

**ANALISA PERENCANAAN DINDING GESER KANTILEVER
BERJENJANG (TIERED CANTILEVERED SHEAR WALLS) PADA
GEDUNG MIPA UNIVERSITAS BRAWIJAYA MALANG**

SKRIPSI



Dibuat oleh :

ENDAH TRI PUSPITASARI

NIM 12.21.040

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

2016

**ANALISA PERENCANAAN DINDING GESER KANTILEVER
BERJENJANG (TIERED CANTILEVERED SHEAR WALLS) PADA
GEDUNG MIPA UNIVERSITAS BRAWIJAYA MALANG**

SKRIPSI



**Disusun oleh :
ENDAH TRI PUSPITASARI
NIM 12.21.040**

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

2016

ABSTRAK

ANALISA PERENCANAAN DINDING GESER BERJENJANG (*TIERED CANTILEVERED SHEAR WALL*) PADA GEDUNG MIPA UNIVERSITAS BRAWIJAYA MALANG. Endah Tri Puspitasari, 121.21.040. Program studi Teknik Sipil S-1 Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi Nasional Malang. Pembimbing I : Ir. Bambang Wedyantadji, MT., Pembimbing II : Ir. Ester Priskasari, MT.

Konsep perencanaan harus dapat menjamin struktur tidak runtuh walaupun menerima energi gaya gempa melebihi kekuatan strukturnya. Perkembangan ilmu pengetahuan telah memunculkan salah satu solusi untuk meningkatkan kinerja struktur bangunan tingkat tinggi yaitu dengan pemasangan dinding geser. Dinding geser dipasang untuk menambah kekakuan struktur dan menyerap gaya geser yang besar. Dinding geser juga berfungsi sebagai dinding utama untuk menahan gaya horisontal yang diakibatkan oleh gempa. Dinding geser berjenjang adalah elemen lentur dan tekan aksial yang memiliki ketebalan yang berbeda pada setiap lantai atau sesuai dengan perencanaan.

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

Analisa statika pada model gedung menggunakan program bantu STAAD PRO. Dari hasil gaya-gaya dalam yang didapat dari program bantu direncanakan tulangan transversal dan longitudinal untuk dinding geser. Maka, didapatkan jumlah tulangan longitudinal pada masing – masing rangkaian ialah 44 D 22 dengan jarak yang bervariasi pada setiap segmennya. Pada tulangan transversal setiap rangkaian didapatkan $\phi 12 - 100$ dan pada sambungan $\phi 12 - 80$, $\phi 12 - 70$, dan $\phi 12 - 60$. Sedangkan dimensi dinding geser pada lantai 1 – 3 dengan panjang 2700 mm, tebal 400 mm dan panjang border 800 mm, lebar 800 mm, pada lantai 4 – 5 dengan panjang 2700 mm, tebal 350 mm dan panjang border 800 mm, lebar 800 mm, dan pada lantai 6 – 7 dengan panjang 2700 mm, tebal 300 mm dan panjang border 800 mm, lebar 800 mm.

Kata Kunci : Tahan gempa, dinding geser berjenjang, tulangan longitudinal, dan tulangan transversal

ABSTRACT

ANALYSIS PLANNING TIERED CANTILEVERED SHEAR WALL ON THE MATHEMATICS AND NATURAL SCIENCES BUILDING UNIVERSITY OF BRAWIJAYA MALANG. Endah Tri Puspitasari, 121.21.040. Civil Engineering Study Program S-1, Faculty Of Civil Engineering and Planning, National Institute of Technology Malang. Preceptor I : Ir. Bambang Wedyantadji, MT., Preceptor II : Ir. Ester Priskasari, MT.

The concept of planning must be able to ensure the structure is not collapsed despite receiving energy seismic forces beyond the power structure. Developments in science have led to one of the solutions to improve the performance of high-level structure , namely the installation of shear walls . Shear wall structure mounted for added stiffness and absorb large shear forces . Shear wall also serves as the main wall to withstand the horizontal forces caused by the earthquake . Tiered shear wall is bending and axial compression elements that have different thicknesses on each floor or in accordance with the plan.

In writing this final project is a tiered cantilevered shear wall , shear wall which is seen from the 7th floor of the building that serves as the lecture hall . Planning focused to determine dimensional shear walls, analyzing the transverse and longitudinal reinforcement bars.

Statics analysis on the model of a building using auxiliary program STAAD PRO . From the results of internal forces obtained from the planned aid program transverse and longitudinal reinforcement for shear walls . Then , the obtained amount of longitudinal reinforcement on each - each circuit is 44 D 22 with varying distances for each segment. In each series of transverse reinforcement obtained $\phi 12 - 100$ and in connection $\phi 12 - 80$, $\phi 12 - 70$, and $\phi 12 - 60$. While the dimensions of the shear walls on floors 1-3 with a length of 2700 mm, thickness of 400 mm and a length of 800 border mm , width 800 mm , on floors 4 - 5 with a length of 2700 mm, thickness of 350 mm and a long border of 800 mm , width 800 mm , and on floors 6 - 7 with a length of 2700 mm, thickness of 300 mm and a long border of 800 mm , width 800 mm .

Keywords : Earthquake , tiered shear walls , longitudinal reinforcement and transverse reinforcement

**LEMBAR PENGESAHAN
SKRIPSI**

**ANALISA PERENCANAAN DINDING GESER BERJENJANG (TIERED
CANTILEVERED SHEAR WALL) PADA GEDUNG MIPA UNIVERSITAS
BRAWIJAYA MALANG**

*Dipertahankan Di hadapan Majelis Penguji Sidang Skripsi
Jenjang Strata Satu (S-1)
Pada hari: Selasa
Tanggal: 16 Februari 2016
Dan Diterima Untuk Memenuhi Salah Satu Persyaratan
Guna Memperoleh Gelar Sarjana Teknik*

Disusun Oleh:

**Endah Tri Puspitasari
12 21 040**

Disahkan Oleh

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



**(Ir. A. Agus Santosa, MT)
NIP. Y. 101 87 00 155**

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



**(Ir. Munasih, MT)
NIP. Y. 101 87 00 155**

Dosen Penguji I



**(Ir. A. Agus Santosa, MT)
NIP. Y. 101 87 00 155**

Anggota Penguji

Dosen Penguji II



**(Ir. Eding Iskak Imananto, MT)
NIP. 199605061993031004**

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

2016

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : ENDAH TRI PUSPITASARI

NIM : 12.21.040

Program Studi : Teknik Sipil S-1

Fakultas : Teknik Sipil dan Perencanaan

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi saya yang berjudul :

“ANALISA PERENCANAAN DINDING GESER BERJENJANG (TIERED CANTILEVERED SHEAR WALL) PADA GEDUNG MIPA UNIVERSITAS BRAWIJAYA MALANG”

Adalah hasil karya saya sendiri dan bukan merupakan duplikat serta mengutip atau menyadur seluruhnya dari hasil karya orang lain, kecuali yang disebut dari sumber aslinya dan tercantum dalam daftar pustaka.

Malang, 13 Februari 2016

Yang Membuat Pernyataan



(Endah Tri Puspitasari)

12.21.040

**LEMBAR PERSETUJUAN
SKRIPSI**

**ANALISA PERENCANAAN DINDING GESER BERJENJANG (TIERED
CANTILEVERED SHEAR WALL) PADA GEDUNG MIPA UNIVERSITAS
BRAWIJAYA MALANG**

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

Disusun Oleh:

Endah Tri Puspitasari

12 21 040

Menyetujui,

Dosen Pembimbing I



**(Ir. Bambang Wedyantadji, MT.)
NIP. Y. 101 85 00 093**

Dosen Pembimbing II



**(Ir. Ester Priskasari, MT.)
NIP. Y. 103 94 00265**

Mengetahui,

**Ketua Prodi Studi teknik sipil S-1
Institut Teknologi Nasional Malang**



**(Ir. A. Agus Santosa, MT)
NIP. Y. 101 87 00 155**

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

2016

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah hirobbil alamin, puji syukur kehadiran Allah (swt). Solawat serta salam semoga selalu tercurahkan kepada baginda Rosulullah Nabi Muhammad (saw), keluarganya serta para sahabatnya. Hanya atas berkat, rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis mampu menyelesaikan skripsi yang berjudul “**ANALISA PERENCANAAN DINDING GESER KANTILEVER BERJENJANG (*TIERED CANTILEVERED SHEAR WALL*) PADA GEDUNG MIPA BRAWIJAYA MALANG**” dengan baik.

Atas terselesaikannya skripsi ini, penulis ingin menyampaikan rasa hormat dan terima kasih yang sebesar – besarnya kepada :

1. Bapak Ir. Lalu Mulyadi, MT selaku Rektor ITN Malang
2. Bapak Ir. Sudirman Indra, M.Sc selaku Dekan FTSP ITN Malang
3. Bapak Ir. Agus Santosa, MT selaku Kaprodi Teknik Sipil S-1 ITN Malang
4. Ibu Ir. Munasih, MT selaku Sekertaris Prodi Teknik Sipil S-1 ITN Malang
5. Bapak Ir. Bambang Wedyantadji, MT selaku dosen pembimbing I
6. Ibu Ir. Ester Priskasari, MT selaku dosen pembimbing II
7. Seluruh dosen dan staf ITN Malang yang turut membantu.

Penulis menyadari masih banyak kekurangan dalam penulisan skripsi ini, oleh karena itu kritik dan saran sangat penulis butuhkan demi penyempurnaan, sehingga dapat berguna bagi perkembangan ilmu teknik sipil di Indonesia.

Malang, Februari 2016

Penulis

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI	i
LEMBAR PERSETUJUAN SKRIPSI	ii
LEMBAR KEASLIAN SKRIPSI	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR GAMBAR.....	ix
DAFTAR TABEL	xi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Tinjauan Umum.....	1
1.2 Latar Belakang	2
1.3 Rumusan Masalah	4
1.4 Maksud dan Tujuan	5
1.5 Batasan Masalah.....	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1 Kajian Teori	6
2.1.1 Bangunan Tahan Gempa.....	6
2.1.2 Sistem Struktur Gedung.....	8
2.1.3 Dinding Geser	10
2.1.4 Bentuk dan Tata Letak Dinding Geser.....	12
2.1.5 Jenis-jenis Dinding Geser	14
2.1.4 Dinding Geser Kantilever Berjenjang.....	16
2.2 Konsep Desain Perencanaan.....	17
2.2.1 Sistem Struktur.....	17

2.2.2 Kategori Gedung.....	19
2.3 Perencanaan Struktur Tahan Gempa	19
2.4 Perencanaan Dinding Geser Kantilever	27
2.4.1 Perencanaan Dinding Geser Terhadap Beban Lentur dan Beban Aksial	29
2.4.2 Perencanaan Dinding Geser Terhadap Beban Geser	32
2.5 Peraturan Yang Digunakan.....	34
2.6 Pembebanan dan Kombinasi Pembebanan.....	35
2.6.1 Pembebanan	35
2.6.2 Kombinasi Pembebanan.....	36
2.6 Bagan Alir	37
BAB III DATA PERENCANAAN.....	38
3.1 Deskripsi Gedung	38
3.2 Data-data Perencanaan.....	38
3.2.1 Data Bangunan.....	39
3.2.2 Data Pembebanan.....	39
3.2.3 Data Material	40
3.2.4 Data Gambar Perencanaan Struktur sesuai Data Existing Gedung	41
3.3 Pendimensian Kolom, Balok, dan Dinding Geser	42
3.3.1 Dimensi Kolom.....	42
3.3.2 Dimensi Balok	43
3.3.3 Dimensi Dinding Geser	43
3.4 Perhitungan Berat Sendiri Bangunan dan Beban Gempa.....	48
3.5 Deskripsi Gedung Terhadap Perencanaan Beban Gempa	53
3.6 Perhitungan Perataan Beban Plat Tributary Area	63

3.7	Perhitungan Pembebanan.....	71
3.7.1	Beban Mati Plat.....	71
3.7.2	Beban Mati Merata Lantai 1-7.....	71
3.7.3	Beban Mati Merata Lantai Atap.....	77
3.7.4	Beban Hidup Merata Lantai 1-7.....	81
3.7.5	Beban Hidup Merata Lantai Atap.....	85
3.7.6	Beban Mati Terpusat.....	88
3.7.7	Beban Mati Shear Wall.....	89
3.7.8	Beban Hidup Plat pada Shear Wall.....	90
3.8	Perhitungan Balok T dan L.....	91
3.9	Analisa Statika Pada Staad Pro.....	99
3.9.1	Input Beban.....	99
3.9.2	Hasil Analisa Staad Pro.....	100
	BAB IV PENULANGAN DINDING GESER.....	102
4.1	Perhitungan Penulangan Dinding Geser pada Segmen 1.....	102
4.1.1	Penulangan Longitudinal pada Segmen 1 ditinjau dari arah X.....	102
4.1.2	Penulangan Longitudinal pada Segmen 1 ditinjau dari arah Z.....	109
4.1.3	Penulangan Transversal pada Segmen 1 ditinjau dari arah X.....	112
4.1.4	Penulangan Transversal pada Segmen 1 ditinjau dari arah Z.....	116
4.1.5	Panjang sambungan lewatan Tulangan Longitudinal.....	119
4.2	Perhitungan Penulangan Dinding Geser pada Segmen 2.....	122
4.2.1	Penulangan Longitudinal pada Segmen 2 ditinjau dari arah X.....	122
4.2.2	Penulangan Longitudinal pada Segmen 2 ditinjau dari arah Z.....	129
4.2.3	Penulangan Transversal pada Segmen 2 ditinjau dari arah X.....	132

4.2.4	Penulangan Transversal pada Segmen 2 ditinjau dari arah Z.....	136
4.2.5	Panjang sambungan lewatan Tulangan Longitudinal	139
4.3	Perhitungan Penulangan Dinding Geser pada Segmen 3.....	142
4.3.1	Penulangan Longitudinal pada Segmen 3 ditinjau dari arah X.....	142
4.3.2	Penulangan Longitudinal pada Segmen 3 ditinjau dari arah Z.....	149
4.3.3	Penulangan Transversal pada Segmen 3 ditinjau dari arah X.....	152
4.3.4	Penulangan Transversal pada Segmen 3 ditinjau dari arah Z.....	156
4.3.5	Panjang sambungan lewatan Tulangan Longitudinal	159
BAB V	KESIMPULAN DAN SARAN	162
5.1	Kesimpulan.....	162
5.2	Saran	163
DAFTAR PUSTAKA	165

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Gaya Geser Gedung	3
Gambar 2.1 Sistem Rangka Pemikul Momen	8
Gambar 2.2 Dinding Geser	9
Gambar 2.3 Sistem Ganda.....	9
Gambar 2.4 Struktur Gabungan Frame dengan Dinding Geser	10
Gambar 2.5 Bentuk dinding geser.....	12
Gambar 2.6 Tata letak dinding geser	12
Gambar 2.7 Bentuk dasar dinding geser	14
Gambar 2.8 Dinding Geser Kantilever.....	15
Gambar 2.9 Permodelan dinding geser berjenjang	17
Gambar 2.10 Perbandingan sistem struktur tersebut untuk beton	18
Gambar 2.11 Peta Respon Spektra Percepatan 0.2 detikk (SS) di batuan dasar (SB).....	20
Gambar 2.12 Peta Respon Spektra Percepatan 1 detik (S1) di batuan dasar (SB).....	21
Gambar 2.13 Respon Spektrum Desain	23
Gambar 2.14 Dimensi Minimum dari Komponen Batas Dinding Geser pada Daerah Sendi Plastis	28
Gambar 2.15 Diagram tegangan dan regangan	30
Gambar 3.1 Tampak Depan	38
Gambar 3.2 Denah Struktur Lantai 1 – 3	41
Gambar 3.3 Denah Struktur Lantai 4 – 7	41
Gambar 3.4 Potongan Melintang A – A	42
Gambar 3.5 Dimensi Penampang Dinding Geser	43

Gambar 3.6 Denah Kolom dan Balok Lt 1 – 3	46
Gambar 3.7 Denah Kolom dan Balok Lt 4 - 7	47
Gambar 3.8 Tampak Depan Dinding Geser	52
Gambar 3.9 Pembagian Berat Perlantai	52
Gambar 3.10 Nilai Spektrum Percepatan Gempa di Kota Malang	53
Gambar 3.11 Denah Perataan Beban Lantai 1 – 3	61
Gambar 3.12 Denah Perataan Beban Lantai 4 – 7	62
Gambar 4.1 Diagram Regangan dan Tegangan Arah X Penulangan Logitudinal pada Segmen 1	120
Gambar 4.2 Diagram Regangan dan Tegangan Arah Z Penulangan Logitudinal pada Segmen 1	121
Gambar 4.3 Desain Tulangan Transversal pada Segmen 1	121
Gambar 4.4 Diagram Regangan dan Tegangan Arah X Penulangan Logitudinal pada Segmen 2	140
Gambar 4.5 Diagram Regangan dan Tegangan Arah Z Penulangan Logitudinal pada Segmen 2	141
Gambar 4.6 Desain Tulangan Transversal pada Segmen 2	141
Gambar 4.7 Diagram Regangan dan Tegangan Arah X Penulangan Logitudinal pada Segmen 3	160
Gambar 4.8 Diagram Regangan dan Tegangan Arah Z Penulangan Logitudinal pada Segmen 3	161
Gambar 4.9 Desain Tulangan Transversal pada Segmen 3	161

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Kelebihan dan kekurangan dari dinding geser berjenjang.....	16
Tabel 2.2 Koefisin situs Fa berdasarkan parameter percepatan spektral desain pada periode pendek.....	22
Tabel 2.3 Koefisin situs Fv berdasarkan parameter percepatan spektral desain pada periode 1 detik.....	23
Tabel 2.4 Faktor R ,Cd, Ω_0	24
Tabel 2.5 Kategori Risiko Bangunan Gedung dan Non Gedung untuk Beban Gempa .	25
Tabel 2.6 Faktor Keutamaan Gempa	27
Tabel 3.1 Dimensi Dinding Geser Berjenjang.....	45
Tabel 3.2 Beban Total Berat Sendiri Bangunan dan Beban Gempa	51
Tabel 3.3 Klasifikasi Situs	54
Tabel 3.4 Kategori desain seismik berdasarkan parameter respons percepatan pada periode pendek.....	55
Tabel 3.5 Kategori desain seismik berdasarkan parameter respons percepatan pada periode 1 detik	56
Tabel 3.6 Koefisien untuk batas atas pada periode yang dihitung.....	57
Tabel 3.7 Nilai Parameter Pendekatan Ct dan x	57
Tabel 3.8 Gaya Gempa Lateral	60
Tabel 3.9 Pusat Massa dan Pusat Kekakuan	99
Tabel 3.10 Momen, Gaya Geser, dan Maksimum	101
Tabel 4.1 Luas Tulangan pada Masing - Masing Serat.....	103
Tabel 4.2 Jarak Masing - Masing Tulangan pada Serat Penampang Atas	104
Tabel 4.3 Jarak masing-masing tulangan terhadap tengah-tengah penampang ..	104

Tabel 4.4 Tabel regangan.....	105
Tabel 4.5 Tabel Hasil murni nilai tegangan.....	105
Tabel 4.6 Tabel Tegangan yang dipakai	106
Tabel 4.7 Tabel Gaya - Gaya yang Bekerja pada Elemen Dinding Geser.....	107
Tabel 4.8 Tabel Momen Terhadap Titik Berat Penampang.....	108
Tabel 4.9 Tabel Perkalian Luas Tulangan dan Koordinat Tulangan Tarik.....	112
Tabel 4.10 Luas Tulangan pada Masing - Masing Serat.....	123
Tabel 4.11 Jarak Masing - Masing Tulangan pada Serat Penampang Atas.....	124
Tabel 4.12 Jarak masing-masing tulangan terhadap tengah-tengah penampang	124
Tabel 4.13 Tabel regangan.....	125
Tabel 4.14 Tabel Hasil murni nilai tegangan.....	125
Tabel 4.15 Tabel Tegangan yang dipakai	126
Tabel 4.16 Tabel Gaya - Gaya yang Bekerja pada Elemen Dinding Geser.....	127
Tabel 4.17 Tabel Momen Terhadap Titik Berat Penampang.....	128
Tabel 4.18 Tabel Perkalian Luas Tulangan dan Koordinat Tulangan Tarik.....	132
Tabel 4.19 Luas Tulangan pada Masing - Masing Serat.....	143
Tabel 4.20 Jarak Masing - Masing Tulangan pada Serat Penampang Atas.....	144
Tabel 4.21 Jarak masing-masing tulangan terhadap tengah-tengah penampang	144
Tabel 4.22 Tabel regangan.....	145
Tabel 4.23 Tabel Hasil murni nilai tegangan.....	145
Tabel 4.24 Tabel Tegangan yang dipakai	146
Tabel 4.25 Tabel Gaya - Gaya yang Bekerja pada Elemen Dinding Geser.....	147
Tabel 4.26 Tabel Momen Terhadap Titik Berat Penampang.....	148
Tabel 4.27 Tabel Perkalian Luas Tulangan dan Koordinat Tulangan Tarik.....	152

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Tinjauan Umum

Ilmu pengetahuan dan penerapan teknologi dalam bidang pembangunan konstruksi teknik sipil mengalami perkembangan yang pesat, begitupula dengan teknologi bangunan gedung tahan gempa. Perkembangan ini akan memberikan dampak yang cukup signifikan pada desain dan pendetailan komponen struktur terutama pada bangunan gedung yang berada pada wilayah gempa yang beresiko tinggi. Hal ini membuat para sarjana teknik sipil dituntut untuk lebih produktif, kreatif dan inovatif, terutama dalam hal perancangan struktur. Teknologi struktur bangunan akan dapat mencerminkan seberapa jauh konsep yang telah dikuasai para sarjana Teknik Sipil terutama di Indonesia.

Teknologi struktur bangunan memerlukan suatu ketentuan - ketentuan yang harus nantinya akan dibatasi kelayakan bangunan tersebut. Struktur bangunan harus memiliki adaptasi kelayakan dari semua aspek yang berhubungan dengan kualitas bangunan tersebut seperti keamanan, kenyamanan, ekonomis dan nilai keindahan (estetika) sehingga diperlukan suatu teknologi struktur bangunan yang dapat menjangkau aspek-aspek tersebut. (*Sumber : Rizal Ardiana 2014*)

Prosedur pembangunan pekerjaan stuktur beton harus direncanakan dengan cermat sebelum dimulai pelaksanaannya guna mencapai keseimbangan yang baik antara tingkat kekuatan struktur yang hendak dicapai dengan biaya yang harus dikeluarkan dalam rangka memenuhi persyaratan teknis pekerjaan (bestek) yang telah ditetapkan, maka dari itu prinsip-prinsip dasar pelaksanaan pekerjaan beton harus diterapkan dengan baik dilapangan.

Konsep perencanaan dapat menjamin struktur tidak runtuh walaupun menerima energi gaya gempa melebihi kekuatan strukturnya. Suatu pembebanan gempa maksimum yang sekian kali lebih besar dari beban rencana yang dapat dipakai sebagai faktor keamanan sehingga pada saat terjadi beban gempa maksimum didapat desain yang memenuhi standar gedung tahan gempa dan memenuhi konsep perencanaan.

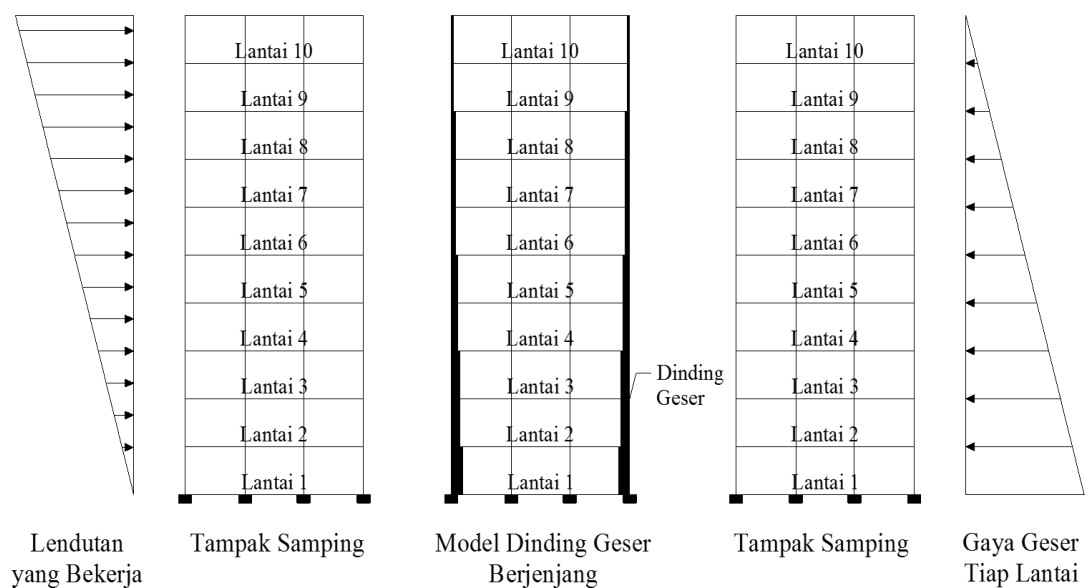
1.2 Latar Belakang

Malang merupakan salah satu kota pelajar di Indonesia yang cukup banyak diminati oleh kalangan pelajar. Setiap tahunnya selalu mengalami penambahan calon mahasiswa yang ingin menimba ilmu di kota Malang ini. Dampak dari penambahan mahasiswa yang nyata adalah meningkatnya pembangunan infrastruktur terutama pembangunan gedung perkuliahan. Gedung-gedung perkuliahan sekarang banyak dibangun secara vertikal atau bertingkat dengan maksud efisiensi lahan yang mulai terbatas.

Dalam membangun gedung bertingkat diperlukan pengetahuan dan perencanaan struktur yang tahan terhadap beban gravitasi dan beban gempa, sehingga dalam merencanakan gedung-gedung bertingkat itu hendaknya direncanakan agar dapat menahan beban gempa lateral. Wilayah Indonesia mencakup daerah-daerah yang mempunyai tingkat resiko gempa yang tinggi diantara beberapa daerah gempa keseluruhan. Berdasarkan peraturan perencanaan bangunan tahan gempa Indonesia, maka suatu struktur bangunan harus tahan gempa tanpa mengalami keruntuhan struktur.

Struktur penahan gempa yang kita kenal adalah struktur rangka pemikul momen khusus (SRPMK) atau struktur rangka pemikul momen menengah

(SRPMM) dan gabungan antara portal dengan dinding geser (sistem ganda). Struktur portal sebagai penahan gempa tidak efisien untuk membatasi defleksi lateral akibat gaya gempa, karena dimensi portal (balok dan kolom) akan bertambah besar jika kita merencanakan gedung bertingkat banyak. Dinding geser sebagai dinding struktural sangat efektif dalam memikul gaya lateral dan membatasi defleksi lateral, karena kekuatan dinding geser dapat mengontrol simpangan horizontal yang terjadi serta dapat mengontrol stabilitas struktur secara keseluruhan. Disamping itu, dinding geser dapat mereduksi jumlah dan jarak penulangan pada kolom dan balok. Pada kesempatan kali ini penulis akan merencanakan dinding geser kantilever berjenjang (*tiered shear wall*) karena distribusi gaya horizontal (gaya geser) gempa tidak sama di sepanjang sumbu global Y, maka secara teoritis tidak diperlukan ketebalan dinding geser yang sama tebal pada setiap lantai maka mencoba ketebalan dinding geser yang berbeda atau berjenjang pada masing-masing lantai.



Gambar 1.1 Gaya Geser Gedung

Pada pembangunan gedung MIPA Universitas Brawijaya dengan bentuk denah memanjang sehingga jika terjadi gempa dari arah sumbu lemah maka kurang efektif jika hanya mengandalkan kolom saja. Gedung ini sudah memiliki dinding geser dengan ketebalan yang sama pada setiap lantainya, sehingga bangunan lebih kaku dan volume beton yang dibutuhkan dinding geser lebih banyak. Pada penulisan skripsi ini penulis akan merencanakan perhitungan dinding geser kantilever berjenjang (ketebalan berbeda). Sehingga volume beton pada struktur bangunan gedung bertingkat ini menjadi lebih kecil dengan tidak mengabaikan struktur yang mampu menahan gaya geser dan gaya lateral akibat gempa dengan berjudul “ANALISA PERENCANAAN DINDING GESER KANTILEVER BERJENJANG (TIERED CANTILEVERED SHEAR WALL) PADA GEDUNG MIPA UNIVERSITAS BRAWIJAYA MALANG”

1.3 Rumusan Masalah

Masalah yang akan dibahas pada perencanaan struktur tahan gempa menggunakan dinding geser kantilever berjenjang (*tiered shear wall*) pada Gedung MIPA Universitas Brawijaya Malang adalah sebagai berikut :

1. Berapa dimensi dinding geser yang dibutuhkan pada masing-masing perdua lantai?
2. Berapa tulangan longitudinal yang dibutuhkan pada masing-masing dimensi dinding geser?
3. Berapa tulangan transversal yang dibutuhkan pada masing-masing dimensi dinding geser?
4. Bagaimana gambar penulangan longitudinal dan penulangan trasversal pada masing-masing dimensi dinding geser?

1.4 Maksud dan Tujuan

Maksud dan tujuan dari skripsi ini adalah :

1. Untuk memperoleh dimensi dinding geser pada masing-masing perdua lantai.
2. Untuk memperoleh jumlah tulangan longitudinal yang dibutuhkan pada masing-masing dimensi dinding geser.
3. Untuk memperoleh jumlah tulangan transversal yang dibutuhkan pada masing-masing dimensi dinding geser.
4. Untuk memperoleh gambar penulangan longitudinal dan penulangan transversal pada masing-masing dimensi dinding geser.

1.5 Batasan Masalah

Pembahasan pada perencanaan dinding geser ini lebih dikhususkan pada dinding geser dengan ketebalan berjenjang (tidak sama). Berdasarkan masalah yang telah diuraikan di atas, maka untuk menghindari penyimpangan pembahasan dan mempersempit ruang lingkup pembahasa, maka penulis menetapkan batasan masalah sebagai berikut :

1. Menghitung dimensi dinding geser.
2. Analisis perencanaan penulangan longitudinal.
3. Analisa penulangan transversal.
4. Analisa Struktur dengan Program Bantu Staad Pro.
5. Gambar penulangan longitudinal dan penulangan transversal.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kajian Teori

2.1.1 Bangunan Tahan Gempa

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

- Pada gempa kecil bangunan tidak boleh mengalami kerusakan.
- Pada gempa menengah komponen struktural tidak boleh rusak, namun komponen non-struktural diijinkan mengalami kerusakan.
- Pada gempa kuat komponen struktural boleh mengalami kerusakan, namun bangunan tidak boleh mengalami keruntuhan.

(Sumber: Daniel Rumbi Teruna, 2007)

Sifat khusus dari struktur yang menjadi syarat utama perencanaan bangunan tahan gempa adalah sebagai berikut :

1. Kekuatan (*strength*)

Kekuatan dapat kita artikan sebagai ketahanan dari struktur atau komponen struktur atau bahan yang digunakan terhadap beban yang membebaninya. Perencanaan kekuatan suatu struktur tergantung pada maksud dan kegunaan struktur tersebut.

2. Kekakuan (*stiffness*)

Deformasi akibat gaya lateral perlu dihitung dan dikontrol. Perhitungan yang dilakukan berhubungan dengan sifat kekakuan. Deformasi pada struktur dipengaruhi oleh besarnya beban yang bekerja. Hubungan ini merupakan prinsip dasar dari mekanika struktur, yaitu sifat geometri dan modulus elastisitas bahan. Kekakuan mempengaruhi besarnya simpangan pada saat terjadi gempa.

3. Daktilitas (*ductility*)

Kemampuan suatu struktur gedung untuk mengalami simpangan pasca-elastik yang besar secara berulang kali dan bolak balik akibat beban gempa di atas beban gempa yang menyebabkan terjadinya pelelehan pertama. Sambil mempertahankan kekuatan dan kekakuan yang cukup, sehingga struktur gedung tersebut tetap berdiri walaupun sudah berada dalam kondisi di ambang keruntuhan.

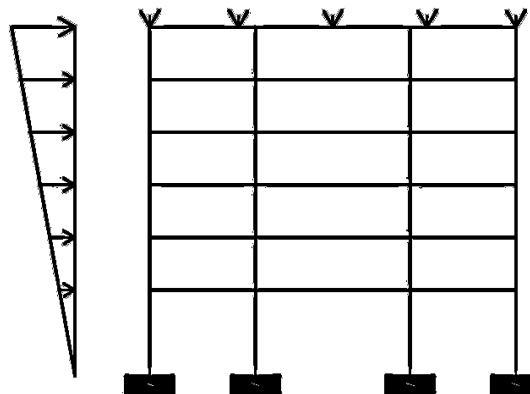
Simpangan (*drift*) dapat diartikan sebagai perpindahan lateral relatif antara dua tingkat bangunan yang berdekatan atau dapat dikatakan simpangan mendatar tiap-tiap tingkat bangunan.

Simpangan lateral dari suatu sistem struktur akibat beban gempa perlu ditinjau untuk menjamin kestabilan struktur, keutuhan secara arsitektural, potensi kerusakan komponen non-struktur, dan kenyamanan penghuni gedung pada saat terjadi gempa. Selain itu, besarnya simpangan dibatasi untuk mengurangi efek P-delta. Besarnya simpangan diperbolehkan diatur dalam peraturan perencanaan bangunan.

2.1.2 Sistem Struktur Gedung

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

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

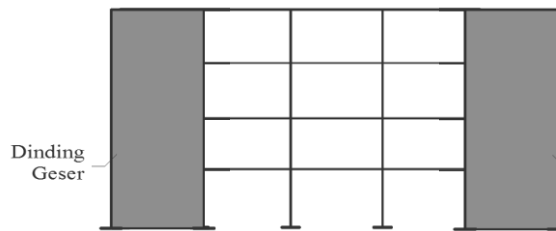


Gambar 2.1 Sistem Rangka Pemikul Momen

Sumber: Perencanaan Struktur Beton Bertulang Tahan Gempa, Prof. Ir. Rachmat Purwono hal 23

2. Sistem Dinding Struktural (SDS)

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

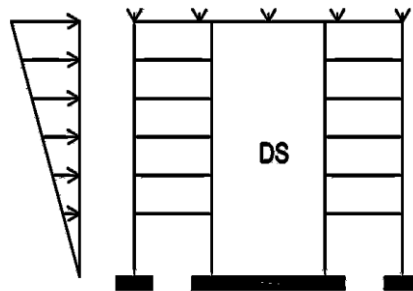


Gambar 2.2 Dinding Geser

Sumber: Teknik Struktur Bangunan Jilid 2, Dian Ariestadi hal 236

3. Sistem Ganda (*Dual System*)

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



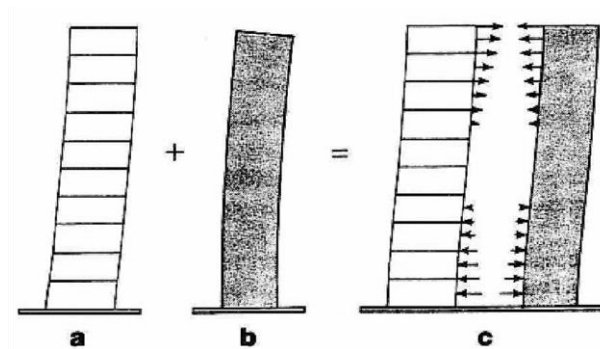
Gambar 2.3 Sistem Ganda

Sumber: Perencanaan Struktur Beton Bertulang Tahan Gempa Prof. Ir., Rachmat Purwono hal 23

2.1.3 Dinding Geser

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

Dinding geser dipasang membentang pada keseluruhan jarak vertikal antar lantai. Pada arah horisontal, dinding geser penuh dapat digunakan dan dipasang memanjang pada keseluruhan panjang panel dan bagian utama struktur lainnya. Jika gaya yang terjadi lebih kecil, dinding geser hanya perlu dipasang pada sebagian panjang bagian utama struktur saja. Selain itu dinding geser juga dapat difungsikan sebagai dinding pada ruang lift, tangga, dan mungkin juga toilet, struktur tipe kotak seperti ini sangat baik dalam menahan gaya horisontal dan tidak mengganggu persyaratan arsitektur.



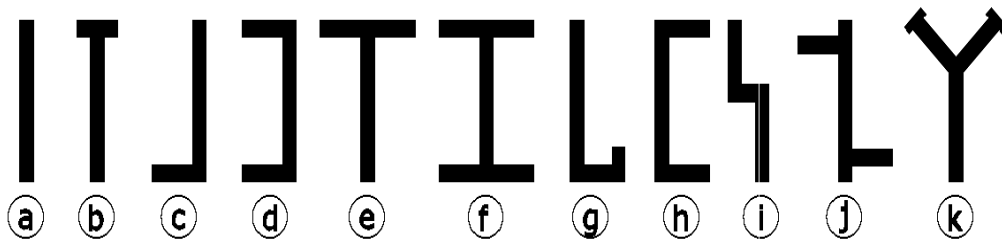
Gambar 2.4 Struktur Gabungan Frame dengan Dinding Geser

Adapun dalam penentuan dimensi dari dinding geser ini ada beberapa hal yang harus diperhatikan, dimana salah satunya adalah bahwa rasio antara tinggi dan lebar dinding geser tidak boleh kurang dari 2 dan lebar dinding geser tidak boleh kurang dari 1,5 meter. Pemasangan dinding geser pada struktur utama sebaiknya simetris. Hal ini dilakukan karena apabila pemasangan dinding geser tidak simetris, maka efek yang dapat ditimbulkan adalah terjadinya mode rotasi pada mode-mode awal struktur yang berbahaya bagi keamanan dan kenyamanan pengguna gedung. Salah satu hal yang perlu diperhatikan dalam perencanaan dinding geser adalah bahwa dinding geser tidak boleh runtuh akibat gaya geser. Hal ini disebabkan karena fungsi utama dari dinding geser adalah untuk menahan gaya geser yang besar akibat gempa, sehingga apabila dinding geser tersebut runtuh akibat gaya geser itu sendiri, maka otomatis keseluruhan struktur akan runtuh karena tidak ada lagi yang dapat menahan gaya geser tersebut. Dinding geser hanya boleh runtuh akibat adanya momen plastis yang menyebabkan timbulnya sendi plastis pada bagian kakinya. Penempatan dinding geser dilakukan sedapat mungkin pusat massa dan pusat kekakuan dinding berimpit, sehingga diharapkan tidak ada gaya torsi pada saat gempa bekerja.

Bangunan beton bertulang tingkat tinggi biasanya direncanakan dengan menggunakan dinding geser sebagai elemen penahan gaya gempa. Bangunan seperti ini telah terbukti bekerja cukup baik pada saat gempa terjadi. Dinding geser juga meminimalkan kerusakan bagian non structural bangunan seperti jendela, pintu, dan lain-lain (*Mac Cormac, 2004*).

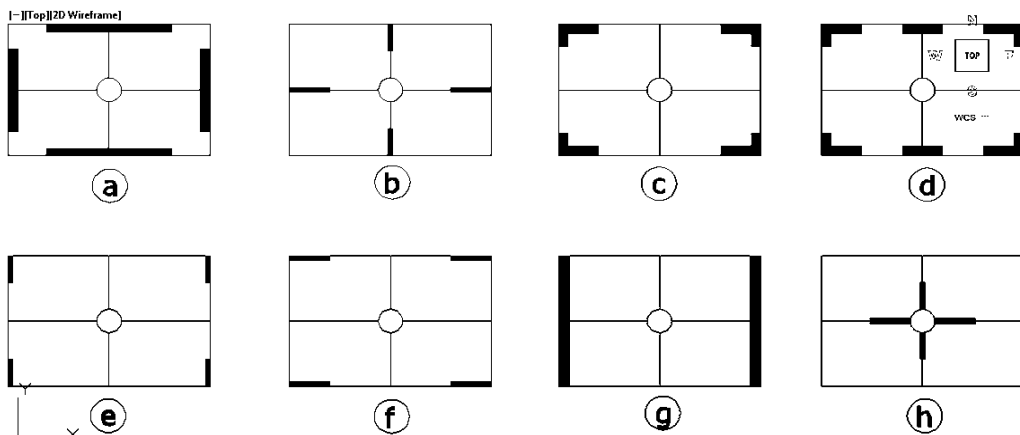
2.1.4 Bentuk dan Tata Letak Dinding Geser

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



Gambar 2.5 Bentuk dinding geser

Sumber : *Seismic Design Of Reinforced Concrete & Masonry Buildings*, T. Paulay And M.J.N. Priestley hal 368



Gambar 2.6 Tata letak dinding geser

Sumber : *Seismic Design Of Reinforced Concrete & Masonry Buildings*, T. Paulay And M.J.N. Priestley hal 365

Dimana :

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

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

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

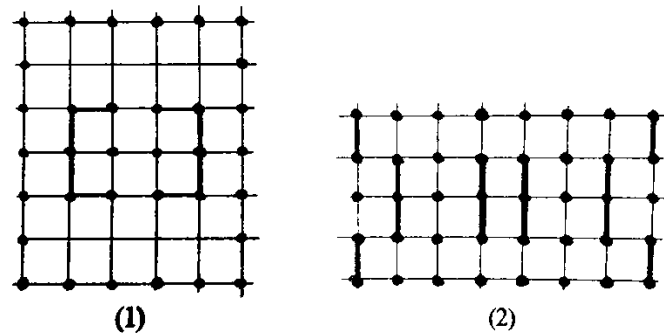
Dimana : $E = 200 \times 10^3 \text{ Mpa}$ (SNI 03-2847-2002 Ps.10.5.2) dan

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

Susunan Dinding Geser sangat bervariasi, tergantung pada bentuk bangunan dan gaya-gaya yang terjadi pada bangunan serta dinding geser tersebut. Bentuk dan penempatan dinding geser mempunyai akibat yang besar terhadap perilaku structural apabila bangunan tersebut dibebani secara horizontal.

Secara umum dinding geser dapat disusun secara terbuka atau tertutup.

1. Tertutup: susunan dinding-dinding melingupi ruang simetris seperti persegi panjang, bujur sangkar, segitiga, bulat, membentuk inti (*core*). Susunan tertutup memberi perlawanan optimal terhadap torsi mencegah bangunan dari kemungkinan berpuntir. Namun kalau terdapat belahan/bukaan pada dinding akan mengurangi kekuatan.
2. Terbuka: susunan dinding-dinding terdiri dari unsur linear tunggal atau gabungan unsur yang tidak lengkap melingupi ruang geometris.



Gambar 2.7 Bentuk Dasar Dinding Geser

Sumber: Struktur Bangunan Tinggi dan Bentang Lebar / Dwi Tangoro dkk hal 40

Dinding geser akan dapat berfungsi kalau berfungsi kalau berada diantara kolom, sehingga kalau terjadi beban lateral akan bekerja bersama dengan kolom yang berdekatan.

Dinding geser dapat disusun secara:

1. Simetris: supaya dapat menahan gaya torsi dengan baik, karena bekerja pada titik berat masa bangunan. Reaksi yang terjadi adalah reaksi translasi.
2. Asimetris: akan menerima beban lentur, geser dan torsi lebih berat pada suatu bagian. Karena beban tidak melalui titik berat kekakuan bangunan, maka reaksi yang terjadi adalah reaksi translasi dan rotasi.

(Sumber: Struktur Bangunan Tinggi dan Bentang Lebar / Dwi Tangoro, 2006)

2.1.5 Jenis – jenis Dinding Geser

Dinding geser adalah unsur pengaku vertikal yang dirancang untuk menahan gaya lateral atau gempa yang bekerja pada bangunan. Dinding geser dapat sebagai dinding luar, dalam ataupun inti yang memuat ruang lift atau tangga. Penempatannya yang tepat pada gedung bertingkat tahan gempa yang kurang dari 20 lantai penerapan struktur ini merupakan suatu alternatif sedang untuk gedung yang terdiri dari 20 lantai dan selebihnya struktur dinding geser sudah kewajiban

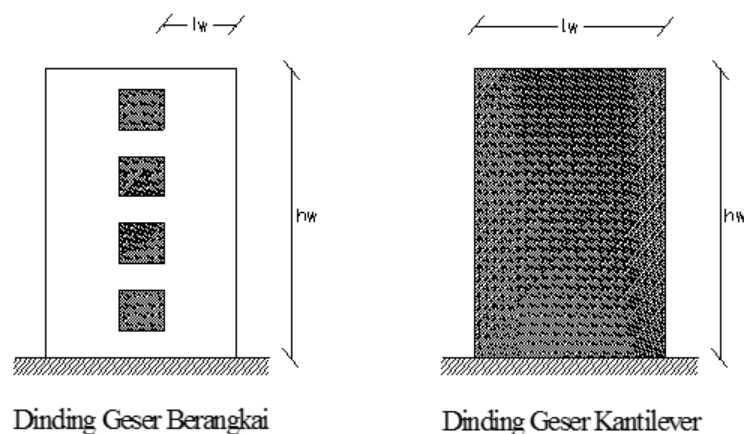
dilihat dari segi ekonomis dan efektif dari segi pengendali defleksi pada prakteknya terdapat 2 jenis dinding geser yang banyak digunakan :

a. Dinding geser yang dihubungkan dengan portal (shear wall connected to open frame) atau dinding geser yang berangkai (coupled shear wall)

Dinding geser berangkai terdiri dari dua atau lebih dinding kantilever yang mempunyai kemampuan untuk membentuk suatu mekanisme peletakan lentur alasnya. Antara dinding geser kantilever tersebut saling dirangkai oleh balok-balok perangkai yang mempunyai kekuatan cukup sehingga mampu memindahkan gaya dari satu dinding ke dinding yang lain. (Gambar 2.10)

b. Dinding geser kantilever (free standing shearwall).

Adalah suatu dinding geser tanpa lubang-lubang yang membawa pengaruh penting terhadap perilaku dari struktur gedung yang bersangkutan. Dinding geser kantilever ada dua macam, yaitu dinding geser kantilever daktail dan dinding geser katilever dengan daktilitas terbatas. (Gambar 2.10)



Gambar 2.8 Dinding Geser Kantilever

Sumber : Seismic Design Of Reinforced Concrete & Masonry Buildings, T. Paulay And M.J.N. Priestley hal 370 dan hal 373

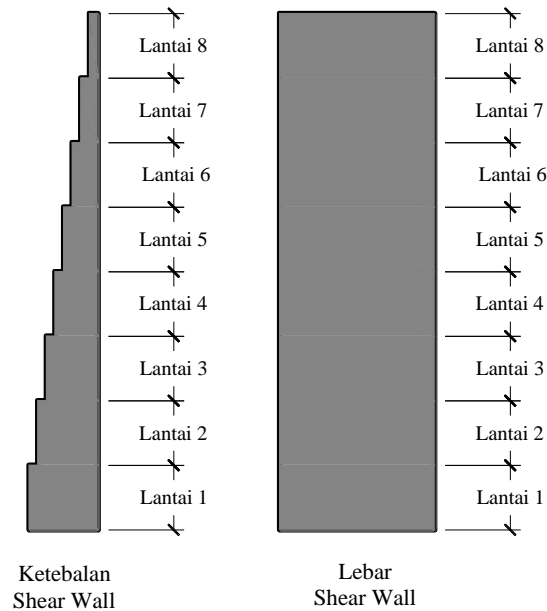
2.1.6 Dinding Geser Kantilever Berjenjang

Dinding geser berjenjang kantilever merupakan bagian dari dinding kantilever yang dinding gesernya tanpa lubang-lubang yang membawa pengaruh penting terhadap perilaku dari struktur gedung yang bersangkutan. Namun karena gaya geser yang bekerja pada setiap lantai berbeda, sehingga bila direncanakan dengan dinding geser yang sama tebal akan kurang efektif dalam menahan deformasi yang terjadi saat terjadi gempa berlangsung hanya saja ketebalan diperhitungkan sesuai gaya geser yang bekerja pada masing-masing lantai sehingga dapat mengurangi deformasi yang terjadi.

Tabel 2. 1 Adapun kelebihan dan kekurangan dari dinding geser berjenjang

No	Pembandingan	Dinding geser berjenjang	Dinding geser biasa
1	Deformasi	Kecil karena ketebalan yang berbeda mengakibatkan pemusatan massa yang lebih kecil (lebih ringan) yang mengakibatkan deformasi lateral yang lebih kecil	Karena ketebalan yang sama antar lantai akan menimbulkan deformasi tetapi masih dalam faktor yang aman
2	Kekakuan	Lentur	Kaku
3	Volume	Volume penggunaan beton lebih kecil atau sedikit	Volume penggunaan beton lebih banyak

(Sumber Tabel: Skripsi Perencanaan Dinding Geser Dengan Ketebalan Berjenjang (Tidak Sama) Sesuai Dengan Bentuk Diagram Tegangan Geser Pada Gedung Ijen Padjadjaran Suites Hotel Malang, Rizal Ardiana hal 19)



Gambar 2.9 Permodelan dinding geser berjenjang

Sumber: Skripsi Perencanaan Dinding Geser Dengan Ketebalan Berjenjang (Tidak Sama) Sesuai Dengan Bentuk Diagram Tegangan Geser Pada Gedung Ijen Padjadjaran Suites Hotel Malang, Rizal Ardiana hal 19)

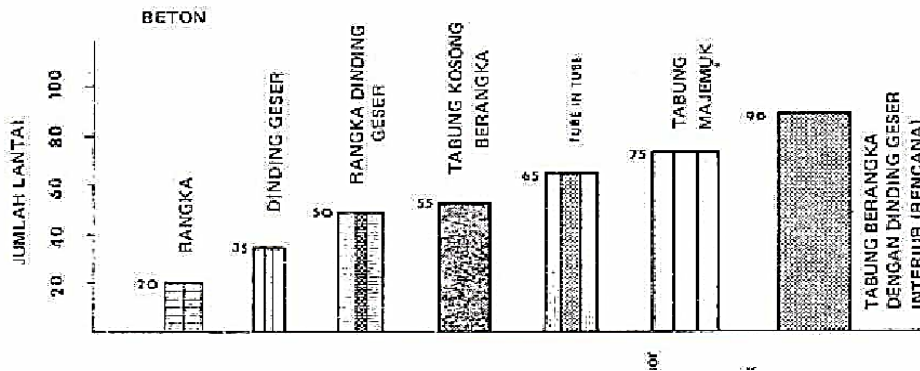
2.2 Konsep Desain Perencanaan

2.2.1 Sistem Struktur

Dasar sistem struktur yang digunakan adalah Sistem Rangka Gedung (SNI-1726-2013 ps. 7.2 hal 33) Menurut SNI 2847-2013 pasal 21 hal 177, penulis menggunakan komponen struktur yang tidak direncanakan untuk memikul beban gempa (non SPBL) dan DSBK (Dinding Struktural Beton Khusus) untuk memikul gaya akibat gempa, dengan ketentuan harus memenuhi persyaratan pendetailan SNI 2847-2013 pasal 21 untuk struktur tahan gempa. Sistem struktur adalah kombinasi dari berbagai elemen struktur yang disusun sedemikian rupa sehingga membentuk satu kesatuan struktur yang dapat memikul beban-beban yang direncanakan.

Berbagai jenis konsep rangka bangunan tinggi, dan masing-masing sistem struktur rupanya sesuai untuk ketinggian bangunan tertentu, atau katakanlah untuk rasio tinggi-lebar tertentu. (Wolfgang Schueller 1989) .

Perbandingan berbagai sistem struktur terhadap ketinggian bangunan dapat dilihat pada gambar 2.11 dibawah ini. Perbandingan sistem struktur tersebut untuk beton.



Gambar 2.10 Perbandingan sistem struktur tersebut untuk beton

(Sumber: Wolfgang Schueller 1989)

Dalam perencanaan struktur konstruksi suatu bangunan, perlu diperhatikan konsep desain untuk pemilihan elemen baik secara structural maupun fungsional. Dalam perencanaan kali ini di tinjau perencanaan konsep desain untuk bangunan tahan gempa. Besarnya beban gempa berbeda-beda dari satu wilayah ke wilayah lainnya bergantung pada keadaan geografis dan geologi setempat. Beban gempa harus diperhitungkan untuk daerah-daerah rawan gempa. Analisis gempa pada bangunan terutama bangunan tinggi perlu dilakukan dengan pertimbangan keamanan struktur dan kenyamanan penghuni bangunan. Beban gempa lateral akan menimbulkan simpangan yang dapat membahayakan. Oleh sebab itu perlu dilakukan kontrol terhadap simpangan.

Dalam perencanaan struktur gedung terhadap pengaruh gempa rencana, semua unsur struktur gedung, baik bagian dari subsistem struktur gedung maupun bagian dari sistem struktur gedung harus diperhitungkan memikul gempa rencana. Struktur yang direncanakan diharapkan mampu bertahan oleh beban bolak-balik

memasuki inelastis tanpa mengurangi kekuatan yang berarti. Karena itu selisih energi beban gempa harus mampu disebarkan dan diserap oleh struktur yang bersangkutan dalam bentuk deformasi.

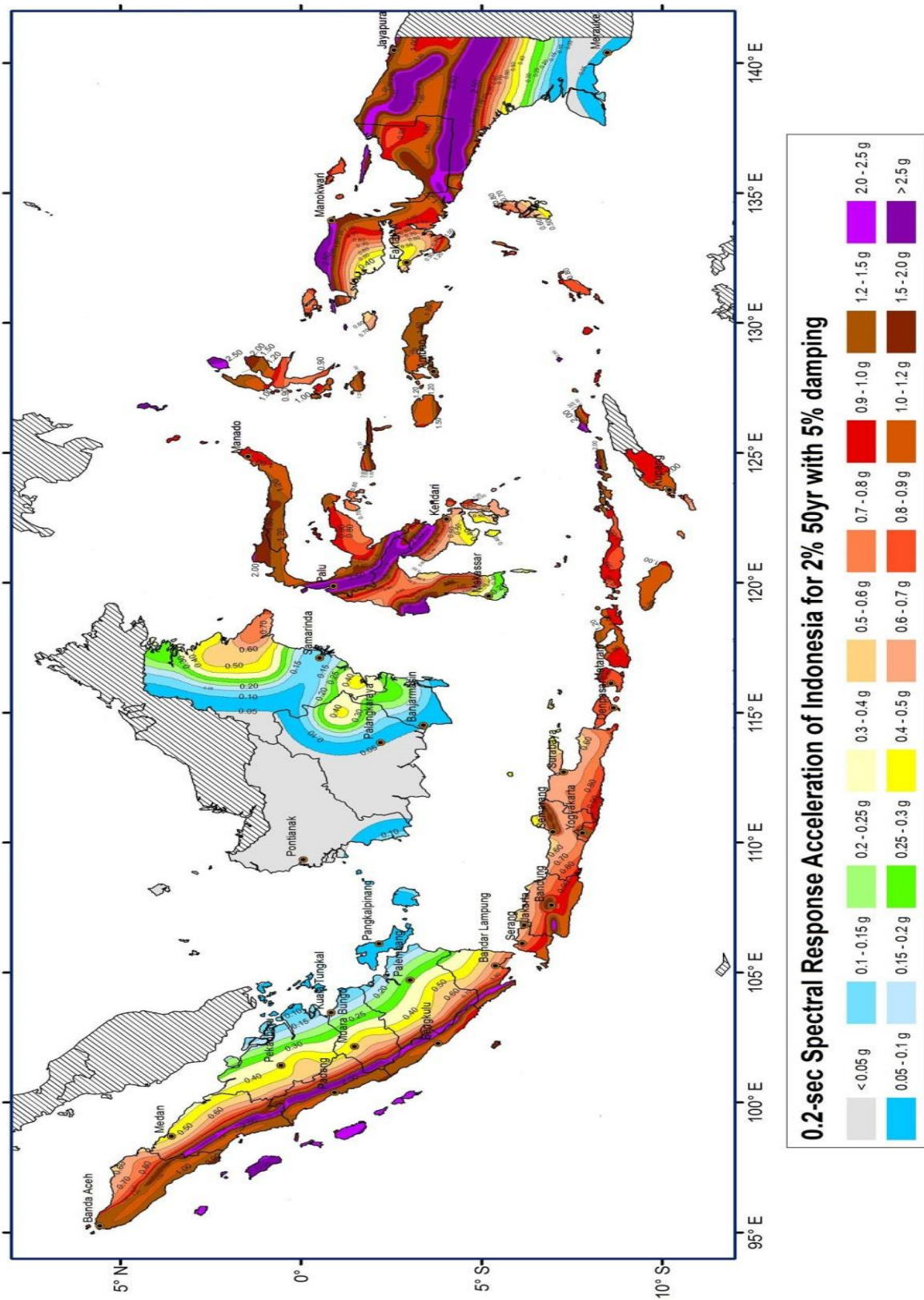
2.2.2 Kategori Gedung

Menurut SNI 1726-2012 Tabel 1 tentang kategori risiko bangunan gedung dan non gedung untuk beban gempa, Gedung MIPA UB Malang termasuk Gedung sekolah dan fasilitas pendidikan dengan Faktor Keutamaan (IV) 1,5.

2.3 Perencanaan Struktur Terhadap Beban Gempa

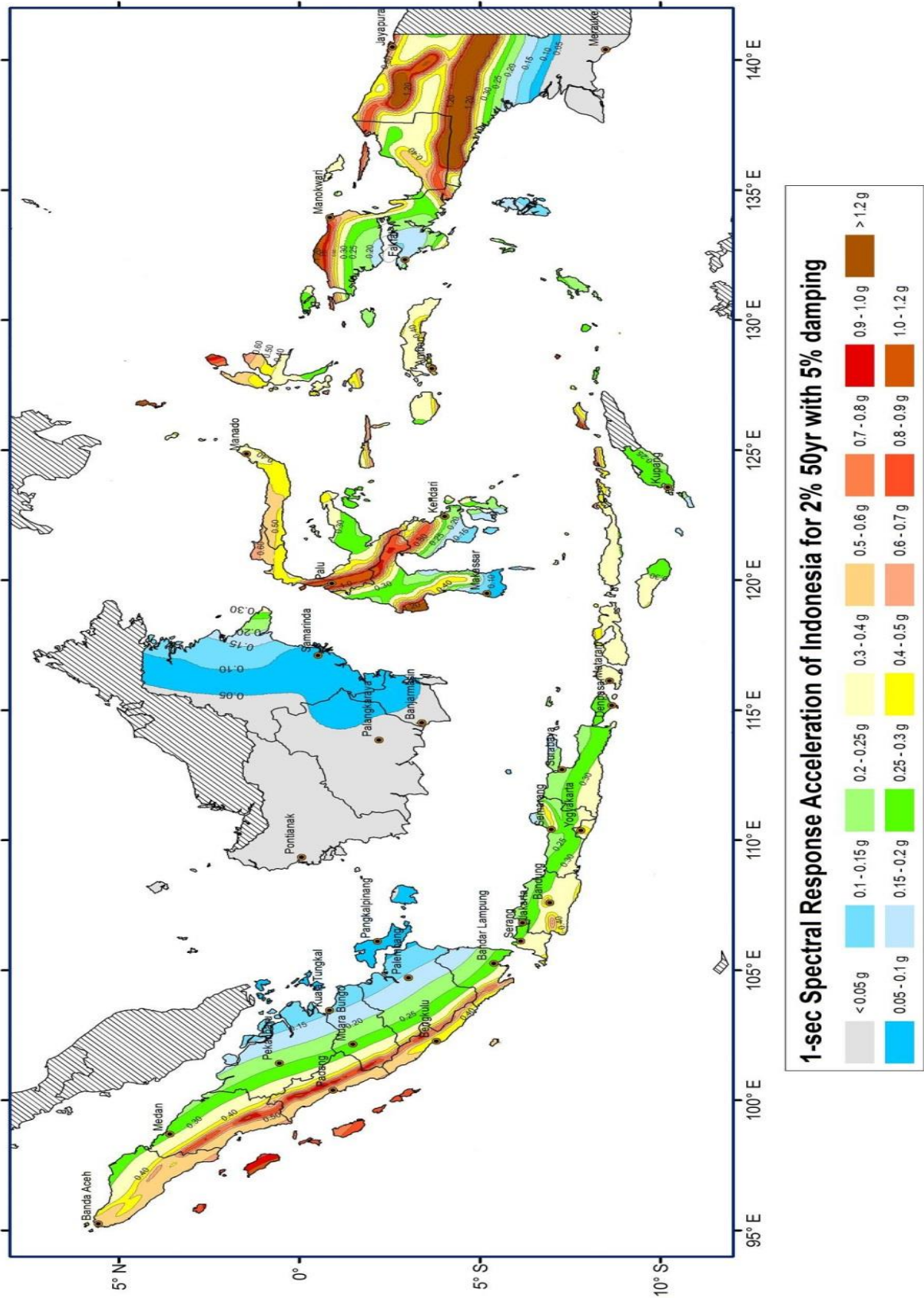
Perencanaan struktur tahan gempa dalam suatu perencanaan gedung harus diperhitungkan mampu memikul pengaruh beban rencana. Dalam suatu sistem yang terdiri dari kombinasi dinding geser dan rangka terbuka, beban geser dasar nominal akibat pengaruh gempa rencana yang dipikul oleh rangka – rangka terbuka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

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



Gambar 2.11 Peta Respon Spektra Percepatan 0.2 detik (S_S) di batuan dasar (S_B)

Sumber : SNI 1726 – 2012



Gambar 2.12 Peta Respon Spektra Percepatan 1 detik (S_1) di batuan dasar (S_B)

Sumber : SNI 1726 – 2012

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

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

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

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

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

F_a = Koefisin situs berdasarkan parameter percepatan spektral desain pada periode pendek.(Tabel 2.2)

F_v = Koefisin situs berdasarkan parameter percepatan spektral desain pada 1 detik.(Tabel 2.3)

Tabel 2.2 Koefisin situs F_a berdasarkan parameter percepatan spektral desain pada periode pendek.

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

CATATAN:

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

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

Sumber Tabel: SNI 1726 – 2012 Pasal 6.2

Tabel 2.3 Koefisin situs Fv berdasarkan parameter percepatan spektral desain pada periode 1 detik

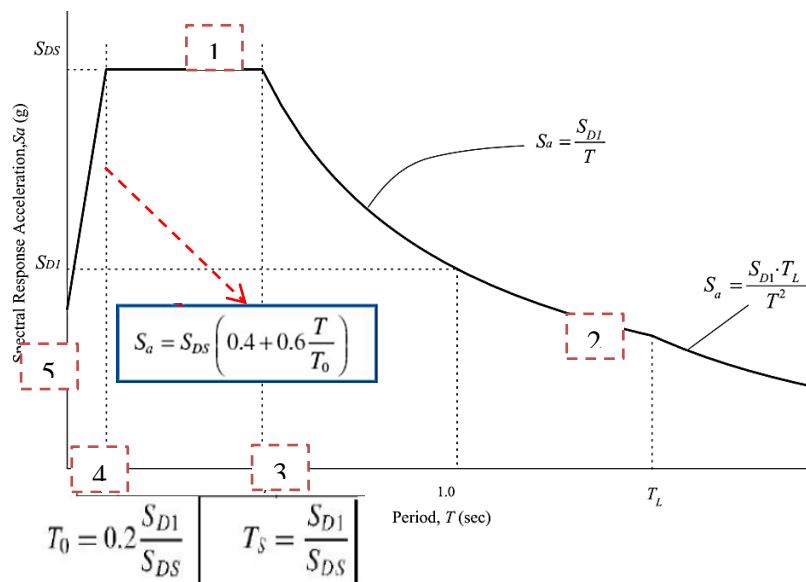
Kelas situs	Parameter respons spektral percepatan gempa MCE_R terpetakan pada periode 1 detik, S_1				
	$S_1 0,1$	$S_1 0,2$	$S_1 0,3$	$S_1 0,4$	$S_1 0,5$
SA	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
SB	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
SC	1,7	1,6	1,5	1,4	1,3
SD	2,4	2	1,8	1,6	1,5
SE	3,5	3,2	2,8	2,4	2,4
SF	SS ^b				

CATATAN :

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

Sumber : SNI 1726 – 2012 Pasal 6.2

Pembuatan Spektrum Respon desain mengacu pada nilai S_{DS} dan S_{D1} seperti gambar di bawah ini :



Gambar 2.13 Respon Spektrum Desain

Sumber: SNI 1726 – 2012 Pasal 6.4

Prosedur gaya lateral ekuivalen dalam menentukan geser dasar seismik menggunakan rumus :

$$V = C_s W$$

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

Batasan Perhitungan C_s

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

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

Nilai C_s yang dipakai ialah nilai yang paling kecil

Dimana : V = Geser dasar seismik

C_s = koefisien respon seimik

R = koefisien modifikasi respons (*Tabel 2.3*)

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

Tabel 2.4 Faktor R , C_d , Ω_0

Sistem penahan-gaya seismik	Koefisien modifikasi respons, R^a	Faktor kuat-lebih sistem, Ω_0^g	Faktor pembesaran defleksi, C_d^b	Batasan sistem struktur dan batasan tinggistruktur, h_n (m) ^c				
				Kategori desain seismik				
				B	C	D ^d	E ^d	F ^e
A. Sistem dinding penumpu	7.1.1	7.1.2	7.1.3	7.1.4	7.1.5	7.1.6	7.1.7	7.1.8
1. Dinding geser beton bertulang khusus	5	2½	5	TB	TB	48	48	30
2. Dinding geser beton bertulang biasa	4	2½	4	TB	TB	TI	TI	TI
3. Dinding geser beton polos didetail	2	2½	2	TB	TI	TI	TI	TI
4. Dinding geser beton polos biasa	1½	2½	1½	TB	TI	TI	TI	TI
5. Dinding geser pracetak menengah	4	2½	4	TB	TB	12 ^k	12 ^k	12 ^k
6. Dinding geser pracetak biasa	3	2½	3	TB	TI	TI	TI	TI
7. Dinding geser batu bata bertulang khusus	5	2½	3½	TB	TB	48	48	30
8. Dinding geser batu bata bertulang menengah	3½	2½	2¼	TB	TB	TI	TI	TI
9. Dinding geser batu bata bertulang biasa	2	2½	1¾	TB	48	TI	TI	TI
10. Dinding geser batu bata polos didetail	2	2½	1¾	TB	TI	TI	TI	TI
11. Dinding geser batu bata polos biasa	1½	2½	1¼	TB	TI	TI	TI	TI
12. Dinding geser batu bata prategang	1½	2½	1¾	TB	TI	TI	TI	TI
13. Dinding geser batu bata ringan (AAC) bertulang biasa	2	2½	2	TB	10	TI	TI	TI
14. Dinding geser batu bata ringan (AAC) polos biasa	1½	2½	1½	TB	TI	TI	TI	TI
15. Dinding rangka ringan (kayu) dilapisi dengan panel struktur kayu yang ditujukan untuk tahanan geser, atau dengan lembaran baja	6½	3	4	TB	TB	20	20	20

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

Sumber : SNI 1726 :2012 Pasal 7.2.2

Tabel 2.5 Kategori Risiko Bangunan Gedung Dan Non Gedung Untuk Beban Gempa

Jenis pemanfaatan	Kategori risiko
Gedung dan non gedung yang memiliki risiko rendah terhadap jiwa manusia pada saat terjadi kegagalan, termasuk, tapi tidak dibatasi untuk, antara lain: <ul style="list-style-type: none"> - Fasilitas pertanian, perkebunan, perternakan, dan perikanan - Fasilitas sementara - Gudang penyimpanan - Rumah jaga dan struktur kecil lainnya 	I

<p>Semua gedung dan struktur lain, kecuali yang termasuk dalam kategori risiko I,III,IV, termasuk, tapi tidak dibatasi untuk:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Perumahan - Rumah toko dan rumah kantor - Pasar - Gedung perkantoran - Gedung apartemen/ rumah susun - Pusat perbelanjaan/ mall - Bangunan industri - Fasilitas manufaktur - Pabrik 	II
<p>Gedung dan non gedung yang memiliki risiko tinggi terhadap jiwa manusia pada saat terjadi kegagalan, termasuk, tapi tidak dibatasi untuk:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Bioskop - Gedung pertemuan - Stadion - Fasilitas kesehatan yang tidak memiliki unit bedah dan unit gawat darurat - Fasilitas penitipan anak - Penjara - Bangunan untuk orang jompo <p>Gedung dan non gedung, tidak termasuk kedalam kategori risiko IV, yang memiliki potensi untuk menyebabkan dampak ekonomi yang besar dan/atau gangguan massal terhadap kehidupan masyarakat sehari-hari bila terjadi kegagalan, termasuk, tapi tidak dibatasi untuk:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Pusat pembangkit listrik biasa - Fasilitas penanganan air - Fasilitas penanganan limbah - Pusat telekomunikasi <p>Gedung dan non gedung yang tidak termasuk dalam kategori risiko IV, (termasuk, tetapi tidak dibatasi untuk fasilitas manufaktur, proses, penanganan, penyimpanan, penggunaan atau tempat pembuangan bahan bakar berbahaya, bahan kimia berbahaya, limbah berbahaya, atau bahan yang mudah meledak) yang mengandung bahan beracun atau peledak di mana jumlah kandungan bahannya melebihi nilai batas yang disyaratkan oleh instansi yang berwenang dan cukup menimbulkan bahaya bagi masyarakat jika terjadi kebocoran.</p>	III
<p>Gedung dan non gedung yang ditunjukkan sebagai fasilitas yang penting, termasuk, tetapi tidak dibatasi untuk:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Bangunan-bangunan monumental - Gedung sekolah dan fasilitas pendidikan - Rumah sakit dan fasilitas kesehatan lainnya yang memiliki fasilitas bedah dan unit gawat darurat - Fasilitas pemadam kebakaran, ambulans, dan kantor polisi, serta garasi kendaraan darurat - Tempat perlindungan terhadap gempa bumi, angin badai, dan tempat perlindungan darurat lainnya - Fasilitas kesiapan darurat, komunikasi, pusat operasi dan fasilitas lainnya untuk tanggap darurat - Pusat pembangkit energi dan fasilitas publik lainnya yang dibutuhkan pada saat keadaan darurat - Struktur tambahan (termasuk menara telekomunikasi, tangki penyimpanan bahan bakar, menara pendingin, struktur stasiun listrik, tangki air pemadam kebakaran atau struktur rumah atau struktur pendukung air atau material atau peralatan pemadam kebakaran) yang disyaratkan untuk beroperasi pada saat keadaan darurat <p>Gedung dan non gedung yang dibutuhkan untuk mempertahankan fungsi struktur bangunan lain yang masuk ke dalam kategori risiko IV.</p>	IV

Sumber : SNI 1726 -2012 Pasal 4.1.2

Tabel 2.6 Faktor Keutamaan Gempa

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

Sumber : SNI 1726 :2012 Pasal 4.1.2

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

$$F_x = C_{vx} V$$

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

Dimana :

C_{vx} = faktor distribusi vertikal

V = gaya lateral desain total (kN)

w_i dan w_x = bagian berat seismik efektif total struktur (W) yang ditempatkan atau dikenakan pada tingkat i atau x

h_i dan h_x = tinggi dari dasar sampai tingkat i atau x , (m)

k = eksponen yang terkait dengan periode struktur.

Catatan : - Untuk struktur yang mempunyai periode ≤ 0.5 detik maka nilai k ialah 1

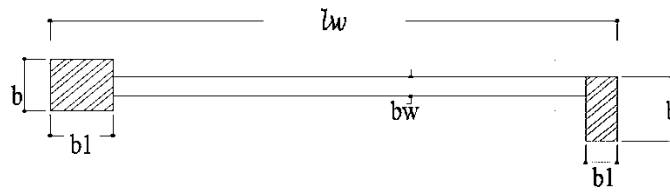
- Untuk struktur yang mempunyai periode ≥ 2.5 detik maka nilai k ialah 2

- Untuk struktur yang mempunyai periode antara 0.5 - 2.5 detik maka

2.4 Perencanaan Dinding Geser Kantilever

Berdasarkan rumusan hasil T. Paulay dan M. J. N. Priestley dalam bukunya yang berjudul "Seismic Design of Reinforced Concrete and Masonry Building"

(BAB 5 hal. 403), pembatasan dimensi dinding geser *berdasarkan tinggi dinding* harus memenuhi persyaratan sebagai berikut :



Gambar 2.14 Dimensi Minimum dari Komponen Batas Dinding Geser pada Daerah Sendi Plastis

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

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

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

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

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

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

dimana :

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

2.4.1 Perencanaan Dinding Geser Terhadap Beban Lentur dan Beban Aksial

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

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

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

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

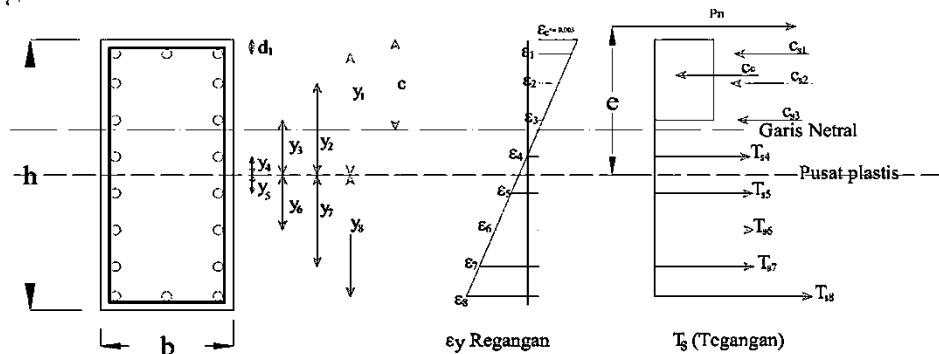
Jika pembatasannya tulangan lentur dibatasi sesuai dengan momen yang terjadi, maka sendi plastis dapat terbentuk di semua bagian di sepanjang tinggi dinding geser dengan tingkat kemungkinan yang sama. Hal ini tidak diinginkan dari segi perencanaan karena daerah sendi plastis memerlukan detail tulangan khusus. Jika sendi plastis mempunyai kemungkinan yang sama untuk terjadi pada setiap bagian sepanjang tinggi dinding geser, maka pendetailan khusus untuk sendi plastis harus dilakukan di sepanjang tinggi dinding. Tentu saja hal ini sangatlah tidak ekonomis. Selain itu, kuat dinding geser akan berkurang pada daerah dimana pelelehan tulangan lentur terjadi. Hal ini akan mengharuskan penambahan

tulangan geser pada setiap tingkat. Akan lebih rasional memastikan bahwa sendi plastis hanya bisa terjadi pada lokasi yang telah ditentukan sebelumnya, secara logika yaitu di dasar dinding geser, dengan cara menetapkan kuat lentur melebihi kekuatan lentur maksimum yang dibutuhkan.

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

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

Analisa tegangan dan regangan suatu dinding geser menggunakan dasar teori suatu kolom yang dibebani oleh beban tekan eksentris. Beban tekan ekesentris ialah beban dari struktur itu sendiri sebagai bagian dari struktural rangka, yang dibebani oleh beban aksial dan momen lentur. Maka analisa tegangan, regangan dan gaya dalam menurut Edward G Nawi dalam bukunya Beton Bertulang ialah sebagai berikut :



Gambar 2.15 diagram tegangan dan regangan

Dimana = c : Jarak sumbu netral

y : Jarak pusat plastis

e : eksentrisitas beban ke pusat plastis

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

- Menghitung regangan

Untuk daerah tekan :

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

Untuk daerah tarik :

$$\frac{\epsilon s}{\epsilon c} = \frac{d - c}{c} \quad \longrightarrow \quad \epsilon s = \frac{d - c}{c} \times \epsilon c \quad ; \epsilon c = 0.003$$

Dimana :

$\epsilon s'$ = regangan tekan

ϵs = regangan tarik

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

ϵc = regangan maksimum pada serat beton terluar

- Menghitung tegangan

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

Untuk daerah tekan

$$f_s = \epsilon s' \times E_s$$

Untuk daerah tarik

$$f_s = \epsilon s \times E_s$$

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

Dimana : f_s = tegangan tulangan tekan (mPa)

f_s = tegangan tulangan tarik (mPa)

$\epsilon s'$ = regangan tekan

ϵ_s = regangan tarik

E_s = modulus elastisitas non prategang = 200000 Mpa

1. Menghitung nilai besarnya gaya – gaya yang bekerja

C_c = Gaya tekan beton

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

Untuk daerah tekan : $C_s = A'_s \cdot x \cdot f'_s$

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

Kontrol $\sum H = 0$

$$\sum H = \sum C_s + C_c - \sum T_s - P_n = 0$$

2. Menghitung momen nominal (M_n)

$$M_n = C_c \cdot y_c + \sum C_s \cdot y_{si} + \sum T_s \cdot y_{si}$$

$$= C_c \cdot (y - a/2) + \sum C_s (y - d_{si}') + \sum T_s \cdot (y - d_{si}')$$

Dimana : $a = \beta_1 \cdot c$; $\beta_1 = 0.85$

2.4.2 Perencanaan Dinding Geser Terhadap Beban Geser

Elemen dinding (*Wall*) dikatakan sebagai dinding geser (*shear wall*) karena kemampuannya untuk memikul beban geser akibat beban lateral lebih diandalkan/ditekankan bila dibandingkan dengan kemampuannya menahan beban yang lain, walaupun tidak menutup kemungkinan untuk dapat ikut serta memikul

Beberapa pembatasan untuk penulangan dinding geser menurut *Paulay dan Priestley* adalah :

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

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

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

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

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

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

Dimana koefisien :

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

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

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

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

- Langkah – langkah perhitungan penulangan transversal

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

$V_c = V$ yang disumbangkan oleh beton

$V_s = V$ yang disumbangkan tulangan

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

$$V_s = \frac{A_v \cdot f_y \cdot d}{S} \quad (\text{Pasal 11.4.7.2})$$

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

A_g = Luas penampang (m^2)

f_c = Kuat tekan beton (mPa)

b_w = tebal dinding geser (m)

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

A_v = Luas tulangan geser (mm^2)

f_y = Kuat leleh baja (mPa)

S = jarak tulangan geser (mm)

Maka $V_n \geq V_u$

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

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

2.5 Peraturan Yang Digunakan

Peraturan-peraturan yang berlaku yaitu:

- SNI 2847-2013 tentang persyaratan beton struktural untuk bangunan gedung.
- SNI 1726-2012 tentang tata cara perencanaan ketahanan gempa untuk struktur gedung dan non gedung.
- SNI 1727-2013 tentang beban minimum untuk perancangan bangunan gedung dan struktur lain

2.6 Pembebanan dan Kombinasi Pembebanan

2.6.1 Pembebanan

Berdasarkan Peraturan Pembebanan Indonesia Untuk Gedung 1983 (DPU,1983), beban yang harus diperhitungkan untuk suatu struktur adalah beban mati,beban hidup, beban angin, beban gempa dan kombinasi dari beban-beban tersebut. Jenis pembebanan yang dipakai dalam perencanaan struktur gedung MIPA Universitas Brawijaya Malang ini adalah:

1. Beban Vertikal

a. Beban Mati

Beban-mati adalah berat dari semua bagian struktur gedung yang bersifat tetap, termasuk segala unsur tambahan, mesin-mesin, serta peralatan tetap yang merupakan bagian tak terpisahkan dari gedung itu.

b. Beban Hidup

Beban-hidup adalah semua beban yang terjadi akibat penghunian atau penggunaan suatu gedung, dan ke dalamnya termasuk beban-beban padalantai yang berasal dari barang-barang yang dapat berpindah, mesin-mesin serta peralatan yang tidak merupakan bagian yang tak terpisahkan dari gedung dan dapat diganti selama masa dari gedung itu, sehingga mengakibatkan perubahan dalam pembebanan lantai dan atap gedung tersebut.

2. Beban Horisontal

a. Beban Gempa (SNI 1726-2012 ps. 7.2.5.8 hal 42)

Perencanaan struktur tahan gempa dalam suatu perencanaan gedung harus diperhitungkan mampu memikul pengaruh beban rencana. Dalam suatu

sistem yang terdiri dari kombinasi dinding geser dan rangka terbuka, beban geser dasar nominal akibat pengaruh gempa rencana yang dipikul oleh rangka – rangka terbuka harus mampu menahan paling sedikit 25% pada setiap tingkat.

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

2.6.2 Kombinasi Pembebanan

Untuk perhitungan kombinasi pembebanan dengan cara atau rumus yang tertera pada SNI 2847-2013 ps. 9.2 hal 65 tentang Kekuatan perlu, dengan kombinasi faktor beban sebagai berikut :

1. $U = 1,4 D$

2. $U = 1,2 D + 1,6 L + 0,5 (L_r \text{ atau } R)$

3. $U = 1,2 D + 0,5 (L_r \text{ atau } R) + 1,3 W + (1,0 L \text{ atau } 0,5 W)$

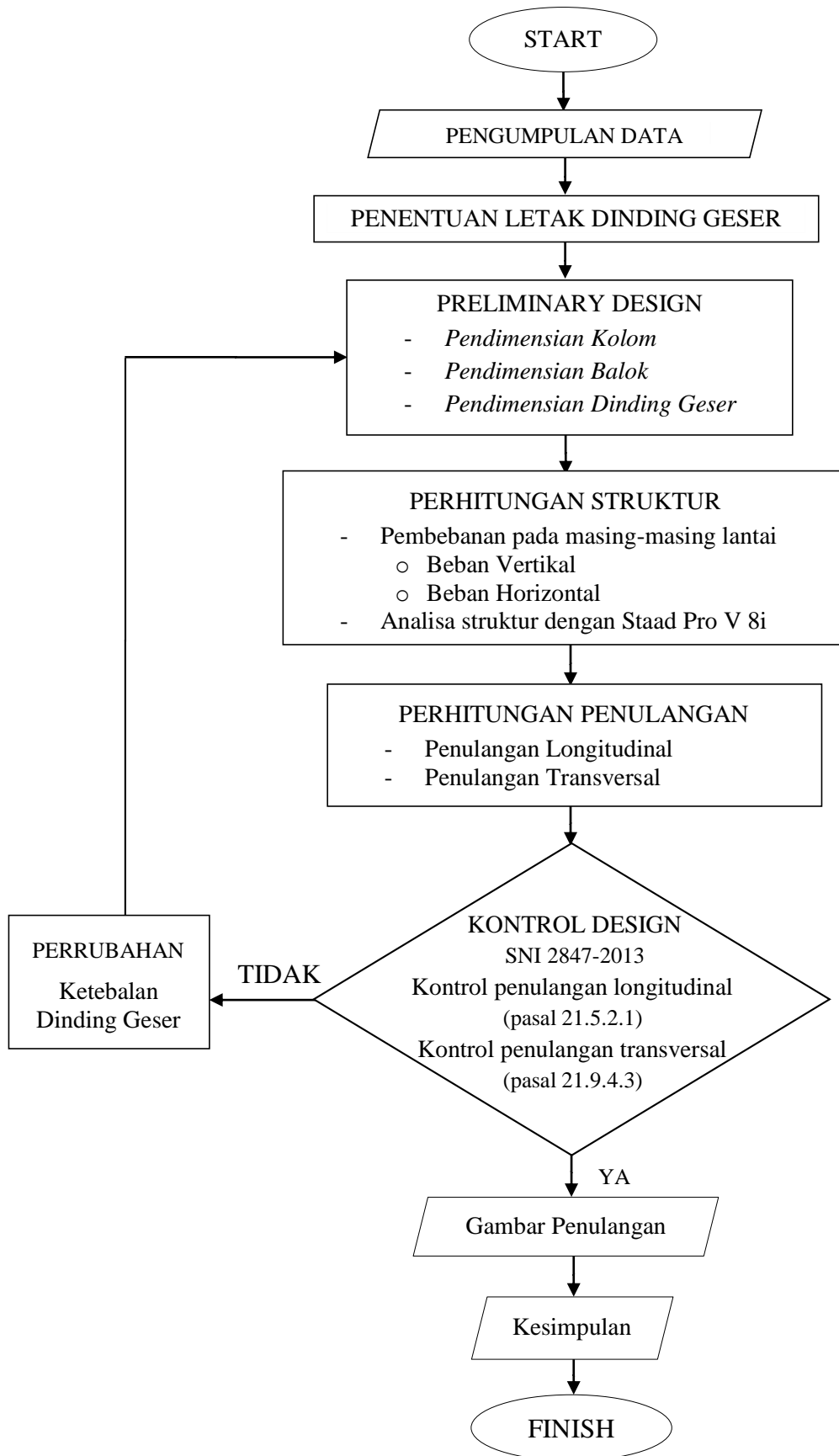
4. $U = 1,2 D + 1,0 W + 1,0 L + 0,5 (L_r \text{ atau } R)$

5. $U = 1,2 D + 1,0 E + 1,0 L$

6. $U = 0,9 D + 1,0 W$

7. $U = 10,9 D + 1,0 E$

2.7 Bagan Alir

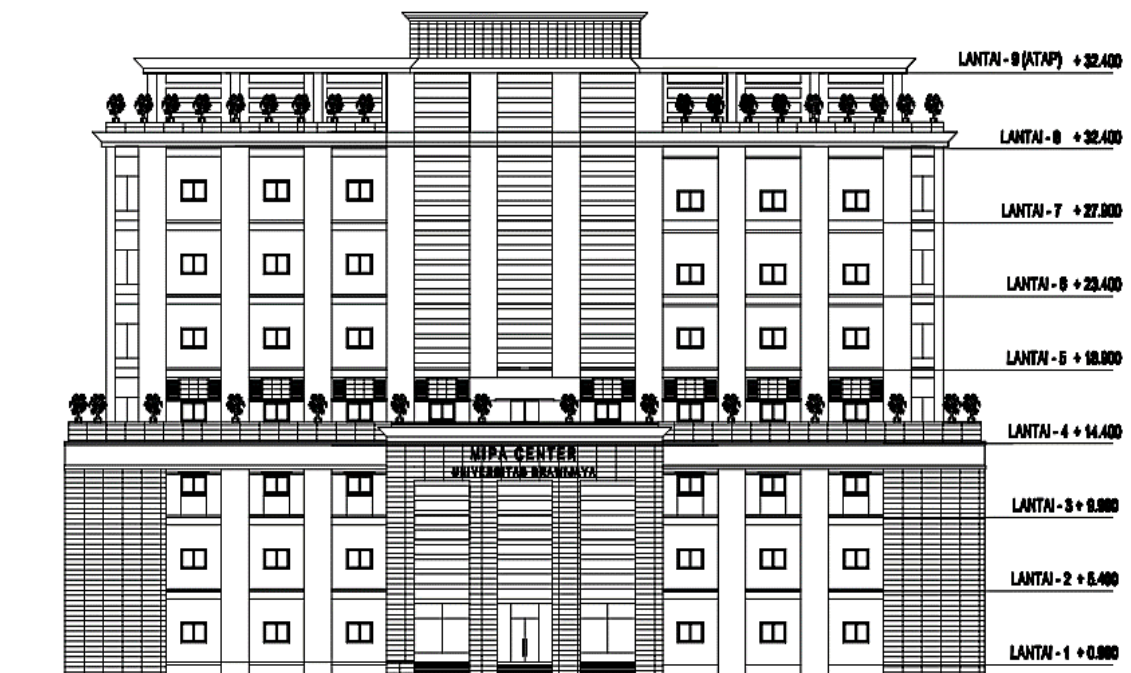


BAB III

PERENCANAAN

3.1 Deskripsi Gedung

Struktur bangunan pada gedung Mipa Centre Fakultas Mipa Universitas Brawijaya Malang ini, dengan bentuk denah simetris memanjang sehingga jika terjadi gempa dari arah sumbu lemah maka akan kurang efektif jika hanya mengandalkan kolom saja. Gedung ini sudah dilengkapi dengan dinding geser, namun dengan ketebalan yang sama akan berakibat beban yang diberikan lebih besar sehingga perlu didesain dengan ketebalan berjenjang. Untuk penempatan kolom-kolom struktur pada gedung ini simetris dengan jarak antar kolom yang sama pula, namun fungsi dan interior dari gedung ini kurang teratur. Pada gedung ini terdapat 8 lantai utama. Permodelan struktur *Existing* ditampilkan pada Gambar 3.1



Gambar 3.1 Tampak Depan

3.2 Data-data Perencanaan

3.2.1 Data Bangunan

- Nama Gedung : Mipa Centre Fakultas Mipa Universitas Brawijaya
- Lokasi Gedung : Jalan Veteran, Malang – Jawa Timur
- Fungsi Bangunan : Gedung Perkuliahan
- Jumlah Lantai : 8 lantai
- Bentang Memanjang: 59,40 Meter
- Bentang Melintang : 27,60 Meter
- Tinggi Gedung : 34,40 Meter
 - Tinggi Masing-masing Lantai 1- 8 : 4,50 Meter
 - Tebal Plat Lantai : 0,12 Meter
- Struktur : Beton Bertulang
- Struktur Pondasi : Pondasi Tiang Pancang

3.2.2 Data Pembebanan

1. Beban Mati

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

- Berat spesi per cm tebal = 0,21 kN/m²
- Berat tegel per cm tebal = 0,24 kN/m²
- Berat Plafon + rangka penggantung : (0,11+0,07) = 0,18 kN/m²
- Berat bata ringan = 6,5 kN/m³
- Berat jenis beton = 24,0 kN/m³

2. Beban Hidup

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

- Beban hidup ruang kuliah lantai 2 sampai 7 = 1,92 kN/m²
- Beban guna/Beban hidup atap = 0,96 kN/m²

3.2.3 Data Material

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

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

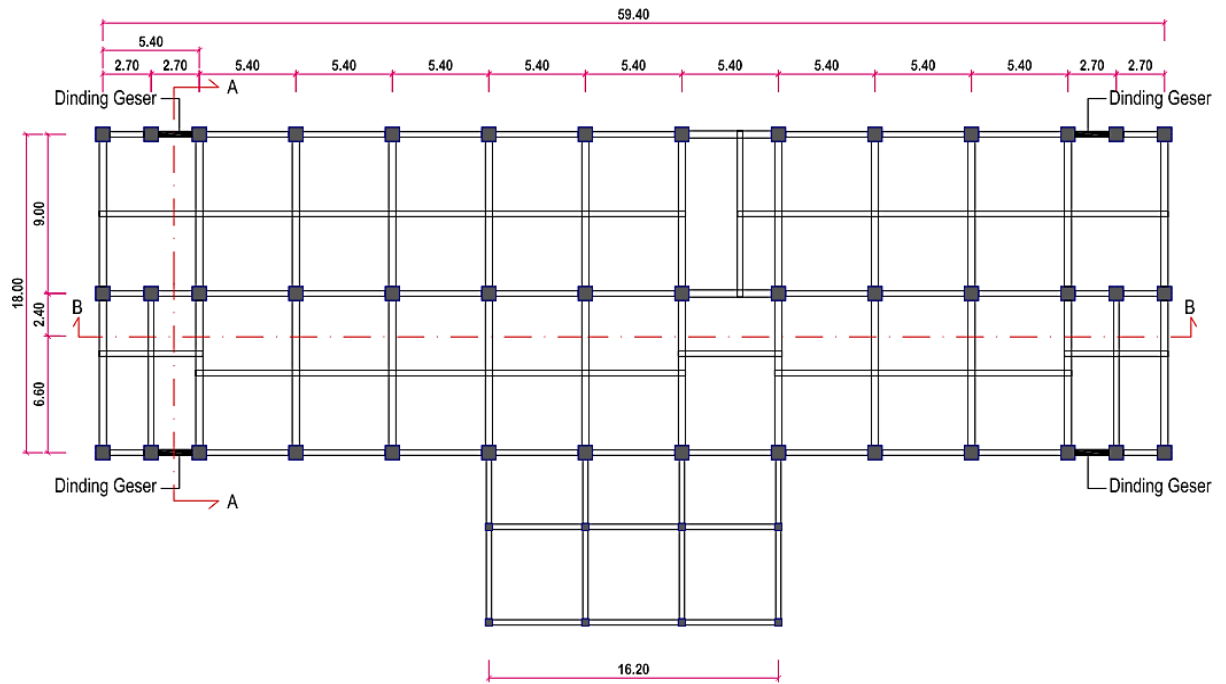
$$E = 4700 \times \sqrt{f_c}$$

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

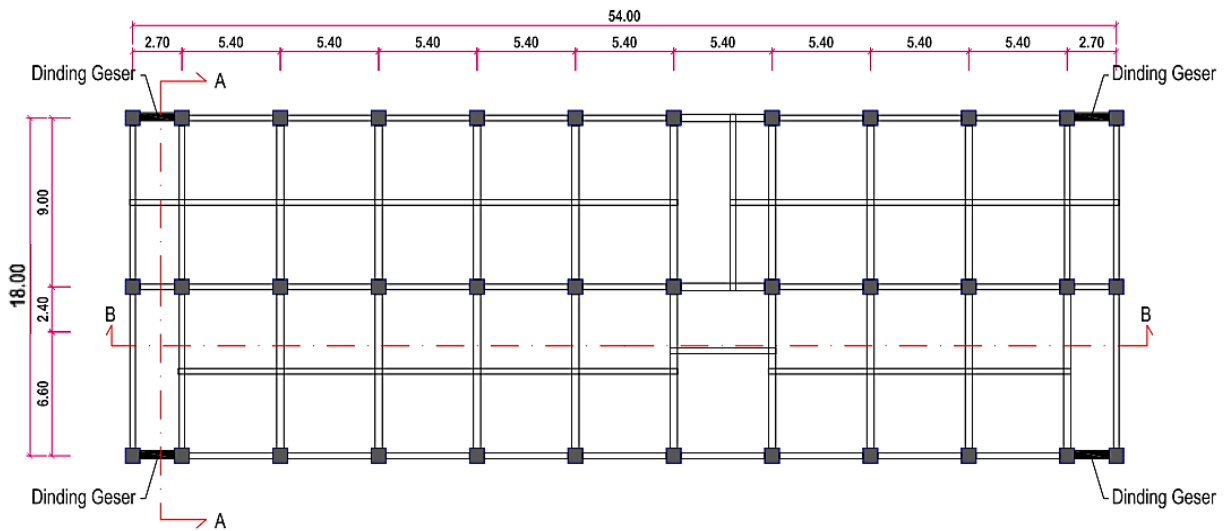
$$E = 25743.96 \text{ Mpa}$$

$$E = 2.574396 \times 10^8 \text{ kN/m}^2$$

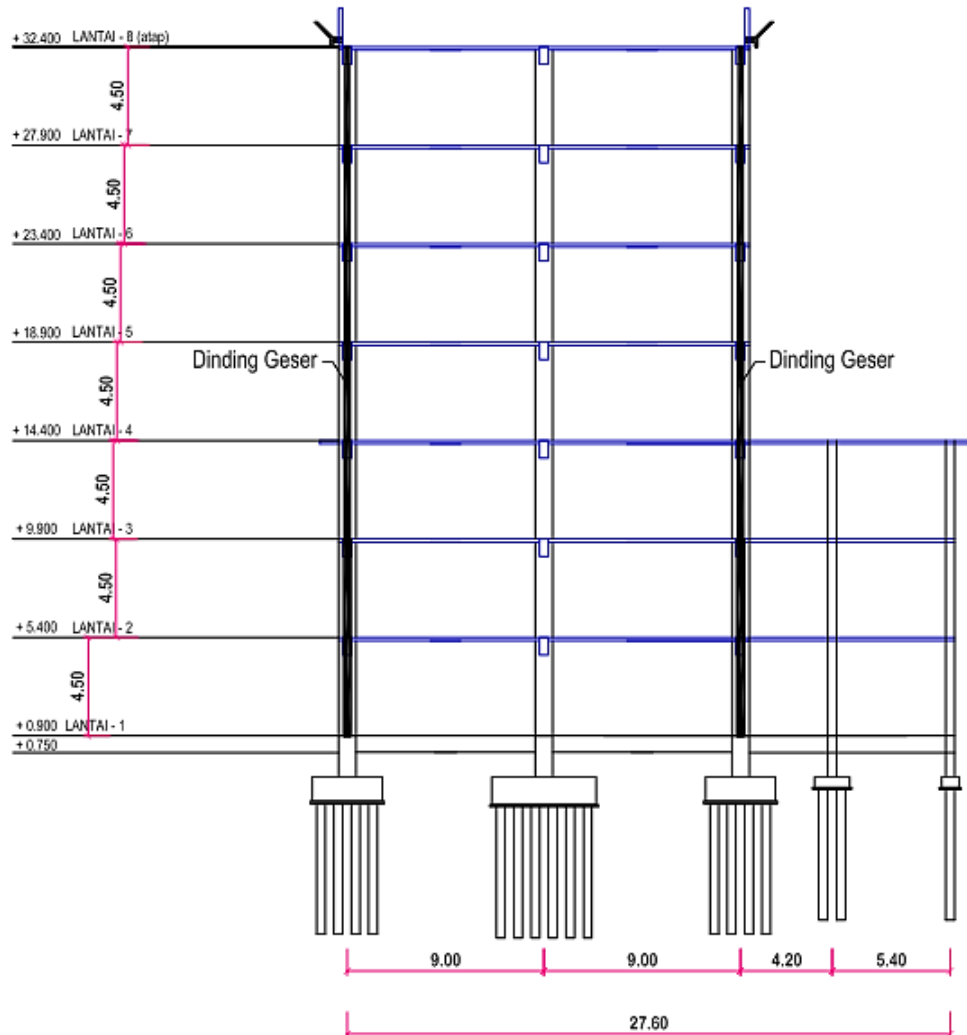
3.2.4 Data Gambar Perencanaan Struktur Sesuai Data Existing Gedung



Gambar 3.2 Denah Struktur Lantai 1 – 3



Gambar 3.3 Denah Struktur Lantai 4 – 7



Gambar 3.4 Potongan Melintang A – A

3.3 Pendimensian Kolom, Balok dan Dinding Geser

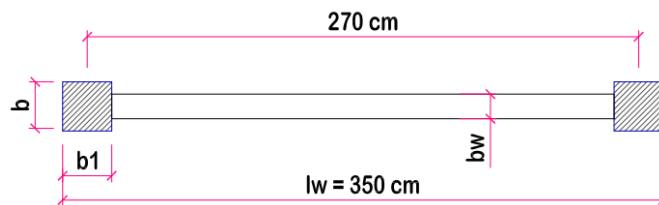
3.3.1 Dimensi Kolom

Dimensi kolom yang digunakan seperti pada gambar rencana Gedung MIPA UB dengan ukuran kolom utama 80/80 dan 40/40, karena yang ditinjau adalah dinding geser.

3.3.2 Dimensi Balok

Karena yang ditinjau adalah dinding geser, maka untuk dimensi kolom yang digunakan seperti yang sudah ada pada gambar rencana Gedung MIPA UB dengan ukuran balok induk 40/80 dan 30/70 untuk balok anak 30/50.

3.3.3 Pendimensian Dinding Geser



Gambar 3.5 Dimensi Penampang Dinding Geser

Tebal Dinding geser (b_w) berdasarkan lebar dinding :

- $l_w = 350 \text{ cm}$
- $b_w = l_w / 25$
 $= 350 / 25$
 $= 14 \text{ cm}$ dipakai $b_w = 20 \text{ cm}$

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

- $h_1 = 4,5 \text{ m}$
- $b_w \geq \frac{1}{16} h_1$
 $\geq \frac{1}{16} \times 4,5$
 $\geq 0,28125 \text{ m} = 28 \text{ cm}$ di pakai $b_w = 30 \text{ cm}$

Maka untuk tebal dinding geser (b_w) dipakai 30 cm

Untuk kontrol panjang dinding geser (l_w) = $l_w < l_{wmaks}$

Diambil type dinding geser dengan l_w terpanjang

- $b_w = 30 \text{ cm}$
- $h_1 = 450 \text{ cm}$
- $l_w = 350 \text{ cm}$
- $l_{wmaks} = 1,6 \cdot h_1$
 $= 1,6 \cdot 450 = 720 \text{ cm}$
- $l_w = 350 \text{ cm} < l_{wmaks} = 720 \text{ cm} \dots \text{ (ok)}$

Perhitungan nilai b dan b_1

- $b \geq b_w$
 $b_w = 30 \text{ cm}$
- $b \geq b_c$
 $b_c = 0,0171 \cdot l_w \cdot \sqrt{\mu_\phi}$
 $= 0,0171 \cdot 350 \cdot \sqrt{5}$
 $= 13,38 \text{ cm}$
- $b \geq \frac{h_i}{16}$
 $\frac{h_i}{16} = \frac{450}{16} = 28 \text{ cm}$
- $b_w \geq \frac{h_i}{16} \geq b_c$
 $30 \geq 28 \geq 13,38$

Karena dimensi kolom 80 cm, maka nilai b yang di pakai ialah 80 cm

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

$$\frac{bc.lw}{10.b} = \frac{13,38 \times 350}{10.30}$$

$$= 15,61 \text{ cm}$$

- $b_1 \geq \frac{bc^2}{b}$

$$\frac{bc^2}{b} = \frac{13,38^2}{30}$$

$$= \frac{179,024}{30}$$

$$= 5,97 \text{ cm}$$

- $b_1 \geq \frac{h_i}{16}$

$$\geq \frac{450}{16}$$

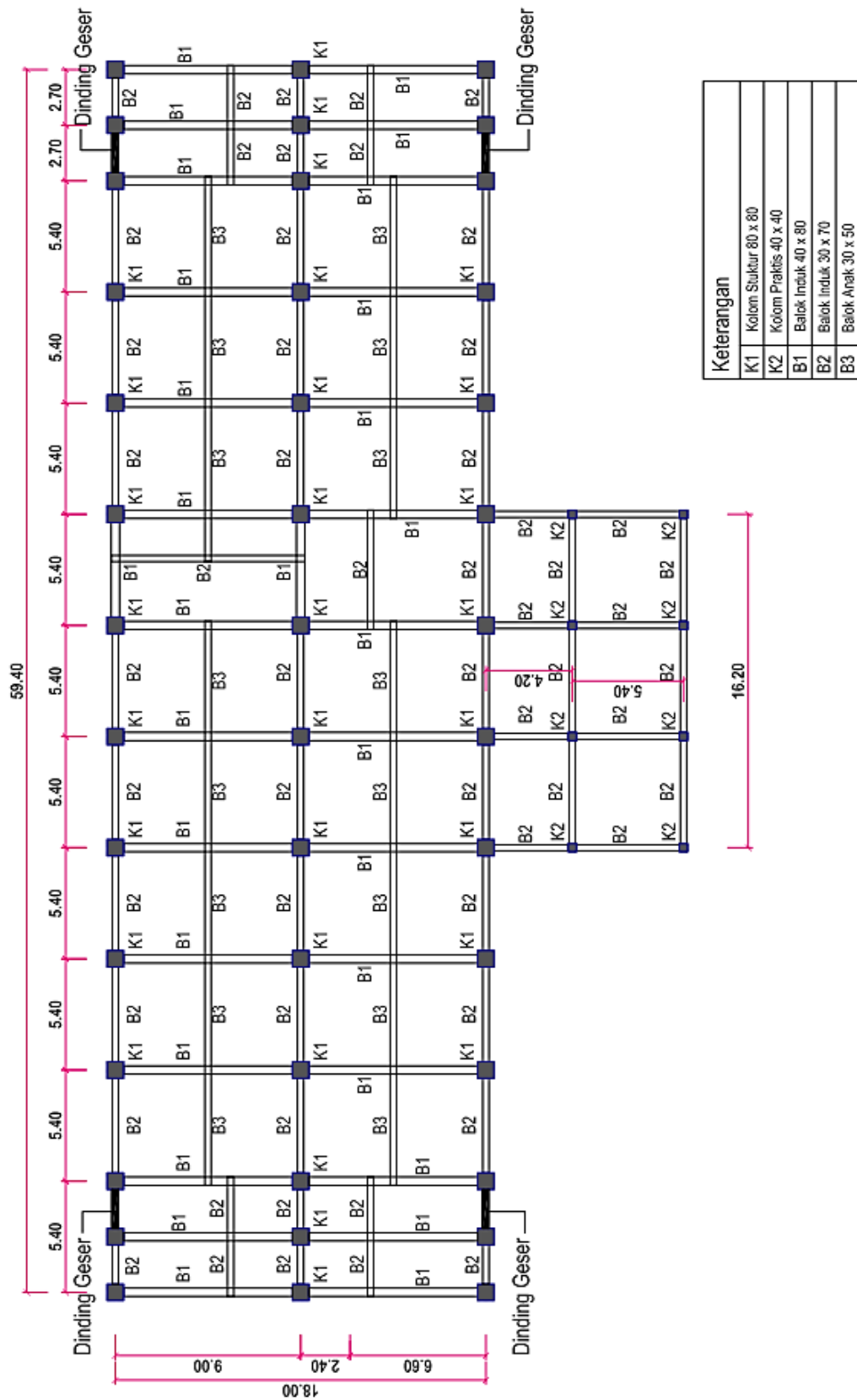
$$\geq 28,125 \text{ cm}$$

Karena dimensi kolom 80 cm, maka nilai b_1 yang di pakai ialah 80 cm

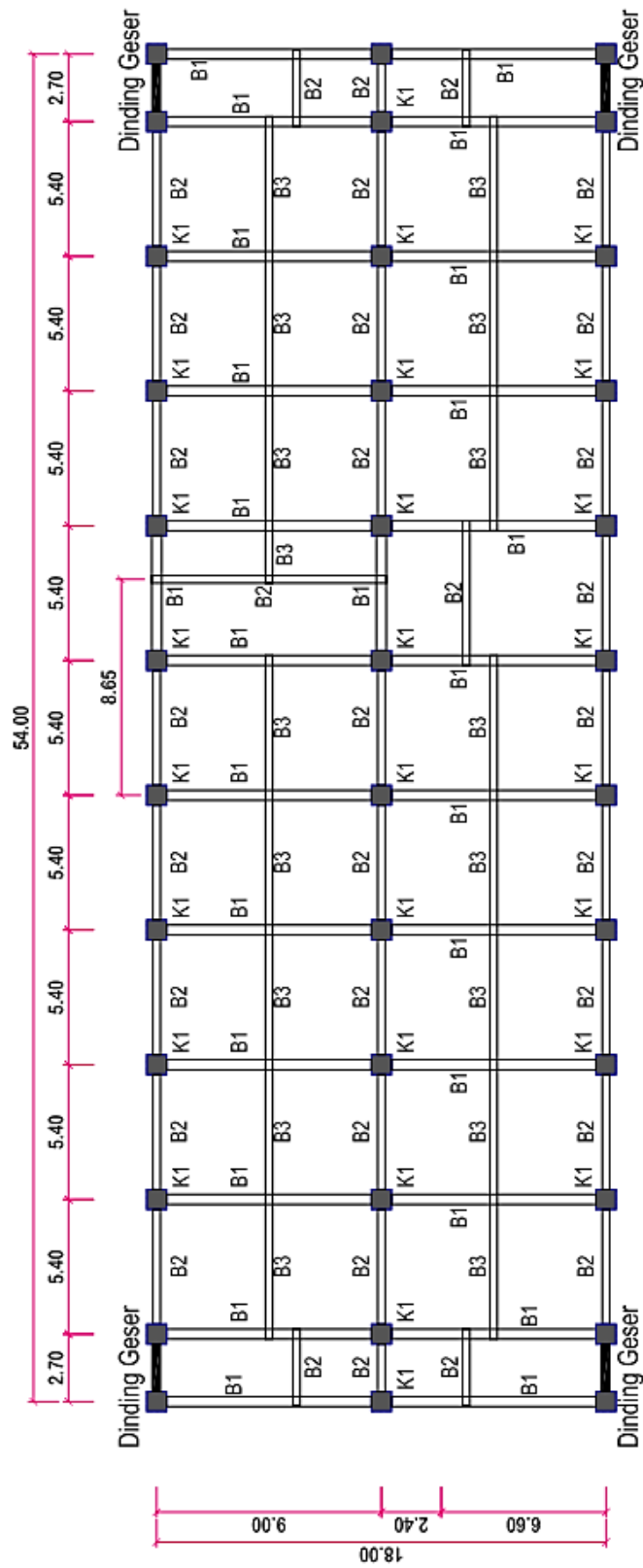
Direncanakan dinding geser berjenjang pada Gedung Mipa Universitas Brawijaya Malang pada tabel 3.1

Tabel 3.1 Dimensi Dinding Geser Berjenjang

Dimensi \ Lantai	1-3	4-5	6-7
lw	350 cm	350 cm	350 cm
bw	40 cm	35 cm	30 cm
b	80 cm	80 cm	80 cm
b_1	80 cm	80 cm	80 cm

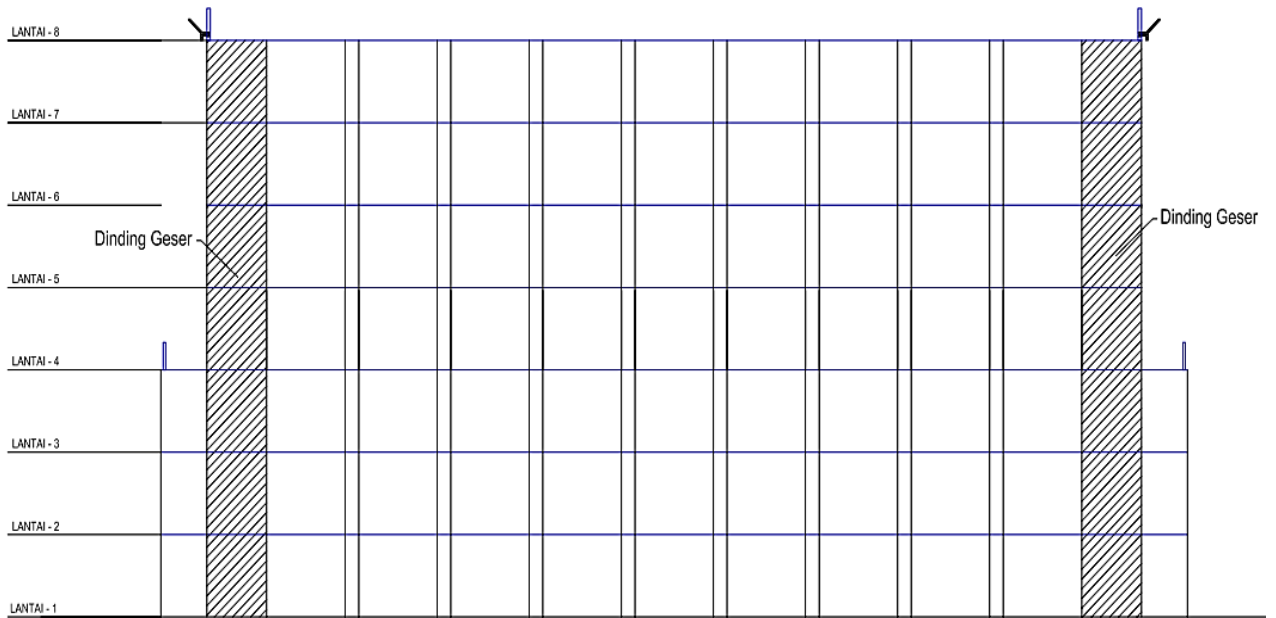


Gambar 3.6 Denah Kolom dan Balok Lt 1 – 3

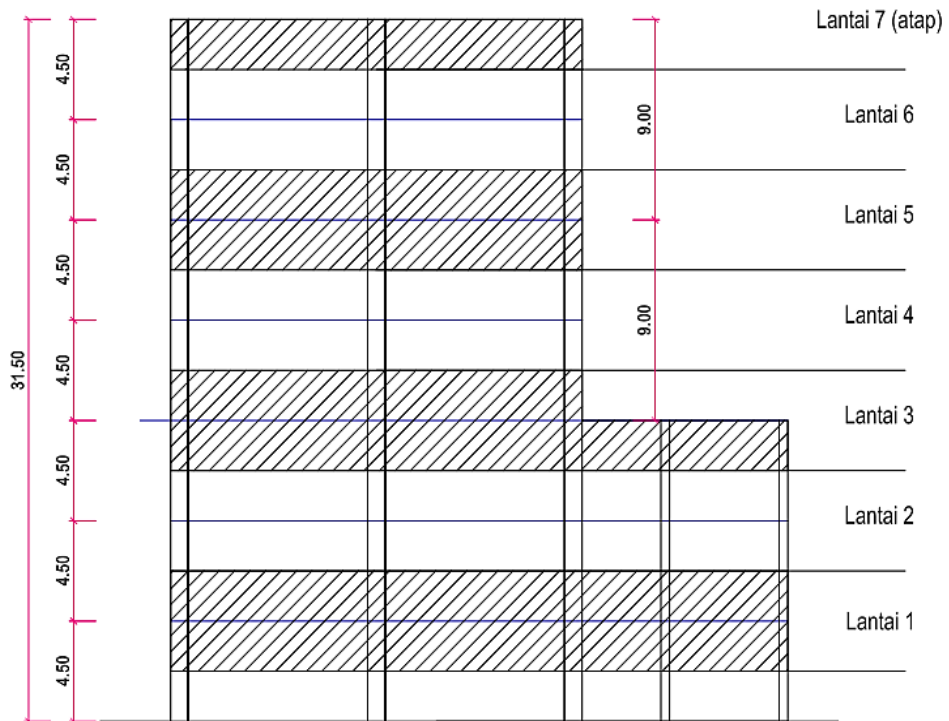


Keterangan	
K1	Kolom Stuktur 60 x 80
K2	Kolom Praktis 40 x 40
B1	Balok Induk 40 x 80
B2	Balok Induk 30 x 70
B3	Balok Anak 30 x 50

Gambar 3.7 Denah Kolom dan Balok Lt 4 - 7



Gambar 3.8 Tampak Depan Dinding Geser

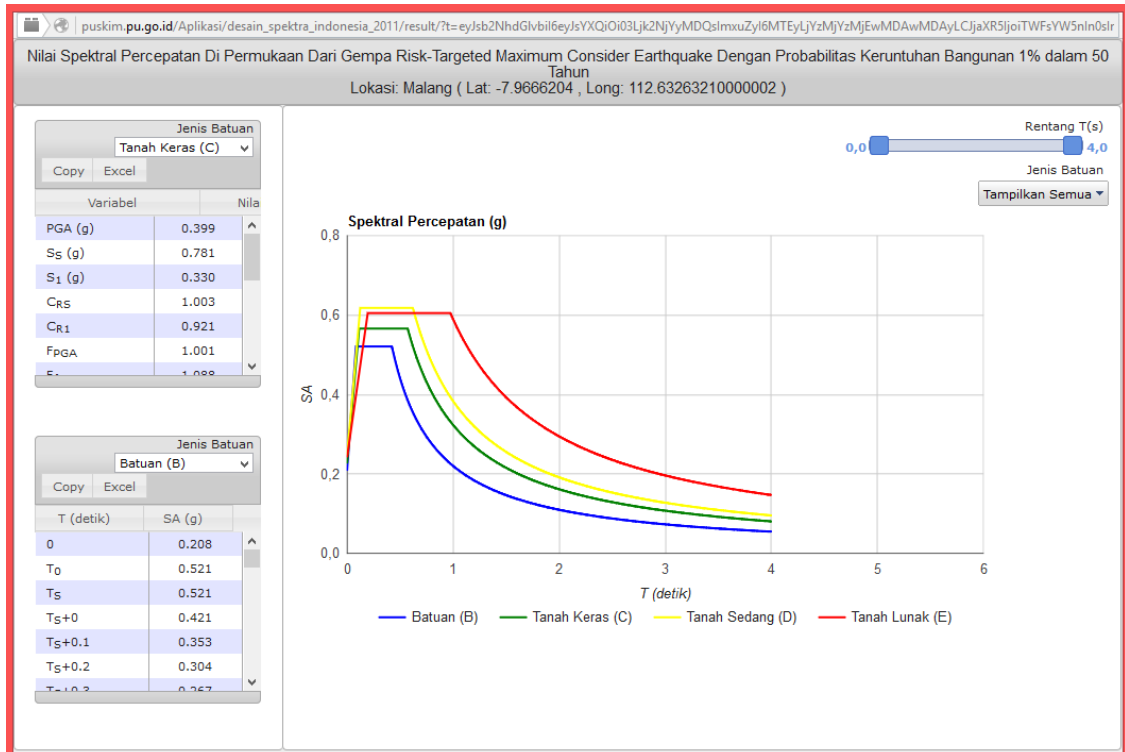


Gambar 3.9 Pembagian Berat Per lantai

3.5 Deskripsi Gedung

- Menentukan nilai S_s (Respon Spektra percepatan 0.2 detik) dan S_1 (Respon Spektra percepatan 0.1 detik)

- Lokasi Gedung : Malang
- Data didapat dari : puskim.pu.go.id



Gambar 3.10 Nilai Spektrum Percepatan Gempa di Kota Malang

Maka didapat $S_s = 0,781$ g

$$S_1 = 0,330$$

- Menentukan Kategori Resiko Bangunan dan Faktor, I_e

Fungsi bangunan : Gedung Kuliah, maka termasuk kategori resiko IV (tabel 2.5) dan factor keutamaan gempa ialah (I_e) 1,5 (tabel 2.6)

- Menentukan Kategori Desain Seismik (KDS)

Tabel 3.3 Klasifikasi Situs

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

Sumber : Pasal 5.3 SNI 1726 :2012

4. Menentukan Koefisien Situs F_a dan F_v

Untuk tanah di daerah Malang = Tanah Sedang (SD)

Koefisien situs F_a

- $0,75 S_s = 1,2$ (tabel 2.2 hal 21)

- $0,781 S_s = F_a$

- $1 S_s = 1$ (tabel 2.2 hal 21)

Maka untuk mencari nilai F_a pada menggunakan interpolasi

$$F_a = 1,2 - \frac{0,781-0,75}{1-0,75} \times (1 - 1,2) = 1,175$$

Untuk nilai $S_s = 0,781$ g

maka didapat $F_a = 1,175$

Koefisien situs F_v

- Untuk tanah di daerah batu = tanah sedang (SD)
- $0,3 S_1 = 1,8$ (tabel 2.3 hal 22)
- $0,330 S_1 = F_a$
- $0,4 S_1 = 1,6$ (tabel 2.3 hal 22)

Maka untuk mencari nilai F_a pada menggunakan interpolasi

$$F_v = 1,8 - \frac{0,330-0,3}{0,4-0,3} \times (1,6 - 1,8) = 1,740$$

Untuk nilai $S_I = 0,330$ g maka didapat $F_v = 1,740$

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

$$\begin{aligned} S_{DS} &= 2/3 F_a \cdot S_s & S_{DI} &= 2/3 F_v \cdot S_1 \\ &= 2/3 \cdot 1,175 \cdot 0,781 & &= 2/3 \cdot 1,740 \cdot 0,330 \\ &= 0,612 \text{ g} & &= 0,383 \text{ g} \end{aligned}$$

Tabel 3.4 Kategori desain seismik berdasarkan parameter respons percepatan pada periode pendek

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

Sumber : Pasal 6.5 SNI 1726 :2012

Untuk nilai $S_{DS} = 0,612$ maka termasuk kategori desain seismik D.

Tabel 3.5 Kategori desain seismik berdasarkan parameter respons percepatan pada periode 1 detik

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

Sumber : Pasal 6.5 SNI 1726 :2012

Untuk nilai $S_{D1} = 0,383$ maka termasuk kategori desain seismik D.

6. Membuat Spektrum Respon Design

$$T_o = 0,2 (S_{D1} / S_{DS})$$

$$= 0,2 (0,383 / 0,612)$$

$$= 0,125$$

$$T_s = (S_{D1} / S_{DS})$$

$$= 0,383 / 0,612$$

$$= 0,626$$

Perkiraan perioda fundamental alami

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

$$T_a = 0,1 N$$

Dimana : N = Jumlah tingkat

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

$$= 0,7$$

Batas Perioda maksimum

$$T_{max} = C_u T_a$$

Dimana : C_u = Koefisien batas atas pada periode yang dihitung

$S_{DS} = 0,612$ maka $C_u = 1,4$

Tabel 3.6 Koefisien untuk batas atas pada periode yang dihitung

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

Tabel 3.7 Nilai Parameter Pendekatan C_t dan x

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

- Tipe struktur penahan gaya lateral x dan arah y adalah dinding geser maka termasuk tipe Rangka Beton Pemikul Momen.

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

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

$$C_t = 0,0466$$

$$h_n = 31,5 \text{ m}$$

$$x = 0,9$$

Maka

$$T_a = 0,0466 \times 31,5^{0,9}$$

$$= 1,04 \text{ Detik}$$

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

$$C_t = 0,0466$$

$$h_n = 31,5 \text{ m}$$

$$x = 0,9$$

Maka

$$T_a = 0,0466 \times 31,5^{0,9}$$

$$= 1,04 \text{ Detik}$$

$$T_{\max 1} = 1,4 \times 1,04$$

$$= 1,455 \text{ Detik}$$

$$T_{\max 2} = 1,4 \times 1,04$$

$$= 1,455 \text{ Detik}$$

Maka

$$T_1 = 1,455 \text{ detik}$$

$$T_2 = 1,04 \text{ detik}$$

Batasan Penggunaan Prosedur Analisis Gaya Lateral Ekuivalen (ELV)

$$\text{Cek } T_s = \frac{S_{D1}}{S_{DS}}$$

$$= \frac{0,383}{0,612}$$

$$= 0,626$$

Menentukan Faktor R, C_d dan Ω

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

- R (Koefisien modifikasi Respons) = 6,5
- Ω₀ (Faktor Kuat lebih sistem) = 2,5
- C_d (Faktor kuat lebih sistem) = 5

7. Menghitung Nilai Base Shear

$$V = C_s \cdot W$$

Dimana : C_s = koefisien respon seismik

$$C_s = \frac{S_{DS}}{\left(\frac{R}{T_e}\right)} = \frac{0,612}{\left(\frac{6,5}{1,3}\right)} = 0,141$$

W = Berat seismik efektif

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

$$C_s x = \frac{0,383}{1,455\left(\frac{6,5}{1,5}\right)}$$

$$= 0,061$$

$$C_s y = \frac{0,383}{1,04\left(\frac{6,5}{1,5}\right)}$$

$$= 0,085$$

Digunakan nilai C_s yang terkecil yakni C_s yang dipakai 0,061

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

$$= 0,044 \times 0,612 \times 1,5 \geq 0,01$$

$$= 0,04 \geq 0,01 \quad (\text{OK})$$

$$\text{Maka nilai } V_x = 0,061 \cdot W$$

$$= 0,061 \cdot 60.989,99$$

$$= 3.701,82 \text{ kN}$$

$$V_y = 0,061 \cdot W$$

$$= 0,061 \cdot 60.989,99$$

$$= 3.701,82 \text{ kN}$$

8. Menghitung Gaya Gempa Lateral F_x

$$T_x = 1,455 \text{ melalui interpolasi didapat } = 1,478$$

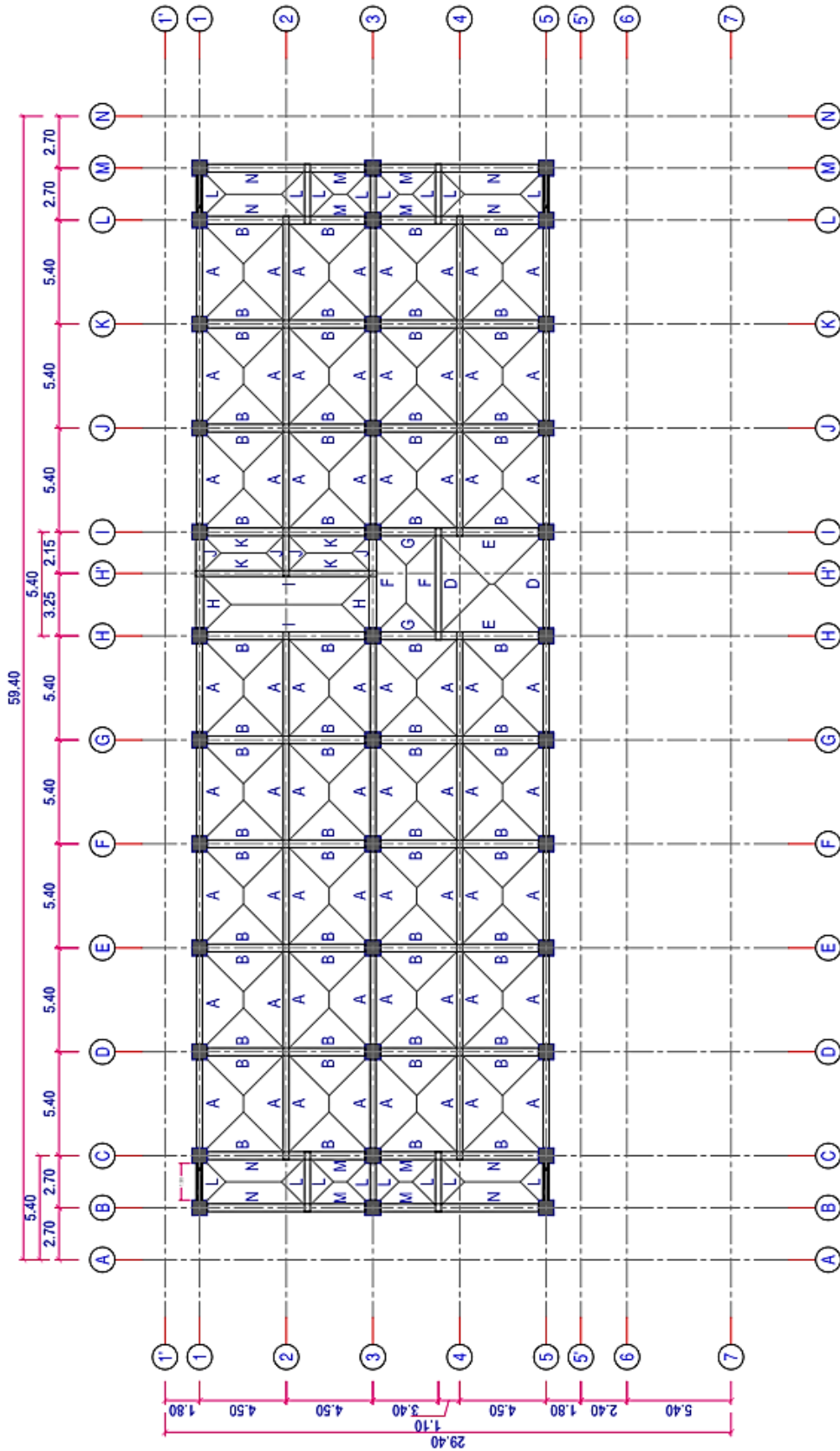
$$T_y = 1,04 \text{ melalui interpolasi didapat } = 1,270$$

$$V_x = 3.701,82 \text{ kN}$$

$$V_y = 3.701,82 \text{ kN}$$

Tabel 3.8 Gaya Gempa Lateral

No	Tingkat	hi (m)	wi (kN)	$w_i \cdot h_i^{kx}$ (kNm)	$w_i \cdot h_i^{kz}$ (kNm)	Fx (kN)	Fz (kN)
1	7 (Atap)	31.50	6.424,32	1.051.740,97	513.311,12	981,04	895,21
2	6	27.00	6.497,87	847.079,15	426.889,46	790,13	744,49
3	5	22.50	6.518,39	649.061,31	339.735,15	605,43	592,50
4	4	18.00	6.538,91	468.214,67	256.713,83	436,74	447,71
5	3	13.50	11.618,60	543.837,12	316.555,83	507,28	552,07
6	2	9.00	11.695,95	300.702,68	190.428,34	280,49	332,11
7	1	4.50	11.695,95	107.969,15	78.973,98	100,71	137,73
Total			60.989,99	3.968.605,05	2.122.607,71	3.701,82	3.701,82



Gambar 3.12 Denah Perataan Beban Lantai 4 – 7

3.7 Perhitungan Pembebanan

3.8 Perhitungan Balok T dan L

3.9 Analisa Statika Pada STAAD PRO

3.9.1 Input Beban

- **Beban Mati**

Untuk memasukkan beban mati pada Staad Pro menggunakan perhitungan beban mati yang bekerja pada balok sesuai dengan perhitungan pembebanan.

- **Beban Hidup**

Untuk memasukkan beban mati pada Staad Pro menggunakan perhitungan beban hidup yang bekerja pada balok sesuai dengan perhitungan pembebanan.

- **Beban Gempa**

Beban gempa menggunakan Statik Ekuivalen. Beban gempa diletakkan secara horizontal pada titik pusat massa gedung setiap lantai, koordinat pada pusat massa setiap lantai didapatkan dari program Staad Pro dengan perintah CG, yang tertera pada tabel dibawah.

- **Kombinasi Pembebanan**

Untuk perhitungan kombinasi pembebanan dengan cara atau rumus yang tertera pada SNI 2847-2013 ps. 9.2 hal 65 tentang Kekuatan perlu, dengan kombinasi faktor beban sebagai berikut :

1. $U = 1,4 DL$

2. $U = 1,2 DL + 1,6 LL$

3. $U = 1,2 DL + 0,5 LL + 0,5 E$

4. $U = 1,2 DL + 0,5 LL - 0,5 E$

5. $U = 0,9 DL + 1,0 E$

6. $U = 0,9 DL - 1,0 E$

Tabel 3.10 Momen, Gaya Geser, dan Maksimum

Lantai	Beam	Node	FX		FY		FZ		MX		MZ	
			kN		kN		kN		kNm		kNm	
			(+)	(-)	(+)	(-)	(+)	(-)	(+)	(-)	(+)	(-)
1	1115	975	1.784,511	1.637,390	440,880	423,866	638,535	320,635	122,916	117,826	1.470,875	1.490,775
		475	1.637,390	1.784,511	423,866	440,880	320,635	638,535	117,826	122,916	1.482,824	1.501,206
2	1124	971	1.298,806	1.256,209	674,759	651,410	974,185	628,015	123,030	121,257	1.621,868	1.644,514
		489	1.256,209	1.298,806	651,410	674,759	628,015	974,185	121,257	123,030	1.843,804	1.873,693
3	1133	967	1.234,729	1.206,081	716,103	691,121	1.040,755	700,380	118,693	113,854	1.642,313	1.665,615
		503	1.206,081	1.234,729	691,121	716,103	700,380	1.040,755	113,854	118,693	1.912,710	1.945,617
4	64	933	977,707	976,884	548,642	543,020	844,485	414,650	110,401	91,569	1.563,043	1.567,210
		44	976,884	977,707	543,020	548,642	414,650	844,485	91,569	110,401	1.883,751	1.892,233
5	1061	958	899,947	862,881	795,944	751,941	1.084,571	1.082,922	143,049	137,984	1.983,843	2.019,930
		530	862,881	899,947	751,941	795,944	1.082,922	1.084,571	137,984	143,049	2.606,843	2.671,051
6	1072	964	682,943	665,921	404,511	389,293	797,020	658,865	140,757	138,286	1.353,681	1.367,723
		544	665,921	682,943	389,293	404,511	658,865	797,020	138,286	140,757	1.522,427	1.542,427
7	191	980	546,736	543,836	546,161	538,906	894,268	823,104	133,852	127,787	1.423,543	1.430,517
		549	543,836	546,736	538,906	546,161	823,104	894,268	127,787	133,852	1.788,995	1.798,344

3.4 Perhitungan Berat Sendiri Bangunan dan Beban Gempa

Pembebanan Lantai 1

Beban Mati (WDL)

Berat Plat lantai t = 12 cm	=	$(1069 + 117) \times 0,12 \times 24$	=	3.416,60 kN
Berat Kolom (80/80)	=	$3,7 \times 0,8 \times 0,8 \times 24 \times 34$	=	1.932,29 kN
Berat Kolom (40/40)	=	$3,7 \times 0,4 \times 0,4 \times 24 \times 8$	=	113,66 kN
Berat Balok (40/80)	=	$216 \times 0,4 \times 0,68 \times 24$	=	1.410,05 kN
Berat Balok (30/70)	=	$37,8 \times 0,3 \times 0,58 \times 24$	=	157,85 kN
Berat Balok (30/60)	=	$214 \times 0,3 \times 0,48 \times 24$	=	739,58 kN
Berat Balok (30/50)	=	$97,2 \times 0,3 \times 0,38 \times 24$	=	265,94 kN
Berat keramik per cm	=	$(1069 + 117) \times 0,24$	=	284,72 kN
Berat Spesi tebal 4 cm	=	$(1069 + 117) \times 0,84$	=	996,51 kN
Berat dinding geser bw = 35 cm	=	$4,5 \times 3,5 + 0,35 \times 24 \times 4$	=	529,20 kN
Berat dinding memanjang	=	$3,9 \times 0,15 \times 146 \times 6,5$	=	554,40 kN
Berat dinding melintang	=	$3,7 \times 0,15 \times 72 \times 6,5$	=	259,74 kN
				<hr/>
				10.660,55 kN

Beban Hidup (WLL)

Beban guna	=	$(1069 + 117) \times 1,92 \times 0,3$	=	683,32 kN
Beban Total	=	WDL + WLL	=	11.343,87 kN

Pembebanan Lantai 2

Beban Mati (WDL)

Berat Plat lantai t = 12 cm	=	$(1069 + 117) \times 0,12 \times 24$	=	3.416,60 kN
Berat Kolom (80/80)	=	$3,7 \times 0,8 \times 0,8 \times 24 \times 34$	=	1.932,29 kN
Berat Kolom (40/40)	=	$3,7 \times 0,4 \times 0,4 \times 24 \times 8$	=	113,66 kN
Berat Balok (40/80)	=	$216 \times 0,4 \times 0,68 \times 24$	=	1.410,05 kN
Berat Balok (30/70)	=	$37,8 \times 0,3 \times 0,58 \times 24$	=	157,85 kN
Berat Balok (30/60)	=	$214 \times 0,3 \times 0,48 \times 24$	=	739,58 kN
Berat Balok (30/50)	=	$97,2 \times 0,3 \times 0,38 \times 24$	=	265,94 kN
Berat keramik per cm	=	$(1069 + 117) \times 0,24$	=	284,72 kN
Berat Spesi tebal 4 cm	=	$(1069 + 117) \times 0,84$	=	996,51 kN
Berat dinding geser bw = 35 cm	=	$4,5 \times 3,5 + 0,35 \times 24 \times 4$	=	529,20 kN
Berat dinding memanjang	=	$3,9 \times 0,15 \times 146 \times 6,5$	=	554,40 kN
Berat dinding melintang	=	$3,7 \times 0,15 \times 72 \times 6,5$	=	259,74 kN
				<hr/>
				10.660,55 kN

Beban Hidup (WLL)

Beban guna	=	$(1069 + 117) \times 1,92 \times 0,3$	=	683,32 kN
Beban Total	=	WDL + WLL	=	11.343,87 kN

Pembebanan Lantai 3

Beban Mati (WDL)

Berat Plat lantai t = 12 cm	=	$(1069 + 117) \times 0,12 \times 24$	=	3.416,60 kN
Berat Kolom (80/80)	=	$3,7 \times 0,8 \times 0,8 \times 24 \times 34$	=	1.932,29 kN
Berat Kolom (40/40)	=	$1,85 \times 0,4 \times 0,4 \times 24 \times 8$	=	56,83 kN
Berat Balok (40/80)	=	$216 \times 0,4 \times 0,68 \times 24$	=	1.410,05 kN
Berat Balok (30/70)	=	$37,8 \times 0,3 \times 0,58 \times 24$	=	157,85 kN
Berat Balok (30/60)	=	$214 \times 0,3 \times 0,48 \times 24$	=	739,58 kN
Berat Balok (30/50)	=	$97,2 \times 0,3 \times 0,38 \times 24$	=	265,94 kN
Berat keramik per cm	=	$(1069 + 117) \times 0,24$	=	284,72 kN
Berat Spesi tebal 4 cm	=	$(1069 + 117) \times 0,84$	=	996,51 kN
Berat dinding geser bw = 35 cm	=	$2,25 \times 3,5 \times 0,35 \times 24 \times 4$	=	264,60 kN
Berat dinding geser bw = 30 cm	=	$2,25 \times 3,5 \times 0,3 \times 24 \times 4$	=	226,80 kN
Berat dinding memanjang	=	$3,9 \times 0,15 \times 146 \times 6,5$	=	554,40 kN
Berat dinding melintang	=	$3,7 \times 0,15 \times 72 \times 6,5$	=	259,74 kN
				<u>10.565,92 kN</u>

Beban Hidup (WLL)

Beban guna	=	$(1069 + 117) \times 1,92 \times 0,3$	=	683,32 kN
Beban Total	=	WDL + WLL	=	11.249,24 kN

Pembebanan Lantai 4

Beban Mati (WDL)

Berat Plat lantai t = 12 cm	=	$54 \times 18 \times 0,12 \times 24$	=	2.799,36 kN
Berat Kolom (80/80)	=	$3,8 \times 0,8 \times 0,8 \times 24 \times 34$	=	1.984,51 kN
Berat Balok (40/80)	=	$216 \times 0,4 \times 0,68 \times 24$	=	1.410,05 kN
Berat Balok (30/70)	=	$37,8 \times 0,3 \times 0,58 \times 24$	=	157,85 kN
Berat Balok (30/60)	=	$214 \times 0,3 \times 0,48 \times 24$	=	739,58 kN
Berat Balok (30/50)	=	$97,2 \times 0,3 \times 0,38 \times 24$	=	265,94 kN
Berat keramik per cm	=	$54 \times 18 \times 0,24$	=	233,28 kN
Berat Spesi tebal 4 cm	=	$54 \times 18 \times 0,84$	=	816,48 kN
Berat dinding geser bw = 30 cm	=	$4,5 \times 3,5 \times 0,3 \times 24 \times 4$	=	453,60 kN
Berat dinding memanjang	=	$3,9 \times 0,15 \times 146 \times 6,5$	=	554,40 kN
Berat dinding melintang	=	$3,7 \times 0,15 \times 72 \times 6,5$	=	259,74 kN
				<u>9.674,80 kN</u>

Beban Hidup (WLL)

Beban guna	=	$54 \times 18 \times 1,92 \times 0,3$	=	559,87 kN
Beban Total	=	WDL + WLL	=	10.234,67 kN

Pembebanan Lantai 5

Beban Mati (WDL)

Berat Plat lantai t = 12 cm	=	54	x	18	x	0,12	x	24	=	2.799,36 kN
Berat Kolom (80/80)	=	3,8	x	0,8	x	0,8	x	24 x 34	=	1.984,51 kN
Berat Balok (40/80)	=	216	x	0,4	x	0,68	x	24	=	1.410,05 kN
Berat Balok (30/70)	=	37,8	x	0,3	x	0,58	x	24	=	157,85 kN
Berat Balok (30/60)	=	214	x	0,3	x	0,48	x	24	=	739,58 kN
Berat Balok (30/50)	=	97,2	x	0,3	x	0,38	x	24	=	265,94 kN
Berat keramik per cm	=	54	x	18	x	0,24			=	233,28 kN
Berat Spesi tebal 4 cm	=	54	x	18	x	0,84			=	816,48 kN
Berat dinding geser bw = 30 cm	=	2,25	x	3,5	x	0,3	x	24 x 4	=	226,80 kN
Berat dinding geser bw = 25 cm	=	2,25	x	3,5	x	0,25	x	24 x 4	=	189,00 kN
Berat dinding memanjang	=	3,9	x	0,15	x	146	x	6,5	=	554,40 kN
Berat dinding melintang	=	3,7	x	0,15	x	72	x	6,5	=	259,74 kN
									=	<u>9.637,00 kN</u>

Beban Hidup (WLL)

$$\text{Beban guna} = 54 \times 18 \times 1,92 \times 0,3 = 559,87 \text{ kN}$$

$$\text{Beban Total} = \text{WDL} + \text{WLL} = \mathbf{10.196,87 \text{ kN}}$$

Pembebanan Lantai 6

Beban Mati (WDL)

Berat Plat lantai t = 12 cm	=	54	x	18	x	0,12	x	24	=	2.799,36 kN
Berat Kolom (80/80)	=	3,8	x	0,8	x	0,8	x	24 x 34	=	1.984,51 kN
Berat Balok (40/80)	=	216	x	0,4	x	0,68	x	24	=	1.410,05 kN
Berat Balok (30/70)	=	37,8	x	0,3	x	0,58	x	24	=	157,85 kN
Berat Balok (30/60)	=	214	x	0,3	x	0,48	x	24	=	739,58 kN
Berat Balok (30/50)	=	97,2	x	0,3	x	0,38	x	24	=	265,94 kN
Berat keramik per cm	=	54	x	18	x	0,24			=	233,28 kN
Berat Spesi tebal 4 cm	=	54	x	18	x	0,84			=	816,48 kN
Berat dinding geser bw = 25 cm	=	4,5	x	(0,58 + 0,3)	x	24	x	4	=	378,00 kN
Berat dinding memanjang	=	3,9	x	0,15	x	146	x	6,5	=	554,40 kN
Berat dinding melintang	=	3,7	x	0,15	x	72	x	6,5	=	259,74 kN
									=	<u>9.599,20 kN</u>

Beban Hidup (WLL)

$$\text{Beban guna} = 54 \times 18 \times 1,92 \times 0,3 = 559,87 \text{ kN}$$

$$\text{Beban Total} = \text{WDL} + \text{WLL} = \mathbf{10.159,07 \text{ kN}}$$

Pembebanan Lantai 7 (atap)

Beban Mati (WDL)

Berat Plat lantai t = 12 cm	=	54 x 18 x 0,12 x 24	=	2.799,36 kN
Berat Kolom (80/80)	=	1,55 x 0,8 x 0,8 x 24 x 34	=	809,47 kN
Berat Balok (40/80)	=	216 x 0,4 x 0,68 x 24	=	1.410,05 kN
Berat Balok (30/70)	=	37,8 x 0,3 x 0,58 x 24	=	157,85 kN
Berat Balok (30/60)	=	214 x 0,3 x 0,48 x 24	=	739,58 kN
Berat Balok (30/50)	=	97,2 x 0,3 x 0,38 x 24	=	265,94 kN
Berat keramik per cm	=	54 x 18 x 0,24	=	233,28 kN
Berat Spesi tebal 4 cm	=	54 x 18 x 0,84	=	816,48 kN
Berat dinding geser bw = 25 cm	=	2,25 x (3,08 + 0,3) x 24 x 4	=	729,00 kN
Berat dinding memanjang	=	3,9 x 0,15 x 146 x 6,5	=	554,40 kN
Berat dinding melintang	=	3,7 x 0,15 x 72 x 6,5	=	259,74 kN
				<u>8.775,16 kN</u>

Beban Hidup (WLL)

Beban hidup atap	=	54 x 18 x 4,79 x 0,3	=	1.396,76 kN
Beban Air hujan	=	54 x 18 x 10 x 0,05 x 0,3	=	145,80 kN
				<u>1.542,56 kN</u>

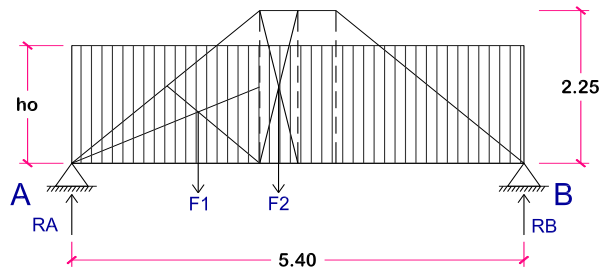
Beban Total = WDL + WLL = **10.317,72 kN**

Tabel 3.2 Beban Total Berat Sendiri Bangunan dan Beban Gempa

No	Tingkat	hi (m)	Wi (kN)
1	7 (Atap)	31,50	10.317,72
2	6	27,00	10.159,07
3	5	22,50	10.196,87
4	4	18,00	10.234,67
5	3	13,50	11.249,24
6	2	9,00	11.343,87
7	1	4,50	11.343,87
Jumlah			74.845,31

3.6 Perhitungan Perataan Beban Plat Tributary Area

- Tipe A



$$F1 = \frac{1}{2} \times 2,25 \times 2,25 = 2,531 \text{ m}^2$$

$$F2 = 0,45 \times 2,25 = 1,013 \text{ m}^2$$

$$RA = RB = F1 + F2 = 2,53 + 1,01 = 3,54 \text{ m}^2$$

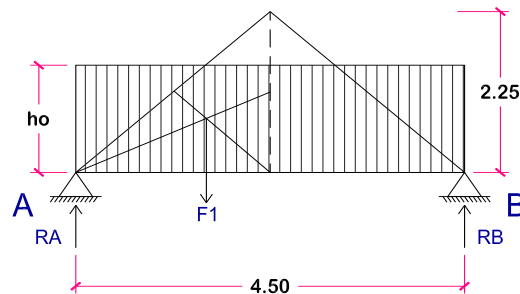
$$\begin{aligned} M_{\max 1} &= RA \times 2,70 - F1 \left[\frac{1}{3} \times 2,25 + 0,45 \right] - F2 \left[0,225 \right] \\ &= 3,54 \times 2,70 - 2,53 \left[0,33 \times 2,25 + 0,45 \right] - 1,01 \left[0,225 \right] \\ &= 6,303 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

$$M_{\max 2} = \frac{1}{8} \times ha \times L^2 = 0,13 \times ha \times [5,40]^2 = 3,65 \text{ ha}$$

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

$$6,30 = 3,65 \text{ ha} \longrightarrow \text{ha} = 1,73 \text{ m} < 2,25 \text{ m} \text{ ----- Ok}$$

- Tipe B



$$F1 = 0,50 \times 2,25 \times 2,25 = 2,53 \text{ m}^2$$

$$RA = RB = F1 = 2,53 \text{ m}^2$$

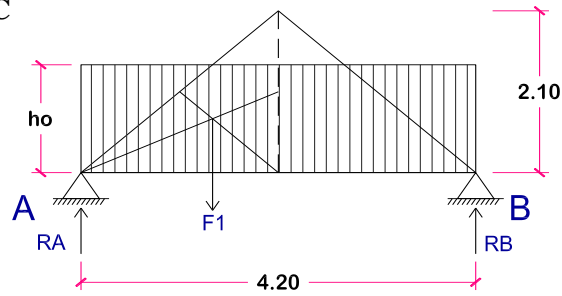
$$\begin{aligned} M_{\max 1} &= RA \times 2,25 - F1 \left[\frac{1}{3} \times 2,25 \right] \\ &= 2,53 \times 2,25 - 2,53 \left[0,33 \times 2,25 \right] \\ &= 3,797 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

$$M_{\max 2} = \frac{1}{8} \times ha \times L^2 = 0,13 \times ha \times [4,50]^2 = 2,53 \text{ ha}$$

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

$$3,80 = 2,5 \text{ ha} \longrightarrow \text{ha} = 1,50 \text{ m} < 2,25 \text{ m} \text{ ----- Ok}$$

• **Tipe C**



$$F1 = 0,50 \times 2,10 \times 2,10 = 2,21 \text{ m}^2$$

$$RA = RB = F1 = 2,21 \text{ m}^2$$

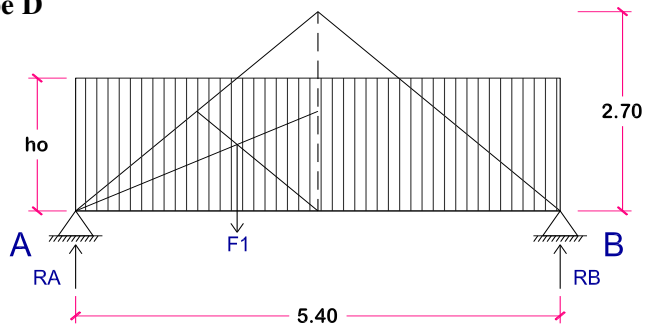
$$\begin{aligned} M_{\max 1} &= RA \times 2,10 - F1 \left[\frac{1}{3} \times 2,10 \right] \\ &= 2,21 \times 2,10 - 2,21 \left[0,33 \times 2,10 \right] \\ &= 3,087 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

$$M_{\max 2} = \frac{1}{8} \times ha \times L^2 = 0,13 \times ha \times [4,20]^2 = 2,21 \text{ ha}$$

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

$$3,09 = 2,2 \text{ ha} \longrightarrow ha = 1,40 \text{ m} < 2,10 \text{ m} \text{ ----- Ok}$$

• **Tipe D**



$$F1 = 0,50 \times 2,70 \times 2,70 = 3,65 \text{ m}^2$$

$$RA = RB = F1 = 3,65 \text{ m}^2$$

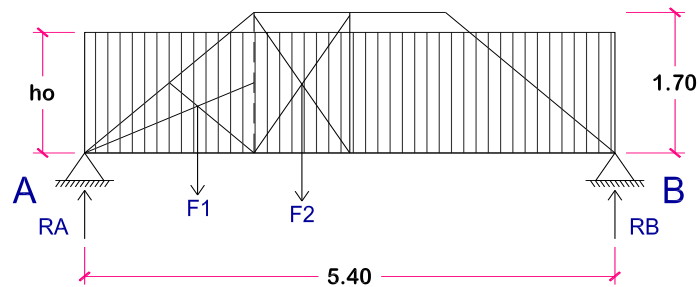
$$\begin{aligned} M_{\max 1} &= RA \times 2,70 - F1 \left[\frac{1}{3} \times 2,70 \right] \\ &= 3,65 \times 2,70 - 3,65 \left[0,33 \times 2,70 \right] \\ &= 6,561 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

$$M_{\max 2} = \frac{1}{8} \times ha \times L^2 = 0,13 \times ha \times [5,40]^2 = 3,65 \text{ ha}$$

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

$$6,56 = 3,6 \text{ ha} \longrightarrow ha = 1,80 \text{ m} < 2,70 \text{ m} \text{ ----- Ok}$$

• **Tipe F**



$$F1 = \frac{1}{2} \times 1,70 \times 1,70 = 1,445 \text{ m}^2$$

$$F2 = 1,00 \times 1,70 = 1,700 \text{ m}^2$$

$$RA = RB = F1 + F2 = 1,45 + 1,70 = 3,15 \text{ m}^2$$

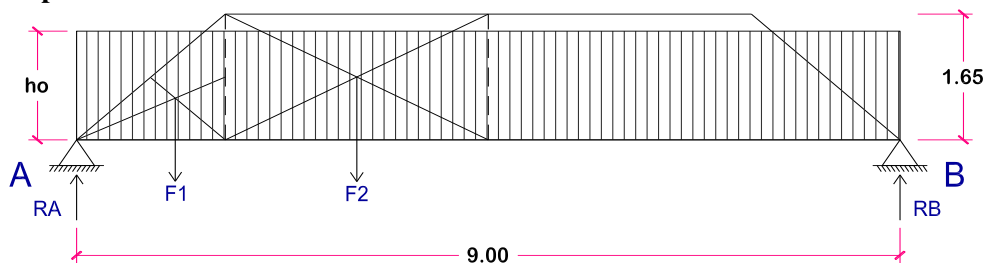
$$\begin{aligned} M_{\max 1} &= RA \times 2,70 - F1 \left[\frac{1}{3} \times 1,70 + 1,00 \right] - F2 \left[0,50 \right] \\ &= 3,15 \times 2,70 - 1,45 \left[0,33 \times 1,70 + 1,00 \right] - 1,70 \left[0,50 \right] \\ &= 5,378 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

$$M_{\max 2} = \frac{1}{8} \times ha \times L^2 = 0,13 \times ha \times [5,40]^2 = 3,65 \text{ ha}$$

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

$$5,38 = 3,65 \text{ ha} \longrightarrow ha = 1,48 \text{ m} < 1,70 \text{ m} \text{ ----- Ok}$$

• **Tipe I**



$$F1 = \frac{1}{2} \times 1,65 \times 1,65 = 1,361 \text{ m}^2$$

$$F2 = 2,85 \times 1,65 = 4,703 \text{ m}^2$$

$$RA = RB = F1 + F2 = 1,36 + 4,70 = 6,06 \text{ m}^2$$

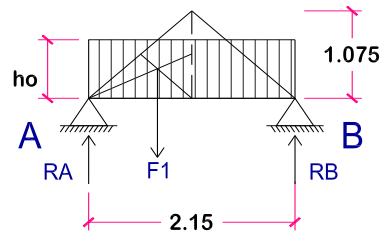
$$\begin{aligned} M_{\max 1} &= RA \times 4,50 - F1 \left[\frac{1}{3} \times 1,65 + 2,85 \right] - F2 \left[1,43 \right] \\ &= 6,06 \times 4,50 - 1,36 \left[0,33 \times 1,65 + 2,85 \right] - 4,70 \left[1,43 \right] \\ &= 15,958 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

$$M_{\max 2} = \frac{1}{8} \times ha \times L^2 = 0,13 \times ha \times [9,00]^2 = 10,13 \text{ ha}$$

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

$$15,96 = 10,1 \text{ ha} \longrightarrow ha = 1,58 \text{ m} < 1,65 \text{ m} \text{ ----- Ok}$$

• **Tipe J**



$$F1 = 0,50 \times 1,08 \times 1,08 = 0,58 \text{ m}^2$$

$$RA = RB = F1 = 0,58 \text{ m}^2$$

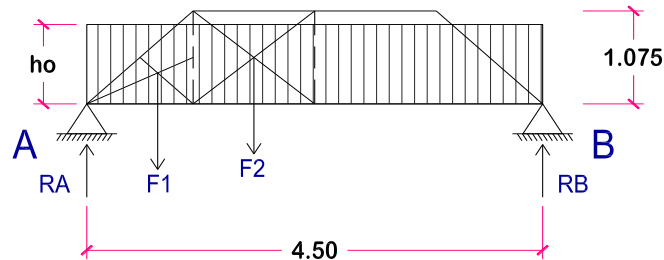
$$\begin{aligned} M_{\max 1} &= RA \times 1,08 - F1 \left[\frac{1}{3} \times 1,08 \right] \\ &= 0,58 \times 1,08 - 0,58 \left[0,33 \times 1,08 \right] \\ &= 0,414 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

$$M_{\max 2} = \frac{1}{8} \times ha \times L^2 = 0,13 \times ha \times [2,15]^2 = 0,58 \text{ ha}$$

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

$$0,41 = 0,6 \text{ ha} \longrightarrow ha = 0,72 \text{ m} < 1,08 \text{ m} \text{ ----- Ok}$$

• **Tipe K**



$$F1 = \frac{1}{2} \times 1,08 \times 1,08 = 0,578 \text{ m}^2$$

$$F2 = 1,18 \times 1,08 = 1,263 \text{ m}^2$$

$$RA = RB = F1 + F2 = 0,58 + 1,26 = 1,84 \text{ m}^2$$

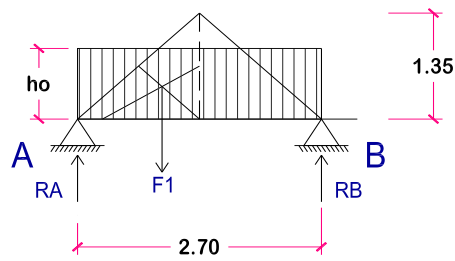
$$\begin{aligned} M_{\max 1} &= RA \times 2,25 - F1 \left[\frac{1}{3} \times 1,08 + 1,18 \right] - F2 \left[0,59 \right] \\ &= 1,84 \times 2,25 - 0,58 \left[0,33 \times 1,08 + 1,18 \right] - 1,26 \left[0,59 \right] \\ &= 2,514 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

$$M_{\max 2} = \frac{1}{8} \times ha \times L^2 = 0,13 \times ha \times [4,50]^2 = 2,53 \text{ ha}$$

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

$$2,51 = 2,53 \text{ ha} \longrightarrow ha = 0,99 \text{ m} < 1,08 \text{ m} \text{ ----- Ok}$$

• **Tipe L**



$$F1 = 0,50 \times 1,35 \times 1,35 = 0,91 \text{ m}^2$$

$$RA = RB = F1 = 0,91 \text{ m}^2$$

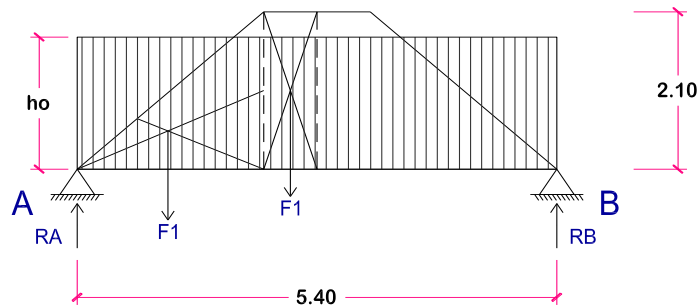
$$\begin{aligned} M_{\max 1} &= RA \times 1,35 - F1 \left[\frac{1}{3} \times 1,35 \right] \\ &= 0,91 \times 1,35 - 0,91 \left[0,33 \times 1,35 \right] \\ &= 0,820 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

$$M_{\max 2} = \frac{1}{8} \times ha \times L^2 = 0,13 \times ha \times (2,70)^2 = 0,91 \text{ ha}$$

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

$$0,82 = 0,9 \text{ ha} \longrightarrow ha = 0,90 \text{ m} < 1,35 \text{ m} \text{ ----- Ok}$$

• **Tipe O**



$$F1 = \frac{1}{2} \times 2,10 \times 2,10 = 2,205 \text{ m}^2$$

$$F2 = 0,60 \times 2,10 = 1,260 \text{ m}^2$$

$$RA = RB = F1 = F2 = 2,21 + 1,26 = 3,47 \text{ m}^2$$

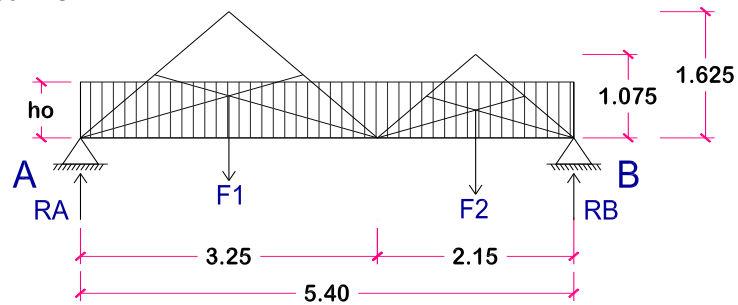
$$\begin{aligned} M_{\max 1} &= RA \times 2,70 - F1 \left[\frac{1}{3} \times 2,10 + 0,60 \right] - F2 \left[0,30 \right] \\ &= 3,47 \times 2,70 - 2,21 \left[0,33 \times 2,10 + 0,60 \right] - 1,26 \left[0,30 \right] \\ &= 6,111 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

$$M_{\max 2} = \frac{1}{8} \times ha \times L^2 = 0,13 \times ha \times (5,40)^2 = 3,65 \text{ ha}$$

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

$$6,11 = 3,65 \text{ ha} \longrightarrow ha = 1,68 \text{ m} < 2,10 \text{ m} \text{ ----- Ok}$$

• **Tipe H J**



$$F1 = 1/2 \times 3,25 \times 1,625 = 2,641 \text{ m}^2$$

$$F2 = 1/2 \times 2,15 \times 1,075 = 1,156 \text{ m}^2$$

$$RA = \frac{F2 \times 1,08 + F1 \times (2,15 + 1,63)}{5,40}$$

$$= \frac{1,16 \times 1,08 + 2,64 \times (2,15 + 1,63)}{5,40}$$

$$= 2,076 \text{ m}^3$$

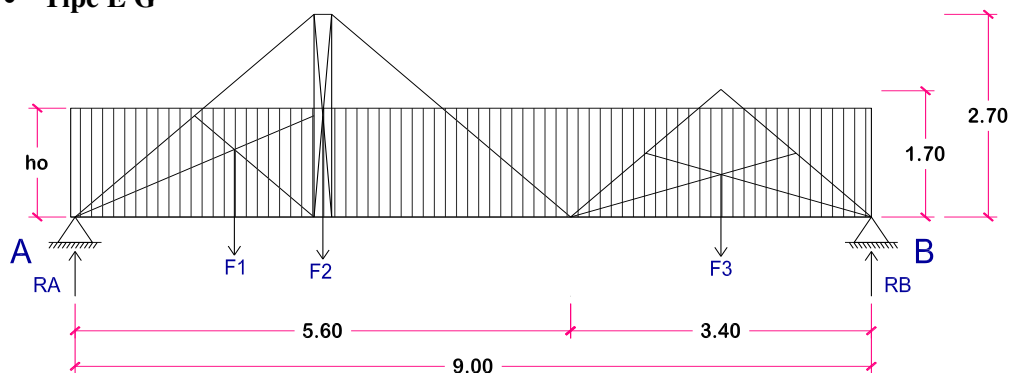
$$\begin{aligned} M_{\max 1} &= RA \times 2,64 - F1 \left[0,50 \times 3,25 \right] \\ &= 2,08 \times 2,64 - 2,64 \left[0,50 \times 3,25 \right] \\ &= 1,191 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_{\max 2} &= RA \times 3,25 - 1/2 \times ha \times \chi^2 \\ &= 2,08 \times 3,25 - 0,50 \times ha \times 3,25^2 = 1,47 \text{ ha} \end{aligned}$$

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

$$1,19 = 1,47 \text{ ha} \longrightarrow \text{ha} = 0,81 \text{ m} < 1,63 \text{ m} \text{ ----- Ok}$$

• **Tipe E G**



$$F1 = 1/2 \times 2,70 \times 2,700 = 3,645 \text{ m}^2$$

$$F2 = 0,20 \times 2,70 = 0,540 \text{ m}^2$$

$$F3 = 1/2 \times 3,40 \times 1,700 = 2,890 \text{ m}^2$$

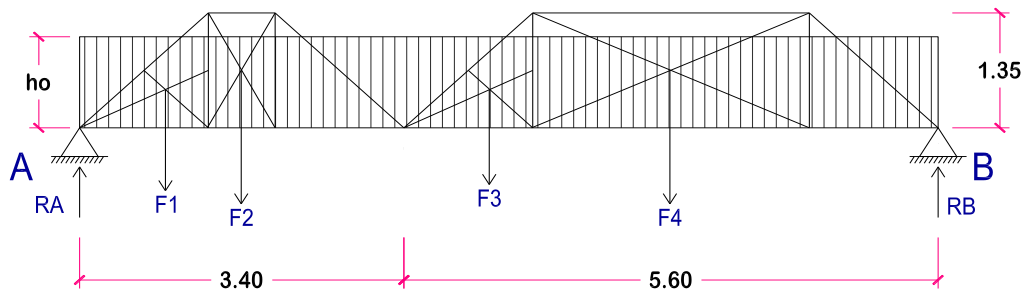
$$\begin{aligned}
 RA &= \frac{F3 \times 1,70 + F1 \times [1,80 + 3,40] + F2 \times [0,10 + 6,10]}{9,00} \\
 &= \frac{2,89 \times 1,70 + 3,65 \times [1,80 + 3,40] + 0,54 \times [0,10 + 6,10]}{9,00} \\
 &= \frac{3,65 \times [0,33 \times 2,70 + 0,20 + 2,70 + 3,40]}{9,00} \\
 &= 5,940 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 M_{\max 1} &= RA \times 5,60 - F1 \times 1,80 - F2 \times 2,80 - F1 \times 3,80 \\
 &= 5,94 \times 5,60 - 3,65 \times 1,80 - 0,54 \times 2,80 - 3,65 \times 3,80 \\
 &= 11,339 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 M_{\max 2} &= RA \times 5,60 - 1/2 \times ha \times \chi^2 \\
 &= 5,94 \times 5,60 - 0,50 \times ha \times 5,60^2 = 17,58 \text{ ha}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 M_{\max 1} &= M_{\max 2} \\
 11,34 &= 17,58 \text{ ha} \longrightarrow ha = 0,64 \text{ m} < 2,70 \text{ m} \text{ ----- Ok}
 \end{aligned}$$

• **Tipe M N**



$$F1 = 1/2 \times 1,35 \times 1,35 = 0,911 \text{ m}^2$$

$$F2 = 0,70 \times 1,35 = 0,945 \text{ m}^2$$

$$F3 = 1/2 \times 1,35 \times 1,35 = 0,911 \text{ m}^2$$

$$F4 = 2,90 \times 1,35 = 3,915 \text{ m}^2$$

$$\begin{aligned}
 RA &= \frac{F3 \times 0,90 + F4 \times [1,45 + 1,35] + F3 \times [0,45 + 4,25]}{9,00} \\
 &= \frac{0,91 \times 0,90 + 3,92 \times [1,45 + 1,35] + 0,91 \times [0,45 + 4,25]}{9,00} \\
 &= \frac{0,91 \times [0,90 + 5,60] + 0,95 [0,35 + 6,95] + 0,91 [0,45 + 7,65]}{9,00} \\
 &= 4,030 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
M_{\max 1} &= RA \times 3,40 - F1 \times 0,90 - F2 \times 1,70 - F1 \times 2,50 \\
&= 4,03 \times 3,40 - 0,91 \times 0,90 - 0,95 \times 1,70 - 0,91 \times 2,50 \\
&= 8,996 \quad \text{m}^3
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
M_{\max 2} &= RA \times 3,40 - 1/2 \times ha \times \chi^2 \\
&= 4,03 \times 3,40 - 0,50 \times ha \times 3,40^2 = 7,92 \quad \text{ha}
\end{aligned}$$

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

$$9,00 = 7,92 \quad \text{ha} \longrightarrow \text{ha} = 1,14 \quad \text{m} < 1,35 \quad \text{m} \text{ ----- Ok}$$

3.7.1 Beban Mati Plat

· Beban mati pada plat Lantai

Dimensi plat dengan ketebalan	=	0,12	m		
- Berat sendiri plat	=	0,12	x	24,00	= 2,88 kN/m ²
- Berat plafon + penggantung	=	0,11	+	0,07	= 0,18 kN/m ²
- Berat Spesi tebal 4 cm	=	4,00	x	0,21	= 0,84 kN/m ²
- Berat Keramik per cm	=	1,00	x	0,24	= 0,24 kN/m ²
				qd plat	= <u>4,14 kN/m²</u>

· Beban mati pada plat Atap

Dimensi plat dengan ketebalan	=	0,12	m		
- Berat sendiri plat	=	0,12	x	24,00	= 2,88 kN/m ²
- Berat plafon + penggantung	=	0,11	+	0,07	= 0,18 kN/m ²
- Berat Spesi tebal 4 cm	=	4,00	x	0,21	= 0,84 kN/m ²
				qd atap	= <u>3,90 kN/m²</u>

3.7.2 Beban Mati Merata Lantai 1-7 (qd)

· Perhitungan Pembebanan Pada Portal Memanjang Lantai

Tinggi kolom	=	4,50	m
Tebal dinding	=	0,15	m
Tebal plat	=	0,12	m
Panjang dinding	=	1,00	m (di ambil 1 m panjang)
Berat jenis dinding	=	6,50	kN/m ³
Berat jenis beton bertulang	=	24,00	kN/m ³

Beban mati pada balok Portal Line 1

Lebar balok	=	0,30	m	Lebar balok	=	0,40	m		
Tinggi balok	=	0,70	m	Tinggi balok	=	0,80	m		
- Untuk bentang (L)	=	2,70	m	type L					
- Berat dinding	=	3,80	x	0,15	x	1,00	x	6,5	= 3,71 kN/m'
- Berat sendiri balok	=	0,30	x	[0,70 - 0,12]	x	24,0	= 4,18 kN/m'		
- Berat plat lantai	=	qd (plat)	x	ha	=	4,14	x	0,90	= 3,73 kN/m'
						qd1	=	<u>11,61</u>	kN/m'
- Untuk bentang (L)	=	5,40	m	type A					
- Berat dinding	=	3,80	x	0,15	x	1,00	x	6,5	= 3,71 kN/m'
- Berat sendiri balok	=	0,30	x	[0,70 - 0,12]	x	24,0	= 4,18 kN/m'		
- Berat plat lantai	=	qd (plat)	x	ha	=	4,14	x	1,73	= 7,16 kN/m'
						qd2	=	<u>15,04</u>	kN/m'
- Untuk bentang (L)	=	5,40	m	type H J					
- Berat dinding	=	3,70	x	0,15	x	1,00	x	7	= 3,61 kN/m'
- Berat sendiri balok	=	0,40	x	[0,80 - 0,12]	x	24	= 6,53 kN/m'		
- Berat plat lantai	=	qd (plat)	x	ha	=	4,14	x	0,81	= 3,36 kN/m'
						qd3	=	<u>13,50</u>	kN/m'

Beban mati pada balok Portal Line 2

Lebar balok	=	0,30	m	Lebar balok	=	0,30	m					
Tinggi balok	=	0,70	m	Tinggi balok	=	0,50	m					
- Untuk bentang (L)	=	2,70	m	type L								
- Berat dinding	=	3,80	x	0,15	x	1,00	x	7	=	3,71	kN/m'	
- Berat sendiri balok	=	0,30	x	[0,70 - 0,12]	x	24	=	4,18	kN/m'			
- Berat plat lantai	=	qd (plat)	x	ha	=	4,14	x	1,80	=	7,45	kN/m'	
									qd1	=	15,33	kN/m'
- Untuk bentang (L)	=	5,40	m	type A								
- Berat dinding	=	4,00	x	0,15	x	1,00	x	7	=	3,90	kN/m'	
- Berat sendiri balok	=	0,30	x	[0,50 - 0,12]	x	24	=	2,74	kN/m'			
- Berat plat lantai	=	qd (plat)	x	ha	=	4,14	x	3,46	=	14,32	kN/m'	
									qd1	=	20,95	kN/m'
- Untuk bentang (L)	=	2,15	m	type J								
- Berat dinding	=	4,00	x	0,15	x	1,00	x	7	=	3,90	kN/m'	
- Berat sendiri balok	=	0,30	x	[0,50 - 0,12]	x	24	=	2,74	kN/m'			
- Berat plat lantai	=	qd (plat)	x	ha	=	4,14	x	1,43	=	5,93	kN/m'	
									qd1	=	12,57	kN/m'

Beban mati pada balok Portal Line 3

Lebar balok	=	0,30	m	Lebar balok	=	0,40	m					
Tinggi balok	=	0,70	m	Tinggi balok	=	0,80	m					
- Untuk bentang (L)	=	2,70	m	type L								
- Berat dinding	=	3,80	x	0,15	x	1,00	x	7	=	3,71	kN/m'	
- Berat sendiri balok	=	0,30	x	[0,70 - 0,12]	x	24	=	4,18	kN/m'			
- Berat plat lantai	=	qd (plat)	x	ha	=	4,14	x	1,80	=	7,45	kN/m'	
									qd1	=	15,33	kN/m'
- Untuk bentang (L)	=	5,40	m	type A								
- Berat dinding	=	3,80	x	0,15	x	1,00	x	7	=	3,71	kN/m'	
- Berat sendiri balok	=	0,30	x	[0,70 - 0,12]	x	24	=	4,18	kN/m'			
- Berat plat lantai	=	qd (plat)	x	ha	=	4,14	x	3,46	=	14,32	kN/m'	
									qd2	=	22,20	kN/m'
- Untuk bentang (L)	=	5,4	m	type H J + F								
- Berat dinding	=	3,80	x	0,15	x	1,00	x	7	=	3,71	kN/m'	
- Berat sendiri balok	=	0,30	x	[0,70 - 0,12]	x	24	=	4,18	kN/m'			
- Berat plat lantai	=	qd (plat)	x	ha	=	4,14	x	2,29	=	9,47	kN/m'	
									qd3	=	17,35	kN/m'

Beban mati pada balok Portal Line 4

Lebar balok	=	0,30	m	Lebar balok	=	0,30	m				
Tinggi balok	=	0,70	m	Tinggi balok	=	0,50	m				
- Untuk bentang (L)	=	2,70	m	type L							
- Berat dinding	=	3,80	x	0,15	x	1,00	x	7	=	3,71	kN/m'

- Berat sendiri balok	=	0,30	x	[0,70 - 0,12]	x	24	=	4,18	kN/m'
- Berat plat lantai	=	qd (plat)	x	ha	=	4,14	x	1,80	= 7,45 kN/m'
						qd1	=	<u>15,33</u>	kN/m'
- Untuk bentang (L)	=	5,40	m	type A					
- Berat dinding	=	4,00	x	0,15	x	1,00	x	7	= 3,90 kN/m'
- Berat sendiri balok	=	0,30	x	[0,50 - 0,12]	x	24	=	2,74	kN/m'
- Berat plat lantai	=	qd (plat)	x	ha	=	4,14	x	3,46	= 14,32 kN/m'
						qd2	=	<u>20,95</u>	kN/m'
- Untuk bentang (L)	=	5,40	m	type F, D					
- Berat dinding	=	3,80	x	0,15	x	1,00	x	7	= 3,71 kN/m'
- Berat sendiri balok	=	0,30	x	[0,70 - 0,12]	x	24	=	4,18	kN/m'
- Berat plat lantai	=	qd (plat)	x	ha	=	4,14	x	3,28	= 13,56 kN/m'
						qd3	=	<u>21,44</u>	kN/m'

Beban mati pada balok Portal Line 5

Lebar balok	=	0,30	m
Tinggi balok	=	0,70	m
- Untuk bentang (L)	=	2,70	m type L
- Berat dinding	=	3,80	x 0,15 x 1,00 x 7 = 3,71 kN/m'
- Berat sendiri balok	=	0,30	x [0,70 - 0,12] x 24 = 4,18 kN/m'
- Berat plat lantai	=	qd (plat)	x ha = 4,14 x 0,90 = 3,73 kN/m'
			qd1 = <u>11,61</u> kN/m'
- Untuk bentang (L)	=	5,40	m type A
- Berat dinding	=	3,80	x 0,15 x 1,00 x 7 = 3,71 kN/m'
- Berat sendiri balok	=	0,30	x [0,70 - 0,12] x 24 = 4,18 kN/m'
- Berat plat lantai	=	qd (plat)	x ha = 4,14 x 1,73 = 7,16 kN/m'
			qd2 = <u>15,04</u> kN/m'
- Untuk bentang (L)	=	5,4	m type A, O
- Berat dinding	=	3,80	x 0,15 x 1,00 x 7 = 3,71 kN/m'
- Berat sendiri balok	=	0,30	x [0,70 - 0,12] x 24 = 4,18 kN/m'
- Berat plat lantai	=	qd (plat)	x ha = 4,14 x 3,41 = 14,10 kN/m'
			qd3 = <u>21,98</u> kN/m'
- Untuk bentang (L)	=	5,4	m type D, O
- Berat dinding	=	3,8	x 0,15 x 1,0 x 7 = 3,71 kN/m'
- Berat sendiri balok	=	0,3	x [0,70 - 0,12] x 24 = 4,18 kN/m'
- Berat plat lantai	=	qd (plat)	x ha = 4,14 x 3,48 = 14,39 kN/m'
			qd4 = <u>22,27</u> kN/m'

Beban mati pada balok Portal Line 6

Lebar balok	=	0,30	m
Tinggi balok	=	0,70	m
- Untuk bentang (L)	=	5,40	m type O, D
- Berat dinding	=	3,80	x 0,15 x 1,00 x 7 = 3,71 kN/m'

$$\begin{aligned}
- \text{ Berat sendiri balok} &= 0,30 \times [0,70 - 0,12] \times 24 = 4,18 \text{ kN/m'} \\
- \text{ Berat plat lantai} &= qd (\text{plat}) \times ha = 4,14 \times 3,48 = 14,39 \text{ kN/m'} \\
& \qquad \qquad \qquad qd1 = 22,27 \text{ kN/m'}
\end{aligned}$$

Beban mati pada balok Portal Line 7

$$\begin{aligned}
\text{Lebar balok} &= 0,30 \text{ m} \\
\text{Tinggi balok} &= 0,70 \text{ m} \\
- \text{ Untuk bentang (L)} &= 5,40 \text{ m type D} \\
- \text{ Berat dinding} &= 3,80 \times 0,15 \times 1,00 \times 7 = 3,71 \text{ kN/m'} \\
- \text{ Berat sendiri balok} &= 0,30 \times [0,70 - 0,12] \times 24 = 4,18 \text{ kN/m'} \\
- \text{ Berat plat lantai} &= qd (\text{plat}) \times ha = 4,14 \times 1,80 = 7,45 \text{ kN/m'} \\
& \qquad \qquad \qquad qd1 = 15,33 \text{ kN/m'}
\end{aligned}$$

Perhitungan Pembebanan Pada Portal Melintang Lantai

$$\begin{aligned}
\text{Tinggi kolom} &= 4,50 \text{ m} \\
\text{Tebal dinding} &= 0,15 \text{ m} \\
\text{Tebal plat} &= 0,12 \text{ m} \\
\text{Panjang dinding} &= 1,00 \text{ m (di ambil 1 m panjang)} \\
\text{Berat jenis dinding} &= 6,50 \text{ kN/m}^3 \\
\text{Berat jenis beton bertulang} &= 24,00 \text{ kN/m}^3
\end{aligned}$$

Beban mati pada balok Portal Line A dan N

$$\begin{aligned}
\text{Lebar balok} &= 0,40 \text{ m} \\
\text{Tinggi balok} &= 0,80 \text{ m} \\
- \text{ Untuk bentang (L)} &= 9,00 \text{ m type M N} \\
- \text{ Berat dinding} &= 3,70 \times 0,15 \times 1,00 \times 7 = 3,61 \text{ kN/m'} \\
- \text{ Berat sendiri balok} &= 0,40 \times [0,80 - 0,12] \times 24 = 6,53 \text{ kN/m'} \\
- \text{ Berat plat lantai} &= qd (\text{plat}) \times ha = 4,14 \times 1,14 = 4,70 \text{ kN/m'} \\
& \qquad \qquad \qquad qd1 = 14,84 \text{ kN/m'}
\end{aligned}$$

Beban mati pada balok Portal Line B dan M

$$\begin{aligned}
\text{Lebar balok} &= 0,40 \text{ m} \\
\text{Tinggi balok} &= 0,80 \text{ m} \\
- \text{ Untuk bentang (L)} &= 9,00 \text{ m type M N} \\
- \text{ Berat dinding} &= 3,70 \times 0,15 \times 1,00 \times 7 = 3,61 \text{ kN/m'} \\
- \text{ Berat sendiri balok} &= 0,40 \times [0,80 - 0,12] \times 24 = 6,53 \text{ kN/m'} \\
- \text{ Berat plat lantai} &= qd (\text{plat}) \times ha = 4,14 \times 2,27 = 9,40 \text{ kN/m'} \\
& \qquad \qquad \qquad qd1 = 19,54 \text{ kN/m'}
\end{aligned}$$

Beban mati pada balok Portal Line C dan L

$$\begin{aligned}
\text{Lebar balok} &= 0,40 \text{ m} \\
\text{Tinggi balok} &= 0,80 \text{ m} \\
- \text{ Untuk bentang (L)} &= 9,00 \text{ m type M N + B} \\
- \text{ Berat dinding} &= 3,70 \times 0,15 \times 1,00 \times 7 = 3,61 \text{ kN/m'}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 - \text{ Berat sendiri balok} &= 0,40 \times [0,80 - 0,12] \times 24 = 6,53 \text{ kN/m}' \\
 - \text{ Berat plat lantai} &= qd (\text{plat}) \times ha = 4,14 \times 2,64 = 10,91 \text{ kN/m}' \\
 & \qquad \qquad \qquad qd1 = 21,05 \text{ kN/m}'
 \end{aligned}$$

Beban mati pada balok Portal Line D, E, J dan K

$$\begin{aligned}
 \text{Lebar balok} &= 0,40 \text{ m} \\
 \text{Tinggi balok} &= 0,80 \text{ m} \\
 - \text{ Untuk bentang (L)} &= 9,00 \text{ m type B} \\
 - \text{ Berat dinding} &= 3,70 \times 0,15 \times 1,00 \times 7 = 3,61 \text{ kN/m}' \\
 - \text{ Berat sendiri balok} &= 0,40 \times [0,80 - 0,12] \times 24 = 6,53 \text{ kN/m}' \\
 - \text{ Berat plat lantai} &= qd (\text{plat}) \times ha = 4,14 \times 3,00 = 12,42 \text{ kN/m}' \\
 & \qquad \qquad \qquad qd1 = 22,56 \text{ kN/m}'
 \end{aligned}$$

Beban mati pada balok Portal Line F

$$\begin{aligned}
 \text{Lebar balok} &= 0,40 \text{ m} & \text{Lebar balok} &= 0,30 \text{ m} \\
 \text{Tinggi balok} &= 0,80 \text{ m} & \text{Tinggi balok} &= 0,70 \text{ m} \\
 - \text{ Untuk bentang (L)} &= 9,00 \text{ m type B} \\
 - \text{ Berat dinding} &= 3,70 \times 0,15 \times 1,00 \times 7 = 3,61 \text{ kN/m}' \\
 - \text{ Berat sendiri balok} &= 0,40 \times [0,80 - 0,12] \times 24 = 6,53 \text{ kN/m}' \\
 - \text{ Berat plat lantai} &= qd (\text{plat}) \times ha = 4,14 \times 3,00 = 12,42 \text{ kN/m}' \\
 & \qquad \qquad \qquad qd1 = 22,56 \text{ kN/m}' \\
 - \text{ Untuk bentang (L)} &= 4,20 \text{ m type C} \\
 - \text{ Berat dinding} &= 3,80 \times 0,15 \times 1,00 \times 7 = 3,71 \text{ kN/m}' \\
 - \text{ Berat sendiri balok} &= 0,30 \times [0,70 - 0,12] \times 24 = 4,18 \text{ kN/m}' \\
 - \text{ Berat plat lantai} &= qd (\text{plat}) \times ha = 4,14 \times 1,40 = 5,80 \text{ kN/m}' \\
 & \qquad \qquad \qquad qd2 = 13,68 \text{ kN/m}' \\
 - \text{ Untuk bentang (L)} &= 5,40 \text{ m type D} \\
 - \text{ Berat dinding} &= 3,80 \times 0,15 \times 1,00 \times 7 = 3,71 \text{ kN/m}' \\
 - \text{ Berat sendiri balok} &= 0,30 \times [0,70 - 0,12] \times 24 = 4,18 \text{ kN/m}' \\
 - \text{ Berat plat lantai} &= qd (\text{plat}) \times ha = 4,14 \times 1,80 = 7,45 \text{ kN/m}' \\
 & \qquad \qquad \qquad qd3 = 15,33 \text{ kN/m}'
 \end{aligned}$$

Beban mati pada balok Portal Line G

$$\begin{aligned}
 \text{Lebar balok} &= 0,40 \text{ m} & \text{Lebar balok} &= 0,30 \text{ m} \\
 \text{Tinggi balok} &= 0,80 \text{ m} & \text{Tinggi balok} &= 0,70 \text{ m} \\
 - \text{ Untuk bentang (L)} &= 9,00 \text{ m type B} \\
 - \text{ Berat dinding} &= 3,70 \times 0,15 \times 1,00 \times 7 = 3,61 \text{ kN/m}' \\
 - \text{ Berat sendiri balok} &= 0,40 \times [0,80 - 0,12] \times 24 = 6,53 \text{ kN/m}' \\
 - \text{ Berat plat lantai} &= qd (\text{plat}) \times ha = 4,14 \times 3,00 = 12,42 \text{ kN/m}' \\
 & \qquad \qquad \qquad qd1 = 22,56 \text{ kN/m}' \\
 - \text{ Untuk bentang (L)} &= 4,20 \text{ m type C} \\
 - \text{ Berat dinding} &= 3,80 \times 0,15 \times 1,00 \times 7 = 3,71 \text{ kN/m}'
 \end{aligned}$$

- Berat sendiri balok	=	0,30	x	[0,70 - 0,12]	x	24	=	4,18	kN/m'
- Berat plat lantai	=	qd (plat)	x	ha	=	4,14	x	2,80	= 11,59 kN/m'
						qd2	=	19,47	kN/m'
- Untuk bentang (L)	=	5,40	m	type D					
- Berat dinding	=	3,80	x	0,15	x	1,00	x	7	= 3,71 kN/m'
- Berat sendiri balok	=	0,30	x	[0,70 - 0,12]	x	24	=	4,18	kN/m'
- Berat plat lantai	=	qd (plat)	x	ha	=	4,14	x	3,60	= 14,90 kN/m'
						qd3	=	22,79	kN/m'

Beban mati pada balok Portal Line H

Lebar balok	=	0,40	m	Lebar balok	=	0,30	m		
Tinggi balok	=	0,80	m	Tinggi balok	=	0,70	m		
- Untuk bentang (L)	=	9,00	m	type B, I					
- Berat dinding	=	3,70	x	0,15	x	1,00	x	7	= 3,61 kN/m'
- Berat sendiri balok	=	0,40	x	[0,80 - 0,12]	x	24	=	6,53	kN/m'
- Berat plat lantai	=	qd (plat)	x	ha	=	4,14	x	3,08	= 12,73 kN/m'
						qd1	=	22,87	kN/m'
- Untuk bentang (L)	=	9,00	m	type B + E G					
- Berat dinding	=	3,70	x	0,15	x	1,00	x	7	= 3,61 kN/m'
- Berat sendiri balok	=	0,40	x	[0,80 - 0,12]	x	24	=	6,53	kN/m'
- Berat plat lantai	=	qd (plat)	x	ha	=	4,14	x	2,14	= 8,88 kN/m'
						qd2	=	19,02	kN/m'
- Untuk bentang (L)	=	4,20	m	type C					
- Berat dinding	=	3,80	x	0,15	x	1,00	x	7	= 3,71 kN/m'
- Berat sendiri balok	=	0,30	x	[0,70 - 0,12]	x	24	=	4,18	kN/m'
- Berat plat lantai	=	qd (plat)	x	ha	=	4,14	x	2,80	= 11,59 kN/m'
						qd3	=	19,47	kN/m'
- Untuk bentang (L)	=	5,40	m	type D					
- Berat dinding	=	3,80	x	0,15	x	1,00	x	7	= 3,71 kN/m'
- Berat sendiri balok	=	0,30	x	[0,70 - 0,12]	x	24	=	4,18	kN/m'
- Berat plat lantai	=	qd (plat)	x	ha	=	4,14	x	3,60	= 14,90 kN/m'
						qd4	=	22,79	kN/m'

Beban mati pada balok Portal Line H'

Lebar balok	=	0,30	m						
Tinggi balok	=	0,70	m						
- Untuk bentang (L)	=	9,00	m	type I, K					
- Berat dinding	=	3,80	x	0,15	x	1,00	x	7	= 3,71 kN/m'
- Berat sendiri balok	=	0,30	x	[0,70 - 0,12]	x	24	=	4,18	kN/m'
- Berat plat lantai	=	qd (plat)	x	ha	=	4,14	x	2,57	= 10,64 kN/m'
						qd1	=	18,52	kN/m'

Beban mati pada balok Portal Line I

Lebar balok	=	0,40	m	Lebar balok	=	0,30	m				
Tinggi balok	=	0,80	m	Tinggi balok	=	0,70	m				
- Untuk bentang (L)	=	9,00	m	type B, K							
- Berat dinding	=	3,70	x	0,15	x	1,00	x	7	=	3,61	kN/m'
- Berat sendiri balok	=	0,40	x	[0,80 - 0,12]	x	24	=	6,53	kN/m'		
- Berat plat lantai	=	qd (plat)	x	ha	=	4,14	x	2,49	=	10,32	kN/m'
								qd1	=	20,46	kN/m'
- Untuk bentang (L)	=	9,00	m	type B + G E							
- Berat dinding	=	3,70	x	0,15	x	1,00	x	7	=	3,61	kN/m'
- Berat sendiri balok	=	0,40	x	[0,80 - 0,12]	x	24	=	6,53	kN/m'		
- Berat plat lantai	=	qd (plat)	x	ha	=	4,14	x	2,14	=	8,88	kN/m'
								qd2	=	19,02	kN/m'
- Untuk bentang (L)	=	4,20	m	type C							
- Berat dinding	=	3,80	x	0,15	x	1,00	x	7	=	3,71	kN/m'
- Berat sendiri balok	=	0,30	x	[0,70 - 0,12]	x	24	=	4,18	kN/m'		
- Berat plat lantai	=	qd (plat)	x	ha	=	4,14	x	1,40	=	5,80	kN/m'
								qd3	=	13,68	kN/m'
- Untuk bentang (L)	=	5,40	m	type D							
- Berat dinding	=	3,80	x	0,15	x	1,00	x	7	=	3,71	kN/m'
- Berat sendiri balok	=	0,30	x	[0,70 - 0,12]	x	24	=	4,18	kN/m'		
- Berat plat lantai	=	qd (plat)	x	ha	=	4,14	x	1,80	=	7,45	kN/m'
								qd4	=	15,33	kN/m'

3.7.3 Beban Mati Merata Lantai Atap (qd)

Perhitungan Pembebanan Pada Portal Memanjang Atap

Tebal plat	=	0,12	m
Berat jenis beton bertulang	=	24,00	kN/m ³

Beban mati pada balok Portal Line I

Lebar balok	=	0,30	m	Lebar balok	=	0,40	m				
Tinggi balok	=	0,70	m	Tinggi balok	=	0,80	m				
- Untuk bentang (L)	=	2,70	m	type L							
- Berat sendiri balok	=	0,30	x	[0,70 - 0,12]	x	24	=	4,18	kN/m'		
- Berat plat lantai	=	qd (plat)	x	ha	=	3,90	x	0,90	=	3,51	kN/m'
								qd1	=	7,69	kN/m'
- Untuk bentang (L)	=	5,40	m	type A							
- Berat sendiri balok	=	0,30	x	[0,70 - 0,12]	x	24	=	4,18	kN/m'		
- Berat plat lantai	=	qd (plat)	x	ha	=	3,90	x	1,73	=	6,74	kN/m'
								qd2	=	10,92	kN/m'
- Untuk bentang (L)	=	5,40	m	type H J							
- Berat sendiri balok	=	0,40	x	[0,80 - 0,12]	x	24	=	6,53	kN/m'		

$$\begin{aligned}
 - \text{ Berat plat lantai} &= qd(\text{plat}) \times ha = 3,90 \times 0,81 = \underline{3,17 \text{ kN/m}'} \\
 &qd3 = 9,70 \text{ kN/m}
 \end{aligned}$$

Beban mati pada balok Portal Line 2

$$\begin{aligned}
 \text{Lebar balok} &= 0,30 \text{ m} & \text{Lebar balok} &= 0,30 \text{ m} \\
 \text{Tinggi balok} &= 0,70 \text{ m} & \text{Tinggi balok} &= 0,50 \text{ m} \\
 - \text{ Untuk bentang (L)} &= 2,70 \text{ m type L} \\
 - \text{ Berat sendiri balok} &= 0,30 \times [0,70 - 0,12] \times 24 = 4,18 \text{ kN/m} \\
 - \text{ Berat plat lantai} &= qd(\text{plat}) \times ha = 3,90 \times 1,80 = \underline{7,02 \text{ kN/m}'} \\
 &qd1 = 11,20 \text{ kN/m} \\
 - \text{ Untuk bentang (L)} &= 5,40 \text{ m type A} \\
 - \text{ Berat sendiri balok} &= 0,30 \times [0,50 - 0,12] \times 24 = 2,74 \text{ kN/m} \\
 - \text{ Berat plat lantai} &= qd(\text{plat}) \times ha = 3,90 \times 3,46 = \underline{13,49 \text{ kN/m}'} \\
 &qd2 = 16,22 \text{ kN/m} \\
 - \text{ Untuk bentang (L)} &= 2,15 \text{ m type J} \\
 - \text{ Berat sendiri balok} &= 0,30 \times [0,50 - 0,12] \times 24 = 2,74 \text{ kN/m} \\
 - \text{ Berat plat lantai} &= qd(\text{plat}) \times ha = 3,90 \times 1,43 = \underline{5,59 \text{ kN/m}'} \\
 &qd3 = 8,33 \text{ kN/m}
 \end{aligned}$$

Beban mati pada balok Portal Line 3

$$\begin{aligned}
 \text{Lebar balok} &= 0,30 \text{ m} & \text{Lebar balok} &= 0,40 \text{ m} \\
 \text{Tinggi balok} &= 0,70 \text{ m} & \text{Tinggi balok} &= 0,80 \text{ m} \\
 - \text{ Untuk bentang (L)} &= 2,70 \text{ m type L} \\
 - \text{ Berat sendiri balok} &= 0,30 \times [0,70 - 0,12] \times 24 = 4,18 \text{ kN/m} \\
 - \text{ Berat plat lantai} &= qd(\text{plat}) \times ha = 3,90 \times 1,80 = \underline{7,02 \text{ kN/m}'} \\
 &qd1 = 11,20 \text{ kN/m} \\
 - \text{ Untuk bentang (L)} &= 5,40 \text{ m type A} \\
 - \text{ Berat sendiri balok} &= 0,30 \times [0,70 - 0,12] \times 24 = 4,18 \text{ kN/m} \\
 - \text{ Berat plat lantai} &= qd(\text{plat}) \times ha = 3,90 \times 3,46 = \underline{13,49 \text{ kN/m}'} \\
 &qd2 = 17,66 \text{ kN/m} \\
 - \text{ Untuk bentang (L)} &= 5,4 \text{ m type H J + F} \\
 - \text{ Berat sendiri balok} &= 0,30 \times [0,70 - 0,12] \times 24 = 4,18 \text{ kN/m} \\
 - \text{ Berat plat lantai type H} &= qd(\text{plat}) \times ha = 3,90 \times 2,29 = \underline{8,92 \text{ kN/m}'} \\
 &qd3 = 13,10 \text{ kN/m}
 \end{aligned}$$

Beban mati pada balok Portal Line 4

$$\begin{aligned}
 \text{Lebar balok} &= 0,30 \text{ m} & \text{Lebar balok} &= 0,30 \text{ m} \\
 \text{Tinggi balok} &= 0,70 \text{ m} & \text{Tinggi balok} &= 0,50 \text{ m} \\
 - \text{ Untuk bentang (L)} &= 2,70 \text{ m type L} \\
 - \text{ Berat sendiri balok} &= 0,30 \times [0,70 - 0,12] \times 24 = 4,18 \text{ kN/m} \\
 - \text{ Berat plat lantai} &= qd(\text{plat}) \times ha = 3,90 \times 1,80 = \underline{7,02 \text{ kN/m}'} \\
 &qd1 = 11,20 \text{ kN/m}
 \end{aligned}$$

- Untuk bentang (L)	=	5,40 m	type A		
- Berat sendiri balok	=	0,30	$\times \left[0,50 - 0,12 \right]$	$\times 24$	= 2,74 kN/m'
- Berat plat lantai	=	qd (plat)	$\times ha = 3,90 \times 3,46$		= 13,49 kN/m'
				qd2	= 16,22 kN/m'
- Untuk bentang (L)	=	5,40 m	type F, D		
- Berat sendiri balok	=	0,30	$\times \left[0,70 - 0,12 \right]$	$\times 24$	= 4,18 kN/m'
- Berat plat lantai	=	qd (plat)	$\times ha = 3,90 \times 3,28$		= 12,77 kN/m'
				qd3	= 16,95 kN/m'

Beban mati pada balok Portal Line 5

Lebar balok	=	0,30 m			
Tinggi balok	=	0,70 m			
- Untuk bentang (L)	=	2,70 m	type L		
- Berat sendiri balok	=	0,30	$\times \left[0,70 - 0,12 \right]$	$\times 24$	= 4,18 kN/m'
- Berat plat lantai	=	qd (plat)	$\times ha = 3,90 \times 0,90$		= 3,51 kN/m'
				qd1	= 7,69 kN/m'
- Untuk bentang (L)	=	5,40 m	type A		
- Berat sendiri balok	=	0,30	$\times \left[0,70 - 0,12 \right]$	$\times 24$	= 4,18 kN/m'
- Berat plat lantai	=	qd (plat)	$\times ha = 3,90 \times 1,73$		= 6,74 kN/m'
				qd2	= 10,92 kN/m'

Perhitungan Pembebanan Pada Portal Melintang Atap

Tebal plat	=	0,12 m
Berat jenis beton bertulang	=	24,00 kN/m ³

Beban mati pada balok Portal Line B dan M

Lebar balok	=	0,40 m			
Tinggi balok	=	0,80 m			
- Untuk bentang (L)	=	9,00 m	type M N		
- Berat sendiri balok	=	0,40	$\times \left[0,80 - 0,12 \right]$	$\times 24$	= 6,53 kN/m'
- Berat plat lantai	=	qd (plat)	$\times ha = 3,90 \times 1,14$		= 4,43 kN/m'
				qd1	= 10,96 kN/m'

Beban mati pada balok Portal Line C dan L

Lebar balok	=	0,40 m			
Tinggi balok	=	0,80 m			
- Untuk bentang (L)	=	9,00 m	type M N + B		
- Berat sendiri balok	=	0,40	$\times \left[0,80 - 0,12 \right]$	$\times 24$	= 6,53 kN/m'
- Berat plat lantai	=	qd (plat)	$\times ha = 3,90 \times 2,64$		= 10,28 kN/m'
				qd1	= 16,81 kN/m'

Beban mati pada balok Portal Line D, E, J dan K

Lebar balok = 0,40 m
Tinggi balok = 0,80 m
- Untuk bentang (L) = 9,00 m type B
- Berat sendiri balok = $0,40 \times [0,80 - 0,12] \times 24 = 6,53 \text{ kN/m'}$
- Berat plat lantai = $q_d (\text{plat}) \times h_a = 3,90 \times 3,00 = 11,70 \text{ kN/m'}$
 $q_{d1} = 18,23 \text{ kN/m'}$

Beban mati pada balok Portal Line F

Lebar balok = 0,40 m Lebar balok = 0,30 m
Tinggi balok = 0,80 m Tinggi balok = 0,70 m
- Untuk bentang (L) = 9,00 m type B
- Berat sendiri balok = $0,40 \times [0,80 - 0,12] \times 24 = 6,53 \text{ kN/m'}$
- Berat plat lantai = $q_d (\text{plat}) \times h_a = 3,90 \times 3,00 = 11,70 \text{ kN/m'}$
 $q_{d1} = 18,23 \text{ kN/m'}$

Beban mati pada balok Portal Line G

Lebar balok = 0,40 m
Tinggi balok = 0,80 m
Lebar balok = 0,30 m
Tinggi balok = 0,70 m
- Untuk bentang (L) = 9,00 m type B
- Berat sendiri balok = $0,40 \times [0,80 - 0,12] \times 24 = 6,53 \text{ kN/m'}$
- Berat plat lantai = $q_d (\text{plat}) \times h_a = 3,90 \times 3,00 = 11,70 \text{ kN/m'}$
 $q_{d1} = 18,23 \text{ kN/m'}$

Beban mati pada balok Portal Line H

Lebar balok = 0,40 m Lebar balok = 0,30 m
Tinggi balok = 0,80 m Tinggi balok = 0,70 m
- Untuk bentang (L) = 9,00 m type B, I
- Berat sendiri balok = $0,40 \times [0,80 - 0,12] \times 24 = 6,53 \text{ kN/m'}$
- Berat plat lantai = $q_d (\text{plat}) \times h_a = 3,90 \times 3,08 = 12,00 \text{ kN/m'}$
 $q_{d1} = 18,52 \text{ kN/m'}$
- Untuk bentang (L) = 9,00 m type B + E G
- Berat sendiri balok = $0,40 \times [0,80 - 0,12] \times 24 = 6,53 \text{ kN/m'}$
- Berat plat lantai = $q_d (\text{plat}) \times h_a = 3,90 \times 2,14 = 8,37 \text{ kN/m'}$
 $q_{d2} = 14,89 \text{ kN/m'}$

Beban mati pada balok Portal Line H'

Lebar balok = 0,30 m
Tinggi balok = 0,70 m
- Untuk bentang (L) = 9,00 m type I, K
- Berat sendiri balok = $0,30 \times [0,70 - 0,12] \times 24 = 4,18 \text{ kN/m'}$

$$\begin{aligned}
 - \text{ Berat plat lantai} &= qd(\text{plat}) \times ha = 3,90 \times 2,57 = \underline{10,02 \text{ kN/m'}} \\
 &qd1 = 14,20 \text{ kN/m'}
 \end{aligned}$$

Beban mati pada balok Portal Line I

$$\begin{aligned}
 \text{Lebar balok} &= 0,40 \text{ m} & \text{Lebar balok} &= 0,30 \text{ m} \\
 \text{Tinggi balok} &= 0,80 \text{ m} & \text{Tinggi balok} &= 0,70 \text{ m} \\
 - \text{ Untuk bentang (L)} &= 9,00 \text{ m type B, K} \\
 - \text{ Berat sendiri balok} &= 0,40 \times [0,80 - 0,12] \times 24 = 6,53 \text{ kN/m'} \\
 - \text{ Berat plat lantai} &= qd(\text{plat}) \times ha = 3,90 \times 2,49 = \underline{9,72 \text{ kN/m'}} \\
 &qd1 = 16,25 \text{ kN/m'} \\
 - \text{ Untuk bentang (L)} &= 9,00 \text{ m type B + G E} \\
 - \text{ Berat sendiri balok} &= 0,40 \times [0,80 - 0,12] \times 24 = 6,53 \text{ kN/m'} \\
 - \text{ Berat plat lantai} &= qd(\text{plat}) \times ha = 3,90 \times 2,14 = \underline{8,37 \text{ kN/m'}} \\
 &qd2 = 14,89 \text{ kN/m'}
 \end{aligned}$$

3.7.4 Beban Hidup Merata Lantai 1-7 (ql)

$$\begin{aligned}
 \text{Lantai 1-6, fungsi bangunan ruang kuliah. Dimana } ql(1-6) &= 1,92 \text{ kN/m}^2 \\
 \text{Untuk tangga dan bordes, } ql(\text{bordes}) &= 1,92 \text{ kN/m}^2
 \end{aligned}$$

Perhitungan Pembebanan Pada Portal Memanjang Lantai

Beban hidup pada balok Portal Line 1

$$\begin{aligned}
 \text{Lebar balok} &= 0,30 \text{ m} \\
 \text{Tinggi balok} &= 0,70 \text{ m} \\
 - \text{ Untuk bentang (L)} &= 2,70 \text{ m type L} \\
 - \text{ Beban hidup terdistribusi} &= ql(\text{r.kls}) \times ha = 1,92 \times 0,90 = \underline{1,73 \text{ kN/m'}} \\
 &ql1 = 1,73 \text{ kN/m'} \\
 - \text{ Untuk bentang (L)} &= 5,40 \text{ m type A} \\
 - \text{ Beban hidup terdistribusi} &= ql(\text{r.kls}) \times ha = 1,92 \times 1,73 = \underline{3,32 \text{ kN/m'}} \\
 &ql2 = 3,32 \text{ kN/m'} \\
 - \text{ Untuk bentang (L)} &= 5,40 \text{ m type H J} \\
 - \text{ Beban hidup terdistribusi} &= ql(\text{r.kls}) \times ha = 1,92 \times 0,81 = \underline{1,56 \text{ kN/m'}} \\
 &ql3 = 1,56 \text{ kN/m'}
 \end{aligned}$$

Beban hidup pada balok Portal Line 2

$$\begin{aligned}
 \text{Lebar balok} &= 0,30 \text{ m} & \text{Lebar balok} &= 0,30 \text{ m} \\
 \text{Tinggi balok} &= 0,70 \text{ m} & \text{Tinggi balok} &= 0,50 \text{ m} \\
 - \text{ Untuk bentang (L)} &= 2,70 \text{ m type L} \\
 - \text{ Beban hidup terdistribusi} &= ql(\text{r.kls}) \times ha = 1,92 \times 1,80 = \underline{3,46 \text{ kN/m'}} \\
 &ql1 = 3,46 \text{ kN/m'} \\
 - \text{ Untuk bentang (L)} &= 5,40 \text{ m type A} \\
 - \text{ Beban hidup terdistribusi} &= ql(\text{r.kls}) \times ha = 1,92 \times 3,46 = \underline{6,64 \text{ kN/m'}} \\
 &ql2 = 6,64 \text{ kN/m'}
 \end{aligned}$$

- Untuk bentang (L) = 2,15 m type J
- Beban hidup terdistribusi = $q_l \text{ (r.kls)} \times h_a = 1,92 \times 1,43 = \frac{2,75 \text{ kN/m}'}{q_{l3} = 2,75 \text{ kN/m}'}$

Beban hidup pada balok Portal Line 3

Lebar balok = 0,30 m

Tinggi balok = 0,70 m

- Untuk bentang (L) = 2,70 m type L
- Beban hidup terdistribusi = $q_l \text{ (r.kls)} \times h_a = 1,92 \times 1,80 = \frac{3,46 \text{ kN/m}'}{q_{l1} = 3,46 \text{ kN/m}'}$
- Untuk bentang (L) = 5,40 m type A
- Beban hidup terdistribusi = $q_l \text{ (r.kls)} \times h_a = 1,92 \times 3,46 = \frac{6,64 \text{ kN/m}'}{q_{l2} = 6,64 \text{ kN/m}'}$
- Untuk bentang (L) = 5,4 m type H J + F
- Beban hidup terdistribusi = $q_l \text{ (r.kls)} \times h_a = 1,92 \times 2,29 = \frac{4,39 \text{ kN/m}'}{q_{l3} = 4,39 \text{ kN/m}'}$

Beban hidup pada balok Portal Line 4

Lebar balok = 0,30 m

Lebar balok = 0,30 m

Tinggi balok = 0,70 m

Tinggi balok = 0,50 m

- Untuk bentang (L) = 2,70 m type L
- Beban hidup terdistribusi = $q_l \text{ (r.kls)} \times h_a = 1,92 \times 1,80 = \frac{3,46 \text{ kN/m}'}{q_{l1} = 3,46 \text{ kN/m}'}$
- Untuk bentang (L) = 5,40 m type A
- Beban hidup terdistribusi = $q_l \text{ (r.kls)} \times h_a = 1,92 \times 3,46 = \frac{6,64 \text{ kN/m}'}{q_{l2} = 6,64 \text{ kN/m}'}$
- Untuk bentang (L) = 5,40 m type F, D
- Beban hidup terdistribusi = $q_l \text{ (r.kls)} \times h_a = 1,92 \times 3,28 = \frac{6,29 \text{ kN/m}'}{q_{l3} = 6,29 \text{ kN/m}'}$

Beban hidup pada balok Portal Line 5

Lebar balok = 0,30 m

Tinggi balok = 0,70 m

- Untuk bentang (L) = 2,70 m type L
- Beban hidup terdistribusi = $q_l \text{ (r.kls)} \times h_a = 1,92 \times 0,90 = \frac{1,73 \text{ kN/m}'}{q_{l1} = 1,73 \text{ kN/m}'}$
- Untuk bentang (L) = 5,40 m type A
- Beban hidup terdistribusi = $q_l \text{ (r.kls)} \times h_a = 1,92 \times 1,73 = \frac{3,32 \text{ kN/m}'}{q_{l2} = 3,32 \text{ kN/m}'}$
- Untuk bentang (L) = 5,4 m type A, O
- Beban hidup terdistribusi = $q_l \text{ (r.kls)} \times h_a = 1,92 \times 3,41 = \frac{6,54 \text{ kN/m}'}{q_{l3} = 6,54 \text{ kN/m}'}$

- Untuk bentang (L) = 5,4 m type D, O
- Beban hidup terdistribusi = $q_l \text{ (r.kls)} \times h_a = 1,92 \times 3,48 = \frac{6,67 \text{ kN/m}'}{q_{l4}} = 6,67 \text{ kN/m}'$

Beban hidup pada balok Portal Line 6

- Lebar balok = 0,30 m
- Tinggi balok = 0,70 m
- Untuk bentang (L) = 5,40 m type O, D
- Beban hidup terdistribusi = $q_l \text{ (r.kls)} \times h_a = 1,92 \times 3,48 = \frac{6,67 \text{ kN/m}'}{q_{l1}} = 6,67 \text{ kN/m}'$

Beban hidup pada balok Portal Line 7

- Lebar balok = 0,30 m
- Tinggi balok = 0,70 m
- Untuk bentang (L) = 5,40 m type D
- Beban hidup terdistribusi = $q_l \text{ (r.kls)} \times h_a = 1,92 \times 1,80 = \frac{3,46 \text{ kN/m}'}{q_{l1}} = 3,46 \text{ kN/m}'$

Perhitungan Pembebanan Pada Portal Melintang Lantai

Beban hidup pada balok Portal Line A dan N

- Lebar balok = 0,40 m
- Tinggi balok = 0,80 m
- Untuk bentang (L) = 9,00 m type N M
- Beban hidup terdistribusi = $q_l \text{ (r.kls)} \times h_a = 1,92 \times 1,14 = \frac{2,18 \text{ kN/m}'}{q_{l1}} = 2,18 \text{ kN/m}'$

Beban hidup pada balok Portal Line B dan M

- Lebar balok = 0,40 m
- Tinggi balok = 0,80 m
- Untuk bentang (L) = 9,00 m type N M
- Beban hidup terdistribusi = $q_l \text{ (r.kls)} \times h_a = 1,92 \times 2,27 = \frac{4,36 \text{ kN/m}'}{q_{l1}} = 4,36 \text{ kN/m}'$

Beban hidup pada balok Portal Line C dan L

- Lebar balok = 0,40 m
- Tinggi balok = 0,80 m
- Untuk bentang (L) = 9,00 m type N M + B
- Beban hidup terdistribusi = $q_l \text{ (r.kls)} \times h_a = 1,92 \times 2,64 = \frac{5,06 \text{ kN/m}'}{q_{l1}} = 5,06 \text{ kN/m}'$

Beban hidup pada balok Portal Line D, E, J dan K

- Lebar balok = 0,40 m
- Tinggi balok = 0,80 m

- Untuk bentang (L) = 9,00 m type B
- Beban hidup terdistribusi = $q_l \text{ (r.kls)} \times h_a = 1,92 \times 3,00 = \underline{5,76 \text{ kN/m'}}$
 $q_{l1} = 5,76 \text{ kN/m'}$

Beban hidup pada balok Portal Line F

Lebar balok = 0,40 m Lebar balok = 0,30 m
 Tinggi balok = 0,80 m Tinggi balok = 0,70 m

- Untuk bentang (L) = 9,00 m type B
- Beban hidup terdistribusi = $q_l \text{ (r.kls)} \times h_a = 1,92 \times 3,00 = \underline{5,76 \text{ kN/m'}}$
 $q_{l1} = 5,76 \text{ kN/m'}$
- Untuk bentang (L) = 4,20 m type C
- Beban hidup terdistribusi = $q_l \text{ (r.kls)} \times h_a = 1,92 \times 1,40 = \underline{2,69 \text{ kN/m'}}$
 $q_{l2} = 2,69 \text{ kN/m'}$
- Untuk bentang (L) = 5,40 m type D
- Beban hidup terdistribusi = $q_l \text{ (r.kls)} \times h_a = 1,92 \times 1,80 = \underline{3,46 \text{ kN/m'}}$
 $q_{l3} = 3,46 \text{ kN/m'}$

Beban hidup pada balok Portal Line G

Lebar balok = 0,40 m Lebar balok = 0,30 m
 Tinggi balok = 0,80 m Tinggi balok = 0,70 m

- Untuk bentang (L) = 9,00 m type B
- Beban hidup terdistribusi = $q_l \text{ (r.kls)} \times h_a = 1,92 \times 3,00 = \underline{5,76 \text{ kN/m'}}$
 $q_{l1} = 5,76 \text{ kN/m'}$
- Untuk bentang (L) = 4,20 m type C
- Beban hidup terdistribusi = $q_l \text{ (r.kls)} \times h_a = 1,92 \times 2,80 = \underline{5,38 \text{ kN/m'}}$
 $q_{l2} = 5,38 \text{ kN/m'}$
- Untuk bentang (L) = 5,40 m type D
- Beban hidup terdistribusi = $q_l \text{ (r.kls)} \times h_a = 1,92 \times 3,60 = \underline{6,91 \text{ kN/m'}}$
 $q_{l3} = 6,91 \text{ kN/m'}$

Beban hidup pada balok Portal Line H

Lebar balok = 0,40 m Lebar balok = 0,30 m
 Tinggi balok = 0,80 m Tinggi balok = 0,70 m

- Untuk bentang (L) = 9,00 m type B, I
- Beban hidup terdistribusi = $q_l \text{ (r.kls)} \times h_a = 1,92 \times 3,08 = \underline{5,91 \text{ kN/m'}}$
 $q_{l1} = 5,91 \text{ kN/m'}$
- Untuk bentang (L) = 9,00 m type B + G E
- Beban hidup terdistribusi = $q_l \text{ (r.kls)} \times h_a = 1,92 \times 2,14 = \underline{4,12 \text{ kN/m'}}$
 $q_{l2} = 4,12 \text{ kN/m'}$
- Untuk bentang (L) = 4,20 m type C
- Beban hidup terdistribusi = $q_l \text{ (r.kls)} \times h_a = 1,92 \times 2,80 = \underline{5,38 \text{ kN/m'}}$
 $q_{l3} = 5,38 \text{ kN/m'}$

- Untuk bentang (L) = 5,40 m type D
- Beban hidup terdistribusi = $q_l \text{ (r.kls)} \times h_a = 1,92 \times 3,60 = \frac{6,91 \text{ kN/m}'}{q_{l4}} = 6,91 \text{ kN/m}'$

Beban hidup pada balok Portal Line H'

- Lebar balok = 0,30 m
- Tinggi balok = 0,70 m
- Untuk bentang (L) = 9,00 m type I, K
- Beban hidup terdistribusi = $q_l \text{ (r.kls)} \times h_a = 1,92 \times 2,57 = \frac{4,93 \text{ kN/m}'}{q_{l1}} = 4,93 \text{ kN/m}'$

Beban hidup pada balok Portal Line I

- Lebar balok = 0,40 m Lebar balok = 0,30 m
- Tinggi balok = 0,80 m Tinggi balok = 0,70 m
- Untuk bentang (L) = 9,00 m type B, K
- Beban hidup terdistribusi = $q_l \text{ (r.kls)} \times h_a = 1,92 \times 2,49 = \frac{4,79 \text{ kN/m}'}{q_{l1}} = 4,79 \text{ kN/m}'$
- Untuk bentang (L) = 9,00 m type B, G + E
- Beban hidup terdistribusi = $q_l \text{ (r.kls)} \times h_a = 1,92 \times 2,14 = \frac{4,12 \text{ kN/m}'}{q_{l2}} = 4,12 \text{ kN/m}'$
- Untuk bentang (L) = 4,20 m type C
- Beban hidup terdistribusi = $q_l \text{ (r.kls)} \times h_a = 1,92 \times 1,40 = \frac{2,69 \text{ kN/m}'}{q_{l3}} = 2,69 \text{ kN/m}'$
- Untuk bentang (L) = 5,40 m type D
- Beban hidup terdistribusi = $q_l \text{ (r.kls)} \times h_a = 1,92 \times 1,80 = \frac{3,46 \text{ kN/m}'}{q_{l4}} = 3,46 \text{ kN/m}'$

3.7.5 Beban Hidup Merata Lantai Atap (ql)

- Lantai 7, fungsi bangunan atap. Dimana $q_{l2} = 0,96 \text{ kN/m}^2$
- Untuk beban air hujan 3 cm x 10,0 $\text{kN/m}^2 = 0,3 \text{ kN/m}^2$
- $q_l \text{ (atap)} = 0,96 + 0,3 = 1,26 \text{ kN/m}^2$

P Ataperhitungan Pembebanan Pada Portal Memanjang

Beban hidup pada balok Portal Line I

- Lebar balok = 0,30 m
- Tinggi balok = 0,70 m
- Untuk bentang (L) = 2,70 m type L
- 1 - Beban hidup terdistribusi = $q_l \text{ (atap)} \times h_a = 1,26 \times 0,90 = \frac{1,13 \text{ kN/m}'}{q_{l1}} = 1,13 \text{ kN/m}'$
- Untuk bentang (L) = 5,40 m type A
- Beban hidup terdistribusi = $q_l \text{ (atap)} \times h_a = 1,26 \times 1,73 = \frac{2,18 \text{ kN/m}'}{q_{l2}} = 2,18 \text{ kN/m}'$

- Untuk bentang (L) = 5,40 m type H + J
- Beban hidup terdistribusi = ql (atap) x ha = 1,26 x 0,81 = $\frac{1,02}{1,02}$ kN/m'
- $ql3$ = 1,02 kN/m'

Beban hidup pada balok Portal Line 2

- Lebar balok = 0,30 m Lebar balok = 0,30 m
 Tinggi balok = 0,70 m Tinggi balok = 0,50 m
- Untuk bentang (L) = 2,70 m type L
 - Beban hidup terdistribusi = ql (atap) x ha = 1,26 x 1,80 = $\frac{2,27}{2,27}$ kN/m'
 - $ql1$ = 2,27 kN/m'
 - Untuk bentang (L) = 5,40 m type A
 - Beban hidup terdistribusi = ql (atap) x ha = 1,26 x 3,46 = $\frac{4,36}{4,36}$ kN/m'
 - $ql2$ = 4,36 kN/m'
 - Untuk bentang (L) = 2,15 m type J
 - Beban hidup terdistribusi = ql (atap) x ha = 1,26 x 1,43 = $\frac{1,81}{1,81}$ kN/m'
 - $ql3$ = 1,81 kN/m'

Beban hidup pada balok Portal Line 3

- Lebar balok = 0,30 m
 Tinggi balok = 0,70 m
- Untuk bentang (L) = 2,70 m type L
 - Beban hidup terdistribusi = ql (atap) x ha = 1,26 x 1,80 = $\frac{2,27}{2,27}$ kN/m'
 - $ql1$ = 2,27 kN/m'
 - Untuk bentang (L) = 5,40 m type A
 - Beban hidup terdistribusi = ql (atap) x ha = 1,26 x 3,46 = $\frac{4,36}{4,36}$ kN/m'
 - $ql2$ = 4,36 kN/m'
 - Untuk bentang (L) = 5,4 m type H J + F
 - Beban hidup terdistribusi = ql (atap) x ha = 1,26 x 2,29 = $\frac{2,88}{2,88}$ kN/m'
 - $ql3$ = 2,88 kN/m'

Beban hidup pada balok Portal Line 4

- Lebar balok = 0,30 m Lebar balok = 0,30 m
 Tinggi balok = 0,70 m Tinggi balok = 0,50 m
- Untuk bentang (L) = 2,70 m type L
 - Beban hidup terdistribusi = ql (atap) x ha = 1,26 x 1,80 = $\frac{2,27}{2,27}$ kN/m'
 - $ql1$ = 2,27 kN/m'
 - Untuk bentang (L) = 5,40 m type A
 - Beban hidup terdistribusi = ql (atap) x ha = 1,26 x 3,46 = $\frac{4,36}{4,36}$ kN/m'
 - $ql2$ = 4,36 kN/m'
 - Untuk bentang (L) = 5,40 m type F, D
 - Beban hidup terdistribusi = ql (atap) x ha = 1,26 x 3,28 = $\frac{4,13}{4,13}$ kN/m'
 - $ql3$ = 4,13 kN/m'

Beban hidup pada balok Portal Line 5

Lebar balok = 0,30 m

Tinggi balok = 0,70 m

- Untuk bentang (L) = 2,70 m type L

- Beban hidup terdistribusi = $q_l(\text{atap}) \times h_a = 1,26 \times 0,90 = \underline{1,13 \text{ kN/m'}}$
 $q_{l1} = 1,13 \text{ kN/m'}$

- Untuk bentang (L) = 5,40 m type A

- Beban hidup terdistribusi = $q_l(\text{atap}) \times h_a = 1,26 \times 1,73 = \underline{2,18 \text{ kN/m'}}$
 $q_{l2} = 2,18 \text{ kN/m'}$

Perhitungan Pembebanan Pada Portal Melintang Atap

Beban hidup pada balok Portal Line B dan M

Lebar balok = 0,40 m

Tinggi balok = 0,80 m

- Untuk bentang (L) = 9,00 m type N M

- Beban hidup terdistribusi = $q_l(\text{atap}) \times h_a = 1,26 \times 1,14 = \underline{1,43 \text{ kN/m'}}$
 $q_{l1} = 1,43 \text{ kN/m'}$

Beban hidup pada balok Portal Line C dan N

Lebar balok = 0,40 m

Tinggi balok = 0,80 m

- Untuk bentang (L) = 9,00 m type N M + B

- Beban hidup terdistribusi = $q_l(\text{atap}) \times h_a = 1,26 \times 2,64 = \underline{3,32 \text{ kN/m'}}$
 $q_{l1} = 3,32 \text{ kN/m'}$

Beban hidup pada balok Portal Line D, E, J dan K

Lebar balok = 0,40 m

Tinggi balok = 0,80 m

- Untuk bentang (L) = 9,00 m type B

- Beban hidup terdistribusi = $q_l(\text{atap}) \times h_a = 1,26 \times 3,00 = \underline{3,78 \text{ kN/m'}}$
 $q_{l1} = 3,78 \text{ kN/m'}$

Beban hidup pada balok Portal Line F

Lebar balok = 0,40 m

Lebar balok = 0,30 m

Tinggi balok = 0,80 m

Tinggi balok = 0,70 m

- Untuk bentang (L) = 9,00 m type B

- Beban hidup terdistribusi = $q_l(\text{atap}) \times h_a = 1,26 \times 3,00 = \underline{3,78 \text{ kN/m'}}$
 $q_{l1} = 3,78 \text{ kN/m'}$

Beban hidup pada balok Portal Line G

Lebar balok = 0,40 m

Lebar balok = 0,30 m

Tinggi balok = 0,80 m

Tinggi balok = 0,70 m

- Untuk bentang (L) = 9,00 m type B
- Beban hidup terdistribusi = q_l (atap) x h_a = 1,26 x 3,00 = 3,78 kN/m'
 q_{l1} = 3,78 kN/m'

Beban hidup pada balok Portal Line H

Lebar balok = 0,40 m Lebar balok = 0,30 m
 Tinggi balok = 0,80 m Tinggi balok = 0,70 m

- Untuk bentang (L) = 9,00 m type B, I
- Beban hidup terdistribusi = q_l (atap) x h_a = 1,26 x 3,08 = 3,88 kN/m'
 q_{l1} = 3,88 kN/m'
- Untuk bentang (L) = 9,00 m type B + G E
- Beban hidup terdistribusi = q_l (atap) x h_a = 1,26 x 2,14 = 2,70 kN/m'
 q_{l2} = 2,70 kN/m'

Beban hidup pada balok Portal Line H'

Lebar balok = 0,30 m
 Tinggi balok = 0,70 m

- Untuk bentang (L) = 9,00 m type I, K
- Beban hidup terdistribusi = q_l (atap) x h_a = 1,26 x 2,57 = 3,24 kN/m'
 q_{l1} = 3,24 kN/m'

Beban hidup pada balok Portal Line I

Lebar balok = 0,40 m Lebar balok = 0,30 m
 Tinggi balok = 0,80 m Tinggi balok = 0,70 m

- Untuk bentang (L) = 9,00 m type B, K
- Beban hidup terdistribusi = q_l (atap) x h_a = 1,26 x 2,49 = 3,14 kN/m'
 q_{l1} = 3,14 kN/m'
- Untuk bentang (L) = 9,00 m type B + G E
- Beban hidup terdistribusi = q_l (atap) x h_a = 1,26 x 2,14 = 2,70 kN/m'
 q_{l2} = 2,70 kN/m'

3.7.6 Beban Mati Terpusat (pd)

Dimensi Kolom 80/80 b = h = 0,8 m
 Dimensi Kolom 40/40 b = h = 0,4 m
 Tinggi Kolom = 4,5 m
 Berat Jenis Beton Bertulang = 24,0 kN/m³

Lantai 1 - 4

Lebar balok = 0,40 m
 Tinggi balok = 0,80 m

- Kolom 80/80 = b x h x t x Bj
 = 0,8 x 0,8 x 3,70 x 24 = 56,832 kN

$$\begin{aligned} \text{Lebar balok} &= 0,30 \text{ m} \\ \text{Tinggi balok} &= 0,70 \text{ m} \\ \text{- Kolom 40/40} &= b \times h \times t \times B_j \\ &= 0,4 \times 0,4 \times 3,80 \times 24 = 14,592 \text{ kN} \end{aligned}$$

Lantai 5 - 7

$$\begin{aligned} \text{Lebar balok} &= 0,40 \text{ m} \\ \text{Tinggi balok} &= 0,80 \text{ m} \\ \text{- Kolom 80/80} &= b \times h \times t \times B_j \\ &= 0,8 \times 0,8 \times 3,70 \times 24 = 56,832 \text{ kN} \end{aligned}$$

3.7.7 Beban Mati Plat Pada Shear Wall (pd)

$$\begin{aligned} \text{Lebar Shear Wall } l_w &= 350 = 3,50 \text{ m} \\ \text{Dimensi Border 1 } b_1 &= 35 = 0,35 \text{ m} \\ \text{Dimensi Border 2 } b_2 &= 30 = 0,30 \text{ m} \\ \text{Dimensi Border 3 } b_3 &= 25 = 0,25 \text{ m} \\ \ell &= L. \text{ Shear Wall } \times \text{ Dimensi Border } b \\ \text{Tinggi kolom} &= 4,50 \text{ m} \\ \text{Tebal plat} &= 0,12 \text{ m} \\ \text{Berat Jenis Beton Bertulang} &= 24,0 \text{ kN/m}^3 \\ \text{qd (sw)} &= l_w \times b \times B_j \\ &= 3,5 \times 0,35 \times 24,0 \\ &= 29,4 \text{ kN/m} \end{aligned}$$

Lantai 1 - 3

$$\begin{aligned} \text{- Berat plat lantai} &= \text{qd (plat)} \times h_a = 4,14 \times 0,90 = 3,73 \text{ kN/m} \\ \text{- Beban mati pada shear wall} &= B. \text{ plat lantai } \times \ell = 3,73 \times 3,50 = 13,04 \text{ kN} \\ \text{- Beban mati sendiri shear wa} &= \text{qd (sw)} \times h = 29,40 \times 4,50 = 132,30 \text{ kN} \\ &\text{qd (sw)} = 145,34 \text{ kN} \end{aligned}$$

Lantai 4 - 5

$$\begin{aligned} \text{- Berat plat lantai} &= \text{qd (plat)} \times h_a = 4,14 \times 0,90 = 3,73 \text{ kN/m} \\ \text{- Beban mati pada shear wall} &= B. \text{ plat lantai } \times \ell = 3,73 \times 3,50 = 13,04 \text{ kN} \\ \text{- Beban mati sendiri shear wa} &= \text{qd (sw)} \times h = 25,20 \times 4,50 = 113,40 \text{ kN} \\ &\text{qd (sw)} = 126,44 \text{ kN} \end{aligned}$$

Lantai 6 - 7

$$\begin{aligned} \text{- Berat plat lantai} &= \text{qd (plat)} \times h_a = 4,14 \times 0,90 = 3,73 \text{ kN/m} \\ \text{- Beban mati pada shear wall} &= B. \text{ plat lantai } \times \ell = 3,73 \times 3,50 = 13,04 \text{ kN} \\ \text{- Beban mati sendiri shear wa} &= \text{qd (sw)} \times h = 21,00 \times 4,50 = 94,50 \text{ kN} \\ &\text{qd (sw)} = 107,54 \text{ kN} \end{aligned}$$

- Berat plat lantai Atap = $q_d(\text{plat}) \times h_a = 3,90 \times 0,90 = 3,51 \text{ kN/m'}$
- Beban mati pada shear wall = $B. \text{ plat lantai} \times \ell = 3,51 \times 3,50 = 12,29 \text{ kN}$

3.7.8 Beban Hidup Plat Pada Shear Wall (pl)

Lebar Shear Wall	$l_w = 350 = 3,50 \text{ m}$
Dimensi Border 1	$b_1 = 35 = 0,35 \text{ m}$
Dimensi Border 2	$b_2 = 30 = 0,30 \text{ m}$
Dimensi Border 3	$b_3 = 25 = 0,25 \text{ m}$
$\ell =$ L. Shear Wall	\times Dimensi Border b
Dimensi Border	$b = 80 = 0,80 \text{ m}$
Tinggi kolom	$= 4,50 \text{ m}$
Tebal plat	$= 0,12 \text{ m}$
Berat Jenis Beton Bertulang	$= 24,0 \text{ kN/m}^3$

Lantai 1 - 3

- Beban hidup plat lantai = $q_l(\text{plat}) \times h_a = 1,92 \times 0,90 = 1,73 \text{ kN/m'}$
- Beban hidup shear wall = $B. \text{ plat lantai} \times \ell = 1,73 \times 3,50 = 6,05 \text{ kN}$

Lantai 4 - 5

- Beban hidup plat lantai = $q_l(\text{plat}) \times h_a = 1,92 \times 0,90 = 1,73 \text{ kN/m'}$
- Beban hidup shear wall = $B. \text{ plat lantai} \times \ell = 1,73 \times 3,50 = 6,05 \text{ kN}$

Lantai 6 - 7

- Beban hidup plat lantai = $q_l(\text{plat}) \times h_a = 1,92 \times 0,90 = 1,73 \text{ kN/m'}$
- Beban hidup shear wall = $B. \text{ plat lantai} \times \ell = 1,73 \times 3,50 = 6,05 \text{ kN}$

- Beban hidup lantai Atap = $q_l(\text{plat}) \times h_a = 1,26 \times 0,90 = 1,13 \text{ kN/m'}$
- Beban hidup shear wall = $B. \text{ plat lantai} \times \ell = 1,13 \times 3,50 = 3,97 \text{ kN}$

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

$$bf \leq 1/4 l$$

$$bf \leq bw + 8 \times t \text{ kiri} + 8 \times t \text{ kanan}$$

$$bf \leq bw + 1/2 \times L \text{ kiri} + 1/2 \times L \text{ kanan}$$

dimana :

bf = Lebar efektif balok (mm)

l = Bentang balok (mm)

t kiri = Tebal plat sisi kiri (mm)

t kanan = Tebal plat sisi kanan (mm)

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

L kanan = Jarak bersih ke badan sebelah kanan (mm)

• Balok T 1

Diketahui : $bw = 400 \text{ mm}$

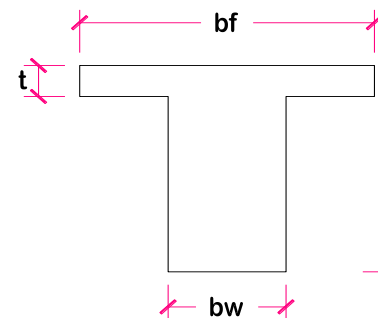
$hw = 800 \text{ mm}$

$t = 120 \text{ mm}$

$l = 9000 \text{ mm}$

$L \text{ kiri} = 5400 - 400 = 5000 \text{ mm}$

$L \text{ kanan} = 5400 - 400 = 5000 \text{ mm}$



$$\begin{aligned} - \quad bf &\leq bw + 8 \times t \text{ kiri} + 8 \times t \text{ kanan} \\ &\leq 400 + 8,0 \times 120 + 8,0 \times 120 \\ &\leq 2320 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} - \quad bf &\leq bw + 1/2 \times L \text{ kiri} + 1/2 \times L \text{ kanan} \\ &\leq 400 + 0,5 \times 5000 + 0,5 \times 5000 \\ &\leq 5400 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} - \quad bf &\leq 1/4 l \\ &\leq 0,25 \times 9000 \\ &\leq 2250 \text{ mm} \end{aligned}$$

Maka, nilai b efektif yang digunakan adalah = 2250 mm

• Balok T 2

Diketahui : $bw = 400 \text{ mm}$

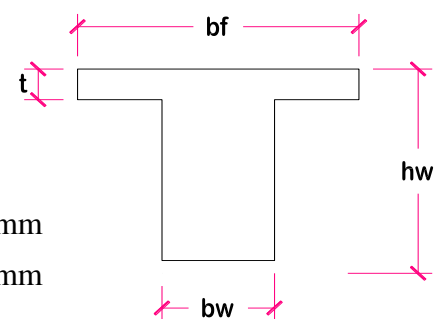
$hw = 800 \text{ mm}$

$t = 120 \text{ mm}$

$l = 9000 \text{ mm}$

$L \text{ kiri} = 2700 - 400 = 2300 \text{ mm}$

$L \text{ kanan} = 2700 - 400 = 2300 \text{ mm}$



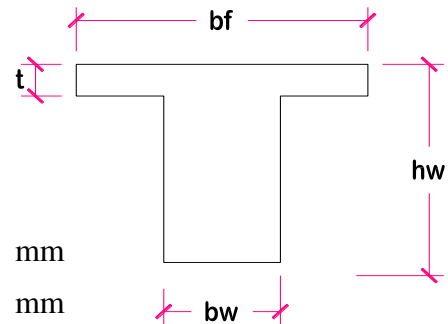
$$\begin{aligned} - \quad bf &\leq bw + 8 \times t \text{ kiri} + 8 \times t \text{ kanan} \\ &\leq 400 + 8,0 \times 120 + 8,0 \times 120 \\ &\leq 2320 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 - \quad bf &\leq bw + 1/2 \times L_{\text{kiri}} + 1/2 \times L_{\text{kanan}} \\
 &\leq 400 + 0,5 \times 2300 + 0,5 \times 2300 \\
 &\leq 2700 \quad \text{mm} \\
 - \quad bf &\leq 1/4 \, l \\
 &\leq 0,25 \times 9000 \\
 &\leq 2250 \quad \text{mm} \\
 \text{Maka, nilai } b \text{ efektif yang digunakan adalah} &= 2250 \quad \text{mm}
 \end{aligned}$$

• **Balok T 3**

Diketahui :

$$\begin{aligned}
 bw &= 300 \quad \text{mm} \\
 hw &= 700 \quad \text{mm} \\
 t &= 120 \quad \text{mm} \\
 l &= 5400 \quad \text{mm} \\
 L_{\text{kiri}} &= 4500 - 300 = 4200 \quad \text{mm} \\
 L_{\text{kanan}} &= 4500 - 300 = 4200 \quad \text{mm}
 \end{aligned}$$

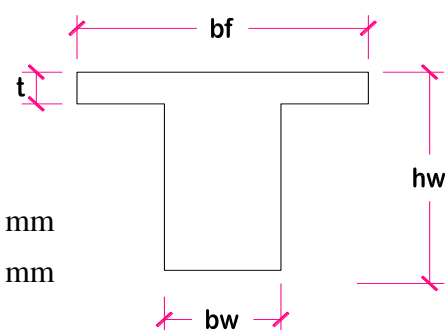


$$\begin{aligned}
 - \quad bf &\leq bw + 8 \times t_{\text{kiri}} + 8 \times t_{\text{kanan}} \\
 &\leq 300 + 8,0 \times 120 + 8,0 \times 120 \\
 &\leq 2220 \quad \text{mm} \\
 - \quad bf &\leq bw + 1/2 \times L_{\text{kiri}} + 1/2 \times L_{\text{kanan}} \\
 &\leq 300 + 0,5 \times 4200 + 0,5 \times 4200 \\
 &\leq 4500 \quad \text{mm} \\
 - \quad bf &\leq 1/4 \, l \\
 &\leq 0,25 \times 5400 \\
 &\leq 1350 \quad \text{mm} \\
 \text{Maka, nilai } b \text{ efektif yang digunakan adalah} &= 1350 \quad \text{mm}
 \end{aligned}$$

• **Balok T 4**

Diketahui :

$$\begin{aligned}
 bw &= 300 \quad \text{mm} \\
 hw &= 700 \quad \text{mm} \\
 t &= 120 \quad \text{mm} \\
 l &= 2700 \quad \text{mm} \\
 L_{\text{kiri}} &= 3400 - 300 = 3100 \quad \text{mm} \\
 L_{\text{kanan}} &= 5600 - 300 = 5300 \quad \text{mm}
 \end{aligned}$$



$$\begin{aligned}
 - \quad bf &\leq bw + 8 \times t_{\text{kiri}} + 8 \times t_{\text{kanan}} \\
 &\leq 300 + 8,0 \times 120 + 8,0 \times 120 \\
 &\leq 2220 \quad \text{mm} \\
 - \quad bf &\leq bw + 1/2 \times L_{\text{kiri}} + 1/2 \times L_{\text{kanan}} \\
 &\leq 300 + 0,5 \times 3100 + 0,5 \times 5300 \\
 &\leq 4500 \quad \text{mm}
 \end{aligned}$$

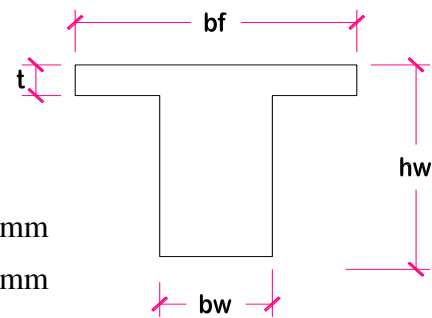
$$\begin{aligned}
 - \quad bf &\leq 1/4 \quad l \\
 &\leq 0,25 \quad x \quad 2700 \\
 &\leq 675 \quad \text{mm}
 \end{aligned}$$

Maka, nilai b efektif yang digunakan adalah = 675 mm

• **Balok T 5**

Diketahui :

$$\begin{aligned}
 bw &= 300 \quad \text{mm} \\
 hw &= 700 \quad \text{mm} \\
 t &= 120 \quad \text{mm} \\
 l &= 5400 \quad \text{mm} \\
 L \text{ kiri} &= 3400 - 300 = 3100 \quad \text{mm} \\
 L \text{ kanan} &= 5600 - 300 = 5300 \quad \text{mm}
 \end{aligned}$$



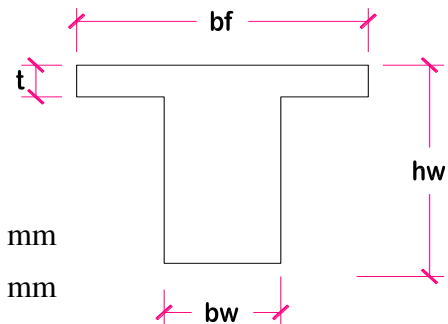
$$\begin{aligned}
 - \quad bf &\leq bw + 8 \quad x \quad t \text{ kiri} + 8 \quad x \quad t \text{ kanan} \\
 &\leq 300 + 8,0 \quad x \quad 120 + 8,0 \quad x \quad 120 \\
 &\leq 2220 \quad \text{mm} \\
 - \quad bf &\leq bw + 1/2 \quad x \quad L \text{ kiri} + 1/2 \quad x \quad L \text{ kanan} \\
 &\leq 300 + 0,5 \quad x \quad 3100 + 0,5 \quad x \quad 5300 \\
 &\leq 4500 \quad \text{mm} \\
 - \quad bf &\leq 1/4 \quad l \\
 &\leq 0,25 \quad x \quad 5400 \\
 &\leq 1350 \quad \text{mm}
 \end{aligned}$$

Maka, nilai b efektif yang digunakan adalah = 1350 mm

• **Balok T 6**

Diketahui :

$$\begin{aligned}
 bw &= 300 \quad \text{mm} \\
 hw &= 700 \quad \text{mm} \\
 t &= 120 \quad \text{mm} \\
 l &= 4200 \quad \text{mm} \\
 L \text{ kiri} &= 5400 - 300 = 5100 \quad \text{mm} \\
 L \text{ kanan} &= 5400 - 300 = 5100 \quad \text{mm}
 \end{aligned}$$

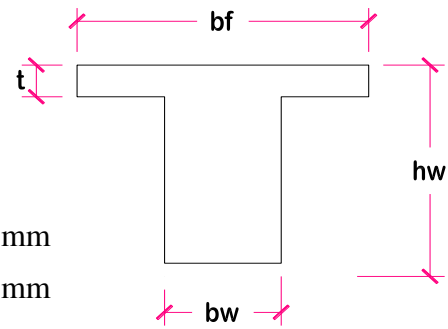


$$\begin{aligned}
 - \quad bf &\leq bw + 8 \quad x \quad t \text{ kiri} + 8 \quad x \quad t \text{ kanan} \\
 &\leq 300 + 8,0 \quad x \quad 120 + 8,0 \quad x \quad 120 \\
 &\leq 2220 \quad \text{mm} \\
 - \quad bf &\leq bw + 1/2 \quad x \quad L \text{ kiri} + 1/2 \quad x \quad L \text{ kanan} \\
 &\leq 300 + 0,5 \quad x \quad 5100 + 0,5 \quad x \quad 5100 \\
 &\leq 5400 \quad \text{mm} \\
 - \quad bf &\leq 1/4 \quad l \\
 &\leq 0,25 \quad x \quad 4200 \\
 &\leq 1050 \quad \text{mm}
 \end{aligned}$$

Maka, nilai b efektif yang digunakan adalah = 1050 mm

• **Balok T 7**

Diketahui : $b_w = 300 \text{ mm}$
 $h_w = 700 \text{ mm}$
 $t = 120 \text{ mm}$
 $l = 5400 \text{ mm}$
 $L_{\text{kiri}} = 5400 - 300 = 5100 \text{ mm}$
 $L_{\text{kanan}} = 5400 - 300 = 5100 \text{ mm}$

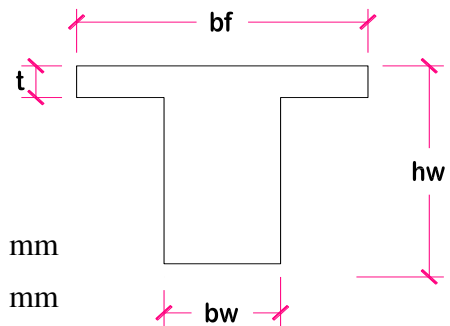


- $bf \leq b_w + 8 \times t_{\text{kiri}} + 8 \times t_{\text{kanan}}$
 $\leq 300 + 8,0 \times 120 + 8,0 \times 120$
 $\leq 2220 \text{ mm}$
- $bf \leq b_w + 1/2 \times L_{\text{kiri}} + 1/2 \times L_{\text{kanan}}$
 $\leq 300 + 0,5 \times 5100 + 0,5 \times 5100$
 $\leq 5400 \text{ mm}$
- $bf \leq 1/4 l$
 $\leq 0,25 \times 5400$
 $\leq 1350 \text{ mm}$

Maka, nilai b efektif yang digunakan adalah = 1350 mm

• **Balok T 8**

Diketahui : $b_w = 300 \text{ mm}$
 $h_w = 700 \text{ mm}$
 $t = 120 \text{ mm}$
 $l = 5400 \text{ mm}$
 $L_{\text{kiri}} = 5400 - 300 = 5100 \text{ mm}$
 $L_{\text{kanan}} = 4200 - 300 = 3900 \text{ mm}$

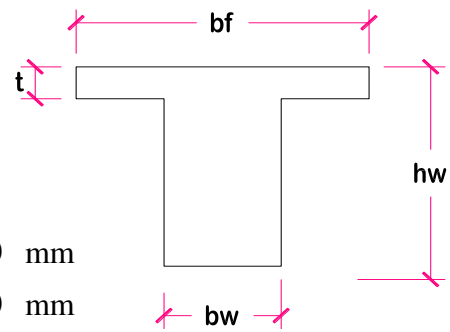


- $bf \leq b_w + 8 \times t_{\text{kiri}} + 8 \times t_{\text{kanan}}$
 $\leq 300 + 8,0 \times 120 + 8,0 \times 120$
 $\leq 2220 \text{ mm}$
- $bf \leq b_w + 1/2 \times L_{\text{kiri}} + 1/2 \times L_{\text{kanan}}$
 $\leq 300 + 0,5 \times 5100 + 0,5 \times 3900$
 $\leq 4800 \text{ mm}$
- $bf \leq 1/4 l$
 $\leq 0,25 \times 5400$
 $\leq 1350 \text{ mm}$

Maka, nilai b efektif yang digunakan adalah = 1350 mm

• **Balok T 9**

Diketahui : $b_w = 300$ mm
 $h_w = 700$ mm
 $t = 120$ mm
 $l = 5400$ mm
 $L_{\text{kiri}} = 3250 - 300 = 2950$ mm
 $L_{\text{kanan}} = 2150 - 300 = 1850$ mm

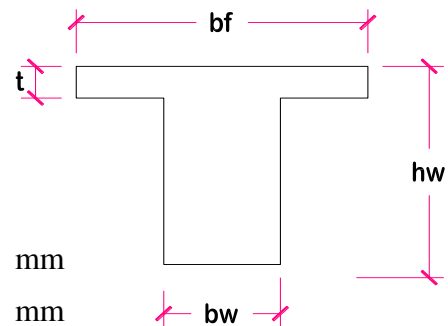


- $bf \leq b_w + 8 \times t_{\text{kiri}} + 8 \times t_{\text{kanan}}$
 $\leq 300 + 8,0 \times 120 + 8,0 \times 120$
 ≤ 2220 mm
- $bf \leq b_w + 1/2 \times L_{\text{kiri}} + 1/2 \times L_{\text{kanan}}$
 $\leq 300 + 0,5 \times 2950 + 0,5 \times 1850$
 ≤ 2700 mm
- $bf \leq 1/4 l$
 $\leq 0,25 \times 5400$
 ≤ 1350 mm

Maka, nilai b efektif yang digunakan adalah = 1350 mm

• **Balok T 10**

Diketahui : $b_w = 300$ mm
 $h_w = 700$ mm
 $t = 120$ mm
 $l = 9000$ mm
 $L_{\text{kiri}} = 3250 - 300 = 2950$ mm
 $L_{\text{kanan}} = 2150 - 300 = 1850$ mm

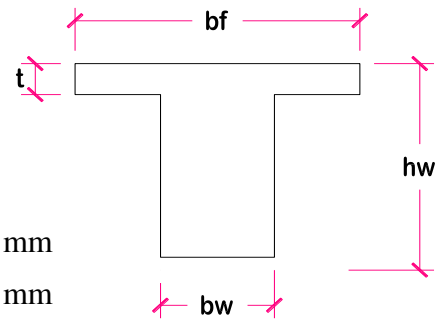


- $bf \leq b_w + 8 \times t_{\text{kiri}} + 8 \times t_{\text{kanan}}$
 $\leq 300 + 8,0 \times 120 + 8,0 \times 120$
 ≤ 2220 mm
- $bf \leq b_w + 1/2 \times L_{\text{kiri}} + 1/2 \times L_{\text{kanan}}$
 $\leq 300 + 0,5 \times 2950 + 0,5 \times 1850$
 ≤ 2700 mm
- $bf \leq 1/4 l$
 $\leq 0,25 \times 9000$
 ≤ 2250 mm

Maka, nilai b efektif yang digunakan adalah = 2250 mm

• **Balok T 11**

Diketahui : $bw = 300 \text{ mm}$
 $hw = 500 \text{ mm}$
 $t = 120 \text{ mm}$
 $l = 5400 \text{ mm}$
 $L \text{ kiri} = 4500 - 300 = 4200 \text{ mm}$
 $L \text{ kanan} = 4500 - 300 = 4200 \text{ mm}$



- $bf \leq bw + 8 \times t \text{ kiri} + 8 \times t \text{ kanan}$
 $\leq 300 + 8,0 \times 120 + 8,0 \times 120$
 $\leq 2220 \text{ mm}$

- $bf \leq bw + 1/2 \times L \text{ kiri} + 1/2 \times L \text{ kanan}$
 $\leq 300 + 0,5 \times 4200 + 0,5 \times 4200$
 $\leq 4500 \text{ mm}$

- $bf \leq 1/4 \times l$
 $\leq 0,25 \times 5400$
 $\leq 1350 \text{ mm}$

Maka, nilai b efektif yang digunakan adalah = 1350 mm

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

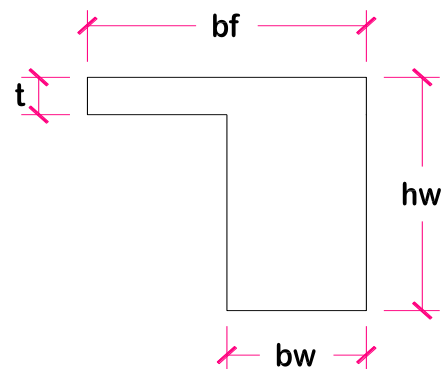
$bf \leq 1/12 \times l$
 $bf \leq bw + 6 \times t$
 $bf \leq bw + 1/2 \times L$

dimana :

- bf = Lebar efektif balok (mm)
- l = Bentang balok (mm)
- t = Tebal plat sisi kiri (mm)
- L = Jarak bersih ke badan sebelah kiri (mm)

• **Balok L 1**

Diketahui : $bw = 400 \text{ mm}$
 $hw = 800 \text{ mm}$
 $t = 120 \text{ mm}$
 $l = 9000 \text{ mm}$
 $L = 2700 - 400 = 2300 \text{ mm}$



- $bf \leq 1/2 \times l$
 $\leq 0,5 \times 9000$
 $\leq 4500 \text{ mm}$

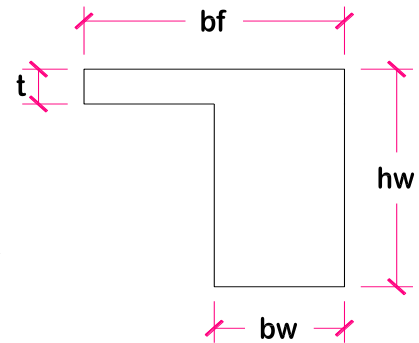
- $bf \leq bw + 6 \times t$
 $\leq 400 + 6 \times 120$
 $\leq 1120 \text{ mm}$

$$\begin{aligned}
 - \quad bf &\leq bw + 1/2 \times L \\
 &\leq 400 + 0,5 \times 2300 \\
 &\leq 1550 \quad \text{mm}
 \end{aligned}$$

Maka, nilai b efektif yang digunakan adalah = 1120 mm

• **Balok L 2**

$$\begin{aligned}
 \text{Diketahui : } bw &= 300 \text{ mm} \\
 hw &= 700 \text{ mm} \\
 t &= 120 \text{ mm} \\
 l &= 5400 \text{ mm} \\
 L &= 4500 - 300 = 4200 \text{ mm}
 \end{aligned}$$



$$\begin{aligned}
 - \quad bf &\leq 1/2 \ l \\
 &\leq 0,5 \times 5400 \\
 &\leq 2700 \quad \text{mm}
 \end{aligned}$$

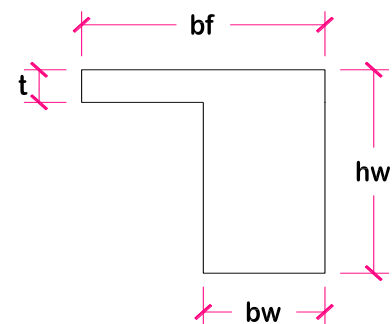
$$\begin{aligned}
 - \quad bf &\leq bw + 6 \times t \\
 &\leq 300 + 6 \times 120 \\
 &\leq 1020 \quad \text{mm}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 - \quad bf &\leq bw + 1/2 \times L \\
 &\leq 300 + 0,5 \times 4200 \\
 &\leq 2400 \quad \text{mm}
 \end{aligned}$$

Maka, nilai b efektif yang digunakan adalah = 1020 mm

• **Balok L 3**

$$\begin{aligned}
 \text{Diketahui : } bw &= 300 \text{ mm} \\
 hw &= 700 \text{ mm} \\
 t &= 120 \text{ mm} \\
 l &= 4200 \text{ mm} \\
 L &= 5400 - 300 = 5100 \text{ mm}
 \end{aligned}$$



$$\begin{aligned}
 - \quad bf &\leq 1/2 \ l \\
 &\leq 0,5 \times 4200 \\
 &\leq 2100 \quad \text{mm}
 \end{aligned}$$

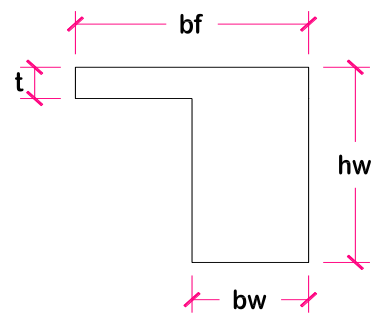
$$\begin{aligned}
 - \quad bf &\leq bw + 6 \times t \\
 &\leq 300 + 6 \times 120 \\
 &\leq 1020 \quad \text{mm}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 - \quad bf &\leq bw + 1/2 \times L \\
 &\leq 300 + 0,5 \times 5100 \\
 &\leq 2850 \quad \text{mm}
 \end{aligned}$$

Maka, nilai b efektif yang digunakan adalah = 1020 mm

• **Balok L 4**

$$\begin{aligned} \text{Diketahui : } b_w &= 300 \text{ mm} \\ h_w &= 700 \text{ mm} \\ t &= 120 \text{ mm} \\ l &= 5400 \text{ mm} \\ L &= 5400 - 300 = 5100 \text{ mm} \end{aligned}$$



$$\begin{aligned} - \quad b_f &\leq \frac{1}{2} l \\ &\leq 0,5 \times 5400 \\ &\leq 2700 \text{ mm} \\ - \quad b_f &\leq b_w + 6 \times t \\ &\leq 300 + 6 \times 120 \\ &\leq 1020 \text{ mm} \\ - \quad b_f &\leq b_w + \frac{1}{2} \times L \\ &\leq 300 + 0,5 \times 5100 \\ &\leq 2850 \text{ mm} \end{aligned}$$

Maka, nilai b efektif yang digunakan adalah = 1020 mm

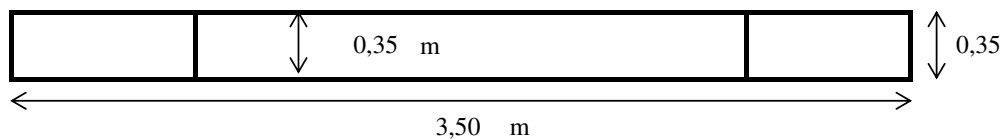
BAB IV
PENULANGAN DINDING GESER

4.1 Perhitungan Penulangan Dinding Geser Pada Segmen 1

Data Perencanaan :

- Kuat Tekan Beton (f_c) : 30 Mpa
- Kuat leleh baja ($f_{y_{ulir}}$) : 390 Mpa
- Kuat leleh baja (f_y) : 240 MPa
- Faktor reduksi kekuatan
 - lentur dan tekan aksial Φ : 0,65
 - Geser Φ : 0,65
 - Panjang dinding geser : 3500 mm
 - Tebal dinding geser : 350 mm
 - Border dinding geser : 550 mm

Luas penampang dinding geser	:	3500	x	350	=	1225000	mm ²
Luas minimum dinding geser	:	1%	x	1225000	=	12250	mm ²
Luas maksimum dinding geser	:	6%	x	1225000	=	73500	mm ²



4.1.1 Penulangan Longitudinal pada Segmen 1 Ditinjau dari arah X

$$\begin{aligned}
 M_u & : 1945,617 \quad \text{kNm} \\
 P_u & : 716,103 \quad \text{kN} \\
 M_n & : \frac{M_u}{\Phi} = \frac{1945,617}{0,65} = 2993,256923 \quad \text{kNm} \\
 P_n & : \frac{P_u}{\Phi} = \frac{716,103}{0,65} = 1101,696923 \quad \text{kN}
 \end{aligned}$$

- Dicoba tulangan Longitudinal 31 D 16
- Menentukan c (garis netral) dengan trial error

$$c : 526,487 \quad \text{mm}$$

Maka tulangan no 1 - 7 ialah tulangan tekan dan tulangan no 8 - 31 adalah tulangan tarik

- Menghitung luas masing - masing pada serat yang sama

Untuk Tulangan tekan

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

$$A's 1 \quad 2 D \quad 16 = 2 \times \frac{1}{4} \times 3,14 \times 16^2 = 402,286 \text{ mm}$$

Untuk Tulangan tarik

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

$$As 7 \quad 2 D \quad 16 = 2 \times \frac{1}{4} \times 3,14 \times 16^2 = 402,286 \text{ mm}$$

Luas Total Tulangan yang digunakan

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

$$As \text{ total} \quad 62 D \quad 16 = 62 \times \frac{1}{4} \times 3,14 \times 16^2 = 12470,857 \text{ mm}$$

Kontrol Luas Tulangan

$$\begin{aligned} As \text{ Min} &< As \text{ Pakai} < As \text{ Maks} \\ 12250,00 &< 12470,86 < 73500,00 \quad \text{..Ok..} \end{aligned}$$

As i	mm ²	As	mm ²	As	mm ²
A's 1	402,286	As 12	402,286	As 23	402,286
A's 2	402,286	As 13	402,286	As 24	402,286
A's 3	402,286	As 14	402,286	As 25	402,286
As' 4	402,286	As 15	402,286	As 26	402,286
As' 5	402,286	As 16	402,286	As 27	402,286
As' 6	402,286	As 17	402,286	As 28	402,286
As' 7	402,286	As 18	402,286	As 29	402,286
As 8	402,286	As 19	402,286	As 30	402,286
As 9	402,286	As 20	402,286	As 31	402,286
As 10	402,286	As 21	402,286		
As 11	402,286	As 22	402,286		

Tabel 4.1 Luas Tulangan pada Masing - Masing Serat

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

$$d' = \text{Selimut beton} + \text{diameter sengkang} + (1/2 \text{ diameter tulangan } As1)$$

$$= 50,0 + 12 + 8$$

$$= 70,0 \text{ mm} = 7 \text{ cm}$$

$$\text{Pusat plastis} = \frac{\text{Panjang penampang dinding geser}}{2}$$

$$= \frac{3500}{2} = 1750 \text{ mm} = 175 \text{ cm}$$

di	jarak (cm)
d1	7
d2	14
d3	21
d4	28
d5	35
d6	42
d7	49
d8	63
d9	77
d10	91
d11	105

di	jarak (cm)
d12	119
d13	133
d14	147
d15	161
d16	175
d17	189
d18	203
d19	217
d20	231
d21	245
d22	259

di	jarak (cm)
d23	273
d24	287
d25	301
d26	308
d27	315
d28	322
d29	329
d30	336
d31	343

Tabel 4.2 Jarak Masing - Masing Tulangan pada Serat Penampang Atas

yi	jarak (cm)
y1	168
y2	161
y3	154
y4	147
y5	140
y6	133
y7	126
y8	112
y9	98
y10	84
y11	70

yi	jarak (cm)
y12	56
y13	42
y14	28
y15	14
y16	0
y17	14
y18	28
y19	42
y20	56
y21	70
y22	84

yi	jarak (cm)
y23	98
y24	112
y25	126
y26	133
y27	140
y28	147
y29	154
y30	161
y31	168

Tabel 4.3 Jarak masing - masing tulangan terhadap tengah - tengah penampang

- Menghitung regangan yang terjadi

Untuk daerah tekan :

$$\frac{\epsilon_s'}{\epsilon_c'} = \frac{c - d}{c} \quad \longrightarrow \quad \epsilon_s' = \frac{c - d}{c} \times \epsilon_c \quad ; \quad \epsilon_c = 0,003$$

$$= \frac{52,6487 - 7}{52,6487} \times 0,003 = 0,00260$$

Untuk daerah tarik :

$$\frac{\epsilon_s}{\epsilon_c} = \frac{d - c}{c} \quad \longrightarrow \quad \epsilon_s = \frac{d - c}{c} \times \epsilon_c \quad ; \quad \epsilon_c = 0,003$$

$$= \frac{77 - 52,6}{52,6} \times 0,003 = 0,00139$$

ϵs_i	Nilai	ϵs_i	Nilai	ϵs_i	Nilai
ϵs_1	0,00260	ϵs_{12}	0,00378	ϵs_{23}	0,01256
ϵs_2	0,00220	ϵs_{13}	0,00458	ϵs_{24}	0,01335
ϵs_3	0,00180	ϵs_{14}	0,00538	ϵs_{25}	0,01415
ϵs_4	0,00140	ϵs_{15}	0,00617	ϵs_{26}	0,01455
ϵs_5	0,00101	ϵs_{16}	0,00697	ϵs_{27}	0,01495
ϵs_6	0,00061	ϵs_{17}	0,00777	ϵs_{28}	0,01535
ϵs_7	0,00021	ϵs_{18}	0,00857	ϵs_{29}	0,01575
ϵs_8	0,00059	ϵs_{19}	0,00936	ϵs_{30}	0,01615
ϵs_9	0,00139	ϵs_{20}	0,01016	ϵs_{31}	0,01654
ϵs_{10}	0,00219	ϵs_{21}	0,01096		
ϵs_{11}	0,00298	ϵs_{22}	0,01176		

Tabel 4.4 Tabel regangan

- Menghitung nilai tegangan

Untuk daerah tekan

$$f_s = \epsilon s \times E_s \quad (\text{SNI 2847-2013 Pasal 8.5.2 Hal 61})$$

$$f_{s1} = 0,0026 \times 200000 = 520,226 \text{ Mpa} > f_y = 390 \text{ Mpa}$$

$$\text{maka digunakan } f_s = 390 \text{ Mpa}$$

Untuk daerah tarik

$$f_s = \epsilon s \times E_s \quad (\text{SNI 2847-2013 Pasal 8.5.2 Hal 61})$$

$$f_{s9} = 0,0014 \times 200000 = 277,5143 \text{ Mpa} < f_y = 390 \text{ Mpa}$$

$$\text{maka digunakan } f_s = 277,5 \text{ Mpa}$$

f_{si}	Mpa	f_{si}	Mpa	f_{si}	Mpa
f_{s1}	520,23	f_{s12}	756,16	f_{s23}	2511,19
f_{s2}	440,45	f_{s13}	915,71	f_{s24}	2670,74
f_{s3}	360,68	f_{s14}	1075,25	f_{s25}	2830,28
f_{s4}	280,90	f_{s15}	1234,80	f_{s26}	2910,06
f_{s5}	201,13	f_{s16}	1394,35	f_{s27}	2989,83
f_{s6}	121,36	f_{s17}	1553,90	f_{s28}	3069,61
f_{s7}	41,58	f_{s18}	1713,45	f_{s29}	3149,38
f_{s8}	117,97	f_{s19}	1872,99	f_{s30}	3229,15
f_{s9}	277,51	f_{s20}	2032,54	f_{s31}	3308,93
f_{s10}	437,06	f_{s21}	2192,09		
f_{s11}	596,61	f_{s22}	2351,64		

Tabel 4.5 Tabel Hasil murni nilai tegangan

fs	Mpa	fs	Mpa	fs	Mpa
fs1	390	fs12	390	fs 23	390
fs2	390	fs13	390	fs 24	390
fs3	361	fs14	390	fs 25	390
fs4	281	fs15	390	fs 26	390
fs5	201	fs16	390	fs 27	390
fs6	121	fs17	390	fs 28	390
fs7	42	fs18	390	fs 29	390
fs8	118	fs19	390	fs 30	390
fs9	278	fs20	390	fs 31	390
fs10	390	fs21	390		
fs11	390	fs22	390		

Tabel 4.6 Tabel Tegangan yang dipakai

- Besarnya Gaya - gaya yang bekerja

$$\begin{aligned}
 Cc &= \text{Gaya tekan beton} \\
 &= 0,85 \cdot f_c' \cdot a \cdot b \\
 &= 0,85 \cdot f_c' \cdot \beta \cdot c \cdot b \\
 a &= \beta \cdot c \\
 &= 0,85 \times 526,487 \\
 &= 447,51408 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Cc &= 0,85 \times f_c' \times a \times b \\
 &= 0,85 \times 30 \times 447,51 \times 350,00 \\
 &= 3994063,142 \text{ N} \\
 &= 3994,0631 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

Untuk daerah tekan

$$\begin{aligned}
 Cs &= \text{Gaya tekan tulangan} \\
 &= A's \times f_s \\
 Cs1 &= A's1 \times f_s1 \\
 &= 402,29 \times 390 \\
 &= 156891 \text{ N} = 156,891 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

Untuk daerah tarik

$$\begin{aligned}
 Ts &= \text{Gaya tarik tulangan} \\
 &= A_s \times f_s \\
 Ts9 &= A_s9 \times f_s9 \\
 &= 402,29 \times 278 \\
 &= 111640 \text{ N} = 111,640 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

Untuk daerah tekan

$$\begin{aligned} M_{n1} &= C_{s1} \times y_1 \\ &= 156,9 \times 168 \\ &= 26357,76 \text{ kNcm} = 263,58 \text{ kNm} \end{aligned}$$

Untuk daerah tarik

$$\begin{aligned} M_{n9} &= T_{s9} \times y_9 \\ &= 111,6 \times 98,0 \\ &= 10940,72 \text{ kNcm} = 109,41 \text{ kNm} \end{aligned}$$

Mni	kNm	Mni	kNm	Mni	kNm
Mn1	263,58	Mn12	87,86	Mn23	153,75
Mn2	252,60	Mn13	65,89	Mn24	175,72
Mn3	223,45	Mn14	43,93	Mn25	197,68
Mn4	166,12	Mn15	21,96	Mn26	208,67
Mn5	113,28	Mn16	0,00	Mn27	219,65
Mn6	64,93	Mn17	21,96	Mn28	230,63
Mn7	21,08	Mn18	43,93	Mn29	241,61
Mn8	53,15	Mn19	65,89	Mn30	252,60
Mn9	109,41	Mn20	87,86	Mn31	263,58
Mn10	131,79	Mn21	109,82		
Mn11	109,82	Mn22	131,79		

Tabel 4.8 Tabel Momen Terhadap Titik Berat Penampang

● **Kontrol Mn > Mn Perlu**

$$\begin{aligned} M_n &= P_n \cdot e \\ &= C_c \times y_c + \sum C_s y_i + \sum T_s y_i \\ &= M_{nc} + (M_{n1} + M_{n2} + M_{n3} + \dots + M_{n7}) + (M_{n8} + M_{n9} + M_{n10} + \dots + M_{n31}) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_n &= 7808,37 + (263,58 + 252,60 + 223,45 + 166,12 + \\ & 113,28 + 64,93 + 21,08) + (53,15 + 109,41 + \\ & 131,79 + 109,82 + 87,86 + 65,89 + 43,93 + \\ & 65,89 + 43,93 + 21,96 + 0,00 + 21,96 + \\ & 43,93 + 65,89 + 87,86 + 109,82 + 131,79 + \\ & 153,75 + 175,72 + 197,68 + 208,67 + 219,65 + \\ & 230,63 + 241,61 + 252,60 + 263,58) \\ &= 7808,37 + 1105,02 + 3028,96 \\ &= 5971,174 \text{ kNm} \end{aligned}$$

Maka, 5971,17 kNm > 2993,26 kNm ...Ok...

4.1.2 Penulangan Longitudinal Pada Segmen 1 Ditinjau dari Arah Z

$$\begin{aligned} M_u &= 118,693 \text{ kNm} = 118693 \text{ Nm} & f_y &= 390 \text{ Mpa} \\ P_u &= 716,103 \text{ kN} = 716103 \text{ N} & \beta &= 0,85 \\ P_n &= \frac{716103}{0,65} = 1101696,92 \text{ N} \end{aligned}$$

• Kuat Nominal Penampang :

untuk mengetahui nilai c dapat diselesaikan dengan menggunakan persamaan

Jika di ketahui data sebagai berikut :

$$\begin{aligned} A's_1 \quad 31 \quad D \quad 16 &= 31 \times \frac{1}{4} \times \frac{22}{7} \times 16^2 \\ &= 6235,429 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A's_2 \quad 31 \quad D \quad 16 &= 31 \times \frac{1}{4} \times \frac{22}{7} \times 16^2 \\ &= 6235,429 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Luas Total Tulangan yang digunakan

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

$$A_s \text{ total} \quad 62 \quad D \quad 16 = 62 \times \frac{1}{4} \times 3,14 \times 16^2 = 12470,857 \text{ mm}^2$$

Kontrol Luas Tulangan

$$A_s \text{ Min} < A_s \text{ Pakai} < A_s \text{ Maks}$$

$$12250,00 < 12470,86 < 73500,00 \quad \text{..Ok..}$$

$$d' = 70 \text{ mm}$$

$$b = 3500 \text{ mm}$$

• Kontrol : $\sum H = 0$

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

$$\text{Dimana : } C_c \text{ (Beton tertekan)} = 0,85 \cdot f_c \cdot a \cdot b \quad ; \quad a = \beta \cdot c$$

$$C_s \text{ (Baja tertekan)} = A_s' \cdot f_s'$$

$$T_s \text{ (Baja tertarik)} = A_s2 \cdot f_s2$$

• Momen Nominal yang disumbangkan oleh beton :

$$M_{nc} = C_c \times \left[d - \frac{a}{2} \right]$$

$$M_{n1} = C_s \cdot (h/2 - d1')$$

$$M_{n2} = T_s \cdot (h/2 - d2')$$

$$M_n = M_{nc} + M_{n1} + M_{n2} > M_n \text{ perlu} = \frac{M_u}{\Phi}$$

- Untuk mendapatkan nilai c, maka :

$$f_s' = \epsilon_s' \cdot E_s = \frac{0,003 (c - d')}{c} \cdot E_s = \frac{600 (c - d')}{c} ; E_s : 200000 \text{ Mpa}$$

Maka :

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

$$0,85 \cdot f_c \cdot a \cdot b + A_s' t \cdot f_s - A_s t \cdot f_y + P_n$$

$$(0,85 \cdot f_c \cdot \beta \cdot c \cdot b) + A_s' t \cdot \left(\frac{c - d_1}{c} \times 0,003 \right) \cdot 200000 - A_s t \cdot f_y + P_n = 0$$

$$(0,85 \cdot f_c \cdot \beta \cdot c \cdot b) + A_s' t \cdot \frac{(600 (c - d_1))}{c} - A_s t \cdot f_y + P_n = 0$$

Apabila persamaan tersebut dikalikan c, maka :

$$(0,85 \cdot f_c \cdot \beta \cdot c^2 \cdot b) + (A_s' t (600 (c - d')) - (A_s t \cdot f_y + P_n) c) = 0$$

Setelah dilakukan pengelompokan, maka didapatkan persamaan kuadrat :

$$(0,85 \cdot f_c \cdot \beta \cdot b \cdot c^2) + (A_s' t \cdot 600 \cdot c - A_s' t \cdot 600 \cdot d') - (A_s t \cdot f_y \cdot c) + P_u \cdot c = 0$$

$$(0,85 \cdot f_c \cdot \beta \cdot b) \cdot c^2 + (A_s' t \cdot 600 - A_s t \cdot f_y + P_n) c - A_s' t \cdot 600 \cdot d' = 0 \quad 6235,429$$

$$\begin{aligned} (0,85 \times 30 \times 0,85 \times 3500) c^2 + (6235,429 \times 600 - 70) \\ \times 390 - 1101696,92) c - (6235,429 \times 600 \times 70) \\ 75862,5 c^2 + 2411136,923 c - 261888000 \end{aligned} = 0$$

Dari persamaan didapatkan nilai c = 44,975 mm

a = $\beta \times c = 0,85 \times 44,975 = 38,228$ mm

- Nilai masing - masing regangan

$$\epsilon_{s1} = 0,003 \cdot \frac{d' - c}{c} = 0,003 \times \frac{70 - 44,975}{44,975} = 0,001669$$

$$\epsilon_{s2} = 0,003 \cdot \frac{d' - c}{c} = 0,003 \times \frac{480 - 44,975}{44,975} = 0,029018$$

$$f_s = E_s \times \epsilon_s = 200000 \times 0,00167 = 333,861 \text{ Mpa} > f_y = 300 \text{ Mpa}$$

Maka digunakan $f_s = 300,000$ Mpa

$$f_s = E_s \times \epsilon_s = 200000 \times 0,029018 = 5803,616 \text{ Mpa} > f_y = 300 \text{ Mpa}$$

Maka digunakan $f_s = 300$ Mpa

$$\begin{aligned} C_c &= 0,85 \times f_c \times a \times b \\ &= 0,85 \times 30 \times 38,23 \times 3500 \\ &= 3411884,702 \text{ N} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
C_s &= A_s' t \times f_s \\
&= 6235,43 \times 300,000 \\
&= 1870628,571 \text{ N}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
T_s &= A_s' t \times f_s \\
&= 6235,43 \times 300 \\
&= 4180816,351 \text{ N}
\end{aligned}$$

• **Kontrol :**

$$\begin{aligned}
C_c + C_s - T_s + P_n &= 0 \\
3411884,702 + 1870628,571 - 4180816,351 + 1101696,92 &= 0 \text{ N} \\
0 &= 0 \quad \text{..Ok..}
\end{aligned}$$

Sehingga momen nominal yang disumbangkan oleh beton dan baja adalah sebesar :

$$\begin{aligned}
M_{nc} &= C_c \times y_c \\
&= C_c \times \left[d - \frac{a}{2} \right] \\
&= 3411884,70 \times \left[70,00 - \frac{44,975}{2} \right] \\
&= 42691909,738 \text{ Nmm}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
M_{n1} &= C_s \cdot (h/2 - d') \\
&= 1870628,571 \times \left(\frac{350}{2} - 70 \right) \\
&= 196416000 \text{ Nmm}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
M_{n2} &= T_s \cdot (h/2 - d') \\
&= 4180816,351 \times \left(\frac{350}{2} - 70 \right) \\
&= 438985716,9 \text{ Nmm}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
M_n &= M_{nc} + M_{n1} + M_{n2} \\
&= 42691909,738 + 196416000,0 + 438985716,9 \\
&= 678093626,64 \text{ Nmm}
\end{aligned}$$

$$M_n \text{ Perlu} = \frac{M_u}{\Phi} = \frac{118,69}{0,65} = 182,60 \text{ kNm}$$

$$M_n = 678,09 \text{ KnM} > M_n \text{ Perlu} = 182,60 \text{ kNm} \quad \text{..Ok..}$$

4.1.3 Penulangan Transversal Pada Segmen 1 Ditinjau dari Arah X

$$\begin{aligned} b_w &= 350 \text{ mm} & f_c &= 30 \text{ Mpa} \\ l_w &= 3500 \text{ mm} & f_y &= 240 \text{ Mpa} \end{aligned}$$

- Mencari Nilai d

Dimana d = jarak serat penampang tekan terluar ke titik pusat tulangan tarik
y ditinjau dari serat penampang tarik terluar

No	No Tulangan	Luas Tulangan (As)	y	As.y
		mm ²	mm	mm ³
1	31	402,286	70	28160
2	30	402,286	140	56320
3	29	402,286	210	84480
4	28	402,286	280	112640
5	27	402,286	350	140800
6	26	402,286	420	168960
7	25	402,286	490	197120
8	24	402,286	630	253440
9	23	402,286	770	309760
10	22	402,286	910	366080
11	21	402,286	1050	422400
12	20	402,286	1190	478720
13	19	402,286	1330	535040
14	18	402,286	1470	591360
15	17	402,286	1610	647680
16	16	402,286	1750	704000
17	15	402,286	1890	760320
18	14	402,286	2030	816640
19	13	402,286	2170	872960
20	12	402,286	2310	929280
21	11	402,286	2450	985600
22	10	402,286	2590	1041920
23	9	402,286	2730	1098240
24	8	402,286	2870	1154560
ΣAs		9654,857	$\Sigma As.y$	12756480

Tabel 4.9 Tabel Perkalian Luas Tulangan dan Koordinat Tulangan Tarik

$$y_d = \frac{\Sigma As.y}{\Sigma As} = \frac{12756480}{9654,86} = 1321,250 \text{ mm}$$

$$\begin{aligned}
 d &= l_w - y_d \\
 &= 3500,0 - 1321,25 \\
 &= 2178,750 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

Berdasarkan SN I03-2847-2013 pasal 11.1

$$\Phi V_n \geq V_u$$

$$\begin{aligned}
 V_u &= 104075,5 \text{ kg} && \text{Dimana :} \\
 \Phi &= 0,65 && V_c = V \text{ yang disumbangkan oleh beton} \\
 V_n &= V_c + V_s && V_s = V \text{ yang disumbangkan tulangan}
 \end{aligned}$$

Berdasarkan SNI 03-2847-2013 pasal 11.2.1.2

$$\begin{aligned}
 V_c &= 0,17 \left[1 + \frac{N_u}{14 \cdot A_g} \right] \lambda \sqrt{f_c} b_w \cdot d \\
 &= 0,17 \left[1 + \frac{716103}{14 \times 1225000} \right] 1 \times \sqrt{30} \times 350 \times 2178,75 \\
 &= 739691,6262 \text{ N} \\
 &= 73969,16262 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 V_u &> 1/2 \Phi V_c \\
 1040755 &> 1/2 \times 0,65 \times 739691,6262 \\
 1040755 \text{ N} &> 240399,7785 \text{ N} \quad \text{maka diperlukan tulangan geser minimum}
 \end{aligned}$$

- **Direncanakan tulangan transversal ϕ 12**

$$\begin{aligned}
 \text{Tulang geser perlu } V_s \text{ perlu} &= V_u / \Phi - V_c \\
 &= 1040755 / 0,65 - 739691,6 \\
 &= 861469,9122 \text{ N} \\
 &= 86146,99122 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

Direncanakan tulangan geser 2 kaki

$$\begin{aligned}
 A_v &= n \times 1/4 \times \pi \times D^2 \\
 &= 2 \times 0,25 \times 22/7 \times 12^2 \\
 &= 226,286 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Syarat :} \quad A_v &\geq \frac{75 \sqrt{f_c} \times b_w \times s}{1200 \times f_y} \\
 226,286 \text{ mm}^2 &\geq \frac{75 \times \sqrt{30} \times 350 \times 125}{1200 \times 240} \\
 226,286 \text{ mm}^2 &\geq 62,40328617 \text{ mm}^2 \quad \text{..Ok..}
 \end{aligned}$$

Berdasarkan SNI 03-2847-2013 pasal 11.4.7.2 hal 93

$$\begin{aligned}
 s &= \frac{A_v \min \times f_y}{0.062 \times \sqrt{f_c} \times b_w} \\
 &= \frac{226,286 \times 240}{0,062 \times \sqrt{30} \times 350} \\
 &= 456,928 \text{ mm} \approx 450,00 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

- **Menentukan Panjang Daerah Sendi Plastis (l_o)**

Berdasarkan SNI 2847 : 2013 pasal 21.6.4.1 hal 191

- $1/6 \times$ Bentang bersih dinding geser
 $1/6 \times 4500 = 750 \text{ mm}$
- Tinggi komponen struktur pada muka joint
 - $t_1 = 3500 \text{ mm}$
 - $t_2 = 350 \text{ mm}$
- 450 mm

Untuk point 2 t_1 diabaikan karena melebihi tinggi dinding geser yang ditinjau.

Maka panjang daerah sendi plastis (l_o) diambil yang terbesar ialah 750 mm

- **Menentukan Spasi Tulangan Transversal Sepanjang l_o ialah**

Berdasarkan SNI 2487 : 2013 Pasal 21.6.4.3 hal 192

- $6 \times$ diameter longitudinal
 $6 \times 16 = 96 \text{ mm}$
- $1/4 \times$ dimensi minimum komponen struktur
 $1/4 \times 350 = 88 \text{ mm}$
- $s_o = 100 + \frac{350 - h_x}{3}$ (h_x : jarak spasi horizontal kait silang atau kaki sengkang tertutup, pusat ke pusat maksimum pada semua muka kolom).
 $= 100 + \frac{350 - 300}{3}$
 $= 116,667 \text{ mm} \approx 110,0 \text{ mm}$

Syarat : $100 \text{ mm} \leq s_o \leq 150 \text{ mm}$

Nilai s_o tidak boleh melebihi 150 mm dan tidak perlu diambil kurang dari 100 mm

Maka jarak yang dipakai ialah jarak yang terkecil 100 mm

$$\begin{aligned}
 V_s &= \frac{A_v \cdot f_y \cdot d}{s} \\
 &= \frac{226,3 \times 240 \times 2178,75}{100} \\
 &= 1183248,000 \text{ N}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\Phi V_n &= 0,650 \times V_n \\
&= 0,650 \times (V_c + V_s) \\
&= 0,650 \times (73969,16 + 118324,80) \\
&= 0,650 \times 192294 \\
&= 124991,08 \text{ Kg}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\Phi V_n &\geq V_u \\
124991,08 \text{ kg} &\geq 104075,50 \text{ kg} \quad \text{..Ok..}
\end{aligned}$$

• **Menentukan Jarak Tulangan Transversal di Luar Sendi Plastis**

Berdasarkan SNI 2487 : 2013 Pasal 21.6.4.5 hal 193

- $s \leq 6 \times \text{Diameter longitudinal}$
 $\leq 6 \times 16$
 $\leq 96 \text{ mm}$
- $s \leq 150 \text{ mm}$
- $s \leq \frac{d}{2}$
 $\leq \frac{2178,75}{2}$
 $s \leq 1089,38 \text{ mm}$

Syarat : $100 \text{ mm} \leq s \leq 150 \text{ mm}$

Nilai s tidak boleh melebihi 150 mm dan tidak perlu diambil kurang dari 100 mm

Jarak yang dipakai, dipilih yang paling kecil adalah 125 mm

$$\begin{aligned}
V_s &= \frac{A_v \cdot f_y \cdot d}{s} \\
&= \frac{226,3 \times 240 \times 2178,75}{125} \\
&= 946598,400 \text{ N}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\Phi V_n &= 0,650 \times V_n \\
&= 0,650 \times (V_c + V_s) \\
&= 0,650 \times (73969,2 + 94659,84) \\
&= 0,650 \times 168629 \\
&= 109608,85 \text{ kg}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\Phi V_n &\geq V_u \\
109608,85 \text{ kg} &\geq 104075,50 \text{ kg} \quad \text{..Ok..}
\end{aligned}$$

4.1.4 Penulangan Transversal Pada Segmen 1 Ditinjau dari Arah Z

$$\begin{aligned}
 b_w &= 3500 \text{ mm} & f_c &= 30 \text{ Mpa} \\
 l_w &= 350 \text{ mm} & f_y &= 240 \text{ Mpa} \\
 d &= l_w - d' \\
 &= 350 - 70,0 \\
 &= 280 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

Berdasarkan SNI03-2847-2002 pasal 11.1

$$\begin{aligned}
 \Phi V_n &\geq V_u \\
 V_u &= 123472,875 \text{ kg} \\
 \Phi &= 0,65 \\
 V_n &= V_c + V_s
 \end{aligned}$$

Dimana :

V_c = V yang disumbangkan oleh beton

V_s = V yang disumbangkan tulangan

Berdasarkan SNI 03-2847-2013 pasal 11.2.1.2

$$\begin{aligned}
 \bullet V_c &= 0,17 \left[1 + \frac{N_u}{14.A_g} \right] \lambda \sqrt{f_c} b_w \cdot d \\
 &= 0,17 \left[1 + \frac{716103}{14 \times 1225000} \right] 1 \times \sqrt{30} \times 3500 \times 280 \\
 &= 950607,7124 \text{ N} \\
 &= 95060,77124 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \bullet V_u &> \Phi V_c \\
 1234728,75 &> 0,65 \times 950607,71 \\
 1234728,8 \text{ N} &> 617895,013 \text{ N} \quad \text{maka diperlukan tulangan geser mminimum}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Tulang geser perlu } V_s \text{ perlu} &= V_u / \phi - V_c \\
 &= 1234728,8 / 0,65 - 950607,7124 \\
 &= 1899582,7 - 950607,7 \\
 &= 948974,98 \text{ N} \\
 &= 94897,49799 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

• Direncanakan tulangan geser 16 kaki ϕ 12

$$\begin{aligned}
 A_v &= 16 \times 1/4 \times 22/7 \times 12^2 \\
 &= 1810,286 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Syarat : } \quad A_v &\geq \frac{75 \sqrt{f_c} \times b_w \times s}{1200 \times f_y} \\ 1810,29 \text{ mm}^2 &\geq \frac{75 \times \sqrt{30} \times 3500 \times \#REF!}{1200 \times 240} \\ 1810,29 \text{ mm}^2 &\geq \#REF! \text{ mm}^2 \quad \#\# \end{aligned}$$

Berdasarkan SNI 03-2847-2013 pasal 11.4.7.2 hal 93

$$\begin{aligned} s &= \frac{A_v \cdot f_y \cdot d}{V_s} \\ &= \frac{1810,3 \times 240 \times 280}{948975} \\ &= 128,192 \text{ mm} \approx 120 \text{ mm} \end{aligned}$$

- **Menentukan Panjang Daerah Sendi Plastis (l_o)**

Berdasarkan SNI 2847 :2013 pasal 21.6.4.1 hal 183

- $1/6 \times$ Bentang bersih dinding geser

$$1/6 \times 3500 = 583,3333 \text{ mm} \approx 590 \text{ mm}$$
- tinggi komponen struktur pada muka joint
 - $t_1 = 350 \text{ mm}$
 - $t_2 = 3500 \text{ mm}$
- 450 mm

Untuk point 2 t_2 diabaikan karena melebihi tinggi dinding geser yang ditinjau.

Maka panjang daerah sendi plastis (l_o) diambil yang terbesar ialah 590 mm

- **Menentukan Spasi Tulangan Transversal Sepanjang l_o ialah**

Berdasarkan SNI 2487 : 2013 Pasal 21.6.4.3 hal 182

- $6 \times$ diameter longitudinal

$$6 \times 16 = 96 \text{ mm}$$
- $1/4 \times$ dimensi minimum komponen struktur

$$1/4 \times 350 = 88 \text{ mm}$$
- $s_o = 100 + \frac{350 - h_x}{3}$ (h_x : jarak spasi horizontal kait silang atau kaki sengkang tertutup, pusat ke pusat maksimum pada semua muka kolom)

$$= 100 + \frac{350 - 250}{3}$$

$$= 133,333 \text{ mm} \approx 130 \text{ mm}$$

$$\text{Syarat : } 100 \text{ mm} \leq S_o \leq 150 \text{ mm}$$

Maka jarak yang dipakai ialah jarak yang terkecil 100 mm

$$\begin{aligned}
 V_{s \text{ pakai}} &= \frac{A_v \cdot F_y \cdot D}{s} \\
 &= \frac{1810,286 \times 240 \times 280,000}{100} \\
 &= 1216512,000 \quad \text{N}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \Phi V_n &= 0,650 \times V_n \\
 &= 0,650 \times (V_c + V_{s \text{ pakai}}) \\
 &= 0,650 \times (95060,77 + 121651,20) \\
 &= 0,650 \times 216712,0 \\
 &= 140862,78 \quad \text{Kg}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \Phi V_n &\geq V_u \\
 140862,78 \text{ kg} &\geq 123472,88 \text{ kg} \quad \text{..Ok..}
 \end{aligned}$$

• **Menentukan Jarak Tulangan Transversal di Luar Sendi Plastis**

- $s \leq 6 \times \text{Diameter longitudinal}$
 $\leq 6 \times 16$
 $\leq 96 \text{ mm}$
- $s \leq 150 \text{ mm}$
- $s \leq \frac{d}{2}$
 $\leq \frac{280,00}{2}$
 $s \leq 140 \text{ mm}$

Syarat : $100 \text{ mm} \leq s \leq 150 \text{ mm}$

Nilai s tidak boleh melebihi 150 mm dan tidak perlu diambil kurang dari 100 mm

Jarak yang di pakai di pilih yang paling kecil adalah 125 mm

$$\begin{aligned}
 V_{s \text{ pakai}} &= \frac{A_v \cdot F_y \cdot D}{s} \\
 &= \frac{1810,286 \times 240 \times 280,000}{125} \\
 &= 973209,600 \quad \text{N}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \Phi V_n &= 0,650 \times V_n \\
 &= 0,650 \times (V_c + V_{s \text{ pakai}}) \\
 &= 0,650 \times (95060,77 + 97320,96)
 \end{aligned}$$

$$= 0,650 \times 192382$$

$$= 125048,13 \text{ kg}$$

$$\Phi V_n \geq V_u$$

$$125048,13 \text{ Kg} \geq 123472,88 \text{ Kg} \quad \text{..Ok..}$$

4.1.5 Panjang sambungan lewatan Tulangan Longitudinal Berdasarkan buku T. Paulay-M.J.N.Priestley hal 150

$$L_d = m_{db} \times l_{db}$$

Dimana :

$$l_{db} = \frac{1,38 \times A_b \times f_y}{c \times \sqrt{f_c}}$$

$$m_{db} = \text{Faktor modifikasi} = 1,3$$

$$A_b = \text{Luas tulangan}$$

$$c = 3 \times \text{diameter tulangan}$$

- Untuk Tulangan D 16

$$A_b = \frac{1}{4} \times \pi \times D^2$$

$$= 0,25 \times \frac{22}{7} \times 16^2$$

$$= 201,14286 \text{ mm}^2$$

$$c = 3 \times \text{diameter tulangan}$$

$$= 3 \times 16$$

$$= 48 \text{ mm}$$

$$l_{db} = \frac{1,38 \times A_b \times f_y}{c \times \sqrt{f_c}}$$

$$= \frac{1,38 \times 201,1 \times 390}{48 \times \sqrt{30}}$$

$$= 411,762 \text{ mm}$$

- Jadi untuk

$$L_d = m_{db} \times l_{db}$$

$$= 1,3 \times 411,762$$

$$= 535,29082 \approx 540 \text{ mm}$$

Berdasarkan SNI 2847 : 2013 Pasal 21.5.2.3 tentang jarak tulangan transversal pada panjang penyaluran ialah :

- $\frac{d}{4} = \frac{280}{4} = 70 \text{ mm}$

- 100 mm

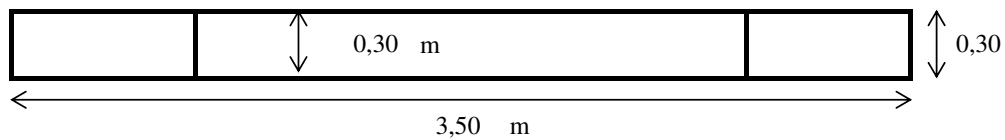
Maka jarak tulangan transversal 70 mm

4.2 Perhitungan Penulangan Dinding Geser Pada Segmen 2

Data Perencanaan :

- Kuat Tekan Beton (f_c) : 30 Mpa
- Kuat leleh baja ($f_{y_{ulir}}$) : 390 Mpa
- Kuat leleh baja (f_y) : 240 MPa
- Faktor reduksi kekuatan
 - lentur dan tekan aksial Φ : 0,65
 - Geser Φ : 0,65
 - Panjang dinding geser : 3500 mm
 - Tebal dinding geser : 300 mm
 - Border dinding geser : 550 mm

Luas penampang dinding geser	:	3500	x	300	=	1050000	mm ²
Luas minimum dinding geser	:	1%	x	1050000	=	10500	mm ²
Luas maksimum dinding geser	:	6%	x	1050000	=	63000	mm ²



4.2.1 Penulangan Longitudinal pada Segmen 2 Ditinjau dari arah X

$$\begin{aligned}
 M_u &: 2671,051 \quad \text{kNm} \\
 P_u &: 795,944 \quad \text{kN} \\
 M_n &: \frac{M_u}{\Phi} = \frac{2671,051}{0,65} = 4109,309231 \quad \text{kNm} \\
 P_n &: \frac{P_u}{\Phi} = \frac{795,944}{0,65} = 1224,529231 \quad \text{kN}
 \end{aligned}$$

- Dicoba tulangan Longitudinal 31 D 16
- Menentukan c (garis netral) dengan trial error

$$c : 600,691 \quad \text{mm}$$

Maka tulangan no 1 - 7 ialah tulangan tekan dan tulangan no 8 - 31 adalah tulangan tarik

- Menghitung luas masing - masing pada serat yang sama

Untuk Tulangan tekan

$$\begin{aligned}
 A_s' 1 &= n \times \frac{1}{4} \times \pi \times d^2 \\
 A_s' 1 \quad 2 \text{ D } 16 &= 2 \times \frac{1}{4} \times \pi \times 3,14^2 \times 16^2 = 402,286 \quad \text{mm}^2
 \end{aligned}$$

Untuk Tulangan tarik

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

$$A_s \text{ 7 } 2 \text{ D } 16 = 2 \times \frac{1}{4} \times 3,14 \times 16^2 = 402,286 \text{ mm}$$

Luas Total Tulangan yang digunakan

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

$$A_s \text{ total } 62 \text{ D } 16 = 62 \times \frac{1}{4} \times 3,14 \times 16^2 = 12470,857 \text{ mm}$$

Kontrol Luas Tulangan

$$A_s \text{ Min } < A_s \text{ Pakai } < A_s \text{ Maks}$$

$$10500,00 < 12470,86 < 63000,00 \text{ ..Ok..}$$

As i	mm ²	As	mm ²	As	mm ²
A's 1	402,286	As 12	402,286	As 23	402,286
A's 2	402,286	As 13	402,286	As 24	402,286
A's 3	402,286	As 14	402,286	As 25	402,286
As' 4	402,286	As 15	402,286	As 26	402,286
As' 5	402,286	As 16	402,286	As 27	402,286
As' 6	402,286	As 17	402,286	As 28	402,286
As' 7	402,286	As 18	402,286	As 29	402,286
As 8	402,286	As 19	402,286	As 30	402,286
As 9	402,286	As 20	402,286	As 31	402,286
As 10	402,286	As 21	402,286		
As 11	402,286	As 22	402,286		

Tabel 4.10 Luas Tulangan pada Masing - Masing Serat

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

$$d' = \text{Selimut beton} + \text{diameter sengkang} + (1/2 \text{ diameter tulangan } A_s1)$$

$$= 50,0 + 12 + 8$$

$$= 70,0 \text{ mm} = 7 \text{ cm}$$

$$\text{Pusat plastis} = \frac{\text{Panjang penampang dinding geser}}{2}$$

$$= \frac{3500}{2} = 1750 \text{ mm} = 175 \text{ cm}$$

di	jarak (cm)
d1	7
d2	14
d3	21

di	jarak (cm)
d12	119
d13	133
d14	147

di	jarak (cm)
d23	273
d24	287
d25	301

d4	28
d5	35
d6	42
d7	49
d8	63
d9	77
d10	91
d11	105

d15	161
d16	175
d17	189
d18	203
d19	217
d20	231
d21	245
d22	259

d26	308
d27	315
d28	322
d29	329
d30	336
d31	343

Tabel 4.11 Jarak Masing - Masing Tulangan pada Serat Penampang Atas

yi	jarak (cm)
y1	168
y2	161
y3	154
y4	147
y5	140
y6	133
y7	126
y8	112
y9	98
y10	84
y11	70

yi	jarak (cm)
y12	56
y13	42
y14	28
y15	14
y16	0
y17	14
y18	28
y19	42
y20	56
y21	70
y22	84

yi	jarak (cm)
y23	98
y24	112
y25	126
y26	133
y27	140
y28	147
y29	154
y30	161
y31	168

Tabel 4.12 Jarak masing - masing tulangan terhadap tengah - tengah penampang

- Menghitung regangan yang terjadi

Untuk daerah tekan :

$$\frac{\epsilon_s'1}{\epsilon_c'} = \frac{c - d}{c} \quad \longrightarrow \quad \epsilon_s'1 = \frac{c - d}{c} \times \epsilon_c \quad ; \quad \epsilon_c = 0,003$$

$$= \frac{60,0691 - 7}{60,0691} \times 0,003 = 0,00265$$

Untuk daerah tarik :

$$\frac{\epsilon_s}{\epsilon_c} = \frac{d - c}{c} \quad \longrightarrow \quad \epsilon_s^9 = \frac{d - c}{c} \times \epsilon_c \quad ; \quad \epsilon_c = 0,003$$

$$= \frac{77 - 60,1}{60,1} \times 0,003 = 0,00085$$

es i	Nilai
es'1	0,00265
es'2	0,00230

es i	Nilai
es12	0,00294
es13	0,00364

es i	Nilai
es23	0,01063
es24	0,01133

ε's3	0,00195	εs14	0,00434	εs25	0,01203
ε's4	0,00160	εs15	0,00504	εs26	0,01238
ε's5	0,00125	εs16	0,00574	εs27	0,01273
ε's6	0,00090	εs17	0,00644	εs28	0,01308
ε's7	0,00055	εs18	0,00714	εs29	0,01343
εs8	0,00015	εs19	0,00784	εs30	0,01378
εs9	0,00085	εs20	0,00854	εs31	0,01413
εs10	0,00154	εs21	0,00924		
εs11	0,00224	εs22	0,00994		

Tabel 4.13 Tabel regangan

- Menghitung nilai tegangan

Untuk daerah tekan

$$f_s = \epsilon_s \times E_s \quad (\text{SNI 2847-2013 Pasal 8.5.2 Hal 61})$$

$$f_{s1} = 0,0027 \times 200000 = 530,0805 \text{ Mpa} > f_y = 390 \text{ Mpa}$$

$$\text{maka digunakan } f_s = 390 \text{ Mpa}$$

Untuk daerah tarik

$$f_s = \epsilon_s \times E_s \quad (\text{SNI 2847-2013 Pasal 8.5.2 Hal 61})$$

$$f_{s9} = 0,0008 \times 200000 = 169,1142 \text{ Mpa} < f_y = 390 \text{ Mpa}$$

$$\text{maka digunakan } f_s = 169,1 \text{ Mpa}$$

f _{si}	Mpa	f _{si}	Mpa	f _{si}	Mpa
f _{s1}	530,08	f _{s12}	588,63	f _{s23}	2126,86
f _{s2}	460,16	f _{s13}	728,47	f _{s24}	2266,70
f _{s3}	390,24	f _{s14}	868,31	f _{s25}	2406,54
f _{s4}	320,32	f _{s15}	1008,15	f _{s26}	2476,46
f _{s5}	250,40	f _{s16}	1147,99	f _{s27}	2546,38
f _{s6}	180,48	f _{s17}	1287,83	f _{s28}	2616,30
f _{s7}	110,56	f _{s18}	1427,66	f _{s29}	2686,22
f _{s8}	29,28	f _{s19}	1567,50	f _{s30}	2756,13
f _{s9}	169,11	f _{s20}	1707,34	f _{s31}	2826,05
f _{s10}	308,95	f _{s21}	1847,18		
f _{s11}	448,79	f _{s22}	1987,02		

Tabel 4.14 Tabel Hasil murni nilai tegangan

f _s	Mpa	f _s	Mpa	f _s	Mpa
f _{s1}	390	f _{s12}	390	f _{s23}	390
f _{s2}	390	f _{s13}	390	f _{s24}	390
f _{s3}	390	f _{s14}	390	f _{s25}	390

fs4	320
fs5	250
fs6	180
fs7	111
fs8	29
fs9	169
fs10	309
fs11	390

fs15	390
fs16	390
fs17	390
fs18	390
fs19	390
fs20	390
fs21	390
fs22	390

fs 26	390
fs 27	390
fs 28	390
fs 29	390
fs 30	390
fs 31	390

Tabel 4.15 Tabel Tegangan yang dipakai

- Besarnya Gaya - gaya yang bekerja

$$\begin{aligned}
 Cc &= \text{Gaya tekan beton} \\
 &= 0,85 \cdot f_c' \cdot a \cdot b \\
 &= 0,85 \cdot f_c' \cdot \beta \cdot c \cdot b \\
 a &= \beta \cdot c \\
 &= 0,85 \times 600,691 \\
 &= 510,58735 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Cc &= 0,85 \times f_c' \times a \times b \\
 &= 0,85 \times 30 \times 510,59 \times 300,00 \\
 &= 3905993,228 \text{ N} \\
 &= 3905,9932 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

Untuk daerah tekan

$$\begin{aligned}
 Cs &= \text{Gaya tekan tulangan} \\
 &= A's \times f_s \\
 Cs1 &= A's1 \times f_s1 \\
 &= 402,29 \times 390 \\
 &= 156891 \text{ N} = 156,891 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

Untuk daerah tarik

$$\begin{aligned}
 Ts &= \text{Gaya tarik tulangan} \\
 &= A_s \times f_s \\
 Ts9 &= A_s9 \times f_s9 \\
 &= 402,29 \times 169 \\
 &= 68032 \text{ N} = 68,032 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

Cs i	kN
Cs1	156,891
Cs2	156,891

Ts i	kN
Ts12	156,891
Ts13	156,891

Ts i	kN
Ts23	156,891
Ts24	156,891

Cs3	156,891	Ts14	156,891	Ts25	156,891
Cs4	128,861	Ts15	156,891	Ts26	156,891
Cs5	100,733	Ts16	156,891	Ts27	156,891
Cs6	72,606	Ts17	156,891	Ts28	156,891
Cs7	44,478	Ts18	156,891	Ts29	156,891
Ts8	11,777	Ts19	156,891	Ts30	156,891
Ts9	68,032	Ts20	156,891	Ts31	156,891
Ts10	124,287	Ts21	156,891		
Ts11	156,891	Ts22	156,891		

Tabel 4.16 Tabel Gaya - Gaya yang Bekerja pada Elemen Dinding Geser

• **Kontrol $\sum H = 0$**

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

$$C_c + (C_{s1} + C_{s2} + C_{s3} + \dots + C_{s7}) - (T_{s8} + T_{s9} + T_{s10} + \dots + T_{s31}) + P_n = 0$$

$$\begin{aligned}
& 3905,99 + (156,9 + 156,89 + 156,89 + 128,86 + 100,73 \\
& + 72,61 + 44,48) - (11,78 + 68,03 + 156,89 \\
& + 156,89 + 156,89 + 156,89 + 156,89 + 156,89 \\
& + 156,89 + 156,89 + 156,89 + 156,89 + 156,89 \\
& + 156,89 + 156,89 + 156,89 + 156,89 + 156,89 \\
& + 156,89) + 1224,529
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
(3905,99 + 817,35) - (3498,82 + 1224,53) &= 0,00 \\
0,00 &= 0,00
\end{aligned}$$

• **Menghitung Momen Terhadap Titik Berat Penampang**

$$M_{nc} = C_c \times y_c \quad y_c = d - a/2$$

$$a = \beta \times c$$

Maka

$$\begin{aligned}
a &= 0,85 \times 600,691 & y_c &= 2178,750 - 255,3 \\
&= 510,59 \text{ mm} & &= 1923,456 \text{ mm}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
M_{nc} &= C_c \times y_c \\
&= 3905,9932 \times 1923,5 \\
&= 7513007 \text{ kNmm} \\
&= 7513,0074 \text{ kNm}
\end{aligned}$$

Untuk daerah tekan

$$\begin{aligned}
 Mn1 &= Cs1 \times y1 \\
 &= 156,9 \times 168 \\
 &= 26357,76 \text{ kNcm} = 263,58 \text{ kNm}
 \end{aligned}$$

Untuk daerah tarik

$$\begin{aligned}
 Mn9 &= Ts9 \times y9 \\
 &= 68,0 \times 98,0 \\
 &= 6667,16 \text{ kNcm} = 66,67 \text{ kNm}
 \end{aligned}$$

Mni	kNm	Mni	kNm	Mni	kNm
Mn1	263,58	Mn12	87,86	Mn23	153,75
Mn2	252,60	Mn13	65,89	Mn24	175,72
Mn3	241,61	Mn14	43,93	Mn25	197,68
Mn4	189,43	Mn15	21,96	Mn26	208,67
Mn5	141,03	Mn16	0,00	Mn27	219,65
Mn6	96,57	Mn17	21,96	Mn28	230,63
Mn7	56,04	Mn18	43,93	Mn29	241,61
Mn8	13,19	Mn19	65,89	Mn30	252,60
Mn9	66,67	Mn20	87,86	Mn31	263,58
Mn10	104,40	Mn21	109,82		
Mn11	109,82	Mn22	131,79		

Tabel 4.17 Tabel Momen Terhadap Titik Berat Penampang

• **Kontrol Mn > Mn Perlu**

$$\begin{aligned}
 Mn &= Pn \cdot e \\
 &= Cc \times yc + \sum Cs \times yi + \sum Ts \times yi \\
 &= Mnc + (Mn1 + Mn2 + Mn3 + \dots + Mn7) + (Mn8 + Mn9 + Mn10 + \dots + Mn31) \\
 Mn &= 7513,01 + (263,58 + 252,60 + 241,61 + 189,43 + \\
 & 141,03 + 96,57 + 56,04) + (13,19 + 66,67 + \\
 & 104,40 + 109,82 + 87,86 + 65,89 + 43,93 + \\
 & 65,89 + 43,93 + 21,96 + 0,00 + 21,96 + \\
 & 43,93 + 65,89 + 87,86 + 109,82 + 131,79 + \\
 & 153,75 + 175,72 + 197,68 + 208,67 + 219,65 + \\
 & 230,63 + 241,61 + 252,60 + 263,58) \\
 &= 7513,01 + 1240,85 + 2918,88 \\
 &= 5836,37 \text{ kNm}
 \end{aligned}$$

Maka, 5836,37 kNm > 4109,31 kNm ...Ok...

4.2.2 Penulangan Longitudinal Pada Segmen 2 Ditinjau dari Arah Z

$$\begin{aligned} M_u &= 143,049 \text{ kNm} = 143049 \text{ Nm} & f_y &= 390 \text{ Mpa} \\ P_u &= 795,944 \text{ kN} = 795944 \text{ N} & \beta &= 0,85 \\ P_n &= \frac{795944}{0,65} = 1224529,23 \text{ N} \end{aligned}$$

- **Kuat Nominal Penampang** :

untuk mengetahui nilai c dapat diselesaikan dengan menggunakan persamaan

Jika di ketahui data sebagai berikut :

$$\begin{aligned} A's_1 \quad 31 \quad D \quad 16 &= 31 \times \frac{1}{4} \times \frac{22}{7} \times 16^2 \\ &= 6235,429 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A's_2 \quad 31 \quad D \quad 16 &= 31 \times \frac{1}{4} \times \frac{22}{7} \times 16^2 \\ &= 6235,429 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Luas Total Tulangan yang digunakan

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

$$A_s \text{ total} \quad 62 \quad D \quad 16 = 62 \times \frac{1}{4} \times 3,14 \times 16^2 = 12470,857 \text{ mm}^2$$

Kontrol Luas Tulangan

$$A_s \text{ Min} < A_s \text{ Pakai} < A_s \text{ Maks}$$

$$10500,00 < 12470,86 < 63000,00 \quad \text{..Ok..}$$

$$d' = 70 \text{ mm}$$

$$b = 3500 \text{ mm}$$

- **Kontrol** : $\sum H = 0$

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

$$\text{Dimana: } C_c \text{ (Beton tertekan)} = 0,85 \cdot f_c \cdot a \cdot b \quad ; \quad a = \beta \cdot c$$

$$C_s \text{ (Baja tertekan)} = A_s' \cdot f_s'$$

$$T_s \text{ (Baja tertarik)} = A_s2 \cdot f_s2$$

- **Momen Nominal yang disumbangkan oleh beton** :

$$M_{nc} = C_c \times \left[d - \frac{a}{2} \right]$$

$$M_{n1} = C_s \cdot (h/2 - d1')$$

$$M_{n2} = T_s \cdot (h/2 - d2')$$

$$M_n = M_{nc} + M_{n1} + M_{n2} > M_n \text{ perlu} = \frac{M_u}{\Phi}$$

- Untuk mendapatkan nilai c, maka :

$$f_s' = \epsilon_s' \cdot E_s = \frac{0,003 (c - d')}{c} \cdot E_s = \frac{600 (c - d')}{c} ; E_s : 200000 \text{ Mpa}$$

Maka :

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

$$0,85 \cdot f_c \cdot a \cdot b + A_s' t \cdot f_s - A_s t \cdot f_s + P_n$$

$$(0,85 \cdot f_c \cdot \beta \cdot c \cdot b) + A_s' t \cdot \left(\frac{c - d_1}{c} \times 0,003 \right) \cdot 200000 - A_s t \cdot f_y + P_n = 0$$

$$(0,85 \cdot f_c \cdot \beta \cdot c \cdot b) + A_s' t \cdot \frac{(600 (c - d_1))}{c} - A_s t \cdot f_y + P_n = 0$$

Apabila persamaan tersebut dikalikan c, maka :

$$(0,85 \cdot f_c \cdot \beta \cdot c^2 \cdot b) + (A_s' t (600 (c - d')) - (A_s t \cdot f_y + P_n) c) = 0$$

Setelah dilakukan pengelompokan, maka didapatkan persamaan kuadrat :

$$(0,85 \cdot f_c \cdot \beta \cdot b \cdot c^2) + (A_s' t \cdot 600 \cdot c - A_s' t \cdot 600 \cdot d') - (A_s t \cdot f_y \cdot c) + P_u \cdot c = 0$$

$$(0,85 \cdot f_c \cdot \beta \cdot b \cdot c^2) + (A_s' t \cdot 600 - A_s t \cdot f_y + P_n) c - A_s' t \cdot 600 \cdot d' = 0 \quad 6235,429$$

$$\begin{aligned} & (0,85 \times 30 \times 0,85 \times 3500) c^2 + (6235,429 \times 600 - 70) \\ & \times 390 - 1224529,23) c - (6235,429 \times 600 \times 70) = 0 \\ & 75862,5 c^2 + 2533969,231 c - 261888000 \end{aligned}$$

$$\text{Dari persamaan didapatkan nilai } c = 44,381 \text{ mm}$$

$$a = \beta \times c = 0,85 \times 44,381 = 37,724 \text{ mm}$$

- Nilai masing - masing regangan

$$\epsilon_{s1} = 0,003 \cdot \frac{d' - c}{c} = 0,003 \times \frac{70 - 44,381}{44,381} = 0,001732$$

$$\epsilon_{s2} = 0,003 \cdot \frac{d' - c}{c} = 0,003 \times \frac{480 - 44,381}{44,381} = 0,029446$$

$$f_s = E_s \times \epsilon_s = 200000 \times 0,00173 = 346,343 \text{ Mpa} > f_y = 300 \text{ Mpa}$$

$$\text{Maka digunakan } f_s = 300,000 \text{ Mpa}$$

$$f_s = E_s \times \epsilon_s = 200000 \times 0,029446 = 5889,207 \text{ Mpa} > f_y = 300 \text{ Mpa}$$

$$\text{Maka digunakan } f_s = 300 \text{ Mpa}$$

$$\begin{aligned} C_c &= 0,85 \times f_c \times a \times b \\ &= 0,85 \times 30 \times 37,72 \times 3500 \\ &= 3366882,929 \text{ N} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
C_s &= A_s' t \times f_s \\
&= 6235,43 \times 300,000 \\
&= 1870628,571 \text{ N}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
T_s &= A_s' t \times f_s \\
&= 6235,43 \times 300 \\
&= 4012982,271 \text{ N}
\end{aligned}$$

• **Kontrol :**

$$\begin{aligned}
C_c + C_s - T_s + P_n &= 0 \\
3366882,929 + 1870628,571 - 4012982,271 + 1224529,23 &= 0 \text{ N} \\
0 &= 0 \quad \text{..Ok..}
\end{aligned}$$

Sehingga momen nominal yang disumbangkan oleh beton dan baja adalah sebesar :

$$\begin{aligned}
M_{nc} &= C_c \times y_c \\
&= C_c \times \left[d - \frac{a}{2} \right] \\
&= 3366882,93 \times \left[70,00 - \frac{44,381}{2} \right] \\
&= 43127436,329 \text{ Nmm}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
M_{n1} &= C_s \cdot (h/2 - d') \\
&= 1870628,571 \times \left(\frac{300}{2} - 70 \right) \\
&= 149650285,7 \text{ Nmm}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
M_{n2} &= T_s \cdot (h/2 - d') \\
&= 4012982,271 \times \left(\frac{300}{2} - 70 \right) \\
&= 321038581,7 \text{ Nmm}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
M_n &= M_{nc} + M_{n1} + M_{n2} \\
&= 43127436,329 + 149650285,7 + 321038581,7 \\
&= 513816303,76 \text{ Nmm}
\end{aligned}$$

$$M_n \text{ Perlu} = \frac{M_u}{\Phi} = \frac{143,05}{0,65} = 220,08 \text{ kNm}$$

$$M_n = 513,82 \text{ KnM} > M_n \text{ Perlu} = 220,08 \text{ kNm} \quad \text{..Ok..}$$

4.2.3 Penulangan Transversal Pada Segmen 2 Ditinjau dari Arah X

$$\begin{aligned} b_w &= 300 \text{ mm} & f_c &= 30 \text{ Mpa} \\ l_w &= 3500 \text{ mm} & f_y &= 240 \text{ Mpa} \end{aligned}$$

- Mencari Nilai d

Dimana d = jarak serat penampang tekan terluar ke titik pusat tulangan tarik
 y ditinjau dari serat penampang tarik terluar

No	No Tulangan	Luas Tulangan (As)	y	As.y
		mm ²	mm	mm ³
1	31	402,286	70	28160
2	30	402,286	140	56320
3	29	402,286	210	84480
4	28	402,286	280	112640
5	27	402,286	350	140800
6	26	402,286	420	168960
7	25	402,286	490	197120
8	24	402,286	630	253440
9	23	402,286	770	309760
10	22	402,286	910	366080
11	21	402,286	1050	422400
12	20	402,286	1190	478720
13	19	402,286	1330	535040
14	18	402,286	1470	591360
15	17	402,286	1610	647680
16	16	402,286	1750	704000
17	15	402,286	1890	760320
18	14	402,286	2030	816640
19	13	402,286	2170	872960
20	12	402,286	2310	929280
21	11	402,286	2450	985600
22	10	402,286	2590	1041920
23	9	402,286	2730	1098240
24	8	402,286	2870	1154560
ΣAs		9654,857	$\Sigma As.y$	12756480

Tabel 4.18 Tabel Perkalian Luas Tulangan dan Koordinat Tulangan Tarik

$$y_d = \frac{\Sigma As.y}{\Sigma As} = \frac{12756480}{9654,86} = 1321,250 \text{ mm}$$

$$\begin{aligned}
 d &= l_w - y_d \\
 &= 3500,0 - 1321,25 \\
 &= 2178,750 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

Berdasarkan SN I03-2847-2013 pasal 11.1

$$\Phi V_n \geq V_u$$

$$\begin{aligned}
 V_u &= 108457,1 \text{ kg} && \text{Dimana :} \\
 \Phi &= 0,65 && V_c = V \text{ yang disumbangkan oleh beton} \\
 V_n &= V_c + V_s && V_s = V \text{ yang disumbangkan tulangan}
 \end{aligned}$$

Berdasarkan SNI 03-2847-2013 pasal 11.2.1.2

$$\begin{aligned}
 V_c &= 0,17 \left[1 + \frac{N_u}{14.A_g} \right] \lambda \sqrt{f_c} b_w \cdot d \\
 &= 0,17 \left[1 + \frac{795944}{14 \times 1050000} \right] 1 \times \sqrt{30} \times 300 \times 2178,75 \\
 &= 641562,4055 \text{ N} \\
 &= 64156,24055 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 V_u &> 1/2 \Phi V_c \\
 1084571 &> 1/2 \times 0,65 \times 641562,4055 \\
 1084571 \text{ N} &> 208507,7818 \text{ N} \quad \text{maka diperlukan tulangan geser minimum}
 \end{aligned}$$

- **Direncanakan tulangan transversal ϕ 12**

$$\begin{aligned}
 \text{Tulang geser perlu } V_s \text{ perlu} &= V_u / \Phi - V_c \\
 &= 1084571 / 0,65 - 641562,4 \\
 &= 1027008,364 \text{ N} \\
 &= 102700,8364 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

Direncanakan tulangan geser 2 kaki

$$\begin{aligned}
 A_v &= n \times 1/4 \times \pi \times D^2 \\
 &= 2 \times 0,25 \times 22/7 \times 12^2 \\
 &= 226,286 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Syarat :} \quad A_v &\geq \frac{75 \sqrt{f_c} \times b_w \times s}{1200 \times f_y} \\
 226,286 \text{ mm}^2 &\geq \frac{75 \times \sqrt{30} \times 300 \times 110}{1200 \times 240} \\
 226,286 \text{ mm}^2 &\geq 47,06990729 \text{ mm}^2 \quad \text{..Ok..}
 \end{aligned}$$

Berdasarkan SNI 03-2847-2013 pasal 11.4.7.2 hal 93

$$\begin{aligned}
 s &= \frac{A_v \min \times f_y}{0.062 \times \sqrt{f_c} \times b_w} \\
 &= \frac{226,286 \times 240}{0,062 \times \sqrt{30} \times 300} \\
 &= 533,083 \text{ mm} \approx 530,00 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

- **Menentukan Panjang Daerah Sendi Plastis (l_o)**

Berdasarkan SNI 2847 : 2013 pasal 21.6.4.1 hal 191

- $1/6 \times$ Bentang bersih dinding geser
 $1/6 \times 4500 = 750 \text{ mm}$
- Tinggi komponen struktur pada muka joint
 - $t_1 = 3500 \text{ mm}$
 - $t_2 = 300 \text{ mm}$
- 450 mm

Untuk point 2 t_1 diabaikan karena melebihi tinggi dinding geser yang ditinjau.

Maka panjang daerah sendi plastis (l_o) diambil yang terbesar ialah 750 mm

- **Menentukan Spasi Tulangan Transversal Sepanjang l_o ialah**

Berdasarkan SNI 2487 : 2013 Pasal 21.6.4.3 hal 192

- $6 \times$ diameter longitudinal
 $6 \times 16 = 96 \text{ mm}$
- $1/4 \times$ dimensi minimum komponen struktur
 $1/4 \times 300 = 75 \text{ mm}$
- $s_o = 100 + \frac{350 - h_x}{3}$ (h_x : jarak spasi horizontal kait silang atau kaki sengkang tertutup, pusat ke pusat maksimum pada semua muka kolom).
 $= 100 + \frac{350 - 300}{3}$
 $= 116,667 \text{ mm} \approx 110,0 \text{ mm}$

Syarat : $100 \text{ mm} \leq s_o \leq 150 \text{ mm}$

Nilai s_o tidak boleh melebihi 150 mm dan tidak perlu diambil kurang dari 100 mm

Maka jarak yang dipakai ialah jarak yang terkecil 100 mm

$$\begin{aligned}
 V_s &= \frac{A_v \cdot f_y \cdot d}{s} \\
 &= \frac{226,3 \times 240 \times 2178,75}{100} \\
 &= 1183248,000 \text{ N}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\Phi V_n &= 0,650 \times V_n \\
&= 0,650 \times (V_c + V_s) \\
&= 0,650 \times (64156,24 + 118324,80) \\
&= 0,650 \times 182481 \\
&= 118612,68 \text{ Kg}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\Phi V_n &\geq V_u \\
118612,68 \text{ kg} &\geq 108457,10 \text{ kg} \quad \text{..Ok..}
\end{aligned}$$

• **Menentukan Jarak Tulangan Transversal di Luar Sendi Plastis**

Berdasarkan SNI 2487 : 2013 Pasal 21.6.4.5 hal 193

- $s \leq 6 \times \text{Diameter longitudinal}$
 $\leq 6 \times 16$
 $\leq 96 \text{ mm}$
- $s \leq 150 \text{ mm}$
- $s \leq \frac{d}{2}$
 $\leq \frac{2178,75}{2}$
 $s \leq 1089,38 \text{ mm}$

Syarat : $100 \text{ mm} \leq s \leq 150 \text{ mm}$

Nilai s tidak boleh melebihi 150 mm dan tidak perlu diambil kurang dari 100 mm

Jarak yang dipakai, dipilih yang paling kecil adalah 110 mm

$$\begin{aligned}
V_s &= \frac{A_v \cdot f_y \cdot d}{s} \\
&= \frac{226,3 \times 240 \times 2178,75}{110} \\
&= 1075680,000 \text{ N}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\Phi V_n &= 0,650 \times V_n \\
&= 0,650 \times (V_c + V_s) \\
&= 0,650 \times (64156,2 + 107568,00) \\
&= 0,650 \times 171724 \\
&= 111620,76 \text{ kg}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\Phi V_n &\geq V_u \\
111620,76 \text{ kg} &\geq 108457,10 \text{ kg} \quad \text{..Ok..}
\end{aligned}$$

4.2.4 Penulangan Transversal Pada Segmen 2 Ditinjau dari Arah Z

$$\begin{aligned}
 b_w &= 3500 \text{ mm} & f_c &= 30 \text{ Mpa} \\
 l_w &= 300 \text{ mm} & f_y &= 240 \text{ Mpa} \\
 d &= l_w - d' \\
 &= 300 - 70,0 \\
 &= 230 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

Berdasarkan SNI03-2847-2002 pasal 11.1

$$\begin{aligned}
 \Phi V_n &\geq V_u \\
 V_u &= 89994,67143 \text{ kg} \\
 \Phi &= 0,65 \\
 V_n &= V_c + V_s
 \end{aligned}$$

Dimana :

V_c = V yang disumbangkan oleh beton

V_s = V yang disumbangkan tulangan

Berdasarkan SNI 03-2847-2013 pasal 11.2.1.2

$$\begin{aligned}
 \bullet V_c &= 0,17 \left[1 + \frac{N_u}{14.A_g} \right] \lambda \sqrt{f_c} b_w \cdot d \\
 &= 0,17 \left[1 + \frac{795944}{14 \times 1050000} \right] 1 \times \sqrt{30} \times 3500 \times 230 \\
 &= 790143,7926 \text{ N} \\
 &= 79014,37926 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \bullet V_u &> \Phi V_c \\
 899946,7143 &> 0,65 \times 790143,79 \\
 899946,71 \text{ N} &> 513593,465 \text{ N} \quad \text{maka diperlukan tulangan geser mminimum}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Tulang geser perlu } V_s \text{ perlu} &= V_u / \phi - V_c \\
 &= 899946,7 / 0,65 - 790143,7926 \\
 &= 1384533,4 - 790143,8 \\
 &= 594389,61 \text{ N} \\
 &= 59438,9614 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

• Direncanakan tulangan geser 16 kaki ϕ 12

$$\begin{aligned}
 A_v &= 16 \times 1/4 \times 22/7 \times 12^2 \\
 &= 1810,286 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Syarat : } \quad A_v &\geq \frac{75 \sqrt{f_c} \times b_w \times s}{1200 \times f_y} \\ 1810,29 \text{ mm}^2 &\geq \frac{75 \times \sqrt{30} \times 3500 \times \text{\#REF!}}{1200 \times 240} \\ 1810,29 \text{ mm}^2 &\geq \text{\#REF! mm}^2 \quad \text{\#\#} \end{aligned}$$

Berdasarkan SNI 03-2847-2013 pasal 11.4.7.2 hal 93

$$\begin{aligned} s &= \frac{A_v \cdot f_y \cdot d}{V_s} \\ &= \frac{1810,3 \times 240 \times 230}{594390} \\ &= 168,118 \text{ mm} \approx 160 \text{ mm} \end{aligned}$$

- **Menentukan Panjang Daerah Sendi Plastis (l_o)**

Berdasarkan SNI 2847 :2013 pasal 21.6.4.1 hal 183

- $1/6 \times$ Bentang bersih dinding geser

$$1/6 \times 3500 = 583,3333 \text{ mm} \approx 590 \text{ mm}$$
- tinggi komponen struktur pada muka joint
 - $t_1 = 300 \text{ mm}$
 - $t_2 = 3500 \text{ mm}$
- 450 mm

Untuk point 2 t_2 diabaikan karena melebihi tinggi dinding geser yang ditinjau.

Maka panjang daerah sendi plastis (l_o) diambil yang terbesar ialah 590 mm

- **Menentukan Spasi Tulangan Transversal Sepanjang l_o ialah**

Berdasarkan SNI 2487 : 2013 Pasal 21.6.4.3 hal 182

- $6 \times$ diameter longitudinal

$$6 \times 16 = 96 \text{ mm}$$
- $1/4 \times$ dimensi minimum komponen struktur

$$1/4 \times 300 = 75 \text{ mm}$$
- $s_o = 100 + \frac{350 - h_x}{3}$ (h_x : jarak spasi horizontal kait silang atau kaki sengkang tertutup, pusat ke pusat maksimum pada semua muka kolom)

$$= 100 + \frac{350 - 250}{3}$$

$$= 133,333 \text{ mm} \approx 130 \text{ mm}$$

$$\text{Syarat : } 100 \text{ mm} \leq s_o \leq 150 \text{ mm}$$

Maka jarak yang dipakai ialah jarak yang terkecil 100 mm

$$\begin{aligned}
 V_{s \text{ pakai}} &= \frac{A_v \cdot F_y \cdot D}{s} \\
 &= \frac{1810,286 \times 240 \times 230,000}{100} \\
 &= 999277,714 \quad \text{N}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \Phi V_n &= 0,650 \times V_n \\
 &= 0,650 \times (V_c + V_{s \text{ pakai}}) \\
 &= 0,650 \times (79014,38 + 99927,77) \\
 &= 0,650 \times 178942,2 \\
 &= 116312,40 \quad \text{Kg}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \Phi V_n &\geq V_u \\
 116312,40 \text{ kg} &\geq 89994,67 \text{ kg} \quad \text{..Ok..}
 \end{aligned}$$

• **Menentukan Jarak Tulangan Transversal di Luar Sendi Plastis**

- $s \leq 6 \times \text{Diameter longitudinal}$
 $\leq 6 \times 16$
 $\leq 96 \text{ mm}$
- $s \leq 150 \text{ mm}$
- $s \leq \frac{d}{2}$
 $\leq \frac{230,00}{2}$
 $s \leq 115 \text{ mm}$

Syarat : $100 \text{ mm} \leq s \leq 150 \text{ mm}$

Nilai s tidak boleh melebihi 150 mm dan tidak perlu diambil kurang dari 100 mm

Jarak yang di pakai di pilih yang paling kecil adalah 110 mm

$$\begin{aligned}
 V_{s \text{ pakai}} &= \frac{A_v \cdot F_y \cdot D}{s} \\
 &= \frac{1810,286 \times 240 \times 230,000}{110} \\
 &= 908434,286 \quad \text{N}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \Phi V_n &= 0,650 \times V_n \\
 &= 0,650 \times (V_c + V_{s \text{ pakai}}) \\
 &= 0,650 \times (79014,38 + 90843,43)
 \end{aligned}$$

$$= 0,650 \times 169858$$

$$= 110407,58 \text{ kg}$$

$$\Phi V_n \geq V_u$$

$$110407,58 \text{ Kg} \geq 89994,67 \text{ Kg} \quad \text{..Ok..}$$

4.2.5 Panjang sambungan lewatan Tulangan Longitudinal Berdasarkan buku T. Paulay-M.J.N.Priestley hal 150

$$L_d = m_{db} \times l_{db}$$

Dimana :

$$l_{db} = \frac{1,38 \times A_b \times f_y}{c \times \sqrt{f_c}}$$

$$m_{db} = \text{Faktor modifikasi} = 1,3$$

$$A_b = \text{Luas tulangan}$$

$$c = 3 \times \text{diameter tulangan}$$

- Untuk Tulangan D 16

$$A_b = \frac{1}{4} \times \pi \times D^2$$

$$= 0,25 \times 22/7 \times 16^2$$

$$= 201,14286 \text{ mm}^2$$

$$c = 3 \times \text{diameter tulangan}$$

$$= 3 \times 16$$

$$= 48 \text{ mm}$$

$$l_{db} = \frac{1,38 \times A_b \times f_y}{c \times \sqrt{f_c}}$$

$$= \frac{1,38 \times 201,1 \times 390}{48 \times \sqrt{30}}$$

$$= 411,762 \text{ mm}$$

- Jadi untuk

$$L_d = m_{db} \times l_{db}$$

$$= 1,3 \times 411,762$$

$$= 535,29082 \approx 540 \text{ mm}$$

Berdasarkan SNI 2847 : 2013 Pasal 21.5.2.3 tentang jarak tulangan transversal pada panjang penyaluran ialah :

- $\frac{d}{4} = \frac{230}{4} = 57,5 \text{ mm}$

- 100 mm

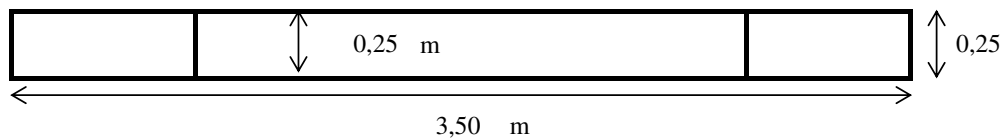
Maka jarak tulangan transversal 57,5 mm

4.3 Perhitungan Penulangan Dinding Geser Pada Segmen 3

Data Perencanaan :

- Kuat Tekan Beton (f_c) : 30 Mpa
- Kuat leleh baja ($f_{y_{ulir}}$) : 390 Mpa
- Kuat leleh baja (f_y) : 240 MPa
- Faktor reduksi kekuatan
 - lentur dan tekan aksial Φ : 0,65
 - Geser Φ : 0,65
 - Panjang dinding geser : 3500 mm
 - Tebal dinding geser : 250 mm
 - Border dinding geser : 550 mm

Luas penampang dinding geser	:	3500	x	250	=	875000	mm ²
Luas minimum dinding geser	:	1%	x	875000	=	8750	mm ²
Luas maksimum dinding geser	:	6%	x	875000	=	52500	mm ²



4.3.1 Penulangan Longitudinal pada Segmen 3 Ditinjau dari arah X

$$\begin{aligned}
 M_u &: 1798,344 \quad \text{kNm} \\
 P_u &: 546,161 \quad \text{kN} \\
 M_n &: \frac{M_u}{\Phi} = \frac{1798,344}{0,65} = 2766,683077 \quad \text{kNm} \\
 P_n &: \frac{P_u}{\Phi} = \frac{546,161}{0,65} = 840,2476923 \quad \text{kN}
 \end{aligned}$$

- Dicoba tulangan Longitudinal 31 D 16
- Menentukan c (garis netral) dengan trial error

$$c : 634,640 \quad \text{mm}$$

Maka tulangan no 1 - 8 ialah tulangan tekan dan tulangan no 9 - 31 adalah tulangan tarik

- Menghitung luas masing - masing pada serat yang sama

Untuk Tulangan tekan

$$\begin{aligned}
 A_s 1 &= n \times \frac{1}{4} \times \pi \times d^2 \\
 A_s 1 \quad 2 \text{ D } 16 &= 2 \times \frac{1}{4} \times 3,14 \times 16^2 = 402,286 \quad \text{mm}
 \end{aligned}$$

Untuk Tulangan tarik

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

$$A_s \text{ 7 } 2 \text{ D } 16 = 2 \times \frac{1}{4} \times 3,14 \times 16^2 = 402,286 \text{ mm}$$

Luas Total Tulangan yang digunakan

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

$$A_s \text{ total } 62 \text{ D } 16 = 62 \times \frac{1}{4} \times 3,14 \times 16^2 = 12470,857 \text{ mm}$$

Kontrol Luas Tulangan

$$A_s \text{ Min } < A_s \text{ Pakai } < A_s \text{ Maks}$$

$$8750,00 < 12470,86 < 52500,00 \text{ ..Ok..}$$

As i	mm ²	As	mm ²	As	mm ²
A's 1	402,286	As 12	402,286	As 23	402,286
A's 2	402,286	As 13	402,286	As 24	402,286
A's 3	402,286	As 14	402,286	As 25	402,286
As' 4	402,286	As 15	402,286	As 26	402,286
As' 5	402,286	As 16	402,286	As 27	402,286
As' 6	402,286	As 17	402,286	As 28	402,286
As' 7	402,286	As 18	402,286	As 29	402,286
As' 8	402,286	As 19	402,286	As 30	402,286
As 9	402,286	As 20	402,286	As 31	402,286
As 10	402,286	As 21	402,286		
As 11	402,286	As 22	402,286		

Tabel 4.19 Luas Tulangan pada Masing - Masing Serat

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

$$d' = \text{Selimut beton} + \text{diameter sengkang} + (1/2 \text{ diameter tulangan } A_s1)$$

$$= 50,0 + 12 + 8$$

$$= 70,0 \text{ mm} = 7 \text{ cm}$$

$$\text{Pusat plastis} = \frac{\text{Panjang penampang dinding geser}}{2}$$

$$= \frac{3500}{2} = 1750 \text{ mm} = 175 \text{ cm}$$

di	jarak (cm)
d1	7
d2	14
d3	21

di	jarak (cm)
d12	119
d13	133
d14	147

di	jarak (cm)
d23	273
d24	287
d25	301

d4	28
d5	35
d6	42
d7	49
d8	63
d9	77
d10	91
d11	105

d15	161
d16	175
d17	189
d18	203
d19	217
d20	231
d21	245
d22	259

d26	308
d27	315
d28	322
d29	329
d30	336
d31	343

Tabel 4.20 Jarak Masing - Masing Tulangan pada Serat Penampang Atas

yi	jarak (cm)
y1	168
y2	161
y3	154
y4	147
y5	140
y6	133
y7	126
y8	112
y9	98
y10	84
y11	70

yi	jarak (cm)
y12	56
y13	42
y14	28
y15	14
y16	0
y17	14
y18	28
y19	42
y20	56
y21	70
y22	84

yi	jarak (cm)
y23	98
y24	112
y25	126
y26	133
y27	140
y28	147
y29	154
y30	161
y31	168

Tabel 4.21 Jarak masing - masing tulangan terhadap tengah - tengah penampang

- Menghitung regangan yang terjadi

Untuk daerah tekan :

$$\frac{\epsilon_s'1}{\epsilon_c'} = \frac{c - d}{c} \quad \longrightarrow \quad \epsilon_s'1 = \frac{c - d1}{c} \times \epsilon_c \quad ; \quad \epsilon_c = 0,003$$

$$= \frac{63,4640 - 7}{63,4640} \times 0,003 = 0,00267$$

Untuk daerah tarik :

$$\frac{\epsilon_s}{\epsilon_c} = \frac{d - c}{c} \quad \longrightarrow \quad \epsilon_s 9 = \frac{d - c}{c} \times \epsilon_c \quad ; \quad \epsilon_c = 0,003$$

$$= \frac{77 - 63,5}{63,5} \times 0,003 = 0,00064$$

εs i	Nilai
ε's1	0,00267
ε's2	0,00234
ε's3	0,00201

εs i	Nilai
εs12	0,00263
εs13	0,00329
εs14	0,00395

εs i	Nilai
εs23	0,00990
εs24	0,01057
εs25	0,01123

ε's4	0,00168
ε's5	0,00135
ε's6	0,00101
ε's7	0,00068
ε's8	0,00002
εs9	0,00064
εs10	0,00130
εs11	0,00196

εs15	0,00461
εs16	0,00527
εs17	0,00593
εs18	0,00660
εs19	0,00726
εs20	0,00792
εs21	0,00858
εs22	0,00924

εs26	0,01156
εs27	0,01189
εs28	0,01222
εs29	0,01255
εs30	0,01288
εs31	0,01321

Tabel 4.22 Tabel regangan

- Menghitung nilai tegangan

Untuk daerah tekan

$$f_s = \epsilon' s \times E_s \quad (\text{SNI 2847-2013 Pasal 8.5.2 Hal 61})$$

$$f_{s1} = 0,0027 \times 200000 = 533,8207 \text{ Mpa} > f_y = 390 \text{ Mpa}$$

$$\text{maka digunakan } f_s = 390 \text{ Mpa}$$

Untuk daerah tarik

$$f_s = \epsilon s \times E_s \quad (\text{SNI 2847-2013 Pasal 8.5.2 Hal 61})$$

$$f_{s9} = 0,0006 \times 200000 = 127,9718 \text{ Mpa} < f_y = 390 \text{ Mpa}$$

$$\text{maka digunakan } f_s = 128 \text{ Mpa}$$

fsi	Mpa
f's1	533,82
f's2	467,64
f's3	401,46
f's4	335,28
f's5	269,10
f's6	202,92
f's7	136,75
f's8	4,39
fs9	127,97
fs10	260,33
fs11	392,69

fsi	Mpa
fs12	525,05
fs13	657,41
fs14	789,76
fs15	922,12
fs16	1054,48
fs17	1186,84
fs18	1319,20
fs19	1451,56
fs20	1583,92
fs21	1716,27
fs22	1848,63

fsi	Mpa
fs23	1980,99
fs24	2113,35
fs25	2245,71
fs26	2311,89
fs27	2378,07
fs28	2444,25
fs29	2510,42
fs30	2576,60
fs31	2642,78

Tabel 4.23 Tabel Hasil murni nilai tegangan

fs	Mpa
f's1	390
f's2	390
f's3	390
f's4	335

fs	Mpa
fs12	390
fs13	390
fs14	390
fs15	390

fs	Mpa
fs 23	390
fs 24	390
fs 25	390
fs 26	390

fs5	269	fs16	390	fs 27	390
fs6	203	fs17	390	fs 28	390
fs7	137	fs18	390	fs 29	390
fs8	4	fs19	390	fs 30	390
fs9	128	fs20	390	fs 31	390
fs10	260	fs21	390		
fs11	390	fs22	390		

Tabel 4.24 Tabel Tegangan yang dipakai

- Besarnya Gaya - gaya yang bekerja

$$\begin{aligned}
 C_c &= \text{Gaya tekan beton} \\
 &= 0,85 \cdot f_c' \cdot a \cdot b \\
 &= 0,85 \cdot f_c' \cdot \beta \cdot c \cdot b \\
 a &= \beta \cdot c \\
 &= 0,85 \cdot x \cdot 634,640 \\
 &= 539,444 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 C_c &= 0,85 \cdot x \cdot f_c' \cdot a \cdot b \\
 &= 0,85 \cdot x \cdot 30 \cdot 539,44 \cdot x \cdot 250,00 \\
 &= 3438955,5 \text{ N} \\
 &= 3438,9555 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

Untuk daerah tekan

$$\begin{aligned}
 C_s &= \text{Gaya tekan tulangan} \\
 &= A's \cdot f_s \\
 C_{s1} &= A's1 \cdot f_{s1} \\
 &= 402,29 \cdot x \cdot 390 \\
 &= 156891 \text{ N} \quad = \quad 156,891 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

Untuk daerah tarik

$$\begin{aligned}
 T_s &= \text{Gaya tarik tulangan} \\
 &= A_s \cdot f_s \\
 T_{s9} &= A_{s9} \cdot f_{s9} \\
 &= 402,29 \cdot x \cdot 128 \\
 &= 51481 \text{ N} \quad = \quad 51,481 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

Cs i	kN
Cs1	156,891
Cs2	156,891
Cs3	156,891

Ts i	kN
Ts12	156,891
Ts13	156,891
Ts14	156,891

Ts i	kN
Ts23	156,891
Ts24	156,891
Ts25	156,891

Untuk daerah tekan

$$\begin{aligned}
 Mn1 &= Cs1 \times y1 \\
 &= 156,9 \times 168 \\
 &= 26357,76 \text{ kNcm} = 263,58 \text{ kNm}
 \end{aligned}$$

Untuk daerah tarik

$$\begin{aligned}
 Mn9 &= Ts9 \times y9 \\
 &= 51,5 \times 98,0 \\
 &= 5045,16 \text{ kNcm} = 50,45 \text{ kNm}
 \end{aligned}$$

Mni	kNm	Mni	kNm	Mni	kNm
Mn1	263,58	Mn12	87,86	Mn23	153,75
Mn2	252,60	Mn13	65,89	Mn24	175,72
Mn3	241,61	Mn14	43,93	Mn25	197,68
Mn4	198,27	Mn15	21,96	Mn26	208,67
Mn5	151,56	Mn16	0,00	Mn27	219,65
Mn6	108,57	Mn17	21,96	Mn28	230,63
Mn7	69,31	Mn18	43,93	Mn29	241,61
Mn8	1,98	Mn19	65,89	Mn30	252,60
Mn9	50,45	Mn20	87,86	Mn31	263,58
Mn10	87,97	Mn21	109,82		
Mn11	109,82	Mn22	131,79		

Tabel 4.26 Tabel Momen Terhadap Titik Berat Penampang

● **Kontrol Mn > Mn Perlu**

$$\begin{aligned}
 Mn &= Pn \cdot e \\
 &= Cc \times yc + \sum Cs yi + \sum Ts yi \\
 &= Mnc + (Mn1 + Mn2 + Mn3 + \dots + Mn8) + (Mn9 + Mn10 + Mn11 + \dots + Mn31) \\
 Mn &= 6565,06 + (263,58 + 252,60 + 241,61 + 198,27 + \\
 &\quad 151,56 + 108,57 + 69,31 + 1,98) + (50,45 + \\
 &\quad 87,97 + 109,82 + 87,86 + 65,89 + 43,93 + \\
 &\quad 65,89 + 43,93 + 21,96 + 0,00 + 21,96 + \\
 &\quad 43,93 + 65,89 + 87,86 + 109,82 + 131,79 + \\
 &\quad 153,75 + 175,72 + 197,68 + 208,67 + 219,65 + \\
 &\quad 230,63 + 241,61 + 252,60 + 263,58) \\
 &= 6565,06 + 1287,48 + 2873,04 \\
 &= 5362,791 \text{ kNm}
 \end{aligned}$$

Maka, 5362,79 kNm > 2766,68 kNm ...Ok...

4.3.2 Penulangan Longitudinal Pada Segmen 3 Ditinjau dari Arah Z

$$\begin{aligned} M_u &= 133,852 \text{ kNm} = 133852 \text{ Nm} & f_y &= 390 \text{ Mpa} \\ P_u &= 546,161 \text{ kN} = 546161 \text{ N} & \beta &= 0,85 \\ P_n &= \frac{546161}{0,65} = 840247,69 \text{ N} \end{aligned}$$

- **Kuat Nominal Penampang** :

untuk mengetahui nilai c dapat diselesaikan dengan menggunakan persamaan

Jika di ketahui data sebagai berikut :

$$\begin{aligned} A's_1 \quad 31 \quad D \quad 16 &= 31 \times \frac{1}{4} \times \frac{22}{7} \times 16^2 \\ &= 6235,429 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A's_2 \quad 31 \quad D \quad 16 &= 31 \times \frac{1}{4} \times \frac{22}{7} \times 16^2 \\ &= 6235,429 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Luas Total Tulangan yang digunakan

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

$$A_s \text{ total} \quad 62 \quad D \quad 16 = 62 \times \frac{1}{4} \times 3,14 \times 16^2 = 12470,857 \text{ mm}^2$$

Kontrol Luas Tulangan

$$\begin{aligned} A_s \text{ Min} &< A_s \text{ Pakai} < A_s \text{ Maks} \\ 8750,00 &< 12470,86 < 52500,00 \quad \text{..Ok..} \end{aligned}$$

$$d' = 70 \text{ mm}$$

$$b = 3500 \text{ mm}$$

- **Kontrol** : $\sum H = 0$

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

Dimana : C_c (Beton tertekan) = $0,85 \cdot f_c \cdot a \cdot b$; $a = \beta \cdot c$

C_s (Baja tertekan) = $A_s' \cdot f_s'$

T_s (Baja tertarik) = $A_s \cdot f_s$

- **Momen Nominal yang disumbangkan oleh beton** :

$$M_{nc} = C_c \times \left[d - \frac{a}{2} \right]$$

$$M_{n1} = C_s \cdot (h/2 - d1')$$

$$M_{n2} = T_s \cdot (h/2 - d2')$$

$$M_n = M_{nc} + M_{n1} + M_{n2} > M_n \text{ perlu} = \frac{M_u}{\Phi}$$

- Untuk mendapatkan nilai c, maka :

$$f_s' = \epsilon_s' \cdot E_s = \frac{0,003 (c - d')}{c} \cdot E_s = \frac{600 (c - d')}{c} ; E_s : 200000 \text{ Mpa}$$

Maka :

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

$$0,85 \cdot f_c \cdot a \cdot b + A_s' t \cdot f_s - A_s t \cdot f_s + P_n$$

$$(0,85 \cdot f_c \cdot \beta \cdot c \cdot b) + A_s' t \cdot \left(\frac{c - d_1}{c} \times 0,003 \right) \cdot 200000 - A_s t \cdot f_y + P_n = 0$$

$$(0,85 \cdot f_c \cdot \beta \cdot c \cdot b) + A_s' t \cdot \frac{(600 (c - d_1))}{c} - A_s t \cdot f_y + P_n = 0$$

Apabila persamaan tersebut dikalikan c, maka :

$$(0,85 \cdot f_c \cdot \beta \cdot c^2 \cdot b) + (A_s' t (600 (c - d')) - (A_s t \cdot f_y + P_n) c = 0$$

Setelah dilakukan pengelompokan, maka didapatkan persamaan kuadrat :

$$(0,85 \cdot f_c \cdot \beta \cdot b \cdot c^2) + (A_s' t \cdot 600 \cdot c - A_s' t \cdot 600 \cdot d') - (A_s t \cdot f_y \cdot c) + P_u \cdot c = 0$$

$$(0,85 \cdot f_c \cdot \beta \cdot b) \cdot c^2 + (A_s' t \cdot 600 - A_s t \cdot f_y + P_n) c - A_s' t \cdot 600 \cdot d' = 0 \quad 6235,429$$

$$\begin{aligned} (0,85 \times 30 \times 0,85 \times 3500) c^2 + (6235,429 \times 600 - 70) \\ \times 390 - 840247,69) c - (6235,429 \times 600 \times 70) \\ 75862,5 c^2 + 2149687,692 c - 261888000 \end{aligned} = 0$$

Dari persamaan didapatkan nilai c = 46,271 mm

a = $\beta \times c = 0,85 \times 46,271 = 39,330$ mm

- Nilai masing - masing regangan

$$\epsilon_{s1} = 0,003 \cdot \frac{d' - c}{c} = 0,003 \times \frac{70 - 46,271}{46,271} = 0,001539$$

$$\epsilon_{s2} = 0,003 \cdot \frac{d' - c}{c} = 0,003 \times \frac{480 - 46,271}{46,271} = 0,028121$$

$$f_s = E_s \times \epsilon_s = 200000 \times 0,00154 = 307,701 \text{ Mpa} > f_y = 300 \text{ Mpa}$$

Maka digunakan $f_s = 300,000$ Mpa

$$f_s = E_s \times \epsilon_s = 200000 \times 0,028121 = 5624,234 \text{ Mpa} > f_y = 300 \text{ Mpa}$$

Maka digunakan $f_s = 300$ Mpa

$$\begin{aligned} C_c &= 0,85 \times f_c \times a \times b \\ &= 0,85 \times 30 \times 39,33 \times 3500 \\ &= 3510215,335 \text{ N} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 C_s &= A_s' t \times f_s \\
 &= 6235,43 \times 300,000 \\
 &= 1870628,571 \text{ N}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 T_s &= A_s' t \times f_s \\
 &= 6235,43 \times 300 \\
 &= 4540596,211 \text{ N}
 \end{aligned}$$

• **Kontrol :**

$$\begin{aligned}
 C_c + C_s - T_s + P_n &= 0 \\
 3510215,335 + 1870628,571 - 4540596,211 + 840247,69 &= 0 \text{ N} \\
 0 &= 0 \quad \text{..No..}
 \end{aligned}$$

Sehingga momen nominal yang disumbangkan oleh beton dan baja adalah sebesar :

$$\begin{aligned}
 M_{nc} &= C_c \times y_c \\
 &= C_c \times \left[d - \frac{a}{2} \right] \\
 &= 3510215,33 \times \left[70,00 - \frac{46,271}{2} \right] \\
 &= 41647375,592 \text{ Nmm}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 M_{n1} &= C_s \cdot (h/2 - d') \\
 &= 1870628,571 \times \left(\frac{250}{2} - 70 \right) \\
 &= 102884571,4 \text{ Nmm}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 M_{n2} &= T_s \cdot (h/2 - d') \\
 &= 4540596,211 \times \left(\frac{250}{2} - 70 \right) \\
 &= 249732791,6 \text{ Nmm}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 M_n &= M_{nc} + M_{n1} + M_{n2} \\
 &= 41647375,592 + 102884571,4 + 249732791,6 \\
 &= 394264738,65 \text{ Nmm}
 \end{aligned}$$

$$M_n \text{ Perlu} = \frac{M_u}{\Phi} = \frac{133,85}{0,65} = 205,93 \text{ kNm}$$

$$M_n = 394,26 \text{ kNm} > M_n \text{ Perlu} = 205,93 \text{ kNm} \quad \text{..Ok..}$$

4.3.3 Penulangan Transversal Pada Segmen 3 Ditinjau dari Arah X

$$\begin{aligned} b_w &= 250 \text{ mm} & f_c &= 30 \text{ Mpa} \\ l_w &= 3500 \text{ mm} & f_y &= 240 \text{ Mpa} \end{aligned}$$

- Mencari Nilai d

Dimana d = jarak serat penampang tekan terluar ke titik pusat tulangan tarik
 y ditinjau dari serat penampang tarik terluar

No	No Tulangan	Luas Tulangan (As)	y	As.y
		mm ²	mm	mm ³
1	31	402,286	70	28160
2	30	402,286	140	56320
3	29	402,286	210	84480
4	28	402,286	280	112640
5	27	402,286	350	140800
6	26	402,286	420	168960
7	25	402,286	490	197120
8	24	402,286	630	253440
9	23	402,286	770	309760
10	22	402,286	910	366080
11	21	402,286	1050	422400
12	20	402,286	1190	478720
13	19	402,286	1330	535040
14	18	402,286	1470	591360
15	17	402,286	1610	647680
16	16	402,286	1750	704000
17	15	402,286	1890	760320
18	14	402,286	2030	816640
19	13	402,286	2170	872960
20	12	402,286	2310	929280
21	11	402,286	2450	985600
22	10	402,286	2590	1041920
23	9	402,286	2730	1098240
24	8	402,286	2870	1154560
ΣAs		9654,857	$\Sigma As.y$	12756480

Tabel 4.27 Tabel Perkalian Luas Tulangan dan Koordinat Tulangan Tarik

$$y_d = \frac{\Sigma As.y}{\Sigma As} = \frac{12756480}{9654,86} = 1321,250 \text{ mm}$$

$$\begin{aligned}
 d &= l_w - y_d \\
 &= 3500,0 - 1321,25 \\
 &= 2178,750 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

Berdasarkan SN I03-2847-2013 pasal 11.1

$$\Phi V_n \geq V_u$$

$$\begin{aligned}
 V_u &= 89426,8 \text{ kg} && \text{Dimana :} \\
 \Phi &= 0,65 && V_c = V \text{ yang disumbangkan oleh beton} \\
 V_n &= V_c + V_s && V_s = V \text{ yang disumbangkan tulangan}
 \end{aligned}$$

Berdasarkan SNI 03-2847-2013 pasal 11.2.1.2

$$\begin{aligned}
 V_c &= 0,17 \left[1 + \frac{N_u}{14.A_g} \right] \lambda \sqrt{f_c} b_w \cdot d \\
 &= 0,17 \left[1 + \frac{546161}{14 \times 875000} \right] 1 \times \sqrt{30} \times 250 \times 2178,75 \\
 &= 529786,1061 \text{ N} \\
 &= 52978,61061 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 V_u &> 1/2 \Phi V_c \\
 894268 &> 1/2 \times 0,65 \times 529786,1061 \\
 894268 \text{ N} &> 172180,4845 \text{ N} \quad \text{maka diperlukan tulangan geser minimum}
 \end{aligned}$$

• **Direncanakan tulangan transversal ϕ 12**

$$\begin{aligned}
 \text{Tulang geser perlu } V_s \text{ perlu} &= V_u / \Phi - V_c \\
 &= 894268 / 0,65 - 529786,1 \\
 &= 846010,817 \text{ N} \\
 &= 84601,0817 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

Direncanakan tulangan geser 2 kaki

$$\begin{aligned}
 A_v &= n \times 1/4 \times \pi \times D^2 \\
 &= 2 \times 0,25 \times 22/7 \times 12^2 \\
 &= 226,286 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Syarat : } A_v &\geq \frac{75 \sqrt{f_c} \times b_w \times s}{1200 \times f_y} \\
 226,286 \text{ mm}^2 &\geq \frac{75 \times \sqrt{30} \times 250 \times 125}{1200 \times 240} \\
 226,286 \text{ mm}^2 &\geq 44,57377584 \text{ mm}^2 \quad \text{..Ok..}
 \end{aligned}$$

Berdasarkan SNI 03-2847-2013 pasal 11.4.7.2 hal 93

$$\begin{aligned}
 s &= \frac{A_v \min \times f_y}{0.062 \times \sqrt{f_c} \times b_w} \\
 &= \frac{226,286 \times 240}{0,062 \times \sqrt{30} \times 250} \\
 &= 639,700 \text{ mm} \approx 630,00 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

- **Menentukan Panjang Daerah Sendi Plastis (l_o)**

Berdasarkan SNI 2847 : 2013 pasal 21.6.4.1 hal 191

- $1/6 \times$ Bentang bersih dinding geser
 $1/6 \times 4500 = 750 \text{ mm}$
- Tinggi komponen struktur pada muka joint
 - $t_1 = 3500 \text{ mm}$
 - $t_2 = 250 \text{ mm}$
- 450 mm

Untuk point 2 t_1 diabaikan karena melebihi tinggi dinding geser yang ditinjau.

Maka panjang daerah sendi plastis (l_o) diambil yang terbesar ialah 750 mm

- **Menentukan Spasi Tulangan Transversal Sepanjang l_o ialah**

Berdasarkan SNI 2487 : 2013 Pasal 21.6.4.3 hal 192

- $6 \times$ diameter longitudinal
 $6 \times 16 = 96 \text{ mm}$
- $1/4 \times$ dimensi minimum komponen struktur
 $1/4 \times 250 = 63 \text{ mm}$
- $s_o = 100 + \frac{350 - h_x}{3}$ (h_x : jarak spasi horizontal kait silang atau kaki sengkang tertutup, pusat ke pusat maksimum pada semua muka kolom).
 $= 100 + \frac{350 - 300}{3}$
 $= 116,667 \text{ mm} \approx 110,0 \text{ mm}$

Syarat : $100 \text{ mm} \leq s_o \leq 150 \text{ mm}$

Nilai s_o tidak boleh melebihi 150 mm dan tidak perlu diambil kurang dari 100 mm

Maka jarak yang dipakai ialah jarak yang terkecil 100 mm

$$\begin{aligned}
 V_s &= \frac{A_v \cdot f_y \cdot d}{s} \\
 &= \frac{226,3 \times 240 \times 2178,75}{100} \\
 &= 1183248,000 \text{ N}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\Phi V_n &= 0,650 \times V_n \\
&= 0,650 \times (V_c + V_s) \\
&= 0,650 \times (52978,61 + 118324,80) \\
&= 0,650 \times 171303 \\
&= 111347,22 \text{ Kg}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\Phi V_n &\geq V_u \\
111347,22 \text{ kg} &\geq 89426,80 \text{ kg} \quad \text{..Ok..}
\end{aligned}$$

• **Menentukan Jarak Tulangan Transversal di Luar Sendi Plastis**

Berdasarkan SNI 2487 : 2013 Pasal 21.6.4.5 hal 193

- $s \leq 6 \times \text{Diameter longitudinal}$
 $\leq 6 \times 16$
 $\leq 96 \text{ mm}$
- $s \leq 150 \text{ mm}$
- $s \leq \frac{d}{2}$
 $\leq \frac{2178,75}{2}$
 $s \leq 1089,38 \text{ mm}$

Syarat : $100 \text{ mm} \leq s \leq 150 \text{ mm}$

Nilai s tidak boleh melebihi 150 mm dan tidak perlu diambil kurang dari 100 mm

Jarak yang dipakai, dipilih yang paling kecil adalah 125 mm

$$\begin{aligned}
V_s &= \frac{A_v \cdot f_y \cdot d}{s} \\
&= \frac{226,3 \times 240 \times 2178,75}{125} \\
&= 946598,400 \text{ N}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\Phi V_n &= 0,650 \times V_n \\
&= 0,650 \times (V_c + V_s) \\
&= 0,650 \times (52978,6 + 94659,84) \\
&= 0,650 \times 147638 \\
&= 95964,99 \text{ kg}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\Phi V_n &\geq V_u \\
95964,99 \text{ kg} &\geq 89426,80 \text{ kg} \quad \text{..Ok..}
\end{aligned}$$

4.3.4 Penulangan Transversal Pada Segmen 3 Ditinjau dari Arah Z

$$\begin{aligned}
 b_w &= 3500 \text{ mm} & f_c &= 30 \text{ Mpa} \\
 l_w &= 250 \text{ mm} & f_y &= 240 \text{ Mpa} \\
 d &= l_w - d' \\
 &= 250 - 70,0 \\
 &= 180 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

Berdasarkan SNI03-2847-2002 pasal 11.1

$$\begin{aligned}
 \Phi V_n &\geq V_u \\
 V_u &= 54673,6 \text{ kg} \\
 \Phi &= 0,65 \\
 V_n &= V_c + V_s
 \end{aligned}$$

Dimana :

V_c = V yang disumbangkan oleh beton

V_s = V yang disumbangkan tulangan

Berdasarkan SNI 03-2847-2013 pasal 11.2.1.2

$$\begin{aligned}
 \bullet V_c &= 0,17 \left[1 + \frac{N_u}{14.A_g} \right] \lambda \sqrt{f_c} b_w \cdot d \\
 &= 0,17 \left[1 + \frac{546161}{14 \times 875000} \right] 1 \times \sqrt{30} \times 3500 \times 180 \\
 &= 612764,6528 \text{ N} \\
 &= 61276,46528 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \bullet V_u &> \Phi V_c \\
 546736 &> 0,65 \times 612764,65 \\
 546736 \text{ N} &> 398297,024 \text{ N} \quad \text{maka diperlukan tulangan geser mminimum}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Tulang geser perlu } V_s \text{ perlu} &= V_u / \phi - V_c \\
 &= 546736,0 / 0,65 - 612764,6528 \\
 &= 841132,3 - 612764,7 \\
 &= 228367,65 \text{ N} \\
 &= 22836,76549 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

• Direncanakan tulangan geser 16 kaki ϕ 12

$$\begin{aligned}
 A_v &= 16 \times 1/4 \times 22/7 \times 12^2 \\
 &= 1810,286 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

$$\text{Syarat : } A_v \geq \frac{75 \sqrt{f_c} \times b_w \times s}{1200 \times f_y}$$

$$1810,29 \text{ mm}^2 \geq \frac{75 \times \sqrt{30} \times 3500 \times \text{\#REF!}}{1200 \times 240}$$

$$1810,29 \text{ mm}^2 \geq \text{\#REF! mm}^2 \text{\#}$$

Berdasarkan SNI 03-2847-2013 pasal 11.4.7.2 hal 93

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

$$= \frac{1810,3 \times 240 \times 180}{228368}$$

$$= 342,449 \text{ mm} \approx 340 \text{ mm}$$

- **Menentukan Panjang Daerah Sendi Plastis (l_o)**

Berdasarkan SNI 2847 :2013 pasal 21.6.4.1 hal 183

- $1/6 \times$ Bentang bersih dinding geser

$$1/6 \times 3500 = 583,3333 \text{ mm} \approx 590 \text{ mm}$$
- tinggi komponen struktur pada muka joint
 - $t_1 = 250 \text{ mm}$
 - $t_2 = 3500 \text{ mm}$
- 450 mm

Untuk point 2 t_2 diabaikan karena melebihi tinggi dinding geser yang ditinjau.

Maka panjang daerah sendi plastis (l_o) diambil yang terbesar ialah 590 mm

- **Menentukan Spasi Tulangan Transversal Sepanjang l_o ialah**

Berdasarkan SNI 2487 : 2013 Pasal 21.6.4.3 hal 182

- $6 \times$ diameter longitudinal

$$6 \times 16 = 96 \text{ mm}$$
- $1/4 \times$ dimensi minimum komponen struktur

$$1/4 \times 250 = 63 \text{ mm}$$
- $s_o = 100 + \frac{350 - h_x}{3}$ (h_x : jarak spasi horizontal kait silang atau kaki sengkang tertutup, pusat ke pusat maksimum pada semua muka kolom)

$$= 100 + \frac{350 - 250}{3}$$

$$= 133,333 \text{ mm} \approx 130 \text{ mm}$$

Syarat : $100 \text{ mm} \leq S_o \leq 150 \text{ mm}$

Maka jarak yang dipakai ialah jarak yang terkecil 100 mm

$$\begin{aligned}
 V_{s \text{ pakai}} &= \frac{A_v \cdot F_y \cdot D}{s} \\
 &= \frac{1810,286 \times 240 \times 180,000}{100} \\
 &= 782043,429 \quad \text{N}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \Phi V_n &= 0,650 \times V_n \\
 &= 0,650 \times (V_c + V_{s \text{ pakai}}) \\
 &= 0,650 \times (61276,47 + 78204,34) \\
 &= 0,650 \times 139480,8 \\
 &= 90662,53 \quad \text{Kg}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \Phi V_n &\geq V_u \\
 90662,53 \text{ kg} &\geq 54673,60 \text{ kg} \quad \text{..Ok..}
 \end{aligned}$$

• **Menentukan Jarak Tulangan Transversal di Luar Sendi Plastis**

- $s \leq 6 \times \text{Diameter longitudinal}$
 $\leq 6 \times 16$
 $\leq 96 \text{ mm}$
- $s \leq 150 \text{ mm}$
- $s \leq \frac{d}{2}$
 $\leq \frac{180,00}{2}$
 $s \leq 90 \text{ mm}$

Syarat : $100 \text{ mm} \leq s \leq 150 \text{ mm}$

Nilai s tidak boleh melebihi 150 mm dan tidak perlu diambil kurang dari 100 mm

Jarak yang di pakai di pilih yang paling kecil adalah 125 mm

$$\begin{aligned}
 V_{s \text{ pakai}} &= \frac{A_v \cdot F_y \cdot D}{s} \\
 &= \frac{1810,286 \times 240 \times 180,000}{125} \\
 &= 625634,743 \quad \text{N}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \Phi V_n &= 0,650 \times V_n \\
 &= 0,650 \times (V_c + V_{s \text{ pakai}}) \\
 &= 0,650 \times (61276,47 + 62563,47)
 \end{aligned}$$

$$= 0,650 \times 123840$$

$$= 80495,96 \text{ kg}$$

$$\Phi V_n \geq V_u$$

$$80495,96 \text{ Kg} \geq 54673,60 \text{ Kg} \quad \text{..Ok..}$$

4.3.5 Panjang sambungan lewatan Tulangan Longitudinal Berdasarkan buku T. Paulay-M.J.N.Priestley hal 150

$$L_d = m_{db} \times l_{db}$$

Dimana :

$$l_{db} = \frac{1,38 \times A_b \times f_y}{c \times \sqrt{f_c}}$$

$$m_{db} = \text{Faktor modifikasi} = 1,3$$

$$A_b = \text{Luas tulangan}$$

$$c = 3 \times \text{diameter tulangan}$$

- Untuk Tulangan D 16

$$A_b = \frac{1}{4} \times \pi \times D^2$$

$$= 0,25 \times 22/7 \times 16^2$$

$$= 201,14286 \text{ mm}^2$$

$$c = 3 \times \text{diameter tulangan}$$

$$= 3 \times 16$$

$$= 48 \text{ mm}$$

$$l_{db} = \frac{1,38 \times A_b \times f_y}{c \times \sqrt{f_c}}$$

$$= \frac{1,38 \times 201,1 \times 390}{48 \times \sqrt{30}}$$

$$= 411,762 \text{ mm}$$

- Jadi untuk

$$L_d = m_{db} \times l_{db}$$

$$= 1,3 \times 411,762$$

$$= 535,29082 \approx 540 \text{ mm}$$

Berdasarkan SNI 2847 : 2013 Pasal 21.5.2.3 tentang jarak tulangan transversal pada panjang penyaluran ialah :

- $\frac{d}{4} = \frac{180}{4} = 45 \text{ mm}$

- 100 mm

Maka jarak tulangan transversal 45 mm

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

1. Pada perencanaan struktur dinding geser kantilever berjenjang (*Tiered Cantilevered Shear Wall*) pada pembangunan Gedung Mipa Universitas Brawijaya Malang dibutuhkan dimensi sebagai berikut :

- Dinding geser pada lantai 1 – 3 dengan panjang 3500 mm, tebal 350 mm dan panjang border 550 mm, lebar 350 mm.
- Dinding geser pada lantai 4 – 5 dengan panjang 3500 mm, tebal 300 mm dan panjang border 550 mm, lebar 300 mm.
- Dinding geser pada lantai 6 – 7 dengan panjang 3500 mm, tebal 250 mm dan panjang border 550 mm, lebar 250 mm.

2. Penulangan longitudinal

Rangkaian 1 – rangkaian 7 dinding geser membutuhkan jumlah tulangan longitudinalnya masing – masing sesuai segmen sebagai berikut :

- Segmen 1 terdapat tulangan 62 D16, pada bagian kepala dinding geser sebelah kiri dan kanan masing – masing terdapat tulangan 14 D16 dengan jarak antar tulangan 70 mm dan badan dinding geser terdapat tulangan 34 D16 dengan jarak antar tulangan 140 mm.
- Segmen 2 terdapat tulangan 62 D16, pada bagian kepala dinding geser sebelah kiri dan kanan masing – masing terdapat tulangan 14 D16 dengan jarak antar tulangan 70 mm dan badan dinding geser terdapat tulangan 34 D16 dengan jarak antar tulangan 140 mm.

- Segmen 3 terdapat tulangan 62 D16, pada bagian kepala dinding geser sebelah kiri dan kanan masing – masing terdapat tulangan 14 D16 dengan jarak antar tulangan 70 mm dan badan dinding geser terdapat tulangan 34 D16 dengan jarak antar tulangan 140 mm.

3. Penulangan Transversal :

- Rangkaian 1 – 3 didapatkan tulangan transversal $\phi 12-100$ pada daerah sendi plastis, $\phi 12-125$ pada daerah luar sendi plastis, dan $\phi 12-70$ pada daerah sambungan.
- Rangkaian 4 – 5 didapatkan tulangan transversal $\phi 12-100$ pada daerah sendi plastis, $\phi 12-110$ pada daerah luar sendi plastis, dan $\phi 12-57,5$ pada daerah sambungan.
- Rangkaian 6 – 7 didapatkan tulangan transversal $\phi 12-100$ pada daerah sendi plastis, $\phi 12-125$ pada daerah luar sendi plastis, dan $\phi 12-45$ pada daerah sambungan.

5.2 Saran

Pada perhitungan struktur dinding geser untuk gedung bertingkat diperlukan analisa perhitungan yang teliti dan cermat sehingga dapat berfungsi sesuai dengan yang direncanakan. Apalagi dinding geser adalah struktur tahan gempa yang juga menentukan kekokohan sebuah gedung bertingkat tinggi dalam masing-masing wilayah gempa yang ada.

Dinding geser (*shear wall*) lebih efektif digunakan pada gedung bertingkat 20 lantai – 40 lantai, penggunaan dinding geser pada gedung dibawah 20 lantai

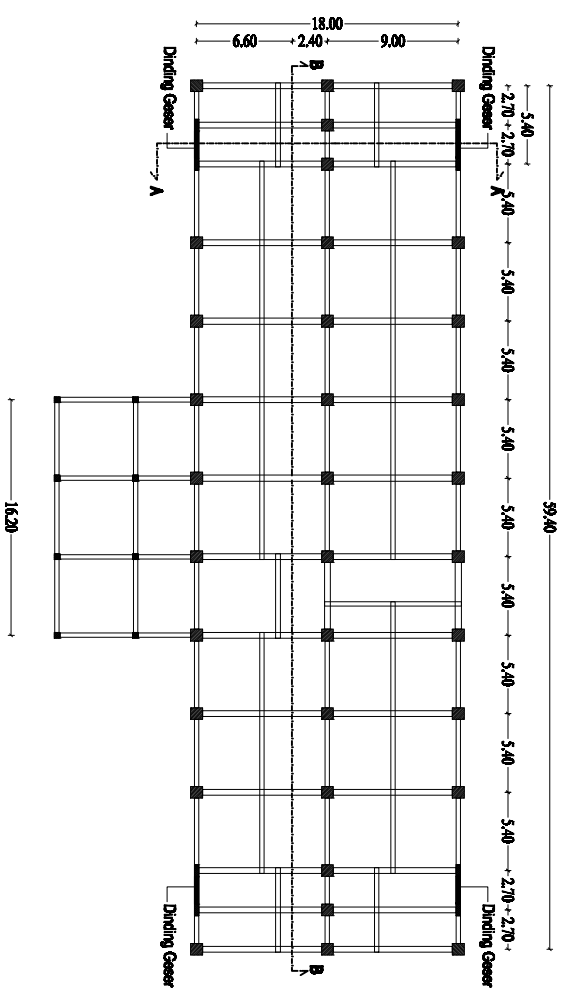
hanya sebagai alternatif untuk mereduksi dimensi kolom. Gedung dibawah 10 lantai tidak memerlukan penggunaan dinding geser, karena dengan sistem rangka pemikul momen saja sudah cukup kuat untuk menahan gaya yang bekerja.

DAFTAR PUSTAKA

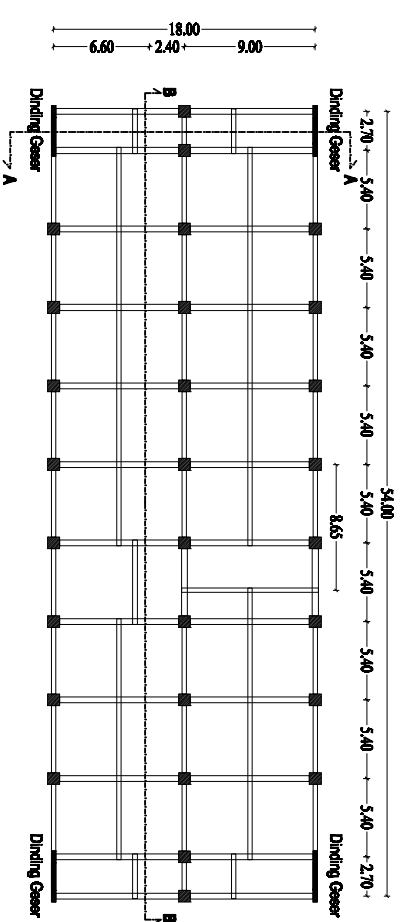
- (Anonim). Badan Standarisasi Nasional. 2012. *SNI 1726 Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung*. Jakarta: BSN.
- (Anonim). Badan Standarisasi Nasional. 2013. *SNI 2487 Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung SNI*. Jakarta: BSN.
- (Anonim). Badan Standarisasi Nasional. 2013. *SNI 1727 Beban Minimum untuk Perancangan Bangunan Gedung dan Struktur Lain SNI*. Jakarta: BSN.
- Departemen Pekerjaan Umum. (1987). *Pedoman Perencanaan Pembebanan untuk Rumah dan Gedung 1987*. Yayasan Badan Penerbit PU
- Imran, Iswandi. Yuliari, Ester. Suhelda, & Kristianto, A., *Aplicability Metoda Desain Kapasitas pada Perancangan Struktur Dinding Geser Beton Bertulang*, Seminar dan Pameran HAKI, “Pengaruh Gempa dan Angin terhadap Struktur” : 1-10.
- Nasution, Amriansyah. 2009. *Analisa dan Desain Struktur Beton Bertulang*. Bandung : ITB.
- Paulay, T., Priesly, M.J.N. 1992. *Seismic Design of Reinforced Concrete and Masonry Buildings*. United States of Amerika: A Wiley Interscience Publication.
- Purwono, Rachmat. (2005). *Perencanaan Struktur Beton Bertulang Tahan Gempa (edisi kedua)*. Surabaya : ITS Pers
- Ardiana, Rizal. 2014. *Perencanaan Dinding Geser Dengan Ketebalan Berjenjang (Tidak Sama) Sesuai Dengan Bentuk Diagram Tegangan Geser Pada Gedung Ijen Padjadjaran Suites Hotel Malang*. Malang: Institut Teknologi Nasional Malang.
- Puskim, Pusat Penelitian dan Pengembangan Permukiman 2011 *Desain Spektra Indonesia*, http://puskim.pu.go.id/Aplikasi/desain_spektra_indonesia_2011/

Wikipedia, 2013 Berat Jenis Air, https://id.wikipedia.org/wiki/Berat_jenis

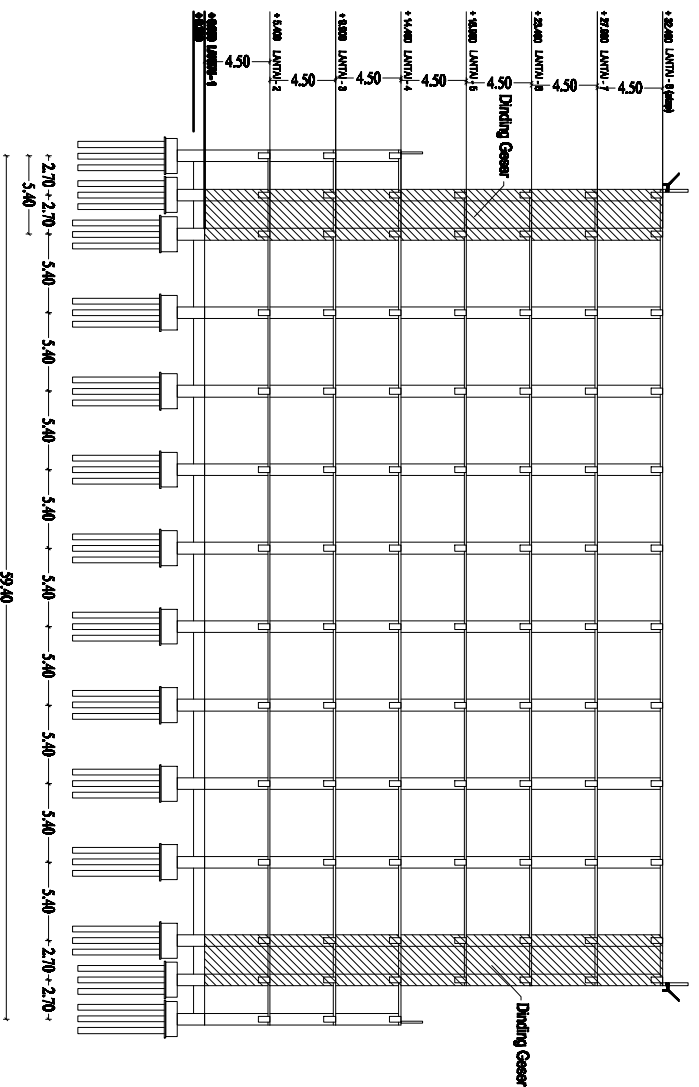
Hebel Panel, 2013 Perbandingan Bata Merah dan Bata Ringan,
<http://www.hebelpanel.com/2013/02/perbandingan-bata-merah-dan-bata-ringan.html>



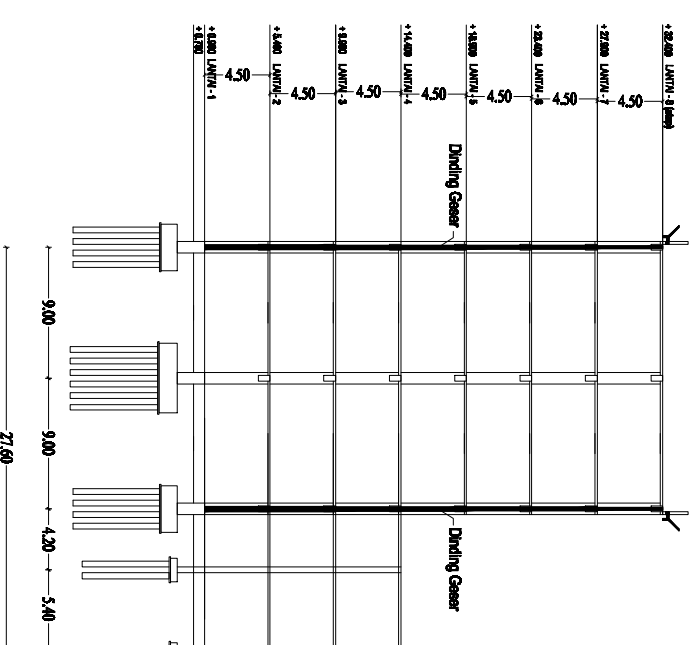
Denah Lantai 1 - 3
Skala 1: 250



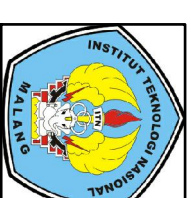
Denah Lantai 4 - 7
Skala 1: 250



Potongan B - B
Skala 1: 250



Potongan A - A
Skala 1: 250



**INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL
MALANG**
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL S-1
Jl. Bendungan Segura - Gura No. 09411 551431 Malang
S K R I P S I

ANALISA PERENCANAAN DINDING GESER
KANTILEVER BERJANGKANG
(TIERED CANTILEVERED SHEAR WALLS)
PADA GEDUNG MIPA UNIVERSITAS
BRAVIJAYA MALANG

KETERANGAN

- Lo : Daerah Sandi Piasis
Sahan: cm
- Ld : Daerah Sambungan
Sahan : cm

Diketahui Dosen Pembimbing 1

Ir. Bambang Widyanugroho, M.T.
NIP. 1. 1953.03.01.005

Disetujui Dosen Penguji 2

Ir. Beker Pribandono, M.T.
NIP. 1. 1954.04.25

Disetujui Dosen Penguji 1

Ir. A. Agus Sumantha, M.T.
NIP. 1. 1961.01.15

Disetujui Dosen Penguji 2

Ir. Eding Jabak Imananta, M.T.
NIP. 1. 1962.03.21.004

Digambar Oleh

Kedah Tri Pratiwiastri
1221040

Nama Gambar

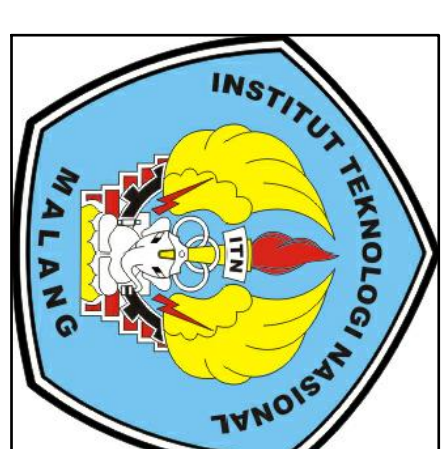
Detail Tulangan Dinding Geser

Nomor Lembar Jumlah Lembar

1 5

Skala Ukuran Kertas

1 : 250 A3



**INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL
MALANG**
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
PRODI SARJANA TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
Jl. Sempur Kidul - Desa Km. 03/11 Sempur Kidul Malang
58112 P.1

ANALISA PERENCANAAN DINDING GESER
KANTILEVER BERBENTUK SIKAP WALLS
PADU GEDUNG NIPA UNIVERSITAS
BRANJAYAYA MALANG

KETERANGAN

- Segmen 1
- Lantai 1
- Lantai 2
- Lantai 3
- Segmen 2
- Lantai 4
- Lantai 5
- Segmen 3
- Tabel Dinding Geser 250
- Lantai 6
- Lantai 7
- L1 : Dampak Searif Pindah
Sumber: cm
- L1 : Dampak Sederhana
Sumber: cm

DIKETAHUI DOSEN PEMBIMBING 1

DIKETAHUI DOSEN PEMBIMBING 2

DISTUTUJI DOSEN PENJILAH 1

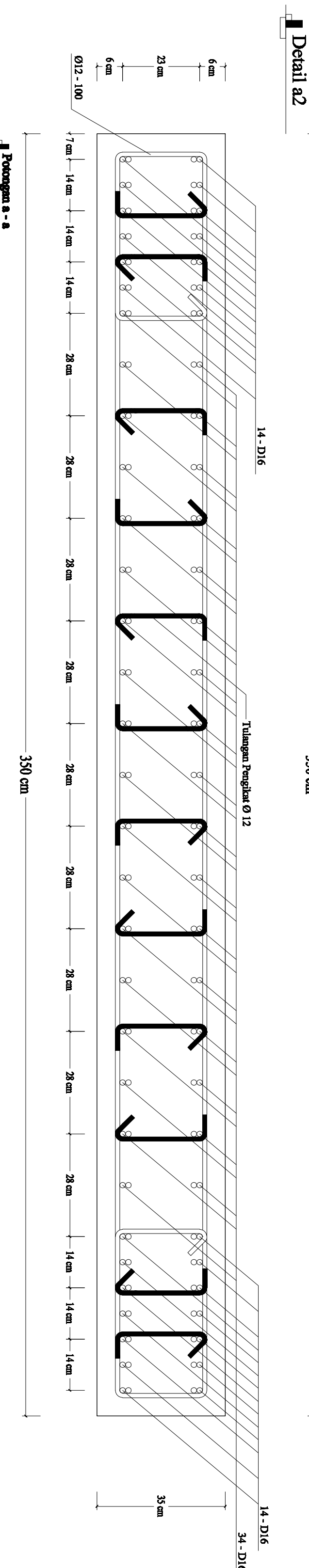
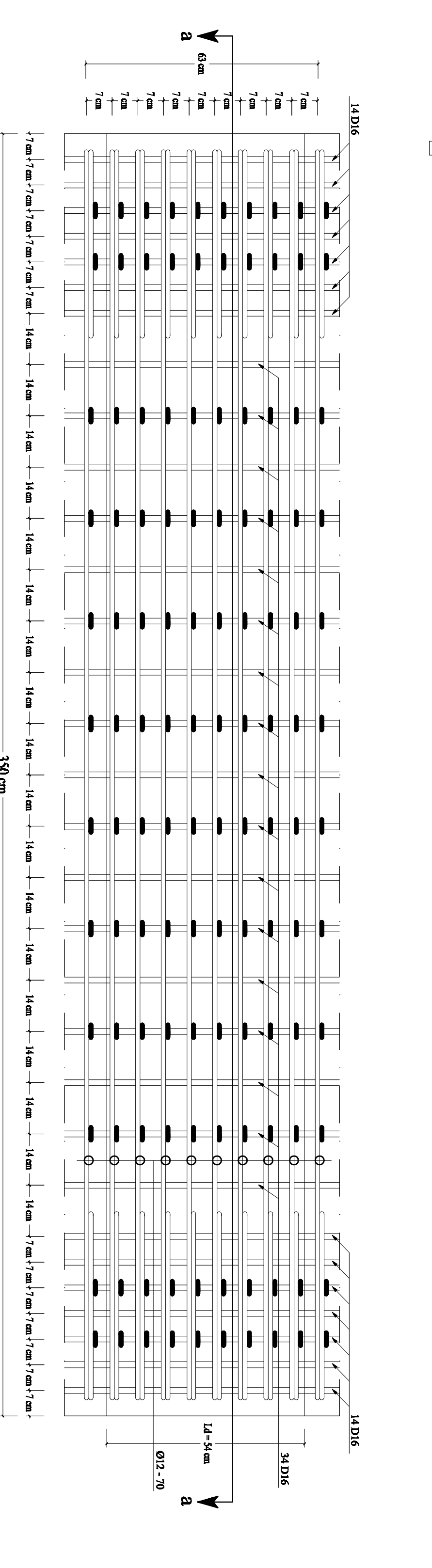
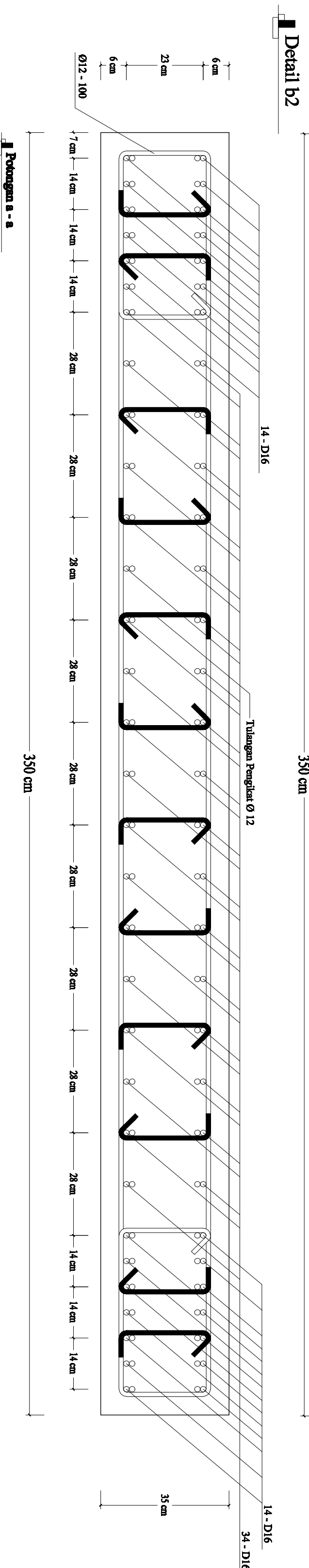
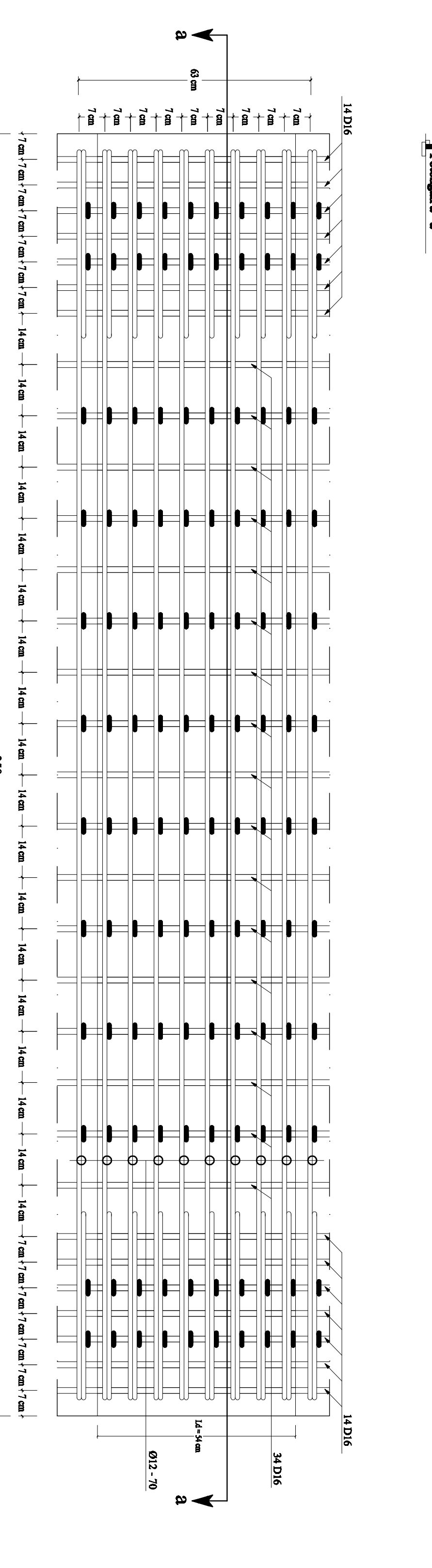
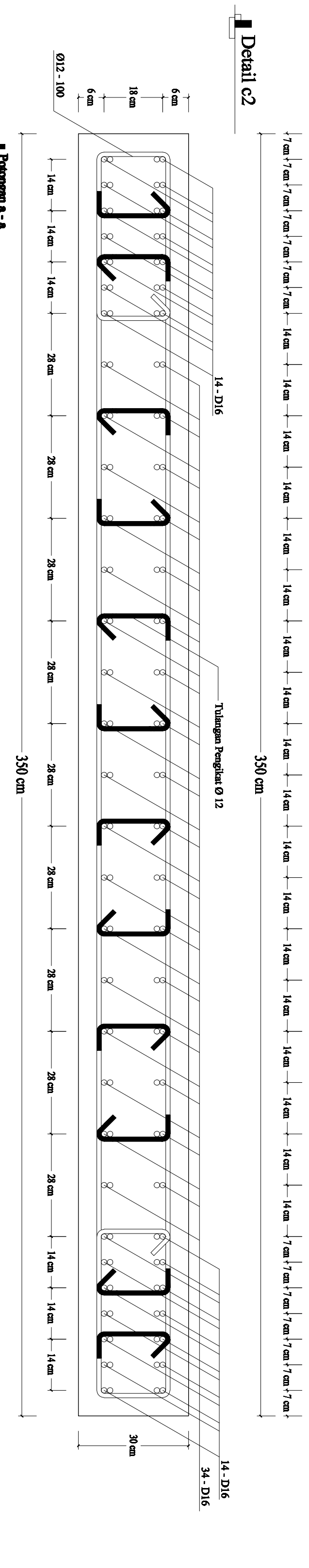
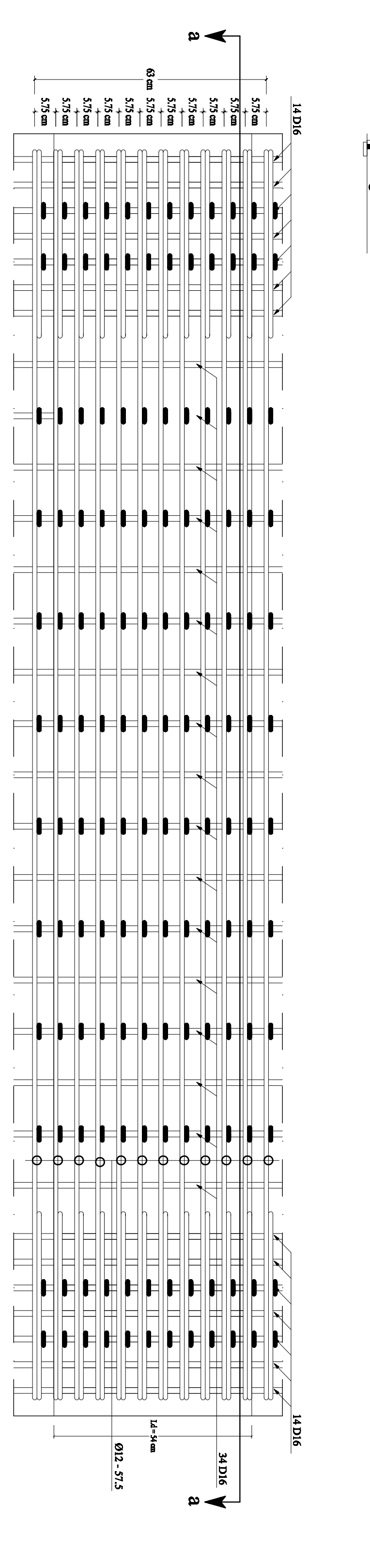
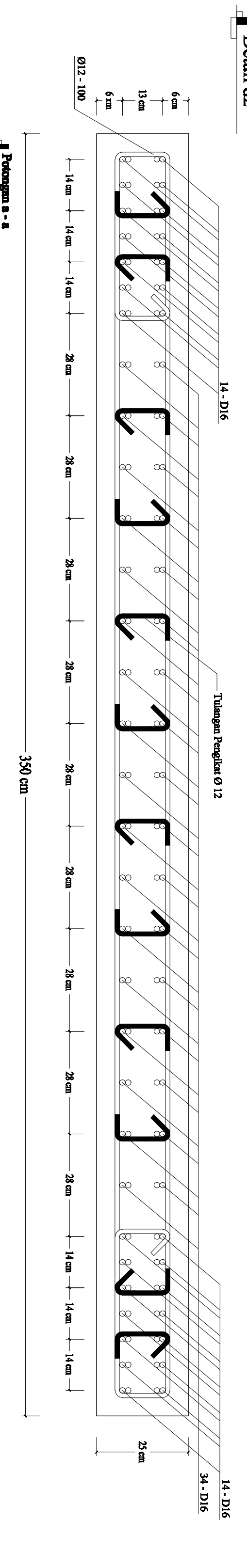
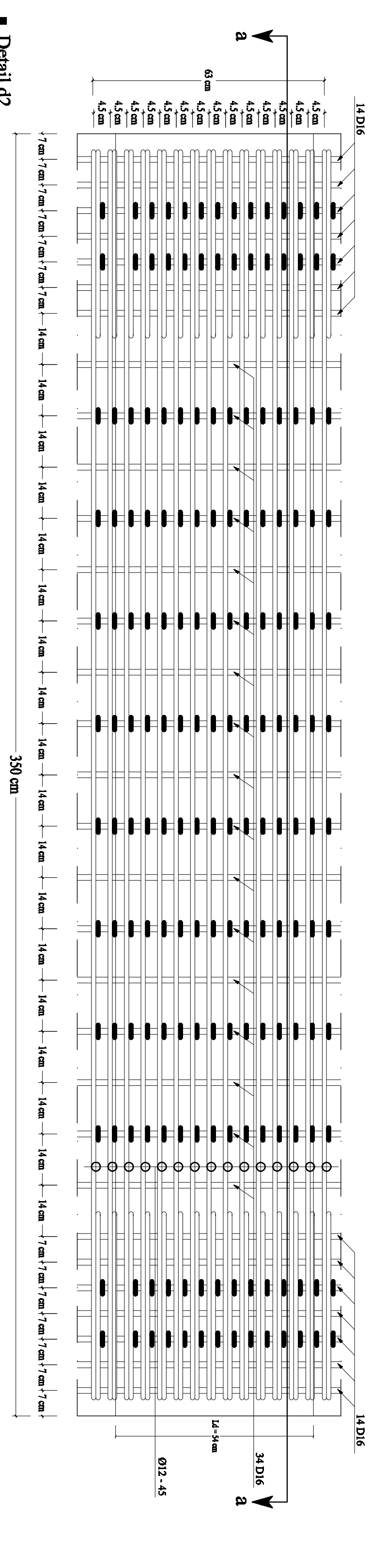
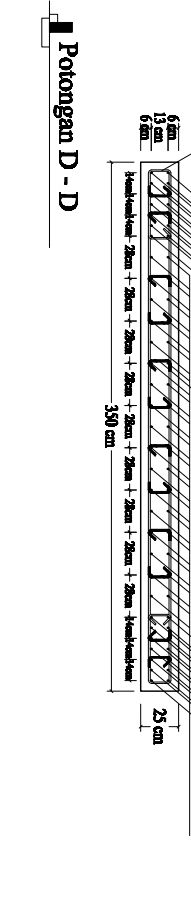
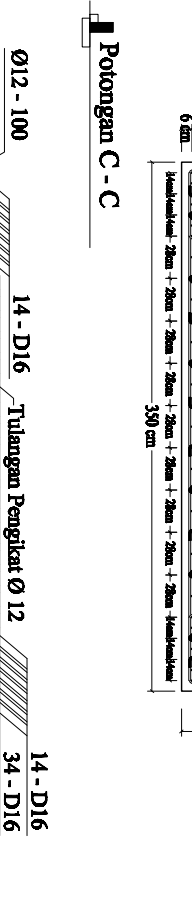
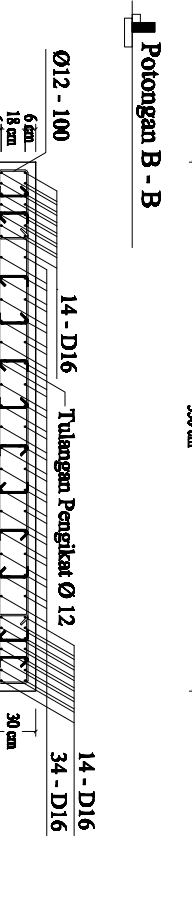
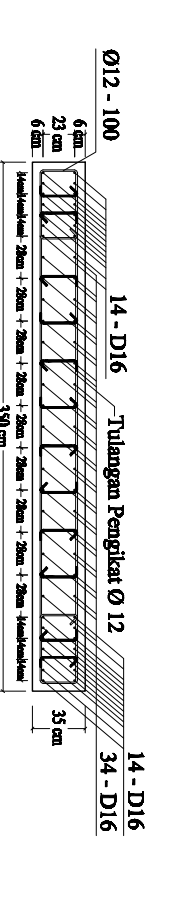
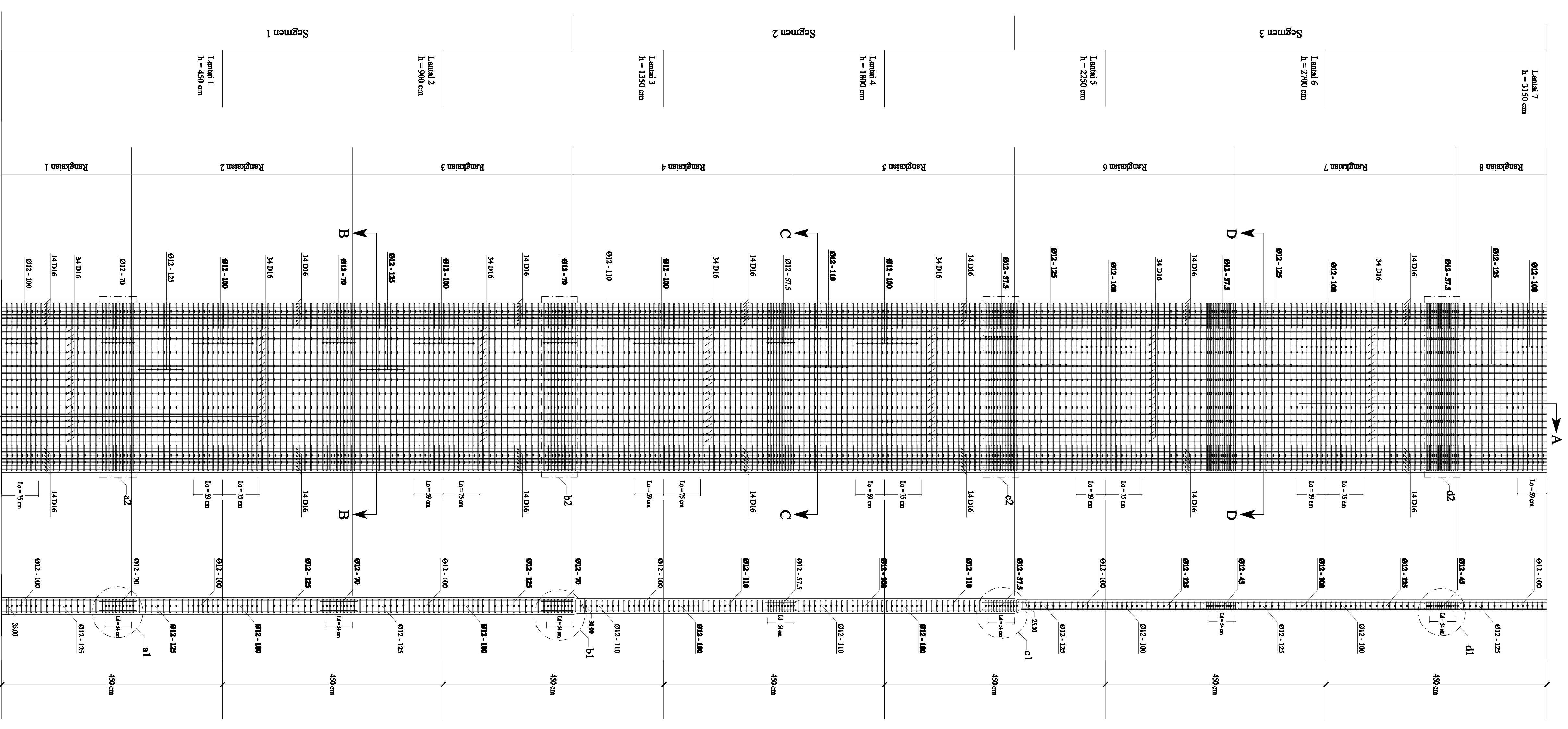
DISTUTUJI DOSEN PENJILAH 2

DETAIL TILANGAN DINDING GESER
(TIEBED CANTILEVERED SIKAP WALL)

SKALA
1 : 500
1 : 100

Nomor Lembar 2
Jumlah Lembar 5

Urutan Kertas
A0



**Detail Penulangan
Dinding Geser Berfungsijang**
Skala 1 : 300

**Detail Sambungan
Dinding Geser Berfungsijang**
Skala 1 : 100



**INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL
MALANG**
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
 PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL S-1
 Jl. Bendungan Sigitu - Desa No. 090411 6514511 Malang
SK RIPS 1

ANALISA PERENCANAAN DINDING GESER
 KANTOR LAYANAN BERKUALITAS
 TERPADU CANTILAYERED BERILAR WALLS
 PADA GEDUNG MADYA UNIVERSITAS
 BRAWIJAYA MALANG

KETERANGAN

L₀ : Daerah Sandi Pisis
 Sdatur: cm
 L_d : Daerah Sambungan
 Sdatur : cm

Diketahui Dosen Pembimbing 1

Ir. Bambang Widyaningsih, M.T.
 NID. Y. 01.03.00.00

Disetujui Dosen Penguji 2
 Ir. Rober Prabantoro, M.T.
 NID. Y. 00.04.00.20

Disetujui Dosen Penguji 1
 Ir. A. Agus Samsud, M.T.
 NID. Y. 01.01.00.15

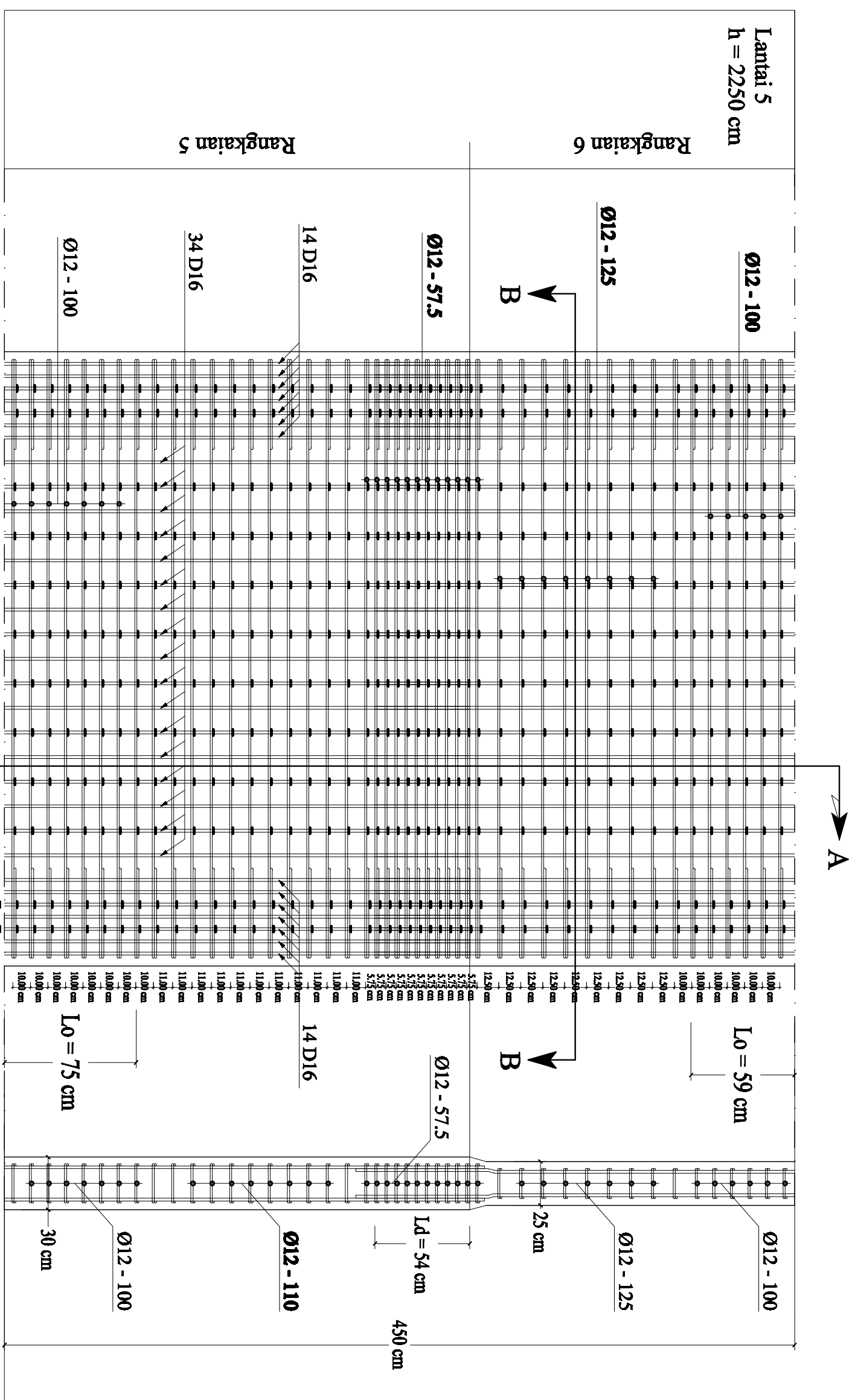
Disetujui Dosen Penguji 2
 Ir. A. Agus Samsud, M.T.
 NID. Y. 01.01.00.15

Ir. Eding Idris Jumanah, M.T.
 NID. 150200000000000000
 Digerambar Oleh

Endah Tri Pratiwiastri
 2221040

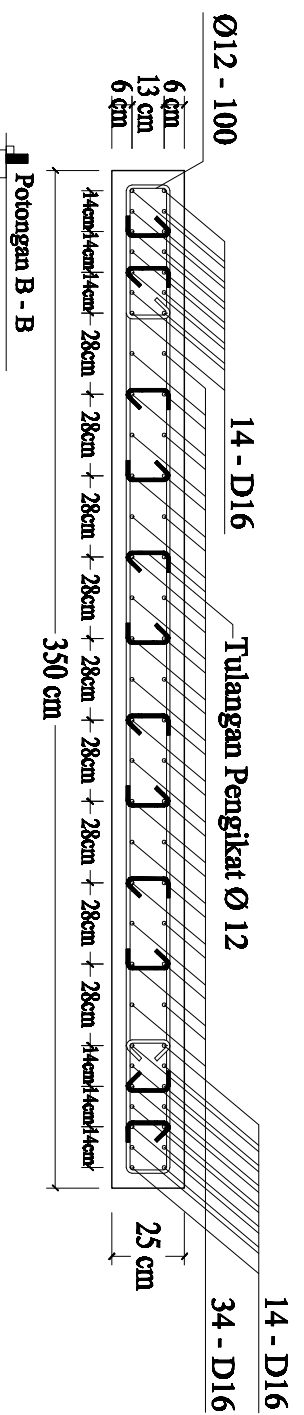
Nama Gambar
 Detail Tulangan Dinding Geser

Nomor Lembar	Jumlah Lembar
5	5
Skala	Ukuran Kertas
1 : 250	A3



**Detail Penulangan
Dinding Geser Lantai 5**

Skala 1 : 250





LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

Jl. Bendungan Sigura-gura No. 2 Telp. (0341) 551951 – 551431 ext. 256 Malang

I. HASIL-HASIL PENGUJIAN

Hasil pengujian lapangan sebagai berikut :

a. Hasil Boring

No. Titik Boring	Koordinat GPS (UTM)	Pelaksanaan	Kedalaman akhir (m. MT)	Muka Air Tanah (m)
B-1	X : 0677702 Y : 9120428	15 Agustus 2016 (jam 10.00~17.00 WIB)	20.00	± 9.0
B-2	X : 0677685 Y : 9120917	15 Agustus 2016 (jam 10.00~22.00 WIB)	20.00	± 9.0

Berdasarkan pelaksanaan pemboran pada 2 (dua) titik bor, maka dapat diringkaskan hasilnya pada tabel di bawah ini.



LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

Jl. Bendungan Sigura-gura No. 2 Telp. (0341) 551951 – 551431 ext. 256 Malang

Tabel 1. Boring No. B-1 (satu),

Depth (m)	G.W.L.	Formation	Column Section	Description	SPT N - Value Number of Blows per 30 Cm Penetration					Core Recovery (%)				RQD (%)				Konsistensi / Kerapatan Tanah	Depth (m)		
					10	20	30	40	50	0	25	50	75	100	0	25	50			75	100
1		Lempung lanaman		<i>Permukaan Tanah: Pasir</i> Lempung lanau, plastisitas tinggi, warna coklat kehitaman							100	0						Lunak	1		
2				Lempung lanau, plastisitas tinggi, warna coklat tua	N = 5								100	0						Sedang	2
3		Lempung lanaman berpasir		Lempung lanau berpasir, plastisitas sedang, warna coklat tua.							100	0						Keras	3		
4					N = 38								100	0						4	
5														100	0						5
6								N = 7						100	0						Sedang
7		batu pasir		Batu pasir, terdapat fragmen batu andesit, warna kehitaman (abu gelap)							100	0						Sangat Kaku	7		
8												100	0						8		
9							N = 23						100	0						9	
10		Batu		Batu pasir padas, warna kehitaman							100	0						Sangat padat	10		
11						Fragmen batu andesit, warna abu gelap							100	20						11	
12		Lanau lempung		Lanau lempung sedikit berpasir padat, warna coklat							100	0					Keras	12			
13						Lanau lempung berkerikil sedikit berpasir padat, warna coklat							100	0						13	
14		batu pasir		Batu pasir, warna coklat hitam							100	0					Keras / Sangat padat	14			
15						Pasir kasar berkerikil, warna hitam abu-abu							100	0						15	
16		Pasir kasar		Pasir kasar berkerikil, warna hitam abu-abu							100	0					Sangat padat	16			
17						Lempung berlanau, warna hitam							100	0						17	
18		Lempung lanaman		Lempung berlanau, warna hitam							100	0					Kaku	18			
19						Lempung berlanau, warna hitam	N = 9						100	0						19	
20					N = 30						100	0					Sangat kaku	20			
21																		21			



LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

Jl. Bendungan Sigura-gura No. 2 Telp. (0341) 551951 – 551431 ext. 256 Malang

Tabel 2. Boring No. B-2 (dua),

Depth (m)	G.W.L.	Formation	Column Section	Description	SPT N - Value Number of Blows per 30 Cm Penetration					Core Recovery (%)				RQD (%)				Konsistensi / Kerapatan Tanah	Depth (m)	
					15	20	30	40	50	25	50	75	100	0	25	50	75			100
1		Lempung Lanauan		Permukaan Tanah: Pasir berlempung Lempung lanau, plastisitas tinggi, warna coklat kehitaman						100				0				Lunak	1	
2				Lempung lanau, plastisitas tinggi, warna coklat tua	N=3					100				0				Lunak	2	
3											100				0					3
4		Pasir		Pasir berlanau, warna coklat tua.					N > 50	100				0				Sangat padat	4	
5		Lempung Lanauan								100				0					5	
6				Lempung berlanau, sedikit terdapat kerikil, warna coklat tua.	N=15					100				0				Kaku	6	
7		Lempung Lanauan								100				0					7	
8											100				0				Sangat kaku	8
9				Lempung berlanau, berkerikil, warna coklat Terdapat fragmen batu andesit pada kedalaman 10.5 m							100				0					9
10		Lempung Lanauan								100				5				Keras	10	
11				Lempung berlanau, berpasir, warna coklat							100				0				Keras	11
12		Pasir berkerikil								100				0					12	
13											100				0					13
14				Pasir berkerikil, warna abu-abu gelap							100				0				Sangat padat	14
15		Lempung lanauan								100				0					15	
16											100				0				Sangat padat	16
17											100				0					17
18		Lempung lanauan								100				0				Keras	18	
19				lempung berlanau, warna hitam							100				0				Keras	19
20											100				0				Keras	20
21																			21	



LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

Jl. Bendungan Sigura-gura No. 2 Telp. (0341) 551951 – 551431 ext. 256 Malang

b. Perhitungan KDS

Boring Titik 1

Lapisan ke-	Kedalaman	Tebal (Ti)	N-SPT	Ni	Ti/Ni
	m	m			
1	2	2	5	5	0,400
2	4	6	38	22,67	0,265
	6		7		
	8		23		
3	10	2	50	50	0,040
4	12	2	50	50	0,040
5	14	2	50	50	0,040
6	16	4	50	30,00	0,133
	18		9		
7	20	2	20	20	0,100
Jumlah		20			1,0180

$$\bar{N}_1 = \frac{20}{1,018} = 19,6456$$



LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

Jl. Bendungan Sigura-gura No. 2 Telp. (0341) 551951 – 551431 ext. 256 Malang

Boring Titik 2

Lapisan ke-	Kedalaman	Tebal (Ti)	N-SPT	Ni	Ti/Ni
	m	m			
1	2	2	3	3	0,667
2	4	6	50	31,00	0,194
	6		15		
	8		28		
3	10	2	50	50	0,040
4	12	2	39	39	0,051
5	14	2	51	51	0,039
6	16	4	50	50,00	0,080
	18		34		
7	20	2	50	50	0,040
Jumlah		20			1,1107

$$\bar{N}_1 = \frac{20}{1,111} = 18,0065$$

$$\begin{aligned} \bar{N} &= \frac{\bar{N}_1 + \bar{N}_2}{2} \\ &= \frac{19,646 + 18,006}{2} \\ &= 18,826 \end{aligned}$$



SKRIPSI

ENDAH TRI PUSPITASARI

12 21 040

**ANALISA PERENCANAAN DINDING
GESER KANTILEVER BERJENJANG
(TIERED KANTILEVERED SHEAR WALL)
PADA GEDUNG MIPA UNIVERSITAS
BRAWIJAYA MALANG**

BAB I PENDAHULUAN

Tinjauan Umum

Perkembangan teknologi akan memberikan dampak yang cukup signifikan pada desain dan pendetailan komponen struktur terutama pada bangunan gedung yang berada pada wilayah gempa yang beresiko tinggi.

Struktur bangunan harus memiliki adaptasi kelayakan dari semua aspek yang berhubungan dengan kualitas bangunan tersebut seperti keamanan, kenyamanan, ekonomis dan nilai keindahan (estetika)

Prosedur pembangunan pekerjaan struktur beton harus direncanakan dengan cermat sebelum dimulai pelaksanaannya guna mencapai keseimbangan yang baik antara tingkat kekuatan struktur yang hendak dicapai dengan biaya yang harus dikeluarkan

Konsep perencanaan dapat menjamin struktur tidak runtuh walaupun menerima energi gaya gempa melebihi kekuatan strukturnya.

-
- 1. Berapa dimensi dinding geser yang dibutuhkan pada masing-masing perdua lantai?**
 - 2. Berapa tulangan longitudinal yang dibutuhkan pada masing-masing dimensi dinding geser?**
 - 3. Berapa tulangan transversal yang dibutuhkan pada masing-masing dimensi dinding geser?**
 - 4. Bagaimana gambar penulangan longitudinal dan penulangan trasversal pada masing-masing dimensi dinding geser?**

Rumusan Masalah

-
- 1. Untuk memperoleh dimensi dinding geser pada masing-masing perdua lantai.**
 - 2. Untuk memperoleh jumlah tulangan longitudinal yang dibutuhkan pada masing-masing dimensi dinding geser.**
 - 3. Untuk memperoleh jumlah tulangan transversal yang dibutuhkan pada masing-masing dimensi dinding geser.**
 - 4. Untuk memperoleh gambar penulangan longitudinal dan penulangan transversal pada masing-masing dimensi dinding geser.**

Maksud dan Tujuan

-
- 1. Menghitung dimensi dinding geser.**
 - 2. Analisa perencanaan penulangan longitudinal.**
 - 3. Analisa penulangan transversal.**
 - 4. Analisa Struktur dengan program bantu Staad Pro.**
 - 5. Gambar penulangan longitudinal dan penulangan transversal.**

Batasan Masalah

BAB III DATA PERENCANAAN

Data-data Perencanaan

Data Bangunan

- **Nama Gedung : Mipa Centre Fakultas Mipa Universitas Brawijaya**
- **Lokasi Gedung : Jalan Veteran, Malang – Jawa Timur**
- **Fungsi Bangunan: Gedung Perkuliahan**
- **Jumlah Lantai : 8 lantai**
- **Bentang Memanjang : 59,40 Meter**
- **Bentang Melintang : 27,60 Meter**
- **Tinggi Gedung : 34,40 meter**
- **Struktur : Beton Bertulang**
- **Struktur Pondasi : Pondasi Tiang Pancang**

Data Beban Mati

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

- Berat spesi per cm tebal = 0,21 kN/m²
- Berat tegel per cm tebal = 0,24 kN/m²
- Berat Plafon + rangka penggantung = (11+7) = 0,18 kN/m²
- Berat Pasangan bata ringan = 6,5 kN/m³
- Berat jenis beton = 2,4 kN/m³

Data Pembebanan

Data Beban Hidup

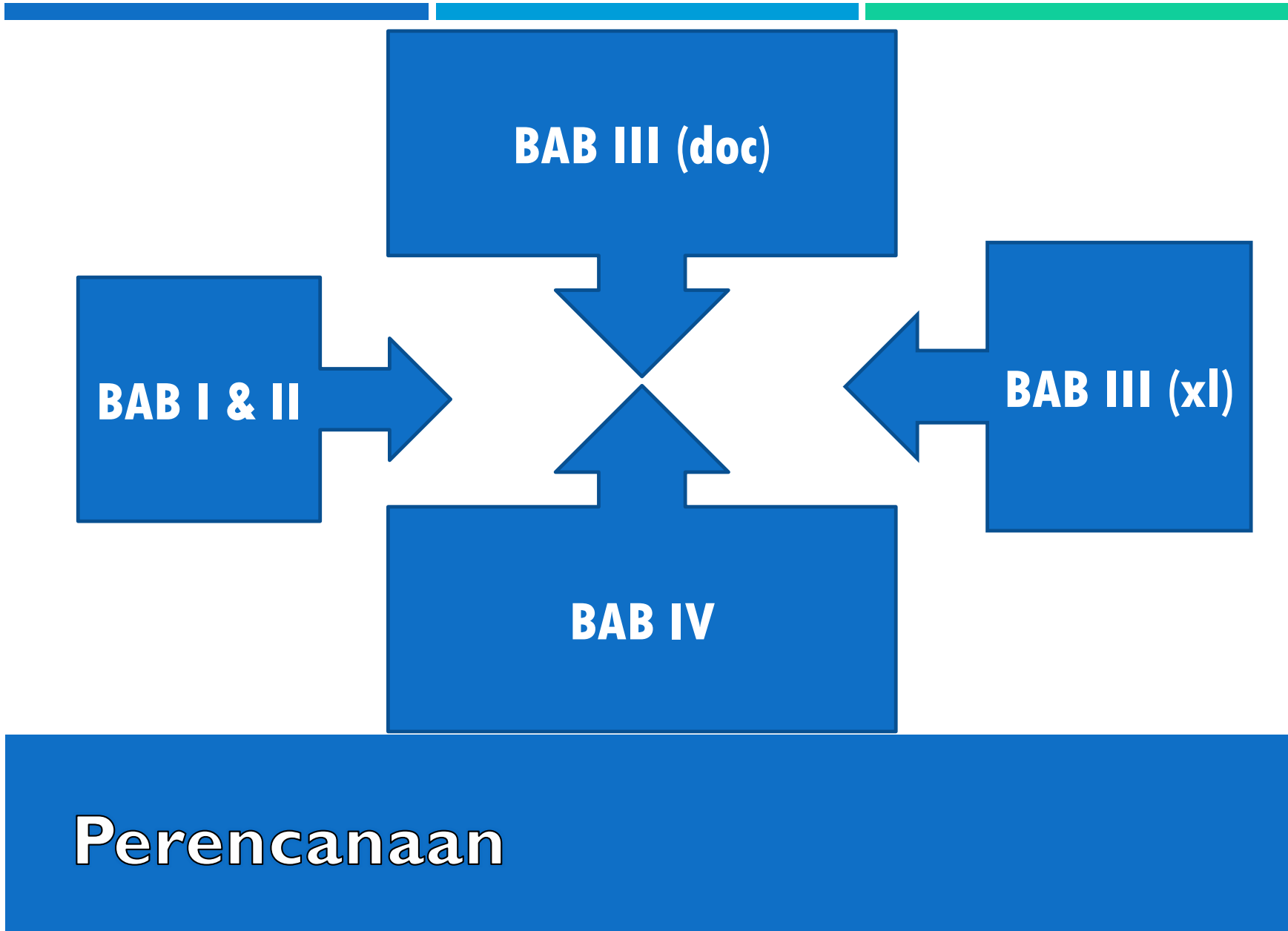
Sesuai dengan SNI 1727 – 2013 maka beban hidup diatur sebagai berikut :

- **Beban hidup gedung sekolah lantai 2 sampai 7** = **1,92 kN/m²**
- **Beban guna/Beban hidup atap** = **4,79 kN/m²**

Data Material

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

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





DONE, THANK'S FOR ALL

Terimakasih untuk para Bapak/Ibu Dosen Pendamping maupun Dosen Pembahas, kakak2 tingkat yang lagi seminar juga, para peserta yang hadir, dan buat Sahabat Terbaikku... MC,AWDU, BEP, MJ, HW, MN, BA, AFI, NDP 😊

End