vu = 389117,2 \text{ N} < Ve = 483190 \text{ N} \dots\dots\dots\text{OK}$$

Karena  $Ve > Vu$  maka untuk perhitungan selanjutnya dipakai  $Vu = 389117,2 \text{ N}$ .

$Vc = 0$  apabila memenuhi ketentuan pada SNI-03 -2847-2003 Pasal 23.4.5).(2) sebagai berikut :

Gaya aksial terfaktor  $< Ag.Fc'/10$

$$758000 \text{ N} < 700^2 \times 29,05/10$$

$$758000 \text{ N} < 1423450 \text{ N} \dots\dots\dots\text{OK}$$

➤ Tulangan geser didalam daerah sendi plastis :

**Pengekangan Kolom :**

Daerah yang berpotensi terjadi sendi plastis terletak sepanjang  $l_o$  ( SNI 03-2847-2002 pasal 23.10.5.1) dari muka yang ditinjau. Pada ujung-ujung kolom tersebut sepanjang  $l_o$  harus dikekang dengan spasi (s) tertentu oleh tulangan transversal ( $A_{sh}$ ), dimana panjang  $l_o$  tidak boleh kurang dari :

$$l_o \geq h = 700 \text{ mm}$$

$$l_o \geq \frac{1}{6} l_n = 1/6 \times 5000 = 833,333 \text{ mm} \approx 850 \text{ mm}$$

$$l_o \geq 500 \text{ mm}$$

Maka dipakai jarak  $l_o$  yang terbesar yaitu 850 mm.

Persyaratan spasi maksimum pada daerah gempa (SNI 03-2847-2002 pasal

23.4.4.2), spasi maksimum tidak boleh melebihi :

$$\frac{1}{4}h = \frac{1}{4} \times 700 = 175 \text{ mm}$$

$$6 \times D = 6 \times 25 = 150 \text{ mm}$$

$$S_x = 100 + \left( \frac{350 - hx}{3} \right) = 100 + \left( \frac{350 - 0,5 \cdot [(700 - (2 \times 50) - 16)]}{3} \right)$$
$$= 119,333 \approx 110 \text{ mm}$$

Sehingga S diambil adalah S yang terkecil yaitu 110 mm.

$A_{sh}$  minimum diperoleh dari nilai yang lebih besar dari hasil rumus berikut ini yaitu :

$$A_{sh} = 0,09 \times \left( \frac{s \cdot h_c \cdot f_c'}{f_y} \right)$$

$$A_{sh} = 0,3 \times \left( \frac{s \cdot h_c \cdot f_c'}{f_y} \right) \left( \frac{A_g}{A_{ch}} - 1 \right)$$

Dengan data perencanaan  $s = 110 \text{ mm}$ ,  $f_y = 240 \text{ Mpa}$ ,  $f_c' = 29,05 \text{ Mpa}$  dan selimut beton  $50 \text{ mm}$  dan  $\phi_s = 16 \text{ mm}$ .

$$A_{sh} = 0,3 \times \left( \frac{110 \cdot (700 - 2 \times 50 - 16) \cdot 29,05}{240} \right) \left( \frac{700 \times 700}{(700 - (2 \times 50))^2} - 1 \right)$$
$$= 842,369 \text{ mm}^2$$

$$A_{sh} = 0,09 \times \left( \frac{110 \cdot (700 - 2 \times 50 - 16) \cdot 29,05}{240} \right)$$

$$= 636,195 \text{ mm}^2$$

Dipakai  $A_{sh} = 842,369 \text{ mm}^2$

$$\text{Jumlah kaki} = \frac{A_{sh}}{A_s} = \frac{842,369}{200,96} = 4,19 \approx 5 \text{ kaki}$$

Untuk memenuhi syarat diatas maka dipasang  $A_{sh} 5 \phi 16 = 1004,8 \text{ mm}^2 > 842,369 \text{ mm}^2$  ..... OK

Jadi dipasang pengekang  $5 \phi 16 - 11 \text{ cm}$ .

Berdasarkan  $A_{sh} 5 \phi 16 = 1004,8 \text{ mm}^2$  dan  $s$  terpasang = 110 mm maka :

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

$$= \frac{1004,8 \cdot 240 \cdot 621,5}{110}$$

$$= 1363604,945 \text{ N} = 1363,605 \text{ KN}$$

Kemudian dikontrol dengan syarat :

Dimana  $V_c = 0$

$$\phi(V_c + V_s) > V_u$$

$$0,75 \cdot (0 + 1363,605) = 1022,704 \text{ KN} > 172 \text{ KN}$$

maka tulangan  $A_{sh}$  yang terpasang persyaratan memenuhi untuk menahan gaya geser yang terjadi akibat beban yang bekerja pada portal. Jadi dipasang tulangan geser  $5 \phi 16 - 11 \text{ cm}$ .

➤ Kontrol kuat geser nominal menurut SNI 03-2847-2002 pasal 13.5.(6.(9))

$$V_s \leq \frac{2}{3} \sqrt{f_c'} \cdot b_w \cdot d$$

$$V_s \leq \frac{2}{3} \sqrt{29,05} \cdot 700 \cdot 621,5$$

$$1363604,945 \text{ N} \leq 1564480,787 \text{ N} \dots\dots\dots \text{OK}$$

Jadi untuk penulangan geser didaerah yang berpotensi terjadinya sendi plastis sejauh  $l_o = 850 \text{ mm}$  dipasang tulangan geser  $5 \phi 16 - 11 \text{ cm}$

➤ Tulangan geser diluar daerah sendi plastis

Persyaratan spasi maksimum untuk daerah diluar sendi plastis menurut SNI 03-2847-2002 pasal 23.4.(4.(6)), spasi maksimum tidak boleh melebihi :

- 6 . diameter tulangan utama =  $6 \cdot 25 = 150 \text{ mm}$
- 150 mm

Dipakai sengkang  $5 \phi 16$  dengan spasi 120 mm

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

$$= \frac{1004,8 \cdot 622}{120} = 1249971,2 \text{ N}$$

Kemudian dihitung  $V_c$  (kuat geser beton) pada kolom sebagai berikut :

$$V_c = \left(1 + \frac{Nu}{14 \times Ag}\right) \times \frac{\sqrt{fc'}}{6} \times bw \times d$$

$$V_c = \left(1 + \frac{758000}{14 \times 700^2}\right) \times \frac{\sqrt{29,05}}{6} \times 700 \times 621,5$$

$$= 434337,268 \text{ N} = 434,337 \text{ KN}$$

Kontrol kuat geser nominal menurut SNI 03-2847-2002 pasal 13.5.(6.(9)).

$$V_s \leq \frac{2}{3} \sqrt{fc'} \cdot bw \cdot d$$

$$V_s \leq \frac{2}{3} \sqrt{29,05} \cdot 700 \cdot 621,5$$

$$1249971,2 \text{ N} < 1564480,787 \text{ N} \dots\dots\dots\text{OK}$$

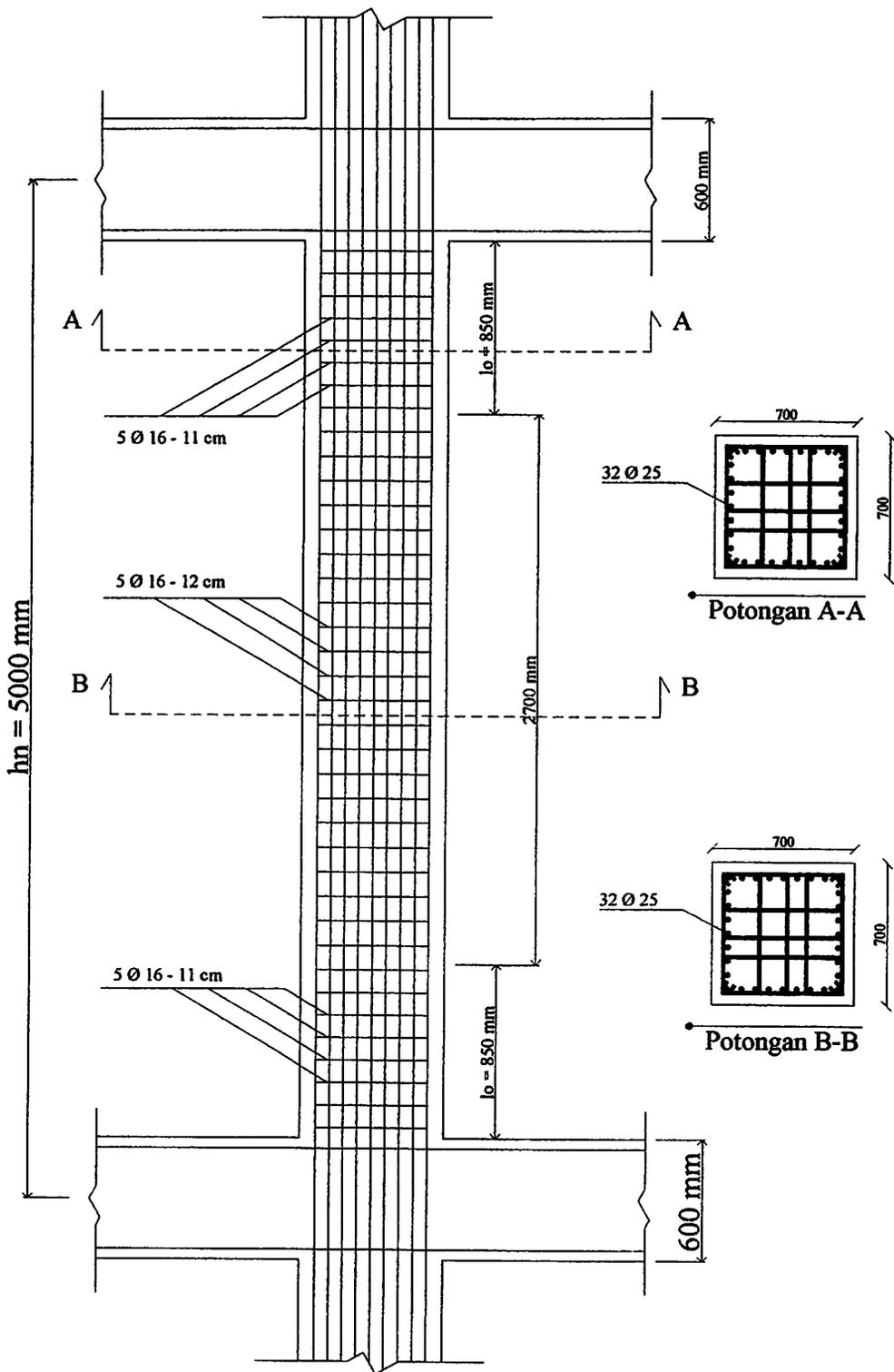
Maka :

$$\phi(V_c + V_s) > Vu$$

$$0,75 \cdot (434,337 + 1249,971) = 1263,231 \text{ KN} > 172 \text{ KN} \dots\dots\dots\text{OK}$$

Jadi untuk penulangan geser diluar sendi plastis dipasang tulangan geser  $5 \phi 16-12$

cm



**Gambar 4.2.4.2 Penulangan longitudinal kolom dan geser kolom**

## BAB V

### PENUTUP

#### 5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil perencanaan dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Pada perencanaan struktur pelat cendawan (pelat tanpa balok) sesuai dengan syarat keamanan dan kenyamanan sebagai berikut :
  - a. Dimensi pelat :
    - Tebal pelat = 160 mm
    - Penebalan (*drop panel*) = 50 mm
  - b. Penulangan pelat :
    - Jalur kolom = D12-100
    - Jalur tengah = D12-200
2. Pengaruh penebalan pelat (*drop panel*) :
  - Untuk mencegah geser pons yang terjadi didaerah sekitar kolom maka digunakan penebalan (*drop panel*) pada pelat sesuai aturan perencanaan, dalam perencanaan ini didapatkan tebal penebalan pelat (*drop panel*) yaitu 50 mm telah memenuhi kriteria aman terhadap geser pons yang terjadi.
  - Dengan adanya penebalan pelat (*drop panel*) di kolom dari segi estetika lebih cocok tidak menggunakan plafond dikarenakan bentuknya yang indah.

- Konstruksi pelat tanpa balok lebih efisien terhadap space vertikal dikarenakan tanpa adanya balok.
3. Pada perencanaan kolom persegi dengan pengikat dengan menggunakan metode diagram interaksi menghasilkan dimensi kolom 70/70 dengan tulangan 3D25 dengan tulangan geser  $\varnothing 16$  direncanakan sama pada semua kolom.
  4. Pengaruh struktur pelat cendawan terhadap beban lateral :
    - Terjadi simpangan antar tingkat yang tinggi meskipun syarat perencanaan pelat cendawan telah terpenuhi sehingga diperlukan kombinasi dinding geser untuk menambah kekakuan struktur.

## 5.2. Saran

1. Dalam penggunaan konstruksi struktur pelat tanpa balok hendaknya dikombinasikan dengan dinding geser dalam tinjauannya terhadap gaya lateral yang disebabkan oleh gempa guna untuk memenuhi syarat keamanan dan kenyamanan suatu bangunan.
2. Pada modelisasi struktur konstruksi pelat tanpa balok hendaknya tidak menggunakan bukaan struktur yang luas dikarenakan akan terjadinya lendutan yang ekstrim pada bukaan struktur tersebut.
3. Bagi pembaca yang tertarik untuk merencanakan konstruksi pelat tanpa balok bisa ditambahkan dengan menggunakan kepala kolom dan kolom spiral sesuai perkembangan ilmu pengetahuan yang ada.



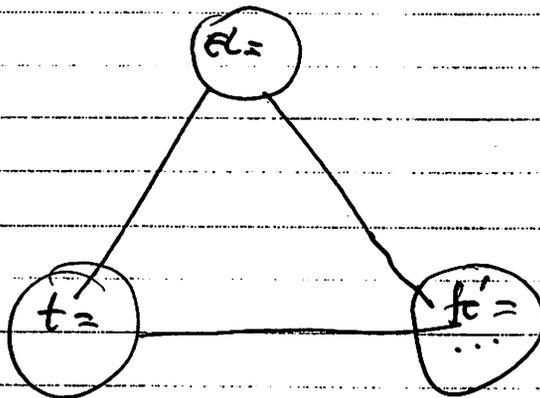
FORM REVISI / PERBAIKAN

BIDANG STRUKTUR

Nama : CHOIRUL ANAM  
 NIM : 06.21.041  
 Hari / tanggal : Senin / 15 Agustus 2011

Perbaikan materi Seminar Hasil Tugas Akhir meliputi :

- Berikan satu contoh perhitungan untuk pemahasan diagram interaksi  $\kappa$  tabel
- Ket. qbr plat lempang elwan, tebal plat, Mutu beton.



Perbaikan Seminar Hasil Skripsi harus diselesaikan selambatnya 14 hari terhitung sejak pelaksanaan Seminar. Bila melebihi 14 hari, maka tidak dapat diikuti Ujian Skripsi.

*Pengumpulan berkas untuk Ujian Skripsi dengan menyertakan lembar pengesahan dari Dosen Pembahas dan Kaprodi*

Skripsi telah diperbaiki dan disetujui :

Malang, 14 - 8 - 2011  
 Dosen Pembahas

( A. Ajay Santosa )

Malang, 15 - 8 - 2011  
 Dosen Pembahas

( [Signature] )

## DAFTAR PUSTAKA

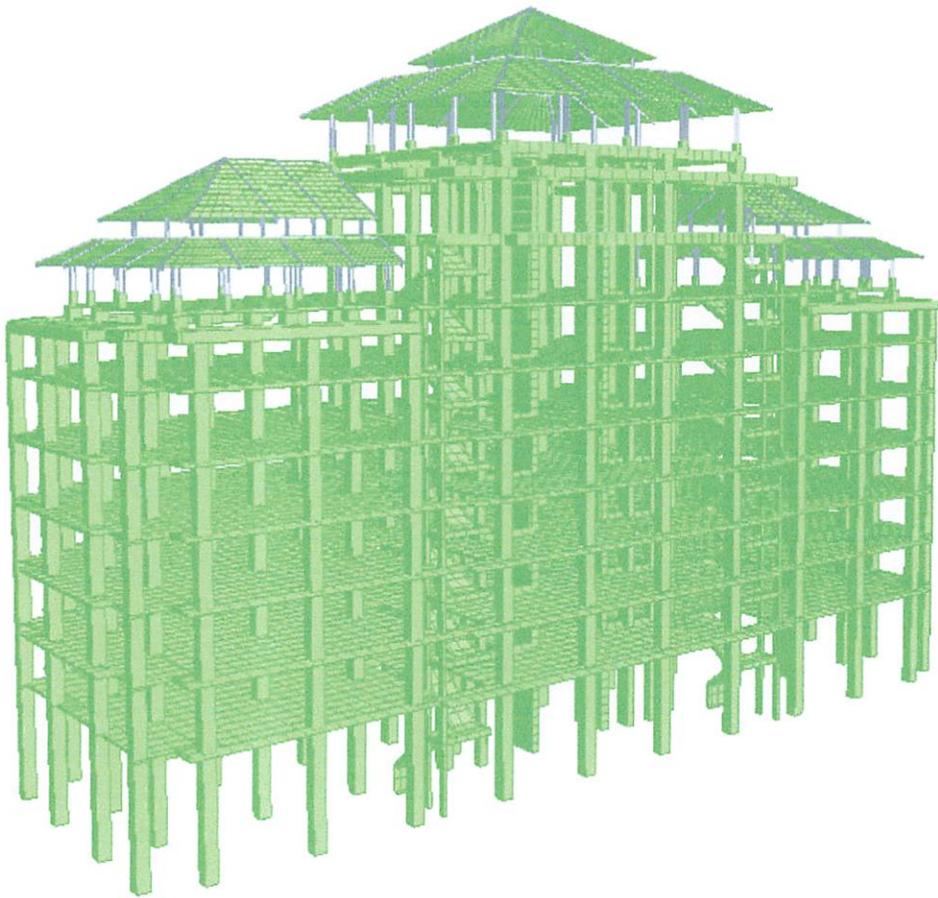
- Anonim.(2002). *Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung SNI 03-2847-2002*. Bandung.
- Anonim.(2002). *Standar Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung, SNI-03-1726-2003*. Bandung.
- Anonim.(2002). Departemen Pekerjaan Umum, *Peraturan Pembebanan untuk Struktur Bangunan Gedung 1987*. Yayasan LPMB Bandung.
- Amrinsyah Nasution, Prof., Ir., MSCE., Ph.D. *analisis dan Desain Struktur Beton Bertulang*, Penerbit : ITB.
- Schodek, Daniel L. (1998). *Struktur*. Cetakan - ketiga. Penerbit : PT Refika Aditama.
- Wang, Chu-Kia dan Salmon, Charles, G. (1990). *Desain Beton Bertulang*. Edisi : empat. Jilid 1. Penerbit : Erlangga.
- Wang, Chu-Kia dan Salmon, Charles, G. (1992). *Desain Beton Bertulang*. Edisi : empat. Jilid 2. Penerbit : Erlangga.
- Rachmat Purwono, Prof., Ir., MSc. *Perencanaan Struktur Beton Bertulang Tahan Gempa*. Edisi : Kedua. Penerbit : ITS press.
- McCormac, Jack C. *Desain Beton Bertulang*. Edisi : Kelima. Jilid 2. Penerbit : Erlangga.
- Rudy Gunawan, Ir. (1988). *Tabel Profil Konstruksi Baja*. Cetakan-pertama. Penerbit : Kanisius.

# LAMPIRAN



**ALTERNATIF PERENCANAAN STRUKTUR ATAS GEDUNG  
SEKDA PERKANTORAN BUPATI MALANG DENGAN  
MODEL SEBAGAI PELAT CENDAWAN**

**( STRUKTUR TANPA BALOK )**





INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
Jl. Bend. Sigura-gura no.2 Malang

LEMBAR ASISTENSI SKRIPSI

Nama : Choirul Anam  
Nim : 06.21.041  
Jurusan : Teknik Sipil S1  
Dosen Pembimbing : Ir. H. Sudirman Indra, MSc

No	Tanggal	Keterangan	Tanda Tangan
	$\frac{21}{01}$ 011	ditjkt Rebang Ref tes ( Perilla pelat Andam.	ca
	$\frac{2}{02}$ 011	ditjkt	A
	$\frac{10}{02}$ 011	- Gbr analisis per man tors - Gbr hasil peng pelat. eritk	A
	$\frac{1}{03}$ 011	ditjkt ke studi gepa - Rebang gbr / akan / ketebalan d'cutan	A



INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
JL. Bend. Sigura-gura no.2 Malang

LEMBAR ASISTENSI SKRIPSI

Nama : Choirul Anam  
Nim : 06.21.041  
Jurusan : Teknik Sipil S1  
Dosen Pembimbing : Ir. H. Sudirman Indra, Msc

No	Tanggal	Keterangan	Tanda Tangan
	8 03 '01	- y. Relat Mass dip a lin kea ketel. bila ada Pils + kon a kurey. atau a ahil luas netto  tebel. tir. paja. Bij ber	
	17 03 '01	- bedah. Melin yya - list penta = 1/2 kelua lyit	
	21 03 '01	y. Bab II. lebih a dan y. Plat ant. lebih ketul	



INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
JL. Bend. Sigura-gura no.2 Malang

LEMBAR ASISTENSI SKRIPSI

Nama : Choirul Anam  
Nim : 06.21.041  
Jurusan : Teknik Sipil S1  
Dosen Pembimbing : Ir. H. Sudirman Indra, Msc

No	Tanggal	Keterangan	Tanda Tangan
	11 04 '01	y. Klem & bent faldel. ukur ke . P, H. tel - dijuts ke gub Hain Pelit	X
	10 05 '01	lempir dan Tubo g ukur - - Supa semir Mont	X



INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
Jl. Bend. Sigura-gura no.2 Malang

LEMBAR ASISTENSI SKRIPSI

Nama : Choirul Anam  
Nim : 06.21.041  
Jurusan : Teknik Sipil S1  
Dosen Pembimbing : Ir. Eding Iskak Imananto, MT

No	Tanggal	Keterangan	Tanda Tangan
	21/11/01	- Bab I — ok - Bab II. sebutkan sumber <sup>2</sup> : rumus tabel  Nama judul tabel. teori ketahanan gelung berlingkang → 10 fhd gruppa. - balok → SRPM... - tanpa balok → ?	
	16/11/02	- skala qbr - penjelasan/alasan pengambilan ukuran faktor beban pakai SNI - cek Vu aksi balok-lentur - sebutkan no. tabel & qbr. - usahakan D tulangan tetap, jarak variasi - cek rumus <sup>2</sup> yg digunakan & perhitungan ds. Bab II.	
	21/11/02	- tulangan pelat — ok - kontrol geser — keluas — ok lanjutan	



**INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG**  
**FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN**  
**Jl. Bend. Sigura-gura no.2 Malang**

**LEMBAR ASISTENSI SKRIPSI**

Nama : Choirul Anam  
 Nim : 06.21.041  
 Jurusan : Teknik Sipil S1  
 Dosen Pembimbing : Ir. Eding Iskak Imananto, MT

No	Tanggal	Keterangan	Tanda Tangan
	$\frac{08}{03}$ '11	- pembebanan perbaikan sesuai gambar & di ok.	
	$\frac{17}{03}$ '11	- pembebanan ok. Lanjutkan.	
	$\frac{01}{04}$ '11	- an. struk dg. STAAD Pro - ok kontrol AS - ok Lanjutkan.	
	$\frac{16}{04}$ '11	- Bab III → An. Struk. Sayu Bab IV → perencanaan struktur 4.1. pelat 4.2. kolom. contoh perit. diagram Mn - Pn → ok. Lanjutkan ke perhitungan yg. lain	
	$\frac{28}{04}$ '11	- Bab IV - geser kolom - ok ⊕ Sub. bab. kemampuan struktur terhadap beban lateral / gempa. ~ tampa dinding geser ( $\delta = ?$ ) ~ dengan → ( $\delta = ?$ ) → aman - kemampuan → cek/validasi dg. RM RM → ⊕ pengaruh struktur terhadap beban lateral - Analisis kemampuan	





INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL  
 Jl. Bendungan Sigura-gura 2  
 Jl. Raya Karanglo Km. 2  
 Malang

# SEMINAR HASIL SKRIPSI PRODI TEKNIK SIPIL S-1

## FORM REVISI / PERBAIKAN

BIDANG STRUKTUR

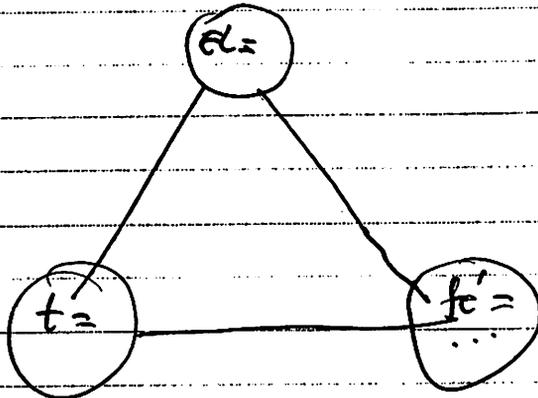
Nama : CHOIKUL ANAM

NIM : 06.21.041

Hari / tanggal : Senin / 15 Agustus 2011

Perbaikan materi Seminar Hasil Tugas Akhir meliputi :

- berikan satu contoh perhitungan  $\phi$  untuk penahanan diagram interaksi  $\phi$  tabel
- Ket. gbr plat lempang elwan, tebal plat, Mutu beton.



Perbaikan Seminar Hasil Skripsi harus diselesaikan selambatnya 14 hari terhitung sejak pelaksanaan Seminar. Bila melebihi 14 hari, maka tidak dapat diikuti Ujian Skripsi.

*Pengumpulan berkas untuk Ujian Skripsi dengan menyertakan lembar pengesahan dari Dosen Pembahas dan Kaprodi*

**Skripsi telah diperbaiki dan disetujui :**

Malang, 11 - 11 - 2011

Dosen Pembahas

( A. Aji Santosa. )

Malang, 15 - 8 - 2011

Dosen Pembahas

( \_\_\_\_\_ )



INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL  
 Jl. Bendungan Sigura-gura 2  
 Jl. Raya Karanglo Km. 2  
 Malang

# SEMINAR HASIL SKRIPSI PRODI TEKNIK SIPIL S-1

## FORM REVISI / PERBAIKAN

BIDANG STRUKTUR

Nama : CHOIRUL ANAM  
 NIM : 06.21.041  
 Hari / tanggal : Senin / 15 Agustus 2011

Perbaikan materi Seminar Hasil Tugas Akhir meliputi :

- > apa beda fe & k dan bagaimana menyamainya
- > tulangan apa yg ada di dlm kolom?
- >  $R = \dots$  ? dari mana

Barapa mla sebenarnya  
 $kg/cm^2 \rightarrow MPa$  ( $g = grafitasi$ )

Perbaikan Seminar Hasil Skripsi harus diselesaikan selambatnya 14 hari terhitung sejak pelaksanaan Seminar. Bila melebihi 14 hari, maka tidak dapat diikuti Ujian Skripsi.

*Pengumpulan berkas untuk Ujian Skripsi dengan menyertakan lembar pengesahan dari Dosen Pembahas dan Kaprodi*

Skripsi telah diperbaiki dan disetujui :

Malang, ..... 2011

Dosen Pembahas

Malang, 15 Agustus 2011

Dosen Pembahas



INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL  
Jl. Bendungan Sigura-gura 2  
Jl. Raya Karanglo Km. 2  
Malang

# UJIAN SKRIPSI PRODI TEKNIK SIPIL S-1

## FORM REVISI / PERBAIKAN BIDANG STRUKTUR

Nama : CHOIRUL ANAM

NIM : 0621041

Hari / tanggal : Kamis, 25 - 8 - 2010

Perbaiki materi Skripsi meliputi :

- Perbaiki teori eksentrisitas struktur.

Perbaikan Skripsi harus diselesaikan selambatnya 14 hari terhitung sejak pelaksanaan Ujian dilaksanakan. Bila melebihi masa 14 hari, maka tidak dapat diikutkan Yudisium.

Tugas Akhir telah diperbaiki dan disetujui :

Malang, 6 - 9 - 2010

Dosen Penguji

Malang, 25 - 8 - 2010

Dosen Penguji

(A. Agus Santosa.)



INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL  
 Jl. Bendungan Sigura-gura 2  
 Jl. Raya Karanglo Km. 2  
 Malang

# UJIAN SKRIPSI PRODI TEKNIK SIPIL S-1

## FORM REVISI / PERBAIKAN BIDANG \_\_\_\_\_

Nama : Cherul Anan  
 NIM : 0621041  
 Hari / tanggal : \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_

Perbaiki materi Skripsi meliputi :

- > Apadasee penetapan drop panel ✓
- > Bgmn penulisan drop panel ✓
- > Berapa besar gaya geser Pons tanpa drop panel ✓
- > Tel. Kolan telu sama ✓
- > Diameter tel kolan jangan D32 ✓

Perbaiki Skripsi harus diselesaikan selambatnya 14 hari terhitung sejak pelaksanaan Ujian dilaksanakan. Bila melebihi masa 14 hari, maka tidak dapat diikuti Yudisium.

Tugas Akhir telah diperbaiki dan disetujui :

Malang, \_\_\_\_\_ 2010  
 Dosen Penguji

Malang, 25-8- 2010  
 Dosen Penguji

*(Signature)*  
 Bambang Mulyandana

\_\_\_\_\_



# PERC.GEDUNG SEKDA

Job No

Sheet No

1

Rev

Software licensed to Snow Panther [LZ0]

Part

Job Title

Ref

By Anam

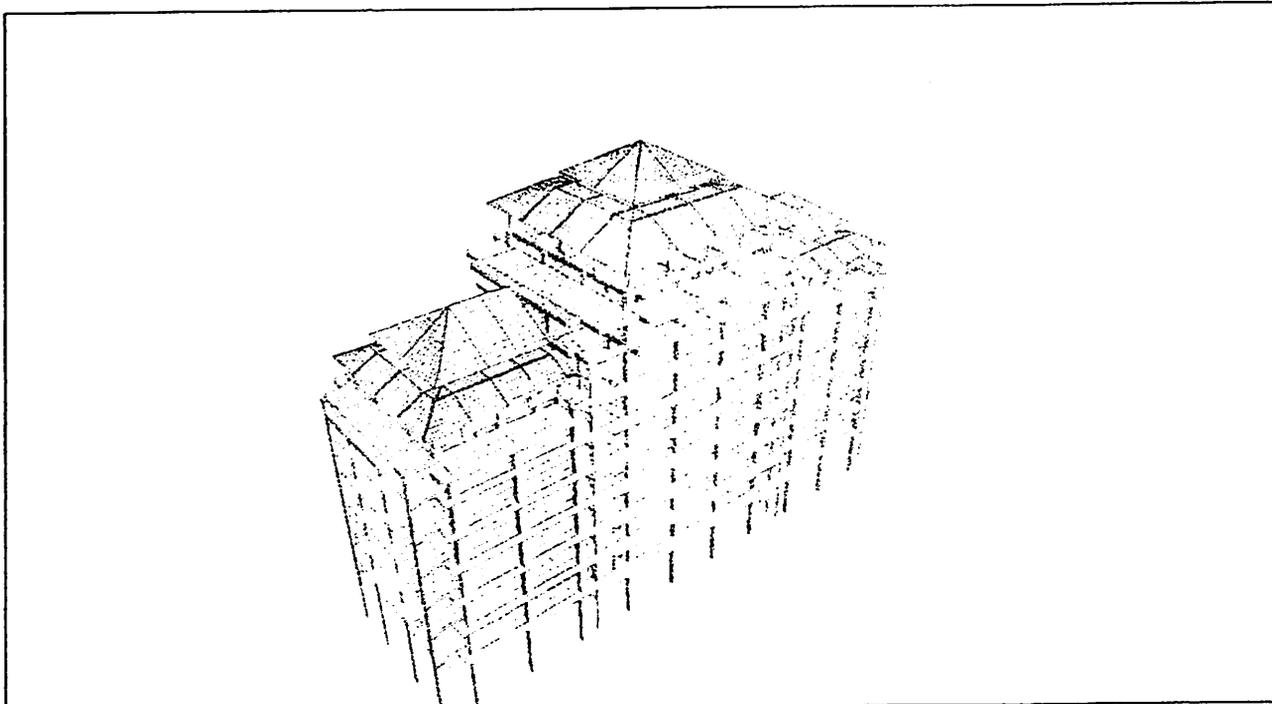
Date 13-Jan-11

Chd

Client

File SEKDA PROJECT.std

Date/Time 31-Mar-2011 18:27



3D Rendered View

STAAD SPACE DXF IMPORT OF SEKDA PROJECT.DXF  
START JOB INFORMATION  
ENGINEER NAME Anam  
ENGINEER DATE 13-Jan-11  
END JOB INFORMATION  
INPUT WIDTH 79  
UNIT METER KG  
JOINT COORDINATES

1 117.799 0 -42.7844; 2 117.799 0 -58.3844; 3 114.799 0 -59.5844;  
4 60.7986 0 -59.5844; 5 57.7986 0 -58.3844; 6 57.7986 0 -42.7844;  
7 60.7986 0 -41.5844; 8 114.799 0 -41.5844; 9 78.7986 0 -59.5844;  
10 84.7986 0 -53.5844; 11 90.7986 0 -53.5844; 12 96.7986 0 -59.5844;  
13 84.7986 0 -59.5844; 14 90.7986 0 -59.5844; 15 66.7986 0 -59.5844;  
16 72.7986 0 -59.5844; 17 117.799 0 -53.5844; 18 57.7986 0 -53.5844;  
19 117.799 0 -47.5844; 20 102.799 0 -47.5844; 21 72.7986 0 -47.5844;  
22 78.7986 0 -47.5844; 23 57.7986 0 -47.5844; 24 96.7986 0 -47.5844;  
25 102.799 0 -59.5844; 26 108.799 0 -59.5844; 27 108.799 0 -41.5844;  
28 102.799 0 -41.5844; 29 96.7986 0 -41.5844; 30 90.7986 0 -41.5844;  
31 84.7986 0 -41.5844; 32 78.7986 0 -41.5844; 33 72.7986 0 -41.5844;  
34 66.7986 0 -41.5844; 35 60.7986 0 -47.5844; 36 60.7986 0 -53.5844;  
37 66.7986 0 -47.5844; 38 66.7986 0 -53.5844; 39 72.7986 0 -53.5844;  
40 78.7986 0 -53.5844; 41 96.7986 0 -53.5844; 42 102.799 0 -53.5844;  
43 108.799 0 -47.5844; 44 108.799 0 -53.5844; 45 114.799 0 -47.5844;  
46 114.799 0 -53.5844; 50 115.999 6.5 -59.5844; 51 59.5986 6.5 -59.5844;  
57 59.5986 6.5 -41.5844; 60 60.7986 6.5 -60.3844; 61 66.7986 6.5 -60.3844;  
62 66.7986 6.5 -40.8344; 63 72.7986 6.5 -60.3844; 64 72.7986 6.5 -40.8344;  
66 78.7986 6.5 -40.0844; 67 84.7986 6.5 -53.5844; 68 84.7986 6.5 -40.0844;  
69 90.7986 6.5 -53.5844; 70 90.7986 6.5 -40.0844; 72 96.7986 6.5 -40.0844;  
73 102.799 6.5 -60.3844; 74 102.799 6.5 -40.7844; 75 108.799 6.5 -60.3844;  
76 108.799 6.5 -40.7844; 77 114.799 6.5 -60.3844; 78 114.799 6.5 -40.7844;  
79 100.999 6.5 -40.7844; 80 100.999 6.5 -40.0844; 81 100.999 6.5 -41.5844;  
82 73.9986 6.5 -40.0844; 83 73.9986 6.5 -41.5844; 84 59.5986 6.5 -42.7844;  
85 59.5986 6.5 -40.8344; 86 73.9986 6.5 -40.8344; 87 115.999 6.5 -60.3844;  
88 93.7986 6.5 -61.0844; 89 96.7986 6.5 -61.0844; 90 93.7986 6.5 -59.5844;  
91 81.7986 6.5 -59.5844; 92 81.7986 6.5 -61.0844; 93 59.5986 6.5 -60.3844;  
94 78.7986 6.5 -61.0844; 98 63.7986 6.5 -59.5844; 99 63.7986 6.5 -41.5844;  
101 69.7986 6.5 -59.5844; 102 69.7986 6.5 -41.5844; 106 102.799 6.5 -47.5844;  
107 111.799 6.5 -59.5844; 108 111.799 6.5 -41.5844; 109 105.799 6.5 -59.5844;  
110 105.799 6.5 -41.5844; 111 75.7986 6.5 -59.5844; 112 75.7986 6.5 -53.5844;  
113 72.7986 6.5 -47.5844; 114 75.5986 6.5 -47.5844; 115 75.5986 6.5 -49.2844;  
116 74.5986 6.5 -49.2844; 117 74.5986 6.5 -47.5844; 118 74.5986 6.5 -41.5844;  
119 77.7986 6.5 -41.5844; 120 81.7986 6.5 -53.5844; 121 84.7986 6.5 -49.3844;  
122 84.7986 6.5 -46.6844; 123 80.8486 6.5 -46.6844; 124 80.8486 6.5 -49.3844;  
125 78.7986 6.5 -47.5844; 127 81.7986 6.5 -58.0844; 128 83.6986 6.5 -58.0844;  
129 93.7986 6.5 -53.5844; 130 91.8986 6.5 -58.0844; 131 93.7986 6.5 -58.0844;  
132 91.8986 6.5 -59.5844; 133 99.7986 6.5 -59.5844; 134 99.7986 6.5 -53.5844;  
135 96.7986 6.5 -47.5844; 136 100.999 6.5 -47.5844; 137 97.7986 6.5 -41.5844;  
138 90.7986 6.5 -47.1844; 139 90.7986 6.5 -49.3844; 140 92.6486 6.5 -49.3844;  
141 94.4986 6.5 -49.3844; 142 92.6486 6.5 -46.6844; 143 94.4986 6.5 -46.6844;  
144 92.6486 6.5 -47.1844; 145 77.7986 6.5 -46.2244; 146 74.5986 6.5 -46.2244;  
147 97.7986 6.5 -46.2244; 148 100.999 6.5 -46.2244; 161 66.7986 6.5 -47.5844;  
162 66.7986 6.5 -53.5844; 163 72.7986 6.5 -53.5844; 166 102.799 6.5 -53.5844;  
167 108.799 6.5 -47.5844; 168 108.799 6.5 -53.5844; 171 63.7986 6.5 -47.5844;  
172 63.7986 6.5 -53.5844; 173 69.7986 6.5 -47.5844; 174 69.7986 6.5 -53.5844;  
175 105.799 6.5 -53.5844; 176 111.799 6.5 -53.5844; 177 105.799 6.5 -47.5844;  
178 111.799 6.5 -47.5844; 179 117.799 10 -42.7844; 180 117.799 10 -58.3844;  
181 114.799 10 -59.5844; 182 115.999 10 -59.5844; 183 59.5986 10 -59.5844;  
184 60.7986 10 -59.5844; 185 60.7986 10 -58.3844; 186 57.7986 10 -58.3844;  
187 57.7986 10 -42.7844; 188 60.7986 10 -41.5844; 189 115.999 10 -41.5844;  
190 114.799 10 -41.5844; 191 114.799 10 -42.7844; 192 60.7986 10 -60.3844;  
193 66.7986 10 -60.3844; 194 72.7986 10 -60.3844; 195 78.7986 10 -59.5844;  
196 78.7986 10 -40.0844; 197 84.7986 10 -53.5844; 198 84.7986 10 -40.0844;  
199 90.7986 10 -53.5844; 200 90.7986 10 -40.0844; 201 96.7986 10 -59.5844;  
202 96.7986 10 -40.0844; 203 102.799 10 -60.3844; 204 102.799 10 -40.7844;  
205 108.799 10 -60.3844; 206 108.799 10 -40.7844; 207 114.799 10 -60.3844;  
208 114.799 10 -40.7844; 209 115.999 10 -40.7844; 210 100.999 10 -41.5844;  
211 59.5986 10 -42.7844; 212 115.999 10 -60.3844; 213 93.7986 10 -61.0844;  
214 96.7986 10 -61.0844; 215 93.7986 10 -59.5844; 216 81.7986 10 -59.5844;  
217 81.7986 10 -61.0844; 218 59.5986 10 -60.3844; 219 78.7986 10 -61.0844;  
220 84.7986 10 -59.5844; 221 90.7986 10 -59.5844; 222 66.7986 10 -59.5844;  
223 63.7986 10 -41.5844; 224 72.7986 10 -59.5844; 225 69.7986 10 -41.5844;  
226 117.799 10 -53.5844; 227 57.7986 10 -53.5844; 228 117.799 10 -47.5844;  
229 102.799 10 -47.5844; 230 111.799 10 -59.5844; 231 111.799 10 -41.5844;  
232 105.799 10 -59.5844; 233 105.799 10 -41.5844; 234 75.7986 10 -59.5844;

6998 7000 7002 7004 7006 7008 7010 7015 7018 7020 7022 7025 TO 7032 7037 -  
7039 7040 7042 TO 7051 7062 THICKNESS 0.16  
7064 THICKNESS 0.16  
7065 TO 7068 THICKNESS 0.16  
7069 7071 7073 7075 7077 7079 7080 7086 7088 7090 7092 7093 7095 7097 7099 -  
7101 7103 7104 7107 7109 7111 7113 7115 7116 7119 7120 7122 7124 7125 7127 -  
7131 7132 7135 7137 7139 7141 7142 7144 7146 8463 TO 8700 8703 8704 8707 -  
8708 TO 8802 10809 TO 10884 THICKNESS 0.16  
10885 TO 11182 THICKNESS 0.16  
11183 TO 11209 11212 TO 11225 11228 TO 12214 12217 12218 12221 TO 12467 12470 -  
12471 TO 13441 13444 13445 13448 TO 13690 13693 TO 14668 14671 14672 14675 -  
14676 TO 14921 14924 TO 15899 15902 15903 15906 TO 16150 THICKNESS 0.16  
9607 TO 10111 10114 TO 10117 10120 TO 10197 THICKNESS 0.16  
10198 TO 10416 16151 TO 16319 THICKNESS 0.16  
17310 TO 17739 THICKNESS 0.16  
\*Tebal genting 2,5cm  
18055 TO 18511 THICKNESS 0.025  
18512 TO 18560 THICKNESS 0.025  
18561 TO 19258 THICKNESS 0.025  
19259 TO 19322 THICKNESS 0.025  
19323 TO 19986 THICKNESS 0.025  
19987 TO 20439 THICKNESS 0.025  
20440 TO 20525 THICKNESS 0.025  
20526 TO 20807 THICKNESS 0.025  
20808 TO 21449 THICKNESS 0.025  
21450 TO 21973 THICKNESS 0.025  
21974 TO 22273 THICKNESS 0.025  
22274 TO 23002 THICKNESS 0.025  
23003 TO 23705 THICKNESS 0.025  
\*Tebal pelat talang beton 10cm  
23706 24223 TO 24541 THICKNESS 0.1  
24542 TO 24893 THICKNESS 0.1  
24894 TO 25181 THICKNESS 0.1  
\*Tebal pelat lantai 16cm  
25182 TO 25185 THICKNESS 0.16  
25190 TO 26460 26463 26464 26466 26467 26469 TO 26483 26485 26487 TO 26489 -  
26491 26492 26494 26495 26498 TO 26502 26504 TO 26526 26529 26531 26532 -  
26535 TO 26537 26539 26541 TO 26662 THICKNESS 0.16  
\*Tebal Shear wall  
26709 26711 26713 26715 26717 26719 26721 26723 26725 26727 26729 26730 26732 -  
26733 TO 26743 26745 TO 26756 26758 26760 26762 26764 26766 26768 26770 26772 -  
26774 26776 26778 26779 26782 26784 26786 26788 26790 26792 26794 26796 -  
26798 26800 26802 26803 26805 TO 26816 26818 TO 26829 26831 26833 26835 -  
26837 26839 26841 26843 26845 26847 26849 26851 26852 THICKNESS 0.5  
\*Tebal Shear wall  
26898 26900 26902 26904 26906 26907 26909 TO 26914 26916 TO 26921 26923 26925 -  
26927 26929 26931 26932 26935 26937 26939 26941 26943 26944 26946 TO 26951 -  
26953 TO 26958 26960 26962 26964 26966 26968 26969 27041 TO 27088 -  
27159 TO 27206 27277 TO 27324 27395 TO 27442 27513 TO 27560 27648 TO 27694 -  
27695 THICKNESS 0.5  
\*Tebal Shear wall  
27710 27712 27714 27716 27718 27719 27721 27723 27725 27727 27729 27730 27733 -  
27735 27737 27739 27741 27742 27744 27746 27748 27750 27752 -  
27753 THICKNESS 0.5  
27754 TO 27763 THICKNESS 0.16  
DEFINE MATERIAL START  
ISOTROPIC CONCRETE  
\*4700 Akar fc (29.05 Mpa) Sesuai SNI 03-2847-2002 Ps. 10.5.1  
E 25332.0844  
\*Penyusutan akibat beban suhu atau Temperature Load  
POISSON 0.17  
\*Berat Jenis Beton 2400 kg/m3.  
DENSITY 2400  
\*Beban Getaran  
ALPHA 1e-005  
\*Damping (Kemampuan material untuk menyerap/mensipasi energi getar).  
DAMP 0.05  
ISOTROPIC STEEL  
E 200000  
POISSON 0.3  
\*Berat Jenis Baja 7850 kg/m3.  
DENSITY 7850  
ALPHA 1.2e-005  
DAMP 0.03

24870 FX -29887.2 FZ 99624  
24999 FX -21836.4 FZ 72787.9  
25054 FX -18307 FZ 61023.4

LOAD 4 GEMPA SELATAN-UTARA

JOINT LOAD

24323 FX 6332.72 FZ -21109.1  
24393 FX 10072.6 FZ -33575.2  
24464 FX 13598 FZ -45326.5  
24518 FX 17123.3 FZ -57077.8  
24608 FX 20648.7 FZ -68829.1  
24743 FX 24174.1 FZ -80580.5  
24870 FX 29887.2 FZ -99624  
24999 FX 21836.4 FZ -72787.9  
25054 FX 18307 FZ -61023.4

LOAD 5 GEMPA TIMUR-BARAT

JOINT LOAD

24323 FX -21109.1 FZ -6332.72  
24393 FX -33575.2 FZ -10072.6  
24464 FX -45326.5 FZ -13598  
24518 FX -57077.8 FZ -17123.3  
24608 FX -68829.1 FZ -20648.7  
24743 FX -80580.5 FZ -24174.1  
24870 FX -99624 FZ -29887.2  
24999 FX -72787.9 FZ -21836.4  
25054 FX -61023.4 FZ -18307

LOAD 6 GEMPA BARAT-TIMUR

JOINT LOAD

24323 FX 21109.1 FZ 6332.72  
24393 FX 33575.2 FZ 10072.6  
24464 FX 45326.5 FZ 13598  
24518 FX 57077.8 FZ 17123.3  
24608 FX 68829.1 FZ 20648.7  
24743 FX 80580.5 FZ 24174.1  
24870 FX 99624 FZ 29887.2  
24999 FX 72787.9 FZ 21836.4  
25054 FX 61023.4 FZ 18307

LOAD 7 ANGIN UTARA-SELATAN

ELEMENT LOAD

20380 20381 20383 TO 20388 PR -2.5  
18225 TO 18394 18817 TO 19072 19577 TO 19830 20139 TO 20290 PR 2.5  
18055 TO 18224 18561 TO 18816 19323 TO 19576 19987 TO 20138 20398 TO 20404 -  
20405 PR 10  
20864 TO 21201 22404 TO 22833 PR 2.5  
20526 TO 20863 21974 TO 22403 PR 10

LOAD 8 ANGIN SELATAN-UTARA

ELEMENT LOAD

20380 20381 20383 TO 20388 PR 10  
18225 TO 18394 18817 TO 19072 19577 TO 19830 20139 TO 20290 PR -10  
18055 TO 18224 18561 TO 18816 19323 TO 19576 19987 TO 20138 20398 TO 20404 -  
20405 PR -2.5  
20864 TO 21201 22404 TO 22833 PR -10  
20526 TO 20863 21974 TO 22403 PR -2.5

LOAD 9 ANGIN TIMUR-BARAT

ELEMENT LOAD

18395 TO 18560 19073 TO 19322 21202 TO 21587 22834 TO 23269 PR 10  
21588 TO 21973 23270 TO 23705 PR 2.5  
19831 TO 19986 20291 TO 20379 20389 TO 20397 20406 TO 20525 PR -2.5

LOAD 10 ANGIN BARAT-TIMUR

ELEMENT LOAD

18395 TO 18560 19073 TO 19322 21202 TO 21587 22834 TO 23269 PR -2.5  
21588 TO 21973 23270 TO 23705 PR -10  
19831 TO 19986 20291 TO 20379 20389 TO 20397 20406 TO 20525 PR 10

LOAD COMB 11 KOM.B.MATI+B.HIDUP

1 1.2 2 1.6

LOAD COMB 12 KOM.B.MATI+B.HIDUP+GEMPA U-S

1 1.1 2 0.6 3 1.05

LOAD COMB 13 KOM.B.MATI+B.HIDUP+GEMPA S-U

1 1.1 2 0.6 4 1.05

LOAD COMB 14 KOM.B.MATI+B.HIDUP+GEMPA T-B

1 1.1 2 0.6 5 1.05

LOAD COMB 15 KOM.B.MATI+B.HIDUP+GEMPA B-T

1 1.1 2 0.6 6 1.05

LOAD COMB 16 KOM.B.MATI+B.HIDUP+ANGIN U-S

1 0.9 2 1.2 7 1.2

LOAD COMB 17 KOM.B.MATI+B.HIDUP+ANGIN S-U  
1 0.9 2 1.2 8 1.2  
LOAD COMB 18 KOM.B.MATI+B.HIDUP+ANGIN T-B  
1 0.9 2 1.2 9 1.2  
LOAD COMB 19 KOM.B.MATI+B.HIDUP+ANGIN B-T  
1 0.9 2 1.2 10 1.2  
PERFORM ANALYSIS  
FINISH



# PERC.GEDUNG SEKDA

Job No	Sheet No <b>1</b>	Rev
Part		
Ref		
By Anam	Date 13-Jan-11	Chd
File SEKDA PROJECT.std	Date/Time 03-Apr-2011 21:05	

Software licensed to Snow Panther [L20]

Title
nt

## Job Information

	Engineer	Checked	Approved
Name:	Anam		
Date:	13-Jan-11		

Structure Type | SPACE FRAME

Number of Nodes	25481	Highest Node	25738
Number of Elements	7556	Highest Beam	27751
Number of Plates	19849	Highest Plate	27763
Number of Solids	314	Highest Solid	5592

Number of Basic Load Cases	10
Number of Combination Load Cases	9

Included in this printout are data for:

All	The Whole Structure
-----	---------------------

Included in this printout are results for load cases:

Type	L/C	Name
Combination	11	KOM.B.MATI+B.HIDUP
Combination	12	KOM.B.MATI+B.HIDUP+GEMPA U-S
Combination	13	KOM.B.MATI+B.HIDUP+GEMPA S-U
Combination	14	KOM.B.MATI+B.HIDUP+GEMPA T-B
Combination	15	KOM.B.MATI+B.HIDUP+GEMPA B-T
Combination	16	KOM.B.MATI+B.HIDUP+ANGIN U-S
Combination	17	KOM.B.MATI+B.HIDUP+ANGIN S-U
Combination	18	KOM.B.MATI+B.HIDUP+ANGIN T-B
Combination	19	KOM.B.MATI+B.HIDUP+ANGIN B-T

## Supports

Node	X (kN/mm)	Y (kN/mm)	Z (kN/mm)	rX (kN m/deg)	rY (kN m/deg)	rZ (kN m/deg)
1	Fixed	Fixed	Fixed	Fixed	Fixed	Fixed
2	Fixed	Fixed	Fixed	Fixed	Fixed	Fixed
3	Fixed	Fixed	Fixed	Fixed	Fixed	Fixed
4	Fixed	Fixed	Fixed	Fixed	Fixed	Fixed
5	Fixed	Fixed	Fixed	Fixed	Fixed	Fixed
6	Fixed	Fixed	Fixed	Fixed	Fixed	Fixed
7	Fixed	Fixed	Fixed	Fixed	Fixed	Fixed
8	Fixed	Fixed	Fixed	Fixed	Fixed	Fixed
9	Fixed	Fixed	Fixed	Fixed	Fixed	Fixed
10	Fixed	Fixed	Fixed	Fixed	Fixed	Fixed
11	Fixed	Fixed	Fixed	Fixed	Fixed	Fixed
12	Fixed	Fixed	Fixed	Fixed	Fixed	Fixed
13	Fixed	Fixed	Fixed	Fixed	Fixed	Fixed
14	Fixed	Fixed	Fixed	Fixed	Fixed	Fixed
15	Fixed	Fixed	Fixed	Fixed	Fixed	Fixed
16	Fixed	Fixed	Fixed	Fixed	Fixed	Fixed
17	Fixed	Fixed	Fixed	Fixed	Fixed	Fixed





# PERC.GEDUNG SEKDA

Job No	Sheet No <b>3</b>	Rev
Part		
Ref		
By Anam	Date 13-Jan-11	Chd
File SEKDA PROJECT.std	Date/Time 03-Apr-2011 21:05	

Software licensed to Snow Panther (LZO)

## Materials

Mat	Name	E (kN/mm <sup>2</sup> )	v	Density (kg/m <sup>3</sup> )	α (1/K)
1	STEEL	200.000	0.300	7.85E 3	12E -6
2	ALUMINUM	68.948	0.330	2.71E 3	23E -6
3	CONCRETE	25.332	0.170	2.4E 3	10E -6

## Basic Load Cases

Number	Name
1	BEBAN MATI
2	BEBAN HIDUP
3	GEMPA UTARA-SELATAN
4	GEMPA SELATAN-UTARA
5	GEMPA TIMUR-BARAT
6	GEMPA BARAT-TIMUR
7	ANGIN UTARA-SELATAN
8	ANGIN SELATAN-UTARA
9	ANGIN TIMUR-BARAT
10	ANGIN BARAT-TIMUR

## Combination Load Cases

Comb.	Combination L/C Name	Primary	Primary L/C Name	Factor
11	KOM.B.MATI+B.HIDUP	1	BEBAN MATI	1.20
		2	BEBAN HIDUP	1.60
12	KOM.B.MATI+B.HIDUP+GEMPA U-S	1	BEBAN MATI	1.10
		2	BEBAN HIDUP	0.60
		3	GEMPA UTARA-SELATAN	1.05
13	KOM.B.MATI+B.HIDUP+GEMPA S-U	1	BEBAN MATI	1.10
		2	BEBAN HIDUP	0.60
		4	GEMPA SELATAN-UTARA	1.05
14	KOM.B.MATI+B.HIDUP+GEMPA T-B	1	BEBAN MATI	1.10
		2	BEBAN HIDUP	0.60
		5	GEMPA TIMUR-BARAT	1.05
15	KOM.B.MATI+B.HIDUP+GEMPA B-T	1	BEBAN MATI	1.10
		2	BEBAN HIDUP	0.60
		6	GEMPA BARAT-TIMUR	1.05
16	KOM.B.MATI+B.HIDUP+ANGIN U-S	1	BEBAN MATI	0.90
		2	BEBAN HIDUP	1.20
		7	ANGIN UTARA-SELATAN	1.20
17	KOM.B.MATI+B.HIDUP+ANGIN S-U	1	BEBAN MATI	0.90
		2	BEBAN HIDUP	1.20
		8	ANGIN SELATAN-UTARA	1.20
18	KOM.B.MATI+B.HIDUP+ANGIN T-B	1	BEBAN MATI	0.90
		2	BEBAN HIDUP	1.20
		9	ANGIN TIMUR-BARAT	1.20
19	KOM.B.MATI+B.HIDUP+ANGIN B-T	1	BEBAN MATI	0.90
		2	BEBAN HIDUP	1.20
		10	ANGIN BARAT-TIMUR	1.20



# PERC.GEDUNG SEKDA

Job No	Sheet No <b>823</b>	Rev
Part		
Ref		
By Anam	Date 13-Jan-11	Chd
File SEKDA PROJECT.std	Date/Time 03-Apr-2011 21:05	

Software licensed to Snow Panther [LZO]

Title

nt

## Beam End Forces Cont...

Beam	Node	L/C	Axial			Shear			Torsion	Bending	
			Fx (kg)	Fy (kg)	Fz (kg)	Mx (kg·cm)	My (kg·cm)	Mz (kg·cm)			
		17:KOM.B.MA1	-54.2E 3	35.4E 3	-150.039	31.4E 3	-135E 3	-2.08E 6			
		18:KOM.B.MA1	-54.2E 3	35.4E 3	-307.643	31.9E 3	-161E 3	-2.1E 6			
		19:KOM.B.MA1	-54.2E 3	35.3E 3	-242.145	30.6E 3	-148E 3	-2.07E 6			
1061	7791	1:BEBAN MAT	11.7E 3	22.3E 3	-146.314	-39E 3	10.5E 3	5.58E 6			
		2:BEBAN HIDL	4.9E 3	10.6E 3	-50.527	-4.93E 3	3.33E 3	2.53E 6			
		3:GEMPA UTA	-146.897	340.719	-541.950	184E 3	23.2E 3	81.3E 3			
		4:GEMPA SEL	146.897	-340.719	541.950	-184E 3	-23.2E 3	-81.3E 3			
		5:GEMPA TIML	658.777	537.501	-115.429	-62E 3	11.8E 3	126E 3			
		6:GEMPA BAR	-658.777	-537.501	115.429	62E 3	-11.8E 3	-126E 3			
		7:ANGIN UTAF	0.663	-0.455	-3.168	1.2E 3	120.549	22.861			
		8:ANGIN SELA	-1.341	-0.095	3.063	-1.16E 3	-116.834	-130.259			
		9:ANGIN TIMU	13.197	1.087	1.936	46.763	-124.818	195.096			
		10:ANGIN BAF	-14.746	-2.343	-2.244	42.540	138.114	-448.705			
		11:KOM.B.MA1	21.8E 3	43.8E 3	-256.420	-54.7E 3	17.9E 3	10.8E 6			
		12:KOM.B.MA1	15.6E 3	31.3E 3	-760.309	147E 3	37.9E 3	7.75E 6			
		13:KOM.B.MA1	15.9E 3	30.6E 3	377.787	-239E 3	-10.9E 3	7.58E 6			
		14:KOM.B.MA1	16.5E 3	31.5E 3	-312.462	-111E 3	25.9E 3	7.79E 6			
		15:KOM.B.MA1	15.1E 3	30.4E 3	-70.061	19.3E 3	1.15E 3	7.53E 6			
		16:KOM.B.MA1	16.4E 3	32.8E 3	-196.116	-39.6E 3	13.6E 3	8.06E 6			
		17:KOM.B.MA1	16.4E 3	32.8E 3	-188.639	-42.4E 3	13.3E 3	8.06E 6			
		18:KOM.B.MA1	16.4E 3	32.8E 3	-189.992	-40.9E 3	13.3E 3	8.06E 6			
		19:KOM.B.MA1	16.4E 3	32.8E 3	-195.008	-41E 3	13.6E 3	8.06E 6			
	15066	1:BEBAN MAT	-11.7E 3	-22E 3	146.314	39E 3	1.53E 3	-3.77E 6			
		2:BEBAN HIDL	-4.9E 3	-10.6E 3	50.527	4.93E 3	809.957	-1.66E 6			
		3:GEMPA UTA	146.897	-340.719	541.950	-184E 3	21.2E 3	-53.3E 3			
		4:GEMPA SEL	-146.897	340.719	-541.950	184E 3	-21.2E 3	53.3E 3			
		5:GEMPA TIML	-658.777	-537.501	115.429	62E 3	-2.32E 3	-81.7E 3			
		6:GEMPA BAR	658.777	537.501	-115.429	-62E 3	2.32E 3	81.7E 3			
		7:ANGIN UTAF	-0.663	0.455	3.168	-1.2E 3	139.218	-60.154			
		8:ANGIN SELA	1.341	0.095	-3.063	1.16E 3	-134.388	122.443			
		9:ANGIN TIMU	-13.197	-1.087	-1.936	-46.763	-33.950	-105.938			
		10:ANGIN BAF	14.746	2.343	2.244	-42.540	45.946	256.551			
		11:KOM.B.MA1	-21.8E 3	-43.4E 3	256.420	54.7E 3	3.13E 3	-7.18E 6			
		12:KOM.B.MA1	-15.6E 3	-30.9E 3	760.309	-147E 3	24.4E 3	-5.2E 6			
		13:KOM.B.MA1	-15.9E 3	-30.2E 3	-377.787	239E 3	-20.1E 3	-5.08E 6			
		14:KOM.B.MA1	-16.5E 3	-31.1E 3	312.462	111E 3	-266.305	-5.23E 6			
		15:KOM.B.MA1	-15.1E 3	-30E 3	70.061	-19.3E 3	4.6E 3	-5.05E 6			
		16:KOM.B.MA1	-16.4E 3	-32.5E 3	196.116	39.6E 3	2.51E 3	-5.38E 6			
		17:KOM.B.MA1	-16.4E 3	-32.5E 3	188.639	42.4E 3	2.19E 3	-5.38E 6			
		18:KOM.B.MA1	-16.4E 3	-32.5E 3	189.992	40.9E 3	2.31E 3	-5.38E 6			
		19:KOM.B.MA1	-16.4E 3	-32.5E 3	195.008	41E 3	2.4E 3	-5.38E 6			
1062	7792	1:BEBAN MAT	11E 3	22E 3	-32.831	18.2E 3	2.31E 3	5.51E 6			
		2:BEBAN HIDL	4.35E 3	10.3E 3	13.212	-684.516	-380.563	2.46E 6			
		3:GEMPA UTA	92.614	-63.886	-544.114	200E 3	21.5E 3	-16.2E 3			
		4:GEMPA SEL	-92.614	63.886	544.114	-200E 3	-21.5E 3	16.2E 3			
		5:GEMPA TIML	-645.177	-71.968	-176.087	-38.2E 3	13.2E 3	-4.21E 3			
		6:GEMPA BAR	645.177	71.968	176.087	38.2E 3	-13.2E 3	4.21E 3			
		7:ANGIN UTAF	2.065	-0.119	-2.893	1.18E 3	100.251	-188.634			
		8:ANGIN SELA	-3.090	-1.513	3.057	-1.28E 3	-104.725	-141.422			



# PERC.GEDUNG SEKDA

Job No	Sheet No <b>824</b>	Rev
Part		
Ref		
By Anam	Date 13-Jan-11	Chd
File SEKDA PROJECT.std	Date/Time 03-Apr-2011 21:05	

Software licensed to Snow Panther [L20]

Title

nt

## Beam End Forces Cont...

Beam	Node	L/C	Axial			Shear			Torsion	Bending		
			Fx (kg)	Fy (kg)	Fz (kg)	Mx (kg·cm)	My (kg·cm)	Mz (kg·cm)				
		9:ANGIN TIMU	14.223	-1.778	1.289	85.872	-93.807	-389.018				
		10:ANGIN BAF	-15.485	0.411	-1.271	-156.712	96.894	106.438				
		11:KOM.B.MAT	20.2E 3	42.8E 3	-18.258	20.8E 3	2.16E 3	10.6E 6				
		12:KOM.B.MAT	14.8E 3	30.3E 3	-599.507	230E 3	24.9E 3	7.52E 6				
		13:KOM.B.MAT	14.6E 3	30.4E 3	543.134	-191E 3	-20.3E 3	7.56E 6				
		14:KOM.B.MAT	14.1E 3	30.3E 3	-213.078	-20.5E 3	16.2E 3	7.54E 6				
		15:KOM.B.MAT	15.4E 3	30.4E 3	156.705	59.8E 3	-11.6E 3	7.54E 6				
		16:KOM.B.MAT	15.1E 3	32.1E 3	-17.165	17E 3	1.74E 3	7.92E 6				
		17:KOM.B.MAT	15.1E 3	32.1E 3	-10.025	14E 3	1.49E 3	7.92E 6				
		18:KOM.B.MAT	15.2E 3	32.1E 3	-12.147	15.7E 3	1.51E 3	7.92E 6				
		19:KOM.B.MAT	15.1E 3	32.1E 3	-15.219	15.4E 3	1.74E 3	7.92E 6				
	14994	1:BEBAN MAT	-11E 3	-21.6E 3	32.831	-18.2E 3	384.273	-3.72E 6				
		2:BEBAN HIDL	-4.35E 3	-10.3E 3	-13.212	684.516	-702.936	-1.62E 6				
		3:GEMPA UTA	-92.614	63.886	544.114	-200E 3	23.1E 3	11E 3				
		4:GEMPA SEL	92.614	-63.886	-544.114	200E 3	-23.1E 3	-11E 3				
		5:GEMPA TIML	645.177	71.968	176.087	38.2E 3	1.22E 3	-1.7E 3				
		6:GEMPA BAR	-645.177	-71.968	-176.087	-38.2E 3	-1.22E 3	1.7E 3				
		7:ANGIN UTAF	-2.065	0.119	2.893	-1.18E 3	137.025	178.888				
		8:ANGIN SELA	3.090	1.513	-3.057	1.28E 3	-145.985	17.368				
		9:ANGIN TIMU	-14.223	1.778	-1.289	-85.872	-11.889	243.185				
		10:ANGIN BAF	15.485	-0.411	1.271	156.712	7.351	-72.762				
		11:KOM.B.MAT	-20.2E 3	-42.4E 3	18.258	-20.8E 3	-663.570	-7.06E 6				
		12:KOM.B.MAT	-14.8E 3	-29.9E 3	599.507	-230E 3	24.2E 3	-5.06E 6				
		13:KOM.B.MAT	-14.6E 3	-30E 3	-543.134	191E 3	-24.2E 3	-5.08E 6				
		14:KOM.B.MAT	-14.1E 3	-29.9E 3	213.078	20.5E 3	1.28E 3	-5.07E 6				
		15:KOM.B.MAT	-15.4E 3	-30E 3	-156.705	-59.8E 3	-1.28E 3	-5.07E 6				
		16:KOM.B.MAT	-15.1E 3	-31.8E 3	17.165	-17E 3	-333.247	-5.29E 6				
		17:KOM.B.MAT	-15.1E 3	-31.8E 3	10.025	-14E 3	-672.860	-5.3E 6				
		18:KOM.B.MAT	-15.2E 3	-31.8E 3	12.147	-15.7E 3	-511.944	-5.29E 6				
		19:KOM.B.MAT	-15.1E 3	-31.8E 3	15.219	-15.4E 3	-488.856	-5.3E 6				
1063	14721	1:BEBAN MAT	-208.639	-2.01E 3	-30.613	-34.6E 3	2.59E 3	94.5E 3				
		2:BEBAN HIDL	-58.033	-846.469	-7.610	-11.2E 3	677.127	37.9E 3				
		3:GEMPA UTA	111.227	176.710	25.987	-4.75E 3	-1.46E 3	-6.04E 3				
		4:GEMPA SEL	-111.227	-176.710	-25.987	4.75E 3	1.46E 3	6.04E 3				
		5:GEMPA TIML	-404.478	-199.775	-69.123	20.2E 3	5.91E 3	-15E 3				
		6:GEMPA BAR	404.478	199.775	69.123	-20.2E 3	-5.91E 3	15E 3				
		7:ANGIN UTAF	0.790	1.394	0.140	-33.439	-11.911	-48.751				
		8:ANGIN SELA	-0.756	-1.546	-0.131	58.612	11.647	21.398				
		9:ANGIN TIMU	2.426	-0.553	0.355	0.075	-38.851	18.208				
		10:ANGIN BAF	-2.258	0.312	-0.319	36.278	36.754	-55.343				
		11:KOM.B.MAT	-343.219	-3.77E 3	-48.912	-59.5E 3	4.19E 3	174E 3				
		12:KOM.B.MAT	-147.534	-2.53E 3	-10.954	-49.8E 3	1.72E 3	120E 3				
		13:KOM.B.MAT	-381.111	-2.9E 3	-65.527	-39.8E 3	4.78E 3	133E 3				
		14:KOM.B.MAT	-689.024	-2.93E 3	-110.819	-23.6E 3	9.46E 3	111E 3				
		15:KOM.B.MAT	160.379	-2.51E 3	34.339	-66.1E 3	-2.96E 3	143E 3				
		16:KOM.B.MAT	-256.466	-2.82E 3	-36.515	-44.7E 3	3.13E 3	131E 3				
		17:KOM.B.MAT	-258.321	-2.83E 3	-36.841	-44.6E 3	3.16E 3	131E 3				
		18:KOM.B.MAT	-254.503	-2.83E 3	-36.258	-44.6E 3	3.09E 3	131E 3				
		19:KOM.B.MAT	-260.124	-2.82E 3	-37.067	-44.6E 3	3.19E 3	131E 3				



# PERC.GEDUNG SEKDA

Job No	Sheet No <b>825</b>	Rev
Part		
Ref		
By Anam	Date 13-Jan-11	Chd
File SEKDA PROJECT.std	Date/Time 03-Apr-2011 21:05	

Software licensed to Snow Panther [LZO]

db Title

User

## Beam End Forces Cont...

Beam	Node	L/C	Axial			Shear			Torsion	Bending	
			Fx (kg)	Fy (kg)	Fz (kg)	Mx (kg'cm)	My (kg cm)	Mz (kg'cm)			
	15238	1:BEBAN MAT	208.639	2.26E 3	30.613	34.6E 3	-667.146	-228E 3			
		2:BEBAN HIDU	58.033	846.469	7.610	11.2E 3	-199.674	-91.1E 3			
		3:GEMPA UTA	-111.227	-176.710	-25.987	4.75E 3	-173.654	17.1E 3			
		4:GEMPA SEL	111.227	176.710	25.987	-4.75E 3	173.654	-17.1E 3			
		5:GEMPA TIMU	404.478	199.775	69.123	-20.2E 3	-1.58E 3	2.49E 3			
		6:GEMPA BAR	-404.478	-199.775	-69.123	20.2E 3	1.58E 3	-2.49E 3			
		7:ANGIN UTAF	-0.790	-1.394	-0.140	33.439	3.112	136.189			
		8:ANGIN SELA	0.756	1.546	0.131	-58.612	-3.441	-118.416			
		9:ANGIN TIMU	-2.426	0.553	-0.355	-0.075	16.593	-52.917			
		10:ANGIN BAF	2.258	-0.312	0.319	-36.278	-16.730	74.916			
		11:KOM.B.MAT	343.219	4.06E 3	48.912	59.5E 3	-1.12E 3	-420E 3			
		12:KOM.B.MAT	147.534	2.81E 3	10.954	49.8E 3	-1.04E 3	-288E 3			
		13:KOM.B.MAT	381.111	3.18E 3	65.527	39.8E 3	-671.329	-324E 3			
		14:KOM.B.MAT	689.024	3.2E 3	110.819	23.6E 3	-2.51E 3	-303E 3			
		15:KOM.B.MAT	-160.379	2.78E 3	-34.339	66.1E 3	802.853	-309E 3			
		16:KOM.B.MAT	256.466	3.05E 3	36.515	44.7E 3	-836.306	-315E 3			
		17:KOM.B.MAT	258.321	3.05E 3	36.841	44.6E 3	-844.170	-315E 3			
		18:KOM.B.MAT	254.503	3.05E 3	36.258	44.6E 3	-820.129	-315E 3			
		19:KOM.B.MAT	260.124	3.05E 3	37.067	44.6E 3	-860.117	-315E 3			
1064	7795	1:BEBAN MAT	-641.813	2.27E 3	-43.146	136.881	533.588	147E 3			
		2:BEBAN HIDU	-141.731	260.175	-2.724	39.264	-80.695	18.7E 3			
		3:GEMPA UTA	135.636	366.201	-63.438	-268.038	2.48E 3	93.3E 3			
		4:GEMPA SEL	-135.636	-366.201	63.438	268.038	-2.48E 3	-93.3E 3			
		5:GEMPA TIMU	-113.803	61.533	14.844	-68.999	-825.082	-15.5E 3			
		6:GEMPA BAR	113.803	-61.533	-14.844	68.999	825.082	15.5E 3			
		7:ANGIN UTAF	150.550	-57.651	2.588	-12.659	-63.981	6.17E 3			
		8:ANGIN SELA	-113.925	-28.826	-0.770	5.564	36.830	-11.7E 3			
		9:ANGIN TIMU	10.134	-20.031	4.318	-20.162	-197.543	-1.31E 3			
		10:ANGIN BAF	-2.319	4.460	-1.063	5.473	49.476	285.236			
		11:KOM.B.MAT	-996.944	3.14E 3	-56.133	227.080	511.194	206E 3			
		12:KOM.B.MAT	-648.614	3.03E 3	-115.705	-107.312	3.14E 3	271E 3			
		13:KOM.B.MAT	-933.451	2.26E 3	17.515	455.568	-2.06E 3	74.9E 3			
		14:KOM.B.MAT	-910.525	2.71E 3	-33.508	101.679	-327.806	157E 3			
		15:KOM.B.MAT	-671.540	2.58E 3	-64.681	246.576	1.4E 3	189E 3			
		16:KOM.B.MAT	-567.048	2.28E 3	-38.994	155.120	306.618	162E 3			
		17:KOM.B.MAT	-884.419	2.32E 3	-43.024	176.988	427.591	141E 3			
		18:KOM.B.MAT	-735.548	2.33E 3	-36.918	146.116	146.344	153E 3			
		19:KOM.B.MAT	-750.491	2.36E 3	-43.376	176.878	442.766	155E 3			
16744		1:BEBAN MAT	641.813	-2.24E 3	43.146	-136.881	2.51E 3	12.2E 3			
		2:BEBAN HIDU	141.731	-260.175	2.724	-39.264	273.091	-349.281			
		3:GEMPA UTA	-135.636	-366.201	63.438	268.038	2.01E 3	-67.5E 3			
		4:GEMPA SEL	135.636	366.201	-63.438	-268.038	-2.01E 3	67.5E 3			
		5:GEMPA TIMU	113.803	-61.533	-14.844	68.999	-223.549	19.9E 3			
		6:GEMPA BAR	-113.803	61.533	14.844	-68.999	223.549	-19.9E 3			
		7:ANGIN UTAF	-150.550	57.651	-2.588	12.659	-118.850	-10.2E 3			
		8:ANGIN SELA	113.925	-28.826	0.770	-5.564	17.550	9.67E 3			
		9:ANGIN TIMU	-10.134	20.031	-4.318	20.162	-107.502	-103.867			
		10:ANGIN BAF	2.319	-4.460	1.063	-5.473	25.639	29.810			
		11:KOM.B.MAT	996.944	-3.1E 3	56.133	-227.080	3.45E 3	14.1E 3			



# PERC.GEDUNG SEKDA

Software licensed to Snow Panther [L20]

Job No	Sheet No	826	Rev
Part			
Ref			
By	Anam	Date	3-Jan-11 Chd
File	SEKDA PROJECT.std		Date/Time 03-Apr-2011 21:05

## Beam End Forces Cont...

Beam	Node	L/C	Axial	Shear			Torsion	Bending	
			Fx (kg)	Fy (kg)	Fz (kg)	Mx (kg'cm)	My (kg'cm)	Mz (kg'cm)	
		12:KOM.B.MA1	648.614	-3E 3	115.705	107.312	5.03E 3	-57.6E 3	
		13:KOM.B.MA1	933.451	-2.24E 3	-17.515	-455.568	824.322	84E 3	
		14:KOM.B.MA1	910.525	-2.69E 3	33.508	-101.679	2.69E 3	34.1E 3	
		15:KOM.B.MA1	671.540	-2.56E 3	64.681	-246.576	3.16E 3	-7.7E 3	
		16:KOM.B.MA1	567.048	-2.26E 3	38.994	-155.120	2.45E 3	-1.76E 3	
		17:KOM.B.MA1	884.419	-2.29E 3	43.024	-176.988	2.61E 3	22.1E 3	
		18:KOM.B.MA1	735.548	-2.3E 3	36.918	-146.116	2.46E 3	10.4E 3	
		19:KOM.B.MA1	750.491	-2.33E 3	43.376	-176.878	2.62E 3	10.6E 3	
1065	7795	1:BEBAN MAT	3.43E 3	-1.01E 3	236.869	-4.537	-29.3E 3	-119E 3	
		2:BEBAN HIDL	431.246	-204.996	37.612	-4.486	-4.07E 3	-16.2E 3	
		3:GEMPA UTA	296.976	278.546	98.888	60.728	-20.7E 3	-88.5E 3	
		4:GEMPA SEL	-296.976	-278.546	-98.888	-60.728	20.7E 3	88.5E 3	
		5:GEMPA TIML	114.134	-104.201	-21.349	9.731	3.59E 3	13.8E 3	
		6:GEMPA BAR	-114.134	104.201	21.349	-9.731	-3.59E 3	-13.8E 3	
		7:ANGIN UTAF	-44.351	-89.998	17.664	-0.812	-1.85E 3	-7.83E 3	
		8:ANGIN SELA	-88.997	117.773	-24.746	0.347	2.82E 3	11.8E 3	
		9:ANGIN TIMU	-22.182	-4.702	-9.035	3.086	359.283	1.22E 3	
		10:ANGIN BAF	4.888	1.252	2.222	-0.852	-80.713	-263.194	
		11:KOM.B.MA1	4.81E 3	-1.54E 3	344.422	-12.622	-41.6E 3	-169E 3	
		12:KOM.B.MA1	4.34E 3	-940.934	386.956	56.083	-56.4E 3	-234E 3	
		13:KOM.B.MA1	3.72E 3	-1.53E 3	179.291	-71.447	-12.9E 3	-48.1E 3	
		14:KOM.B.MA1	4.15E 3	-1.34E 3	260.707	2.535	-30.9E 3	-126E 3	
		15:KOM.B.MA1	3.91E 3	-1.12E 3	305.540	-17.899	-38.4E 3	-156E 3	
		16:KOM.B.MA1	3.55E 3	-1.26E 3	279.514	-10.442	-33.5E 3	-136E 3	
		17:KOM.B.MA1	3.5E 3	-1.01E 3	228.622	-9.050	-27.8E 3	-113E 3	
		18:KOM.B.MA1	3.58E 3	-1.16E 3	247.475	-5.763	-30.8E 3	-125E 3	
		19:KOM.B.MA1	3.61E 3	-1.15E 3	260.983	-10.490	-31.3E 3	-127E 3	
	8373	1:BEBAN MAT	-3.51E 3	1.01E 3	-236.869	4.537	-23.1E 3	-104E 3	
		2:BEBAN HIDL	-431.246	204.996	-37.612	4.486	-4.25E 3	-29.2E 3	
		3:GEMPA UTA	-296.976	-278.546	-98.888	-60.728	-1.18E 3	150E 3	
		4:GEMPA SEL	296.976	278.546	98.888	60.728	1.18E 3	-150E 3	
		5:GEMPA TIML	-114.134	104.201	21.349	-9.731	1.14E 3	-36.9E 3	
		6:GEMPA BAR	114.134	-104.201	-21.349	9.731	-1.14E 3	36.9E 3	
		7:ANGIN UTAF	44.351	89.998	-17.664	0.812	-2.05E 3	-12.1E 3	
		8:ANGIN SELA	88.997	-117.773	24.746	-0.347	2.65E 3	14.3E 3	
		9:ANGIN TIMU	22.182	4.702	9.035	-3.086	1.64E 3	-2.27E 3	
		10:ANGIN BAF	-4.888	-1.252	-2.222	0.852	-410.823	540.083	
		11:KOM.B.MA1	-4.9E 3	1.54E 3	-344.422	12.622	-34.6E 3	-171E 3	
		12:KOM.B.MA1	-4.43E 3	941.415	-386.956	-56.083	-29.2E 3	25.7E 3	
		13:KOM.B.MA1	-3.81E 3	1.53E 3	-179.291	71.447	-26.7E 3	-289E 3	
		14:KOM.B.MA1	-4.24E 3	1.34E 3	-260.707	-2.535	-26.8E 3	-171E 3	
		15:KOM.B.MA1	-4E 3	1.12E 3	-305.540	17.899	-29.2E 3	-93.1E 3	
		16:KOM.B.MA1	-3.62E 3	1.26E 3	-279.514	10.442	-28.4E 3	-143E 3	
		17:KOM.B.MA1	-3.57E 3	1.01E 3	-228.622	9.050	-22.7E 3	-111E 3	
		18:KOM.B.MA1	-3.65E 3	1.16E 3	-247.475	5.763	-23.9E 3	-131E 3	
		19:KOM.B.MA1	-3.68E 3	1.15E 3	-260.983	10.490	-26.4E 3	-128E 3	
1066	7796	1:BEBAN MAT	-2.2E 3	217.814	125.523	37.434	78.175	25.7E 3	
		2:BEBAN HIDL	-292.230	22.958	22.022	102.852	-149.470	2.94E 3	
		3:GEMPA UTA	-115.094	-3.308	80.989	265.139	-3.08E 3	-498.525	



# PERC.GEDUNG SEKDA

Job No	Sheet No <b>827</b>	Rev
Part		
Ref		
By Anam	Date 13-Jan-11	Chd
File SEKDA PROJECT.std	Date/Time 03-Apr-2011 21:05	

Software licensed to Snow Panther [LZO]

Title

R

## Beam End Forces Cont...

Beam	Node	L/C	Axial			Shear			Torsion			Bending		
			Fx (kg)	Fy (kg)	Fz (kg)	Mx (kg·cm)	My (kg·cm)	Mz (kg·cm)						
		4:GEMPA SEL	115.094	3.308	-80.989	-265.139	3.08E 3	498.525						
		5:GEMPA TIML	-83.331	0.333	-41.524	-191.191	1.23E 3	181.762						
		6:GEMPA BAR	83.331	-0.333	41.524	191.191	-1.23E 3	-181.762						
		7:ANGIN UTAF	-1.598	3.825	-3.836	8.342	78.570	566.828						
		8:ANGIN SELA	105.088	-15.542	1.077	-5.855	-94.968	-2.29E 3						
		9:ANGIN TIMU	11.341	-0.214	1.881	-21.976	-200.902	-16.890						
		10:ANGIN BAF	-2.493	0.055	-0.423	5.803	49.445	4.127						
		11:KOM.B.MAT	-3.11E 3	298.110	185.863	209.483	-145.342	35.5E 3						
		12:KOM.B.MAT	-2.72E 3	249.897	236.327	381.284	-3.24E 3	29.5E 3						
		13:KOM.B.MAT	-2.47E 3	256.844	66.250	-175.507	3.23E 3	30.5E 3						
		14:KOM.B.MAT	-2.68E 3	253.721	107.688	-97.862	1.29E 3	30.2E 3						
		15:KOM.B.MAT	-2.51E 3	253.021	194.889	303.639	-1.3E 3	29.8E 3						
		16:KOM.B.MAT	-2.33E 3	228.173	134.793	167.122	-14.722	27.3E 3						
		17:KOM.B.MAT	-2.2E 3	204.932	140.689	150.086	-222.968	23.9E 3						
		18:KOM.B.MAT	-2.32E 3	223.326	141.655	130.741	-350.089	26.6E 3						
		19:KOM.B.MAT	-2.33E 3	223.649	138.889	164.076	-49.672	26.6E 3						
	16754	1:BEBAN MAT	2.2E 3	-200.063	-125.523	-37.434	-6.15E 3	-15.5E 3						
		2:BEBAN HIDL	292.230	-22.958	-22.022	-102.852	-915.697	-1.83E 3						
		3:GEMPA UTA	115.094	3.308	-80.989	-265.139	-833.986	338.522						
		4:GEMPA SEL	-115.094	-3.308	80.989	265.139	833.986	-338.522						
		5:GEMPA TIML	83.331	-0.333	41.524	191.191	776.051	-165.643						
		6:GEMPA BAR	-83.331	0.333	-41.524	-191.191	-776.051	165.643						
		7:ANGIN UTAF	1.598	-3.825	3.836	-8.342	106.989	-381.815						
		8:ANGIN SELA	-105.088	15.542	-1.077	5.855	42.881	1.54E 3						
		9:ANGIN TIMU	-11.341	0.214	-1.881	21.976	109.900	6.534						
		10:ANGIN BAF	2.493	-0.055	0.423	-5.803	-28.970	-1.450						
		11:KOM.B.MAT	3.11E 3	-276.809	-185.863	-209.483	-8.84E 3	-21.6E 3						
		12:KOM.B.MAT	2.72E 3	-230.371	-236.327	-381.284	-8.19E 3	-17.8E 3						
		13:KOM.B.MAT	2.47E 3	-237.318	-66.250	175.507	-6.44E 3	-18.6E 3						
		14:KOM.B.MAT	2.68E 3	-234.195	-107.688	97.862	-6.5E 3	-18.4E 3						
		15:KOM.B.MAT	2.51E 3	-233.495	-194.889	-303.639	-8.13E 3	-18E 3						
		16:KOM.B.MAT	2.33E 3	-212.197	-134.793	-167.122	-6.5E 3	-16.6E 3						
		17:KOM.B.MAT	2.2E 3	-188.957	-140.689	-150.086	-6.58E 3	-14.3E 3						
		18:KOM.B.MAT	2.32E 3	-207.350	-141.655	-130.741	-6.5E 3	-16.2E 3						
		19:KOM.B.MAT	2.33E 3	-207.673	-138.889	-164.076	-6.67E 3	-16.2E 3						
1067	7796	1:BEBAN MAT	4.1E 3	-1.02E 3	-230.483	-18.145	32.1E 3	-133E 3						
		2:BEBAN HIDL	477.415	-139.047	-22.105	-1.310	3.06E 3	-12.1E 3						
		3:GEMPA UTA	-393.462	-224.853	111.902	48.437	-23E 3	98E 3						
		4:GEMPA SEL	393.462	224.853	-111.902	-48.437	23E 3	-98E 3						
		5:GEMPA TIML	373.982	-5.228	-76.800	-30.852	10.3E 3	-44.4E 3						
		6:GEMPA BAR	-373.982	5.228	76.800	30.852	-10.3E 3	44.4E 3						
		7:ANGIN UTAF	-92.059	122.202	25.109	-0.013	-2.88E 3	12E 3						
		8:ANGIN SELA	-47.510	-91.252	-17.571	0.761	1.85E 3	-7.73E 3						
		9:ANGIN TIMU	-29.328	1.600	9.052	-2.275	-452.065	1.69E 3						
		10:ANGIN BAF	6.593	-0.149	-2.134	0.613	103.443	-380.694						
		11:KOM.B.MAT	5.69E 3	-1.45E 3	-311.947	-23.871	43.4E 3	-179E 3						
		12:KOM.B.MAT	4.39E 3	-1.44E 3	-149.297	30.114	12.9E 3	-50.4E 3						
		13:KOM.B.MAT	5.21E 3	-967.996	-384.290	-71.605	61.3E 3	-256E 3						
		14:KOM.B.MAT	5.19E 3	-1.21E 3	-347.434	-53.140	47.9E 3	-200E 3						



# PERC.GEDUNG SEKDA

Software licensed to Snow Panther [LZG]

Job No	Sheet No	Rev
	828	
Part		
Ref		
By Anam	Date 13-Jan-11	Chd
File SEKDA PROJECT.std	Date/Time 03-Apr-2011 21:05	

Title

File

## Beam End Forces Cont...

Beam	Node	L/C	Axial			Shear			Torsion	Bending	
			Fx (kg)	Fy (kg)	Fz (kg)	Mx (kg'cm)	My (kg'cm)	Mz (kg'cm)			
		15:KOM.B.MA1	4.41E 3	-1.2E 3	-186.154	11.649	26.3E 3	-107E 3			
		16:KOM.B.MA1	4.16E 3	-937.120	-203.830	-17.919	29.1E 3	-120E 3			
		17:KOM.B.MA1	4.21E 3	-1.19E 3	-255.046	-16.990	34.7E 3	-143E 3			
		18:KOM.B.MA1	4.23E 3	-1.08E 3	-223.098	-20.633	32E 3	-132E 3			
		19:KOM.B.MA1	4.28E 3	-1.08E 3	-236.521	-17.167	32.7E 3	-134E 3			
	8374	1:BEBAN MAT	-4.19E 3	1.02E 3	230.483	18.145	18.5E 3	-90.6E 3			
		2:BEBAN HIDL	-477.415	139.047	22.105	1.310	1.78E 3	-18.4E 3			
		3:GEMPA UTA	393.462	224.853	-111.902	-48.437	-1.51E 3	-147E 3			
		4:GEMPA SEL	-393.462	-224.853	111.902	48.437	1.51E 3	147E 3			
		5:GEMPA TIML	-373.982	5.228	76.800	30.852	6.55E 3	43.3E 3			
		6:GEMPA BAR	373.982	-5.228	-76.800	-30.852	-6.55E 3	-43.3E 3			
		7:ANGIN UTAF	92.059	-122.202	-25.109	0.013	-2.62E 3	14.8E 3			
		8:ANGIN SELA	47.510	91.252	17.571	-0.761	2E 3	-12.3E 3			
		9:ANGIN TIMU	29.328	-1.600	-9.052	2.275	-1.53E 3	-1.34E 3			
		10:ANGIN BAF	-6.593	0.149	2.134	-0.613	364.265	348.113			
		11:KOM.B.MA1	-5.79E 3	1.45E 3	311.947	23.871	25E 3	-138E 3			
		12:KOM.B.MA1	-4.48E 3	1.44E 3	149.297	-30.114	19.8E 3	-265E 3			
		13:KOM.B.MA1	-5.3E 3	968.478	384.290	71.605	23E 3	43.9E 3			
		14:KOM.B.MA1	-5.28E 3	1.21E 3	347.434	53.140	28.3E 3	-65.3E 3			
		15:KOM.B.MA1	-4.5E 3	1.2E 3	186.154	-11.649	14.5E 3	-156E 3			
		16:KOM.B.MA1	-4.23E 3	937.514	203.830	17.919	15.6E 3	-85.9E 3			
		17:KOM.B.MA1	-4.28E 3	1.19E 3	255.046	16.990	21.2E 3	-118E 3			
		18:KOM.B.MA1	-4.3E 3	1.08E 3	223.098	20.633	16.9E 3	-105E 3			
		19:KOM.B.MA1	-4.35E 3	1.08E 3	236.521	17.167	19.2E 3	-103E 3			
1068	7797	1:BEBAN MAT	-222.644	2.47E 3	74.211	-187.496	-2.81E 3	139E 3			
		2:BEBAN HIDL	-156.156	424.241	10.016	-50.813	-398.074	20.3E 3			
		3:GEMPA UTA	148.087	395.394	75.406	167.518	-2.76E 3	96.6E 3			
		4:GEMPA SEL	-148.087	-395.394	-75.406	-167.518	2.76E 3	-96.6E 3			
		5:GEMPA TIML	18.061	-245.334	-26.599	-184.267	714.307	-36.2E 3			
		6:GEMPA BAR	-18.061	245.334	26.599	184.267	-714.307	36.2E 3			
		7:ANGIN UTAF	61.763	-59.164	-1.285	2.853	37.843	1.42E 3			
		8:ANGIN SELA	-63.474	-13.149	-0.974	1.106	43.904	-6.13E 3			
		9:ANGIN TIMU	-1.385	4.327	1.371	-6.758	-75.934	331.461			
		10:ANGIN BAF	6.113	-18.868	-5.547	25.454	303.068	-1.44E 3			
		11:KOM.B.MA1	-517.023	3.65E 3	105.079	-306.296	-4.01E 3	199E 3			
		12:KOM.B.MA1	-183.112	3.39E 3	166.818	-60.839	-6.23E 3	266E 3			
		13:KOM.B.MA1	-494.094	2.56E 3	8.465	-412.627	-431.824	63.4E 3			
		14:KOM.B.MA1	-319.639	2.72E 3	59.712	-430.214	-2.58E 3	127E 3			
		15:KOM.B.MA1	-357.566	3.23E 3	115.571	-43.253	-4.08E 3	203E 3			
		16:KOM.B.MA1	-313.652	2.66E 3	77.268	-226.299	-2.96E 3	151E 3			
		17:KOM.B.MA1	-463.937	2.72E 3	77.641	-228.395	-2.95E 3	142E 3			
		18:KOM.B.MA1	-389.429	2.74E 3	80.455	-237.832	-3.1E 3	150E 3			
		19:KOM.B.MA1	-380.432	2.71E 3	72.152	-199.178	-2.64E 3	148E 3			
	16807	1:BEBAN MAT	222.644	-2.45E 3	-74.211	187.496	-2.43E 3	34.9E 3			
		2:BEBAN HIDL	156.156	-424.241	-10.016	50.813	-309.512	9.71E 3			
		3:GEMPA UTA	-148.087	-395.394	-75.406	-167.518	-2.57E 3	-68.7E 3			
		4:GEMPA SEL	148.087	395.394	75.406	167.518	2.57E 3	68.7E 3			
		5:GEMPA TIML	-18.061	245.334	26.599	184.267	1.16E 3	18.9E 3			
		6:GEMPA BAR	18.061	-245.334	-26.599	-184.267	-1.16E 3	-18.9E 3			

Software licensed to Snow Panther [LZO]

## Beam End Forces Cont...

Beam	Node	LC	Shear			Torsion	Bending	
			Axial Fx (kg)	Fy (kg)	Fz (kg)	Mx (kg·cm)	My (kg·cm)	Mz (kg·cm)
		7:ANGIN UTAF	-61.763	59.164	1.285	-2.853	52.901	-5.6E 3
		8:ANGIN SELA	63.474	13.149	0.974	-1.106	24.882	5.2E 3
		9:ANGIN TIMU	1.385	-4.327	-1.371	6.758	-20.925	-25.801
		10:ANGIN BAF	-6.113	18.868	5.547	-25.454	88.814	106.079
		11:KOM.B.MA1	517.023	-3.61E 3	-105.079	306.296	-3.41E 3	57.5E 3
		12:KOM.B.MA1	183.112	-3.36E 3	-166.818	60.839	-5.56E 3	-27.9E 3
		13:KOM.B.MA1	494.094	-2.53E 3	-8.465	412.627	-166.151	116E 3
		14:KOM.B.MA1	319.639	-2.69E 3	-59.712	430.214	-1.64E 3	64.1E 3
		15:KOM.B.MA1	357.566	-3.2E 3	-115.571	43.253	-4.08E 3	24.5E 3
		16:KOM.B.MA1	313.652	-2.64E 3	-77.268	226.299	-2.5E 3	36.4E 3
		17:KOM.B.MA1	463.937	-2.7E 3	-77.641	228.395	-2.53E 3	49.3E 3
		18:KOM.B.MA1	389.429	-2.72E 3	-80.455	237.832	-2.59E 3	43.1E 3
		19:KOM.B.MA1	380.432	-2.69E 3	-72.152	199.178	-2.45E 3	43.2E 3
1069	7797	1:BEBAN MAT	3.56E 3	-871.958	-278.495	8.206	31.3E 3	-118E 3
		2:BEBAN HIDU	608.895	-199.825	-49.256	3.683	5.07E 3	-18.8E 3
		3:GEMPA UTA	400.178	159.728	-138.031	-41.723	23.3E 3	-91.3E 3
		4:GEMPA SEL	-400.178	-159.728	138.031	41.723	-23.3E 3	91.3E 3
		5:GEMPA TIMU	-253.355	-69.266	41.758	35.883	-8.44E 3	34.6E 3
		6:GEMPA BAR	253.355	69.266	-41.758	-35.883	8.44E 3	-34.6E 3
		7:ANGIN UTAF	-78.823	-30.437	-9.277	1.554	754.867	-3.1E 3
		8:ANGIN SELA	-36.368	53.146	16.063	-1.191	-1.65E 3	6.38E 3
		9:ANGIN TIMU	4.339	2.007	-2.904	1.033	105.795	-317.820
		10:ANGIN BAF	-19.064	-8.181	11.685	-3.856	-447.249	1.38E 3
		11:KOM.B.MA1	5.24E 3	-1.37E 3	-413.003	15.741	45.6E 3	-171E 3
		12:KOM.B.MA1	4.7E 3	-911.335	-480.831	-32.573	61.9E 3	-237E 3
		13:KOM.B.MA1	3.86E 3	-1.25E 3	-190.965	55.046	13E 3	-44.9E 3
		14:KOM.B.MA1	4.01E 3	-1.15E 3	-292.052	48.914	28.6E 3	-104E 3
		15:KOM.B.MA1	4.54E 3	-1.01E 3	-379.743	-26.440	46.3E 3	-177E 3
		16:KOM.B.MA1	3.84E 3	-1.06E 3	-320.884	13.671	35.1E 3	-132E 3
		17:KOM.B.MA1	3.89E 3	-960.777	-290.476	10.377	32.2E 3	-121E 3
		18:KOM.B.MA1	3.94E 3	-1.02E 3	-313.237	13.045	34.3E 3	-129E 3
		19:KOM.B.MA1	3.91E 3	-1.03E 3	-295.730	7.179	33.7E 3	-127E 3
	8375	1:BEBAN MAT	-3.64E 3	872.398	278.495	-8.206	30.3E 3	-75.2E 3
		2:BEBAN HIDU	-608.895	199.825	49.256	-3.683	5.83E 3	-25.4E 3
		3:GEMPA UTA	-400.178	-159.728	138.031	41.723	7.23E 3	127E 3
		4:GEMPA SEL	400.178	159.728	-138.031	-41.723	-7.23E 3	-127E 3
		5:GEMPA TIMU	253.355	69.266	-41.758	-35.883	-796.221	-49.9E 3
		6:GEMPA BAR	-253.355	-69.266	41.758	35.883	796.221	49.9E 3
		7:ANGIN UTAF	78.823	30.437	9.277	-1.554	1.3E 3	-3.63E 3
		8:ANGIN SELA	36.368	-53.146	-16.063	1.191	-1.91E 3	5.37E 3
		9:ANGIN TIMU	-4.339	-2.007	2.904	-1.033	536.591	761.710
		10:ANGIN BAF	19.064	8.181	-11.685	3.856	-2.14E 3	-3.19E 3
		11:KOM.B.MA1	-5.34E 3	1.37E 3	413.003	-15.741	45.7E 3	-131E 3
		12:KOM.B.MA1	-4.79E 3	911.819	480.831	32.573	44.5E 3	35E 3
		13:KOM.B.MA1	-3.95E 3	1.25E 3	190.965	-55.046	29.3E 3	-231E 3
		14:KOM.B.MA1	-4.1E 3	1.15E 3	292.052	-48.914	36E 3	-150E 3
		15:KOM.B.MA1	-4.63E 3	1.01E 3	379.743	26.440	37.7E 3	-45.6E 3
		16:KOM.B.MA1	-3.91E 3	1.06E 3	320.884	-13.671	35.9E 3	-103E 3
		17:KOM.B.MA1	-3.96E 3	961.173	290.476	-10.377	32E 3	-91.7E 3



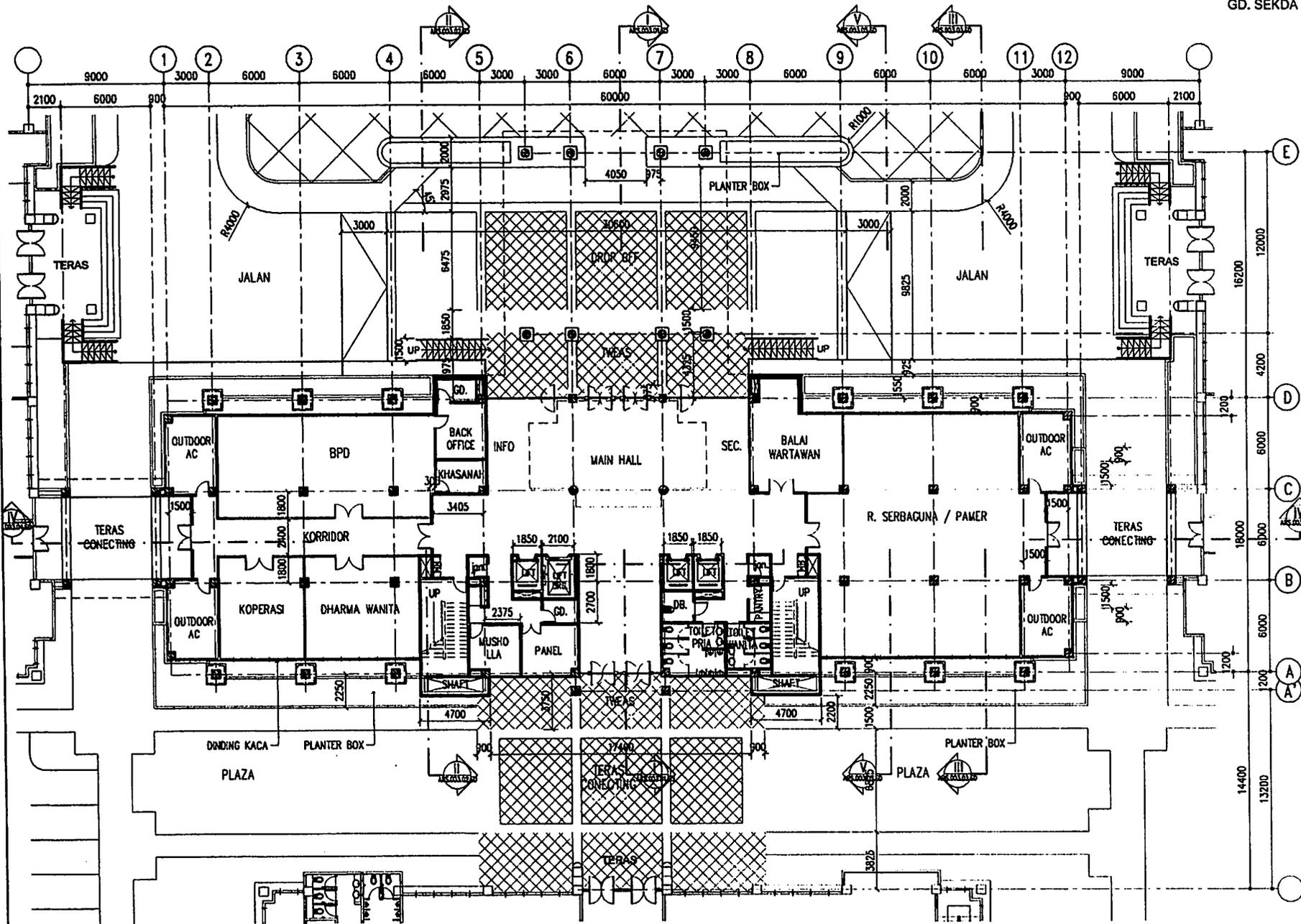
Job No	Sheet No <b>830</b>	Rev
Part		
Ref		
By Anam	Date 13-Jan-11	Chd
File SEKDA PROJECT.std	Date/Time 03-Apr-2011 21:05	

Software licensed to Snow Panther [LZO]

title

Beam End Forces Cont...

Beam	Node	L/C	Axial			Shear			Torsion	Bending	
			Fx (kg)	Fy (kg)	Fz (kg)	Mx (kg·cm)	My (kg·cm)	Mz (kg·cm)			
		18:KOM.B.MA1	-4.01E 3	1.02E 3	313.237	-13.045	34.9E 3	-97.2E 3			
		19:KOM.B.MA1	-3.98E 3	1.03E 3	295.730	-7.179	31.7E 3	-102E 3			
1070	7798	1:BEBAN MAT	-2.63E 3	164.797	-9.569	-409.014	-3.19E 3	17.3E 3			
		2:BEBAN HIDL	-592.631	-1.829	-6.659	-93.402	-546.444	896.271			
		3:GEMPA UTA	-74.289	-18.162	-101.895	-228.841	2.35E 3	-2.32E 3			
		4:GEMPA SEL	74.289	18.162	101.895	228.841	-2.35E 3	2.32E 3			
		5:GEMPA TIML	196.353	11.728	13.375	-57.202	-349.127	1.04E 3			
		6:GEMPA BAR	-196.353	-11.728	-13.375	57.202	349.127	-1.04E 3			
		7:ANGIN UTAF	-0.045	5.899	-1.362	-4.060	33.755	453.686			
		8:ANGIN SELA	71.206	-22.298	2.505	34.301	63.158	-1.78E 3			
		9:ANGIN TIMU	-1.946	0.003	1.932	-9.058	-85.608	-1.011			
		10:ANGIN BAF	9.772	0.063	-7.904	34.760	345.723	8.225			
		11:KOM.B.MA1	-4.1E 3	194.831	-22.137	-640.260	-4.7E 3	22.2E 3			
		12:KOM.B.MA1	-3.33E 3	161.110	-121.511	-746.240	-1.36E 3	17.1E 3			
		13:KOM.B.MA1	-3.17E 3	199.250	92.469	-265.674	-6.31E 3	22E 3			
		14:KOM.B.MA1	-3.04E 3	192.494	-0.477	-566.019	-4.2E 3	20.6E 3			
		15:KOM.B.MA1	-3.45E 3	167.866	-28.565	-445.895	-3.47E 3	18.5E 3			
		16:KOM.B.MA1	-3.08E 3	153.202	-18.237	-485.068	-3.49E 3	17.2E 3			
		17:KOM.B.MA1	-2.99E 3	119.366	-13.597	-439.034	-3.45E 3	14.5E 3			
		18:KOM.B.MA1	-3.08E 3	146.126	-14.284	-491.065	-3.63E 3	16.6E 3			
		19:KOM.B.MA1	-3.07E 3	146.198	-26.087	-438.484	-3.11E 3	16.6E 3			
	18693	1:BEBAN MAT	2.63E 3	-146.675	9.569	409.014	3.66E 3	-9.6E 3			
		2:BEBAN HIDL	592.631	1.829	6.659	93.402	875.245	-986.561			
		3:GEMPA UTA	74.289	18.162	101.895	228.841	2.68E 3	1.43E 3			
		4:GEMPA SEL	-74.289	-18.162	-101.895	-228.841	-2.68E 3	-1.43E 3			
		5:GEMPA TIML	-196.353	-11.728	-13.375	57.202	-311.317	-463.894			
		6:GEMPA BAR	196.353	11.728	13.375	-57.202	311.317	463.894			
		7:ANGIN UTAF	0.045	-5.899	1.362	4.060	33.483	-162.381			
		8:ANGIN SELA	-71.206	22.298	-2.505	-34.301	-186.839	675.437			
		9:ANGIN TIMU	1.946	-0.003	-1.932	9.058	-9.814	1.144			
		10:ANGIN BAF	-9.772	-0.063	7.904	-34.760	44.551	-5.128			
		11:KOM.B.MA1	4.1E 3	-173.085	22.137	640.260	5.79E 3	-13.1E 3			
		12:KOM.B.MA1	3.33E 3	-141.176	121.511	746.240	7.36E 3	-9.65E 3			
		13:KOM.B.MA1	3.17E 3	-179.316	-92.469	265.674	1.74E 3	-12.6E 3			
		14:KOM.B.MA1	3.04E 3	-172.560	0.477	566.019	4.23E 3	-11.6E 3			
		15:KOM.B.MA1	3.45E 3	-147.932	28.565	445.895	4.88E 3	-10.7E 3			
		16:KOM.B.MA1	3.08E 3	-136.893	18.237	485.068	4.39E 3	-10E 3			
		17:KOM.B.MA1	2.99E 3	-103.056	13.597	439.034	4.12E 3	-9.01E 3			
		18:KOM.B.MA1	3.08E 3	-129.817	14.284	491.065	4.33E 3	-9.82E 3			
		19:KOM.B.MA1	3.07E 3	-129.889	26.087	438.484	4.4E 3	-9.83E 3			
1071	7798	1:BEBAN MAT	3.67E 3	-911.799	303.740	-3.211	-34.8E 3	-132E 3			
		2:BEBAN HIDL	634.570	-209.926	60.295	-0.765	-6.7E 3	-25.3E 3			
		3:GEMPA UTA	-468.280	-116.846	-154.722	-50.674	26E 3	102E 3			
		4:GEMPA SEL	468.280	116.846	154.722	50.674	-26E 3	-102E 3			
		5:GEMPA TIML	-125.860	124.034	-10.309	-4.418	-3.21E 3	-12E 3			
		6:GEMPA BAR	125.860	-124.034	10.309	4.418	3.21E 3	12E 3			
		7:ANGIN UTAF	-35.513	53.456	-16.143	1.184	1.66E 3	6.42E 3			
		8:ANGIN SELA	-81.202	-30.200	9.116	-1.569	-735.497	-3.03E 3			
		9:ANGIN TIMU	4.583	2.181	2.825	-1.008	-108.844	-332.059			



DENAH LT. DASAR

SKALA 1 : 250

KEGIATAN / TAHUN ANGGARAN

PERENCANAAN DAN PENGARAHAN TEGAS REHABILITASI  
RUMAH ORAS / GEDUNG KANTOR / ASSET DASAR  
TAHUN ANGGARAN 2028

PEKERJAAN

PERENCANAAN PEMBANGUNAN GEDUNG KANTOR BUPATI  
DI KECAMATAN KEPANJEN KABUPATEN MALANG

LOKASI

DI KECAMATAN KEPANJEN  
KABUPATEN MALANG

MENGETAHUI / MENSETUJUI

KEPALA DINAS CPTA KARYA DAN TATA RUANG  
KABUPATEN MALANG

**I. BUDHONO**  
PEMERINTAH KABUPATEN MALANG  
NIP. 19620810 198008 1 001

MENGETAHUI / MENSETUJUI

KEPALA DINAS CPTA KARYA DAN TATA RUANG  
KABUPATEN MALANG

**I. ENDANG LARAGATI**  
PEMERINTAH KABUPATEN MALANG  
NIP. 19650711 198003 2 003

PENANGGUNG JAWAB GAMBAR

PT. ARTEFAK ARKINDO

**I. GAUSTANTO**  
ARSIT

KONSULTAN PERENCANA

**PT. ARTEFAK ARKINDO**  
JALAN ANGGAR BUKIT KEMET 1/11/2018, 22/18  
MALANG 65114

JUDUL GAMBAR

SKALA

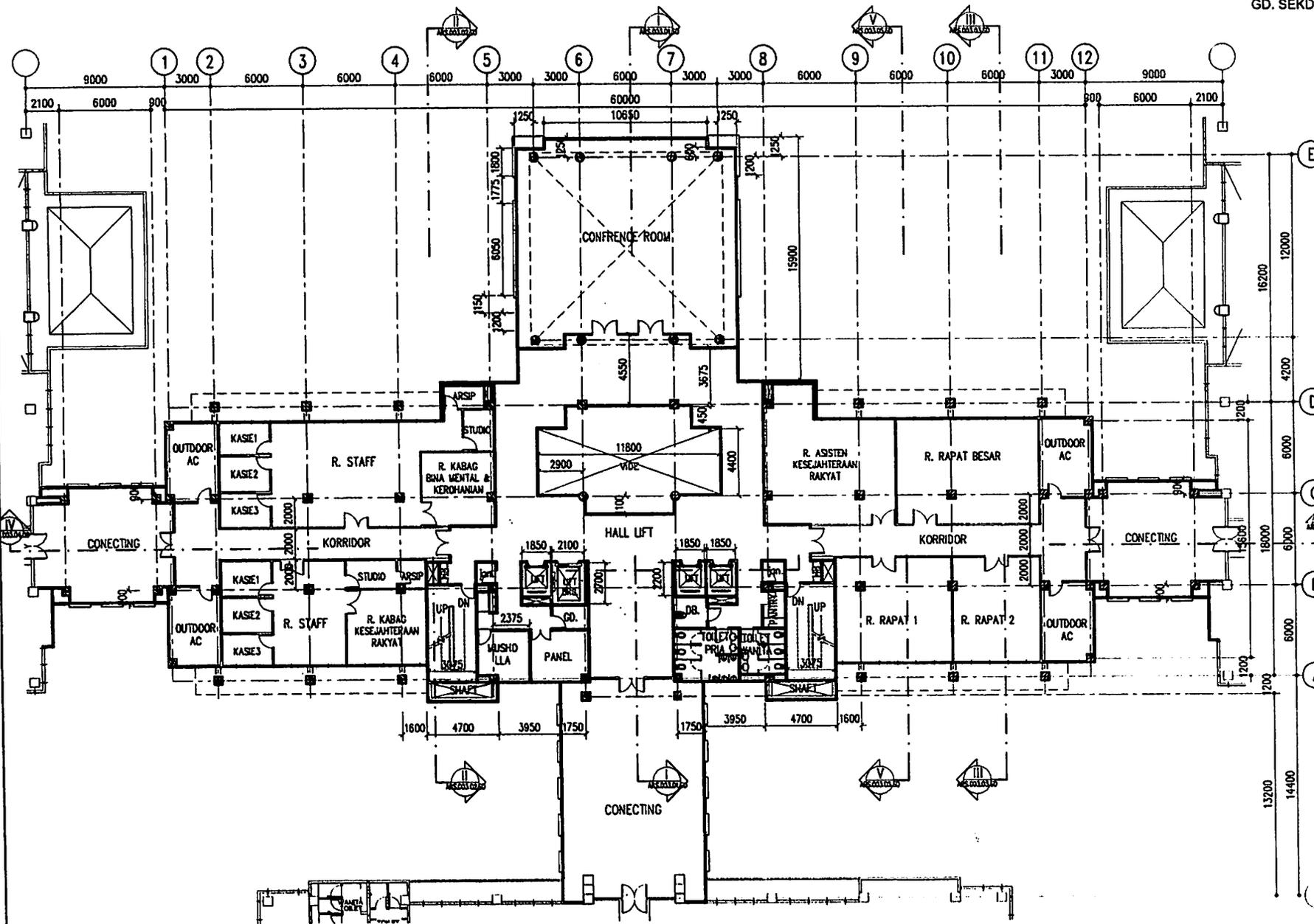
DENAH LT. DASAR

1 : 250

KODE GAMBAR

ARS

ARS.D01.01.SD



KEGIATAN / TAHUN ANGGARAN

PERENCANAAN DAN PENYAJIAN TEKNIS REHABILITASI  
RUMAH DINAS / GEDUNG KANTOR / ASSET DAERAH  
TAHUN ANGGARAN 2008

PEKERJAAN

PERENCANAAN PEMBANGUNAN GEDUNG KANTOR BUPATI  
DI KECAMATAN KEPANJEN  
KABUPATEN MALANG

LOKASI

DI KECAMATAN KEPANJEN  
KABUPATEN MALANG

MENGETAHUI / MENSETUJUI

KEPALA DINAS CIPTA KARYA DAN TATA RUANG  
KABUPATEN MALANG

II. BUDHONO  
PEMANGKUP  
NIP. 1405017 1980 2 001

MENGETAHUI / MENSETUJUI

KEPALA BINA BANGUNAN  
ISPAH GUS  
PERENCANAAN & PENYAJIAN  
BANGUNAN

II. ENCHANG LARASATI  
PEMANGKUP  
NIP. 1405017 1980 2 001

KESEKRETARIS  
PERENCANAAN & PENYAJIAN  
BANGUNAN

PENANGGUNG JAWAB GAMBAR

PT. ARTEFAK ARKINDO

II. BAGUSTANTO  
ARSD

KONSULTAN PERENCANAAN

PT. ARTEFAK ARKINDO  
PERENCANAAN, TATA RUANG & TEKNIK  
JALAN KEMUNINGAN, SURABAYA 60155  
T. 031-74911833

JUDUL GAMBAR

SKALA

DENAH LT. DUA

1 : 250

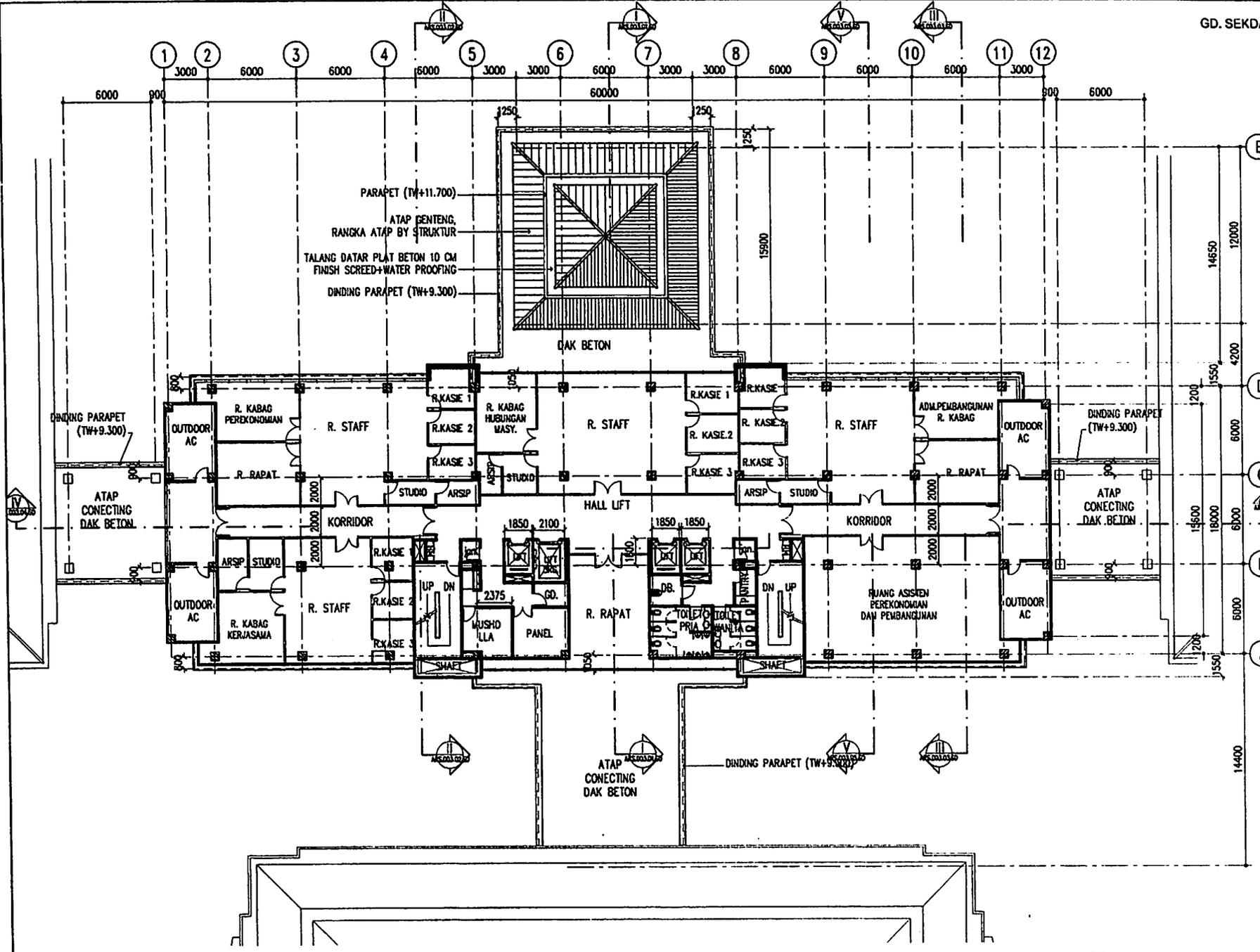
KODE GAMBAR

NO. LEMBAR

ARS

ARS.001.02.50

DENAH LT. DUA  
SKALA 1 : 250



DENAH LT. TIGA  
SKALA 1 : 250





PEMERINTAH KABUPATEN MALANG  
DINAS CIPTA KARYA DAN TATA RUANG  
JALAN KH. HUSNUL HANAFI, PLOK. 101, KECAMATAN MALANG  
65132

KEGIATAN / TAHUN ANGGARAN

PERENCANAAN DAN PERUBAHAN TUGAS REHABILITASI  
RUMAH DINAS / GEDUNG KANTOR I BERTI DESAIN  
TAHUN ANGGARAN 2020

PEKERJAAN

PERENCANAAN PEMBANGUNAN GEDUNG KANTOR BUPATI  
DI KECAMATAN KEPANJEN KABUPATEN MALANG

LOKASI

DI KECAMATAN KEPANJEN  
KABUPATEN MALANG

MENGETAHUI / MENSETUJUI

KOPALA DINAS CIPTA KARYA DAN TATA RUANG  
KABUPATEN MALANG

II. BUDHOMONO  
KORPORAL  
NO. 19820107 10000 1 001

MENGETAHUI / MENSETUJUI

KEPALA BENDAHARA  
KABUPATEN MALANG

KOPALA BENDAHARA  
KABUPATEN MALANG

II. ENDANG LARASATI  
KORPORAL  
NO. 19820107 10000 1 001

II. ENDANG PRADHANA  
KORPORAL  
NO. 19820107 10000 1 001

PLNANGGUNG JAWAB GAMBAR

PT. ARTEFAK ARKINDO

II. BAGUSTANTO  
ARSITEK

KONSULTAN PERENCANA :

PT. ARTEFAK ARKINDO  
JALAN KH. HUSNUL HANAFI, PLOK. 101, KECAMATAN MALANG  
65132

JUDUL GAMBAR

DENAH LT. ENAM  
LT. TUJUH  
DAN LT. DELAPAN

SKALA

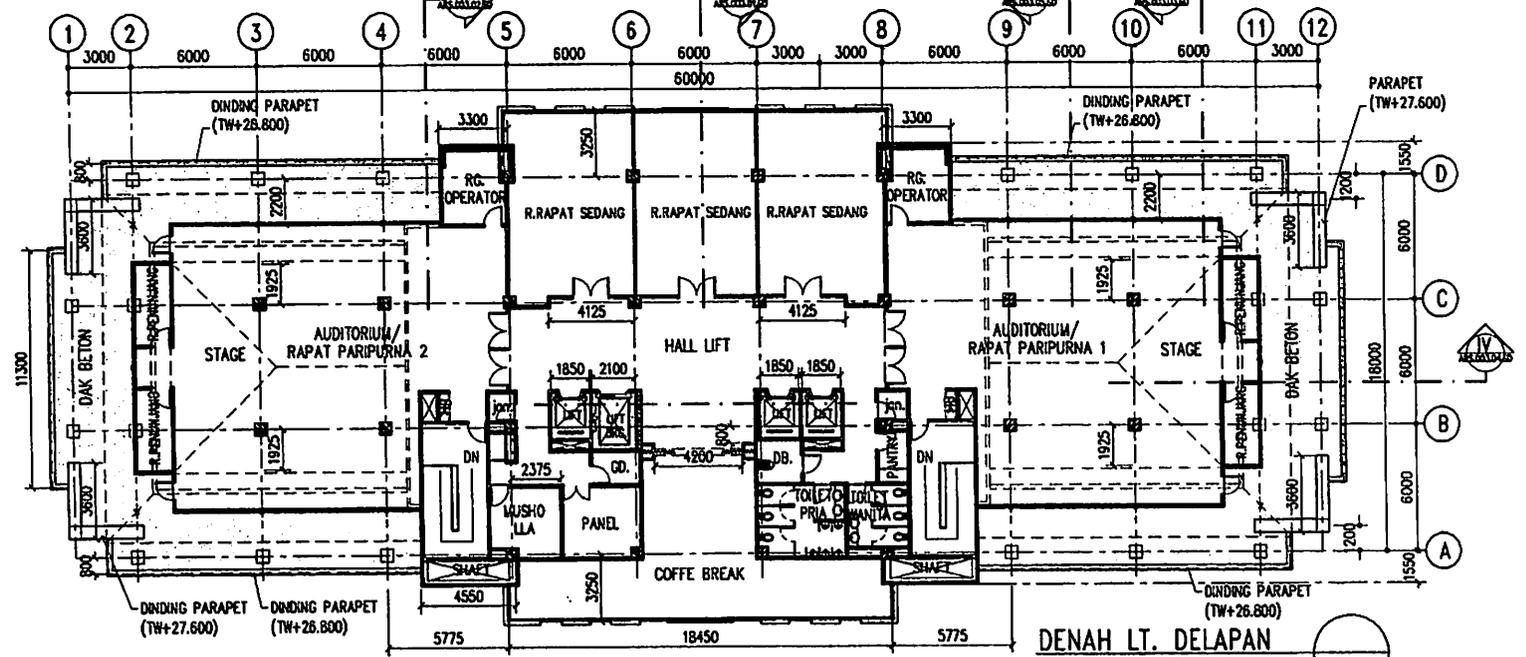
1:250

KODE GAMBAR

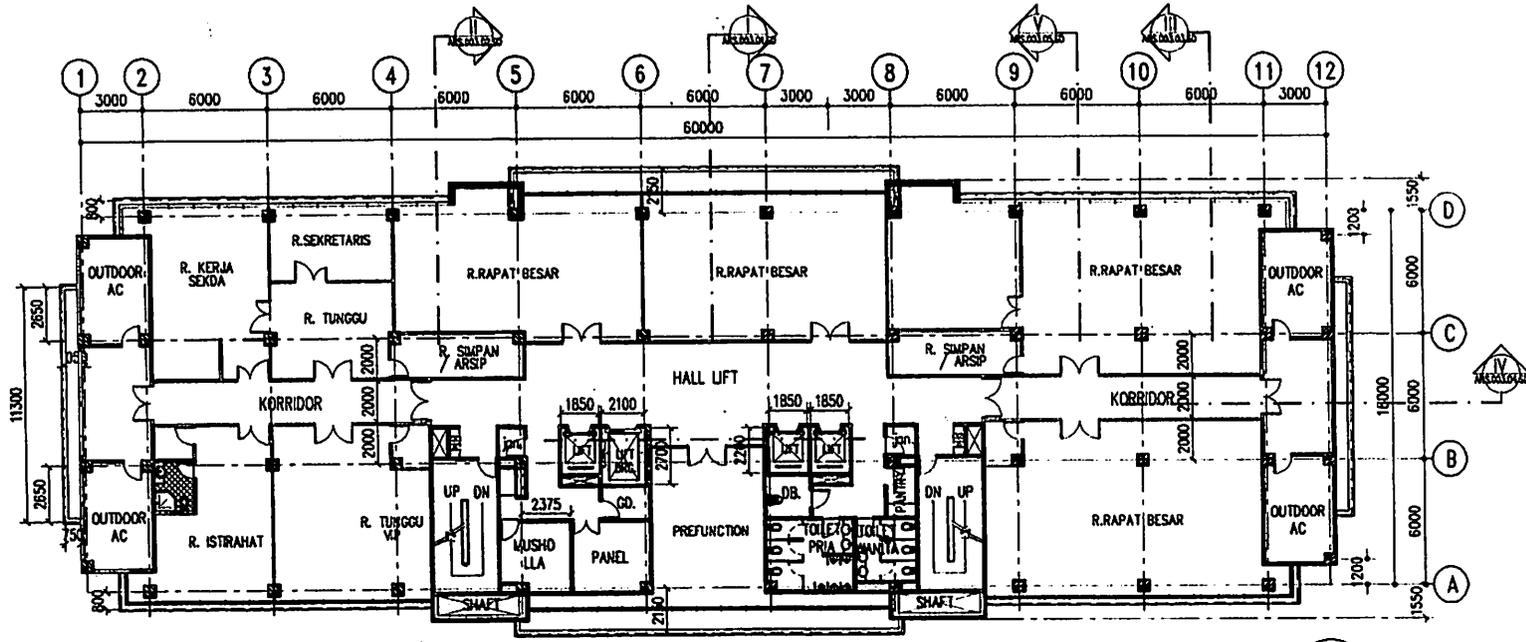
ARS

NO. LEMBAR

ARS.001.05.50



DENAH LT. DELAPAN  
SKALA 1 : 250



DENAH LT. ENAM & TUJUH

KEGIATAN / TAHUN ANGGARAN

PERENCANAAN DAN PENGAWASAN TEKNIK REHABILITASI KAWASAN / GEDUNG KANTOR / AMET DAERAH TAHUN ANGGARAN 2020

PEKERJAAN

PERENCANAAN PEMBANGUNAN GEDUNG KANTOR BUPATI DI KECAMATAN KEPANJEN KABUPATEN MALANG

LOKASI

DI KECAMATAN KEPANJEN KABUPATEN MALANG

MENGETAHUI / MENYETUJUI

KEPALA DINAS CIPTA KARYA DAN TATA RUANG KABUPATEN MALANG

I. FIRMANSYAH  
PEMERINTAH KABUPATEN MALANG  
NIP. 1962070 13000 1 001

MENGETAHUI / MENYETUJUI

KEPALA BUREAU PERENCANAAN

KEPALA BUREAU PERENCANAAN DAN PENGAWASAN BANGUNAN

I. FIRMANSYAH  
PEMERINTAH KABUPATEN MALANG  
NIP. 1962070 13000 1 001

KEPALA BUREAU PERENCANAAN DAN PENGAWASAN BANGUNAN

PENANGGUNG JAWAB GAMBAR

PT. ARTEFAK ARKINDO

I. BAGUSTANTO  
ARSITEK

KONSULTAN PERENCANAAN

PT. ARTEFAK ARKINDO  
JALAN DR. MOJIB SURYO WELU TOL 1 0011 PEMALANG  
MALANG 60114

JUDUL GAMBAR

SKALA

DENAH LT. SEMBILAN

1:250

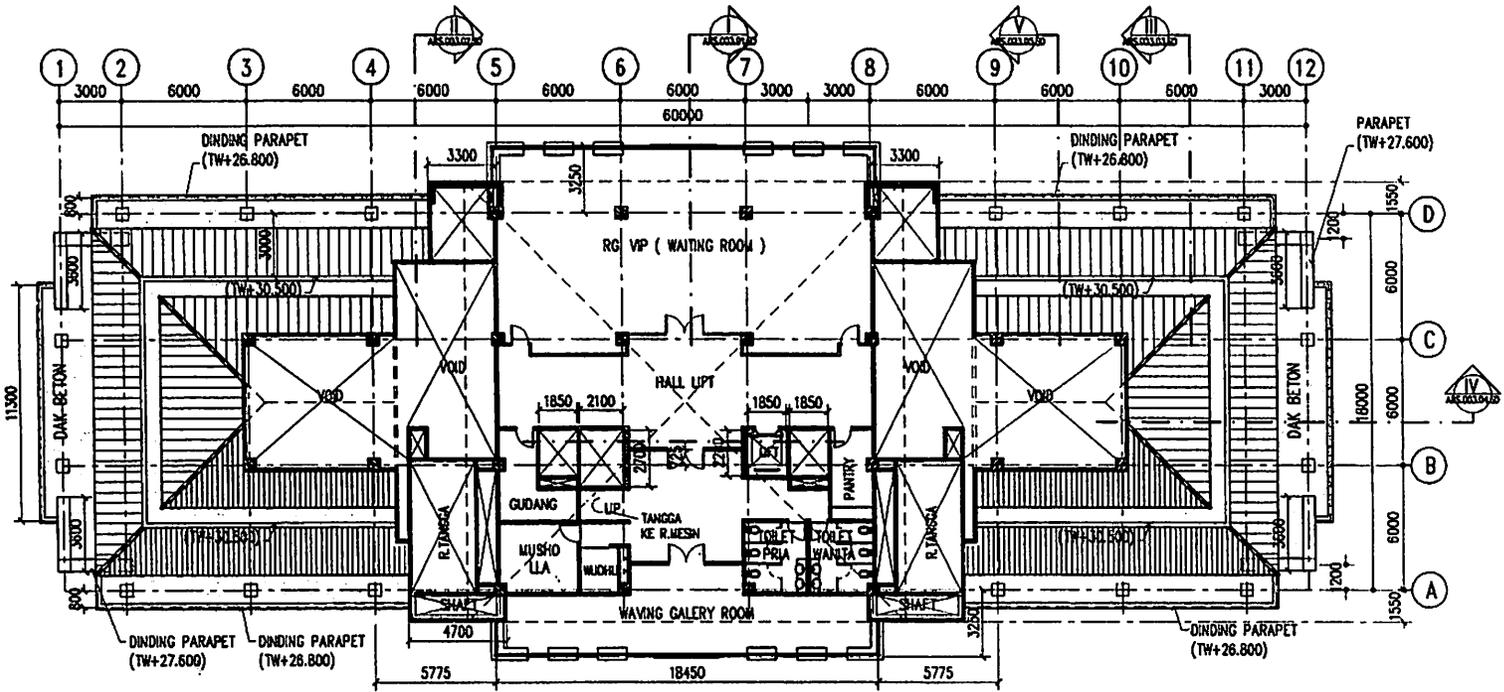
KODE GAMBAR

JML. GAMBAR

NO. LEMBAR

ARS

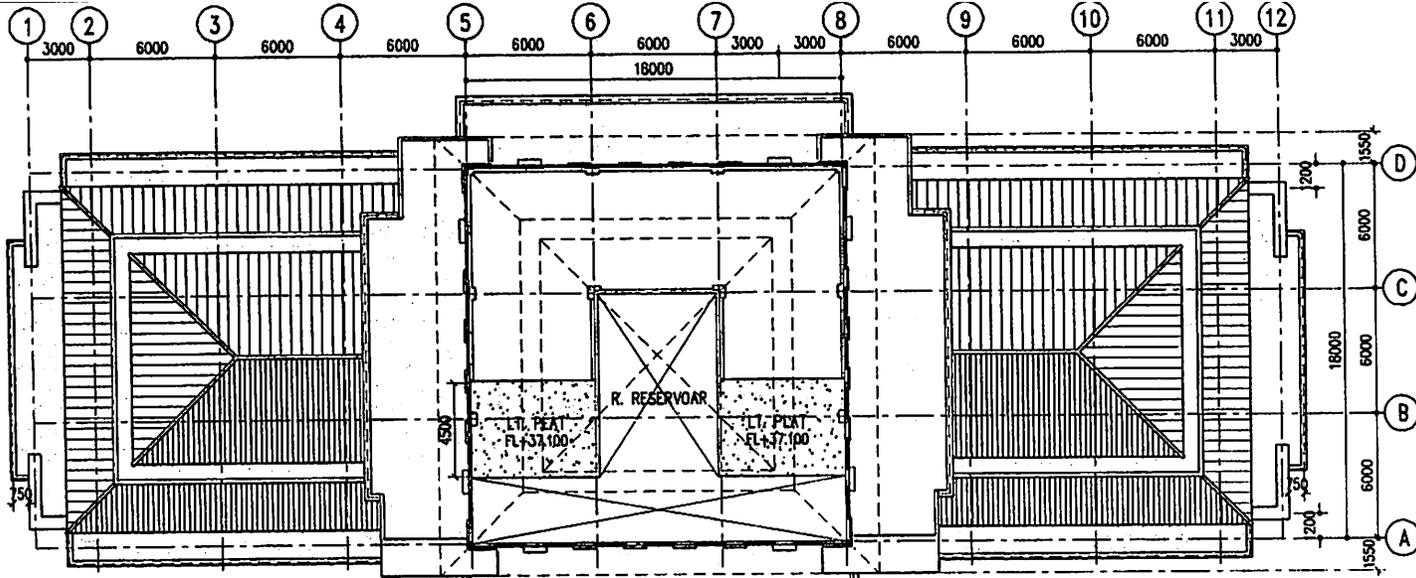
ARS.001.06.SD



DENAH LT. SEMBILAN

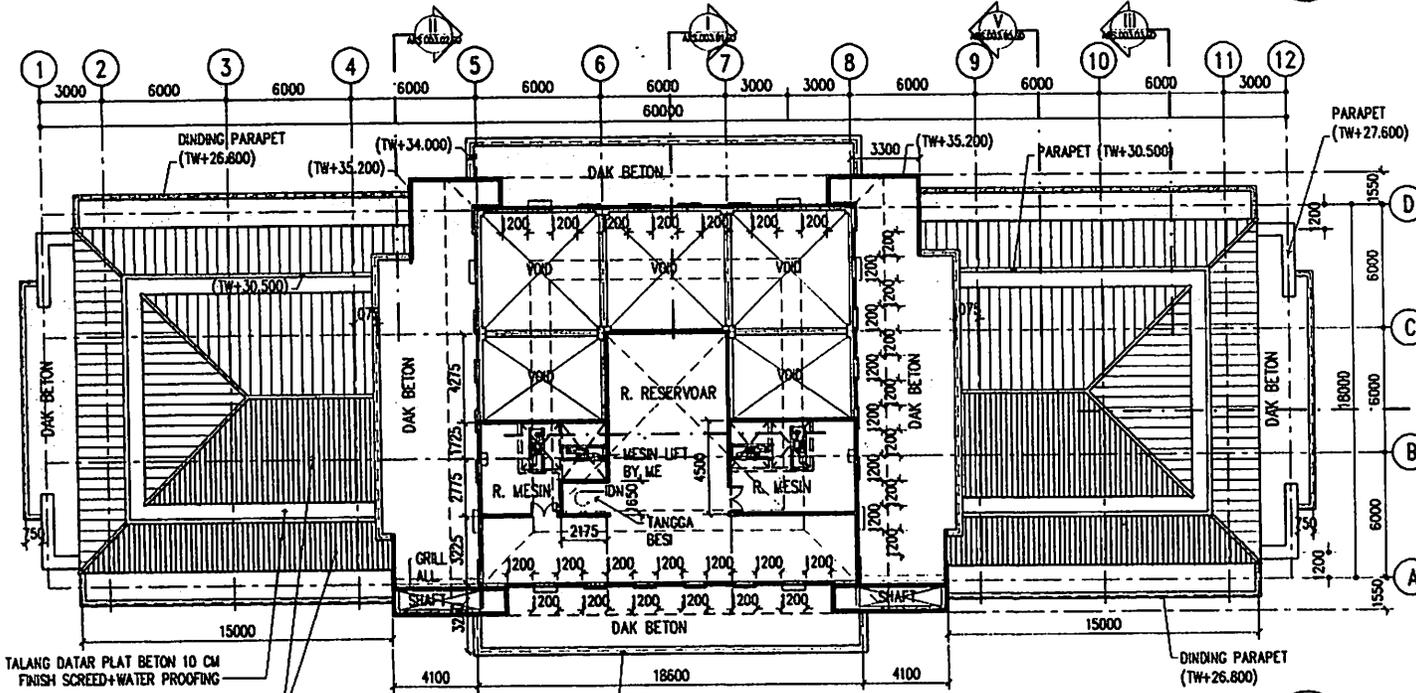
SKALA 1 : 250





DENAH PLAT ATAP R. MESIN

SKALA 1 : 250

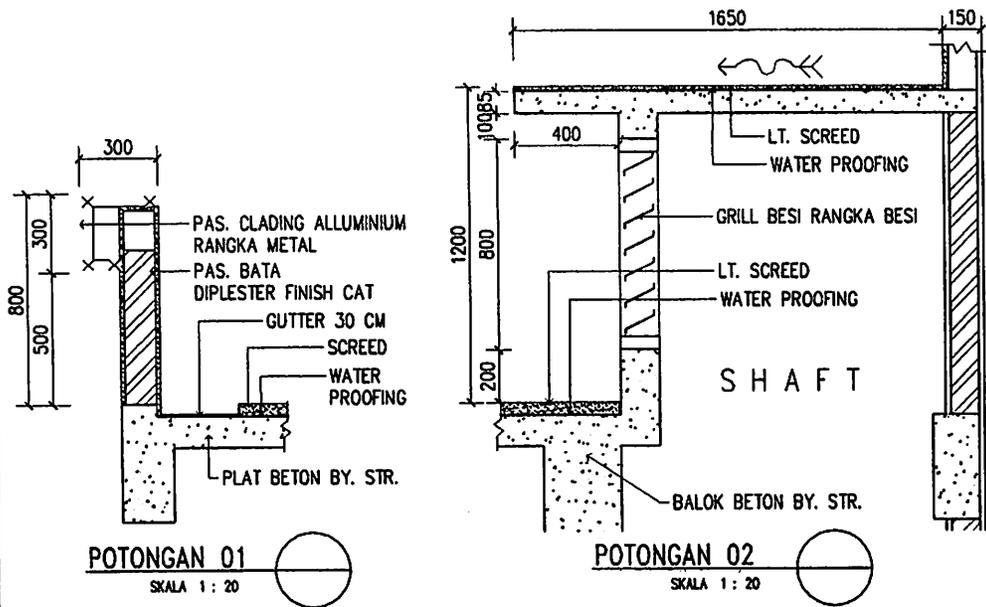


DENAH LT. R. MESIN LIFT

SKALA 1 : 250

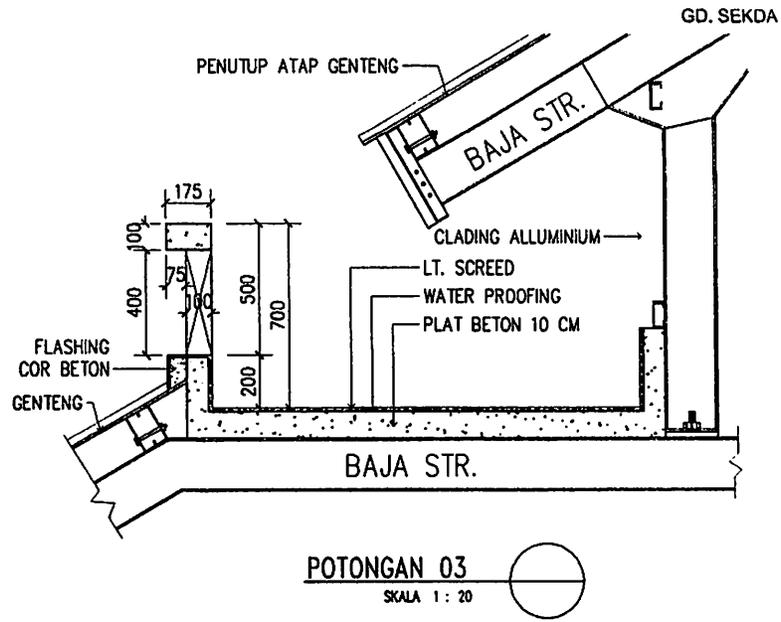


PEMERINTAH KABUPATEN MALANG DINAS CIPTA KARYA DAN TATA RUANG JALAN KH. HUSAINI NO. 100 TAMPIL 1 TAMAN SURYA 65125 MALANG 011		
KEGIATAN / TAHUN ANGGARAN		
PERENCANAAN DAN PENGHASILAN TEKNIK REHABILITASI RUMAH ORAS / GEDUNG KANTOR / ASPEK DAERAH TAMAN ANGGARAN 2018		
PEKERJAAN		
PERENCANAAN PEMBANGUNAN GEDUNG KANTOR BUPATI DI KECAMATAN KEPANJEN KABUPATEN MALANG		
LOKASI		
DI KECAMATAN KEPANJEN KABUPATEN MALANG		
MENGETAHUI / MENYETUJUI		
KEPALA DINAS CIPTA KARYA DAN TATA RUANG KABUPATEN MALANG		
_____ N. SUDHONO Kepala DJ SIP. 1402017 TAMBO 1 SIP		
MENGETAHUI / MENYETUJUI		
KEPALA BEMK DAN BANGUNAN	KEPALA BEMK PERENCANAAN & PENGHASILAN BANGUNAN	
N. ENDAH LARASATI Kepala BEMK SIP. 1402017 TAMBO 2 SIP	MURDOHO PERENCANAAN ET Kepala BEMK SIP. 1402017 TAMBO 1 SIP	
PENANGGUNG JAWAB GAMBAR		
PT. ARTEFAK ARKINDO		
_____ N. BAGUSTANTO 20080		
KONSULTAN PERENCANA		
PT. ARTEFAK ARKINDO JALAN KH. HUSAINI NO. 100 TAMPIL 1 TAMAN SURYA 65125 MALANG 011		
JUDUL GAMBAR	SKALA	
DENAH LT. R.MESIN LIFT & PLAT ATAP R. MESIN	1:250	
KODE GAMBAR	JIL. GAMBAR	NO. LEMBAR
ARS		ARS.001.07.50

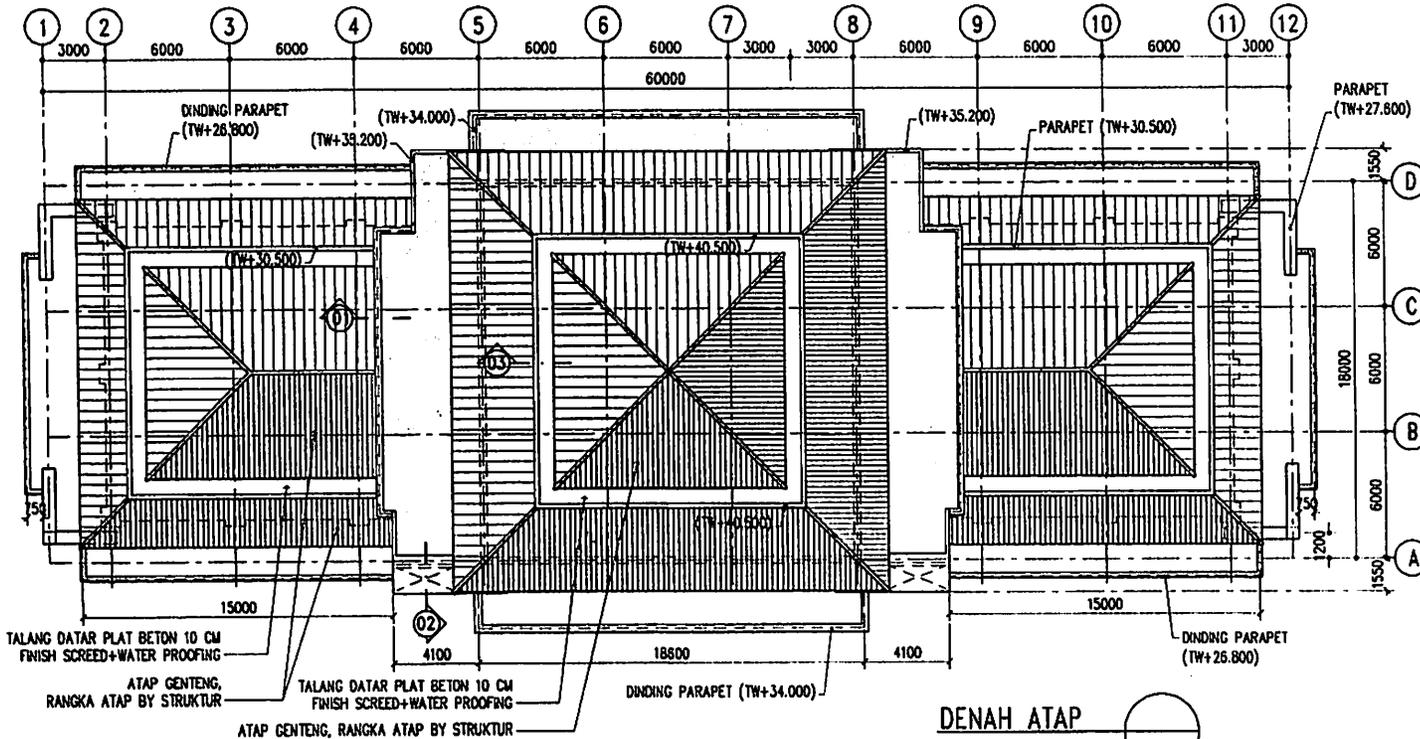


POTONGAN 01  
SKALA 1 : 20

POTONGAN 02  
SKALA 1 : 20



POTONGAN 03  
SKALA 1 : 20



DENAH ATAP  
SKALA 1 : 250

PEMERINTAH KABUPATEN MALANG  
DINAS CPTA KARYA DAN TATA RUANG  
JALAN SUCI KULU BANGKALAN KOTA MALANG 60111  
MALANG 60111

KEGIATAN / TAHUN ANGGARAN

PERENCANAAN DAN PENGAWASAN TEKNIK REHABILITASI  
RUANG DINAS / GEDUNG KANTOR / ASSET DAERAH  
TAHUN ANGGARAN 2020

PEKERJAAN

PERENCANAAN PEMBANGUNAN GEDUNG KANTOR DUPATI  
DI KECAMATAN KEPANJEN  
KABUPATEN MALANG

LOKASI

DI KECAMATAN KEPANJEN  
KABUPATEN MALANG

MENGETAHUI / MENYETUJUI

KEPALA DINAS CPTA KARYA DAN TATA RUANG  
KABUPATEN MALANG

I. SUDHONO  
PEMBAK  
NIP. 1962010 10000 1 007

MENGETAHUI / MENYETUJUI

KEPALA DINAS TEKNIK  
PERENCANAAN DAN PENGAWASAN  
BANGUNAN

I. ENDANG LARASATI  
PEMBAK  
NIP. 1982017 10000 2 000

MERENCANA  
PEMBAK  
NIP. 19801203 10000 1 000

PENANGGUNG JAWAB GAMBAR

PT. ARTEFAK ARKINDO

I. BAKIJANTO  
ARSITEK

KONSULTAN PERENCANA

PT. ARTEFAK ARKINDO  
JALAN SUCI KULU BANGKALAN KOTA MALANG 60111  
MALANG 60111

JUDUL GAMBAR

DENAH ATAP  
DAN DETAIL POTONGAN

SKALA

1: 250  
1: 20

KODE GAMBAR

JAL. GAMBAR

NO. LEMBAR

ARS

ARS.008.01.S0

KEGIATAN / TAHUN ANGGARAN

PERENCANAAN DAN PENGAWASAN TEKNIS REHABILITASI  
RUMAH DINAS / GEDUNG KANTOR / ASSET DAERAH  
TAHUN ANGGARAN 2008

PEKERJAAN

PERENCANAAN PEMBANGUNAN GEDUNG KANTOR BUPATI  
DI KECAMATAN KEPANJEN  
KABUPATEN MALANG

LOKASI

DI KECAMATAN KEPANJEN  
KABUPATEN MALANG

MENGETAHUI / MENYETUJUI

KEPALA DINAS CIPTA KARYA DAN TATA RUANG  
KABUPATEN MALANG

Ir. ROMDHOH  
PEMUDA TALI  
NIP. 1962019 198003 1 001

MENGETAHUI / MENYETUJUI

KEPALA DINAS CIPTA KARYA DAN TATA RUANG

KEPALA SEKTOR  
PERENCANAAN DAN PENGAWASAN  
BANGUNAN

Ir. ENDANG LARASATI  
PEMUDA TALI  
NIP. 1962017 198003 3 003

BUDIGHO PRORAHMOTO ST  
PEMUDA TALI  
NIP. 1961113 198002 1 001

PENANGGUNG JAWAB GAMBAR

PT. ARTEFAK ARKINDO

Ir. BAGUSTANTO  
ARKITER

KONSULTAN PERENCANAAN

PT. ARTEFAK ARKINDO  
PT. CIPTA KARYA DAN TATA RUANG  
PT. CIPTA KARYA DAN TATA RUANG  
PT. CIPTA KARYA DAN TATA RUANG

JUDUL GAMBAR

SKALA

TAMPAK DEPAN

1: 250

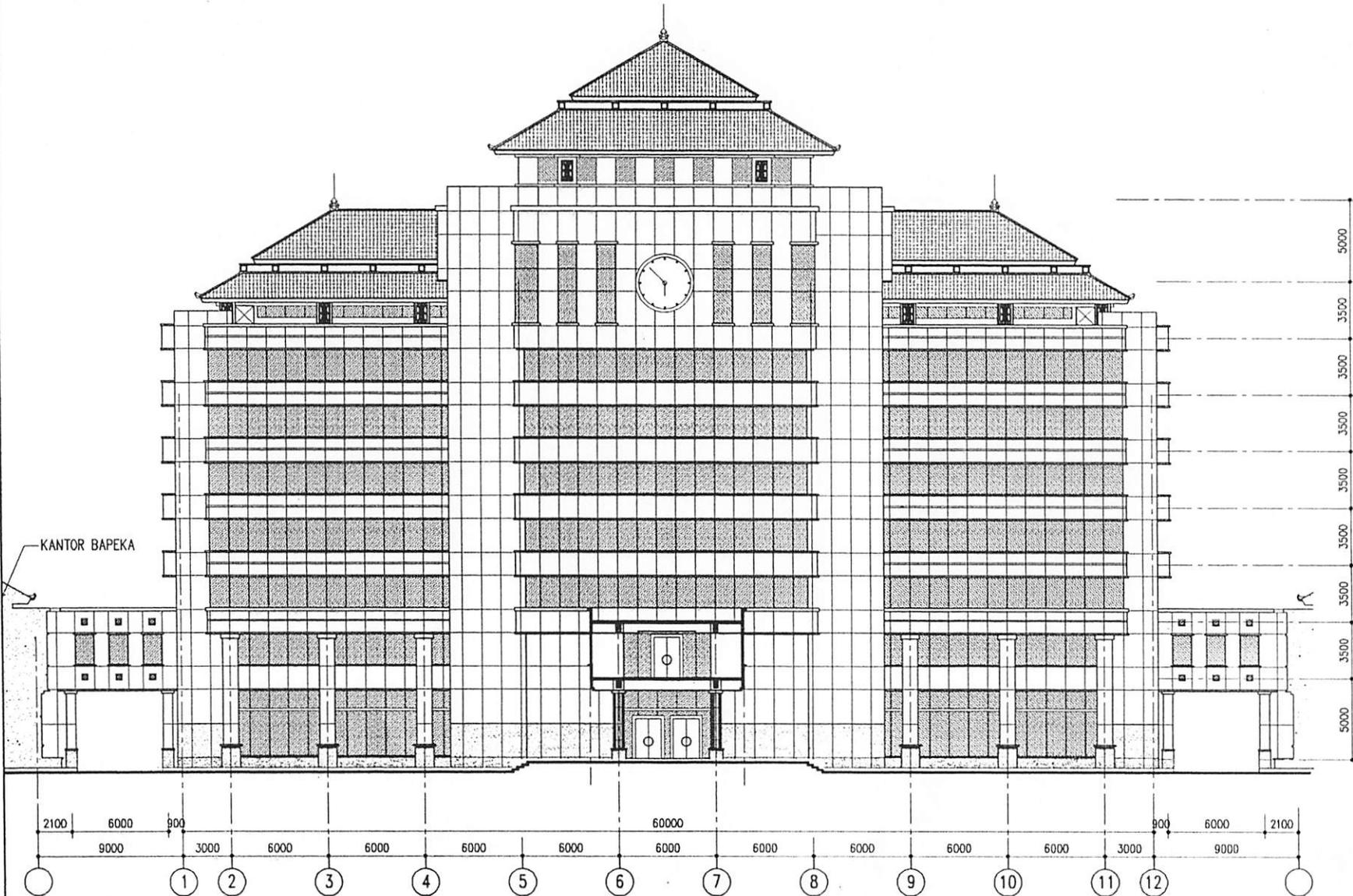
KODE GAMBAR

JML GAMBAR

NO. LEMBAR

ARS

ARS.002.D1.SD



TAMPAK DEPAN  
SKALA 1 : 250





KEGIATAN / TAHUN ANGGARAN

PERENCANAAN DAN PENGAWASAN TEKNIK REHABILITASI  
RUMAH DINAS / GEDUNG KANTOR / ASET DAERAH  
TAHUN ANGGARAN 2009

PEKERJAAN

PEREMBAHAN PEMBANGUNAN GEDUNG KANTOR BUPATI  
DI KECAMATAN KEPANJEN  
KABUPATEN MALANG

LOKASI

DI KECAMATAN KEPANJEN  
KABUPATEN MALANG

MENGETAHUI / MENYETUJUI

KEPALA DINAS CIPTA KARYA DAN TATA RUANG  
KABUPATEN MALANG

Ir. ROMDHONI  
PEMANGKUP  
NIP. 19620119 1962003 1 007

MENGETAHUI / MENYETUJUI

KEPALA BAHAGIA ISIP SIPANJEN

KEPALA SEKTOR  
PERENCANAAN & PENGUSAHA  
BANGUNAN

Ir. ENDANG LAKSASATI  
PEMANGKUP  
NIP. 19600117 196003 3 003

MURDOYO PRADAMANTO SE  
PEMANGKUP  
NIP. 19611123 196101 1 001

PENANGGUNG JAWAB GAMBAR

PT. ARTEFAK ARKINDO

Ir. BAGUSTANTO  
ARBITER

KONSULTAN PERENCANA

PT. ARTEFAK ARKINDO  
PROJEKSI ARSITEKTUR DAN PERENCANAAN  
JALAN KH. AGUS SALIM NO. 100 P. 10111200000000  
MALANG 65131

JUDUL GAMBAR

SKALA

TAMPAK SAMPING KIRI

1:250

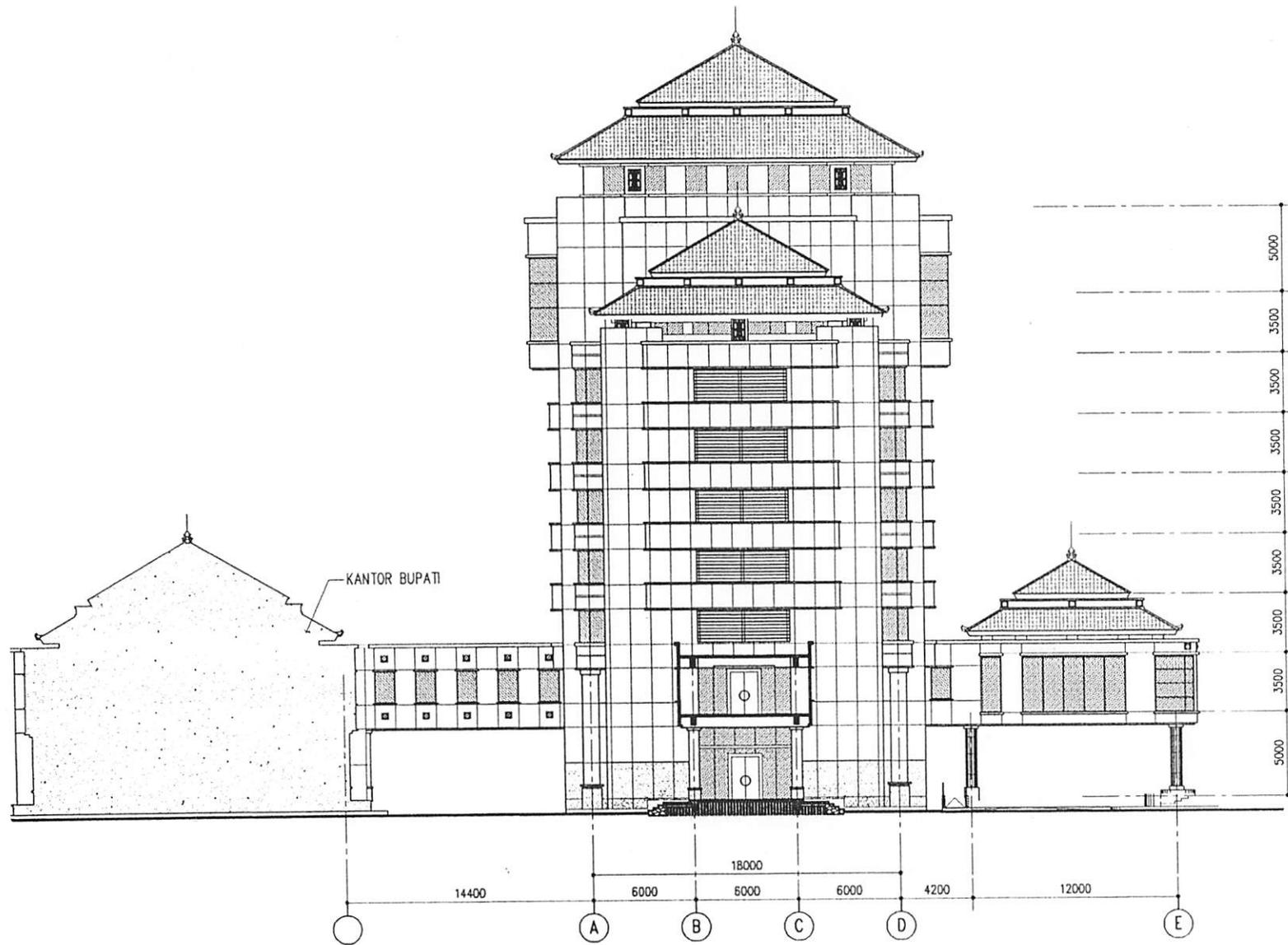
KODE GAMBAR

JML. GAMBAR

NO. LEMBAR

ARS

ARS.002.03.00



TAMPAK SAMPING KIRI

SKALA 1 : 250



KEGATAN / TAHUN ANGGARAN

PERENCANAAN DAN PENGAWASAN TEKNIK REHABILITASI  
RUMAH DINAS / GEDUNG KANTOR / ASET DAERAH  
TAHUN ANGGARAN 2009

PEKERJAAN

PERENCANAAN PEMBAHUNAN GEDUNG KANTOR BUPATI  
DI KECAMATAN KEPANJEN  
KABUPATEN MALANG

LOKASI

DI KECAMATAN KEPANJEN  
KABUPATEN MALANG

MENGETAHUI / MENYETUJUI

KEPALA DINAS CIPTA KARYA DAN TATA RUANG  
KABUPATEN MALANG

Ir. RUMOHON  
PEMERINTAH  
NIP. 1962019 196003 1 001

MENGETAHUI / MENYETUJUI

KEPALA BAKOR TATA BANGUNAN

KEPALA SESE  
PERENCANAAN PERANGKAP  
BANGUNAN

Ir. ENDANG LARASATI  
PEMERINTAH  
NIP. 1962017 196003 2 001

IRISYONO PRIGRAMANTO ST  
PEMERINTAH  
NIP. 19601123 196003 1 001

PENANGGUNG JAWAB GAMBAR

PT. ARTEFAK ARKINDO

Ir. BAGUSTANTO  
ARKITEK

KONSULTAN PERENCANA

**PT. ARTEFAK ARKINDO**  
PT. ARTEFAK ARKINDO  
JALAN KH. FALSAH BUNDAH KEL. TEL. 0341 133888 SURABAYA  
MALANG 65124

JUDUL GAMBAR

SKALA

TAMPAK SAMPING KANAN

1: 250

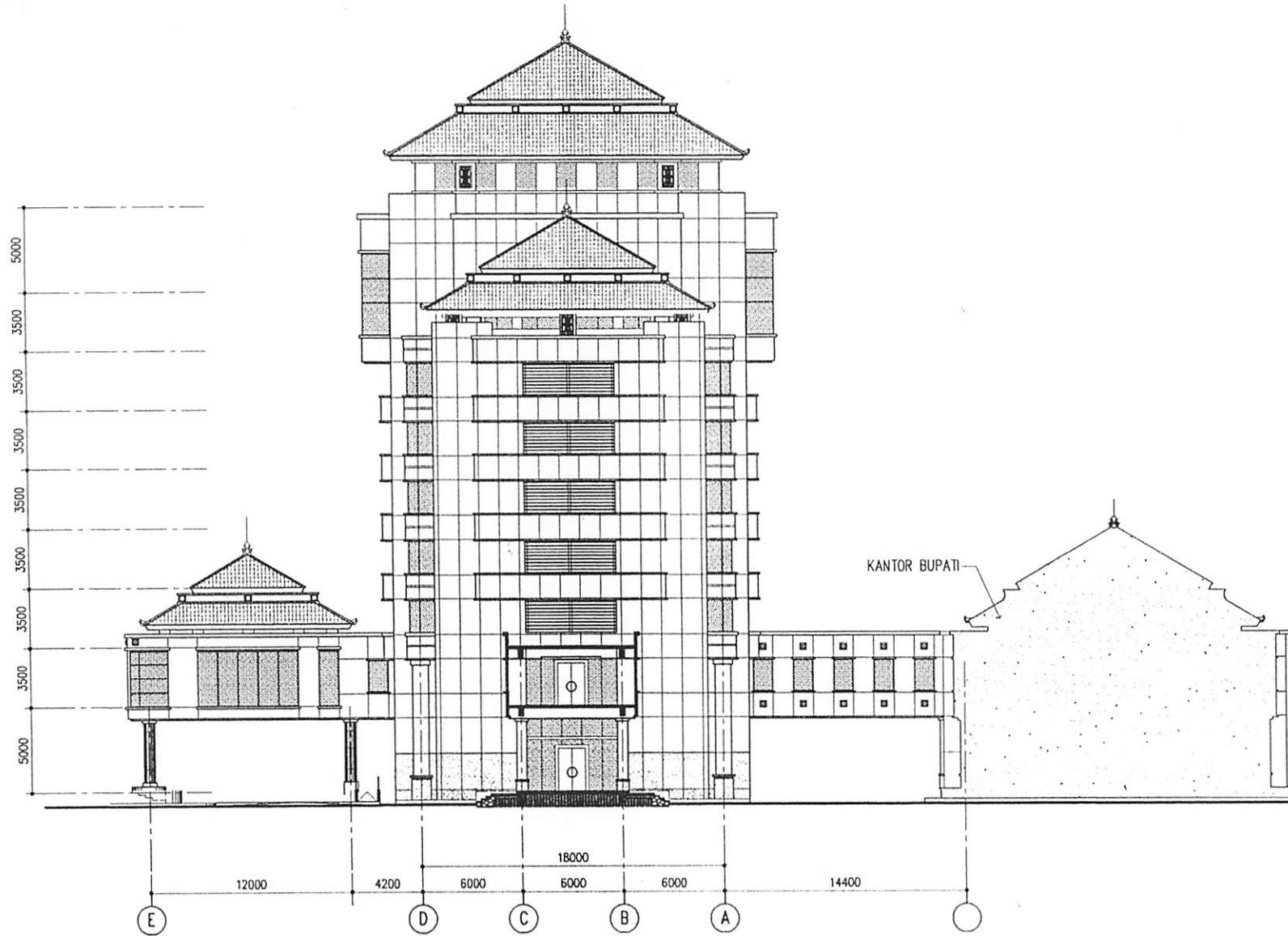
KODE GAMBAR

JML. GAMBAR

NO. LEMBAR

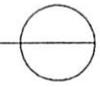
ARS

ARS.002.04.SD

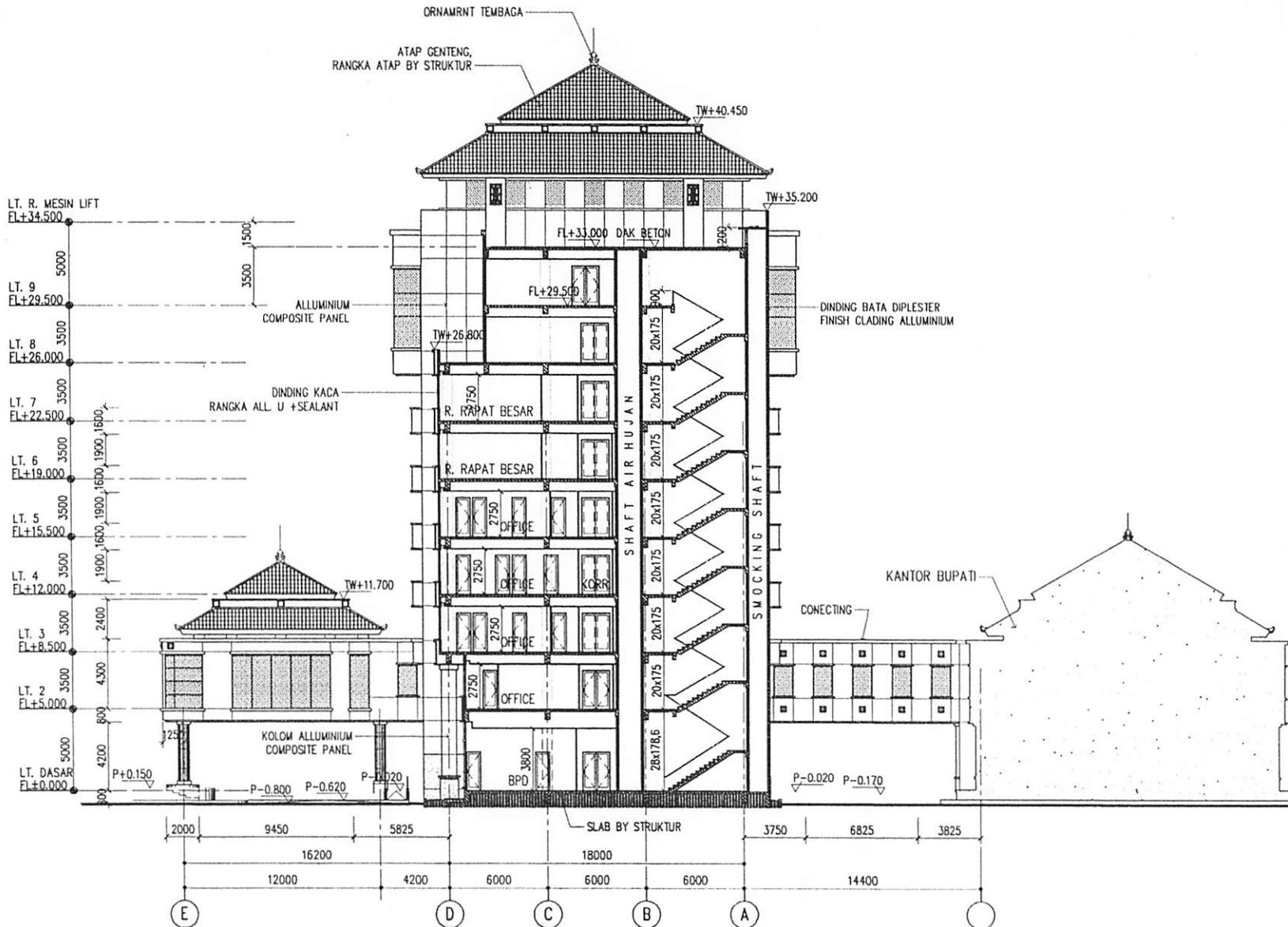


TAMPAK SAMPING KANAN

SKALA 1 : 250







POTONGAN II-II

SKALA 1 : 250



GD. SEKDA



KEGIATAN / TAHUN ANGGARAN

PERENCANAAN DAN PENGELOMBANGAN TEKNIK REHABILITASI RUANG DINAS / GEDUNG KANTOR / ASSET DAERAH TAHUN ANGGARAN 2008

PEKERJAAN

PERENCANAAN PEMBANGUNAN GEDUNG KANTOR BUPATI DI KECAMATAN KEPANJEN KABUPATEN MALANG

LOKASI

DI KECAMATAN KEPANJEN KABUPATEN MALANG

MENGETAHUI / MENSETUJUI

KEPALA DINAS DIPLO KRATYA DAN TATA RUANG KABUPATEN MALANG

I. BUDHONO  
PEMUDA  
NIP. 19620710 1960 1 009

MENGETAHUI / MENSETUJUI

KEPALA BAKOSURTANAL  
KEPALA BAKOSURTANAL

I. DIDONG LARASATI  
PEMUDA  
NIP. 19680117 1992 2 003

II. MUDJOSANTO  
PEMUDA  
NIP. 19591123 1988 1 001

PENANGGUNG JAWAB GAMBAR

PT. ARTEFAK ARKINDO

I. BUDHANTO  
PEMUDA

KONSULTAN PERENCANAAN



JUDUL GAMBAR

SKALA

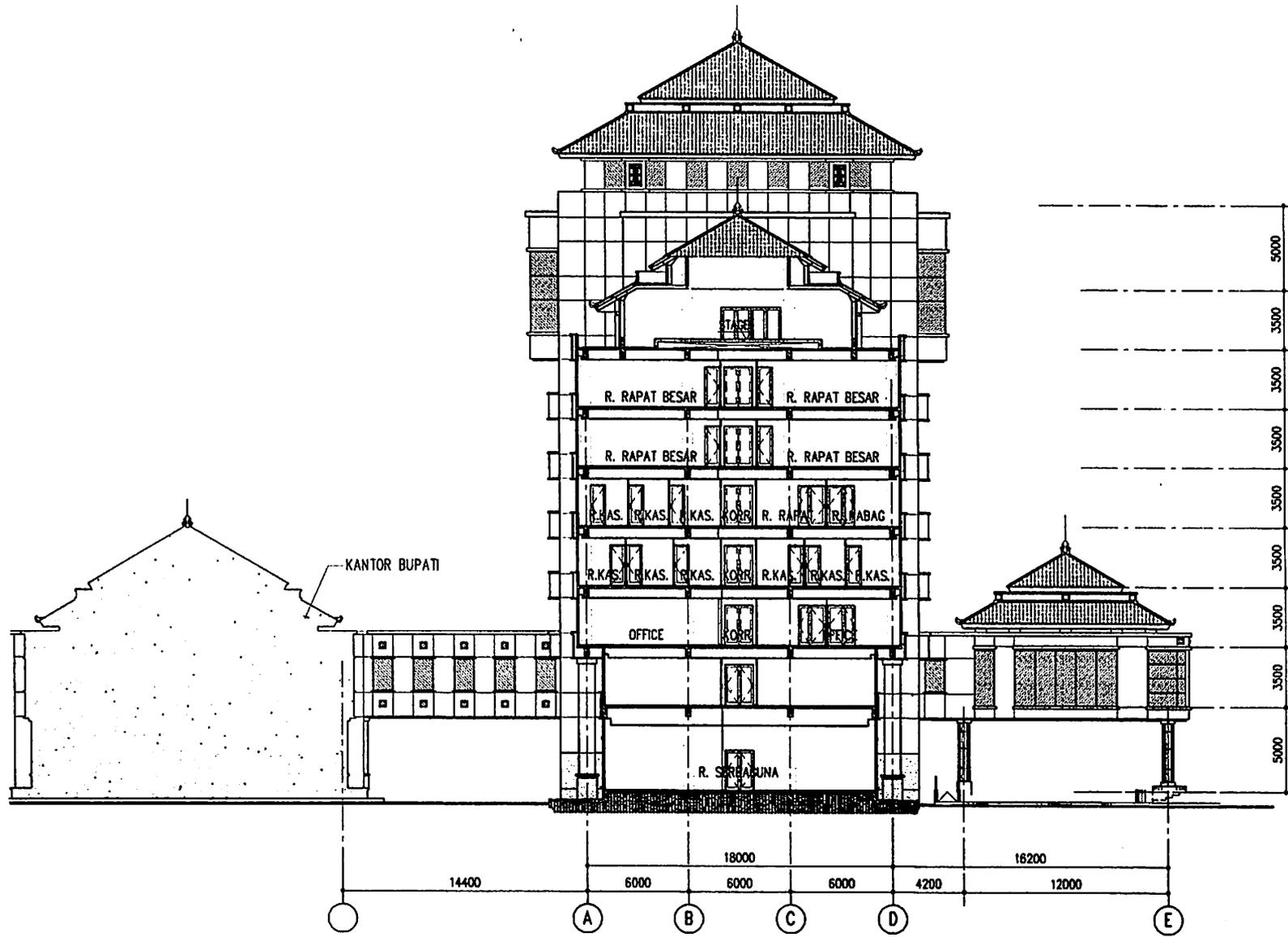
POTONGAN III-III

1:250

KODE GAMBAR

JR. GAMBAR

NO. LEMBAR



POTONGAN III-III

SKALA 1 : 250



KEGIATAN / TAHUN ANGGARAN

PERENCANAAN DAN PENGAWASAN TEKNIS REHABILITASI  
RUMAH DWA-S / GEDUNG KANTOR / ASET DAERAH  
TAHUN ANGGARAN 2008

PEKERJAAN

PERENCANAAN PEMBANGUNAN GEDUNG KANTOR BUPATI  
DI KECAMATAN KEPANJEN  
KABUPATEN MALANG

LOKASI

DI KECAMATAN KEPANJEN  
KABUPATEN MALANG

MENGETAHUI / MENYETUJUI

KEPALA DINAS CIPTA KARYA DAN TATA RUANG  
KABUPATEN MALANG

Ir. ROMDIONO

PEMUDA TELUK  
NIP. 19620101 199303 1 001

MENGETAHUI / MENYETUJUI

KEPALA BAHAGIA

KEPALA DESA  
PERENCANAAN DAN PENGAWASAN  
BANGUNAN

Ir. ENDANG LARASATI

PEMUDA TELUK  
NIP. 19650117 198903 2 003

MURDHO PRICAKMANTO ST

PEMUDA TELUK  
NIP. 19611113 198602 1 001

PENANGGUNG JAWAB GAMBAR

PT. ARTEFAK ARKINDO

Ir. BAGUSTANTO

ARKINDO

KONSULTAN PERENCANAAN

PT. ARTEFAK ARKINDO  
PROJEKSI, PERENCANAAN, DAN KONSULTASI  
JALAN KH. KHUSNUL MALIKI TELUK (1311) 52004323702  
MALANG 65114

JUDUL GAMBAR

SKALA

POTONGAN IV-IV

1:250

KODE GAMBAR

JML GAMBAR

NO. LEMBAR

ARS

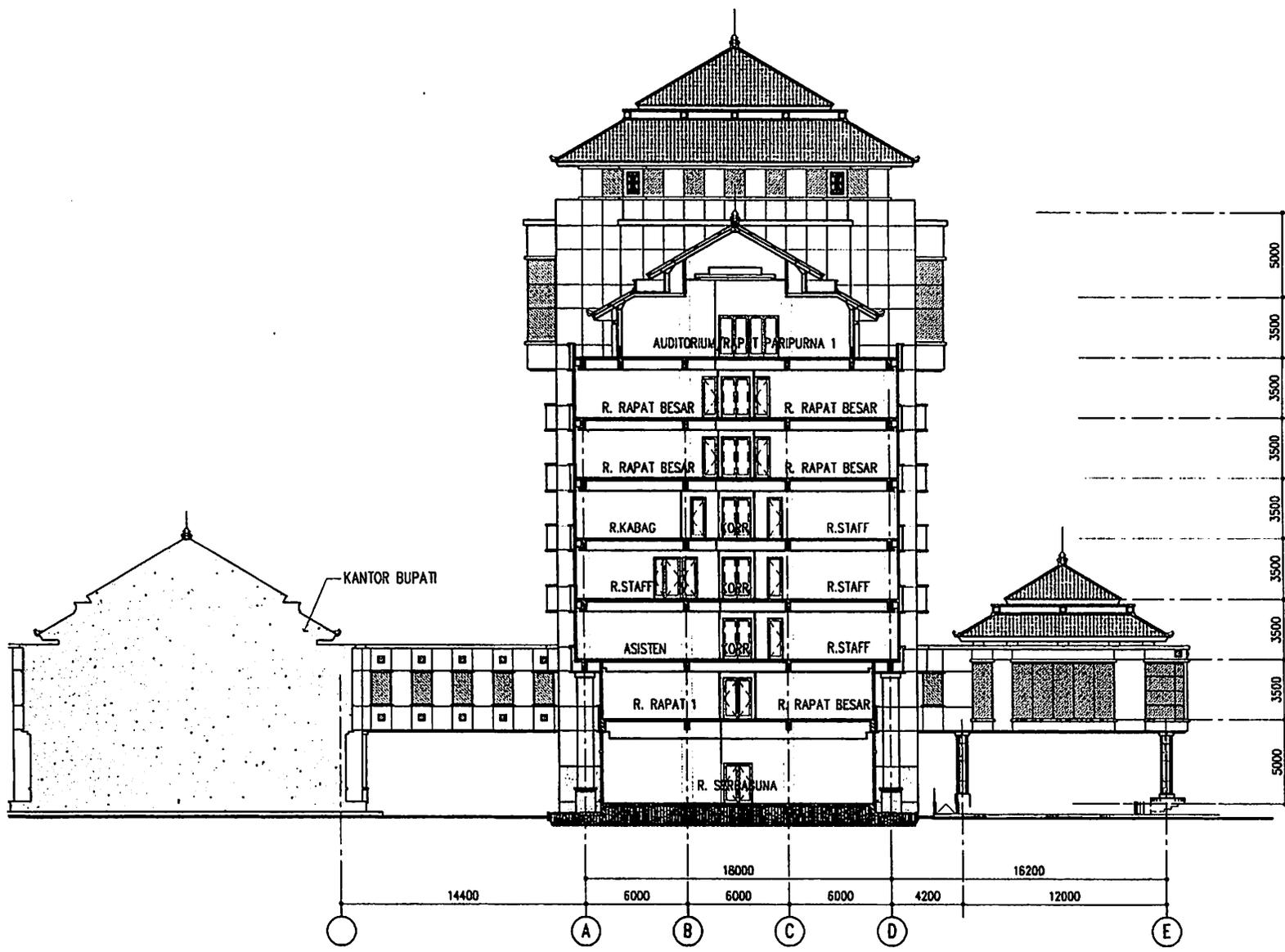
ARS.003.04.SD



POTONGAN IV-IV

SKALA 1 : 250





POTONGAN V-V  
 SKALA 1 : 250

KEGIATAN / TAHUN ANGGARAN	
PERENCANAAN DAN PENGELOMPOKAN TEKNIK REHABILITASI RUANG DINAS / GEDUNG KANTOR / ASSET DAERAH TAHUN ANGGARAN 2028	
PEKERJAAN	
PERENCANAAN PERALANGAN GEDUNG KANTOR BUPATI DI KECAMATAN KEPANJEN KABUPATEN MALANG	
LOKASI	
DI KECAMATAN KEPANJEN KABUPATEN MALANG	
MENGETAHUI / MENYETUJUI	
KEPALA DINAS CIPTA KARYA DAN TATA RUANG KABUPATEN MALANG	
Ir. FOLONGOR Kepala DINAS SIP. 1402019 10000 1 007	
MENGETAHUI / MENYETUJUI	
Ir. ZENHARD LARASATI Kepala DINAS SIP. 1408017 10000 2 000	Ir. HERNONO PRADANINGSIT Kepala DINAS SIP. 1407113 10000 1 001
PENANOGUNG JAWAB GAMBAR	
PT. ARTEFAK ARKINDO	
Ir. BAKUSTANTO Kepala	
KONSULTAN PERENCANA	
PT. ARTEFAK ARKINDO Jalan ...	
JUDUL GAMBAR	SKALA
POTONGAN V-V	1:250
KODE GAMBAR	JR. GAMBAR
ARS	NO. LEMBAR
	ARS.001.05.50