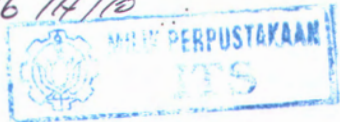




ITS
Institut
Teknologi
Sepuluh Nopember

78 416/14/10



RSS
690.0314
Par
m-1
2009

TUGAS AKHIR - PS 1380

**MODIFIKASI DAN PERANCANGAN
STRUKTUR GEDUNG THE TWIN TOWER
APARTEMENT DENGAN SISTEM RANGKA PEMIKUL
MOMEN KHUSUS (SRPMK) UNTUK DIBANGUN
DI WILAYAH GEMPA 5**

SALOMON PARLINDUNGAN
NRP 3107 100 505

Dosen Pembimbing :
Prof. Dr. Ir. TRIWULAN

JURUSAN TEKNIK SIPIL
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2009

PERPUSTAKAAN ITS	
Tgl. Terima	S-1-2010
Terima Dari	H
No. Agenda Prp.	151



FINAL PROJECT - PS 1380

**MODIFICATION AND STRUCTURE DESIGN
OF THE TWIN TOWER APARTMENT BUILDING
USING SPECIAL MOMENT RESISTING FRAME SYSTEM
FOR BUILT IN SEISMIC ZONE 5**

**SALOMON PARLINDUNGAN
NRP 3107 100 505**

**Lecture :
Prof.Dr. Ir. TRIWULAN**

**DEPARTMENT OF CIVIL ENGINEERING
Faculty of Civil Engineering and Planning
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2009**

**MODIFIKASI STRUKTUR GEDUNG MERATUS II
DENGAN SISTEM RANGKA PEMIKUL MOMEN
KHUSUS (SRPMK)**

TUGAS AKHIR

**Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik**

pada

**Jurusan Teknik Sipil
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember**

Oleh :

**PUNGKY YULIANSYAH YUNARNO
Nrp. 3104 109 526**

Disetujui oleh Pembimbing Tugas Akhir :



**SURABAYA
FEBRUARI, 2007**

MODIFIKASI STRUKTUR GEDUNG MERATUS II DENGAN SISTEM RANGKA PEMIKUL MOMEN KHUSUS (SRPMK)

Nama Mahasiswa : Pungky Yuliansyah Yunarno
NRP : 3104 109 526
Jurusan : Teknik Sipil FTSP-ITS
Dosen Pembimbing : Ir. Sadjji

Abstrak

Proyek Pembangunan Gedung Meratus II ini dimodifikasi dan direncanakan ulang dengan menggunakan metoda Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK), dengan harapan struktur rangka ruang dalam dimana komponen-komponen struktur join-joinnya mampu menahan gaya-gaya dalam yang bekerja melalui aksi lentur, geser dan aksial. Perencanaan bangunan tahan gempa adalah terbentuk sendi-sendi plastis yang mampu memencarkan energi gempa dan membatasi besarnya beban gempa yang masuk kedalam struktur, harus dikendalikan sedemikian rupa agar struktur berperilaku memuaskan dan tidak sampai runtuh saat terjadi gempa kuat. Filosofi perencanaan seperti ini ini dikenal konsep Desain Kapasitas (Daktilitas Penuh). Konsep ini diterapkan untuk merencanakan agar kolom-kolom lebih kuat dari balok atau kita kenal dengan strong column weak beam. Modifikasi terhadap gedung yang telah ada, antara lain : Penambahan jumlah lantai dari 7 lantai menjadi 8 lantai. Gedung meratus II diasumsikan berada di daerah dengan resiko gempa kuat (Zona Gempa 6). Permasalahan yang akan dibahas dalam Perencanaan Struktur Gedung Meratus II ini meliputi : pekerjaan kolom, balok, pelat, tangga dan pondasi, dimana perhitungannya mengacu pada SNI : 03-2847-2002 dan SNI : 03-1726-2002.

Kata kunci: Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK)

MODIFICATION DESIGN OF MERATUS BUILDING STRUCTURE USING SPECIAL MOMENT RESISTING FRAME

Student Name : Pungky Yuliansyah Yunarno
Number Reg : 3104 109 526
Majors : Teknik Sipil FTSP-ITS
Lecture : Ir. Sadjji

Abstract

Building-Construction project Meratus II this modified and re-planned by using System method Construct Taker Of Special Momen (SRPMK), on the chance of structure construct room in where structure components of join can arrest, detain styles in laboring limber action, shift and aksial. Planning of building hold up earthquake is formed by joints of plastis capable to earthquake and limit the level of earthquake burden which enter into structure, have to be controlled in such a manner so that behavioral structure of gratify and do not collapse moment happened strong earthquake. Planning philosophy like this this recognized by concept of Desain Capacities. This Concept is applied to plan columns to stronger than us or log recognize with column strong weak beam . Modify to building which have there is, for example : Addition of amount dance from 7 floor became 8 floor. Building Meratus II assumed to reside in area at risk to strong earthquake (Zona Earthquake 6). Problems to be discussed in Planning Of Structure Building Meratus II this cover : work of column, log, plate, foundation and doorstep, where its calculation relate at SNI : 03-2847-2002 and SNI : 03-1726-2002.

Key words : Spesial Moment Resisting Frame

KATA PENGANTAR

Segala puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT, yang telah memberikan rahmat dan hidayah-Nya serta kekuatan dan keteguhan iman, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini.

Penulis menyadari bahwa laporan akhir yang dikerjakan ini masih jauh dari kesempurnaan. Untuk itu penulis menantikan saran dan usul ke arah perbaikan dengan tangan terbuka dan senang hati. Sebagai penutup penulis ucapkan terima kasih kepada mereka yang telah banyak memberikan bantuan dalam penyusunan Tugas Akhir ini, yang terhormat :

1. Bapak Ibu tercinta yang telah memberikan bantuan moril maupun material serta seluruh keluarga dan kerabat penulis atas do'a dan restunya selama ini.
2. Bapak Prof. Ir. Priyo Suprobo, MS., PhD., selaku Dekan FTSP ITS.
3. Bapak Prof. Ir. Indrasurya B. Mochtar, M.Sc., PhD., selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil ITS.
4. Ibu Ir. Fifi Sofia, selaku Koordinator Pelaksana Program S1 Ekstensi Lintas Jalur FTSP ITS.
5. Bapak Ir. Sadji, selaku Dosen Pembimbing yang telah banyak membantu dan membimbing penulis dalam penyusunan laporan Tugas Akhir ini.
6. Bapak Heppy Kristijanto, Ir, MS., selaku dosen wali.
7. Para dosen di FTSP ITS yang telah banyak memberikan ilmunya, terima kasih atas semua ilmu dan budi baiknya.
8. Rekan-rekan mahasiswa yang telah banyak membantu dalam penyelesaian Tugas Akhir ini.

Demikian hasil Tugas Akhir penulis, semoga bermanfaat bagi penulis pribadi dan rekan-rekan mahasiswa lainnya.

Surabaya, Januari 2007

Penyusun,

DAFTAR ISI

Halaman Judul	
Abstrak	
Halaman Pengesahan	
Kata Pengantar	i
Daftar Isi	ii
Daftar Gambar	vii
Daftar Tabel	ix

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	2
1.3 Tujuan	2
1.4 Batasan Masalah	2
1.5 Metodologi Perencanaan	3

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Umum	7
2.2 Struktur Atap Rangka Baja	11
2.2.1 Perencanaan Untuk Gording	11
2.2.2 Perencanaan Penggantung Gording	12
2.2.3 Perencanaan Kuda-kuda Rangka Batang	13
2.3 Preliminari Desain	15
2.3.1 Dimensi Balok Induk	16
2.3.2 Dimensi Balok Anak	16
2.3.3 Dimensi Plat	16
2.4 Desain Struktur Sekunder	20
2.4.1 Perencanaan Plat	20
2.4.2 Perencanaan Tangga	22
2.4.3 Perencanaan Balok Anak	22
2.4.3.1 Pembebanan Balok Anak	22
2.4.3.2 Perencanaan Tulangan Lentur	26
2.4.3.3 Perencanaan Tulangan Geser	30
2.4.3.4 Kontrol Retak Plat & Balok	31

2.5	Desain Struktur Utama	32
2.5.1	Pembebanan	32
2.5.2	Komponen Struktur Utama	33
2.5.2.1	Ruang Lingkup	33
2.5.2.2	Tulangan Longitudinal.....	34
2.5.2.3	Tulangan Tranversal	34
2.5.3	Komponen Struktur Yang Menerima Kombinasi Lentur & Beban Aksial	37
2.5.3.1	Ruang Lingkup	37
2.5.3.2	Kuat Lentur Minimum Kolom .	38
2.5.3.3	Tulangan Longitudinal.....	38
2.5.3.4	Tulangan Tranversal	38
2.5.4	Hubungan Balok Kolom.....	40
2.5.4.1	Ketentuan Umum.....	40
2.5.4.2	Sambungan Balok Kolom Interior	41
2.5.4.3	Sambungan Balok Kolom Eksterior	42
2.5.4.4	Tulangan Tranversal	42
2.5.4.5	Panjang Penyaluran Tulangan Tarik	43
2.6	Perencanaan Pondasi	44
2.6.1	Daya Dukung Tiang Pancang	44
2.6.2	Kontrol Geser Pons Pada Poer	46
BAB III	PRELIMINARI DESAIN	
3.1	Umum	49
3.2	Balok	49
3.3	Kolom	50
BAB IV	PERENCANAAN STRUKTUR SEKUNDER	
4.1	Perhitungan Gording	53
4.2	Perhitungan Penggantung Gording	58
4.3	Perhitungan Beban Ikatan Angin	60
4.4	Perencanaan Profil Kuda-kuda	62
4.5	Perhitungan Sambungan Rangka Kuda-kuda .	65
4.6	Perencanaan Dimensi Plat	66

4.6.1	Permodelan & Analisa Struktur Plat	72
4.6.1.1	Pembebanan Plat Lantai.....	73
4.6.1.2	Penulangan Plat	73
4.7	Desain Tangga	77
4.7.1	Pembebanan Tangga	79
4.7.2	Analisa Struktur Tangga	80
4.7.3	Perhitungan Tulangan Tangga	82
4.7.4	Perhitungan Tulangan Balok Bordes	85
4.7.4.1	Pembebanan Balok Bordes	85
4.7.4.2	Penulangan Balok Bordes.....	86
4.8	Perencanaan Balok Grade Lantai	90
4.8.1	Pola Pembebanan Balok Grade Lantai....	90
4.8.2	Perhitungan Pembebanan Balok Grade Lantai	91
4.8.3	Penulangan Balok Grade Lantai	93
4.8.3.1	Penulangan Lentur Balok Grade Lantai.....	93
4.9	Perencanaan Lift.....	99
4.9.1	Data Perencanaan	99
4.9.2	Perencanaan Balok Sangkar Lift.....	100
4.9.2.1	Balok Samping Lift (25/40).....	100
4.9.3	Perencanaan Balok Penggantung Lift (30/40).....	103
4.9.3.1	Beban Yang Bekerja.....	103
4.9.3.2	Koefisien Kejut Beban Hidup Oleh Keran.....	103
4.10	Penulangan Balok Kantilever.....	106
4.10.1	Penulangan Lentur Kantilever (No Frame 1912 Lantai (4-4'))	106
4.11	Penulangan Balok (25/40).....	112
4.11.1	Penulangan Lentur Balok (25/40).....	112
BAB V	PERENCANAAN STRUKTUR UTAMA	
5.1	Umum	117
5.2	Data Perencanaan.....	117

5.3	Pemodelan Struktur	117
5.4	Pembebanan	118
5.4.1	Beban Gravitasi	118
5.4.2	Beban Mati	118
5.4.3	Beban Hidup	119
5.4.4	Beban Angin	120
5.4.5	Beban Gempa	121
5.5	Perhitungan Gaya Geser Desain Gempa	121
5.5.1	Gaya Geser Pada Gempa Kuat (VI)	121
5.5.1.1	Periode Waktu Getar Alami Fundamental (T1)	121
5.5.1.2	Faktor Respons Gempa (C).....	121
5.5.1.3	Faktor Reduksi Gempa (K).....	122
5.5.1.4	Faktor Keutamaan (I).....	122
5.5.1.5	Gaya Geser Desain Nominal.....	122
5.5.1.6	Penyebaran Gaya Geser Secara Vertikal	123
5.5.1.7	Analisa Pembebanan Gempa.....	125
5.5.1.8	Waktu Getar Alami Fundamental	126
5.6	Kontrol Getaran Simpangan	127
5.7	Penulangan Lentur Balok Induk	128
5.7.1	Penulangan Geser Balok 40 x 60	133
5.8	Penulangan Torsi	136
5.9	Panjang Penyaluran	137
5.10	Perhitungan Kolom.....	138
5.10.1	Data Perencanaan	138
5.10.2	Perhitungan Tulangan Memanjang Kolom.....	139
5.10.3	Persyaratan Strong Column Weak Beam	143
5.10.4	Penggantung Kolom	145
5.10.5	Kebutuhan Tulangan Geser	146
5.10.6	Panjang Lewatan Pada Sambungan Tulangan Kolom.....	149

5.10.7 Sambungan Balok Kolom.....	151
5.10.8 Sambungan Balok Kolom Interior	151
5.10.9 Sambungan Balok Kolom Eksterior.....	153
5.11 Perhitungan Memanjang Kolom Lift.....	154
BAB VI PERENCANAAN PONDASI	
6.1 Pondasi	157
6.1.1 Data-data Perencanaan.....	157
6.1.2 Daya Dukung Tiang Pancang	158
6.1.3 Perhitungan Pondasi Kolom Interior.....	161
6.1.3.1 Perhitungan Pondasi Kolom Eksterior Tipe A (As A-1).....	161
6.1.3.1.1 Jumlah Tiang Pancang..	161
6.1.3.1.2 Perhitungan Poer (Pile Cap)	163
6.1.3.1.3 Perhitungan Kontrol Geser Pons	164
6.1.3.1.4 Penulangan Lentur Poer	166
6.1.3.2 Perhitungan Pondasi Kolom Interior Tipe B (As B-2).....	167
6.1.3.2.1 Jumlah Tiang Pancang	167
6.1.3.2.2 Perhitungan Poer (Pile Cap)	169
6.1.3.2.3 Kontrol Geser Pons	170
6.1.3.2.4 Penulangan Lentur Poer	171
6.2 Perhitungan Sloof (Tie Beam)	173
6.2.1 Data-data Perencanaan.....	173
6.2.2 Penulangan Lentur Sloof.....	174
6.2.3 Penulangan Geser Sloof.....	175
6.2.4 Penulangan Lentur Sloof.....	176
6.2.5 Penulangan Geser Sloof.....	176

6.3 Perhitungan Pondasi Pit Lift	177
6.3.1 Daya Dukung Tiang Pancang.....	177
6.3.2 Jumlah Tiang Pancang	178
6.4 Perhitungan Poer(Pile Cap)	181
6.4.1 Data-data Perencanaan	181
6.4.2 Perhitungan Kontrol Geser Pons	182
6.4.3 Penulangan Lentur Poer.....	183

BAB VII KESIMPULAN

Daftar Pustaka

Lampiran-lampiran

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1	Bagan alir metodologi	5
Gambar 2.1	Diagram beban simpangan (diagram V- δ) struktur gedung	8
Gambar 2.2	Grafik rasio kehancuran balok & plat	18
Gambar 2.3	Gambar diagram tegangan lentur tulangan lentur	27
Gambar 2.4	Gambar diagram tegangan lentur tulangan rangkap	28
Gambar 2.5	Luas tarik efektif beton	31
Gambar 2.6	Daerah dimana leleh lentur terjadi akibat deformasi inelastik strength reguler	35
Gambar 2.7	Perencanaan geser untuk balok kolom	36
Gambar 2.8	Analisa geser pada beam column joint interior lantai 2	41
Gambar 2.9	Analisa geser pada beam column joint interior lantai 2	41
Gambar 2.10	Analisa geser pada beam column joint eksterior lantai 2	42
Gambar 2.11	Gaya geser pada keliling permukaan tiang digolongkan menurut lapisan tanah	45
Gambar 2.12	Penampang kritis pada pondasi	47
Gambar 3.1	Denah pembebanan tributary pada kolom	50
Gambar 4.1	Gambar kuda-kuda baja	53
Gambar 4.2	Gambar bidang angin	55
Gambar 4.3	Gambar penggantung gording	58
Gambar 4.4	Gambar denah plat lantai 1-8	66
Gambar 4.5	Gambar detail (pelat tipe A (362,5 cm x 362,5 cm))	67
Gambar 4.7	Grafik rasio kekakuan balok dan plat	71
Gambar 4.8	Penampang potongan plat lantai	73
Gambar 4.10	Gambar penulangan pelat tipe A (362,5 cm x 362,5 cm)	77
Gambar 4.11	Tampak atas tangga	77

Gambar 4.12	Potongan samping tangga & detail A	78
	Pembebanan & reaksi struktur tangga.....	80
Gambar 4.13	Pembebanan & reaksi struktur balok bordes....	86
Gambar 4.14	Detail tulangan balok bordes (a) tumpuan & (b) lapangan	90
Gambar 4.15	Denah pembebanan balok grade lantai.....	91
Gambar 4.17	Contoh skema pembebanan balok grade lantai	92
Gambar 4.18	Denah struktur balok grade lantai	94
Gambar 4.19	Pembebanan balok grade lantai.....	95
Gambar 4.20	Penulangan balok grade lantai (lapangan).....	96
Gambar 4.21	Denah pembalikan lift	100
Gambar 4.22	Pembebanan balok samping lift	101
Gambar 4.23	Pembebanan pada balok penggantung	104
Gambar 4.24	Penulangan balok kantilever	108
Gambar 4.25	Penulangan balok kantilever (30/45)	110
Gambar 4.26	Penulangan balok (25/40) tumpuan	113
Gambar 4.27	Penulangan balok (25/40) lapangan	114
Gambar 5.1	Respon spektrum gempa rencana pada wilayah gempa 6	123
Gambar 5.2	Penulangan lentur balok.....	133
Gambar 5.3	Potongan penulangan balok	133
Gambar 5.4	Sketsa penulangan tumpuan & lapangan lentur & geser balok.....	136
Gambar 5.5	Sketsa penulangan tumpuan & lapangan balok.....	137
Gambar 5.6	Detail balok yang menyatu pada kolom	139
Gambar 5.7	Diagram interaksi kolom lantai 1	141
Gambar 5.8	Diagram interaksi kolom lantai 2	141
Gambar 5.9	Diagram interaksi kolom lantai 3	142
Gambar 5.10	Tulangan terpasang lantai 1 & 2	142
Gambar 5.11	Tulangan terpasang lantai 3 s/d 8	142
Gambar 5.12	Nilai Mpr kolom lantai 1	147
Gambar 5.13	Contoh sketsa penulangan untuk kolom	150
Gambar 5.14	Analisa geser pada beam column joint interior lantai 2	151

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Parameter daktilitas struktur gedung	10
Tabel 2.2 Tebal minimum balok non-prategang atau pelat satu arah bila lendutan tidak dihitung	15
Tabel 2.3 Intensitas gaya geser dinding tiang	45
Tabel 5.1 Pembebanan angin	120
Tabel 5.2 Pembagian beban gempa nominal	125
Tabel 5.3 Perhitungan T1 Rayleigh	126
Tabel 5.4 Perhitungan Drift Lantai	127
Tabel 5.5 Gaya Aksial dan Momen pada Kolom Lantai 1.....	139
Tabel 5.6 Gaya Aksial dan Momen pada Kolom Lantai 2.....	140
Tabel 5.7 Gaya Aksial dan Momen pada Kolom Lantai 3.....	140
Tabel 5.8 Mpr +/- pada balok melintang	152
Tabel 5.9 Mpr tulangan terpasang	153
Tabel 5.10 Gaya Aksial dan Momen pada Kolom Lantai 1 (frame 2755).....	154
Tabel 6.1 Intensitas gaya geser dinding tiang	160
Tabel 6.2 Perhitungan intensitas gaya geser tiang pancang ...	160
Tabel 6.3 Hasil analisa SAP 2000 untuk pondasi pit lift	180

Gambar 5.15	Analisa geser pada beam column joint eksterior lantai 2	153
Gambar 5.16	Diagram interaksi kolom lantai 1 (25/50)	155
Gambar 5.17	Tulangan terpasang kolom (25/50)	158
Gambar 6.1	Lay out pondasi	159
Gambar 6.2	Gaya geser pada keliling permukaan tiang digolongkan menurut lapisan tanah	164
Gambar 6.3	Pondasi tipe A pada as A-1	166
Gambar 6.4	Penulangan kritis pada pondasi tipe A pada as A-1	172
Gambar 6.5	Pondasi tipe B pada as 4-D	179
Gambar 6.6	Penampang kritis pada pondasi tipe B pada as B-2	179
Gambar 6.7	Potongan melintang sloof as 1 (B-C)	179
Gambar 6.8	Pondasi pit lift.....	185

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Perkembangan suatu wilayah tidak pernah lepas dari proses distribusi. Proses distribusi yang dimaksud adalah perpindahan baik kendaraan maupun barang. Perpindahan barang yang dilakukan melalui daerah perairan, sangat membutuhkan adanya suatu fasilitas penunjang yaitu sebuah dermaga atau pelabuhan lengkap dengan terminal peti kemas (dalam hal ini adalah PT. Pelayaran Meratus). Karena proses distribusi tersebut semakin bertambah aktivitasnya, maka untuk menunjang kelancaran perusahaan PT. Pelayaran Meratus yang bergerak di bidang bongkar muat peti kemas yang berada khusus di kota Surabaya tersebut dirasa perlu melakukan pembenahan sarana dan prasarana yang mendukungnya. Salah satunya adalah pembangunan Gedung Meratus II, dalam hal ini perencanaan yang ada menggunakan bahan struktur beton (dengan perhitungan daktilitas terbatas).

Perencanaan gedung bertingkat perlu memperhatikan beberapa kriteria, antara lain kriteria kekuatan, perilaku yang baik pada taraf gempa rencana, serta aspek ekonomis. Merencanakan bangunan bertingkat banyak, dari segi struktur memerlukan pertimbangan yang matang terutama gedung itu dirancang tahan gempa. Dalam perencanaan struktur ini letak gedung PT. Pelayaran Meratus II diasumsikan berada di daerah dengan resiko gempa kuat (Zona Gempa 6) maka, salah satu alternatif perhitungan yang digunakan adalah sistem rangka pemikul momen khusus. Sedangkan modifikasi terhadap gedung yang telah ada, antara lain : penambahan lantai yang semula 7 lantai menjadi 8 lantai. Perencanaan ini berdasarkan Tata Cara Perencanaan Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung (SNI 03-2847-2002) dan Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Bangunan Gedung (SNI 03-1726-2002).

1.2. Perumusan Masalah

Dalam penyusunan Tugas Akhir ini, permasalahan yang perlu diperhatikan adalah :

1. Bagaimana merencanakan ulang struktur gedung PT. Meratus II dengan sistem rangka pemikul momen khusus pada kasus daerah gempa tinggi, untuk struktur utama dan struktur sekunder (Sesuai dengan SNI 03-2847-2002 dan SNI 03-1726-2002).
2. Bagaimana merencanakan struktur rangka atap baja (Sesuai dengan LRFD, Tata Cara Perencanaan Struktur Baja untuk Bangunan Gedung).
3. Bagaimana merencanakan struktur bawah yang menyalurkan beban gempa.

1.3. Tujuan

Adapun tujuan yang diharapkan dari perencanaan struktur gedung ini adalah sebagai berikut :

1. Merencanakan struktur gedung pada kasus daerah gempa tinggi (Sesuai dengan SNI 03-2847-2002 dan SNI 03-1726-2002).
2. Merencanakan merencanakan struktur rangka atap baja (Sesuai dengan LRFD, Tata Cara Perencanaan Struktur Baja untuk Bangunan Gedung).
3. Merencanakan struktur bawah meliputi kebutuhan jumlah tiang pancang, dan merencanakan Pile Cap.

1.4. Batasan Masalah

Didalam penulisan Proposal Tugas Akhir ini, Perencanaan struktur gedung ini ditinjau dari segi teknis saja, yaitu :

1. Perencanaan Struktur Sekunder, yaitu : perencanaan plat lantai, perencanaan tangga, perencanaan balok anak dan struktur atap baja.
2. Perencanaan Struktur Utama, yaitu : perencanaan balok induk, perencanaan kolom, pertemuan balok – kolom.

3. Perhitungan menggunakan Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus.
4. Perencanaan ini tidak meninjau analisa biaya dan manajemen konstruksi di dalam penyelesaian pekerjaan proyek.

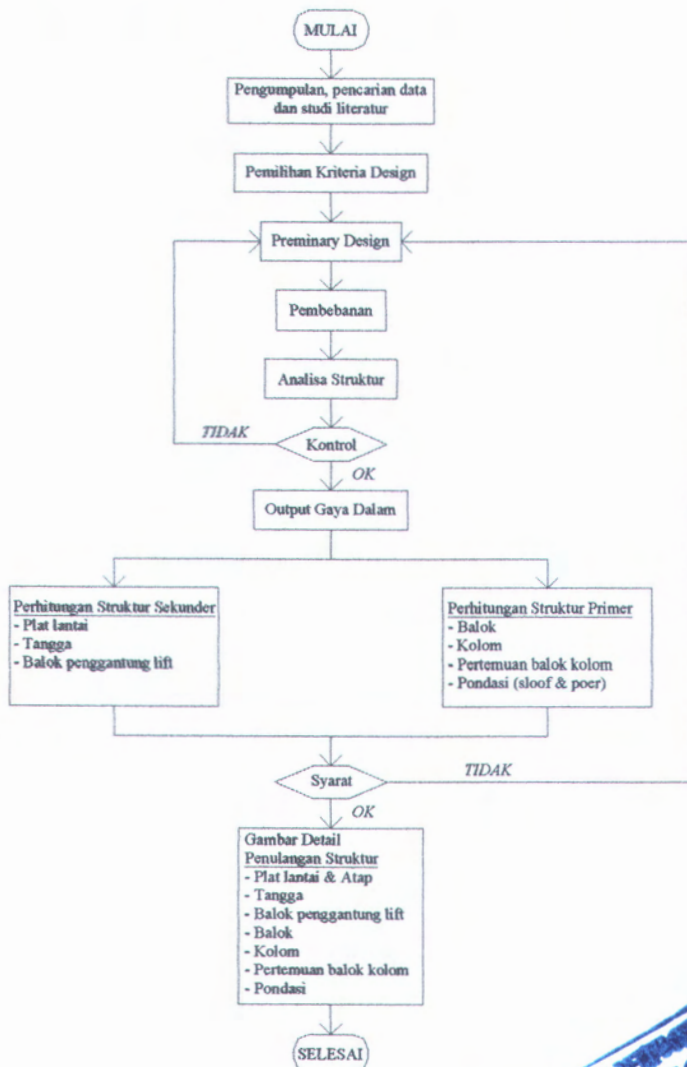
1.5. Metodologi Perencanaan

Metodologi yang digunakan untuk penyusunan Tugas Akhir ini adalah:

- a. Pengumpulan dan pencarian data yang diperlukan untuk perencanaan :
 - Gambar arsitektur
- b. Studi kepustakaan
 - Desain beton bertulang, Wang,CK, dan Charles G. Salmon, 1990
 - Desain Struktur Rangka Beton Bertulang di Daerah Rawan Gempa, Gideon Kusuma dan Takim Andriono, 1997
 - Tata Perencanaan Struktur Beton untuk Bangunan Gedung, Standar Nasional Indonesia 2002
 - Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Bangunan Gedung, Standar Nasional Indonesia 2002
 - Perencanaan Struktur Baja Untuk Bangunan Gedung Dengan Metode LRFD
- c. Persyaratan tata letak bangunan, diasumsikan :
 - Type bangunan : Perkantoran
 - Letak bangunan : Dekat pantai
 - Zone gempa : Zone 5 - 6
 - Tinggi bangunan : 31,550 m
 - Jumlah lantai : 8 lantai
 - Struktur bangunan : Beton bertulang
 - Struktur pondasi : Pondasi Tiang Pancang
 - Mutu beton (f_c') : 30 Mpa (struktur utama)
 - Mutu beton (f_c') : 35 Mpa (struktur bawah)
 - Mutu baja (f_y) : 400 Mpa

- d. Estimasi dimensi elemen struktur
- e. Pembebanan
- f. Analisa struktur menggunakan SAP 2000
- g. Menginput data pembebanan gempa statis
- h. Perencanaan struktur dengan pedoman Standar Nasional Indonesia 2002 dengan ketentuan khusus untuk perencanaan gempa dengan sistem rangka pemikul momen khusus.
- i. Gambar dengan program bantu AUTO CAD 2004.
- j. Kesimpulan.

Adapun sistematika metodologi penyusunan Tugas Akhir ini digambarkan sebagai berikut :



ini untuk "Halaman ini sengaja dikosongkan" Adanya sistem sebagai berikut



SAKTI
211



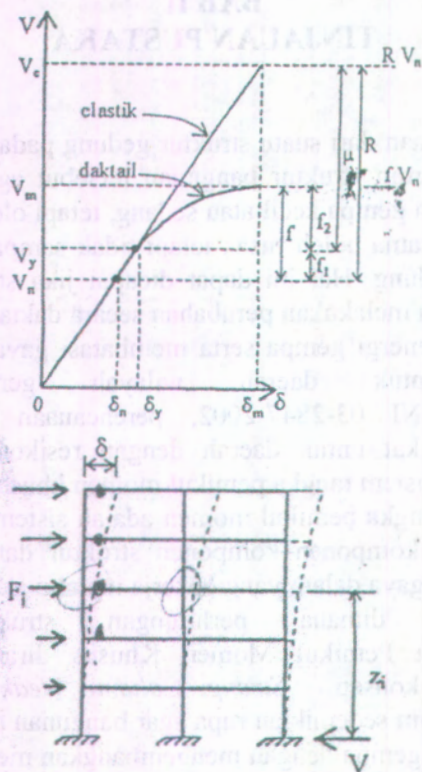
BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Umum

Perencanaan dari suatu struktur gedung pada daerah gempa haruslah menjamin struktur bangunan tersebut agar tidak rusak atau runtuh oleh gempa kecil atau sedang, tetapi oleh gempa yang kuat struktur utama boleh rusak tetapi tidak sampai terjadi suatu keruntuhan gedung. Hal ini dapat dicapai jika struktur gedung tersebut mampu melakukan perubahan secara duktail, dengan cara memencarkan energi gempa serta membatasi gaya yang bekerja padanya. Untuk daerah wilayah gempa tinggi, berdasarkan SNI 03-2847-2002, perencanaan pembangunan gedung bertingkat untuk daerah dengan resiko gempa tinggi menggunakan sistem rangka pemikul momen khusus (SRPMK).

Sistem rangka pemikul momen adalah sistem rangka ruang dalam dimana komponen-komponen struktur dan join-joinnya menahan gaya-gaya dalam yang bekerja melalui aksi lentur, geser dan aksial, dimana perhitungan struktur dengan Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus dirancang dengan menggunakan konsep *Strong Column Weak Beam* yang merancang kolom sedemikian rupa agar bangunan dapat berespon terhadap beban gempa dengan mengembangkan mekanisme sendi plastis pada balok-baloknya dan dasar kolom.

Untuk struktur gedung yang berperilaku duktail penuh maka beban gempa rencana harus dihitung berdasarkan faktor reduksi gempa (R), yaitu sebesar 8,5. Dan akibat pengaruh gempa rencana maka dalam kondisi gedung tersebut duktail menunjukkan simpangan maksimum (δ_m) yang sama dalam kondisi di ambang keruntuhan, seperti yang terlihat pada diagram beban-simpangan (diagram $V-\delta$) struktur gedung dibawah ini.



Gambar 2.1 Diagram Beban-Simpangan (Diagram V- δ) Struktur Gedung

Keterangan :

V_n = Pengaruh gempa rencana pada taraf pembebanan nominal untuk struktur gedung dengan tingkat daktilitas umum; pengaruh gempa rencana pada saat di dalam struktur terjadi pelelehan pertama yang sudah di reduksi dengan faktor kuat lebih beban dan bahan (f_1).

Berlaku hubungan :

$$V_n = \frac{V_y}{f_1} = \frac{V_e}{R} \rightarrow 1,6 \leq R \leq R_m$$

$$R = \mu \cdot f_1$$

dimana :

V_y = Pembebanan yang menyebabkan pelelehan pertama di dalam struktur gedung, bila dengan asumsi bahwa gedung daktail dan struktur gedung elastik penuh akibat pengaruh gempa rencana menunjukkan simpangan maksimum (δ_m) yang sama dalam kondisi di ambang keruntuhan, maka berlaku hubungan sebagai berikut :

$$V_y = \frac{V_e}{\mu}$$

V_e = Pembebanan gempa maksimum akibat pengaruh gempa rencana yang dapat diserap oleh struktur gedung elastik penuh dalam kondisi di ambang keruntuhan.

f_1 = Faktor kuat lebih beban dan bahan yang terkandung di dalam suatu struktur gedung akibat selalu adanya pembebanan dan dimensi penampang serta kekuatan bahan terpasang yang berlebihan dan nilainya ditetapkan sebesar 1,6. ($f_1 = 1,6$)

R = Faktor reduksi gempa, rasio antara beban gempa maksimum akibat pengaruh gempa rencana pada struktur gedung elastik penuh dan beban gempa nominal akibat pengaruh gempa rencana pada struktur gedung daktail, bergantung pada faktor daktilitas struktur gedung tersebut.

R_m = Faktor reduksi gempa maksimum yang dapat dikerahkan oleh suatu jenis sistem atau subsistem struktur gedung

μ = Faktor daktilitas struktur gedung; rasio antara simpangan maksimum struktur gedung akibat pengaruh gempa rencana pada saat mencapai kondisi di ambang keruntuhan (δ_m) dan simpangan struktur gedung pada saat terjadinya pelelehan pertama (δ_y), yaitu :

$$1,0 \leq \mu \leq \mu_m \rightarrow \text{dimana : } \mu = \frac{\delta_m}{\delta_y}$$

$\mu = 1,0$ → untuk struktur gedung yang berperilaku elastik penuh

μ_m → untuk sistem struktur gedung yang bersangkutan

δ_m = Simpangan maksimum struktur gedung akibat pengaruh gempa rencana pada saat mencapai kondisi di ambang keruntuhan.

δ_y = Simpangan struktur gedung akibat pengaruh gempa rencana pada saat terjadinya pelelehan pertama.

Tabel 2.1 PARAMETER DAKTILITAS STRUKTUR GEDUNG

Taraf kinerja struktur gedung	μ	R
Elastik penuh	1,0	1,6
Daktail parsial	1,5	2,4
	2,0	3,2
	2,5	4,0
	3,0	4,8
	3,5	5,6
	4,0	6,4
	4,5	7,2
Daktail penuh	5,0	8,0
	5,3	8,5

V_m = Pembebanan gempa maksimum akibat pengaruh gempa rencana yang dapat diserap oleh struktur gedung dalam kondisi di ambang keruntuhan dengan pengerahan faktor lebih total (f) yang terkandung di dalam struktur gedung.

$$V_m = f_2 \cdot V_y \rightarrow f_2 = 0,83 + 0,17 \mu$$

$$V_m = f \cdot V_n \rightarrow f = f_1 \cdot f_2$$

f = Faktor kuat lebih total yang terkandung di dalam struktur gedung secara keseluruhan, rasio antara beban gempa maksimum akibat pengaruh gempa rencana

yang dapat diserap oleh struktur gedung pada saat mencapai kondisi di ambang keruntuhan dan beban gempa nominal.

- f_2 = Faktor kuat lebih struktur akibat kehiperstatikan struktur gedung yang menyebabkan terjadinya redistribusi gaya-gaya oleh proses pembentukan sendi plastis yang tidak serempak bersamaan, rasio antara beban gempa maksimum akibat pengaruh gempa rencana yang dapat diserap oleh struktur gedung pada saat mencapai kondisi di ambang keruntuhan dan beban nominal gempa pada saat terjadinya pelelehan pertama

2.2. Struktur atap rangka baja

2.2.1. Perencanaan untuk gording (Profil I)

Kontrol Penampang Profil

- Kontrol plat sayap : $\frac{b}{2t_f} < \lambda_p$ (Pasal 7.5-1)
- Kontrol plat badan : $\frac{h}{t_w} < \lambda_p$ (Pasal 7.5-1)

Kontrol Lateral Buckling

Jarak antar 2 pengikat seng gelombang = jarak penahan

$$\text{lateral, } L_b \quad L_p = 1,76 \cdot i_y \cdot \sqrt{\frac{E}{f_y}}$$

Jika $L_p > L_b$, maka termasuk bentang pendek

$$M_{n_x} = Z_x \cdot f_y$$

$$M_{n_y} = Z_y \cdot f_y$$

Persamaan Interaksi

$$\frac{M_{ux}}{\phi \cdot M_{n_x}} + \frac{M_{uy}}{\phi \cdot M_{n_y}} \leq 1$$

Dimana :

Φ = Faktor reduksi untuk lentur = 0,90

M_{nx} = Kekuatan Nominal Lentur terhadap Sb. x-x

M_{ny} = Kekuatan Nominal Lentur terhadap Sb. y-y

Kontrol Lendutan Profil

o lendutan ijin $f' = \frac{L}{180}$

o lendutan yang terjadi

$$f_x = \frac{5}{384} \frac{q \cdot \cos \alpha \cdot L^4}{E \cdot I_x} + \frac{1}{48} \cdot \frac{P \cdot \cos \alpha \cdot L^3}{E \cdot I_x}$$

$$f_y = \frac{5}{384} \frac{q \cdot \sin \alpha \cdot \left(\frac{L}{3}\right)^4}{E \cdot I_x} + \frac{1}{48} \cdot \frac{P \cdot \sin \alpha \cdot \left(\frac{L}{3}\right)^3}{E \cdot I_y}$$

$$f = \sqrt{f_x^2 + f_y^2} \leq f'$$

Dimana,

f_x = lendutan terhadap sb x-x profil

f_y = lendutan terhadap sb y-y profil

2.2.2. Perencanaan penggantung gording

$$\triangleright T = \frac{Qu \cdot \sin \alpha}{\sin \theta}$$

$$\triangleright N_D = Q_D \times \sin \alpha$$

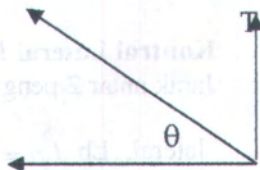
$$\triangleright N_L = Q_L \times \sin \alpha$$

$$\triangleright T_D \equiv \frac{N_D}{\sin \alpha}$$

$$\triangleright T_L \equiv \frac{N_L}{\sin \alpha}$$

$$\triangleright T_u = 1,2 \cdot T_D + 1,6 \cdot T_L$$

$$\triangleright P_u = T_u$$



- *Leleh* : $A_g = \frac{P_u}{\phi \cdot f_y}$
- *Putus* : $A_g \text{ perlu} = \frac{P_u}{0,75 \cdot \phi \cdot f_u}$
- *Kontrol Kelangsingan* : $\frac{l}{d} \leq 500$

2.2.3. Perencanaan Kuda-Kuda Rangka Batang

Untuk mempersatukan dan menyambung batang-batang yang bertemu di titik simpul, diperlukan pelat simpul.

Hitung kekuatan baut :

- Kuat Geser
 $\Phi R_n = 0,75 \times (0,5 f_u) m A_b$
 Dimana,
 m = Jumlah bidang geser
 fu = Tegangan patah baut
 Ab = Luas baut
- Kuat Tumpu
 $\Phi R_n = 0,75 \times (2,4 \cdot d \cdot t_p \cdot f_u)$
 Dimana,
 fu = Tegangan patah baut / pelat, mana yang terkecil
 d = Diameter baut
 tp = Harga terkecil dari tebal profil / pelat simpul

Kebutuhan jumlah baut

- Untuk batang terputus, maka dihitung masing-masing :

$$n1 \geq \frac{D_u}{\Phi \cdot R_n}$$

$$n1 \geq \frac{V_u}{\Phi \cdot R_n}$$

$$n1 \geq \frac{H_u1}{\Phi \cdot R_n}$$

$$n1 \geq \frac{H_u2}{\Phi \cdot R_n}$$

Jarak pemasangan baut :

- Jarak antar baut
 $3 \text{ db} \leq S \leq 15 \text{ tp atau } 200 \text{ mm} \dots\dots\dots(\text{ Pasal } 13.4.3)$
- Jarak baut terluar ke tepi pelat yg dibebani (S1)
 $1,5 \text{ db} \leq S1 \leq (4 \text{ tp} + 100 \text{ mm}) \dots\dots\dots(\text{ Pasal } 13.4.4)$

Pemeriksaan kekuatan plat simpul

- Kontrol kekuatan pelat

$$\left[\left(\frac{N_{nt}}{\phi_t \cdot N_{nt}} \right) + \left(\frac{M_u}{\phi_b \cdot M_n} \right) \right]^2 + \left(\frac{V_u}{\phi_v \cdot V_n} \right) \leq 1$$

Dimana,

$\phi_t \cdot N_{nt} =$ harga terkecil dari : ($0,9 \cdot f_y \cdot A_g$) atau
 ($0,75 \cdot f_u \cdot A_n$)

$\phi_b \cdot M_n = 0,9 \cdot Z \cdot f_y$

$\phi_v \cdot V_n = 0,75 (0,6 \cdot A_n \cdot f_u)$

2.3. Preliminary desain

Dalam penentuan dimensi balok, kolom dan plat harus memenuhi persyaratan yang ada, yaitu seperti pada tabel dibawah ini :

**Tabel 2.2. TEBAL MINIMUM BALOK NON-PRATEGANG
ATAU PELAT SATU ARAH BILA LENDUTAN TIDAK
DIHITUNG**

Tebal minimum, h				
Komponen Struktur	Dua tumpuan sederhana	Satu ujung menerus	Kedua ujung menerus	Kantilever
	Komponen tidak menahan atau tidak disatukan dengan partisi atau konstruksi lain yang mungkin akan rusak oleh lendutan yang besar			
Plat masif satu arah	$\lambda/20$	$\lambda/24$	$\lambda/28$	$\lambda/10$
Balok atau pelat rusuk satu arah	$\lambda/16$	$\lambda/18,5$	$\lambda/21$	$\lambda/8$

CATATAN :
 Panjang bentang dalam mm
 Nilai yang diberikan harus digunakan langsung untuk komponen struktur dengan beton normal ($W_c = 2400 \text{ kg/m}^3$) dan tulangan BJTD 40. Untuk kondisi lain, nilai diatas harus dimodifikasikan sebagai berikut :

(a) Untuk struktur beton ringan dengan berat jenis di antara 1500 kg/m^3 sampai 2000 kg/m^3 , nilai tadi harus dikalikan dengan $[1,65 - (0,0003) W_c]$ tetapi tidak kurang dari 1,09; dimana W_c adalah berat jenis dalam kg/m^3 .

(b) Untuk f_y selain 400 Mpa, nilainya harus dikalikan dengan $(0,4 + f_y/700)$.

Sumber : SNI 03-2847-2002 pasal 11.5(2) Hal. 63
 (Tabel 8. Tebal minimum balok non-prategang atau pelat satu arah bila lendutan tidak dihitung).

2.3.1 Dimensi Balok Induk

Menurut persyaratan SNI 03-2847-2002 tabel 8 untuk dimensi balok pada dua tumpuan sederhana adalah sebagai berikut :

$$h = \frac{\lambda}{16}$$

SNI 03-2847-2002 tabel 8

$$1,5 \leq \frac{h}{b} \leq 2$$

(Wang – Salmon)

dimana : λ = bentang kotor balok (cm)
 f_y = mutu tulangan baja (MPa)
 h = tinggi balok (cm)
 b = lebar balok (cm)

2.3.2 Dimensi Balok Anak

Menurut persyaratan SNI 03-2847-2002 untuk dimensi balok kedua ujung menerus adalah sebagai berikut :

$$h = \frac{\lambda}{21} \quad \text{SNI 03-2847-2002 tabel 8}$$

$$1,5 \leq \frac{h}{b} \leq 2 \quad (\text{Wang - Salmon})$$

dan menurut SNI 03-2847-2002 pasal 23.1 setiap komponen struktur lentur SRPMK juga harus memenuhi kondisi :

1. Beban aksial tekan $\leq A_g \cdot \frac{f_c'}{10}$
2. Bentang bersih $\geq 4d$
3. $\frac{b_w}{d} \geq 0,30$
4. $b_w \geq 250$ mm

2.3.3 Dimensi Plat

Plat dapat dibagi menjadi dua macam yaitu :

1. Pelat satu arah, yaitu pelat yang panjangnya apabila dibandingkan dengan lebarnya, besarnya lebih dari 2 (dua). Pada plat satu arah, pembebanan yang diterima plat akan diteruskan pada balok-balok (pemikul bagian yang lebih panjang) dan hanya sebagian kecil saja yang akan diteruskan pada gelagar (pemikul pada bagian panel yang lebih pendek).
2. Pelat dua arah, yaitu pelat yang rasio panjang dibandingkan dengan lebar kurang dari 2 (dua), sehingga besar pembebanan yang diterima diteruskan pada keseluruhan pemikul disekeliling panel dari plat.

$\beta = \frac{L_n}{S_n} > 2 \rightarrow$ (Plat satu arah) dimana : L_n = panjang plat

$\beta = \frac{L_n}{S_n} < 2 \rightarrow$ (Plat dua arah) S_n = lebar plat

Kriteria menentukan lebar efektif (be) dari balok T

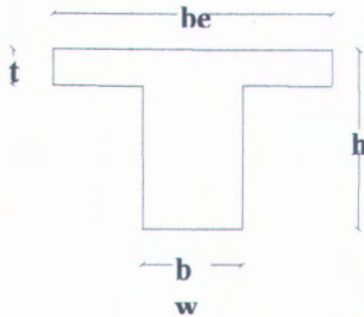
Menurut SNI 03-2847-2002 pasal 10.10(2) dan pasal 10.10(3) disebutkan beberapa kriteria menentukan lebar efektif (be) dari balok T.

Interior

$$be_1 = \frac{1}{4} L_b$$

$$be_2 = 8 t$$

$$be_3 = \frac{1}{2} (L_b - b_w)$$

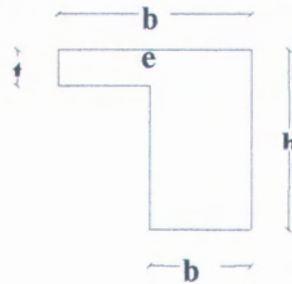


Eksterior

$$be_1 = \frac{1}{12} L_b$$

$$be_2 = 6 t$$

$$be_3 = \frac{1}{2} (L_b - b_w)$$



$$k = \frac{1 + \left(\frac{be}{bw}\right) \left(\frac{t}{h}\right) \left[4 - 6 \left(\frac{t}{h}\right) + 4 \left(\frac{t}{h}\right)^2 + \left(\frac{be}{bw} - 1\right) \left(\frac{t}{h}\right)^3 \right]}{1 + \left(\frac{be}{bw} - 1\right) \left(\frac{t}{h}\right)} \quad (\text{Wang - Salmon})$$

$$\begin{aligned}
 I_b &= \frac{1}{12} \times b_w \times h^3 \times k \quad (\text{Wang - Salmon}) \\
 I_s &= \frac{1}{12} \times b_s \times t^3 \quad (\text{Wang - Salmon})
 \end{aligned}
 \left. \vphantom{\begin{aligned} I_b \\ I_s \end{aligned}} \right\} \alpha_1 = \frac{I_b}{I_s}$$

dimana:

be = lebar efektif, harga minimum (cm)

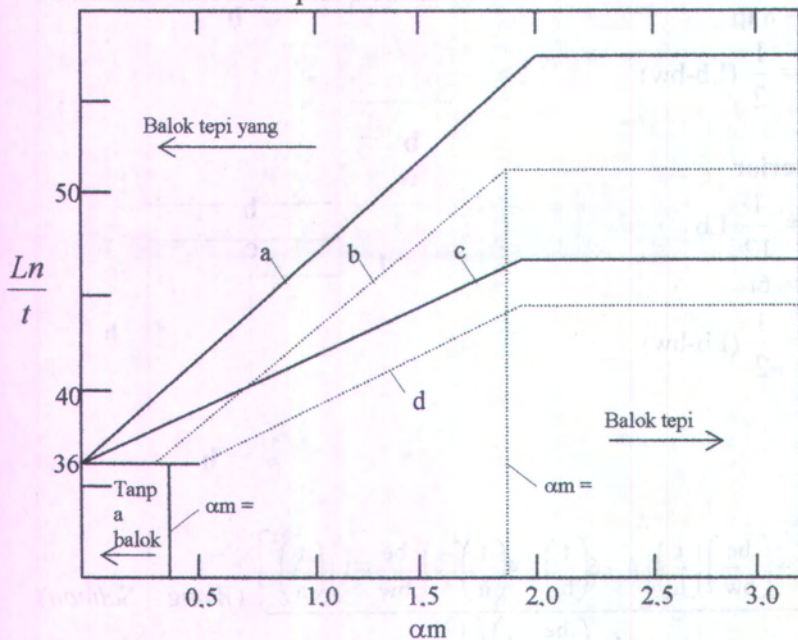
bw = lebar balok (cm)

t = tebal rencana plat (cm)

h = tinggi balok (cm)

Perhitungan Rasio Kekakuan Balok dan Plat

Penentuan kekakuan balok dapat dilihat pada grafik Rasio kekakuan balok dan plat dibawah ini :



Gambar 2.2 Grafik Rasio kekakuan balok dan plat.

Sumber : Buku "Disain Beton Bertulang" , karangan Wong-Salmon, jilid 2, halaman 135.

Keterangan :

- a = untuk panel persegi, $L_n/S_n = 2,0$ dan β_s tengah = 1,0
 b = untuk panel persegi, $L_n/S_n = 2,0$ dan β_s tepi = 0,5
 c = untuk panel bujur sangkar, $L_n/S_n = 1,0$ dan β_s tengah = 1,0
 d = untuk panel bujur sangkar, $L_n/S_n = 1,0$ dan β_s tepi = 0,5

Penetapan :

Gambar diatas dapat dipakai untuk merencanakan tebal plat dan dapat menentukan asumsi perletakan tumpuan pada plat termasuk balok tepi yang kaku, balok tepi yang fleksibel atau sebagai tanpa balok tepi.

Untuk anggapan tumpuan plat diambil kesimpulan dari gambar memberi batasan sebagai berikut :

- $\alpha_m \leq 0,375$ sebagai tanpa balok tepi
 $1,875 > \alpha_m \geq 0,375$ sebagai balok tepi yang fleksibel
 $\alpha_m \geq 1,875$ sebagai balok tepi yang kaku

Dari perhitungan diatas didapatkan nilai α_m sebagai berikut :

$$\alpha_m = \frac{1}{n} (\alpha_1 + \alpha_2 + \dots + \alpha_n)$$

Untuk memenuhi syarat lendutan, ketebalan minimum dari plat harus memenuhi persyaratan SNI 03-2847-2002 pasal 11.5(3(3)), yaitu:

- $\alpha_m \leq 0,2$
 $h = 120 \text{ mm}$
- $0,2 \leq \alpha_m \leq 2$

$$h = \frac{\lambda_n \left(0,8 + \frac{f_y}{1500} \right)}{36 + 5\beta (\alpha_m - 0,2)}$$

dan tidak boleh kurang dari 120 mm

- $\alpha_m > 2$

$$h = \frac{\lambda_n \left(0,8 + \frac{f_y}{1500} \right)}{36 + 9\beta}; \text{ dan tidak boleh kurang dari 90 mm}$$

dimana :

λ_n = panjang bentang bersih dalam arah memanjang dari konstruksi dua arah

β = rasio bentang bersih dalam arah memanjang terhadap arah memendek pada plat dua arah

α_m = nilai rata-rata α untuk semua balok pada tepi-tepi dari suatu panel

f_y = mutu tulangan baja (MPa)

2.4 Desain Struktur Sekunder

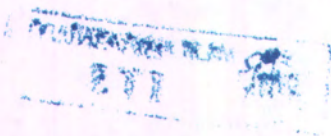
Struktur sekunder merupakan bagian dari struktur gedung yang tidak menahan kekuatan secara keseluruhan, namun tetap mengalami tegangan-tegangan akibat pembebanan yang bekerja pada bagian tersebut secara langsung, ataupun tegangan akibat perubahan bentuk dari struktur primer. Bagian dari struktur sekunder meliputi plat, tangga dan balok anak.

2.4.1 Perencanaan Plat

Dari denah perencanaan pelat lantai telah dapat diketahui ukuran plat tersebut dan untuk menentukan jenis pelat tersebut terletak bebas/terjepit penuh/terjepit elastis, maka terlebih dahulu ditentukan rasio kekakuan plat seperti penjelasan di atas.

Untuk penulangan pelat langkah-langkah dalam penyusunan laporan adalah sebagai berikut :

1. Rencanakan pelat yang meliputi data-data :
 - Dimensi plat
 - mutu beton (f_c')
 - mutu baja (f_y)
 - tebal plat (t_p)
 - decking/selimut beton (d)
 - diameter tulangan rencana



2. Hitung momen yang bekerja pada plat (M_u), dan Momen nominal (M_n) = $\frac{M_u}{0,8}$

3. Hitung rasio tulangan berimbang (ρ_b), rasio tulangan maksimum (ρ_{max}) dan rasio tulangan minimum (ρ_{min}) sebagai berikut :

$$\rho_b = \frac{0,85 \cdot \beta_1 \cdot f_c'}{f_y} \left(\frac{600}{600 + f_y} \right) \quad \text{SNI 03-2847-2002 pasal 10.4(3)}$$

$$\rho_{max} = 0,75 \cdot \rho_b \quad \text{SNI 03-2847-2002 pasal 12.3(3)}$$

$$\rho_{min} = \frac{1,4}{f_y} \quad \text{SNI 03-2847-2002 pasal 12.5}$$

dimana :

$$\beta_1 = 0,85 \quad \text{untuk } 0 < f_c < 30 \text{ MPa}$$

$$\beta_1 = 0,85 - 0,008(f_c - 30) \quad \text{untuk } 30 < f_c < 60 \text{ MPa}$$

$$\beta_1 = 0,65 \quad \text{untuk } f_c > 55 \text{ MPa}$$

4. Menghitung harga tulangan (ρ) yang dibutuhkan :

$$\rho = \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times m \times R_n}{f_y}} \right) \quad (\text{Wang-Salmon})$$

$$\text{dengan harga : } m = \frac{f_y}{0,85 \cdot f_c'}$$

$$R_n = \frac{M_u}{\phi \times b \times d^2}$$

5. Menentukan luas tulangan (A_s) dari ρ yang didapat serta jarak tulangan

$$\rho = \frac{A_s}{b_w \times d} \quad \text{SNI 03-2847-2002 pasal 12.5}$$

$$A_{s\text{pakai}} = \rho \cdot b_w \cdot d \rightarrow \text{tulangan susut} = 0,002 \text{ bd}$$



6. Kontrol Kekuatan :

$$\rho = \frac{A_{s \text{ pakai}}}{b \times d}$$

$$a = \frac{A_s \cdot f_y}{0,85 \cdot f_c' \cdot b} \quad (\text{Wang-Salmon})$$

$$M_n = A_s \cdot f_y \cdot \left(d - \frac{a}{2} \right) \quad (\text{Wang-Salmon})$$

$$M_u < \phi M_n \dots\dots\dots \text{OK}$$

2.4.2 Perencanaan Tangga

Pada perencanaan tangga pada struktur menggunakan cor setempat dengan perletakan Sendi-Rol agar supaya struktur tangga tidak mempengaruhi struktur utama terhadap beban gempa. Pada struktur tangga ini lebar injakan dan tinggi tahanan harus memenuhi persyaratan :

1. Syarat perencanaan tangga :

$$2 \cdot t + i = 64 - 67$$

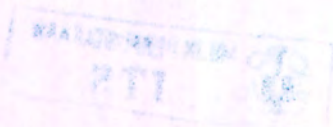
dimana : t = tinggi injakan
 i = lebar injakan

2. Rencanakan tangga yang meliputi data-data :

- mutu beton (f_c') - tebal plat tangga
- mutu baja (f_y) - lebar bordes
- lebar injakan (i) - tebal plat bordes
- tinggi tahanan (t) - Sudut kemiringan (α)
- lebar tangga

2.4.3 Perencanaan Balok Anak**2.4.3.1 Pembebanan Balok Anak**

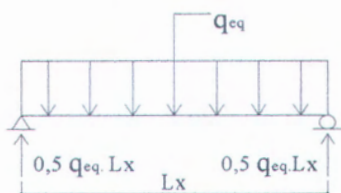
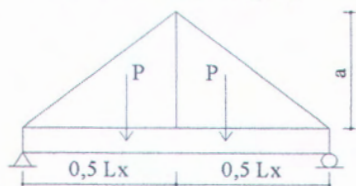
Beban yang bekerja pada balok anak adalah berat sendiri dari balok anak dan semua beban merata pada plat (termasuk berat sendiri plat dan beban hidup di atasnya). Distribusi beban pada balok pendukung sedemikian rupa sehingga dapat dianggap sebagai beban segitiga pada lajur pendek serta beban trapezium



pada lajur yang panjang. Beban-beban yang berbentuk trapezium maupun yang berbentuk segitiga tersebut kemudian diubah menjadi beban merata ekuivalen dengan menyamakan momen maksimum.

Beban ekuivalen tersebut digunakan sebagai beban merata pada balok anak maupun balok induk untuk memperhitungkan analisa strukturnya. Adapun perumusan beban ekuivalen dapat ditemukan sebagai berikut :

▪ **Beban Ekuivalen Segitiga**



$$a = \frac{1}{2} \cdot Lx \cdot q$$

$$P = \frac{1}{2} \left(a \cdot \frac{1}{2} \cdot Lx \right) = \frac{1}{4} \cdot a \cdot Lx$$

$$R = P = \frac{1}{4} \cdot a \cdot Lx$$

$$\begin{aligned} M_{\max_q} &= R \cdot \frac{1}{2} \cdot Lx - P \left(\frac{1}{3} \cdot \frac{1}{2} \cdot Lx \right) \\ &= \left(\frac{1}{4} \cdot a \cdot Lx \right) \frac{1}{2} \cdot Lx - \left(\frac{1}{4} \cdot a \cdot Lx \right) \frac{1}{6} \cdot Lx \\ &= \frac{1}{12} \cdot a \cdot Lx^2 \end{aligned}$$

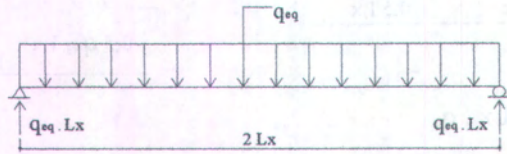
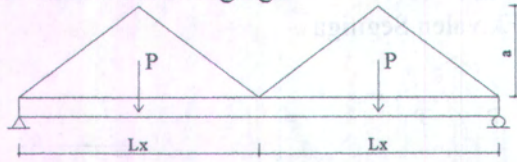
$$\begin{aligned} M_{\max_{q_{eq}}} &= \frac{1}{2} q_{eq} \cdot Lx \cdot \frac{1}{2} \cdot Lx - \frac{1}{2} q_{eq} \left(\frac{1}{2} \cdot Lx \right)^2 \\ &= \frac{1}{8} \cdot q_{eq} \cdot Lx^2 \end{aligned}$$

$$M_{\max_q} = M_{\max_{eq}}$$

$$\frac{1}{12} \cdot a \cdot Lx^2 = \frac{1}{8} \cdot q_{eq} \cdot Lx^2$$

$$\frac{1}{12} \cdot \left(\frac{1}{2} \cdot Lx \cdot q \right) \cdot Lx^2 = \frac{1}{8} \cdot q_{eq} \cdot Lx^2 \rightarrow q_{eq} = \frac{1}{3} \cdot q \cdot Lx$$

- **Beban Ekvivalen Double Segitiga**



$$a = \frac{1}{2} \cdot Lx \cdot q$$

$$P = \frac{1}{2} \cdot Lx \cdot \left(\frac{1}{2} \cdot q \cdot Lx \right) = \frac{1}{4} \cdot q \cdot Lx^2$$

$$R = P = \frac{1}{4} \cdot q \cdot Lx^2$$

$$M_{\max_q} = (R \cdot Lx) - \left(P \cdot \frac{1}{2} \cdot Lx \right)$$

$$= \left(\frac{1}{4} \cdot q \cdot Lx^2 \cdot Lx \right) - \left(\frac{1}{4} \cdot q \cdot Lx^2 \cdot Lx \cdot \frac{1}{2} \cdot Lx \right)$$

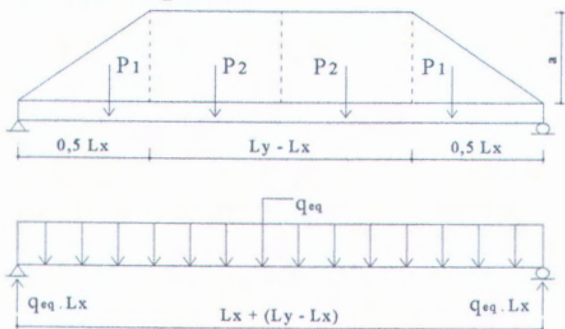
$$= \frac{1}{8} \cdot q \cdot Lx^3$$

$$\begin{aligned}
 M_{\max_{eq}} &= (q_{eq} \cdot Lx \cdot Lx) - \left(\frac{1}{2} q_{eq} Lx^2 \right) \\
 &= (q_{eq} \cdot Lx^2) - \left(\frac{1}{2} q_{eq} \cdot Lx^2 \right) \\
 &= \frac{1}{2} q_{eq} \cdot Lx^2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 M_{\max_{q}} &= M_{\max_{eq}} \\
 \frac{1}{8} \cdot q \cdot Lx^3 &= \frac{1}{2} q_{eq} \cdot Lx^2
 \end{aligned}$$

$$q_{eq} = \frac{1}{4} \cdot q \cdot Lx$$

▪ Beban Ekuivalen Trapesium



$$a = \frac{1}{2} \cdot q \cdot Lx^2$$

$$P_1 = \frac{1}{2} \left(a \cdot \frac{1}{2} Lx \right) = \frac{1}{4} \cdot a \cdot Lx$$

$$P_2 = a \left(\frac{1}{2} \cdot (Ly - Lx) \right) = \frac{1}{2} \cdot a \cdot (Ly - Lx)$$

$$R = P_1 + P_2 = \frac{1}{2} \cdot a \cdot \left(Ly - \frac{1}{2} Lx \right)$$

$$M_{\max_{eq}} = \left(\frac{1}{2} \cdot q_{eq} \cdot Ly \cdot \frac{1}{2} \cdot Ly \right) - \left(\frac{1}{2} \cdot q_{eq} \left(\frac{1}{2} Ly \right)^2 \right)$$

$$= \frac{1}{8} \cdot q_{eq} \cdot Ly^2$$

$$M_{\max_q} = \left(R \cdot \frac{1}{2} \cdot Ly \right) - P_1 \left(\frac{1}{2} \cdot Ly - \frac{1}{3} \cdot Lx \right)$$

$$= P_2 \cdot \left(\frac{1}{4} \cdot (Ly - Lx) \right)$$

$$= \frac{1}{8} \cdot a \cdot \left(Ly^2 - \frac{1}{3} \cdot Lx^2 \right)$$

$$= \frac{1}{16} \cdot q \cdot \left(Ly^2 - \frac{1}{3} \cdot Lx^2 \right)$$

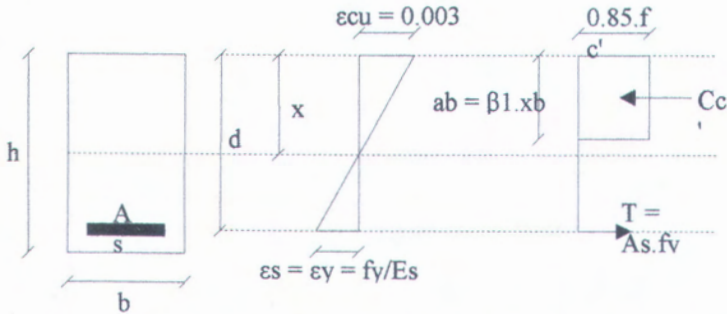
$$M_{\max_{eq}} = M_{\max_q} \rightarrow q_{eq} = \frac{1}{2} \cdot q \cdot Lx \left[1 - \frac{1}{3} \left(\frac{Lx}{Ly} \right)^2 \right]$$

2.4.3.2 Perencanaan Tulangan Lentur

Perencanaan tulangan lentur dibagi menjadi dua, yaitu dengan tulangan tunggal dan tulangan rangkap, seperti berikut ini :

- Perencanaan lentur dengan tulangan tunggal

Pada dasarnya lentur tulangan tunggal memiliki pengertian tulangan terpasang hanya pada daerah yang mengalami tarik sedangkan pada daerah yang mengalami tekan hanya dipasang tulangan praktis.



Gambar 2.3. Gambar Diagram Tegangan Lentur Tulangan Tunggal

Dengan mengacu pada gambar di atas, maka persamaan momen sebagai berikut :

$$\left. \begin{aligned} Cc' &= 0,85 \times fc' \times a \times b \\ T &= As \times fy \end{aligned} \right\} \quad Cc' = T \quad 0,85 \times fc' \times a \times b = As \times fy$$

Sehingga didapat : $a = \frac{As \times fy}{0,85 \times fc' \times b} \rightarrow As = \rho \cdot b \cdot d$

$$a = \rho \left(\frac{fy}{0,85 \times fc'} \right) d$$

$$Mn = Cc' \text{ atau } T \left(d - \frac{a}{2} \right)$$

$$Mn = As \times fy \left(d - \frac{\rho \left(\frac{fy}{0,85 \times fc'} \right) d}{2} \right)$$

$$m = \frac{fy}{0,5 \times fc'}$$

$$Rn = \frac{Mn}{b \times d^2} = \rho \times fy \left(d - \frac{\rho m d}{2} \right)$$

Dengan memecahkan persamaan pangkat dua persamaan di atas maka didapatkan kebutuhan tulangan tarik :

$$\rho = \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2m R_n}{f_y}} \right)$$

dimana :

Cc' = merupakan gaya yang disebabkan oleh bagian beton yang mengalami tekan,

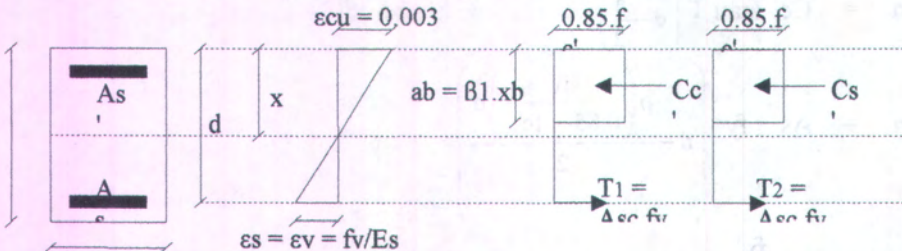
T = gaya yang ditimbulkan akibat adanya tulangan tarik terpasang

a = merupakan tinggi blok tertekan untuk elemen beton yang mengalami tekan.

- Perencanaan lentur dengan tulangan rangkap

Lentur tulangan rangkap merupakan salah satu metoda atau cara perencanaan tulangan lentur yang mana kemampuan penampang untuk memikul lentur merupakan kombinasi dari tulangan tarik (A_s) dan tulangan tekan (A_s') dikalikan lenggannya.

Adapun langkahnya bisa dilakukan dengan melakukan coba-coba garis netral (x) sampai dengan tulangan tarik tidak mampu lagi untuk memikul momen akibat beban luar, sehingga diperlukan adanya tulangan tekan.



Gambar 2.4. Gambar Diagram Tegangan Lentur Tulangan Rangkap

Di dalam perencanaan tulangan rangkap ini pada prinsipnya penampang beton yang tertekan dibuat sekecil mungkin dengan cara membuat posisi garis netral yang letaknya lebih mendekati

pada tulangan tekan (A_s') dengan tetap memperhatikan komposisi tulangan tarik (A_s) dan tulangan tekan (A_s').

Adapun langkah-langkah perencanaan tulangan rangkap sebagai berikut :

1. Ambil suatu harga $x \leq 0,75 x_b \rightarrow x_b = \left(\frac{600}{600 \times f_y} \right) d$
2. Ambil A_{sc} berdasarkan x rencana $\rightarrow A_{cs} = \frac{0,85 \cdot \beta_1 \cdot f_c' \cdot b \cdot x}{f_y}$
3. Hitung : $M_{nc} \rightarrow M_{nc} = A_{sc} \cdot f_y \cdot \left(d - \frac{\beta_1 \cdot x}{2} \right)$
4. Hitung : $M_n - M_{nc}$
 Bila : - $M_n - M_{nc} > 0 \rightarrow$ Perlu tulangan tekan
 - $M_n - M_{nc} < 0 \rightarrow$ Tidak perlu tulangan tekan
5. Bila perlu tulangan tekan maka : $\rightarrow C_s' = T_2 = \frac{M_n - M_{nc}}{d - d''}$
6. Kontrol tulangan tekan leleh
 Bila : - $f_s' = \left(1 - \frac{d''}{x} \right) 600 \geq f_y \rightarrow$ leleh
 - $f_s' = \left(1 - \frac{d''}{x} \right) 600 < f_y \rightarrow$ tidak leleh
7. Hitung tulangan tekan perlu dan tulangan tarik tambahan
 - Tulangan tekan perlu $\rightarrow A_s' = \frac{C_s'}{f_s' - 0,85 \cdot f_c'}$
 - Tulangan tarik tambahan $\rightarrow A_{ss} = \frac{T_2}{f_y}$
8. Tulangan perlu $\rightarrow A_s = A_{sc} + A_{ss}$
 $\rightarrow A_s' = A_{s's}'$
9. Kontrol kekuatan $\rightarrow \phi M_n \geq M_u$

2.4.3.3 Perencanaan Tulangan Geser

$$\text{Kontrol dimensi} = \phi \cdot \frac{5}{6} \sqrt{f_c'} \cdot b \cdot d$$

$$\text{Syarat: } V_u < \phi \cdot \frac{5}{6} \sqrt{f_c'} \cdot b \cdot d \quad \dots \text{ dimensi OK}$$

$$\text{Cek kondisi: } V_c = \frac{1}{6} \cdot \sqrt{f_c'} \cdot b \cdot d$$

Persyaratan geser :

1. Kondisi 1 $\rightarrow 0,5 \cdot \phi \cdot V_c \leq V_u$
(tidak perlu tulangan geser \rightarrow pasang praktis)
2. Kondisi 2 $\rightarrow 0,5 \cdot \phi \cdot V_c < V_u \leq \phi \cdot V_c$
(tulangan geser minimum)
3. Kondisi 3 $\rightarrow \phi \cdot V_c < V_u \leq \phi \cdot (V_c + V_s \text{ min})$
(tulangan geser minimum)
4. Kondisi 4 $\rightarrow \phi \cdot (V_c + V_s \text{ min}) < V_u \leq$
 $\phi \cdot (V_c + \frac{1}{3} \cdot \sqrt{f_c'} \cdot b_w \cdot d)$ (perlu tulangan geser)
5. Kondisi 5 $\rightarrow \phi \cdot (V_c + \frac{1}{3} \cdot \sqrt{f_c'} \cdot b_w \cdot d) < V_u \leq$
 $\phi \cdot (V_c + \frac{2}{3} \cdot \sqrt{f_c'} \cdot b_w \cdot d)$ (perlu tulangan geser)

$$\text{Luas tulangan geser (A}_v) = 2 \times \frac{1}{4} \times \pi \times d^2 \rightarrow \text{Untuk sengkang 2 kaki}$$

$$\text{Jarak tulangan geser (S)} = \frac{A_v \cdot f_y \cdot d}{V_s}$$

Dengan ketentuan :

$$S_{\max} < \frac{d}{2} \quad \text{SNI 03-2847-2002 pasal 13.5(4.1)}$$

$$S_{\max} < 600 \text{ mm}$$

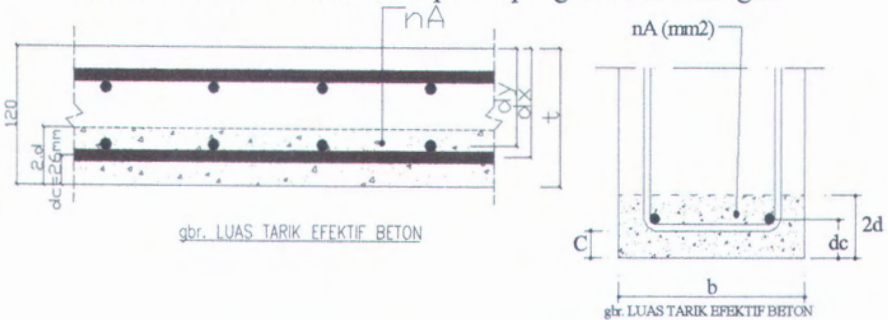
2.4.3.4 Kontrol Retak Plat dan Balok

Bila tegangan leleh rencana f_y untuk tulangan tarik melebihi 300 MPa, maka penampang dengan momen positif dan negatif maksimum harus dirancang sedemikian hingga nilai z yang diberikan oleh :

$$z = f_s \cdot \sqrt[3]{d_c \cdot A}$$

SNI 03-2847-2002 pasal 12.6(4)24

Tidak melebihi 30 MN/m untuk penampang di dalam ruangan



Gambar 2.5 Luas Tarik Efektif Beton

Dimana :

f_s = tegangan dalam tulangan yang dihitung pada beban kerja, dapat diambil 0,6 f_y

d_c = tebal selimut beton diukur dari serat tarik terluar ke pusat batang tulangan

A = luas efektif beton tarik di sekitar lentur tarik dan mempunyai titik pusat yang sama dengan titik pusat tulangan tersebut dibagi jumlah batang tulangan

$$z = f_s \cdot \sqrt[3]{d_c \cdot A}$$

Sebagai alternatif terhadap perhitungan nilai z , dapat dilakukan perhitungan lebar retak yang diberikan oleh :

$$\sigma = 11 \times 10^{-6} \times \beta \times f_s \cdot \sqrt[3]{d_c \cdot A} \quad \text{SNI 03-2847-2002 pasal 12.6(4)25}$$

Dimana nilai lebar retak yang diperoleh tidak boleh melebihi 0,4 mm untuk penampang didalam ruangan dan 0,3 mm untuk penampang yang dipengaruhi cuaca luar.

Selain itu spasi tulangan yang berada paling dekat dengan permukaan tarik tidak boleh lebih dari :

$$S = \frac{95.000}{f_s} - 2,5 C_c \text{ SNI 03-2847-2002 pasal 12.6(4)26}$$

$$\text{Dan tidak boleh lebih dari } 300 \times \frac{252}{f_s}$$

2.5 Desain Struktur Utama

2.5.1 Pembebanan

Jenis pembebanan yang dipakai dalam perencanaan yang harus diperhitungkan dalam perencanaan struktur gedung PT. Meratus II, ini adalah :

a. Beban Vertikal.

- Beban Mati (PPIUG 1983 ps.1.0.(1)).

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

- Beban Hidup (PPIUG 1983 ps.1.0.(2)).

Beban Hidup adalah semua beban yang terjadi akibat penghunian atau penggunaan suatu gedung dan ke dalamnya termasuk beban-beban pada lantai 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 hidup dari gedung itu, sehingga mengakibatkan perubahan dalam pembebanan lantai dan atap tersebut. Khusus pada atap ke dalam beban hidup dapat termasuk beban yang berasal dari air hujan, baik akibat genangan maupun akibat tekanan jatuh (energi kinetik) butiran air.

b. Beban Horisontal.

- Beban Angin (PPIUG 1983 ps.1.0.(3)).
Beban Angin adalah semua beban yang bekerja pada gedung atau bagian gedung yang disebabkan oleh selisih dalam tekanan udara.
- Beban Gempa (PPIUG 1983 ps.1.0.(4)).
Beban Gempa adalah semua beban statik ekuivalen yang bekerja pada gedung atau bagian gedung yang menirukan pengaruh dari gerakan tanah akibat gempa itu. Dalam hal pengaruh gempa pada struktur gedung ditentukan berdasarkan suatu analisa dinamik, maka yang diartikan dengan beban gempa di sini adalah gaya-gaya di dalam struktur tersebut yang terjadi oleh gerakan tanah akibat gempa itu.

2.5.2 Komponen Struktur Lentur

2.5.2.1 Ruang Lingkup

- a. Komponen-komponen struktur yang :
 - memikul gaya akibat beban gempa.
 - direncanakan untuk memikul lentur.
- b. Komponen struktur tersebut harus memenuhi syarat-syarat :
 - gaya aksial tekan terfaktor pada komponen struktur tidak boleh melebihi $0,1 A_g f_c'$.
 - bentang bersih komponen struktur tidak boleh kurang dari empat kali tinggi efektifnya.
 - perbandingan lebar terhadap tinggi tidak boleh kurang dari 0,3.
 - lebarnya tidak boleh kurang dari 250 mm dan lebih dari lebar komponen struktur pendukung (diukur pada bidang tegak lurus terhadap sumbu longitudinal komponen struktur pendukung yang tidak melebihi tiga perempat tinggi komponen struktur lentur).

2.5.2.2 Tulangan longitudinal

- a. Jumlah tulangan tarik (A_s) tidak boleh kurang dari :

$$A_{s_{\min}} = \frac{\sqrt{f_c'}}{4 \cdot f_y} \cdot b_w \cdot d$$

Dan tidak boleh kurang dari : $A_{s_{\min}} = \frac{1,4}{f_y} \cdot b_w \cdot d$

Dan rasio tulangan ρ tidak boleh melebihi 0,025 ($\rho \leq 0,025$).

Sekurang-kurangnya harus ada dua batang tulangan atas dan dua batang tulangan bawah yang dipasang secara menerus.

- b. Kuat lentur positif komponen struktur lentur pada muka kolom tidak boleh lebih kecil dari setengah kuat lentur negatifnya pada muka tersebut. Baik kuat lentur negatif maupun kuat lentur positif pada setiap penampang di sepanjang bentang tidak boleh kurang dari seperempat kuat lentur terbesar yang disediakan pada kedua muka kolom tersebut.
- c. Sambungan lewatan pada tulangan lentur hanya diijinkan jika ada tulangan spiral atau sengkang tertutup yang mengikat bagian sambungan lewatan tersebut. Spasi sengkang $\leq \frac{1}{4}d$ atau 100 mm.

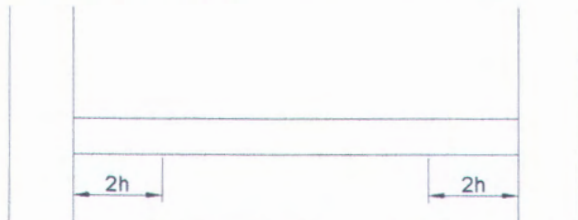
Sambungan lewatan tidak boleh digunakan :

- pada daerah hubungan balok - kolom.
- pada daerah hingga jarak dua kali tinggi balok dari muka kolom.
- pada tempat-tempat yang berdasarkan analisis, memperlihatkan kemungkinan terjadinya leleh lentur akibat perpindahan lateral inelastis struktur rangka.

2.5.2.3 Tulangan transversal

- a. Sengkang harus dipasang pada komponen struktur pada daerah-daerah di bawah ini :
- pada daerah hingga dua kali tinggi balok diukur dari muka tumpuan ke arah tengah bentang di kedua ujung komponen struktur lentur.

- di sepanjang daerah dua kali tinggi balok pada kedua sisi dari suatu penampang dimana leleh lentur diharapkan dapat terjadi sehubungan dengan terjadinya deformasi inelastik struktur rangka.



Gambar 2.6 (2h) Daerah Dimana Leleh Lentur Terjadi Akibat Deformasi Inelastik Struktur Rangka

- Senggang pertama harus dipasang ≤ 50 mm dari muka tumpuan
 Jarak maksimum senggang (S_{mak})

$$\leq \frac{1}{4} d$$

$$S_{\text{mak}} \leq 8 \text{ kali diameter terkecil tulangan memanjang}$$

$$\leq 24 \text{ kali diameter batang tulangan senggang.}$$

$$\leq 300 \text{ mm.}$$
- Pada daerah yang memerlukan senggang, tulangan memanjang pada perimeter harus mempunyai pendukung lateral.
- Pada daerah yang tidak memerlukan senggang, senggang dengan kait gempapada kedua ujungnya harus dipasang dengan spasi tidak lebih dari $\frac{1}{2} d$ disepanjang bentang komponen struktur ini.
- Senggang yang diperlukan untuk memikul geser harus dipasang disepanjang komponen struktur.
- Senggang dalam komponen struktur lentur diperbolehkan terdiri dari dua unit tulangan, yaitu : Sebuah senggang dengan kait gempapada kedua ujung dan ditutup oleh pengikat silang Pada pengikat silang yang berurutan yang mengikat tulangan memanjang yang sama, kait 90° nya harus dipasang secara

berselang-seling. Jika tulangan memanjang yang diberi pengikat silang dikekang oleh plat lantai hanya pada satu sisi saja maka kait 90° nya harus dipasang pada sisi yang dikekang.

Persyaratan kuat geser.

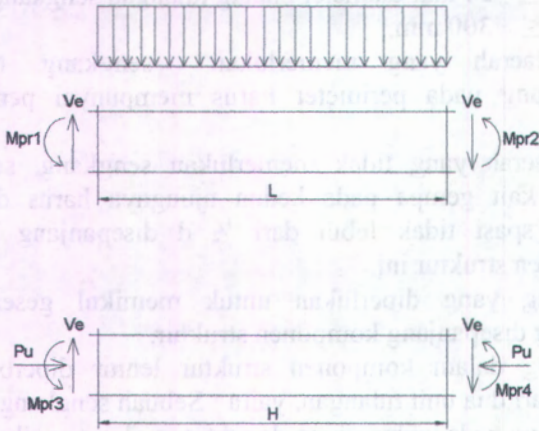
a. Gaya rencana

gaya geser rencana (V_e) harus ditentukan dari peninjauan gaya statik pada bagian komponen struktur antara dua muka tumpuan. Momen-momen dengan tanda berlawanan sehubungan dengan kuat lentur maksimum (M_{pr}) harus dianggap bekerja pada muka-muka tumpuan, dan komponen struktur tersebut dibebani dengan beban gravitasi terfaktor di sepanjang bentangnya.

Untuk balok :
$$V_e = \frac{M_{pr1} + M_{pr2}}{L} \pm \frac{W_u L}{2}$$

Beban gravitasi $W_u = 1,2D + 1,0 L$

Untuk kolom :
$$V_e = \frac{M_{pr3} + M_{pr4}}{H}$$



Gambar 2.7 Perencanaan Geser Untuk Balok-Kolom

- arah gaya geser V_e tergantung pada besar relatif beban gravitasi dan geser yang dihasilkan oleh momen–momen ujung.
 - momen–momen ujung M_{pr} didasarkan pada tegangan tarik $1,25f_y$ dimana f_y adalah kuat leleh yang disyaratkan (kedua momen ujung harus diperhitungkan untuk kedua arah, yaitu searah jarum jam dan berlawanan arah jarum jam).
 - momen–momen ujung M_{pr} untuk kolom tidak perlu lebih besar daripada momen yang dihasilkan oleh M_{pr} balok yang merangka pada hubungan balok–kolom V_e tidak boleh lebih kecil daripada nilai yang dibutuhkan berdasarkan hasil analisa struktur.
- b. Tulangan transversal
- tulangan transversal sepanjang daerah dua kali tinggi balok diukur dari muka tumpuan harus dirancang untuk memikul geser dengan menganggap $V_c = 0$, bila :
- gaya geser akibat gempa mewakili setengah atau lebih daripada kuat geser perlu maksimum disepanjang daerah tersebut.
 - gaya aksial tekan terfaktor, termasuk akibat gempa lebih kecil dari $1/20 A_g f_c'$

2.5.3 Komponen Struktur Yang Menerima Kombinasi Lentur Dan Beban Aksial

2.5.3.1 Ruang Lingkup

- a. Komponen–komponen struktur yang :
- memikul gaya akibat gempa.
 - menerima beban aksial terfaktor yang lebih besar daripada $1/10 A_g f_c'$
- b. Komponen struktur tersebut harus memenuhi syarat–syarat berikut ini :

- ukuran penampang terkecil, tidak kurang dari 300 mm.
- perbandingan antara ukuran terkecil penampang terhadap ukuran dalam arah tegak lurus nya tidak kurang dari 0,4.

2.5.3.2 Kuat lentur minimum kolom

- a. Kuat lentur setiap kolom yang dirancang untuk menerima beban aksial tekan terfaktor melebihi $1/10 A_g f_c'$ harus

$$\text{memenuhi : } \Sigma M_e \geq \frac{6}{5} \Sigma M_g.$$

ΣM_e adalah jumlah momen pada muka balok hubungan balok-kolom, sehubungan dengan kuat lentur nominal kolom yang merangka pada hubungan balok-kolom tersebut. Kuat lentur kolom harus dihitung untuk gaya aksial terfaktor, yang sesuai dengan arah gaya-gaya lateral yang ditinjau, yang menghasilkan nilai kuat lentur yang terkecil.

ΣM_g adalah jumlah momen pada muka kolom hubungan balok-kolom, sehubungan dengan kuat lentur nominal balok-kolom yang merangka pada hubungan balok-kolom tersebut.

- b. Kuat lentur harus dijumlahkan sedemikian hingga momen kolom berlawanan dengan momen balok. Syarat tersebut harus dipenuhi untuk kedua arah momen balok yang bekerja pada bidang rangka yang ditinjau.

2.5.3.3 Tulangan longitudinal

- a. Rasio penulangan : $0,01 \leq \rho_g \leq 0,06$
- b. Sambungan lewatan hanya diizinkan di lokasi setengah panjang elemen struktur yang berada ditengah.

2.5.3.4 Tulangan transversal

- a. Ketentuan mengenai jumlah tulangan transversal di bawah ini harus dipenuhi :

- rasio tulangan

$$\text{tidak boleh kurang dari : } \rho_s = \frac{0,12 f_c'}{f_y}$$

dan tidak boleh kurang dari : $\rho_s = 0,45 \left[\frac{A_g}{A_c} - 1 \right] \frac{f_c'}{f_y}$

$f_y \leq 400$ Mpa

- luas total penampang sengkang tidak boleh kurang :

$$A_s = 0,3 \left(\frac{S \cdot f_c'}{f_y} \right) \left[\left(\frac{A_g}{A_c} \right) - 1 \right]$$

$$A_s = 0,09 \left(\frac{S \cdot f_c'}{f_y} \right)$$

- b. Tulangan transversal harus diletakan dengan spasi tidak lebih daripada :
- $\frac{1}{4}$ dari dimensi terkecil komponen struktur.
 - enam kali diameter tulangan longitudinal
 - dan nilai S_x : $100 \text{ mm} \leq \left(S_x = 100 + \frac{350 - h_x}{3} \right) \leq 150 \text{ mm}$.
- c. Tulangan transversal harus dipasang sepanjang λ_0 dari setiap muka hubungan balok–kolom dan juga sepanjang λ_0 pada kedua sisi dari setiap penampang yang berpotensi membentuk leleh lentur akibat deformasi lateral inelastis struktur rangka. Panjang λ_0 ditentukan tidak kurang daripada :
- tinggi penampang komponen struktur pada muka hubungan balok–kolom atau pada segmen yang berpotensi membentuk leleh lentur.
 - $1/6$ bentang bersih komponen struktur
 - 500 mm.

Persyaratan kuat geser

- a. Gaya–gaya rencana
- gaya geser rencana (V_e) harus ditentukan dengan memperhatikan gaya–gaya maksimum yang dapat terjadi pada muka hubungan balok–kolom pada setiap ujung komponen struktur.
 - gaya–gaya pada muka hubungan balok–kolom tersebut harus ditentukan menggunakan kuat momen maksimum

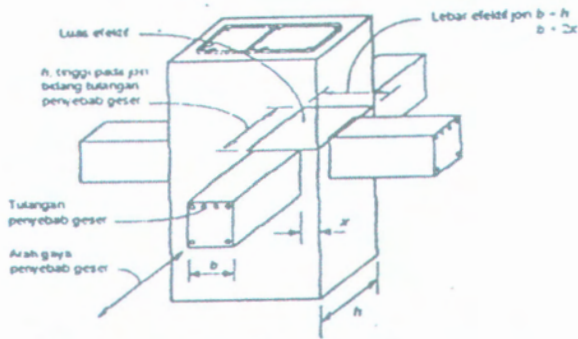
- (M_{pr}) dari komponen struktur tersebut yang terkait dengan rentang beban-beban aksial terfaktor yang bekerja.
- gaya geser rencana tersebut tidak perlu lebih besar daripada gaya geser rencana yang ditentukan dari kuat hubungan balok-kolom berdasarkan kuat momen maksimum (M_{pr}), dari komponen struktur transversal yang merangka pada hubungan balok-kolom tersebut.
 - gaya geser rencana (V_e) tidak boleh lebih kecil daripada geser terfaktor hasil perhitungan analisis struktur.
- b. Tulangan transversal pada komponen struktural sepanjang λ_0 harus direncanakan untuk memikul geser dengan menganggap $V_c = 0$, bila :
- gaya geser akibat gempa mewakili 50% atau lebih kuat geser perlu maksimum pada bagian sepanjang λ_0 tersebut.
 - gaya tekan aksial terfaktor termasuk akibat pengaruh gempa tidak melampaui $1/20 A_g f_c'$.

2.5.4 Hubungan Balok Kolom

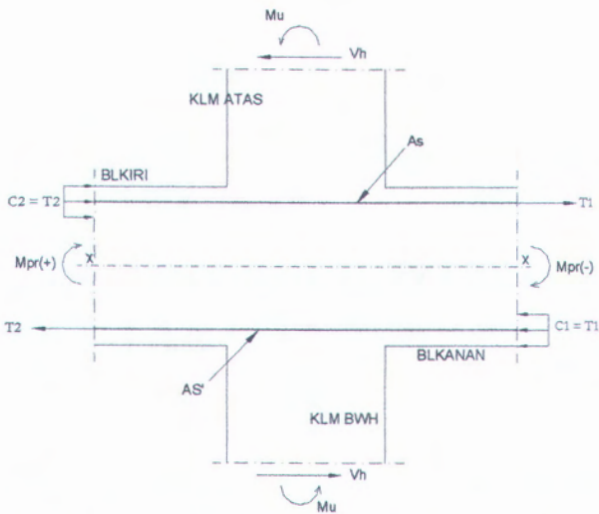
2.5.4.1 Ketentuan umum

- a. Gaya-gaya pada tulangan longitudinal balok di muka hubungan balok-kolom harus ditentukan dengan menganggap bahwa tegangan pada tulangan tarik lentur adalah $1,25 f_y$.
- b. Tulangan longitudinal balok yang berhenti pada suatu kolom harus ditentukan hingga mencapai sisi jauh dari kolom.
- c. bila tulangan longitudinal balok diteruskan hingga melewati hubungan balok-kolom, dimensi kolom dalam arah paralel terhadap tulangan longitudinal balok tidak boleh kurang daripada 20 kali diameter tulangan longitudinal terbesar balok untuk beton berat normal.
- d. bila digunakan beton ringan maka dimensi tersebut tidak boleh kurang daripada 26 kali diameter tulangan longitudinal terbesar balok.

2.5.4.2 Sambungan Balok-Kolom Interior



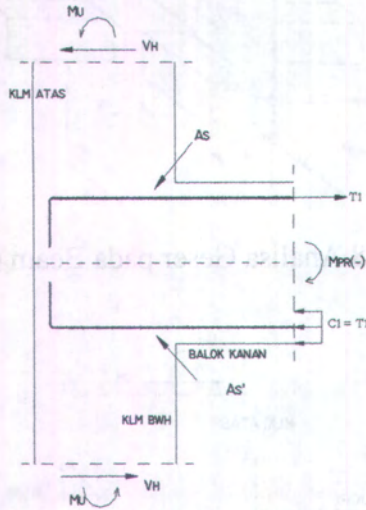
Gambar 2.8 Analisa Geser pada Beam Column Joint



Gambar 2.9 Analisa Geser pada Beam Column Joint Interior

2.5.4.3 Sambungan Balok-Kolom Ekterior

Kuat geser hubungan balok kolom tepi pada kolom luar ini hanya dikekang oleh 3 balok, sehingga sesuai pasal SNI-03-2847-2002 ps 23.5.2.2, tulangan transversal diujung kolom harus dipasang dalam hubungan balok-kolom (HBK).



Gambar 2.10 Analisa Geser pada Beam Column Joint Eksterior

2.5.4.4 Tulangan transversal

- a. Tulangan transversal harus dipasang di dalam daerah hubungan balok-kolom kecuali bila hubungan balok-kolom tersebut dikekang oleh komponen-komponen struktur antara lain :
 - pada hubungan balok-kolom dimana balok-balok, dengan lebar setidaknya-tidaknya sebesar $\frac{3}{4}$ lebar kolom, merangka pada keempat sisinya, harus dipasang tulangan transversal setidaknya-tidaknya sejumlah setengah dari yang ditentukan.
 - tulangan transversal ini dipasang di daerah hubungan balok- kolom disetinggi balok terendah yang merangka ke hubungan tersebut.

- pada daerah tersebut spasi tulangan transversal dapat diperbesar menjadi 150 mm.
- b. Pada hubungan balok–kolom, dengan lebar balok lebih besar daripada lebar kolom, tulangan transversal harus dipasang pada hubungan tersebut untuk memberikan kekangan terhadap tulangan longitudinal balok yang berada diluar daerah kolom.
- c. Kuat geser
 - Kuat geser nominal hubungan balok–kolom tidak boleh diambil lebih besar daripada ketentuan berikut :
 - untuk hubungan balok–kolom yang terkekang pada keempat sisinya $1,7 \sqrt{f_c'} A_f$.
 - untuk hubungan yang terkekang pada ketiga sisinya atau dua sisi yang berlawanan $1,25 \sqrt{f_c'} A_f$.
 - untuk hubungan lainnya $1,5 \sqrt{f_c'} A_f$.

suatu balok yang merangka pada suatu hubungan balok–kolom dianggap memberikan kekangan bila setidaknya–tidaknya $\frac{3}{4}$ bidang muka hubungan balok–kolom tersebut tertutupi oleh balok yang merangka tersebut.

hubungan balok–kolom dapat dianggap terkekang bila ada empat balok yang merangka pada keempat sisi hubungan balok–kolom tersebut.
 - Untuk beton ringan, kuat geser nominal hubungan balok–kolom tidak boleh diambil lebih besar daripada $\frac{3}{4}$ nilai-nilai yang ditentukan.

2.5.4.5 Panjang penyaluran tulangan tarik

- a. Panjang penyaluran (λ_{dh}) dengan kait.
 - untuk beton berat normal
 - $\geq 8 db$
 - $\lambda_{dh} \geq 150 mm$

$$\geq \frac{f_y \cdot db}{5,4 \sqrt{f_c'}}$$

untuk diameter tulangan sebesar 10 mm – 36 mm.

- untuk beton ringan

$$\geq 10 \text{ db}$$

$$\lambda_{dh} \geq 190 \text{ mm}$$

$$\geq 1,25 \frac{f_y \cdot db}{5,4 \sqrt{f_c'}}$$

b. Panjang penyaluran (λ_{dh}) tanpa kait.

- bila ketebalan pengecoran beton dibawah tulangan tersebut kurang daripada 300 mm, maka λ_{dh} 2,5 kali λ_{dh} yang telah ditentukan diatas.
- bila ketebalan pengecoran beton dibawah tulangan tersebut lebih daripada 300 mm, maka λ_{dh} 3,5 kali λ_{dh} yang telah ditentukan diatas.

2.6 Perencanaan Pondasi

Untuk perencanaan pondasi menggunakan pondasi tiang pancang dengan data tanah yang digunakan yaitu berdasarkan hasil uji SPT (Standart Penetration Test).

2.6.1 Daya Dukung Tiang Pancang

Langkah-langkah dalam Perhitungan daya dukung tiang pancang yang berdasarkan hasil uji SPT (Standart Penetration Test), adalah sebagai berikut :

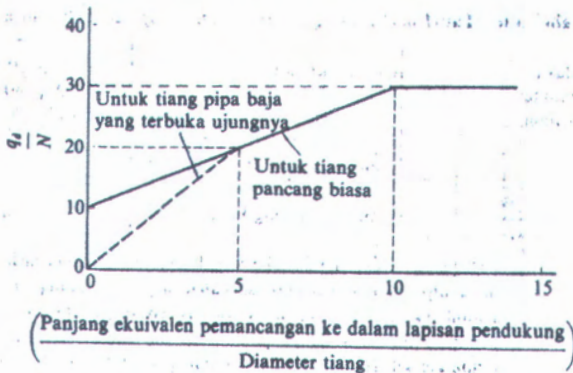
- Panjang ekuivalen dari penetrasi tiang :
 - N pada ujung tiang (N_1) (Data hasil uji SPT)
 - N rata-rata pada jarak 4D dari ujung tiang (\bar{N}_2) :

$$N \text{ rata-rata } (\bar{N}) : \frac{N_1 + \bar{N}_2}{2}$$

- Daya dukung pada ujung tiang :

- Hitung nilai $\frac{\ell}{D}$

- mencari nilai $\frac{q_d}{N}$ dari gambar 2.11
- $q_d = \frac{q_d}{N} \times \bar{N}$ (satuan : ton/m²)
- $q_d \cdot A$
- Gaya geser maksimum dinding tiang :
 - $U \cdot \Sigma li.fi = (\pi \cdot D) \times \Sigma li.fi$



Gambar 2.11 Gaya Geser Pada Keliling Permukaan Tiang, Digolongkan Menurut Lapisan Tanah

Tabel 2.3 INTENSITAS GAYA GESER DINDING TIANG

Jenis Tanah Pondasi \ Jenis Tanah	Tiang Pracetak	Tiang yang dicor ditempat
Tanah berpasir	$\frac{N}{5} (\leq 10)$	$\frac{N}{2} (\leq 12)$
Tanah Kohesif	C atau $N (\leq 12)$	$\frac{C}{2}$ atau $\frac{N}{2} (\leq 12)$

- Daya dukung ultimate :

$$R_u = q_d \cdot A + U \cdot \Sigma li.fi$$

- Daya dukung yang diijinkan :

$$R_a = \frac{R_u}{n} \rightarrow P_{\text{ijin 1 tiang}}$$

- Jumlah tiang pancang yang diperlukan (n)

$$n = \frac{P}{P_{\text{ijin 1 tiang}}}$$

- P 1 tiang yang diijinkan

$$P = \frac{\sum P}{n} \pm \frac{M_y x}{\sum x^2} \pm \frac{M_x y}{\sum y^2} \rightarrow P_{\text{max}} \text{ (ambil P terbesar)}$$

Efisiensi tiang :

- Kekuatan group tiang pancang : $\theta = \arctg \left(\frac{D}{s} \right)$

- Efisiensi tiang (η) : $\eta = 1 - \theta \frac{(n-1)m + (m-1)n}{90^\circ \times m \times n}$

- Cek Kekuatan :

$$P_{\text{ijin group}} = P_{\text{ijin tiang}} \times \eta > P_{\text{max}} \dots \dots \dots \text{OK}$$

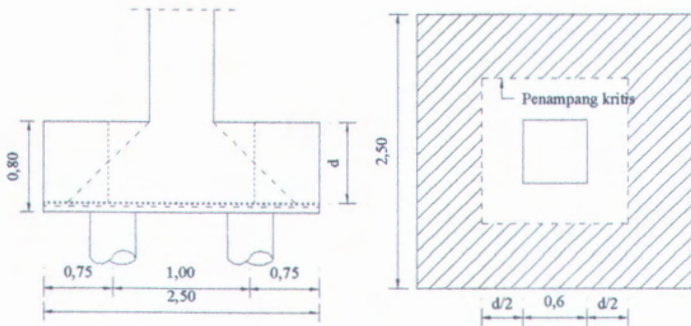
2.6.2 Kontrol Geser Pons pada Poer

Dalam merencanakan tebal poer, harus memenuhi persyaratan bahwa kekuatan gaya geser nominal harus lebih besar dari geser pons yang terjadi. Kuat geser yang disumbangkan beton diambil terkecil dari :

- $V_c = \left(1 + \frac{2}{\beta_c} \right) \frac{\sqrt{f_c'} b_o d}{6}$ SNI 03-3847-2002 pasal 13.12.2(1(a))

- $V_c = \left(\frac{\alpha_s d}{b_o} + 2 \right) \frac{\sqrt{f_c'} b_o d}{6}$ SNI 03-3847-2002 pasal 13.12.2(1(b))

- $V_c = \frac{1}{3} \sqrt{f_c'} b_o d$ SNI 03-3847-2002 pasal 13.12.2(1(c))



Gambar 2.12 Penampang Kritis Pada Pondasi

dimana :

β_c = rasio dari sisi panjang terhadap sisi pendek pada kolom

b_o = keliling dari penampang kritis pada poer

$$= 2 (b_{\text{kolom}} + d) + 2 (h_{\text{kolom}} + d)$$

α_s = 30, untuk kolom tepi

= 40, untuk kolom tengah

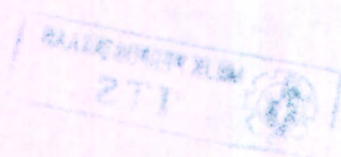
= 20, untuk kolom pojok

$\phi V_c > \Sigma P_t$ OK

Ketebalan dan ukuran poer memenuhi syarat terhadap geser.



"Halaman ini sengaja dikosongkan"



BAB III PRELIMINARY DESIGN

3.1 Umum

Di dalam suatu perencanaan gedung, kita harus melakukan preliminary design terlebih dahulu. Preliminary design yaitu suatu tahapan perhitungan dimana kita merencanakan dimensi awal dari suatu elemen struktur.

3.2 Balok

Dimensi Balok Induk

Di dalam peraturan SNI 03-2847-2002 dalam tabel 8 disebutkan bahwa tebal minimum balok diatas dua tumpuan sederhana disyaratkan $L/16$. Namun dalam perencanaan ini dimensi balok diambil range $1/10 L$ s/d $1/16 L$.

- Dimensi balok induk dengan bentang $L = 7,25$ m memanjang :

$$h = \frac{725}{12} = 60 \text{ cm}$$

$$b = 2/3 * 60 = 40 \text{ cm} \sim 40 \text{ cm}$$

Jadi dimensi balok adalah $40 / 60 \text{ cm}^2$

- Dimensi balok induk dengan bentang $L = 7,25$ m melintang :

$$h = \frac{725}{12} = 60 \text{ cm}$$

$$b = 2/3 * 60 = 40 \text{ cm} \sim 40 \text{ cm}$$

Jadi dimensi balok adalah $40 / 60 \text{ cm}^2$

Dimensi Balok Anak

- Dimensi balok anak dengan bentang $L = 7,25$ m memanjang :

$$h = \frac{725}{16} = 45 \text{ cm}$$

$$b = 2/3 * 45 = 30 \text{ cm} \sim 30 \text{ cm}$$

Jadi dimensi balok adalah 30 / 450 cm²

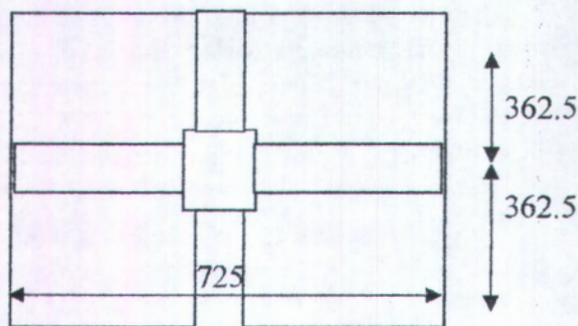
- Dimensi balok anak dengan bentang $L = 7,25 \text{ m}$ melintang :

$$h = \frac{725}{16} = 45 \text{ cm}$$

$$b = 2/3 * 45 = 30 \text{ cm} \sim 30 \text{ cm}$$

Jadi dimensi balok adalah 30 / 450 cm²

3.3 Kolom



Gambar. 3.1
Denah Pembebanan Tributary Pada Kolom

Pada Perencanaan kolom diambil pada As 6 – C

Tinggi tiap tingkat : Lantai dasar sampai atap = 360 cm

Beban Mati :

Lantai 1-8 :

Pelat	:	$7,25 \times 7,25 \times 0,12 \times 2400 \text{ Kg/m}^3 \times 8 \text{ tingkat}$	=	15138	Kg
Plafon	:	$7,25 \times 7,25 \times 11 \text{ Kg/m}^2 \times 8 \text{ tingkat}$	=	4325,5	Kg
Penggantungan	:	$7,25 \times 7,25 \times 7 \text{ Kg/m}^2 \times 8 \text{ tingkat}$	=	2943,5	Kg
Balok Induk	:	$(7,25 \times 0,40 \times 0,60 \times 2400 \text{ Kg/m}^3) \times 8 \text{ tk}$	=	33408	Kg
		$(7,25 \times 0,40 \times 0,60 \times 2400 \text{ Kg/m}^3) \times 8 \text{ tk}$	=	33408	Kg
Spesi	:	$7,25 \times 7,25 \times 0,02 \times 2200 \text{ Kg/m}^3 \times 8 \text{ tingkat}$	=	20184	Kg
Tegel	:	$7,25 \times 7,25 \times 0,02 \times 2400 \text{ Kg/m}^3 \times 8 \text{ tingkat}$	=	20184	Kg
Dinding bata	:	$7,25 \times 3,96 \times 250 \text{ Kg/m}^2 \times 0,8 \times 8 \text{ tingkat}$	=	45820	Kg
Berat Total				=	175411 Kg

Jadi berat total (P) lantai = 175411 Kg

Beban Hidup :

Lantai	:	$7,25 \times 7,25 \times 250 \text{ Kg/m}^2 \times 7 \text{ tingkat}$	=	91984,37	Kg
Berat Total				=	91984,37 Kg

$$\begin{aligned} \text{Jadi Berat Total : } W &= 1,2 \text{ DD} + 1,6 \text{ DL} \\ &= 1,2 (175411) + 1,6 (91984,37) \\ &= 357668,19 \text{ Kg} \end{aligned}$$

$$\text{Mutu Beton} = 30 \text{ Mpa} = 300 \text{ Kg/cm}^2 \quad (1 \text{ Mpa} = 10 \text{ Kg/cm}^2)$$

$$\text{Dimensi : } A = \frac{P}{0,33 \times f_c'} = \frac{357668,19}{0,33 \times 350} = 3096,69 \text{ cm}^2$$

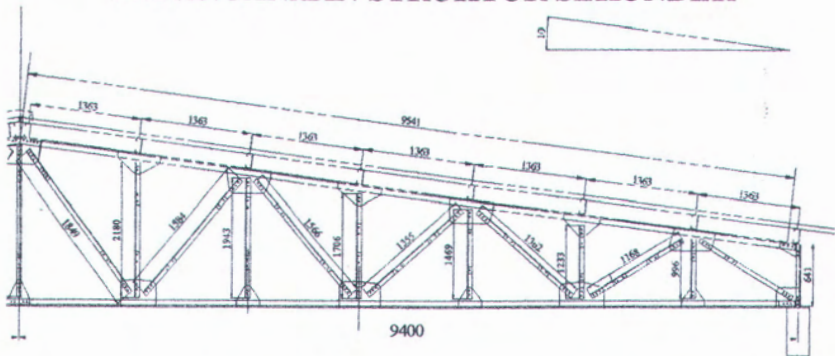
$$\text{Dimensi : } b^2 = 3096,69 \text{ cm}^2$$

$$b = 55,67 \text{ cm} \sim 60 \text{ cm}$$

Jadi Dimensi Kolom digunakan 60/60 cm

"Halaman ini sengaja dikosongkan"

BAB IV PERENCANAAN STRUKTUR SEKUNDER



Gambar 4.1. Gambar Kuda-Kuda Baja

4.1 PERHITUNGAN GORDING

Direncanakan dimensi gording dari profil C 125 x 50 x 20 x 2,3 dengan data sbb :

W	= 4,51 kg/m	i _x	= 4,88 cm	Z _y	= 6,22 cm ³
A	= 5,747 cm ²	Z _x	= 21,9 cm ³		
d	= 125 mm	t _f	= 2,3 mm		
t _w	= 2,3 mm	I _y	= 20,6 cm ⁴		
I _x	= 137 cm ⁴	i _y	= 1,89 cm		
h = d - 2(tf + r) = 125 - 2(2,3) = 120,40 mm					

Data perencanaan :

- Mutu baja BJ 37 f_y = 2400 kg/cm ; f_u = 3700 kg/cm
- Jarak miring gording = 1363 mm = 1,363 m
- Jarak datar gording = 1343 mm = 1,343 m
- Jarak kuda-kuda = 3650 mm = 3.65 m
- Kemiringan atap = 10⁰
- Jenis atap yang digunakan adalah "Spandek " dengan data berikut :
 - tebal (t) = 0.4 mm
 - berat (G) = 4.16 kg/m²

- Bentang tengah max. = 1500 mm
- Bentang tepi max. = 1100 mm

Perhitungan Pembebanan

A. Beban mati (q_D)

- Beban mati (q_D)
 1. Berat penutup atap = $1,363 \times 4,16 = 5,67 \text{ kg/m'}$
 2. Berat gording = $4,51 = \frac{4,51 \text{ kg/m' +}}{= 10,18 \text{ kg/m'}}$
 3. Alat pengikat = $10\% \times 10,18 = \frac{1,02 \text{ kg/m' +}}{= 11,20 \text{ kg/m'}}$
$$q_{(D)} \cong 12,00 \text{ kg/m'}$$

- Momen akibat beban mati dan beban hidup :

$$\begin{aligned}
 M_{Dx} &= 1/8 \times q_d \cos \alpha \times L^2 \\
 &= 1/8 \times 12 \cos 10^0 \times 3.65^2 \\
 &= 19,68 \text{ kg.m}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 M_{Dy} &= 1/8 \times q_d \sin \alpha \times (L/3)^2 \\
 &= 1/8 \times 12 \sin 10^0 \times (3.65/3)^2 \\
 &= 0,3856 \text{ kg.m}
 \end{aligned}$$

B. Beban hidup (q_L) :

Beban hidup terbagi rata (hujan)

Berdasarkan PPI'83 Ps.3.2.2a hal 13 :

$$\begin{aligned}
 q_L &= (40 - 0,8\alpha) \\
 &= (40 - 0,8 \cdot 10) \\
 &= 32 \text{ kg/m}^2 \leq 20 \text{ kg/m}^2 \rightarrow \text{diambil } q_L = 20 \text{ kg/m}^2
 \end{aligned}$$

$$q_{LH} = 20 \text{ kg/m}^2 \times 1,343 \text{ m} = 26,86 \text{ kg/m'}$$

$$\begin{aligned}
 M_{Lx} &= 1/8 \times q_{LH} \cos \alpha \times L^2 \\
 &= 1/8 \times 26,86 \cos 10^0 \times 3.65^2 \\
 &= 44,05 \text{ kg.m}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 M_{Ly} &= 1/8 \times q_{LH} \sin \alpha \times (L/3)^2 \\
 &= 1/8 \times 26,86 \sin 10^0 \times (3.65/3)^2 \\
 &= 0,863 \text{ kg.m}
 \end{aligned}$$

▪ Beban hidup terpusat (P_L)

Berdasarkan PPI'83 Ps.3.2.2b hal.13 $\rightarrow P_L = 100 \text{ kg}$

Maka momen yang terjadi :

$$\begin{aligned} M_{Px} &= 1/4 \times P \cos\alpha \times L \\ &= 1/4 \times 100 \cos 10^\circ \times 3.65 \\ &= 89,864 \text{ kg.m} \end{aligned}$$

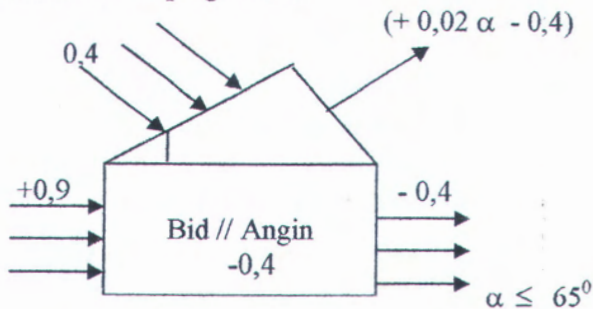
$$\begin{aligned} M_{Py} &= 1/4 \times P \sin\alpha \times (L/3) \\ &= 1/4 \times 100 \sin 10^\circ \times (3.65/3) \\ &= 5,282 \text{ kg.m} \end{aligned}$$

C. Beban Angin (w)

Berdasarkan PPIUG'83 Ps. 4.2.2 hal 22 diambil tekanan angin (q_w) = 40 kg/m^2

Koefisien angin berdasarkan PPIUG'83 tabel 4.1 hal.28

- Kontruksi tertutup dg $\alpha \leq 65^\circ$



Gambar 4.2 Gambar Bidang Angin

- Angin tekan = $c \times q_w = (0,02 \times 10 - 0,4) \times 40 = -0,20$
(Terjadi angin hisap)
- Angin hisap = $-0,4 \times 40 = -16 \text{ kg/m}^2$
Angin hisap ini tidak bisa melawan beban ($D+L$),
maka angin hisap tidak perlu diperhitungkan

- Besar Momen berfaktor Mu (beban mati + beban hidup terpusat P_L)

$$\begin{aligned} Mu_x &= 1,2 \cdot M_{Dx} + 1,6 \cdot M_{Px} \\ &= 1,2 \cdot 19,68 + 1,6 \cdot 89,864 \\ &= 167,3984 \text{ kg.m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Mu_y &= 1,2 \cdot M_{Dy} + 1,6 \cdot M_{Py} \\ &= 1,2 \cdot 0,3856 + 1,6 \cdot 5,282 \\ &= 8,9139 \text{ kg.m} \end{aligned}$$

Kontrol Penampang Profil

(Berdasarkan LRFD, Tata Cara Perencanaan Struktur Baja untuk Bangunan Gedung table 7.5-1)

- Kontrol plat sayap :

$$\frac{b_f}{2t_f} = \frac{50}{2,3} = 10,869$$

$$\lambda_p = \frac{170}{\sqrt{240}} = 10,97$$

$$\frac{b}{2t_f} < \lambda_p \dots \dots \text{Ok}$$

- Kontrol plat badan :

$$\frac{h}{t_w} = \frac{120,40}{2,3} = 52,35$$

$$\lambda_p = \frac{1680}{\sqrt{240}} = 108,44$$

$$\frac{h}{t_w} < \lambda_p \dots \dots \text{Ok}$$

maka termasuk penampang kompak, $M_n = M_p$

Kontrol Lateral Buckling

Jarak antar 2 pengikat seng gelombang = jarak penahan lateral, $L_b = 38.0 \text{ cm}$

$$\begin{aligned}
 L_p &= 1,76 \cdot i_y \cdot \sqrt{\frac{E}{f_y}} \\
 &= 1,76 \cdot 1,89 \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot 10^5}{240}} \\
 &= 56,9 \text{ cm}
 \end{aligned}$$

$L_p > L_b$, maka termasuk bentang pendek

$$\begin{aligned}
 M_{n_x} &= Z_x \cdot f_y \\
 &= 21,90 \cdot 2400 \\
 &= 52.560 \text{ kg.cm} = 525,60 \text{ kg.m}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 M_{n_y} &= Z_y \cdot f_y \\
 &= 6,22 \cdot 2400 \\
 &= 14.928 \text{ kg.cm} = 149,28 \text{ kg.m}
 \end{aligned}$$

Persamaan Interaksi

$$\begin{aligned}
 &= \frac{M_{ux}}{\phi M_{nx}} + \frac{M_{uy}}{\phi M_{ny}} \leq 1 \\
 &= \frac{167,647}{0,9 \cdot 525,60} + \frac{8,9139}{0,9 \cdot 149,28} \\
 &= 0,42 \leq 1 \dots \dots \dots \text{Ok}
 \end{aligned}$$

Kontrol Lendutan Profil

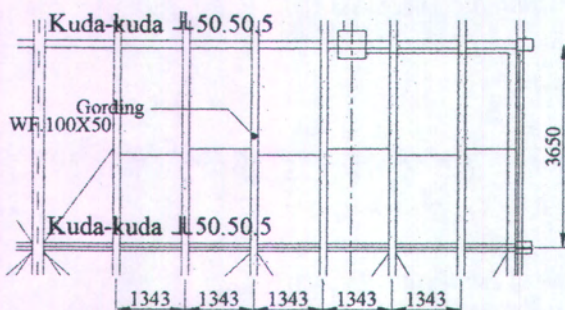
o lendutan ijin $f = \frac{L}{180} = \frac{365}{180} = 2,0 \text{ cm}$

o lendutan yang terjadi

$$\begin{aligned}
 f_x &= \frac{5}{384} \cdot \frac{q \cdot \cos \alpha \cdot L^4}{E \cdot I_x} + \frac{1}{48} \cdot \frac{P \cdot \cos \alpha \cdot L^3}{E \cdot I_x} \\
 &= \frac{5}{384} \cdot \frac{0,2 \cos 10 \cdot 365^4}{2 \cdot 10^6 \cdot 137} + \frac{1}{48} \cdot \frac{100 \cdot \cos 10 \cdot 365^3}{2 \cdot 10^6 \cdot 137} \\
 &= 0,53 \text{ cm}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 f_y &= \frac{5}{384} \frac{q \cdot \sin \alpha \cdot \left(\frac{L}{3}\right)^4}{E \cdot I_y} + \frac{1}{48} \frac{P \sin \alpha \cdot \left(\frac{L}{3}\right)^3}{E \cdot I_y} \\
 &= \frac{5}{384} \frac{0,20 \sin 10 \cdot \left(\frac{365}{3}\right)^4}{2 \cdot 10^6 \cdot 20,6} + \frac{1}{48} \frac{100 \sin 10 \cdot \left(\frac{365}{3}\right)^3}{2 \cdot 10^6 \cdot 20,6} \\
 &= 0,018 \text{ cm} \\
 f &= \sqrt{f_x^2 + f_y^2} \\
 &= \sqrt{0,53^2 + 0,018^2} \\
 &= 0,53 \text{ cm} < 2,0 \text{ cm} \dots \dots \dots \text{Ok}
 \end{aligned}$$

4.2 PERHITUNGAN PENGGANTUNG GORDING



Gambar 4.3. Gambar Penggantung Gording

- Jarak horisontal $\frac{1}{2}$ atap = 9,40 m
- Luas A = 9,40 x 1,825 = 17,155 m²

Perhitungan Pembebanan :

- Beban yang bekerja :
 1. beban mati (q_D) = 12 kg/m²
 - 2: beban hidup (q_L) = 20 kg/m²

- Gaya yang bekerja :

$$Q_d = 12 \text{ kg/m}^2 \times 17,155 \text{ m}^2 = 205,86 \text{ kg}$$

$$Q_l = 20 \text{ kg/m}^2 \times 17,155 \text{ m}^2 = 343,10 \text{ kg}$$

Jarak Horizontal gording paling atas :

$$136,3 \times \cos 10 = 134,23 \text{ cm}$$

$$\theta = \text{arc.tg} \frac{134,23}{182,5} = 36,33^\circ$$

$$T = \frac{Qu \cdot \sin \alpha}{\sin \theta}$$

$$\begin{aligned} N_D &= Q_D \times \sin \alpha \\ &= 205,86 \times \sin 10^\circ \\ &= 35,75 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} N_L &= Q_L \times \sin \alpha \\ &= 343,10 \times \sin 10^\circ \\ &= 59,58 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$T_D = \frac{N_D}{\sin \alpha} = \frac{35,75}{\sin 10^\circ} = 205,88 \text{ kg}$$

$$T_L = \frac{N_L}{\sin \alpha} = \frac{59,58}{\sin 10^\circ} = 343,11 \text{ kg}$$

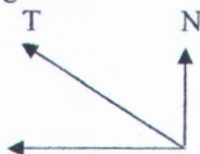
$$\begin{aligned} T_u &= 1,2 \cdot T_D + 1,6 \cdot T_L \\ &= 1,2 \cdot 205,88 + 1,6 \cdot 343,11 \\ &= 796,032 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$P_u = T_u$$

$$\text{Leleh} : Ag = \frac{P_u}{\varphi \cdot f_y} = \frac{796,032}{0,9 \cdot 2400} = 0,37 \text{ cm}^2$$

$$\text{Putus} : Ag \text{ perlu} = \frac{P_u}{0,75 \cdot \varphi \cdot f_u} = \frac{796,032}{0,75 \cdot 0,75 \cdot 3700} = 0,382 \text{ cm}^2$$

Maka dipasang penggantung gording dengan ukuran $\varnothing 12 \text{ mm}$ ($Ag = 1,13 \text{ cm}^2$)



Kontrol Kelangsingan :

$$\frac{l}{d} \leq 500$$

$$l = \sqrt{134,23^2 + 182,5^2}$$

$$= 226,55 \text{ cm}$$

$$d > \frac{226,55}{500}$$

$$d > 0,45 \text{ cm} \dots \text{ok!!}$$

4.3. PERHITUNGAN BEBAN IKATAN ANGIN

Data Perhitungan :

- Tekanan angin (w) = 40 kg/m^2
(PPI Tahun 1983 Pasal 4.2.2 halaman 22)
- Koefisien angin (c) = $+ 0,4$
(PPI Tahun 1983 Pasal 4.3.1 halaman 23)

Gaya yang bekerja akibat tiupan angin :

$$R = 0,5 \times W \times C \times A$$

Perhitungan Tinggi Bidang

$$h_1 = 0,641 \text{ m}$$

$$h_2 = h_1 + (0,641 \text{ tg } 10^\circ) = 0,641 + (0,641 \text{ tg } 10^\circ) = 0,759 \text{ m}$$

$$h_3 = h_1 + (2,014 \text{ tg } 10^\circ) = 0,641 + (2,014 \text{ tg } 10^\circ) = 0,996 \text{ m}$$

$$h_4 = h_1 + (3,357 \text{ tg } 10^\circ) = 0,641 + (3,357 \text{ tg } 10^\circ) = 1,233 \text{ m}$$

$$h_5 = h_1 + (4,70 \text{ tg } 10^\circ) = 0,641 + (4,70 \text{ tg } 10^\circ) = 1,469 \text{ m}$$

$$h_6 = h_1 + (6,04 \text{ tg } 10^\circ) = 0,641 + (6,04 \text{ tg } 10^\circ) = 1,706 \text{ m}$$

$$h_7 = h_1 + (7,386 \text{ tg } 10^\circ) = 0,641 + (7,386 \text{ tg } 10^\circ) = 1,943 \text{ m}$$

$$h_8 = h_1 + (8,729 \text{ tg } 10^\circ) = 0,641 + (8,729 \text{ tg } 10^\circ) = 2,18 \text{ m}$$

$$h_9 = h_1 + (9,37 \text{ tg } 10^\circ) = 0,641 + (9,37 \text{ tg } 10^\circ) = 2,293 \text{ m}$$

Perhitungan Luas Bidang

$$A_1 = 0,5 (h_1 + h_2) \times 0,675 = 0,5 (0,641 + 0,759) \times 0,645 \\ = 0,472 \text{ m}^2$$

$$A_2 = 0,5 (h_2 + h_3) \times 1,343 = 0,5 (0,759 + 0,996) \times 1,343 \\ = 1,178 \text{ m}^2$$

$$A_3 = 0,5 (h_4 + h_5) \times 1,343 = 0,5 (1,233 + 1,469) \times 1,343 \\ = 1,814 \text{ m}^2$$

$$A_4 = 0,5 (h_6 + h_7) \times 1,343 = 0,5 (1,706 + 1,943) \times 1,343 \\ = 2,45 \text{ m}^2$$

$$A_5 = 0,5 (h_8 + h_9) \times 0,675 = 0,5 (2,18 + 2,293) \times 0,675 \\ = 1,50 \text{ m}^2$$

Perhitungan Gaya yang Bekerja

$$R_1 = 0,5 \times 40 \times 0,4 \times 0,472 = 3,776 \text{ kg}$$

$$R_2 = 0,5 \times 40 \times 0,4 \times 1,178 = 9,424 \text{ kg}$$

$$R_3 = 0,5 \times 40 \times 0,4 \times 1,814 = 14,51 \text{ kg}$$

$$R_4 = 0,5 \times 40 \times 0,4 \times 2,45 = 19,60 \text{ kg}$$

$$R_5 = 0,5 \times 40 \times 0,4 \times 1,50 = 12 \text{ kg}$$

$$R_A = 59,31 \text{ kg}$$

Perhitungan Beban Ikatan Angin

Gaya pada ikatan angin

$$\Phi = \arctg \frac{1,343}{3,65} = 20,20^\circ$$

$$\Sigma V \rightarrow = 0 \quad R_A = R_1 + S_1 \cos \phi$$

$$S_1 = \frac{R_A - R_1}{\cos \phi} = 59,17 \text{ kg (tarik)}$$

Dimensi ikatan angin

$$P_U = S_1 = 59,17 \text{ kg (tarik)}$$

▪ Kuat Leleh

$$P_U = \phi \times f_y \times A_g$$

$$A_g = \frac{P_U}{\phi \times f_y} = \frac{59,17}{0,9 \times 2400} = 0,0237 \text{ cm}^2$$

▪ **Kuat Putus**

$$P_u = 0,75 \times \phi \times f_u \times A_g$$

$$A_g = \frac{P_u}{0,75 \times \phi \times f_u} = \frac{59,17}{0,75 \times 0,75 \times 3700} = 0,028 \text{ cm}^2$$

A_g dipilih yang terbesar = 0,028 cm²

$$d = \sqrt{\frac{4 \times A_g}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \times 0,028}{\pi}} = 0,188 \text{ cm}$$

▪ **Kontrol Kelangsingan**

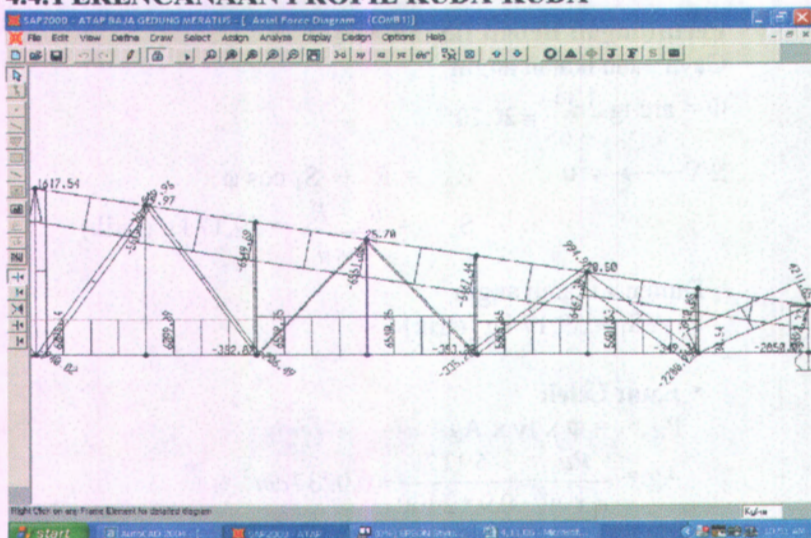
$$\frac{L}{d} \leq 500 \rightarrow L = \frac{365}{\cos 20,20^\circ} = 388,92 \text{ cm}$$

$$d_{\min} = \frac{L}{500} = \frac{3889,20}{500} = 7,78 \approx 10 \text{ mm}$$

dipakai $d = 12 \text{ mm}$

$$\frac{3889,20}{12} = 324,10 \leq 500 \dots\dots\dots \text{OK!!}$$

4.4. PERENCANAAN PROFIL KUDA-KUDA



Batang Tarik

a. Data Perencanaan

- Gaya Tarik Maksimum = 6551,66 kg
- Panjang Batang = 1,363 m
- Direncanakan Profil 2L 50.50.5

A	= 4,80 cm ²	I _x = I _y	= 11 cm ⁴
W	= 3,77 kg/m	e	= 1,40
i _x	= i _y	= 1,51 cm	
- Dipakai baut 13 mm bor
Diameter lubang = 13 + 1 = 14 mm

b. Kontrol Kelangsingan

$$i_y = \sqrt{\frac{2xI_y}{2xA}} = \sqrt{\frac{2x11}{2x4,80}} = 1,51 \text{ cm}$$

$$\lambda = \frac{Lk}{i_{\min}} = \frac{136,30}{1,51} = 90,26 \leq 240 \text{ OK}$$

c. Kontrol Profil

▪ Leleh

$$P_u = \phi \times f_y \times A_g$$

$$= 0,9 \times 2400 \times (2 \times 4,80) = 20.736 \text{ kg}$$

▪ Patah

$$P_u = \phi \times f_u \times A_e$$

$$U = 1 - \frac{e}{L} = 1 - \frac{1,40}{4} = 0,65$$

$$A_n = (2 \times A_g) - (2 \times \phi \text{ lubang} \times t)$$

$$= (2 \times 4,80) - (2 \times 1,4 \times 0,5) = 8,20 \text{ cm}^2$$

$$A_e = A_n \times U$$

$$= 8,20 \times 0,65 = 5,33$$

$$P_u = \phi \times f_u \times A_e$$

$$= 0,75 \times 3700 \times 5,33$$

$$= 14.790,75 \text{ kg} > \text{gaya tarik maksimum} = 6551,66 \text{ kg OK!}$$

Batang Tekan

a. Data Perencanaan

- Gaya Tekan Maksimum = 6580,25 kg
- Panjang Batang = 1,363 m
- Direncanakan Profil 2L 50.50.5

A	= 4,80 cm ²	I _x = I _y	= 11 cm ⁴
W	= 3,77 kg/m	e	= 1,40
i _x = i _y		= 1,51 cm	

b. Kontrol Kehandalan Profil

- Penampang (Tabel 7.5.1 LRFD halaman 30)

$$\frac{b}{t} < \frac{2500}{f_y^{0,5}}$$

$$\frac{5}{0,5} < \frac{2500}{2400^{0,5}}$$

$$10 < 51,0310 \quad \text{OK!}$$

- Kapasitas Profil

$$\lambda = \frac{Lk}{i_x} = \frac{136,30}{11} = 12,39 \leq 200 \quad \text{OK!}$$

$$\lambda_c = \frac{\lambda}{\pi} \sqrt{\frac{f_y}{E}} = \frac{12,39}{\pi} \sqrt{\frac{2400}{2E+06}} = 0,1366$$

$$0,25 < \lambda_c < 1 \rightarrow \omega = \frac{1,43}{1,6 - 0,67 \lambda_c} \quad \text{LRFD 7.6.2 halaman 28}$$

$$= \frac{1,43}{1,6 - 0,67 \times 0,1366} = 0,947$$

$$P_n = 2 \times A_g \times \frac{f_y}{\omega} = 2 \times 4,80 \times \frac{2400}{0,947} = 24.329,46 \text{ kg}$$

$$P_u < \phi P_n$$

$$6580,25 \text{ kg} < 0,9 \times 24.329,46 \text{ kg}$$

$$6580,25 \text{ kg} < 21.896,50 \text{ kg}$$

4.5. PERHITUNGAN SAMBUNGAN RANGKA KUDA-KUDA

Dipakai 2L 50.50.5 ; $e = 1,40$ cm

$w = 3,77$ cm

a. Kuat baut tipe tumpu

Dipakai baut = 10 mm

Tebal plat = 0,8 cm

b. Kuat geser dan tumpu

Kuat geser : $\phi Rn = 0,75 \times 0,5 \times fu \times 2 \times Ab$

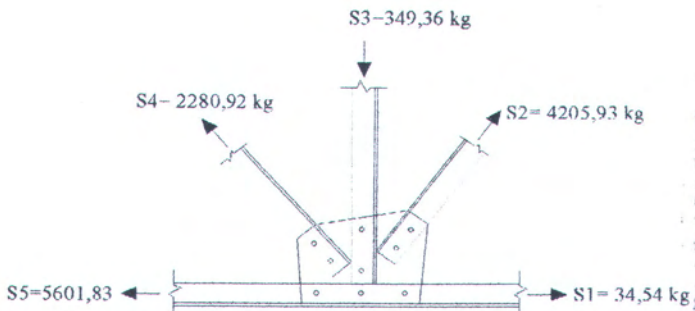
$$= 0,75 \times 0,5 \times 3700 \times 2 \times (0,25 \times \pi \times 1,3^2)$$

$$= 3683,32 \text{ kg (menentukan)}$$

Kuat tumpu : $\phi Rn = 0,75 (2,4 \times d \times tp \times fu)$

$$= 0,75 \times (2,4 \times 1,3 \times 0,8 \times 3700)$$

$$= 6926,4 \text{ kg}$$

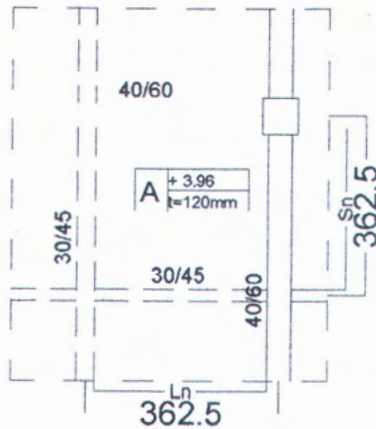


$$\blacksquare \quad n = \frac{S2}{\phi Rn} = \frac{4205,93}{3683,32} = 1,14 \text{ dipakai 2 buah}$$

$$\blacksquare \quad n = \frac{S4}{\phi Rn} = \frac{2280,92}{3683,32} = 0,619 \text{ dipakai 2 buah}$$

$$\blacksquare \quad n = \frac{S3}{\phi Rn} = \frac{349,36}{3683,32} = 0,09 \text{ dipakai 2 buah}$$

$$\blacksquare \quad n = \frac{S5 - S1}{\phi Rn} = \frac{(5601,83 - 34,54)}{3683,32} = 1,51 \text{ dipakai 3 buah}$$



Gambar 4.5 Gambar Detail (Pelat Tipe A (362.5 cm × 362.5 cm))

$$L_n = 362,5 - \left(\frac{40}{2} + \frac{30}{2} \right) = 327,5 \text{ cm}$$

$$S_n = 362,5 - \left(\frac{40}{2} + \frac{30}{2} \right) = 327,5 \text{ cm}$$

$$\beta = \frac{L_n}{S_n} = \frac{327,5}{327,5} = 1 < 2 \rightarrow \text{(Plat dua arah)}$$

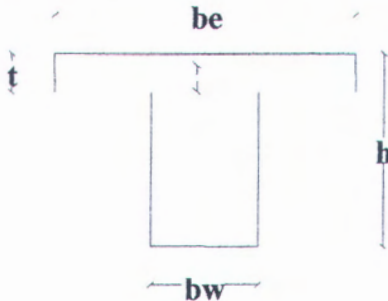
Menurut SNI 03-2847-2002 pasal 10.10(2) dan pasal 10.10(3) disebutkan beberapa kriteria menentukan lebar efektif (b_e) dari balok T, adalah sebagai berikut :

Interior

$$b_{e1} = \frac{1}{4} L_b$$

$$b_{e2} = 8 t_p$$

$$b_{e3} = \frac{1}{2} (L_b - b_w)$$

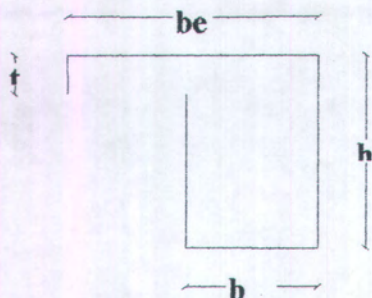


Eksterior

$$be_1 = \frac{1}{12} Lb$$

$$be_2 = 6t$$

$$be_3 = \frac{1}{2} (Lb-bw)$$



$$lb = \frac{1}{12} \times bw \times h^3 \times k \quad (\text{Wang Salmon})$$

$$ls = \frac{1}{12} \times bs \times t^3 \quad (\text{Wang-Salmon})$$

$$k = \frac{1 + \left(\frac{be}{bw}\right)\left(\frac{t}{h}\right) \left[4 - 6\left(\frac{t}{h}\right) + 4\left(\frac{t}{h}\right)^2 + \left(\frac{be}{bw} - 1\right)\left(\frac{t}{h}\right)^3 \right]}{1 + \left(\frac{be}{bw} - 1\right)\left(\frac{t}{h}\right)} \quad (\text{Wang-Salmon})$$

dimana:

be = lebar efektif, harga minimum (cm)

bw = lebar balok (cm)

t = tebal rencana plat (cm)

h = tinggi balok (cm)

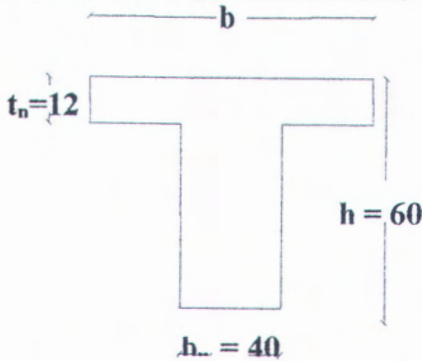
Contoh perhitungan :

Data : Plat type P1 (362,5 cm × 362,5 cm)

→ dimana plat bertumpu pada empat balok interior.

Perencanaan : Tebal plat 12 cm.

Untuk plat yang dijepit balok 40/60 dengan panjang 362,5 cm



$$be_1 = \frac{1}{4} Lb = \frac{1}{4} \times 362,5 \text{ cm} = 90,625 \text{ cm}$$

$$be_2 = 8t = 8 \times 12 = 96 \text{ cm}$$

$$be_3 = \frac{1}{2} (Lb - bw) = \frac{1}{2} \times (362,5 - 40) = 161,25 \text{ cm}$$

be diambil 90,625 cm

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

$$k = \frac{1 + \left(\frac{90,625}{40}\right) \left(\frac{12}{60}\right) \left[4 - 6\left(\frac{12}{60}\right) + 4\left(\frac{12}{60}\right)^2 + \left(\frac{90,625}{40} - 1\right) \left(\frac{12}{60}\right)^3\right]}{1 + \left(\frac{90,625}{40} - 1\right) \left(\frac{12}{60}\right)}$$

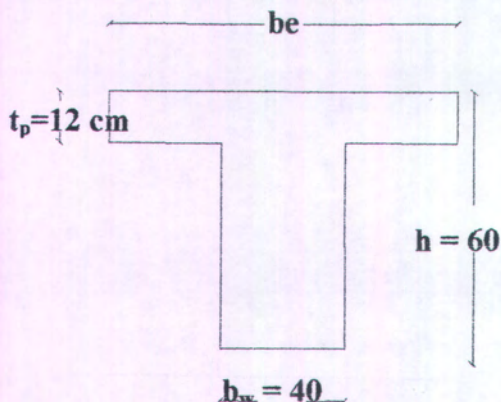
$$= 1,871$$

$$I_b = \frac{1}{12} \times bw \times h^3 \times k = \frac{1}{12} \times 40 \times 60^3 \times 1,871 = 1.347.120 \text{ cm}^4$$

$$I_s = \frac{1}{12} \times bs \times tp^3 = \frac{1}{12} \times 600 \times 12^3 = 86.400 \text{ cm}^4$$

$$\alpha_1 = \frac{I_b}{I_s} = \frac{1.347.120}{86.400} = 15,59$$

Untuk plat yang dijepit balok 30/45 dengan panjang 362,5 cm



$$be_1 = \frac{1}{4} L_b = \frac{1}{4} \times 362,5 \text{ cm} = 90,625 \text{ cm}$$

$$be_2 = 8t = 8 \times 12 = 96 \text{ cm}$$

$$be_3 = \frac{1}{2} (L_b - b_w) = \frac{1}{2} \times (362,5 - 30) = 166,25 \text{ cm}$$

be diambil 90,625 cm

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

$$k = \frac{1 + \left(\frac{90,625}{30}\right) \left(\frac{12}{45}\right) \left[4 - 6\left(\frac{12}{45}\right) + 4\left(\frac{12}{45}\right)^2 + \left(\frac{90,625}{30} - 1\right) \left(\frac{12}{45}\right)^3\right]}{1 + \left(\frac{90,625}{30} - 1\right) \left(\frac{12}{45}\right)}$$

$$= 2,071$$

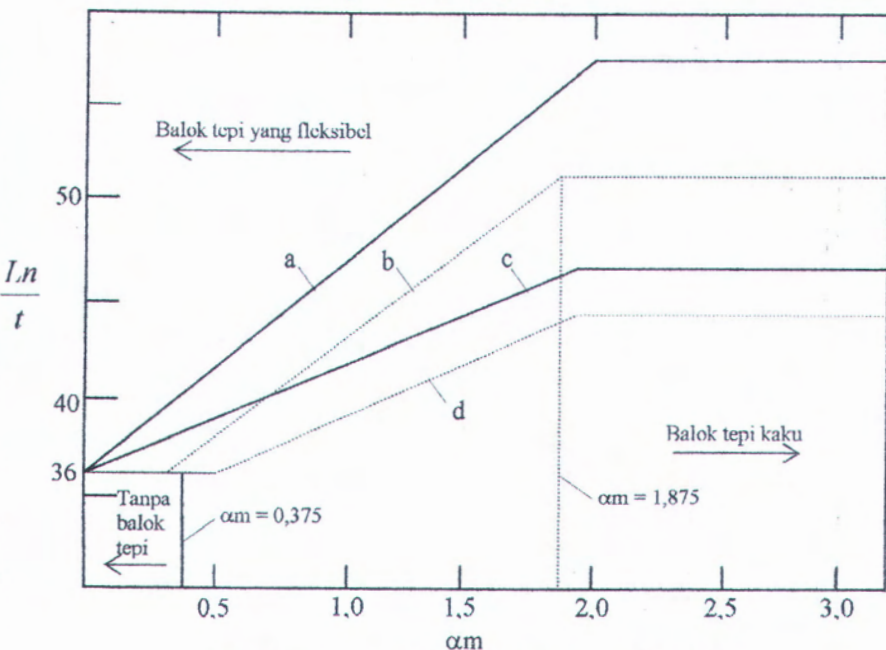
$$I_b = \frac{1}{12} \times b_w \times h^3 \times k = \frac{1}{12} \times 30 \times 45^3 \times 2,071 = 471.799,69 \text{ cm}^4$$

$$I_s = \frac{1}{12} \times b_s \times t_p^3 = \frac{1}{12} \times 450 \times 12^3 = 64.800 \text{ cm}^4$$

$$\alpha_1 = \frac{I_b}{I_s} = \frac{471.799,69}{64.800} = 7,28$$

Perhitungan Rasio Kekakuan Balok dan Plat :

Penentuan kekakuan balok dapat dilihat pada grafik Rasio kekakuan balok dan plat dibawah ini :



Gambar 4.7 Grafik Rasio kekakuan balok dan

Sumber : Buku "Disain Beton Bertulang" , karangan *Wong-Salmon*, jilid 2, halaman 135.

Keterangan :

- a = untuk panel persegi, $Ln/Sn = 2,0$ dan β_s tengah = 1,0
 b = untuk panel persegi, $Ln/Sn = 2,0$ dan β_s tepi = 0,5
 c = untuk panel bujur sangkar, $Ln/Sn = 1,0$ dan β_s tengah = 1,0
 d = untuk panel bujur sangkar, $Ln/Sn = 1,0$ dan β_s tepi = 0,5

Dari perhitungan diatas didapatkan nilai α_m sebagai berikut :

$$\alpha_m = \frac{1}{n} (\alpha_1 + \alpha_2 + \dots + \alpha_n)$$

$$\alpha_m = \frac{1}{4} (15,59 + 15,59 + 7,28 + 7,28) = 11,435 > 1,875$$

→ balok tepi yang kaku.

Karena nilai $\alpha_m = 11,435 > 2$, maka ketebalan minimum plat (h) yang dipakai menggunakan rumus : (SNI 03-2847-2002 pasal 11.5(3(3)))

$$h = \frac{\lambda_n \left(0,8 - \frac{f_y}{1500} \right)}{36 - 9\beta}$$

; dan tidak boleh kurang dari 90 mm (9 cm).

$$= \frac{270 \left(0,8 - \frac{400}{1500} \right)}{36 - (9 \times 1,074)} = 5,46 \text{ cm} \dots \dots \dots < 9 \text{ cm}$$

→ dipakai tebal plat 120 mm (12 cm)

4.6.1 PERMODELAN DAN ANALISA STRUKTUR PLAT

Peraturan yang digunakan sebagai patokan untuk menentukan besar beban yang bekerja pada struktur plat adalah Peraturan Pembebanan Indonesia untuk Gedung 1983 (PPIUG 1983). Dalam Tugas Akhir ini perletakan pada plat yang dipakai diasumsikan sebagai perletakan jepit.

4.6.1.1 Pembebanan Plat Lantai

1. Beban Mati (DL)

- Berat sendiri pelat 0.12×2400	= 288 kg/m ²
- Plafon + penggantung $11 + 7$	= 18 kg/m ²
- Spesi (2 cm) 2×21	= 42 kg/m ²
- Tegel (1 cm) 2×24	= 48 kg/m ²
- Ducting AC + pipa	= 40 kg/m ²
DL	= 436 kg/m ²

2. Beban Hidup (LL) (ruang rapat) LL = 400 kg/m²

3.

Kombinasi Pembebanan

Kombinasi pembebanan yang digunakan berdasarkan SNI 03-2847-2002 pasal 11.1(1)

$$q_u = 1.2DL + 1.6LL$$

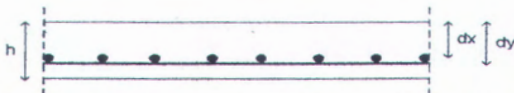
$$q_u = (1.2 \times 436) + (1.6 \times 400) = 1163,20 \text{ kg/m}^2$$

4.6.1.2 Penulangan Plat

Tahapan yang digunakan dalam menentukan tulangan lentur plat antara lain :

1. Menentukan data-data perencanaan untuk penulangan plat lantai (d , f_y , f_c'), sebagai berikut :

- Dimensi plat : Type A ($362,5 \text{ m} \times 362,5 \text{ m}$)
- Tebal plat (t_p) : 120 mm
- Tebal decking : 20 mm
- Diameter tulangan rencana : 10 mm
- Mutu tulangan baja (f_y) : 400 MPa
- Mutu beton (f_c') : 30 Mpa $\rightarrow \beta_1 = 0,85$
- $d_x = 120 - 20 - \frac{1}{2} \cdot (10) = 95 \text{ mm}$
- $d_y = 120 - 20 - 12 - \frac{1}{2} \cdot (10) = 83 \text{ mm}$



Gambar 4.8 Penampang Potongan Plat Lantai

2. Menentukan batasan harga tulangan dengan menggunakan rasio tulangan yang disyaratkan sebagai berikut :

$$\rho_b = \frac{0,85 \cdot \beta_1 \cdot f_c'}{f_y} \left(\frac{600}{600 + f_y} \right) \quad \text{SNI 03-2847-2002 pasal 10.4(3)}$$

$$\rho_b = \frac{0,85 \times 0,85 \times 30}{400} \left(\frac{600}{600 + 400} \right) = 0,0325$$

$$\rho_{\max} = 0,75 \cdot \rho_b \quad \text{SNI 03-2847-2002 pasal 12.3(3)}$$

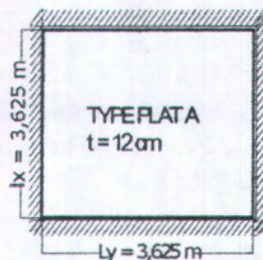
$$\rho_{\max} = 0,75 \times 0,0325 = 0,0244$$

$$\rho_{\min} = \frac{1,4}{f_y} \quad \text{SNI 03-2847-2002 pasal 12.5}$$

$$\rho_{\min} = \frac{1,4}{400} = 0,0035$$

3. Menentukan Momen yang bekerja pada plat (M_u) :

$$\frac{L_y}{L_x} = \frac{3,625}{3,625} = 1$$



Dengan menggunakan koefisien momen PBI 1971 tabel 13.3.2 didapat persamaan momen:

$$M_{lx} = +0,001 q l_x^2 X; \quad \text{dengan nilai } X = 21$$

$$M_{ly} = +0,001 q l_x^2 X; \quad \text{dengan nilai } X = 21$$

$$M_{tx} = -0,001 q l_x^2 X; \quad \text{dengan nilai } X = 52$$

$$M_{ty} = -0,001 q l_x^2 X; \quad \text{dengan nilai } X = 52$$

Sehingga

$$M_{lx} = +0,001 \times 1.163,80 \text{ kg/m}^2 \times 3,625^2 \times 21 = 325,59 \text{ kgm}$$

$$M_{ly} = +0,001 \times 1.163,80 \text{ kg/m}^2 \times 3,625^2 \times 21 = 325,59 \text{ kgm}$$

$$M_{tx} = -0,001 \times 1.163,80 \text{ kg/m}^2 \times 3,625^2 \times 52 = -806,25 \text{ kgm}$$

$$M_{ty} = -0,001 \times 1.163,80 \text{ kg/m}^2 \times 3,625^2 \times 52 = -806,25 \text{ kgm}$$

Penulangan arah x

- **Tulangan lapangan ($M_{lx} = M_{ly}$)**

$$M_u = 325,59 \text{ kgm} = 3.255.900 \text{ Nmm}$$

4. Menentukan rasio tulangan yang dibutuhkan :

$$R_n = \frac{M_n}{b \times d \times d^2} = \frac{M_n}{0,8 \times b \times d \times d^2} = \frac{3.225.900}{0,8 \times 1000 \times 95^2} = 0,447$$

$$m = \frac{f_y}{0,85 \cdot f_c'} = \frac{400}{0,85 \times 30} = 15,69$$

Rumus :

$$\rho = \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times m \times R_n}{f_y}} \right) \quad (\text{Wang-Salmon})$$

$$\rho = \frac{1}{15,69} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 15,69 \times 0,447}{400}} \right) = 0,00127 < \rho_{\min} (0,0035)$$

Maka digunakan $\rho = 0,0035$

5. Menentukan luas tulangan (A_s) dari ρ yang didapat dan jarak antar tulangan :

$$\rho = \frac{A_s}{b_w \times d} \quad \text{SNI 03-2847-2002 pasal 12.5}$$

$$A_{s_{\text{perlu}}} = \rho \cdot b \cdot d = 0,0035 \cdot 1000 \cdot 95 = 332,50 \text{ mm}^2$$

Digunakan tulangan lentur $\varnothing 10-200$ (A_s pasang = $392,69 \text{ mm}^2$)

$$A_{s_{\text{pakai}}} = \left(\frac{1}{4} \times \pi \times 10^2 \right) \left(\frac{1000}{200} \right)$$

$$= 392,69 \text{ mm}^2 > A_{s_{\text{perlu}}} (332,50 \text{ mm}^2) \dots\dots\dots \text{OK}$$

6. Kontrol kekuatan :

$$\rho = \frac{A_{s \text{ pakai}}}{b \times d} = \frac{392,69}{1000 \times 95} = 0,0042 > \rho_{\min} \dots\dots\dots \text{OK}$$

$$a = \frac{A_s \cdot f_y}{0,85 \cdot f_c' \cdot b} \quad (\text{Wang-Salmon})$$

$$= \frac{392,69 \times 400}{0,85 \times 30 \times 1000} = 6,159$$

$$M_n = A_s \cdot f_y \cdot \left(d - \frac{a}{2} \right) \quad (\text{Wang-Salmon})$$

$$= 392,69 \times 400 \left(95 - \frac{6,159}{2} \right) = 14.483.504,46 \text{ Nmm}$$

$$M_u = \phi M_n$$

$$= 0,8 \times 14.438.504,46 \text{ Nmm}$$

$$= 11.550.803,57 \text{ Nmm} > 3.255.900 \text{ Nmm} \dots \text{OK}$$

• Tulangan tumpuan ($M_{tx} = M_{ty}$)

$$M_u = 806,25 \text{ kgm} = 8.062.500 \text{ Nmm}$$

$$R_n = \frac{M_u}{0,8 \times 1000 \times d^2} = \frac{8.062.500}{0,8 \times 1000 \times 95^2} = 1,117$$

$$m = \frac{f_y}{0,85 \cdot f_c'} = \frac{400}{0,85 \times 30} = 15,69$$

$$\rho = \frac{1}{15,69} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 15,69 \times 1,117}{400}} \right) = 0,0029 < \rho_{\min} = 0,0035$$

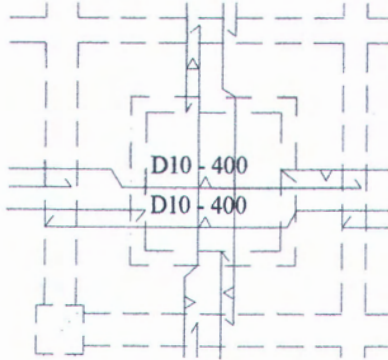
Maka digunakan $\rho = 0,0035$

$$A_{s \text{ perlu}} = \rho \cdot b \cdot d \\ = 0,0035 \cdot 1000 \cdot 95 = 332,50 \text{ mm}^2$$

Digunakan tulangan lentur Ø10-200 ($A_s \text{ pasang} = 392,69 \text{ mm}^2$)

$$A_{s \text{ pakai}} = \left(\frac{1}{4} \times \pi \times 10^2 \right) \left(\frac{1000}{200} \right)$$

$$= 392,69 \text{ mm}^2 > A_{s \text{ perlu}} (332,50 \text{ mm}^2) \dots\dots\dots \text{OK}$$



Gambar 4.10. Gambar Penulangan Plat type A
(362,5 cm × 362,5 cm)

4.7 Desain Tangga

Data Perencanaan Tangga

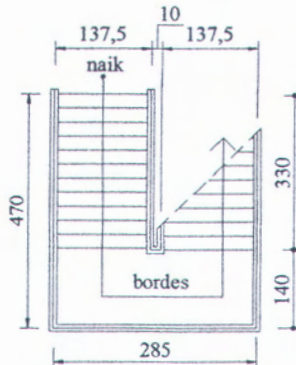
Syarat perencanaan tangga:

$$2 \cdot t + i = 64 - 67$$

$$2 \cdot t + i = 66$$

$$2 \cdot 18 + i = 66$$

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



Gambar 4.11. Gambar Tampak Atas tangga

- Mutu beton f_c' : 30 MPa
- Mutu baja tulangan (f_y) : 240 MPa (Tulangan polos)
400 Mpa (Tulangan ulir)
- Lebar injakan (i) : 30 cm
- Tanjakan (t) : 18 cm
- Tebal Pelat Tangga : 14 cm
- Tebal Pelat Bordes : 14 cm
- Lebar Bordes : 140 cm
- Lebar Tangga : 330 cm
- Sudut Kemiringan : $\text{Arc tg } (18/30) = 30,96^\circ$

- Jumlah tanjakan bordes kebawah = keatas

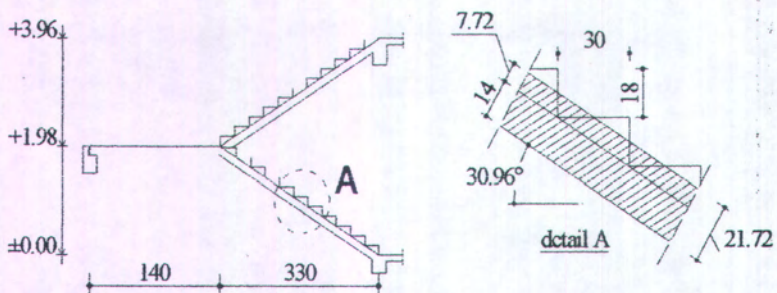
$$(n.t) = \frac{198}{18} = 11 \text{ buah}$$

$$(n.i) = n.t - 1 = 11 - 1 = 10 \text{ buah}$$

- Tebal pelat rata-rata

$$\begin{aligned} \text{Tebal rata-rata} &= \left(\frac{i}{2}\right) \times \sin \alpha \text{ (injakan dan tanjakan)} \\ &= \left(\frac{30}{2}\right) \times \sin 30,96^\circ = 7,72 \text{ cm} \end{aligned}$$

$$\text{Tebal rata - rata pelat tangga} = 14 + 7,72 = 21,72 \text{ cm}$$



Gambar 4.12. Potongan samping tangga dan detail A

4.7.1 Pembebanan Tangga

A. Tangga

- Beban Mati (DL)

$$\text{Berat sendiri} : \frac{0,2172 \times 2400}{\cos 30,96} = 607,88 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{Spesi (2 cm)} : 2 \times 21 = 42,00 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{Tegel (1 cm)} : 1 \times 24 = 24,00 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{DL} = 673,88 \text{ kg/m}^2$$

- Beban Hidup : LL = 300,00 kg / m²
- Kombinasi
 - Q.ult = 1,2 DL + 1,6 LL
 - = 1,2 (673,88) + 1,6 (300)
 - = 1.288,66 kg/m²

B. Bordes

- Beban Mati (DL)

$$\text{Berat sendiri} : 0,14 \times 2400 = 336,00 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{Spesi (2 cm)} : 2 \times 21 = 42,00 \text{ kg/m}^2$$

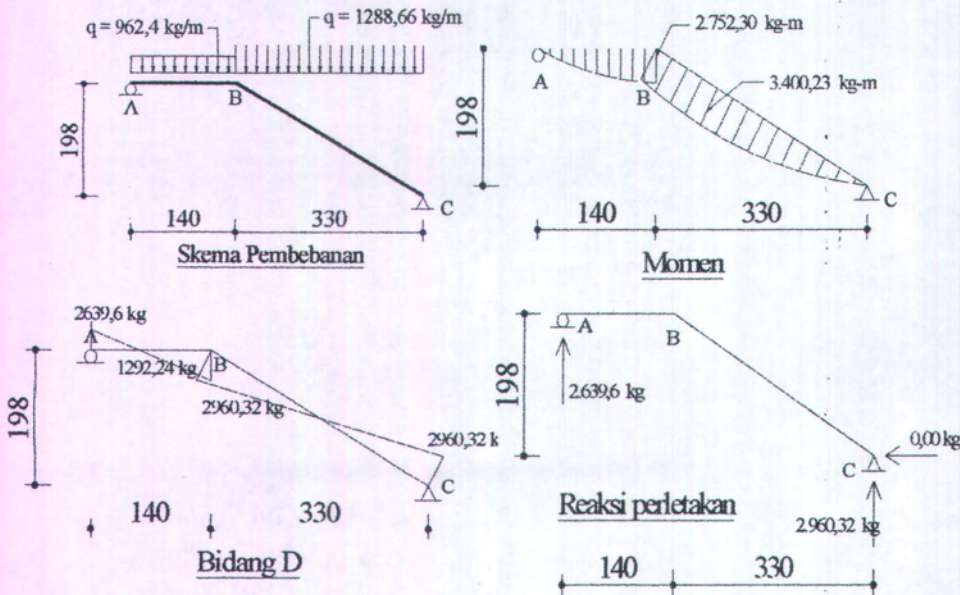
$$\text{Tegel (1 cm)} : 1 \times 24 = 24,00 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{DL} = 402,00 \text{ kg/m}^2$$

- Beban Hidup : LL = 300,00 kg / m²
- Kombinasi
 - Q.ult = 1,2 DL + 1,6 LL
 - = 1,2 (402) + 1,6 (300)
 - = 962,40 kg/m²

4.7.2. Analisa Struktur Tangga

Pada proses analisa struktur tangga ini, ditinjau 1 m lebar pelat tangga/bordes. Untuk perletakan tangga menggunakan Sendi-Rol, dimana pembebanan tangga dan perhitungan gaya-gayanya seperti di bawah ini :



Gambar 4.12 Pembebanan dan reaksi struktur tangga

Perhitungan momen :

$$\Sigma M_C = 0$$

$$R_A \times 4,7 - 962,40 (1,40) (4,0) - 1.288,66 (3,30) (1,65) = 0$$

$$R_A \times 4,7 - 5.389,44 - 7.016,75 = 0$$

$$R_A \times 4,7 = 12.406,19$$

$$R_A = 2.639,60 \text{ kg}$$

$$\blacksquare \Sigma M_A = 0$$

$$- R_C \times 4,7 + 962,40 (1,40) (0,70) + 1.288,66 (3,30) (3,05) = 0$$

$$- R_C \times 4,7 + 943,15 + 12.970,36 = 0$$

$$R_C = \frac{13.913,51}{4,70} = 2.960,32 \text{ kg}$$

$$\blacksquare \text{Cek}$$

$$R_A + R_C = q_{u1} \times L + q_{u2} \times L$$

$$2.639,60 + 2.960,32 = 962,40 (1,40) + 1.288,66 (3,30)$$

$$5.599,92 = 5.599,92 \text{ (OK)}$$

$$Mx = R_C \cdot x - \frac{1}{2} q x^2$$

$$= 2.960,32 - \frac{1}{2} x 1.288,66 x^2$$

$$Dx = Mx^2$$

$$Dx = 2.960,32 - 1.288,66x$$

$$x = 2,297 \text{ (Momen Maksimum)}$$

$$M_{\max} = 2.960,32 (2,297) - \frac{1}{2} x 1.288,66 (2,297)^2$$

$$= 3.400,23 \text{ kgm}$$

$$M_B = 2.960,32 (3,30) - \frac{1}{2} x 1.288,66 (3,30)^2$$

$$= 2.752,30 \text{ kgm}$$

4.7.3 Perhitungan Tulangan Tangga

Penulangan Plat Tangga

Data Perencanaan :

- f_c' : 30 MPa
- f_y : 400 MPa
- M_u : 3.219,45 kgm
- D tul. : 14 mm
- d_x : $140 - 20 - (14/2) = 113$ mm
- d_y : $140 - 20 - 14 - (14/2) = 99$ mm

$$\begin{aligned}\rho_b &= \frac{0,85 \times f_c' \times \beta_1}{f_y} \left(\frac{600}{600 + f_y} \right) \text{ SNI 03-2847-2002 pasal 10.4(3)} \\ &= \frac{0,85 \times 30 \times 0,85}{400} \left(\frac{600}{600 + 400} \right) \\ &= 0,0325\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\rho_{\max} &= 0,75 \times \rho_b \quad \text{SNI 03-2847-2002 pasal 12.3(3)} \\ &= 0,75 \times 0,0325 \\ &= 0,024\end{aligned}$$

$$\rho_{\min} = \frac{1,4}{f_y} = \frac{1,4}{400} = 0,0035$$

Arah X

$$M_u = 3.400,23 \text{ kgm} = 34.002.300 \text{ Nmm}$$

$$M_n = \frac{34.002.300}{0,8} = 42.502.875 \text{ Nmm}$$

$$R_n = \frac{M_n}{1000 \times d_x^2} = \frac{42.502.875}{1000 \times 113^2} = 3,328$$

$$m = \frac{f_y}{0,85 \cdot f_c'} = \frac{400}{0,85 \times 30} = 15,686$$

$$\rho = \frac{1}{15,686} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 15,686 \times 3,328}{400}} \right) = 0,0089 \rightarrow \rho_{\min} < \rho < \rho_{\max}$$

Maka digunakan $\rho = 0,0089$

$$\begin{aligned} A_{S_{\text{perlu}}} &= \rho \cdot b \cdot d \\ &= 0,0089 \cdot 1000 \cdot 113 = 1.005,70 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Digunakan tulangan lentur $\text{Ø}14 - 120$ (**As pasang = 1.282,80 mm²**)

$$\begin{aligned} A_{S_{\text{pakai}}} &= \left(\frac{1}{4} \times \pi \times 14^2 \right) \left(\frac{1000}{120} \right) \\ &= 1.282,80 \text{ mm}^2 > A_{S_{\text{perlu}}} (1.005,70 \text{ mm}^2) \dots \dots \dots \text{ OK} \end{aligned}$$

Arah Y

Penulangan arah y di pasang tulangan susut sebesar :

As susut + suhu dimana $f_y 400$; $\rho = 0,0018$

(SNI 03-2847-2002 Ps. 9.12(2(1)))

$$A_{sp} = \rho b h = 0,0018 \cdot 1000 \cdot 140 = 252 \text{ mm}^2$$

$$\begin{aligned} A_{\text{tulangan pembagi}} &= 20\% \times A_{S_{\text{pakai}}} \text{ Arah X (PBI 1971 Ps.9.1.(3))} \\ &= 0,2 \times 1005 = 201,00 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Antara A_{sp} dan A_{pembagi} , diambil luas tulangan terbesar.

Digunakan tulangan lentur $\text{Ø}10-240$

$$A_{S_{\text{pakai}}} = 327 \text{ mm}^2 > 252 \text{ mm}^2 \dots \dots \dots \text{ OK}$$

Penulangan Plat Bordes

Data Perencanaan :

- f_c' : 30 MPa
- f_y : 400 MPa
- M_u : 2.603,73 kgm
- D tul. : 14 mm
- dx : $140 - 20 - (14/2) = 113 \text{ mm}$
- dy : $140 - 20 - 14 - (14/2) = 99 \text{ mm}$



$$\rho_b = \frac{0,85 \times f_c' \times \beta_1}{f_y} \left(\frac{600}{600 + f_y} \right) \text{ SNI 03-2847-2002 pasal 10.4(3)}$$

$$= \frac{0,85 \times 30 \times 0,85}{400} \left(\frac{600}{600 + 400} \right)$$

$$= 0,0325$$

$$\rho_{\max} = 0,75 \times \rho_b \quad \text{SNI 03-2847-2002 pasal 12.3(3)}$$

$$= 0,75 \times 0,0325$$

$$= 0,0244$$

$$\rho_{\min} = \frac{1,4}{f_y} = \frac{1,4}{400} = 0,0035$$

Arah X

$$M_u = 2.752,30 \text{ kgm} = 27.523.000 \text{ Nmm}$$

$$M_n = \frac{27.523.000}{0,8} = 34.403.750 \text{ Nmm}$$

$$R_n = \frac{M_n}{1000 \times d x^2} = \frac{34.403.750}{1000 \times 113^2} = 2,569$$

$$m = \frac{f_y}{0,85 \cdot f_c'} = \frac{400}{0,85 \times 30} = 15,686$$

$$\rho = \frac{1}{15,686} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 15,686 \times 2,69}{400}} \right) = 0,0071 \rightarrow \rho_{\min} < \rho < \rho_{\max}$$

Maka digunakan $\rho = 0,0071$

$$A_{s_{\text{perlu}}} = \rho \cdot b \cdot d$$

$$= 0,0071 \cdot 1000 \cdot 113 = 804,89 \text{ mm}^2$$

Digunakan tulangan lentur $\varnothing 14 - 120$ (As pasang = 1.282,80 mm²)

$$A_{s_{\text{pakai}}} = \left(\frac{1}{4} \times \pi \times 14^2 \right) \left(\frac{1000}{120} \right)$$

$$= 1.282,80 \text{ mm}^2 > 804,89 \text{ mm}^2 \dots\dots\dots \text{OK}$$

Arah Y

Penulangan arah y di pasang tulangan susut sebesar :

As susut + suhu dimana f_y 400 ; $\rho = 0,0018$

(SNI 03-2847-2002 Ps. 9.12(2(1)))

$$As_p = \rho b h = 0,0018 \cdot 1000 \cdot 140 = 252 \text{ mm}^2$$

$$As \text{ tulangan pembagi} = 20\% \times As \text{ Pakai Arah X (PBI 1971 Ps.9.1.(3))}$$

$$0,2 \times 1005 = 201,00 \text{ mm}^2$$

Antara As_p dan As pembagi, diambil luas tulangan terbesar.

Digunakan tulangan lentur $\varnothing 10-240$

$$As_{pakai} - 327 \text{ mm}^2 > 252 \text{ mm}^2 \dots\dots\dots \text{OK}$$

4.7.4 Perhitungan Tulangan Balok Bordes**Perencanaan Dimensi Balok Bordes**

$$h = \left(\frac{1}{10} s/d \frac{1}{16} \right) \times L = \frac{1}{10} \times 285 = 28,5 \text{ cm} \approx 45 \text{ Cm}$$

$$b = \left(\frac{1}{2} s/d \frac{2}{3} \right) \times h = \frac{2}{3} \times 400 = 20 \text{ Cm}$$

Dipakai dimensi balok bordes 20/45 cm

4.7.4.1 Pembebanan Balok Bordes

Beban yang bekerja adalah beban mati :

$$\text{Beban dinding } 1/2 \text{ bata} = 1,98 \times 250 = 495 \text{ kg/m}$$

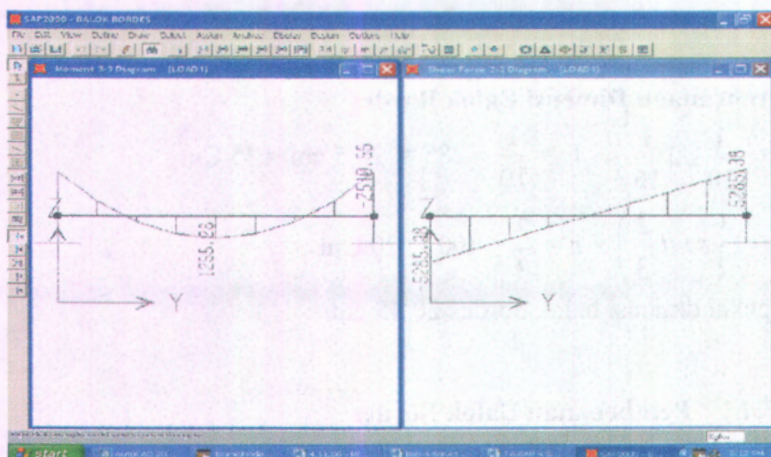
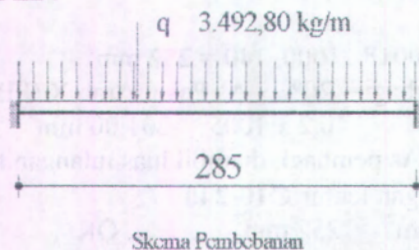
$$\text{Berat sendiri balok} = \frac{(0,20 \times 0,45) \times 2400}{q_d} = 216 \text{ kg/m} +$$

$$q_d = 711 \text{ kg/m}$$

$$\text{Beban plat bordes (gaya aksial)} = 2.493,16 \text{ kg/m}$$

$$q_u \text{ total} = (1,2 \times q_d) + 2.493,16 = (1,2 \times 711) + 2.639,60 = 3.492,80 \text{ kg/m}$$

Pada proses analisa balok bordes ini, menggunakan program bantu SAP.2000. Untuk perletakan balok bordes menggunakan jepit-jepit, dimana pembebanan tangga dan output dari SAP.2000, seperti dibawah ini :



Gambar 4.13 Pembebanan dan reaksi struktur balok bordes

4.7.4.2 Penulangan Balok Bordes

Data Perencanaan :

- Dimensi balok — 20/45 Cm
- f_c' = 30 MPa
- f_y (sejang) — 400 MPa
- f_y (tulangan utama) = 400 MPa
- Diameter sejang — 10 mm
- Diameter tulangan utama = 16 mm (dcform)

$$d = 450 - 40 - 10 - \frac{16}{2} = 392 \text{ mm}$$

$$\begin{aligned} \rho_b &= \frac{0,85 \times f_c' \times \beta_1}{f_y} \left(\frac{600}{600 + f_y} \right) \text{ SNI 03-2847-2002 pasal 10.4(3)} \\ &= \frac{0,85 \times 30 \times 0,85}{400} \left(\frac{600}{600 + 400} \right) \\ &= 0,0325 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \rho_{\max} &= 0,75 \times \rho_b \quad \text{SNI 03-2847-2002 pasal 12.3(3)} \\ &= 0,75 \times 0,0325 \\ &= 0,0240 \end{aligned}$$

$$\rho_{\min} = \frac{1,4}{f_y} = \frac{1,4}{400} = 0,0035$$

Penulangan Lentur :

Daerah Tumpuan

$$M_u = 2.510,55 \text{ Kg.m} = 25.105.500 \text{ Nmm}$$

$$M_n = \frac{25.105.500}{0,8} = 31.381.875 \text{ Nmm}$$

$$R_n = \frac{M_n}{b \times d \times d} = \frac{31.381.875}{200 \times 392^2} = 1,02$$

$$m = \frac{f_y}{0,85 \cdot f_c'} = \frac{400}{0,85 \times 30} = 15,686$$

$$\rho = \frac{1}{15,686} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 15,686 \times 1,02}{400}} \right) = 0,0026 \rightarrow \rho < \rho_{\min}$$

Maka digunakan $\rho_{\min} = 0,0035$

$$\begin{aligned} A_{s_{\text{perlu}}} &= \rho \cdot b \cdot d \\ &= 0,0035 \cdot 200 \cdot 392 = 274,40 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Digunakan tulangan lentur 3 Ø 16 ($A_s \text{ pasang} = 602,88 \text{ mm}^2$)

$$A_s' = 2\text{-D16} \text{ (} A_s' = 402,124 \text{ mm}^2 \text{)}$$

Daerah Lapangan

$$M_u = 1.255,28 \text{ Kgm} = 12.552.800 \text{ Nmm}$$

$$M_n = \frac{12.552.800}{0,8} = 15.691.000 \text{ Nmm}$$

$$R_n = \frac{M_n}{b \times dx^2} = \frac{15.691.000}{200 \times 392^2} = 0,51$$

$$m = \frac{f_y}{0,85 \cdot f_c'} = \frac{400}{0,85 \times 30} = 15,686$$

$$\rho = \frac{1}{15,686} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 15,686 \times 0,051}{400}} \right) = 0,0012 \rightarrow \rho < \rho_{\min}$$

Pakai ρ_{\min}

Maka digunakan $\rho = 0,0035$

$$\begin{aligned} A_{S_{\text{perlu}}} &= \rho \cdot b \cdot d \\ &= 0,0035 \cdot 200 \cdot 392 = 274,40 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Digunakan tulangan lentur 3 Ø 16 (A_s pasang = 602,88 mm²)

Penulangan Geser :**Daerah Tumpuan**

$$V_u \text{ tump.} = 7.700,35 \text{ Kg} = 77.003,50 \text{ N}$$

$$b_w = 200 \text{ mm}$$

$$d = 392 \text{ mm}$$

$$\begin{aligned} V_c &= (1/6) \times \sqrt{f_c'} \times b_w \times d \\ &= (1/6) \times \sqrt{30} \times 200 \times 392 = 71.569,08 \text{ N} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \phi V_c &= 0,6 \times (1/6) \times \sqrt{f_c'} \times b_w \times d \\ &= 0,6 \times (1/6) \times \sqrt{30} \times 200 \times 392 = 42.941,44 \text{ N} \end{aligned}$$

Karena $V_u \geq \phi V_c$, maka dalam SNI 03-2847-2002 pasal 13.5.(6(1))

Sehingga perlu tulangan geser :

$$V_s \text{ perlu} = \frac{V_u}{\phi} - V_c = \frac{77.003,50}{0,6} - 71.569,08 = 84.156,21 \text{ N}$$

Direncanakan :

Diameter tulangan geser : 10 mm

$$A_v = 2 \times \frac{1}{4} \times \pi \times 10^2 = 157,08 \text{ mm}^2$$

$$s = \frac{A_v \times f_y \times d}{V_s} = \frac{157,08 \times 400 \times 242}{84.156,21} = 180,67 \text{ mm}$$

dengan ketentuan :

$$S_{\max} < \frac{d}{2} = \frac{242}{2} = 121 \text{ mm SNI 03-2847-2002 pasal 13.5(4.1)}$$

$$S_{\max} < 600 \text{ mm}$$

Pakai tulangan geser Ø10-150

Daerah Lapangan

$$V_u \text{ lap} = 3.850,175 \text{ Kg} = 38.501,75 \text{ N}$$

$$b_w = 200 \text{ mm}$$

$$d = 242 \text{ mm}$$

$$V_c = (1/6) \times \sqrt{f_c'} \times b_w \times d$$

$$= (1/6) \times \sqrt{30} \times 200 \times 242 = 44.182,95 \text{ N}$$

$$\phi V_c = 0,6 \times (1/6) \times \sqrt{f_c'} \times b_w \times d$$

$$= 0,6 \times (1/6) \times \sqrt{30} \times 200 \times 242 = 26.509,77 \text{ N}$$

Karena $V_u \geq \phi V_c$, maka dalam SNI 03-2847-2002 pasal 13.5.(6(1))

Sehingga perlu tulangan geser :

$$V_s \text{ perlu} = \frac{V_u}{\phi} - V_c = \frac{38.501,75}{0,6} - 44.182,95 = 19.986,63 \text{ N}$$

Direncanakan :

Diameter tulangan geser : 10 mm

$$A_v = 2 \times \frac{1}{4} \times \pi \times 10^2 = 157,08 \text{ mm}^2$$

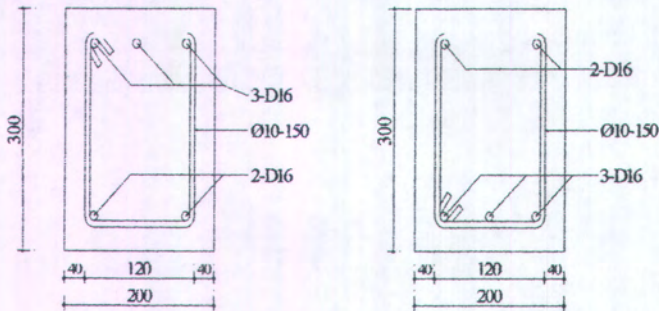
$$s = \frac{A_v \times f_y \times d}{V_s} = \frac{157,08 \times 400 \times 242}{19.986,63} = 760,75 \text{ mm}$$

dengan ketentuan :

$$S_{\max} < \frac{d}{2} = \frac{392}{2} = 196 \text{ mm SNI 03-2847-2002 pasal 13.5(4.1)}$$

$$S_{\max} < 600 \text{ mm}$$

Pakai tulangan geser $\varnothing 10-150$



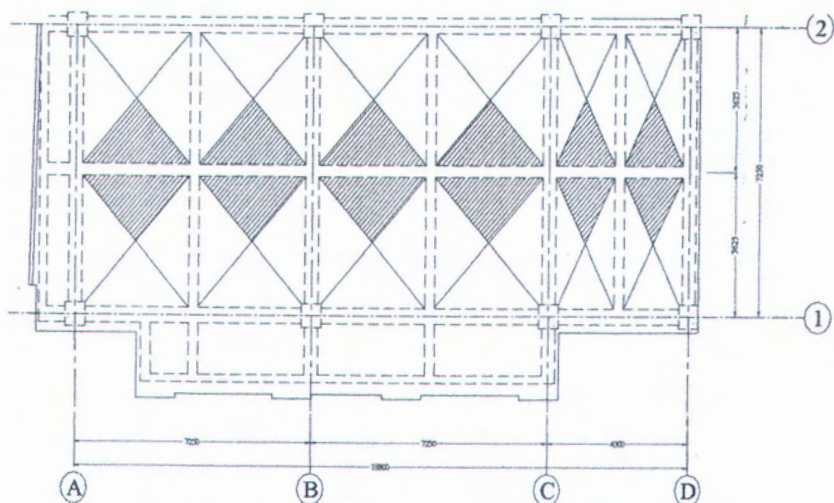
Gambar 4.14 Detail tulangan balok bordes (a) tumpuan dan (b) lapangan.

4.8 Perencanaan Balok Grade Lantai

4.8.1 Pola Pembebanan Grade Lantai

Beban yang bekerja pada balok grade lantai adalah berat sendiri dari balok grade lantai dan semua beban merata pada plat (termasuk berat sendiri plat dan beban hidup di atasnya). Distribusi beban pada balok pendukung sedemikian rupa sehingga dapat dianggap sebagai beban segitiga pada lajur pendek serta beban trapezium pada lajur yang panjang. Beban-beban yang berbentuk trapezium maupun yang berbentuk segitiga tersebut kemudian diubah menjadi beban merata ekuivalen dengan menyamakan momen maksimum.

Beban ekuivalen tersebut digunakan sebagai beban merata pada balok anak maupun balok induk untuk memperhitungkan analisa strukturnya. Adapun perumusan beban ekuivalen dapat ditemukan sebagai berikut :



Gambar 4.15 Denah Pembebanan Balok Grade Lantai

4.8.2 Perhitungan Pembebanan Balok Grade Lantai Balok Ukuran (30/45) Cm (RUANG PERKANTORAN)

a. Beban Mati

- Berat sendiri balok : $0,30 \times (0,45 - 0,12) \times 2400 = 237,6 \text{ kg/m}$
 $qdl_1 = 237,6 \text{ kg/m}$

- Berat ekuivalen segitiga plat ($qd = 436 \text{ kg/m}^2$)

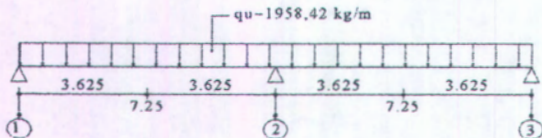
$$\begin{aligned} qdl_{eq2} &= 2 \times \frac{1}{4} \cdot q \cdot Lx \\ &= 2 \times \frac{1}{4} \cdot 436 \cdot 3,625 \\ &= 790,25 \text{ kg/m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} qdl &= qdl_1 + qdl_{eq2} \\ &= 237,6 + 790,25 \\ &= 1.027,85 \text{ kg/m} \end{aligned}$$

b. Beban Hidup

- Berat ekuivalen segitiga plat ($q_l = 250 \text{ kg/m}^2$)
- $q_{ll_{eq}} = 2 \times \frac{1}{4} \cdot q \cdot Lx$
- $= 2 \times \frac{1}{4} \cdot 250 \cdot 3,625$
- $= 453,125 \text{ kg/m}$

$$\begin{aligned} \text{Kombinasi : } q_u &= 1,2 \text{ DL} + 1,6 \text{ LL} \\ &= (1,2 \times 1.027,85) + (1,6 \times 453,125) \\ &= 1.958,42 \text{ kg/m} \end{aligned}$$



Gambar 4.17 Contoh skema pembebanan balok grade lantai

Balok Ukuran (30/45) Cm (RUANG RAPAT)

a. Beban Mati

- Berat sendiri balok : $0,30 \times (0,45 - 0,12) \times 2400 = 237,6 \text{ kg/m}$
 $q_{dl_1} = 237,6 \text{ kg/m}$
- Berat ekuivalen segitiga plat ($q_d = 436 \text{ kg/m}^2$)

$$\begin{aligned} q_{dl_{eq2}} &= 2 \times \frac{1}{4} \cdot q \cdot Lx \\ &= 2 \times \frac{1}{4} \cdot 436 \cdot 3,625 \\ &= 790,25 \text{ kg/m} \end{aligned}$$

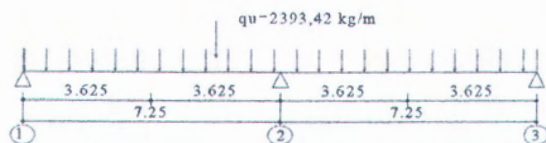
$$\begin{aligned} q_{dl} &= q_{dl_1} + q_{dl_{eq2}} \\ &= 237,6 + 790,25 \\ &= 1.027,85 \text{ kg/m} \end{aligned}$$

b. Beban Hidup

- Berat ekuivalen segitiga plat ($q_l = 400 \text{ kg/m}^2$)

$$\begin{aligned} q_{ll_{eq}} &= 2 \times \frac{1}{4} \cdot q \cdot L_x \\ &= 2 \times \frac{1}{4} \cdot 400 \cdot 3,625 \\ &= 725 \text{ kg/m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Kombinasi : } q_u &= 1,2 \text{ DL} + 1,6 \text{ LL} \\ &= (1,2 \times 1.027,85) + (1,6 \times 725) \\ &= 2.393,42 \text{ kg/m} \end{aligned}$$



Gambar 4.17 Contoh skema pembebanan balok grade lantai

4.8.3 Penulangan Balok Grade Lantai

4.8.3.1 Penulangan Lentur Balok Grade Lantai

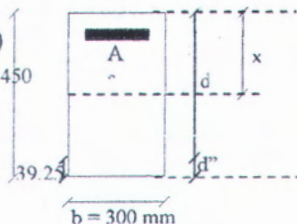
Data Perencanaan :

- $f_c' = 30 \text{ MPa}$
- $f_y = 400 \text{ MPa}$ (senggang), dan
- $f_y = 400 \text{ MPa}$ (tulangan utama)
- Diameter senggang (\emptyset) = 10 mm
- Diameter tulangan utama (D) = 19 mm (deform)

Contoh perhitungan :

Diambil balok Grade lantai 2 dan 4 (A'-B')

- Dimensi = 30/45 cm $h = 450$
- Bentang = 7,25 m
- $d = 450 - 40 - 10 - \left(\frac{1}{2} \cdot 19\right) = 390,5 \text{ mm}$



Batas harga perbandingan tulangan :

Batas harga perbandingan tulangan :

$$\rho_b = \frac{0,85 \times f_c' \times \beta_1}{f_y} \left(\frac{600}{600 + f_y} \right) \text{ SNI 03-2847-2002 pasal 10.4(3)}$$

$$= \frac{0,85 \times 30 \times 0,85}{400} \left(\frac{600}{600 + 400} \right)$$

$$= 0,0325$$

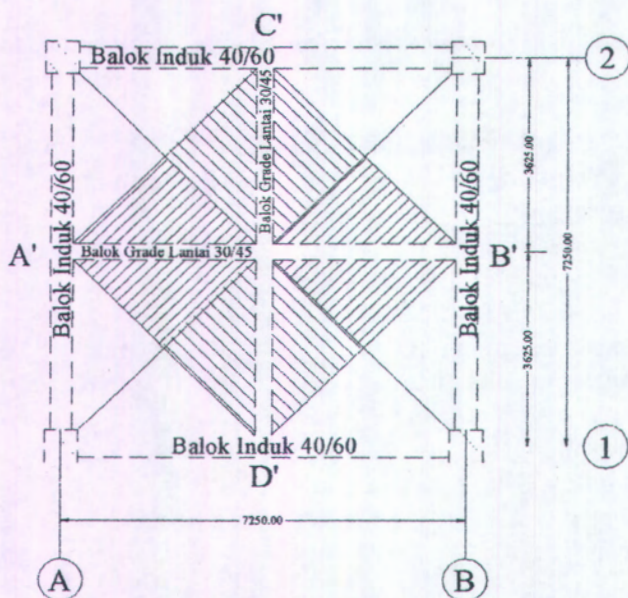
$$\rho_{\max} = 0,75 \times \rho_b \quad \text{SNI 03-2847-2002 pasal 12.3(3)}$$

$$= 0,75 \times 0,0325$$

$$= 0,0243$$

$$\rho_{\min} = \frac{1,4}{f_y} = \frac{1,4}{400} = 0,0035$$

$$m = \frac{f_y}{0,85 f_c'} = \frac{400}{0,85 \times 30} = 15,68$$



Gambar 4.18 Denah Struktur Balok Grade Lantai

Daerah Tumpuan

$Mu = 10.283,17 \text{ Kgm} = 102.831.700 \text{ Nmm}$ (Hasil Out Put SAP 2000)

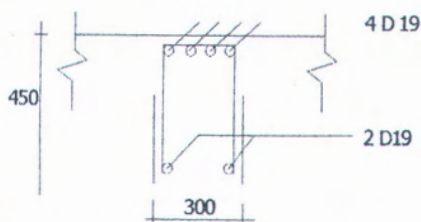
$$Rn = \frac{Mu}{0.8 \times b \times d^2} = \frac{102.831.700}{0.8 \times 300 \times 390,5^2} = 2,81 \text{ N/mm}^2$$

$$\rho = \frac{1}{15,68} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 15,68 \times 2,81}{400}} \right) = 0,0075 > \rho \text{ min}$$

$$A_{S\text{perlu}} = \rho b d = 0.0075 \times 300 \times 390,5 = 878,625 \text{ mm}^2$$

Pasang 4 D 19 ($A_s = 1.134,1 \text{ mm}^2$)

$$\text{Kontrol jarak} = \frac{300 - (2 \times 40 + 2 \times 10 + 4 \times 19)}{3} = 54,66 \text{ mm} > 25 \text{ mm (ok)}$$



Gambar 4.19 Penulangan balok grade lantai (tumpuan)

Daerah Lapangan

$Mu_{\text{lup}} = 5.141,58 \text{ kgm} = 51.415.800 \text{ Nmm}$ (Hasil Out Put SAP 2000)

$$Rn = \frac{Mu}{0.8 \times 300 \times d^2} = \frac{51.415.800}{0.8 \times 300 \times 390,5^2} = 1,41 \text{ N/mm}^2$$

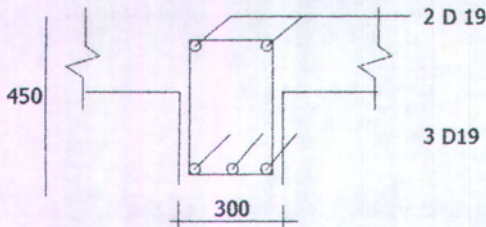
$$\rho = \frac{1}{15,68} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 15,68 \times 1,41}{400}} \right) = 0,0038 > \rho \text{ min}$$

$$A_{S\text{perlu}} = \rho b d = 0.0038 \times 300 \times 390,5 = 445,17 \text{ mm}^2$$

Pasang 3 D 19 ($A_s = 850,6 \text{ mm}^2$)

$$\text{Kontrol jarak} = \frac{300 - (2 \times 40 + 2 \times 10 + 3 \times 19)}{2} = 71,5 \text{ mm} > 25 \text{ mm (ok)}$$

$$\text{Kontrol jarak} = \frac{300 - (2 \cdot 40 + 2 \cdot 10 + 3 \cdot 19)}{2} = 71,5 \text{ mm} > 25 \text{ mm (ok)}$$



Gambar 4.20 Penulangan balok grade lantai (lapangan)

Penulangan Geser

$$V_u = 8.510,21 \text{ Kg} = 85.102,10 \text{ N (Hasil Out Put SAP 2000)}$$

$$b_w = 300 \text{ mm}$$

$$d = 390,5 \text{ mm}$$

$$V_c = (1/6) \times \sqrt{f'_c} \times b_w \times d$$

$$= (1/6) \times \sqrt{30} \times 300 \times 390,5 = 106.942,82 \text{ N}$$

$$\phi V_c = 0,6 \times (1/6) \times \sqrt{f'_c} \times b_w \times d$$

$$= 0,6 \times (1/6) \times \sqrt{30} \times 300 \times 390,5 = 64.165,69 \text{ N}$$

$$\phi V_{s \text{ min}} = 0,6 \times \frac{1}{3} \times b_w \times d$$

$$= 0,6 \times \frac{1}{3} \times 300 \times 390,5 = 23.430 \text{ N}$$

$$\phi \times \frac{1}{3} \times \sqrt{f'_c} \times b_w \times d = \phi \times \frac{1}{3} \times \sqrt{30} \times 300 \times 390,5$$

$$= 128.331,39 \text{ N}$$

Dengan perhitungan didapatkan memenuhi **Kategori 4**

$$(\phi V_c + \phi V_{s \text{ min}}) < V_u \leq (\phi V_c + \phi \times \frac{1}{3} \times \sqrt{f'_c} \times b_w \times d)$$

Direncanakan penulangan geser :

Diameter tulangan geser : 10 mm

$$V_s = \frac{85.102,10}{0,6} \text{ N} - 106.942,82 \text{ N} = 34.894,01 \text{ N}$$

$$A_v = 2 \times \frac{1}{4} \times \pi \times 10^2 = 157,06 \text{ mm}^2$$

$$s = \frac{\varphi \times A_v \times f_y \times d}{\left(\frac{1}{\varphi}\right) V_s \left(\frac{1}{0,6}\right) 34.894,01} = 253,10 \text{ mm}$$

$$\text{Syarat } S < d/2 = 390,5/2 = 195,25 \text{ mm}$$

Pakai tulangan geser $\varnothing 10-120 \rightarrow 150$

BALOK GRADE (RUANG RAPAT – LANTAI 2)

Daerah Tumpuan

$M_u = 12.188,56 \text{ Kgm} = 121.885.600 \text{ Nmm}$ (Hasil Out Put SAP 2000)

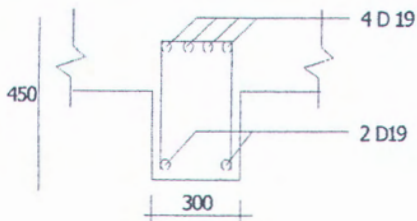
$$R_n = \frac{M_u}{0,8 \times 300 \times d^2} = \frac{121.885.600}{0,8 \times 300 \times 390,5^2} = 3,33 \text{ N/mm}^2$$

$$\rho = \frac{1}{15,68} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 15,68 \times 3,33}{400}} \right) = 0,0089 > \rho_{\min}$$

$$A_{s_{\text{perlu}}} = \rho b d = 0,0089 \times 300 \times 390,5 = 1.047,98 \text{ mm}^2$$

Pasang 4 D 19 ($A_s = 1.134,1 \text{ mm}^2$)

$$\text{Kontrol jarak} = \frac{300 - (2 \times 40 + 2 \times 10 + 4 \times 19)}{3} = 54,66 \text{ mm} > 25 \text{ mm (ok)}$$



Gambar 4.19 Penulangan balok grade lantai (tumpuan)

Daerah Lapangan

Daerah Lapangan

$$M_{u\text{lap}} = 6.094,28 \text{ kgm} = 60.942.800 \text{ Nmm}$$

$$R_n = \frac{M_u}{0.8 \times 300 \times d^2} = \frac{60.942.800}{0.8 \times 300 \times 390,5^2} = 1,66 \text{ N/mm}^2$$

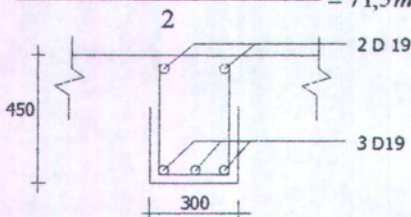
$$\rho = \frac{1}{15,68} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 15,68 \times 1,47}{400}} \right) = 0,00429 > \rho \text{ min}$$

$$A_{s\text{perlu}} = \rho b d$$

$$= 0,00429 \times 300 \times 390,5 = 503,11 \text{ mm}^2$$

Pasang 3 D 19 ($A_s = 850,6 \text{ mm}^2$)

$$\text{Kontrol jarak} = \frac{300 - (2 \times 40 + 2 \times 10 + 3 \times 19)}{2} = 71,5 \text{ mm} > 25 \text{ mm (ok)}$$



Gambar 4.20 Penulangan balok grade lantai (lapangan)

Penulangan Geser

$$V_u = 10.087,56 \text{ Kg} = 100.875,60 \text{ N (Hasil Out Put SAP 2000)}$$

$$b_w = 300 \text{ mm}$$

$$d = 390,5 \text{ mm}$$

$$V_c = (1/6) \times \sqrt{f_c'} \times b_w \times d$$

$$= (1/6) \times \sqrt{30} \times 300 \times 390,5 = 106.942,82 \text{ N}$$

$$\phi V_c = 0,6 \times (1/6) \times \sqrt{f_c'} \times b_w \times d$$

$$= 0,6 \times (1/6) \times \sqrt{30} \times 300 \times 390,5 = 64.165,69 \text{ N}$$

$$\phi V_s \text{ min} = 0,6 \times \frac{1}{3} \times b_w \times d$$

$$= 0,6 \times \frac{1}{3} \times 300 \times 390,5 = 23.430 \text{ N}$$

$$\phi \times \frac{1}{3} \times \sqrt{f'c} \times b_w \times d = \phi \times \frac{1}{3} \times \sqrt{30} \times 300 \times 390,5$$

$$= 128.331,39 \text{ N}$$

Dengan perhitungan didapatkan memenuhi **Kategori 4**

$$(\phi V_c + \phi V_s \text{ min}) < V_u \leq (\phi V_c + \phi \times \frac{1}{3} \times \sqrt{f'c} \times b_w \times d)$$

Direncanakan penulangan geser :

Diameter tulangan geser : 10 mm

$$\phi V_s = V_u - \phi V_c$$

$$V_s = \frac{100.875,60}{0,6} \text{ N} - 106.942,82 \text{ N} = 61.183,18 \text{ N}$$

$$A_v = 2 \times \frac{1}{4} \times \pi \times 10^2 = 157,06 \text{ mm}^2$$

$$s = \frac{\phi \times A_v \times f_y \times d}{\left(\frac{1}{\phi}\right) V_s} = \frac{0,6 \times 157,06 \times 400 \times 390,5}{\left(\frac{1}{0,6}\right) 61.183,18} = 144,35 \text{ mm}$$

$$\text{Syarat } S < d/2 = 390,5/2 = 195,25 \text{ mm}$$

Pakai tulangan geser $\text{Ø}10\text{--}120 \rightarrow 150$

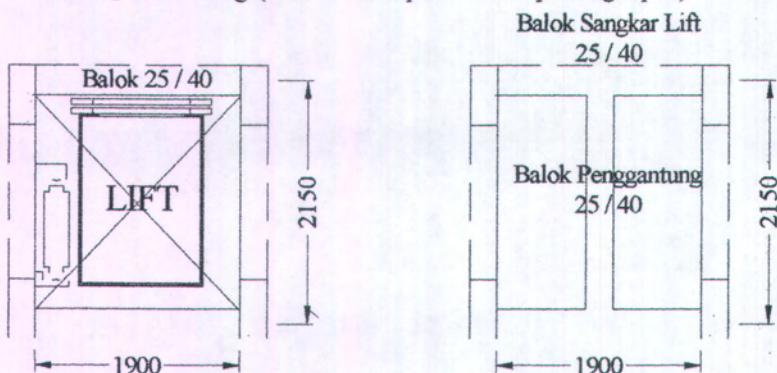
4.9 Perencanaan Lift

4.9.1 Data Perencanaan

Perencanaan yang dilakukan pada lift ini meliputi balok-balok yang berkaitan dengan ruang mesin lift, yang terdiri dari balok penumpu lift dan balok penggantung lift. Pada bangunan ini digunakan lift penumpang yang diproduksi oleh PT. Jaya Kencana dengan data-data sebagai berikut :

- Tipe Lift : Duplex
- Merk : Goldstar
- Kapasitas : 15 orang (1000 kg)
- Kecepatan : 60 m/menit
- Lebar pintu (opening width) : 900 mm

- Dimensi sangkar (car size)
 - Outside : $1650 \times 1682 \text{ mm}^2$
 - Inside : $1600 \times 1500 \text{ mm}^2$
- Beban reaksi ruang mesin
 - $R_1 = 5450 \text{ kg}$ (berat mesin penggerak lift + beban kereta + perlengkapan)
 - $R_2 = 4300 \text{ kg}$ (berat bandul pemberat + perlengkapan)



Gambar 4.21
Denah Pembalokan Lift

4.9.2 Perencanaan Balok Sangkar Lift

4.9.2.1 Balok Samping Sangkar Lift (25/40)

A. Pembebanan

Beban mati

- Beban sendiri balok : $0,25 \times 0,40 \times 2400 \text{ kg/m}^3 = 240 \text{ kg/m}$

- Beban mati pelat : $\left(\frac{1}{3} \times 436 \times 2,15 \right) = 312,46 \text{ kg/m}$

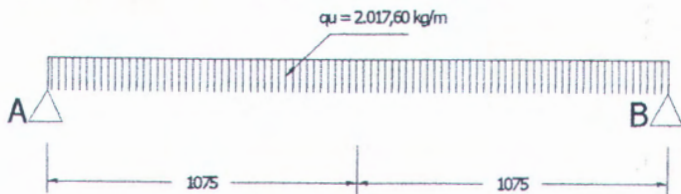
- Berat tembok : $250 \times (3,96 - 0,40) = 890 \text{ kg/m}$
 $= 1.442,46 \text{ kg/m}$

Beban hidup

Beban hidup pelat : $\left(\frac{1}{3} \times 250 \times 2,15 \right) = 179,16 \text{ kg/m}$

Beban Ultimate

$$(1,2 \times 1.442,46) + (1,6 \times 179,16) = 2.017,60 \text{ kg/m}$$



Gambar 4.22
Pembebanan Balok Samping lift

B. Momen

$$\sum M_B = 0$$

$$R_A \cdot 2,15 - (2.017,60) \cdot (2,15) \cdot (1,075) = 0$$

$$R_A = 2.168,92 \text{ kg}$$

$$\sum M_A = 0$$

$$-R_B \cdot 2,15 - (2.017,60) \cdot (2,15) \cdot (1,075) = 0 = 0$$

$$R_B = 2.168,92 \text{ kg}$$

Untuk penentuan momen yang akan dipakai ditentukan dengan menggunakan koefisien momen seperti pada PBI ' 71 pasal 13.2(3) :

$$M_{\text{tump}} = 1/16 \times q \times l^2 = 1/16 \times 2.017,60 \times 2,15^2 = 582,89 \text{ kgm}$$

$$M_{\text{lap}} = 1/11 \times q \times l^2 = 1/11 \times 2.017,60 \times 2,15^2 = 847,85 \text{ kgm}$$

C. Penulangan

- Perhitungan tulangan lentur**

$$d = 400 - 40 - 8 - 14/2$$

$$= 345 \text{ mm}$$

$$b = 250 \text{ mm}$$

dari perhitungan sebelumnya didapatkan :

$$\rho_b = \frac{0,85 \times 0,85 \times 30}{400} \left(\frac{600}{600 + 400} \right) = 0,0325$$

$$\rho_{\text{max}} = 0,75 \times 0,0325 = 0,0244$$

$$\rho_{\min} = \frac{1,4}{400} = 0,0035$$

$$m = \frac{f_y}{0,85 f_c'} = \frac{400}{0,85 \times 30} = 15,68$$

$$M_u = 847,85 \text{ kgm} = 8.478.500 \text{ Nmm}$$

$$R_n = \frac{M_u}{0,8 \times 300 \times d^2} = \frac{8.478.500}{0,8 \times 250 \times 345^2} = 0,36 \text{ N/mm}^2$$

$$\rho = \frac{1}{15,68} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 15,68 \times 0,36}{400}} \right) = 0,001 < \rho_{\min}$$

$$A_{s_{\text{perlu}}} = \rho b d \\ = 0,0035 \times 250 \times 345 = 301,875 \text{ mm}^2$$

Pasang 3 D14 ($A_s = 462 \text{ mm}^2$)

- **Perhitungan tulangan geser**

$$V_u = 2.168,92 \text{ Kg} = 21.689,20 \text{ N}$$

$$b_w = 250 \text{ mm}$$

$$d = 345 \text{ mm}$$

$$V_c = (1/6) \times \sqrt{f_c'} \times b_w \times d$$

$$= (1/6) \times \sqrt{30} \times 250 \times 345 = 78.735,11 \text{ N}$$

$$\phi V_c = 0,6 \times (1/6) \times \sqrt{f_c'} \times b_w \times d$$

$$= 0,6 \times (1/6) \times \sqrt{30} \times 250 \times 345 = 47.241,07 \text{ N}$$

Karena $V_u < \phi V_c$, maka dalam SNI 03-2847-2002 pasal 13.5.(6(1))
 Sehingga tidak perlu tulangan geser (pasang tulangan geser praktis):

$$S < d/2 = 345/2 = 172,5 \text{ mm}$$

Pasang $\phi 8 - 150$

4.9.3 Perencanaan Balok Penggantung Lift (30/40)

4.9.3.1 Beban yang bekerja

Beban yang bekerja pada balok penumpu adalah akibat dari mesin penggerak lift + berat kereta luncur + perlengkapan ($R_1 = 5450$ kg) juga akibat bandul pemberat + perlengkapan ($R_2 = 4300$ kg)

4.9.3.2 Koefisien kejut beban hidup oleh keran

Pada halaman 16 PPIUG 1983 menyatakan bahwa keran yang mengalami struktur terdiri dari berat sendiri keran ditambah dengan berat muatan yang diangkatnya. Sebagai beban rencana harus diambil beban keran tersebut dan dikalikan dengan suatu koefisien yang ditentukan menurut rumus sebagai berikut :

$$\begin{aligned}\psi &= (1 + k_1 \times k_2 \times V) \geq 1,15 \\ &= (1 + 0,6 \times 1,3 \times 1) \geq 1,15 \\ &= 1,78 \geq 1,15\end{aligned}$$

Dimana :

ψ = koefisien kejut yang nilainya tidak boleh diambil kurang dari 1,15

V = kecepatan angkat maksimum dalam m/dt pada pengangkatan muatan maksimum dalam keran induk dan keran angkat yang paling menentukan bagi struktur yang ditinjau dan nilainya tidak perlu lebih dari 1,00 m/dt

K_1 = koefisien yang tergantung pada kekuatan struktur keran induk, untuk keran induk dengan struktur rangka pada umumnya diambil sebesar 0,6

K_2 = koefisien yang tergantung pada sifat-sifat mesin angkat dari keran angkatnya dan dapat diambil sebesar 1,3

Jadi beban yang bekerja pada balok adalah :

$$P = R \times \psi = (5450 + 4300) \times 1,78 = 17355 \text{ kg}$$

A. Pembebanan**Beban mati**

- Berat sendiri balok = $0,25 \times 0,4 \times 2400 = 240,00 \text{ kg/m}$
- Beban mati pelat 2 trap: $2x \left(\frac{1}{4} \times 436 \times 1,075(2,15 - 1,075) \right) = 251,93 \text{ kg/m}$
 $qu = 491,93 \text{ kg/m}$
- Berat terpusat lift = $17355,00 \text{ kg/m}$

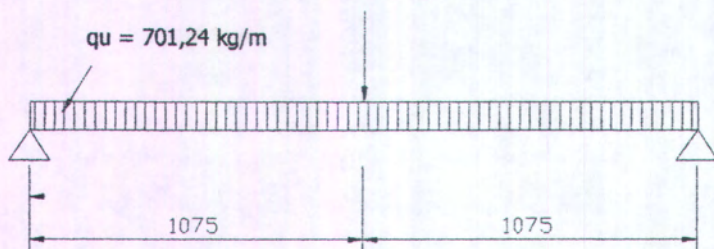
Beban Hidup

- Beban hidup 2 trap : $2x \left(\frac{1}{4} \times 120 \times 1,075(2,15 - 1,075) \right) = 69,33 \text{ kg/m}$

Beban Ultimate

$$(1,2 \times 491,93) + (1,6 \times 69,33) = 701,244 \text{ kg/m}$$

$$P = 17355 \text{ kg}$$



Gambar 4.23
Pembebanan Pada Balok Pengantung

B. Momen

$$\sum M_B = 0$$

$$R_A \cdot 2,15 - 701,244 \cdot (2,15) \cdot (1,075) - 17355 \cdot 1,075 = 0$$

$$R_A = 9.431,33 \text{ kg}$$

$$\sum M_A = 0$$

$$-R_B \cdot 2,15 - 701,244 \cdot (2,15) \cdot (1,075) - 17355 \cdot 1,075 = 0$$

$$R_B = 9.431,33 \text{ kg}$$

Karena beban simetris maka, letak momen maksimum :

$$\begin{aligned} M_o &= \frac{1}{8} \times q_u \times l^2 + \frac{1}{4} \times P_u \times l \\ &= \frac{1}{8} \times 701,244 \times 2,15^2 + \frac{1}{4} \times 17,355 \times 2,15 \\ &= 9.733,5 \text{ kgm} \end{aligned}$$

Untuk penentuan momen yang akan dipakai ditentukan dengan menggunakan koefisien momen seperti pada PBI ' 71 pasal 13.2(4) :

$$M_{\text{tump}} = 1/3 \times M_o = 1/3 \times 9.733,5 = 3.244,5 \text{ kgm}$$

$$M_{\text{lap}} = 4/5 \times M_o = 4/5 \times 9.733,5 = 7.786,8 \text{ kgm}$$

C. Penulangan

Data Perencanaan

- **Perhitungan tulangan lentur**

$$d = 400 - 40 - 8 - 16/2$$

$$= 344 \text{ mm}$$

$$d' = 40 + 8 + 16/2$$

$$= 56 \text{ mm}$$

$$b = 250 \text{ mm}$$

dari perhitungan sebelumnya didapatkan :

$$\rho_b = \frac{0.85 \times 0.85 \times 30}{400} \left(\frac{600}{600 + 400} \right) = 0.0325$$

$$\rho_{\text{max}} = 0,75 \times 0,0325 = 0,0244$$

$$\rho_{\text{min}} = \frac{1,4}{400} = 0,0035$$

$$m = \frac{f_y}{0.85 f_c'} = \frac{400}{0.85 \times 30} = 15,68$$

$$M_u = 7.786,8 \text{ kgm} = 77.868.000 \text{ Nmm}$$

$$R_n = \frac{M_u}{0.8 \times 300 \times d^2} = \frac{77.868.000}{0.8 \times 250 \times 344^2} = 3,29 \text{ N/mm}^2$$

$$\rho = \frac{1}{15,68} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 15,68 \times 3,29}{400}} \right) = 0,0088$$

$$A_{S\text{perlu}} = \rho b d$$

$$= 0.0088 \times 250 \times 344 = 756,8 \text{ mm}^2$$

Pasang 4 D16 ($A_s = 462 \text{ mm}^2$)

• **Perhitungan tulangan geser**

$$V_u = 9.431,33 \text{ Kg} = 94.313,3 \text{ N}$$

$$b_w = 250 \text{ mm}$$

$$d = 344 \text{ mm}$$

$$V_c = (1/6) \times \sqrt{f_c'} \times b_w \times d$$

$$= (1/6) \times \sqrt{30} \times 250 \times 344 = 78506,89 \text{ N}$$

$$\phi V_c = 0,6 \times (1/6) \times \sqrt{f_c'} \times b_w \times d$$

$$= 0,6 \times (1/6) \times \sqrt{30} \times 250 \times 344 = 47104,13 \text{ N}$$

Karena $V_u \geq \phi V_c$, maka dalam SNI03-2847-2002 pasal 13.5.(6(1))

Sehingga perlu tulangan geser :

$$V_{\text{perlu}} = \frac{V_u}{\phi} - V_c = \frac{94.313,3}{0,6} - 78506,89 = 78.681,94 \text{ N}$$

$$A_v = 2 \phi 8 = 101 \text{ mm}^2$$

$$s = \frac{A_v \times f_y \times d}{V_s} = \frac{101 \times 400 \times 344}{78.681,94} = 176,63 \text{ mm}$$

$$\text{Syarat } S < d/2 = 344/2 = 172 \text{ mm}$$

Pasang $\phi 8 - 120$

4.10. Penulangan Balok Kantilever

4.10.1 Penulangan Lentur Kantilever { No. Frame 1912 lantai 2 (4 - 4') }

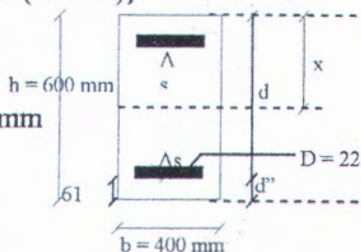
Data Perencanaan :

- $f_c' = 30 \text{ MPa}$
- $f_y = 400 \text{ MPa}$ (sengkang), dan
- $f_y = 400 \text{ MPa}$ (tulangan utama)
- Diameter sengkang (\emptyset) = 10 mm
- Diameter tulangan utama (D) = 22 mm (deform)

Contoh perhitungan 1 :

Diambil balok kantilever lantai 2 { As. B (4 - 4')}

- Dimensi = 40/60 cm
- Bentang = 2,00 m
- $d = 600 - 40 - 10 - \left(\frac{1}{2} \cdot 22\right) = 539 \text{ mm}$



Batas harga perbandingan tulangan :

$$\begin{aligned} \rho_b &= \frac{0,85 \times f_c' \times \beta_1}{f_y} \left(\frac{600}{600 + f_y} \right) \text{SNI 03-2847-2002 pasal 10.4(3)} \\ &= \frac{0,85 \times 30 \times 0,85}{400} \left(\frac{600}{600 + 400} \right) \\ &= 0,0325 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \rho_{\max} &= 0,75 \times \rho_b \quad \text{SNI 03-2847-2002 pasal 12.3(3)} \\ &= 0,75 \times 0,0325 \\ &= 0,0243 \end{aligned}$$

$$\rho_{\min} = \frac{1,4}{f_y} = \frac{1,4}{400} = 0,0035$$

$$m = \frac{f_y}{0,85 f_c'} = \frac{400}{0,85 \times 30} = 15,68$$

$M_u = 34.326,25 \text{ Kgm} = 343.262.500 \text{ Nmm}$ (Out Put SAP 2000-Comb.2)
 dipakai $\delta = 0,50$ (untuk daerah tumpuan)

$$R_n = \frac{(1-\delta) \times M_u}{\phi \times b \times d^2} = \frac{(1-0,50) \times 343.262.500}{0,80 \times 400 \times 539^2} = 1,84 \text{ N/mm}^2$$

$$\rho_{\delta} = \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2m \times R_n}{f_y}} \right) = \frac{1}{15,68} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 15,68 \times 1,84}{400}} \right) = 0,0048$$

$$\begin{aligned} \rho' &= \frac{\delta \times M_u}{\phi \times f_y \times (d - d') \times b \times d} = \frac{0,5 \times 343.262.500}{0,80 \times 400 \times (539 - 39) \times 400 \times 539} \\ &= 0,0049 \end{aligned}$$

$$\rho = \rho_s + \rho' = 0,0048 + 0,0049 = 0,0097$$

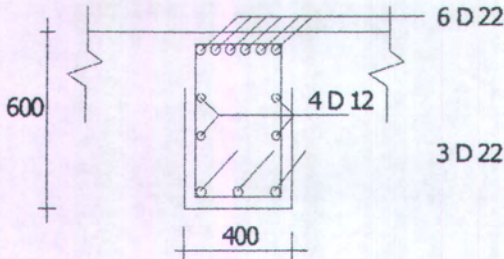
$$A_s = \rho \times b \times d = 0,0097 \times 400 \times 539 = 2091,32 \text{ mm}^2$$

$$A_s \text{ Pasang } 6 \text{ D } 22 \quad (2280 \text{ mm}^2)$$

$$A_s' = \rho' \times b \times d = 0,0049 \times 400 \times 539 = 1056,44 \text{ mm}^2$$

$$A_s' \text{ Pasang } 3 \text{ D } 22 \quad (1140 \text{ mm}^2)$$

$$\text{Kontrol jarak} = \frac{400 - (2 \times 40 + 2 \times 10 + 6 \times 22)}{5} = 33,6 \text{ mm} > 25 \text{ mm (ok)}$$



Gambar 4.24 Penulangan balok kantilever (40/60)

Penulangan Geser

$$V_u = 12.765,29 \text{ Kg} = 127.652,9 \text{ N (Out Put SAP 2000)}$$

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

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

$$V_c = (1/6) \times \sqrt{f_c'} \times b_w \times d$$

$$= (1/6) \times \sqrt{30} \times 400 \times 539 = 196.814,97 \text{ N}$$

$$\phi V_c = 0,6 \times (1/6) \times \sqrt{f_c'} \times b_w \times d$$

$$= 0,6 \times (1/6) \times \sqrt{30} \times 400 \times 539 = 118.088,98 \text{ N}$$

$$\phi V_s \text{ min} = 0,6 \times \frac{1}{3} \times b_w \times d$$

$$= 0,6 \times \frac{1}{3} \times 400 \times 539 = 43.120 \text{ N}$$

$$\phi \times \frac{1}{3} \times \sqrt{f_c'} \times b_w \times d = \phi \times \frac{1}{3} \times \sqrt{30} \times 400 \times 539$$

$$= 236.177,96 \text{ N}$$

Dengan perhitungan didapatkan memenuhi **Kategori 4**

$$(\phi V_c + \phi V_s \text{ min}) < V_u \leq (\phi V_c + \phi \times \frac{1}{3} \times \sqrt{f'_c} \times b_w \times d)$$

Direncanakan penulangan geser :

Diameter tulangan geser : 10 mm

$$\phi V_s = V_u - \phi V_c$$

$$V_s = \frac{127.652,90}{0,6} \text{ N} - 196.814,97 \text{ N} = 15.939,86 \text{ N}$$

$$A_v = 2 \times \frac{1}{4} \times \pi \times 10^2 = 157,06 \text{ mm}^2$$

$$s = \frac{\phi \times A_v \times f_y \times d}{\left(\frac{1}{\phi}\right) V_s} = \frac{0,6 \times 157,06 \times 400 \times 539}{\left(\frac{1}{0,6}\right) 15.939,86} = 764,77 \text{ mm}$$

$$\text{Syarat } S < d/2 = 539/2 = 269,5 \text{ mm}$$

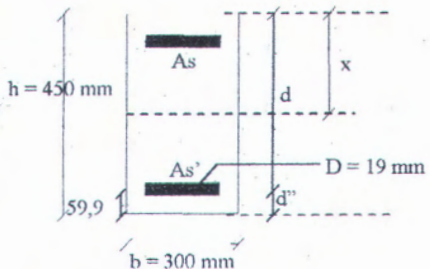
Pakai tulangan geser $\text{Ø}10\text{--}150$

Contoh perhitungan 2 :

Diambil **balok kantilever** lantai 2 { **As. B' (4 - 4')** }

Data Perencanaan :

- $f_c' = 30 \text{ MPa}$
- $f_y = 400 \text{ MPa}$ (sengkang), dan
- $f_y = 400 \text{ MPa}$ (tulangan utama)
- Dimensi = 30/45 cm
- Bentang = 2,00 m



- Diameter sengkang (Ø) = 10 mm
- Diameter tulangan utama (D) = 19 mm (deform)
- $d = 450 - 40 - 10 - \left(\frac{1}{2} \cdot 19\right) = 390,50 \text{ mm}$

Batas harga perbandingan tulangan :

$$\begin{aligned}\rho_b &= \frac{0,85 \times f_c' \times \beta_1}{f_y} \left(\frac{600}{600 + f_y} \right) \text{SNI 03-2847-2002 pasal 10.4(3)} \\ &= \frac{0,85 \times 30 \times 0,85}{400} \left(\frac{600}{600 + 400} \right) \\ &= 0,0325\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\rho_{\max} &= 0,75 \times \rho_b \quad \text{SNI 03-2847-2002 pasal 12.3(3)} \\ &= 0,75 \times 0,0325 \\ &= 0,0243\end{aligned}$$

$$\rho_{\min} = \frac{1,4}{f_y} = \frac{1,4}{400} = 0,0035$$

$$m = \frac{f_y}{0,85 f_c'} = \frac{400}{0,85 \times 30} = 15,68$$

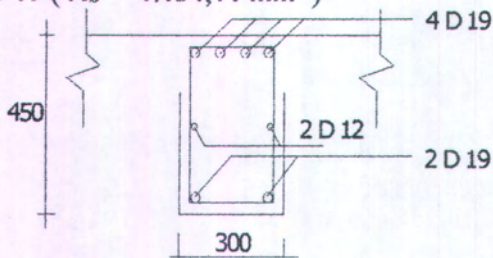
$M_u = 9.247,73 \text{ Kg-m} = 92.477,3 \text{ Nmm}$ (Out Put SAP 2000 - Comb. 2)

$$R_n = \frac{M_u}{0,8 \times b \times d^2} = \frac{92.477,3}{0,8 \times 300 \times 390,5^2} = 2,52 \text{ N/mm}^2$$

$$\rho = \frac{1}{15,68} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 15,68 \times 2,52}{400}} \right) = 0,0066 > \rho_{\min}$$

$$\begin{aligned}A_{s_{\text{perlu}}} &= \rho b d \\ &= 0,0066 \times 300 \times 390,5 = 773,19 \text{ mm}^2\end{aligned}$$

Pasang 4 D 19 ($A_s = 1.134,11 \text{ mm}^2$)



Gambar 4.25 Penulangan balok kantilever (30/45)

Penulangan Geser

$$V_u = 5.253,84 \text{ Kg} = 52.538,40 \text{ N (Hasil Out Put SAP 2000)}$$

$$b_w = 300 \text{ mm}$$

$$d = 390,5 \text{ mm}$$

$$V_c = (1/6) \times \sqrt{f'c} \times b_w \times d$$

$$= (1/6) \times \sqrt{30} \times 300 \times 390,5 = 106.942,82 \text{ N}$$

$$\phi V_c = 0,6 \times (1/6) \times \sqrt{f'c} \times b_w \times d$$

$$= 0,6 \times (1/6) \times \sqrt{30} \times 300 \times 390,5 = 64.165,69 \text{ N}$$

$$\phi V_s \text{ min} = 0,6 \times \frac{1}{3} \times b_w \times d$$

$$= 0,6 \times \frac{1}{3} \times 300 \times 390,5 = 23.430 \text{ N}$$

$$\phi \times \frac{1}{3} \times \sqrt{f'c} \times b_w \times d = \phi \times \frac{1}{3} \times \sqrt{30} \times 300 \times 390,5$$

$$= 128.988,66 \text{ N}$$

Dengan perhitungan didapatkan memenuhi **Kategori 2**

$$(0,5 \phi V_c) < V_u \leq (\phi V_c)$$

Direncanakan penulangan geser :

Diameter tulangan geser : 10 mm

$$A_v = \frac{1}{4} \times \pi \times 10^2 = 78,53 \text{ mm}^2$$

$$V_s \text{ min} = \frac{1}{3} \times b_w \times d$$

$$= \frac{1}{3} \times 300 \times 390,5 = 23.430 \text{ N}$$

$$s = \frac{\phi \times A_v \times f_y \times d}{\left(\frac{1}{\phi}\right) V_s} = \frac{0,6 \times 78,53 \times 400 \times 390,5}{\left(\frac{1}{0,6}\right) 23430} = 120,62 \text{ mm}$$

$$\text{Syarat } S < d/2 = 390,5/2 = 195,25 \text{ mm}$$

Pakai tulangan geser $\text{Ø}10-100 \rightarrow 150$

4.11. Penulangan Balok 25/40

4.11.1 Penulangan Lentur Balok 25/40

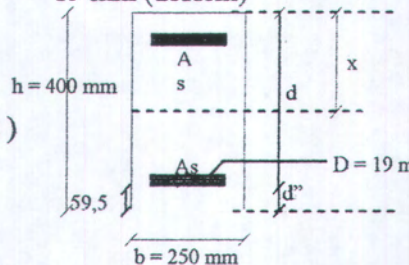
Data Perencanaan :

- $f_c' = 30$ MPa
- $f_y = 400$ MPa (senggang), dan
- $f_y = 400$ MPa (tulangan utama)
- Diameter senggang (\emptyset) = 10 mm
- Diameter tulangan utama (D) = 19 mm (deform)

Contoh perhitungan :

Diambil balok 25/40 lantai 2 As. (1' - 2)

- Dimensi = 30/45 cm
- Bentang = 7,25 m



$$\bullet \quad d = 400 - 40 - 10 - \left(\frac{1}{2} \cdot 19\right) = 340,5 \text{ mm}$$

Batas harga perbandingan tulangan :

$$\begin{aligned} \rho_b &= \frac{0,85 \times f_c' \times \beta_1}{f_y} \left(\frac{600}{600 + f_y} \right) \text{SNI 03-2847-2002 pasal 10.4(3)} \\ &= \frac{0,85 \times 30 \times 0,85}{400} \left(\frac{600}{600 + 400} \right) \\ &= 0,0325 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \rho_{\max} &= 0,75 \times \rho_b \quad \text{SNI 03-2847-2002 pasal 12.3(3)} \\ &= 0,75 \times 0,0325 \\ &= 0,0243 \end{aligned}$$

$$\rho_{\min} = \frac{1,4}{f_y} = \frac{1,4}{400} = 0,0035$$

$$m = \frac{f_y}{0,85 f_c'} = \frac{400}{0,85 \times 30} = 15,68$$

Daerah Tumpuan

$M_u = 7814,72 \text{ Kg-m} = 78.147.200 \text{ Nmm}$ (Out Put SAP 2000)

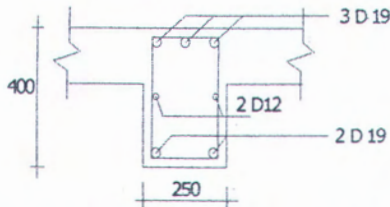
$$R_n = \frac{M_u}{0.8 \times b \times d^2} = \frac{78.147.200}{0.8 \times 250 \times 340,5^2} = 3,37 \text{ N/mm}^2$$

$$\rho = \frac{1}{15,68} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 15,68 \times 3,37}{400}} \right) = 0,009 > \rho \text{ min}$$

$$A_{S_{\text{perlu}}} = \rho \times b \times d \\ = 0,009 \times 250 \times 340,5 = 766,125 \text{ mm}^2$$

Pasang 3 D 19 ($A_s = 850,58 \text{ mm}^2$)

$$\text{Kontrol jarak} = \frac{250 - (2 \times 40 + 2 \times 10 + 3 \times 19)}{2} = 46,50 \text{ mm} > 25 \text{ mm (ok)}$$



Gambar 4.26 Penulangan balok 25/40 (tumpuan)

Daerah Lapangan

$M_{u_{\text{lajp}}} = 3.673,71 \text{ kgm} = 36.737.100 \text{ Nmm}$ (Hasil Out Put SAP 2000)

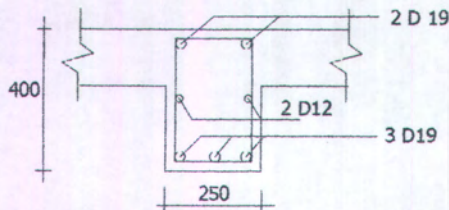
$$R_n = \frac{M_u}{0.8 \times 300 \times d^2} = \frac{36.737.100}{0.8 \times 250 \times 340,5^2} = 1,58 \text{ N/mm}^2$$

$$\rho = \frac{1}{15,68} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 15,68 \times 1,58}{400}} \right) = 0,0041 > \rho \text{ min}$$

$$A_{S_{\text{perlu}}} = \rho \times b \times d \\ = 0,0041 \times 250 \times 340,5 = 349,01 \text{ mm}^2$$

Pasang 3 D 19 ($A_s = 850,58 \text{ mm}^2$)

$$\text{Kontrol jarak} = \frac{250 - (2 \cdot 40 + 2 \cdot 10 + 3 \cdot 19)}{2} = 46,50 \text{ mm} > 25 \text{ mm (ok)}$$



Gambar 4.27 Penulangan balok 25/40 (lapangan)

Penulangan Geser

$$V_u = 5.518,02 \text{ Kg} = 55.180,20 \text{ N (Hasil Out Put SAP 2000)}$$

$$b_w = 250 \text{ mm}$$

$$d = 340,5 \text{ mm}$$

$$V_c = (1/6) \times \sqrt{f'_c} \times b_w \times d$$

$$= (1/6) \times \sqrt{30} \times 250 \times 340,5 = 77.708,13 \text{ N}$$

$$\phi V_c = 0,6 \times (1/6) \times \sqrt{f'_c} \times b_w \times d$$

$$= 0,6 \times (1/6) \times \sqrt{30} \times 250 \times 340,5 = 46.624,88 \text{ N}$$

$$\phi V_{s \text{ min}} = 0,6 \times \frac{1}{3} \times b_w \times d$$

$$= 0,6 \times \frac{1}{3} \times 250 \times 340,5 = 17.025 \text{ N}$$

$$\phi \times \frac{1}{3} \times \sqrt{f'_c} \times b_w \times d = \phi \times \frac{1}{3} \times \sqrt{30} \times 250 \times 340,5$$

$$= 93.249,76 \text{ N}$$

Dengan perhitungan didapatkan memenuhi **Kategori 3**
 $(\phi V_c) < V_u \leq (\phi V_c + \phi V_{s \text{ min}})$

Direncanakan penulangan geser :

Diameter tulangan geser : 10 mm

$$A_v = \frac{1}{4} \times \pi \times 10^2 = 78,53 \text{ mm}^2$$

$$\begin{aligned} V_s \text{ min} &= \frac{1}{3} \times b_w \times d \\ &= \frac{1}{3} \times 250 \times 340,5 = 28.375 \text{ N} \end{aligned}$$

$$s = \frac{\phi \times A_v \times f_y \times d}{\left(\frac{1}{\phi}\right) V_s} = \frac{0,6 \times 78,53 \times 400 \times 340,5}{\left(\frac{1}{0,6}\right) 28.375} = 135,69 \text{ mm}$$

$$\text{Syarat } S < d/2 = 340,5/2 = 170,25 \text{ mm}$$

Pakai tulangan geser $\text{Ø}10\text{--}100 \rightarrow 150$

"Halaman ini sengaja dikosongkan"

BAB V

PERENCANAAN STRUKTUR UTAMA

5.1 Umum

Perencanaan struktur utama dari gedung ini meliputi perencanaan balok induk dan kolom sebagai elemen utama dari gedung. Dimana struktur utama tersebut direncanakan menerima beban gravitasi dan beban lateral berupa beban gempa. Pelat yang dipikul oleh balok dianggap membebani balok induk sebagai beban merata dan balok anak membebani balok induk sebagai beban terpusat.

Di dalam analisa struktur utama dari gedung ini, pemodelan struktur mengacu pada peraturan SNI 03-1726-2002 dengan sistem yang dipergunakan adalah Struktur Rangka Pemikul Momen.

5.2 Data Perencanaan

Adapun data proyek/teknis yang digunakan sebagai Tugas Akhir adalah sebagai berikut :

Perencanaan gedung ini didasarkan atas data-data sebagai berikut

1. Mutu beton : 30 MPa
2. Mutu baja tulangan utama : 400 Mpa
3. Jumlah lantai : 8 lantai
4. Tinggi tiap lantai : 3,96 m
5. Luas bangunan : 18,8 m × 18,1 m
6. Dimensi kolom : 60 cm × 60 cm
7. Dimensi balok : 40 cm × 60 cm (balok melintang)
40 cm × 60 cm (balok memanjang)
8. Wilayah gempa : Zona 6

5.3 Pemodelan Struktur

Struktur utama dianalisa dengan menggunakan bantuan software SAP.2000, Dimana sistem struktur dari balok induk dan kolom dimodelkan sebagai portal terbuka (open frame) dengan

perletakan jepit pada dasar kolom. Sedangkan perencanaan terhadap gempa akan dianalisa dengan cara statis.

5.4 Pembebanan

Struktur utama dibebani oleh beban hidup dan beban mati yang berasal dari lantai, balok anak, beban struktur sendiri, beban angin dan beban gempa. Beban mati dan beban hidup dikelompokkan di dalam beban gravitasi yang dipikul oleh balok induk. Sedangkan untuk beban gempa dan beban angin dikelompokkan di dalam beban horizontal yang diterima oleh kolom pada masing – masing tingkat yang kemudian diteruskan ke pondasi. Beban pada struktur utama didapatkan dari reaksi – reaksi struktur pendukung yaitu balok anak yang akan menjadi beban terpusat bagi struktur utama dan beban lantai dan beban sendiri struktur yang bekerja sebagai beban merata.

5.4.1 Beban Gravitasi

Beban gravitasi adalah beban – beban yang bekerja searah dengan gravitasi bumi. Beban gravitasi yang diterima struktur ini terdiri dari beban mati dan beban hidup. Beban mati pada balok berasal dari berat sendiri balok dan beban mati yang diteruskan melalui plat. Pembagian pembebanan pada balok utama dari plat merupakan beban area yang kemudian diequivalensikan menjadi beban merata yang diterima oleh balok sedangkan untuk balok anak diasumsikan sebagai beban terpusat pada balok utama.

Beban gravitasi untuk pelat dihitung langsung pada program Etabs sebagai membran dan menyatu dengan struktur utama.

5.4.2 Beban Mati

Beban mati merupakan beban permanen yang bekerja selama umur bangunan, seperti berat sendiri, berat komponen non struktur (penutup lantai, langit-langit dan lain sebagainya).

Semua beban tersebut sebenarnya adalah gaya gravitasi dan biasa disebut dengan beban gravitasi.

5.4.3 Beban Hidup

Beban hidup juga merupakan beban gravitasi, tetapi tidak bersifat permanen seperti beban mati. Beban jenis ini kemungkinan akan bekerja pada struktur pada saat-saat tertentu saja selama umur bangunan atau dapat pula bekerja selama umur bangunan dan lokasinya tidak tetap. Beban hidup ini antara lain : beban perabotan, penghuni sendiri (manusia) dan lain - lainnya.

Adapun pembebanan struktur sebagai berikut :

- Atap

- a. Beban Mati (DL)

- Berat sendiri balok induk = Input SAP. 2000

- Berat sendiri pelat $0,12 \times 240 = 288 \text{ kg/m}^2$

- Plafon + penggantung $11 + 7 = 18 \text{ kg/m}^2$

- Spesi (2 cm) $2 \times 21 = 42 \text{ kg/m}^2$

- Aspal (1 cm) $1 \times 14 = 14 \text{ kg/m}^2$

- DL
 - $= 362 \text{ kg/m}^2$

- b. Beban Hidup (LL)

- LL = 100 kg/m^2

- Lantai

- a. Beban Mati (DL)

- Berat sendiri balok induk = Input SAP 2000

- Berat sendiri pelat = 288 kg/m^2

- Plafon + penggantung $11 + 7 = 18 \text{ kg/m}^2$

- Spesi (2 cm) $2 \times 21 = 42 \text{ kg/m}^2$

- Tegel (1 cm) $2 \times 24 = 48 \text{ kg/m}^2$

- Ducting AC + pipa $= 40 \text{ kg/m}^2$

- DL
 - $= 436 \text{ kg/m}^2$

- Tembok $3.6 \times 250 = 900 \text{ kg/m}^2$

- b. Beban Hidup lantai 3

- LL = 400 kg/m^2

- c. Beban Hidup lantai 4 s/d 8
 $LL = 250 \text{ kg/m}^2$

Untuk perhitungan Beban Total Bangunan dapat di lihat pada Tabel - 2 (lampiran).

5.4.4 Beban Angin

Beban angin berdasarkan ketentuan yang diberikan dalam PBI 1983. Beban angin merupakan beban merata yang diterima oleh kolom sesuai dengan arah struktur. Berdasarkan data perencanaan yang diperoleh harga - harga variable sebagai berikut :

$$Q = C_q \cdot W \cdot L$$

Q = beban angin pada ketinggian tertentu (kg/m)

C_q = koefisien bidang tekan / hisap angin

$C_q \rightarrow$ untuk searah angin = 0,9

$C_q \rightarrow$ untuk dibalik angin = - 0,4

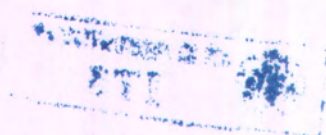
W = diambil 25 kg/m²)

L = lebar luasan portal dalam menerima beban angin

Tabel 5.1 PEMBEBANAN ANGIN

Arah X					Arah Y				
Portal	W (kg/m ²)	L (m)	q tekan (kg/m)	q hisap (kg/m)	Portal	W (kg/m ²)	L (m)	q tekan (kg/m)	q hisap (kg/m)
A	25	4,742	106,69	47,42	1	25	3,625	81,56	36,25
B	25	7,25	163,12	72,5	2	25	5,375	120,9	53,75
C	25	5,775	129,9	57,75	3	25	7,25	163,1	72,5
D	25	2,15	48,375	21,5	4	25	1,8	40,5	18

Beban angin cukup kecil sehingga tidak perlu diperhitungkan karena bila dibanding dengan berat struktur bangunan sangat kecil.



5.4.4 Beban Gempa

Perhitungan beban gempa pada bangunan ini, dilakukan dengan menggunakan analisa gempa statik ekuivalen. Analisa statik ekuivalen ini harus dilakukan untuk bangunan dengan ketinggian kurang dari 40 meter dan bangunan berbentuk simetris (SNI 03 - 1726 - 2002 pasal 4.2.1).

5.5 Perhitungan Gaya Geser Dasar Gempa

5.5.1 Gaya Geser pada Gempa Kuat (V_1)

5.5.1.1 Periode waktu getar alami fundamental (T_1)

Rumus empiris memakai *Method A* dari UBC Section 1630.2.2.

Tinggi gedung = 31,55 m

$C_t = 0,0731$

$T = C_t (h_n)^{3/4} = 0,0731 (31,55)^{3/4} = 0,97 \text{ det.}$

Berdasarkan pasal 5.6 SNI 03 - 1726 - 2002, waktu getar alami struktur gedung (T_1) dibatasi sebagai berikut :

$$T_1 < \zeta \cdot n$$

Dimana : ζ = ditetapkan menurut tabel 8 SNI 03 - 1726 - 2002

N = jumlah tingkat

$$T_1 < 0,15 \cdot 8$$

$$T_1 = 1,20 \text{ detik} > T_{\text{empiris}} \dots\dots \text{OK}$$

5.5.1.2 Faktor Respons Gempa (C)

Berdasarkan lokasi pembangunan Gedung Meratus II, bahwa bertipe tanah keras dan termasuk dalam wilayah gempa 6 (Gambar 1 SNI 03 - 1726 - 2002), faktor respons gempa (C) dapat dicari dengan memasukkan periode waktu getar (T) menurut golongan tanah dan wilayah gempa sehingga didapatkan $C = 0,83$



5.5.1.3 Faktor Reduksi Gempa (R)

Gedung PT. Pelayaran Meratus II direncanakan menggunakan Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK) beton bertulang, sehingga berdasarkan tabel 3 SNI 03 - 1726 - 2002 didapatkan nilai faktor reduksi gempa $R = 8,5$ untuk gempa kuat.

5.5.1.4 Faktor Keutamaan (I)

Gedung PT. Pelayaran Meratus II direncanakan sebagai tempat perkantoran sehingga berdasarkan tabel 1 SNI 03 - 1726 - 2002, didapatkan $(I) = 1,00$

5.5.1.5 Gaya Geser Dasar Nominal (V)

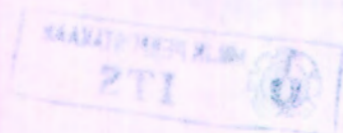
Untuk perencanaan gaya gempa dipergunakan peraturan SNI 03-1726-2002. Total gaya geser dasar yang bekerja dapat dihitung berdasarkan :

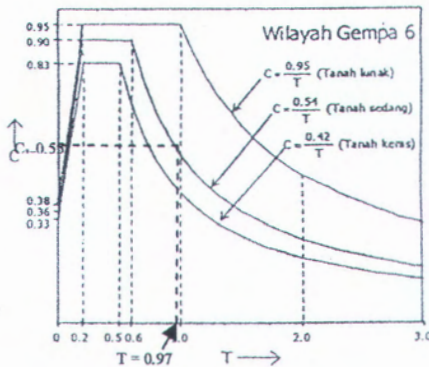
$$V = \frac{C_1 \cdot I}{R} \cdot W_t \quad \text{SNI 03-1726-2002 pasal 6.1.2}$$

dimana :

- V = gaya geser dasar
- C1 = nilai faktor respon gempa yang didapat dari spektrum respon gempa
- I = faktor keutamaan gedung
- R = faktor reduksi gempa
- Wt = berat total gedung

Dengan perencanaan bangunan yang berada di wilayah gempa 6, yang mempunyai jenis tanah sedang, maka berdasarkan Respons Spektrum Gempa Rencana untuk nilai waktu getar alami (T) sebesar 0,97 detik, didapatkan nilai $C_1 = 0,0731$.





Sumber : SNI 03-1726-2002,
Gambar 2. Respons Spektrum Gempa Rencana

Gambar 5.1. Respons Spektrum Gempa Rencana pada Wilayah Gempa 6

Nilai faktor keutamaan (I) tergantung dari kategori gedung yang akan direncanakan, dan berdasarkan SNI 03-1726-2002 tabel 1.

Untuk bangunan perkantoran $\rightarrow I = 1,0$

Sedangkan Nilai Faktor Reduksi Gempa (R) untuk struktur gedung yang berperilaku Duktail penuh adalah sebesar **0,85**. (SNI 03-1726-2002 tabel 2)

Maka berdasarkan data-data diatas didapat nilai Gaya Geser Dasar (V) sebagai berikut :

$$V_x = V_y = \frac{C_1 \cdot I}{R} \cdot W_t = \frac{0,55 \cdot 1,0}{8,5} \times 2.851.360,93 = 184.499,82 \text{ Kg}$$

5.5.1.6 Penyebaran Gaya Geser Secara Vertikal

Setelah didapatkan gaya geser dasar, selanjutnya gaya geser tersebut didistribusikan ke sepanjang tinggi gedung berdasarkan pasal 6.1.4 SNI 03 - 1726 - 2002 dimana rasio

antara tinggi gedung dan ukuran denahnya dalam arah pembebanan gempa sama dengan $\rightarrow \frac{31,55}{18,8} = 1,67$ kurang dari 3

sehingga harga V harus dibagikan sepanjang tinggi struktur gedung menjadi beberapa gempa nominal statik ekuivalen menurut pasal 6.1.3 SNI 03 - 1726 - 2002 yaitu :

$$F_1 = \frac{W_i Z_i}{\sum_{i=1}^n W_i Z_i} \cdot V$$

Dimana :

- W_1 = berat lantai tingkat ke- i , termasuk beban hidup yang sesuai.
- Z_1 = ketinggian lantai tingkat ke- i diukur dari taraf penjepitan lateral.
- n = nomor lantai tingkat paling atas.
- V = beban geser dasar nominal statik ekuivalen.

Berdasarkan formula diatas, didapatkan beban beban nominal gempa statik ekivalen pada tiap - tiap lantai yang di tabelkan pada tabel berikut :

Tabel 5.2 PEMBAGIAN BEBAN GEMPA NOMINAL

Lantai	Berat Lantai		h	$W_n * h_n$	$F_{\text{tiap lantai}}$	$V_{\text{tiap lantai}}$
	W(Kg)		(m)	(kg-m)	(Kg)	(Kg)
Atap	W_8	151,168.10	31.55	4,769,354	18,686.82	18,686.82
8						
	W_7	383,755.51	27.59	10,587,814	41,484.14	60,170.95
7						
	W_6	383,755.51	23.63	9,068,143	35,529.91	95,700.86
6						
	W_5	383,755.51	19.67	7,548,471	29,575.68	125,276.54
5						
	W_4	383,755.51	15.71	6,028,799	23,621.45	148,897.99
4						
	W_3	383,755.51	11.75	4,509,127	17,667.22	166,565.22
3						
	W_2	400,139.11	7.79	3,117,084	12,213.05	178,778.27
2						
	W_1	381,276.18	3.83	1,460,288	5,721.56	184,499.82
1						
		2,851,360.93		47.089.079,24	184,499.82	

5.5.1.7 Arah Pembebanan Gempa

Berdasarkan pasal 5.8.2 SNI 03 – 1726 – 2002 untuk mensimulasikan arah pengaruh gempa rencana yang sembarang terhadap struktur gedung, pengaruh pembebanan gempa dalam arah utama harus dianggap 100 % dan harus dianggap terjadi bersamaan dengan pengaruh pembebanan gempa dalam arah

tegak lurus pada arah pembebanan tadi, tetapi dengan efektifitas hanya 30 %. Dalam hal ini sumbu utama searah dengan sumbu x (sumbu panjang) sedangkan sumbu y merupakan tegak lurus nya.

5.5.1.8 Waktu Getar Alami Fundamental

Waktu getar alami fundamental struktur gedung beraturan dalam arah masing-masing sumbu utama dapat ditentukan dengan rumus Rayleigh sebagai berikut :

$$T_1' = 6,3 \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n W_i d_i^2}{g \sum_{i=1}^n F_i d_i}}$$

Dimana : d_i = simpangan horisontal lantai tingkat ke - i

g = percepatan gravitasi yang ditetapkan sebesar 9810 mm/det²

Berdasarkan formula diatas didapatkan harga T_1 seperti dalam tabel berikut :

Tabel 5.3 PERHITUNGAN T_1 RAYLEIGH

Lantai	d_i (mm)	W_i (kg)	$W_i \cdot d_i^2$	F_i	$F_i \cdot d_i$
8	31.55	151,168.10	150,473,107.59	18,686.82	589,569.01
7	27.59	383,755.51	292,117,800.80	41,484.14	1,144,547.40
6	23.63	383,755.51	214,280,210.69	35,529.91	839,571.76
5	19.67	383,755.51	148,478,421.31	29,575.68	581,753.63
4	15.71	383,755.51	94,712,432.67	23,621.45	371,092.99
3	11.75	383,755.51	52,982,244.77	17,667.22	207,589.85
2	7.79	400,139.11	24,282,081.62	12,213.05	95,139.68
1	3.83	381,276.18	5,592,902.18	5,721.56	21,913.56
	S	2,851,360.93	982,919,201.64	184,499.82	3,851,177.88

$$T_{\text{Rayleigh}} = 6,3 \sqrt{\frac{982919201,64}{9800 \times 3851177,88}} = 0,987 \text{ dt}$$

Nilai T yang diijinkan = $0,987 - (20 \% \times 0,987) = 0,967 \text{ dt}$

Karena $T_1 = 1,20 > T_{\text{Rayleigh}} = 0,967$ maka T_1 hasil empiris yang dihitung diatas telah memenuhi ketentuan Ps. 6.2

5.6 Kontrol Batasan Simpangan (Drift)

Batasan drift yang diberikan oleh SNI 03 - 1726 - 2002, Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Bangunan Gedung Ps 8.1.2, untuk memenuhi syarat kinerja batas layan, jika drift antar tingkat tidak boleh lebih besar dari $\frac{0,03}{R} x h = \frac{0,03}{8,5} x 3960 = 13,97 \text{ mm}$ atau 30 mm. Hal ini ditetapkan

untuk membatasi terjadinya pelean baja dan peretakan beton yang berlebihan, disamping untuk mencegah kerusakan non structural dan ketidaknyamanan penghuni. Perlu diketahui bahwa UBC tidak mengadakan pembatasan ini. Selanjutnya Ps 8.2.1 membatasi nilai drift harus lebih kecil dari 2 % dari tinggi gedung yang direncanakan, yaitu sebesar $0,02 \times 3960 \text{ mm} = 79,2 \text{ mm}$, Perhitungan terhadap kontrol drift dalam segala arah disajikan dalam tabel berikut :

Tabel 5.4 PERHITUNGAN DRIFT LANTAI

Lantai	hx (m)	Drift Arah X mm	Drift Arah Y mm	Batasan Drift Δs per lantai mm	Batasan Drift Δm per lantai mm	Keterangan
8	31.55	2.32	1.82	13.97	79.2	OK
7	27.59	3.93	3.31	13.97	79.2	OK
6	23.63	5.68	4.79	13.97	79.2	OK
5	19.67	7.23	6.12	13.97	79.2	OK
4	15.71	8.34	7.06	13.97	79.2	OK
3	11.75	8.95	7.52	13.97	79.2	OK
2	7.79	8.78	7.39	13.97	79.2	OK
1	3.83	5.29	4.39	13.97	79.2	OK

Catatan :

Jika efek P- Δ sesuai ketentuan UBC '97 diterapkan ternyata semua drift Δ_s antar tingkat $< 0,02 h / R = 0,02 \cdot 3960 / 8,5 = 9,31$ mm, jadi tidak perlu dihitung efek P- Δ .

5.7 Penulangan Lentur Balok Induk

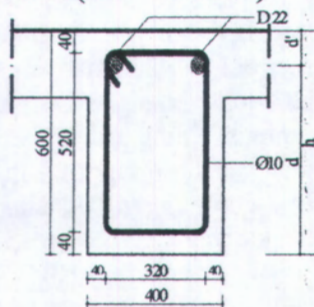
Data-data yang digunakan untuk penulangan balok frame no. 1838 As 2 (C-D) lantai 2 :

- Tinggi Balok = 60 cm
- Lebar Balok = 40 cm
- f_c' = 30 MPa
- f_y = 400 Mpa
- Diameter tulangan utama = D 22 mm ($A_s = 380 \text{ mm}^2$)
- Diameter tulangan sengkang = $\emptyset 10$ mm ($A_s = 79 \text{ mm}^2$)
- Decking = 40 mm

$$d' = 40 + 10 + \frac{22}{2} = 61 \text{ mm}$$

$$d = 600 - d' = 539 \text{ mm}$$

$$m = \frac{f_y}{0,85 f_c'} = \frac{400}{0,85 \times 30} = 15,68$$



$$\rho_b = \frac{0,85 \times f_c' \times \beta_1}{f_y} \left(\frac{600}{600 + f_y} \right) \text{ SNI 03-2847-2002 pasal 10.4(3)}$$

$$= \frac{0,85 \times 30 \times 0,85}{400} \left(\frac{600}{600 + 400} \right)$$

$$= 0,0325$$

$$\rho_{\max} = 0,75 \times \rho_b \quad \text{SNI 03-2847-2002 pasal 12.3(3)}$$

$$= 0,75 \times 0,0325$$

$$= 0,0243$$

$$\rho_{\min} = \frac{1,4}{f_y} = \frac{1,4}{400} = 0,0035$$

Beberapa persyaratan yang perlu dipenuhi untuk komponen struktur pada sistem rangka yang memikul gaya akibat gempa dan direncanakan memikul lentur, adalah :

1. Gaya aksial tekan terfaktor pada komponen struktur tidak boleh melebihi $0,1 \cdot A_g \cdot f_c'$
2. Bentang bersih minimum balok = $600 > 4d = 4 \times 53,9 = 215,6 \text{ cm}$. OK
3. Perbandingan Lebar/tinggi balok = $\frac{40}{60} = 0,667 > 0,3$ OK

Selain itu, sesuai dengan persyaratan yang ditetapkan luasan tulangan sepanjang balok tidak boleh kurang dari :

$$- A_{s \min} = \frac{\sqrt{f_c'}}{4 \cdot f_y} b_w \cdot d = \frac{\sqrt{30}}{4 \cdot 400} \cdot 400 \cdot 539 = 738,05 \text{ mm}^2$$

$$- A_{s \min} = \frac{1,4}{f_y} b_w \cdot d = \frac{1,4}{400} \cdot 400 \cdot 539 = 754,6 \text{ mm}^2 \text{ (menentukan)}$$

Penulangan Tumpuan Balok

Contoh perhitungan diambil pada frame no. 1838 As 2 (C-D) lantai 2 :

Untuk mengantisipasi perubahan arah gempa yang bekerja, maka penulangan kedua ujung sebuah balok didesain sama.

$$Mu = 50678,95 \text{ kg-m} = 506.789.500 \text{ N-mm}$$

(Out put SAP2000 - Comb. 3)

dipakai $\delta = 0,50$ (untuk daerah tumpuan)

$$R_n = \frac{(1-\delta) \times Mu}{\phi \times b \times d^2} = \frac{(1-0,50) \times 506.789.500}{0,80 \times 400 \times 539^2} = 2,72 \text{ N/mm}^2$$

$$\rho_{\delta} = \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2m \times R_n}{f_y}} \right) = \frac{1}{15,68} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 15,68 \times 2,72}{400}} \right) = 0,0072$$

$$\rho' = \frac{\delta \times Mu}{\phi \times f_y \times (d-d') \times b \times d} = \frac{0,5 \times 506.789.500}{0,80 \times 400 \times (539-61) \times 400 \times 539} = 0,0077$$

$$\rho = \rho_{\delta} + \rho' = 0,0072 + 0,0077 = 0,0149$$

$$A_s = \rho \times b \times d = 0,0149 \times 400 \times 539 = 3212,44 \text{ mm}^2$$

As Pasang 9 D 22 (3421,2 mm²)

$$As' = \rho' \times b \times d = 0,0072 \times 400 \times 539 = 1552,32 \text{ mm}^2$$

$$As' \text{ Pasang } 5 \text{ D } 22 \quad (1900 \text{ mm}^2)$$

Periksa lebar balok

Jarak minimum yang disyaratkan antar dua batang tulangan adalah 25 mm. Minimum lebar balok yang diperlukan akan diperoleh sebagai berikut :

$$2 \times \text{penutup beton } (p = 40 \text{ mm}) : 2 \times 40 = 80 \text{ mm}$$

$$2 \times \text{sengkang, } \phi_{\text{sengkang}} = 10 \text{ mm} : 2 \times 10 = 20 \text{ mm}$$

$$9 \times \text{D22} : 9 \times 22 = 198 \text{ mm}$$

$$8 \text{ kali jarak antara } 25 \text{ mm} : 8 \times 25 = 200 \text{ mm}$$

$$\text{Total} = 498 \text{ mm}$$

Lebar balok 400 mm ternyata tidak memadai untuk pemasangan tulangan dalam 1 lapis, jadi pemasangan tulangan disusun 2 lapis.

Kontrol kekuatan

$$d_{\text{aktual}} = 600 - ((5/9) \times 25) - \frac{22}{2} - 10 - 40 = 525,12 \text{ mm}$$

$$\rho = \frac{As}{b \times d_{\text{aktual}}} = \frac{3421,2}{400 \times 525,12} = 0,016 > \rho_{\text{min}}$$

$$a = \frac{As \cdot f_y}{0,85 \cdot f_c' \cdot b} = \frac{3421,2 \cdot 400}{0,85 \cdot 30 \cdot 400} = 134,16 \text{ mm}$$

$$M_n = As \cdot f_y \left(d - \frac{a}{2} \right) = 3421,2 \cdot 400 \left(530,66 - \frac{134,16}{2} \right)$$

$$= 634399958,40 \text{ Nmm}$$

$$M_u = \phi \times M_n = 0,8 \times 634399958,40$$

$$= 507.519.966,70 \text{ Nmm} > 506.789.500 \text{ Nmm} \quad (\text{Ok})$$

Cek jarak antar tulangan :

$$\text{Jarak antar tulangan} = \frac{400 - 40 \cdot (2) - 10 \cdot (2) - 6 \cdot (22)}{5}$$

$$= 33,60 \text{ mm} > 25 \text{ mm} \dots\dots\dots \text{OK}$$

Penulangan Lapangan Balok

Menurut SNI-2847-2002 pasal 23.3.2(2) menyatakan bahwa baik nilai momen positif maupun negatif sepanjang balok tidak boleh kurang dari 25% nilai momen maksimum pada kedua muka tumpuan.

Untuk balok pada frame no. 2339 As 2 (C-D) lantai 2 dari output SAP2000 diperoleh nilai momen maksimum pada lapangan $289.455.560 \text{ Nmm} > 25\% \times 506.789.500 \text{ Nmm} = 126.697.375 \text{ Nmm}$. Jadi dipakai momen lapangan $289.455.560 \text{ Nmm}$.

Untuk penulangan lapangan, balok akan dianalisa sebagai balok T, dimana lebar flens didapat dari :

$$b_e = \frac{1}{4} \times L_b = \frac{1}{4} \times 362,5 = 90,625 \text{ cm}$$

$$= (8.t) = (8.12) = 96 \text{ cm}$$

$$= \frac{1}{2} \times (L_b - b_w) = \frac{1}{2} \times (362,5 - 40) = 161,25 \text{ cm}$$

be diambil 90,625 cm (menentukan)

$$M_u = 289.455.560 \text{ Nmm (Out put SAP2000)}$$

dipakai $\delta = 0,30$ (untuk momem lapangan)

$$R_n = \frac{(1-\delta) \times M_u}{\phi \times b \times d^2} = \frac{(1-0,30) \times 289.455.560}{0,80 \times 400 \times 539^2} = 2,17 \text{ N/mm}^2$$

$$\rho_{\delta} = \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2m \times R_n}{f_y}} \right) = \frac{1}{15,68} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 15,68 \times 1,3}{400}} \right) = 0,0056$$

$$\rho' = \frac{\delta \times M_u}{\phi \times f_y \times (d - d') \times b \times d} = \frac{0,3 \times 289.455.560}{0,80 \times 400 \times (539 - 61) \times 400 \times 539} = 0,0026$$

$$\rho = \rho_{\delta} + \rho' = 0,0056 + 0,0026 = 0,0082$$

$$A_s = \rho \times b \times d = 0,0082 \times 400 \times 539 = 1767,92 \text{ mm}^2$$

$$A_s \text{ Pasang } 5 \text{ D } 22 \quad (1900,66 \text{ mm}^2)$$

$$A_s' = \rho' \times b \times d = 0,0026 \times 400 \times 539 = 560,56 \text{ mm}^2$$

$$A_s' \text{ Pasang } 2 \text{ D } 22 \quad (760,26 \text{ mm}^2)$$

Cek balok T

$$a = \frac{As \times fy}{0,85 \times fc' \times be} = \frac{1900,66 \times 400}{0,85 \times 30 \times 906} = 32,90 \text{ mm}$$

$$x = \frac{32,90}{0,85} = 38,71 \text{ mm} < ts = 120 \text{ mm} \rightarrow \text{tergolong balok T palsu}$$

Periksa lebar balok

Jarak minimum yang disyaratkan antar dua batang tulangan adalah 25 mm. Minimum lebar balok yang diperlukan akan diperoleh sebagai berikut :

2 x penutup beton ($p = 40 \text{ mm}$)	:	2 x 40 =	80 mm
2 x sengkang, $\phi_{\text{sengkang}} = 10 \text{ mm}$:	2 x 10 =	20 mm
5 x D22	:	5 x 22 =	110 mm
4 kali jarak antara 25 mm	:	4 x 25 =	100 mm
		<u>Total</u>	<u>= 310 mm</u>

Lebar balok 400 mm memadai untuk pemasangan tulangan dalam 1 lapis, jadi pemasangan tulangan disusun 1 lapis.

Kontrol kekuatan

$$d_{\text{aktual}} = 600 - 11 - 10 - 40 = 539 \text{ mm}$$

$$\rho = \frac{As}{b \times d_{\text{aktual}}} = \frac{1900,6}{400 \times 539} = 0,0088 > \rho_{\text{min}}$$

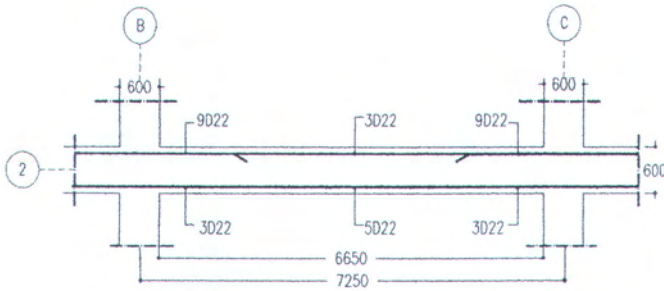
$$a = \frac{As \cdot fy}{0,85 \cdot fc' \cdot b} = \frac{1900,66 \times 400}{0,85 \cdot 30 \cdot 400} = 74,53 \text{ mm}$$

$$Mn = As \cdot fy \left(d - \frac{a}{2} \right) = 1900,66 \cdot 400 \left(539 - \frac{74,53}{2} \right)$$

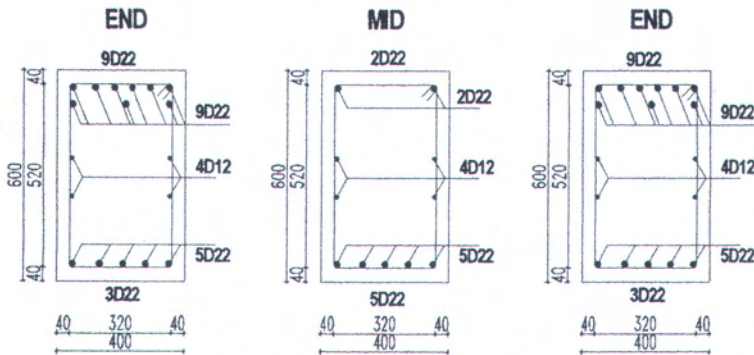
$$= 381.448.896,50 \text{ Nmm}$$

$$Mu = \phi \times Mn = 0,8 \times 381.448.896,50$$

$$= 305.159.117,20 \text{ Nmm} > 289.455.560 \text{ Nmm (Ok)}$$



Gambar 5.2. Penulangan Lentur Balok



Gambar 5.3 Potongan Penulangan Balok

5.7.1 Penulangan Geser Balok 40 x 60 cm

Syarat spasi maksimum tulangan geser balok menurut SNI-2847-2002 pasal 23.3.3(2) :

$$s < d/4 = 539/4 = 134,75 \text{ mm (menentukan)}$$

$$s < 8\phi \text{ tulangan memanjang} = 8 \times 22 = 176 \text{ mm}$$

$$s < 24\phi \text{ tulangan sengkang} = 24 \times 10 = 241 \text{ mm}$$

Sengkang pertama harus dipasang tidak lebih dari 50 mm dari muka tumpuan.

Pada daerah lapangan syarat maksimum tulangan geser balok menurut SNI-2847-2002 pasal 23.3.3(4) :

$$s < d/2 = 539/2 = 269,5 \text{ mm (menentukan)}$$

Penulangan Geser Tumpuan BalokPerhitungan gaya geser

1) Momen tumpuan negatif

$$a = \frac{As(1,25 \times fy)}{0,85 \times fc' \times b} = \frac{3421,2(1,25 \times 400)}{0,85 \times 30 \times 400} = 167,70 \text{ mm}$$

$$M_{pr}^- = As \cdot 1,25 \cdot fy \cdot \left(d_{\text{aktual}} - \frac{a}{2} \right) = 3421,2 \cdot 1,25 \cdot 400 \left(530,66 - \frac{167,70}{2} \right)$$

$$= 764.313.186 \text{ Nmm}$$

2) Momen tumpuan positif

$$a = \frac{As(1,25 \times fy)}{0,85 \times fc' \times b} = \frac{1900,66(1,25 \times 400)}{0,85 \times 30 \times 400} = 93,16 \text{ mm}$$

$$M_{pr}^+ = As \cdot 1,25 \cdot fy \cdot \left(d_{\text{aktual}} - \frac{a}{2} \right)$$

$$= 1900,66 \cdot 1,25 \cdot 400 \left(539 - \frac{93,16}{2} \right) = 467.961.498,60 \text{ Nmm}$$

Gaya geser total pada muka tumpuan (muka kolom s/d 2h) :

Wu.L = 232.196,3 N (Output SAP2000 – Comb. 3)

$$V_{e,A} = \frac{M_{pr-} + M_{pr+}}{L} + \frac{Wu \cdot L}{2}$$

$$= \frac{764.313.186 + 467.961.498,6}{7250} + \frac{232.196,3}{2} = 286.067,07 \text{ N}$$

$$V_{e,B} = \frac{M_{pr-} + M_{pr+}}{L} - \frac{Wu \cdot L}{2}$$

$$= \frac{764.313.186 + 467.961.498,6}{7250} - \frac{232.196,3}{2} = 53.870,77 \text{ N}$$

Vc = 0 (SNI-2847-2002 pasal 23.3.4(2))

$$Vs = \frac{V_e}{\phi} - V_c = \frac{286.067,07}{0,75} - 0 = 381.422,76 \text{ N}$$

 $\phi = 0,75$ (SNI-2847-2002 pasal 11.3.2(3))

Diameter sengkang = 10 mm, direncanakan 2 kaki

$$A_v = 2 \times \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot 10^2 = 157,07 \text{ mm}^2 ; f_y = 400 \text{ Mpa}$$

$$S = \frac{A_v \times f_y \times d_{\text{aktual}}}{V_s} = \frac{157,07 \times 320 \times 530,66}{381.422,76} = 87,41 \text{ mm}$$

Jadi dipasang 2Ø10 – 85 mm sepanjang 2h = 2.600 = 1200 mm dari muka kolom, dimana tulangan geser pertama dipasang 5 cm dari muka kolom.

Penulangan Geser Lapangan Balok

Pemasangan tulangan geser di luar sendi plastis (> 2h)

$$V_{u,2h} = 207.166,8 \text{ N} \quad (\text{Output SAP2000 Comb. 3})$$

Untuk daerah di daerah luar sendi plastis ini, kuat geser beton diperhitungkan yakni sebesar :

$$V_c = (1/6) \sqrt{f'_c} b_w d_{\text{aktual}}$$

$$= (1/6) \sqrt{30.400} \cdot 539 = 196.814,97 \text{ N}$$

$$V_s = \frac{V_{u,2h}}{\phi} - V_c = \frac{207.166,8}{0,75} - 196.814,97 = 79.407,43 \text{ N}$$

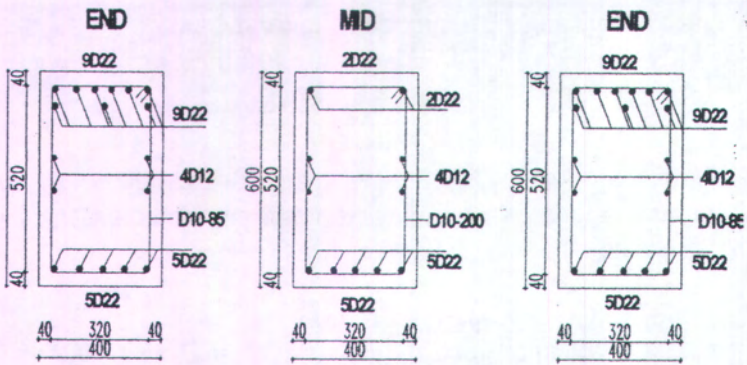
$$\phi = 0,75 \quad (\text{SNI-2847-2002 pasal 11.3.2(3)})$$

Diameter sengkang = 10 mm, direncanakan 2 kaki

$$A_v = 2 \times \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot 10^2 = 157,07 \text{ mm}^2 ; f_y = 400 \text{ Mpa}$$

$$S = \frac{A_v \times f_y \times d_{\text{aktual}}}{V_s} = \frac{157,07 \times 400 \times 539}{79.407,43} = 426,48 \text{ mm}$$

Jadi dipasang 2Ø10 – 200 mm pada daerah luar sendi plastis (> 2h)



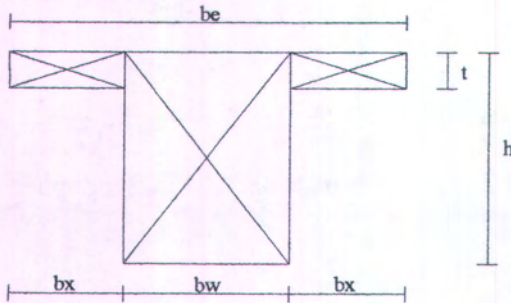
Gambar 5.4 Sketsa Penulangan Tumpuan dan Lapangan Lentur dan Geser Balok

5.8 Penulangan Torsi

$$V_u = 232.196,3 \text{ N}$$

$$T_u = \Phi \times \left(\frac{\sqrt{f_c'}}{9} \right) \times \frac{\sum x^2 y}{3} = 0,6 \times \left(\frac{\sqrt{30}}{9} \right) \times \frac{106440000}{3}$$

$$= 12.955.464,23 \text{ Nmm}$$



$$\sum x^2 y = (bw^2 \times h) + 2(bx^2 \times t)$$

$$= (400^2 \times 600) + 2((120)^2 \times 362,5) = 106.440.000 \text{ mm}^3 \text{ (menentukan)}$$

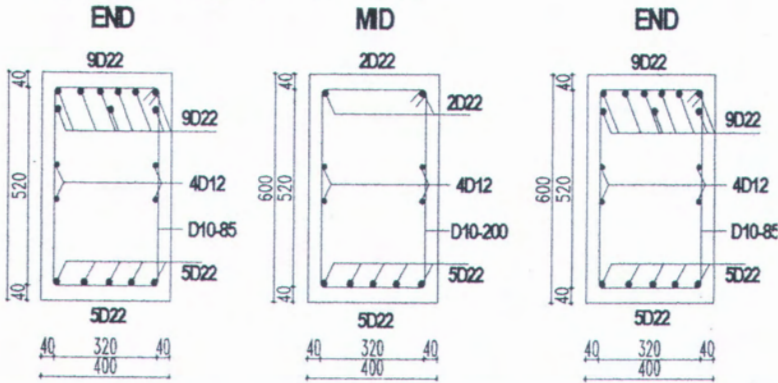
$$\phi T_c = \phi \cdot \left(\frac{1}{20} \cdot \sqrt{f_c'} \cdot \sum x^2 y \right) = 0,6 \left(\frac{1}{20} \times \sqrt{30} \times 106.440.000 \right)$$

$$= 17.489.876,71 \text{ Nmm}$$

$T_u < \phi T_c$ (torsi diabaikan)

$12.955.464,23 \text{ Nmm} < 17.489.876,71 \text{ Nmm}$.

Dipasang tulangan praktis $4 \phi 12$



Gambar 5.5. Sketsa Penulangan Tumpuan dan Lapangan Torsi Balok

5.9 Panjang Penyaluran

Perhitungan panjang penyaluran tulangan D22 berdasarkan SNI 03 - 2847 - 2002 Ps.14.2 adalah sebagai berikut:

Panjang penyaluran tulangan tarik:

Diketahui $d_b = 22 \text{ mm}$; $\alpha = 1,3$; $\beta = 1,0$; $\lambda = 1,0$

$$\lambda_b = d_b \times \frac{3 \times f_y \times \alpha \times \beta \times \lambda}{5 \sqrt{f'_c}} = 22 \times \frac{3 \times 400 \times 1,3 \times 1 \times 1}{5 \times \sqrt{30}} = 1253,18 \text{ mm}$$

$$\lambda_b > 300 \text{ mm}$$

dipakai panjang penyaluran tulangan tarik $1300 \text{ mm} \approx 1,3 \text{ m}$

Panjang penyaluran tulangan tekan:

$$\lambda_b = d_b \times \frac{f_y}{4\sqrt{f'_c}} = 22 \times \frac{400}{4 \times \sqrt{30}} = 401,66 \text{ mm SNI 03 - 2847 - 2002}$$

Ps.14.3.2

$$\lambda_b > 200 \text{ mm}$$

tetapi tidak kurang dari:

$$\lambda_b = 0,04 \times d_b \times f_y = 0,04 \times 22 \times 400 = 352 \text{ mm}$$

dipakai panjang penyaluran tulangan tekan 400 mm

Panjang penyaluran tulangan berkait dalam kondisi tarik:

$$\lambda_b > 8d_b = 8 \times 22 = 176 \text{ mm SNI 03 - 2847 - 2002 Ps.14.5.1}$$

$$\lambda_b > 150 \text{ mm}$$

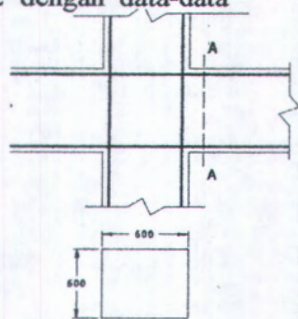
dipakai panjang penyaluran tulangan berkait dalam kondisi tarik 200 mm

5.10 Perhitungan Kolom

5.10.1 Data-data Perencanaan

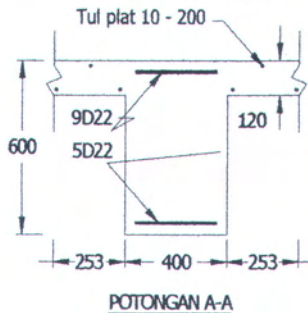
Untuk contoh penulangan, akan digunakan kolom interior yang terletak pada Lantai 1 As B-2 dengan data-data sebagai berikut :

- Dimensi Kolom = 600 x 600 mm²
- Mutu Beton, f_c = 30 Mpa
- Mutu Baja, f_y = 400 Mpa
- Selimut Beton = 50 mm
- Dia.Tul. Utama = D 25 mm
- Dia.Tul. Senggang = Ø10 mm



- d = $600 - 50 - 10 - \frac{1}{2} \times 25 = 525,5 \text{ mm}$
- Dimensi Balok = 400 x 600 mm²
- Selimut Beton = 40 mm
- Dia.Tul. Utama = D 22 mm

- Dia. Tul. Sengkang = $\varnothing 10$ mm
- $A_{s_{atas}}$ = 3421,20 mm²
- $A_{s_{bawah}}$ = 1900,66 mm²
- d_{aktual} = $600 - ((5/9) \times 25) - \frac{22}{2} - 10 - 40 = 525,12$ mm
- Tebal Plat Lantai = 120 mm
- b_c = 906 mm
- Tul. Plat Lantai = $\varnothing 10-200$ mm



Gambar 5.6 Detail Balok yang Menyatu pada Kolom

5.10.2 Perhitungan Tulangan Memanjang Kolom

Tabel 5.5 Gaya Axial dan Momen pada Kolom Lt. 1

KOMBINASI BEBAN	AKSIAL (KN)	MOMEN X (KN-m)	MOMEN Y (KN-m)
4 DL (Comb 1)	5265,43	18,61	15,68
2 DL + 1,6 LL (Comb 2)	6177,77	21,49	17,05
2 DL + 1,0 LL ± 1,0 E (Comb 3,4,5,6)	5585,99	332,93	310,17
9 DL ± 1,0 E (Comb 7,8,9,10)	3413,88	328,21	304,55

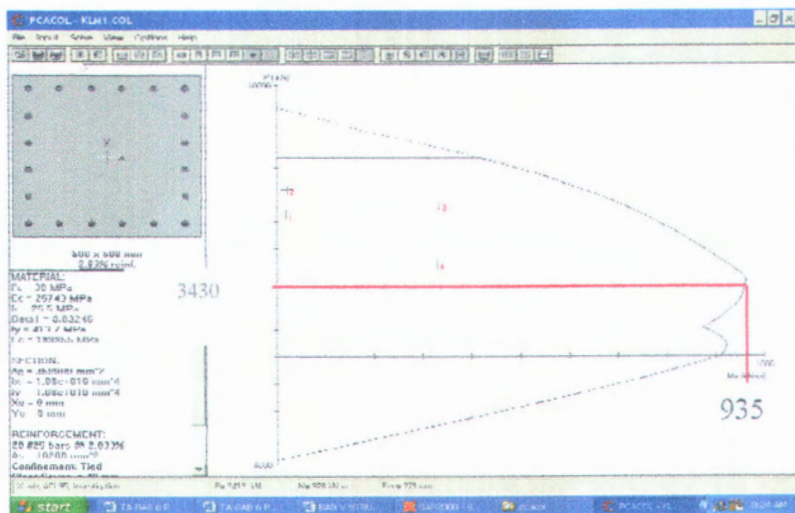
Tabel 5.6 Gaya Axial dan Momen pada Kolom Lt. 2

<i>KOMBINASI BEBAN</i>	<i>AKSIAL (KN)</i>	<i>MOMEN X (KN-m)</i>	<i>MOMEN Y (KN-m)</i>
1,4 DL (Comb 1)	4437,44	34,68	23,38
1,2 DL + 1,6 LL (Comb 2)	5263,57	40,56	28,14
1,2 DL + 1,0 LL ± 1,0 E (Comb 3,4,5,6)	4743,17	295,77	271,24
0,9 DL ± 1,0 E (Comb 7,8,9,10)	2879,76	281,58	261,16

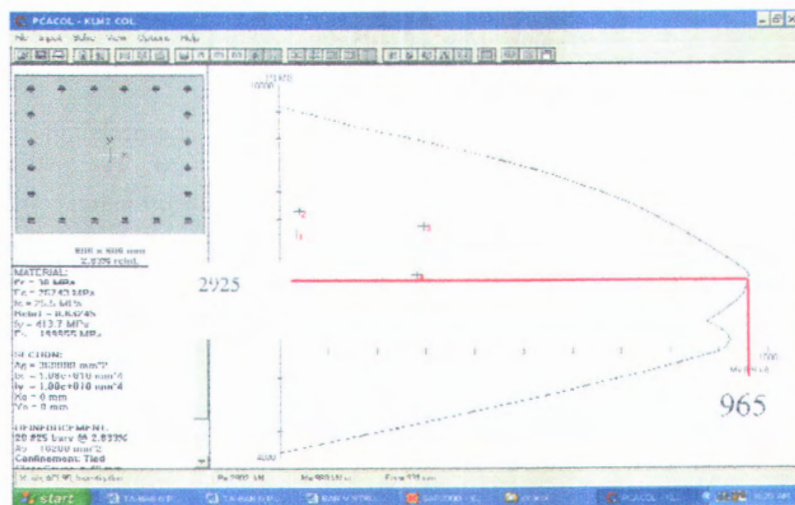
Tabel 5.7 Gaya Axial dan Momen pada Kolom Lt. 3

<i>KOMBINASI BEBAN</i>	<i>AKSIAL (KN)</i>	<i>MOMEN X (KN-m)</i>	<i>MOMEN Y (KN-m)</i>
1,4 DL (Comb 1)	3706,21	41,69	24,68
1,2 DL + 1,6 LL (Comb 2)	4309,45	51,66	28,49
1,2 DL + 1,0 LL ± 1,0 E (Comb 3,4,5,6)	3908,37	286,20	252,22
0,9 DL ± 1,0 E (Comb 7,8,9,10)	2406,24	269,05	242,98

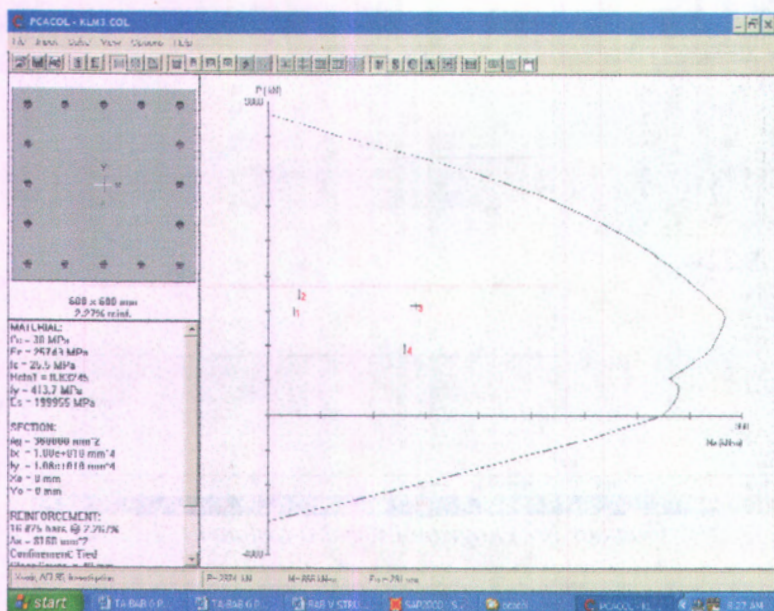
Perhitungan penulangan memanjang kolom menggunakan program bantu PCACOL sebagai berikut :



Gambar 5.7 Diagram Interaksi Kolom Lt. 1

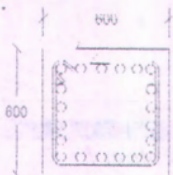


Gambar 5.8 Diagram Interaksi Kolom Lt. 2

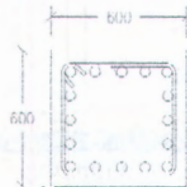


Gambar 5.9 Diagram Interaksi Kolom Lt. 3

Berdasarkan kombinasi beban diatas, kolom memerlukan tulangan mcmanjang sebanyak 2,83 % atau 20 D 25 (untuk lantai 1 dan 2). Sedangkan lantai 3 sampai dengan lantai 9 membutuhkan tulangan sebanyak 2,27 % atau 16 D 25. Seperti terlihat pada gambar diatas, sebuah diagram interaksi yang dibuat dengan program PCACOL. Prosentase kolom ini sesuai syarat SNI 03 – 2847 – 2002 Ps. 23.4.3.1 yaitu antara 1% – 6% telah dipenuhi.



Gambar 5.10 Tulangan Terpasang Lt.1 & 2



Gambar 5.11 Tulangan Terpasang Lt.3 s/d

5.10.3 Persyaratan Strong Coloumn Weak Beam

Persyaratan "strong column weak beam" dipenuhi dengan persamaan 121 SNI 03 - 2847 - 2002 Ps.23.4.2.2. yaitu

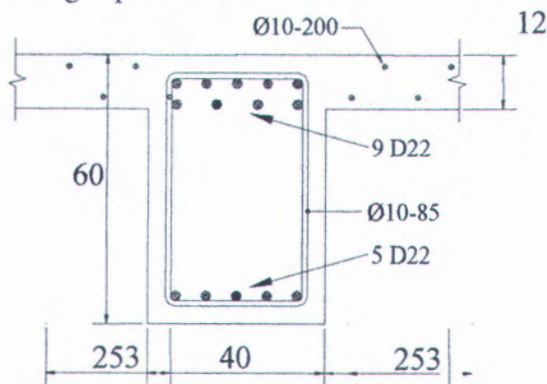
$$\sum Me \geq \frac{6}{5} \sum Mg$$

Nilai $\sum Mg$ adalah jumlah Mg^+ dan Mg^- balok yang menyatu dengan kolom, yang dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$Mg = A_s \times f_y \times \left(d - \frac{a}{2} \right) \times 0,80$$

$$a = \frac{A_s \times f_y}{0,85 \times f'_c \times b}$$

Karena balok yang menyatu pada kolom terdapat pelat lantai yang menyatu juga, maka perhitungan Mg^+ , mengikutsertakan luas tulangan pelat selebar b efektif.



$$d'' = 40 + 10 + 22 + \frac{3}{9} \times 25 = 80,33 \text{ mm}$$

$$\text{Jarak antar As Tul.Balok \& Plat (bawah)} = d'' - 20 - 5 = 55,33 \text{ mm}$$

$$\text{Jarak antar As Tul.Balok \& Plat (atas)} = 120 - d'' = 39,67 \text{ mm}$$

$$= 39,67 - 20 - 5 = 14,67 \text{ mm}$$

$$A_{s_{atas}} = 3421,2 + \left(2 \times \left(\frac{253}{200}\right) \times \frac{1}{4} \times \pi \times 10^2\right) = 3619,90 \text{ mm}^2$$

$$\begin{aligned} d_{atas} &= d'_{balok} - \left(\left(\frac{A_{s_{plat}}}{A_{s_{atas}}}\right) \times 39,67\right) + \left(\left(\frac{A_{s_{plat}}}{A_{s_{atas}}}\right) \times 14,67\right) \\ &= 525,12 - \left(\left(\frac{198,70}{3619,90}\right) \times 39,67\right) + \left(\left(\frac{198,70}{3619,90}\right) \times 14,67\right) \\ &= 525,12 - 3,51 + 0,805 = 522,425 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$d_{bawah} = 539 \text{ mm}$$

Besar $Mg^{(+)}$ adalah :

$$a = \frac{1900,66 \times 400}{0,85 \times 30 \times 400} = 74,53 \text{ mm}$$

$$\begin{aligned} Mg^{(+)} &= 1900,66 \times 400 \times \left(539 - \frac{74,53}{2}\right) \\ &= 381.448.896,5 \text{ Nmm} = 381,4 \text{ kNm} \end{aligned}$$

Besar $Mg^{(-)}$ adalah :

$$a = \frac{3421,2 \times 400}{0,85 \times 30 \times 400} = 134,16 \text{ mm}$$

$$\begin{aligned} Mg^{(-)} &= 3421,2 \times 400 \times \left(525,12 - \frac{134,16}{2}\right) \\ &= 626.818.579,20 \text{ Nmm} = 626,8 \text{ kNm} \end{aligned}$$

$$\Sigma Mg = Mg^{(+)} + Mg^{(-)} = 381,4 + 626,8 = 1008,2 \text{ kNm}$$

Nilai ΣMe diperoleh dengan bantuan diagram interaksi kolom (PCACOL), yaitu mencari momen yang dihasilkan dari kombinasi beban aksial terkecil dari kolom atas dan kolom bawah.

Dimana diperoleh :

$$\Sigma Me = Me_{kolom \text{ bawah}} + Me_{kolom \text{ atas}} = 965 + 935 = 1900 \text{ kNm}$$

$$\Sigma Me > \frac{6}{5} \Sigma Mg \rightarrow 1900 > \frac{6}{5} 1008,2 = 1209,84 \text{ kNm} \dots(\text{Ok})$$

Persyaratan "Strong Coloumn Weak Beam" terpenuhi.

5.10.4 Pengekangan Kolom

Sesuai SNI-03-2847-2002 ps. 23.4.4.4., penulangan transversal khusus dibutuhkan sejarak l_o dari kedua ujung kolom, dimana :

- $l_o > h = 600 \text{ mm}$ (*menentukan!*)
- $l_o > (1/6) l_n \text{ kolom} = (1/6)(3960 - 600) = 560 \text{ mm}$
- $l_o > 600 \text{ mm}$

sehingga l_o akan diambil sejarak 600 mm dari muka joint.

Dan sesuai SNI - 03 - 2847 - 2002 ps. 23.4.4.2, spasi maksimum yang diijinkan untuk tulangan transversal dalam jarak 600 mm tersebut adalah :

- $\frac{1}{4} \times b \text{ terkecil} = \frac{1}{4} \times 600 = 150 \text{ mm}$
- $6 d_b = 6 \times 25 = 150 \text{ mm}$
- $s = 100 \text{ mm}$ (*menentukan!*)

Sehingga s diambil = 100 mm

Luasan penampang minimum tulangan transversal (A_{sh}) adalah yang yang terbesar dari kedua persamaan : (SNI - 03 - 2847 - 2002 ps. 23.4.1)

$$A_{sh} = 0.3 \left(\frac{sh_c f_c'}{f_{yh}} \right) \left[\left(\frac{A_g}{A_{ch}} \right) - 1 \right] \quad A_{sh} = 0.09 \left(\frac{sh_c f_c'}{f_{yh}} \right)$$

dimana :

s = jarak spasi tulangan transversal

h_c = dimensi potongan melintang dari inti kolom, diukur dari pusat ke pusat dari tulangan pengekang tersebut.

A_g = luas penampang kolom

A_{ch} = luas penampang kolom diukur dari daerah terluar tulangan transversal

f_{yh} = kuat leleh tulangan transversal

Dengan jarak sengkang, $s = 100 \text{ mm}$, diperoleh

$$\begin{aligned}
 A_{sh} &= 0,3 \times \left(\frac{s \times h_c \times f'_c}{f_{yh}} \right) \times \left(\frac{Ag}{A_{ch} - 1} \right) \\
 &= 0,3 \times \left(\frac{100 \times (600 - (2 \times 50) - 12) \times 30}{400} \right) \times \left(\frac{(600 \times 600)}{((600 - (2 \times 50)) \times (600 - (2 \times 50)))} - 1 \right) \\
 &= 483,12 \text{ mm}^2 \text{ (menentukan)} \\
 &\text{atau}
 \end{aligned}$$

$$A_{sh} = 0,09 \times \left(s \times h_c \times \frac{f'_c}{f_{yh}} \right) = 0,09 \times \left(100 \times 600 \times \frac{30}{400} \right) = 405 \text{ mm}^2$$

Dipakai sengkang $5 \phi 12 - 100 \text{ mm}$ ($A_s = 565,48 \text{ mm}^2$).

Untuk daerah di luar l_o , sesuai SNI - 03 - 2847 - 2002 ps. 23.4.4.6, tulangan transversal harus dipasang dengan tidak melebihi $6 \times$ diameter tulangan memanjang ($A_s = 6 \times 25 = 150 \text{ mm}$) atau 150 mm . Maka untuk daerah di luar l_o , akan dipasang tulangan transversal $\phi 12 -$ spasi 150 mm

5.10.5 Kebutuhan Tulangan Geser

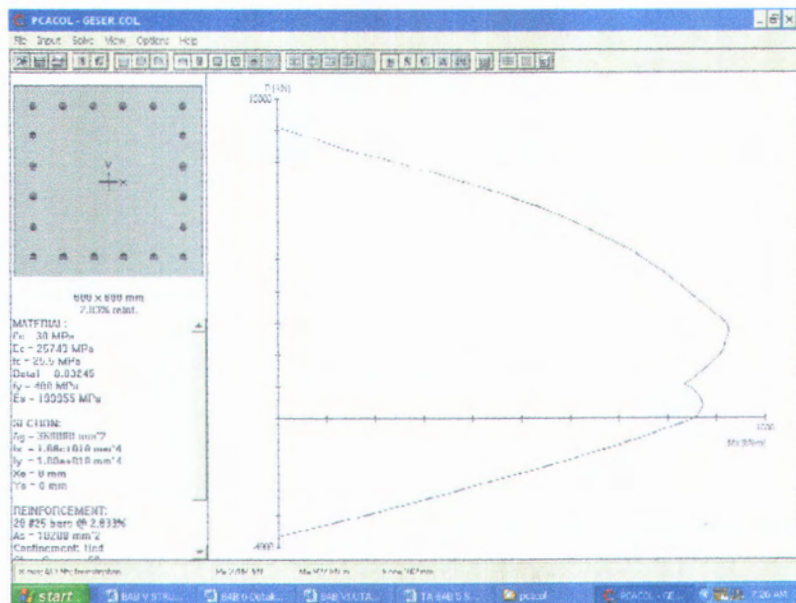
Gaya geser yang bekerja di sepanjang bentang kolom (V_u) ditentukan dari Mpr^+ dan Mpr^- balok yang menyatu dengan kolom tersebut.

Mpr balok telah dihitung pada penulangan balok di atas.

Sehingga gaya geser desain berdasarkan Mpr^+ dan Mpr^- dari balok yang bertemu di HBK adalah sebagai berikut :

$$V_u = \frac{Mpr^+ + Mpr^-}{L_n} = \frac{764,3 + 467,96}{3,36} = 366,74 \text{ kN}$$

Besarnya V_u tersebut harus dibandingkan dengan V_e , yaitu gaya geser yang diperoleh dari Mpr kolom. Cara memperoleh Mpr kolom memakai bantuan interaksi kolom program PCACOL.

Gambar 5.12 Nilai M_{pr} Kolom Lt.1

Karena dimensi dan penulangan kolom atas dan bawah sama maka :

$$V_e = \frac{2 \times M_{pr}}{L_n} = \frac{2 \times 927}{(3,96 - 0,6)} = 551,78 \text{ kN}$$

Ternyata $V_e = 551,78 \text{ kN} > V_u = 366,74 \text{ kN}$,
maka perencanaan geser memenuhi syarat.

Besarnya V_u tersebut akan ditahan oleh kuat geser beton (V_c) dan kuat tulangan geser (V_s).

Nilai V_c harus dianggap = 0 sesuai SNI 03 - 2847 - 2002 Ps. 23.4.5.2 apabila :

- $50\% \times V_e > V_u$
- $P_u < \frac{A_g \times f'_c}{20}$

Ternyata $50\% \times V_e < V_u = 275,89 \text{ kN} < 366,74 \text{ kN}$

$$P_u = 6,177.77 \text{ kN} > \frac{A_g \times f'_c}{20} = 540 \text{ kN}$$

Sehingga $V_c \neq 0$

Untuk komponen yang kena beban aksial berlaku V_c sesuai SNI 03 - 2847 - 2002 Ps. 13.3.10.2 yaitu :

$$\begin{aligned} V_c &= \left(1 + \frac{N_u}{14 A_g}\right) \times \left(\frac{\sqrt{f'_c}}{6}\right) \times b_w \times d \\ &= \left(1 + \frac{6177,77 \times 10^3}{14 \times (600 \times 600)}\right) \times \left(\frac{\sqrt{30}}{6}\right) \times 600 \times 525,5 \\ &= 640.633,05 \text{ N} = 640 \text{ kN} \end{aligned}$$

Besarnya V_s dihitung berdasarkan tulangan confinement A_{sh} terpasang.

$$\begin{aligned} V_s &= \frac{A_s \times f_y \times d}{s} = \frac{549,77 \times 400 \times 525,5}{100} \\ &= 1.155.616 \text{ N} = 1155 \text{ kN} \end{aligned}$$

Jadi, $\phi (V_c + V_s) = 0,75 \times (640 + 1155)$

$$= 1346,25 \text{ kN} > V_u = 305,32 \text{ kN} \dots \dots \dots \text{ok!!}$$

maka tulangan 5 \emptyset 12 - 100 dipasang sebagai tulangan untuk memberikan pengekanan yang cukup untuk menahan gaya geser yang terjadi pada muka joint di akhir kolom. Maka sesuai dengan SNI 03.2847.2002 pasal 23.10.5.1 bahwa jarak antar tulangan tidak boleh lebih dari :

- $\frac{1}{4}$ penampang pendek kolom = $\frac{1}{4} \times 600 = 150 \text{ mm}$
- 100 mm

sehingga tulangan 5 Ø 12 dipasang sampai dengan jarak 100 mm. sedangkan untuk daerah diluar lo tidak boleh lebih dari :

- 8 x diameter tulangan longitudinal = 8 x 25 = 200 mm
- 24 x diameter sengkang = 24 x 12 = 288 mm
- ½ x dimensi penampang struktur = ½ x 600 = 300 mm
- 300 mm

maka untuk daerah diluar lo dipasang tulangan 5 Ø 12 - 200.

5.10.6 Panjang Lewatan pada Sambungan Tulangan Kolom

Sambungan tulangan kolom yang diletakkan ditengah tinggi kolom harus memenuhi ketentuan panjang lewatan yang ditentukan dari SNI 03 - 2847 - 2002 Ps. 14.2.2 yang dihitung dengan rumus :

$$\frac{\ell_d}{d_b} = \frac{9 \times f_y}{10 \times \sqrt{f'_c}} \frac{\alpha \times \beta \times \gamma \times \lambda}{(c + K_{tr})}$$

dimana :

$$\alpha = 1,0 \quad c = 50 + 12 + \frac{25}{2} = 74,5 \text{ mm}$$

$$\beta = 1,0 \quad c = \frac{600 - 2 \times (50 + 12) - 25}{5 \times 2} = 45,1 \text{ mm}$$

$$\gamma = 0,8 \quad \text{Digunakan nilai } c = 45,1 \text{ mm (terkecil)}$$

$$\lambda = 1,0$$

$$K_{tr} = \frac{A_{tr} \times f_{yt}}{10 \times s \times n} = \frac{5 \times \left(\frac{1}{4} \times \pi \times 25^2\right) \times 400}{10 \times 100 \times 5} = 196,34$$

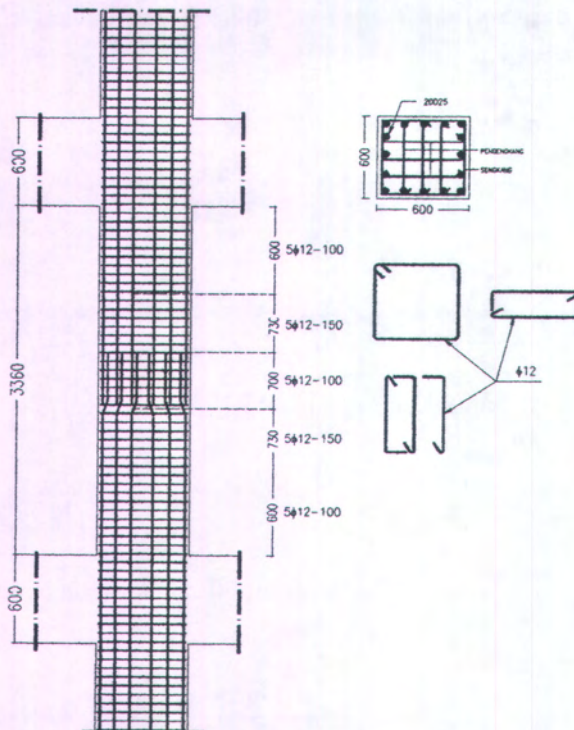
$$\frac{c + K_{tr}}{d_b} = \frac{45,1 + 196,34}{25} = 9,65 \rightarrow \text{Diambil 2,5 nilai maksimum}$$

laka :

$$\frac{\ell_d}{d_b} = \frac{9 \times f_y}{10 \times \sqrt{f'_c}} \frac{\alpha \times \beta \times \gamma \times \lambda}{(c + K_{tr})} = \frac{9 \times 400}{10 \times \sqrt{30}} \frac{1 \times 1 \times 0,8 \times 1}{2,5} = 21,03$$

$$\ell_d = 21,03 \times d_b = 21,03 \times 25 = 525,81 \text{ mm}$$

Sesuai SNI-03-2847-2002 ps. 23.4.3.2 sambungan lewatan harus diletakan ditengah panjang kolom dan harus dihitung sebagai sambungan tarik. Dari Gambar 5.7 dapat diperkirakan bahwa akibat kombinasi beban berfaktor dengan beban gempa tegangan tulanagn yang terjadi $f_s > 0,5f_y$, jadi sambungan lewatan ini termasuk kelas B SNI-03-2847-2002 ps.14.17.2.3 yang panjangnya harus $1,3 \times \ell_d = 1,3 \times 525,81 = 683,55 \text{ mm} \approx 700 \text{ mm}$. Detail penulangan kolom dapat dilihat pada gambar dibawah.



Gambar 5.11. Contoh Sket Penulangan untuk Kolom

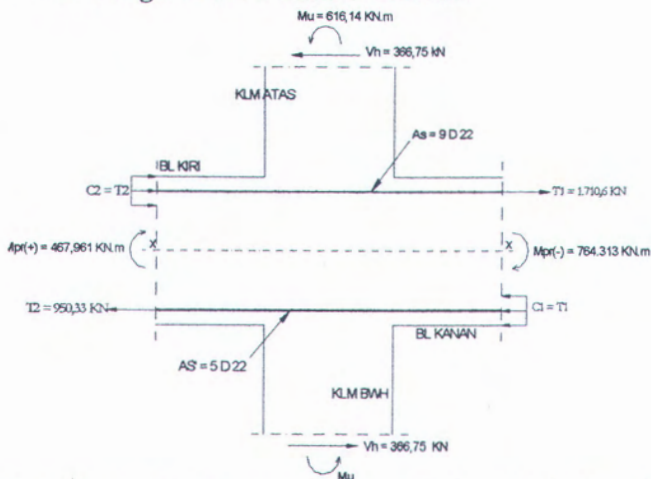
5.10.7 Sambungan Balok - Kolom

SNI-03-2847-2002 ps. 23.5. mensyaratkan bahwa tulangan transversal seperti yang dirinci dalam ps. 23.4.4. harus dipasang pula dalam sambungan antara balok-kolom, kecuali jika sambungan tersebut dikekang oleh komponen struktural seperti yang disyaratkan dalam ps. 23.5.2.2.

Pada sambungan hubungan balok-kolom interior dimana terdapat pada keempat sisi kolom terdapat balok, harus dipasang tulangan tranversal sedikitnya separoh yang diisyaratkan oleh pasal 23.4.4.1 dan $s < 0,25h$ maksimum diperbolehkan mencapai 150 mm. Dalam contoh perhitungan HBK ini memiliki lebar balok $40 \text{ cm} < \frac{3}{4} h \text{ kolom} = \frac{3}{4} \times 60 = 45 \text{ cm}$. Maka sesuai pasal 23.5.2.11 untuk kesederhanaan pendetailing, maka dipakai Ash ujung kolom untuk tulangan transversal HBK ini.

Gambar 5.11 adalah sambungan hubungan balok kolom tengah lantai 2 . sesuai SNI-03-2847-2002 ps. 23.5.3 ditiap HBK perlu diperiksa kuat geser nominal yang harus lebih besar dari gaya geser yang kemungkinan terjadi.

5.10.8 Sambungan Balok-Kolom Interior



Gambar 5.12. Analisa Geser pada Beam Column Joint Interior Lt.2

Tabel 5.8 $M_{pr}^{+/-}$ Pada Balok Melintang

BTG	Daerah	Dimensi (mm)		As Tulangan Terpasang	Mpr (N.mm)	
		b	h			
STR1	A-B kiri	tump.-	400	600	9 D 22 (3421,2 mm ²)	764.313.186
LT1		tump.+			5 D 22 (1900,66 mm ²)	467.961.498,60
		lap.			9 D 22 (3421,2 mm ²)	764.313.186
STR1	B-C kanan	tump.-	400	600	9 D 22 (3421,2 mm ²)	764.313.186
LT1		tump.+			5 D 22 (1900,66 mm ²)	467.961.498,60
		lap.			9 D 22 (3421,2 mm ²)	764.313.186

Dari perhitungan sebelumnya didapatkan :

$$M_{pr}^{-} = 764.313.186 \text{ Nmm} = 764,32 \text{ KN-m} \quad (\text{Blk. Kanan})$$

$$M_{pr}^{+} = 467.961.498,60 \text{ Nmm} = 467,961 \text{ KN-m} \quad (\text{Blk Kiri})$$

Maka didapat :

$$M_u = \frac{M_{pr}^{+} + M_{pr}^{-}}{2} = \frac{764,32 + 467,961}{2} = 616,14 \text{ KN-m}$$

$$V_h = \frac{2 \cdot M_u}{(h_{kolom} - h_{balok})} = \frac{2 \cdot 616,14}{(3,96 - 0,60)} = 366,75 \text{ KN} = 366.750 \text{ N}$$

$$\begin{aligned} (9D22) : T_1 &= 1,25 \cdot f_y \cdot A_{s1} \\ &= 1,25 \times 400 \times 3.421,2 \\ &= 1.710.600 \text{ N} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} (3D22) : C_2 &= T_2 = 1,25 \times f_y \times A_{s2} \\ &= 1,25 \times 400 \times 1.900,66 \\ &= 950.330 \text{ N} \end{aligned}$$

Gaya geser bersih pada joint :

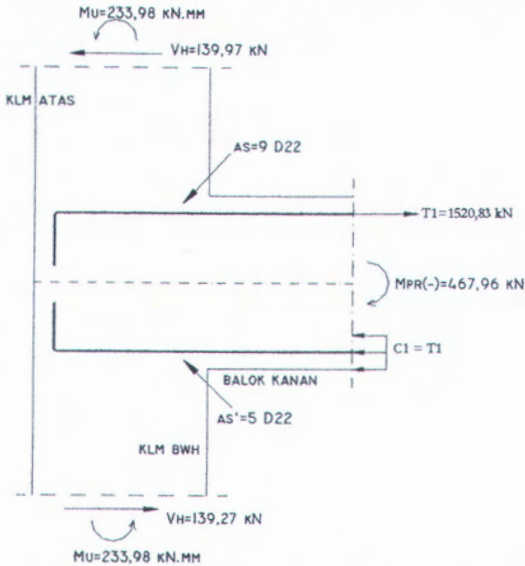
$$\begin{aligned} V_{uj} &= T_1 + C_2 - V_h \\ &= 1.710.600 \text{ N} + 950.330 \text{ N} - 366.750 \text{ N} \\ &= 2.294.180 \text{ N} \end{aligned}$$

Berdasar SNI-03-2847-2002 ps. 21.5.3.1 untuk hubungan balok-kolom yang terkekang kedua sisinya, nilai kekuatan gesernya dihitung berdasarkan :

$$\begin{aligned} \square V_c &= \square 1,7 \sqrt{f_c'} A_j \\ &= 0,8 \times 1,7 \times \sqrt{30} \times (600 \times 600) = 2.681.649,642 \text{ N} > V_{uj} \dots \text{OK} \end{aligned}$$

5.10.9 Sambungan Balok-Kolom Ekterior

Kuat geser hubungan balok kolom tepi pada kolom luar ini hanya dikekang oleh 3 balok, sehingga sesuai pasal SNI-03-2847-2002 ps 23.5.2.2, tulangan transversal diujung kolom harus dipasang dalam hubungan balok kolom (HBK).



Gambar 5.13. Analisa Geser pada Beam Column Joint Eksterior lantai 2

Tabel 5.9 Mpr Dari Tulangan Terpasang

tulangan terpasang pada balok melintang :

BTG	Daerah	Dimensi (mm)		As Tulangan Terpasang	Mpr (N.mm)
		b	h		
As. A-D	tump.-			9 D 22 (3421,2 mm ²)	764.313.186
Kanan	tump.+	400	600	5 D 22 (1900,66 mm ²)	467.961.498,60

Gambar 5.12 menunjukkan analisa momen kolom Mn dari gayageser diujung kolom Vh, Kuat tarik tulangan atas balok T1 dan kuat tekan C1 yang = T1. Dengan cara sama seperti pada HBK interior diperoleh

$$M_{pr}^+ = 467.961.498,6 \text{ N-mm}$$

$$M_u = \frac{M_{pr}^+}{2} = \frac{467.961.498,6}{2} = 233.980.749,3 \text{ N-mm}$$

$$V_h = 2.M_u / (3,96 - 0,6) = (467.961.498,6) / 3360 = 139.274,25 \text{ N} \\ (9D22) \quad : \quad T_1 = 1,25 \cdot f_y \cdot A_{s1} \\ = 1,25 \times 400 \times 3.421,2 = 1.710.600 \text{ N}$$

Gaya geser bersih pada joint :

$$V_{uj} = T_1 - V_h = 1.710.600 \text{ N} - 139.274,25 \text{ N} = 1.571.325,75 \text{ N}$$

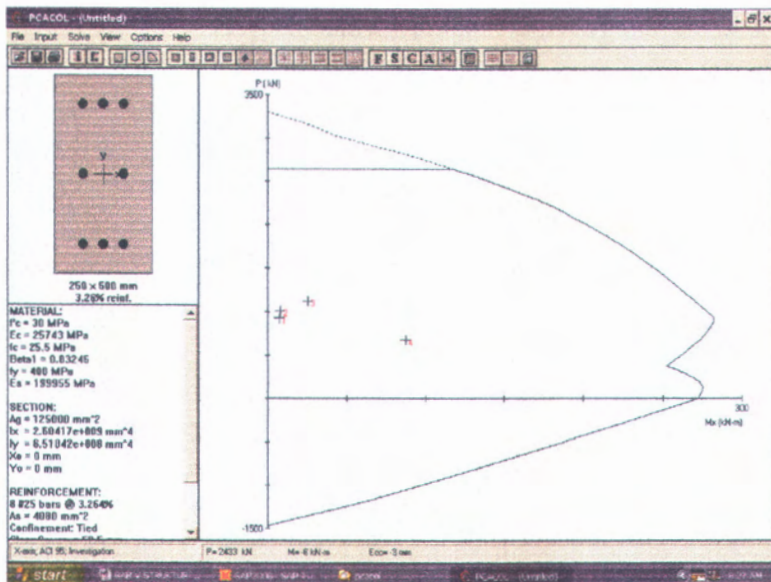
Berdasar SNI-03-2847-2002 ps. 21.5.3.1 untuk hubungan balok-kolom yang terkekang kedua sisinya, nilai kekuatan gesernya dihitung berdasarkan :

$$\square V_c = \square 1,25 \sqrt{f_c'} A_j \\ = 0,8 \times 1,25 \times \sqrt{30} \times (600 \times 600) \\ = 1.971.801,207 \text{ N} > V_{uj} \dots \text{OK!!!}$$

5.11 Perhitungan Tulangan Memanjang Kolom Lift (250/500)

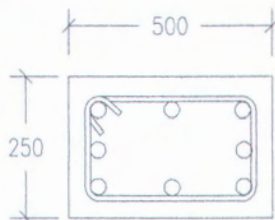
Tabel 5.5 Gaya Axial dan Momen pada Kolom Lt. 1 (Frame 2755)

<i>KOMBINASI BEBAN</i>	<i>AKSIAL (KN)</i>	<i>MOMEN X (KN-m)</i>	<i>MOMEN Y (KN-m)</i>
1,4 DL (Comb 1)	930,08	1,55	7,61
1,2 DL + 1,6 LL (Comb 2)	1011,59	2,04	8,32
1,2 DL + 1,0 LL ± 1,0 E (Comb 3,4,5,6)	1124,81	25,65	90,11
0,9 DL ± 1,0 E (Comb 7,8,9,10)	679,30	24,88	87,35



Gambar 5.13 Diagram Interaksi Kolom Lt. 1 (25/50)

Berdasarkan kombinasi beban diatas, kolom memerlukan tulangan memanjang sebanyak 3,26 % atau 8 D 25. Seperti terlihat pada gambar diatas, sebuah diagram interaksi yang dibuat dengan program PCACOL. Prosentase kolom ini sesuai syarat SNI 03 – 2847 – 2002 Ps. 23.4.3.1 yaitu antara 1% – 6% telah dipenuhi.



Gambar 5.9 Tulangan Terpasang Kolom (25/50)

“Halaman ini sengaja dikosongkan”



Gambar 2.12. Diagram Garis (Kolom 11, 25/01)

Untuk lebih jelasnya, berikut ini disajikan data hasil penelitian mengenai kemampuan berbahasa Inggris siswa di kelas X IPA 1 SMA Negeri 1 Kota Palembang. Untuk lebih jelasnya, berikut ini disajikan data hasil penelitian mengenai kemampuan berbahasa Inggris siswa di kelas X IPA 1 SMA Negeri 1 Kota Palembang. Untuk lebih jelasnya, berikut ini disajikan data hasil penelitian mengenai kemampuan berbahasa Inggris siswa di kelas X IPA 1 SMA Negeri 1 Kota Palembang.

Gambar 2.13. Diagram Garis (Kolom 12, 25/01)

BAB VI PERENCANAAN PONDASI

6.1 Pondasi

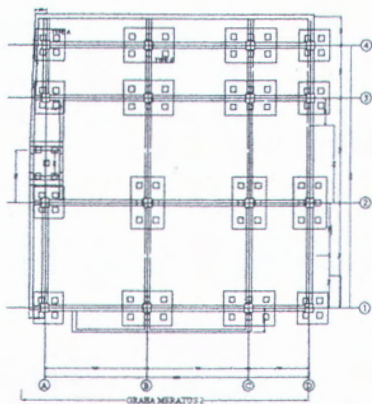
6.1.1 Data-data Perencanaan

Perhitungan daya dukung tiang pancang direncanakan memakai tiang pancang produksi PT. Pacific Prestress Indonesia Size 40x40 Type A (lihat lampiran tabel) dengan spesifikasi bahan sebagai berikut :

- Tiang pancang beton pratekan (Prestressed Concrete Pile) dengan bentuk penampang persegi (Precast Prestress Concrete Solid Square Pile).
- Mutu beton tiang pancang K-600 (concrete cube compressive strength 500 kg/cm^2 at 28 days).

Klasifikasi tiang pancang :

Diameter	=	40,00	cm
Keliling tiang pancang (Ktp)	=	160,00	cm
Luas tiang pancang (Atp)	=	1600,00	cm ²
$M_{ultimate}$	=	5,17	T-m
P	=	210,30	T



Gambar 6.1. Lay out pondasi

6.1.2 Daya Dukung Tiang Pancang

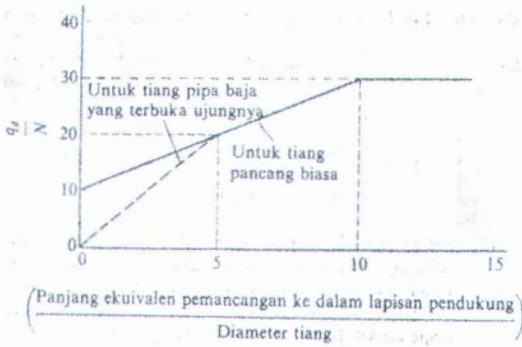
Perhitungan daya dukung tiang pancang ini dilakukan berdasarkan hasil uji SPT (Standart Penetration Test). Dari grafik sondir terlampir, direncanakan pemancangan sedalam $H = 18$ m dengan P_{ijin} 1 tiang adalah :

- Panjang ekuivalen dari penetrasi tiang :
 - N pada ujung tiang (N_1) : 51 (Data hasil uji SPT)
 - N rata-rata pada jarak $4D$ dari ujung tiang (\bar{N}_2) :

$$\bar{N}_2 = \frac{20+29+37+45+51}{5} = 36,4$$
 - N rata-rata (\bar{N}) : $\frac{N_1 + \bar{N}_2}{2} = \frac{51+36,4}{2} = 43,75$

Daya dukung pada ujung tiang :

- $\frac{\ell}{D} = \frac{0,8}{0,4} = 2$
- Dari gambar 6.2 didapatkan $\frac{q_d}{N} = 14$
- $q_d = 14 \times \bar{N} = 14 \times 43,75 = 612,50 \text{ ton/m}^2$
- $q_d \cdot A = 612,50 \text{ ton/m}^2 \times (0,4 \times 0,4) = 98 \text{ Ton}$
- Gaya geser maksimum dinding tiang :
 - $U \cdot \Sigma li.fi = (4 \cdot D) \times \Sigma li.fi$
 - $= (4 \cdot 0,40) \times 127,77$
 - $= 204,432 \text{ Ton}$



Gambar 6.2 Gaya Geser Pada Keliling Permukaan Tiang, Digolongkan Menurut Lapisan Tanah

Tabel 6.1 INTENSITAS GAYA GESER DINDING TIANG PANCANG

Jenis Tanah	Tiang Pracetak	Tiang Cor Setempat
Tanah Kohesif	C atau $N (\leq 12)$	$C/2$ atau $N/2 (\leq 12)$
Tanah Berpasir	$N/5 (\leq 10)$	$N/2 (\leq 12)$

Tabel 6.2 PERHITUNGAN INTENSITAS GAYA GESER
DINDING TIANG PANCANG

Kedalaman	Ketebalan lapisan (li) (m)	Tanah	Harga rata-rata (N)	fi (ton/m ²)	li . fi (ton/m)
0 - 1	1	Silt and clay, brown inorganic, frace to little sand	0	0	0
1 - 5	4	Silt and clay, brown inorganic, frace sand, medium	8,75	8,75	35
5 - 11	6	Silt and sand, brown inorganic, frace gravel, shift to very shift	15,28	3,06	18,36
11 - 15	3	Sand and silt, dark brown, little gravel, loose to medium	9,8	1,96	5,88
15 - 17	4	Silt and sand, brown, little gravel, cemented at some depths, very shift	23,33	4,67	18,68
17 - 22	5	Sand and gravel, grey ish, brown, very dense	9,97	9,97	48,85
$\Sigma li \cdot fi =$					127,77

- Daya dukung ultimate :

$$R_u = q_d \cdot A + U \cdot \Sigma li \cdot fi = 98 + 204,432 = 302,43 \text{ Ton}$$

- Daya dukung yang diijinkan :

$$R_a = \frac{R_u}{n} = \frac{302,43}{2,5} = 120,97 \text{ Ton} < Q \text{ bahan} = 210,30 \text{ Ton}$$

$$\rightarrow P_{ijin \ 1 \ tiang} = 120,97 \text{ Ton}$$

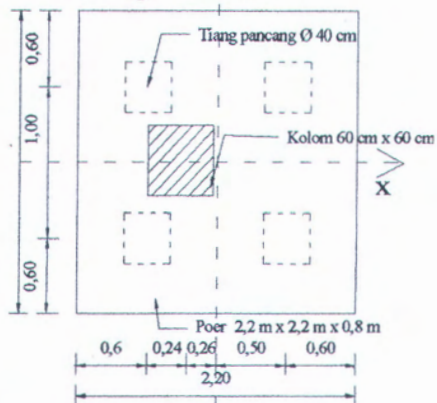
6.1.3 Perhitungan Pondasi Kolom Interior

6.1.3.1 Perhitungan Pondasi Kolom Exterior Type A (As A - 1)

Sebagai contoh perhitungan pondasi tiang pancang pile cap type A pada As (A - 1) untuk pondasi exterior. Gaya-gaya dalam diperoleh dari analisa SAP 2000 sebagai berikut :

Dari tabel diatas didapat nilai :

- P = 298,65 Ton
- Mx = 3,95 Ton-m
- My = 2,06 Ton-m
- Hx = 2,91 Ton
- Hy = 2,29 Ton



6.1.3.1.1 Jumlah Tiang Pancang

Rencana jumlah tiang pancang :

$$n = \frac{P}{P_{ijin \text{ 1 tiang}}} = \frac{298,65}{120,97} = 2,47 \approx 4 \text{ tiang}$$

Jarak as ke as tiang terpasang :

$$\text{Syarat : } 2,5 D \leq s \leq 3 D \rightarrow D = 40 \text{ cm}$$

$$100 \leq s \leq 120$$

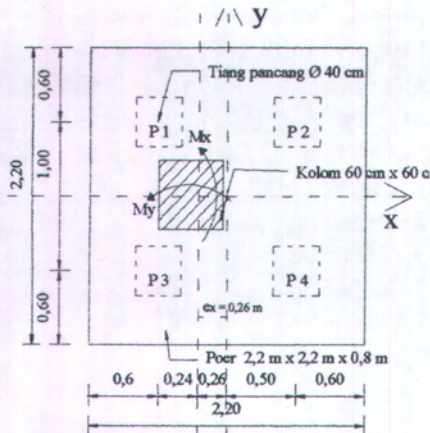
jadi dipakai $s = 100 \text{ cm}$

Jarak tepi ke tepi poer :

$$\text{Syarat : } 1,5 D \leq s \leq 2 D \rightarrow D = 40 \text{ cm}$$

$$60 \leq s \leq 80$$

jadi dipakai $s = 60 \text{ cm}$



Rencana dimensi poer = $2,2 \times 2,2 \times 0,80$

Beban poer = $2,2 \times 2,2 \times 0,80 \times 2,40 = 9,29$ Ton

$P \times E_x = 298,65 \times 0,26 = 77,649$ Ton

$\Sigma \cdot P_i = 298,65 + 9,29 = 307,94$ Ton

$\Sigma \cdot x^2 = 2 \cdot 0,5^2 = 1$ m²

$\Sigma \cdot y^2 = (2 \cdot 0,24^2) + (2 \cdot 0,76^2) = 1,27$ m²

$x_{\max} = 0,76$ m

$y_{\max} = 0,5$ m

$N_x = 2$ buah

$N_y = 2$ buah

$\Sigma \cdot M_x = M_x + (H_x \times 0,8) = 3,95 + (2,91 \times 0,8) = 6,278$ ton.m

$\Sigma \cdot M_y = M_y + (H_y \times 0,8) + (P \times E_x)$
 $= 2,06 + (2,29 \times 0,8) + (298,65 \times 0,26) = 81,541$ ton.m

$$P = \frac{\sum P}{n} \pm \frac{M_y x}{n_x \times \sum x^2} \pm \frac{M_x y}{n_y \times \sum y^2} \leq P_{ijin \text{ group}}$$

$$P_1 = \frac{307,94}{4} + \frac{81,541 \times 0,24}{2 \times 1,27} + \frac{6,278 \times 0,5}{2 \times 1} = 86,25 \text{ Ton}$$

$$P_2 = \frac{307,94}{4} - \frac{81,541 \times 0,24}{2 \times 1,27} + \frac{6,278 \times 0,5}{2 \times 1} = 70,84 \text{ Ton}$$

$$P_3 = \frac{307,94}{4} + \frac{81,541 \times 0,24}{2 \times 1,27} - \frac{6,278 \times 0,5}{2 \times 1} = 83,12 \text{ Ton}$$

$$P_4 = \frac{307,94}{4} - \frac{81,541 \times 0,24}{2 \times 1,27} - \frac{6,278 \times 0,5}{2 \times 1} = 67,71 \text{ Ton}$$

$$P_{\max} = P_2 = 86,25 \text{ Ton}$$

Efisiensi tiang.

- Kekuatan group tiang pancang :

$$\theta = \text{arc tg} \left(\frac{D}{s} \right) = \text{arc tg} \left(\frac{0,4}{1,0} \right) = 21,80^\circ$$

- Efisiensi tiang (η) :

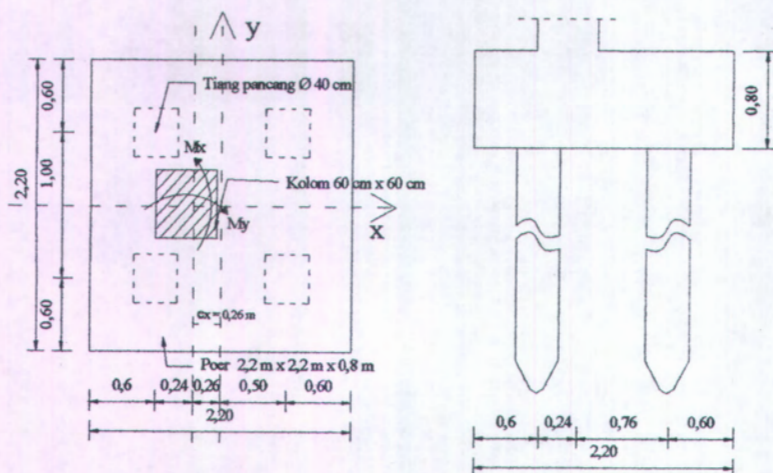
$$\eta = 1 - \theta \frac{(n-1)m + (m-1)n}{90^\circ \times m \times n}$$

$$= 1 - \left(21,80^\circ \times \frac{(2-1)2 + (2-1)2}{90^\circ \times 2 \times 2} \right) = 0,757$$

- $P_{\text{ijin group}} = P_{\text{ijin tiang}} \times \eta = 120,97 \times 0,757$
 $= 91,57 \text{ Ton} > 89,96 \text{ Ton} \dots\dots\dots \text{OK}$

6.1.3.1.2 Perhitungan Poer (Pile Cap)

Data-data Perencanaan :



Gambar 6.3 Pondasi Type A pada AS A - 1

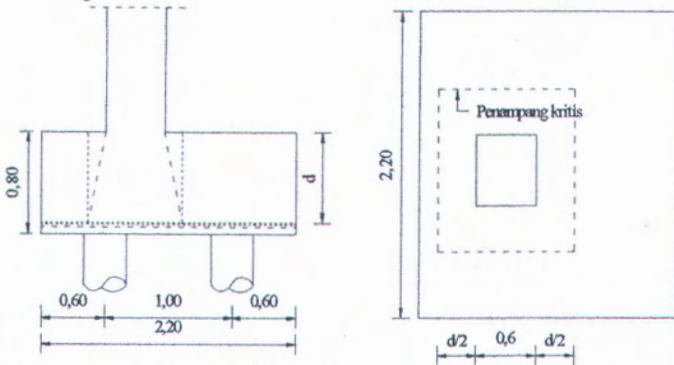
P (ΣP_i)	=	307,94 Ton
Dimensi	=	2,2 × 2,2 × 0,80
Jumlah tiang pancang	=	4 buah
Dimensi kolom	=	(600 × 600) mm
Mutu beton (f_c')	=	35 MPa
Mutu baja (f_y)	=	400 MPa
Tulangan utama	=	D 22
Selimit beton	=	70 mm
Tinggi efektif (d)	=	800 - 70 - $1/2 \cdot 22 = 719$ mm

6.1.3.1.3 Perhitungan Kontrol Geser Pons

Dalam merencanakan tebal poer, harus memenuhi persyaratan bahwa kekuatan gaya geser nominal harus lebih besar dari geser pons yang terjadi. Kuat geser yang disumbangkan beton diambil terkecil dari :

$$\blacksquare V_c = \left(1 + \frac{2}{\beta c}\right) \frac{\sqrt{f_c'} b_o d}{6} \text{ SNI 03-3847-2002 pasal 13.12.2(1(a))}$$

- $V_c = \left(\frac{\alpha_s d}{b_o} + 2 \right) \frac{\sqrt{f_c'} b_o d}{6}$ SNI 03-3847-2002 pasal 13.12.2(1(b))
- $V_c = \frac{1}{3} \sqrt{f_c'} b_o d$ SNI 03-3847-2002 pasal 13.12.2(1(c))



Gambar 6.4 Penampang Kritis pada Pondasi Type A pada As A - 1
dimana :

$$\beta_c = \text{rasio dari sisi panjang terhadap sisi pendek pada kolom} \\ = \frac{600}{600} = 1$$

$$b_o = \text{keliling dari penampang kritis pada poer} \\ = 2 (b_{\text{kolom}} + d) + 2 (h_{\text{kolom}} + d) \\ = 2 \times (600 + 719) + 2 \times (600 + 719) = 5.276 \text{ mm}$$

$$\alpha_s = 30, \text{ untuk kolom tepi}$$

$$V_c = \left(1 + \frac{2}{1} \right) \frac{\sqrt{35} \times 5276 \times 719}{6} = 11.221.158,68 \text{ N}$$

$$V_c = \left(\frac{30 \times 719}{5276} + 2 \right) \frac{\sqrt{35} \times 5276 \times 719}{6} = 22.772.685,06 \text{ N}$$

$$V_c = \frac{1}{3} \times \sqrt{35} \times 5.276 \times 719 = 7.480.772,45 \text{ N (menentukan)}$$

$$\phi V_c = 0,60 \times 7.480.772,45 \text{ N} = 4.488.463,47 \text{ N}$$

$$= 448,46 \text{ Ton} > 307,94 \text{ Ton} \dots\dots\dots \text{OK}$$

Ketebalan dan ukuran poer memenuhi syarat terhadap geser.

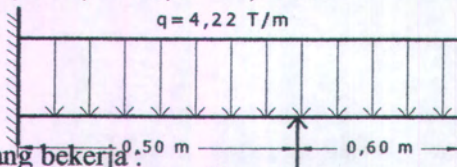
6.1.3.1.4 Penulangan Lentur Poer

Pada penulangan lentur poer dianalisa sebagai balok kantilever dengan perletakan jepit pada kolom. Beban yang bekerja adalah beban terpusat dari tiang sebesar P dan berat sendiri poer sebesar q. perhitungan gaya dalam pada poer diperoleh dengan mekanika statis tertentu.

Penulangan Arah Y :

$$\Sigma P = P_2 + P_4 = 86,25 + 70,84 = 157,09 \text{ Ton}$$

$$q = 2,2 \times 0,80 \times 2,40 = 4,22 \text{ t/m}$$



Momen yang bekerja:

$$\begin{aligned} M_u &= (157,09 \times 0,50) - \left(\frac{1}{2} P \times 1,1^2 \right) \\ &= 76,99 \text{ Ton-m} = 760.900.000 \text{ N-mm} \end{aligned}$$

dipakai $\delta = 0,50$ (untuk daerah tumpuan)

$$R_n = \frac{(1-\delta) \times M_u}{\phi \times b \times d^2} = \frac{(1-0,50) \times 760.900.000}{0,80 \times 2200 \times 719^2} = 0,418 \text{ N/mm}^2$$

$$\begin{aligned} \rho_s &= \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2m \times R_n}{f_y}} \right) = \frac{1}{15,68} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 15,68 \times 0,418}{400}} \right) \\ &= 0,001 \end{aligned}$$

$$\rho' = \frac{\delta \times M_u}{\phi \times f_y \times (d - d') \times b \times d} = \frac{0,5 \times 760.900.000}{0,80 \times 400 \times (719 - 81) \times 2200 \times 719} = 0,0012$$

$$\rho = \rho_s + \rho' = 0,001 + 0,0012 = 0,0022$$

$\rho < \rho_{\min}$ maka dipakai $\rho_{\min} = 0,0035$

$$A_s = \rho \cdot b \cdot d = 0,0035 \times 2200 \times 719 = 5.536,30 \text{ mm}^2$$

Dipakai tulangan 15-D22 ($A_s = 5.701,99 \text{ mm}^2$)

Jarak pemasangan tulangan :

$$s = \frac{2200 - (2 \times 70) - (15 \times 22)}{(15 - 1)} = 123,57 \text{ mm}$$

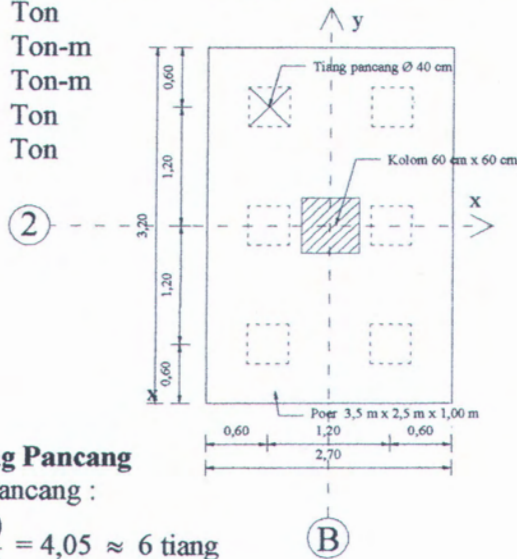
→ dipasang jarak 120 mm (D22-120)

Penulangan arah x dan arah y sama, karena bentuk poer yang dipakai bujur sangkar.

6.1.3.2 Perhitungan Pondasi Kolom Interior Type B (As B-2)

Sebagai contoh perhitungan pondasi tiang pancang pile cap type B pada As (B-2) untuk pondasi interior. Gaya-gaya dalam diperoleh dari analisa SAP 2000 sebagai berikut :

- P = 489,60 Ton
- Mx = 1,12 Ton-m
- My = 0,73 Ton-m
- Hx = 1,37 Ton
- Hy = 0,52 Ton



6.1.3.2.1 Jumlah Tiang Pancang

Rencana jumlah tiang pancang :

$$n = \frac{P}{P_{ijin \text{ 1 tiang}}} = \frac{489,60}{120,97} = 4,05 \approx 6 \text{ tiang}$$

Jarak as ke as tiang terpasang :

$$\text{Syarat : } 2,5 D \leq s \leq 3 D \rightarrow D = 40 \text{ cm}$$

$$100 \leq s \leq 120$$

jadi dipakai $s = 120 \text{ cm}$

Jarak tepi ke tepi poer :

$$\text{Syarat : } 1,5 D \leq s \leq 2 D \rightarrow D = 40 \text{ cm}$$

$$60 \leq s \leq 80$$

jadi dipakai $s = 60 \text{ cm}$

$$\text{Rencana dimensi poer} = 3,6 \times 2,4 \times 1$$

$$\text{Beban poer} = 3,6 \times 2,4 \times 1 \times 2,4$$

$$= 16,59 \text{ Ton}$$

$$\Sigma . P_t = 489,60 + 20,73$$

$$= 510,33 \text{ Ton}$$

$$\Sigma . x^2 = 6 \cdot 0,60^2 = 2,16 \text{ m}^2$$

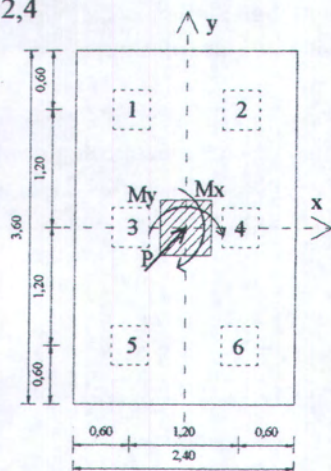
$$\Sigma . y^2 = 4 \cdot 1,2^2 = 5,76 \text{ m}^2$$

$$x_{\max} = 0,60 \text{ m}$$

$$y_{\max} = 1,20 \text{ m}$$

$$n_x = 2 \text{ buah}$$

$$n_y = 3 \text{ buah}$$



$$\Sigma . M_x = M_x + (H_x \times 0,8) = 1,12 + (1,37 \times 1) = 2,49 \text{ ton.m}$$

$$\Sigma . M_y = M_y + (H_y \times 0,8) = 0,73 + (0,52 \times 1) = 1,25 \text{ ton.m}$$

$$P = \frac{\Sigma P}{n} \pm \frac{M_y x}{n_x \times \Sigma x^2} \pm \frac{M_x y}{n_y \times \Sigma y^2} \leq P_{\text{ijin group}}$$

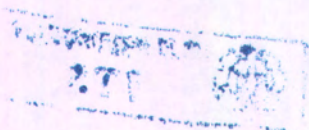
$$P_1 = \frac{510,33}{6} - \frac{1,25 \times 0,60}{2 \times 2,16} - \frac{2,49 \times 1,2}{3 \times 5,76} = 84,70 \text{ Ton}$$

$$P_2 = \frac{506,18}{6} + \frac{1,14 \times 0,60}{2 \times 2,16} - \frac{1,5 \times 1,2}{3 \times 5,76} = 85,05 \text{ Ton}$$

$$P_3 = \frac{506,18}{6} - \frac{1,14 \times 0,60}{2 \times 2,16} + \frac{1,5 \times 0}{3 \times 5,76} = 84,88 \text{ Ton}$$

$$P_4 = \frac{506,18}{6} + \frac{1,14 \times 0,60}{2 \times 2,16} + \frac{1,5 \times 0}{3 \times 5,76} = 85,22 \text{ Ton}$$

$$P_5 = \frac{506,18}{6} - \frac{1,14 \times 0,60}{2 \times 2,16} + \frac{1,5 \times 1,2}{3 \times 5,76} = 85,05 \text{ Ton}$$



$$P_6 = \frac{506,18}{6} + \frac{1,14 \times 0,60}{2 \times 2,16} + \frac{1,5 \times 1,2}{3 \times 5,76} = 85,40 \text{ Ton}$$

$$P_{\max} = P_4 = 85,40 \text{ Ton}$$

Efisiensi tiang.

- Kekuatan group tiang pancang :

$$\theta = \text{arc tg} \left(\frac{D}{s} \right) = \text{arc tg} \left(\frac{0,4}{1,2} \right) = 18,43^\circ$$

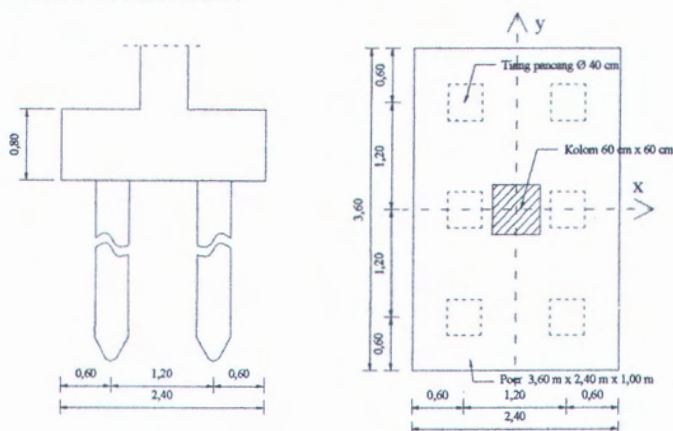
- Efisiensi tiang (η) :

$$\eta = 1 - \theta \frac{(n-1)m + (m-1)n}{90^\circ \times m \times n} = 1 - \left(18,43^\circ \times \frac{(3-1)2 + (2-1)3}{90^\circ \times 3 \times 2} \right) = 0,761$$

- $P_{\text{ijin group}} = P_{\text{ijin tiang}} \times \eta$
 $= 120,97 \times 0,761 = 92,058 \text{ Ton} > 85,40 \text{ Ton} \dots \text{OK}$

6.1.3.2.2 Perhitungan Poer (Pile Cap)

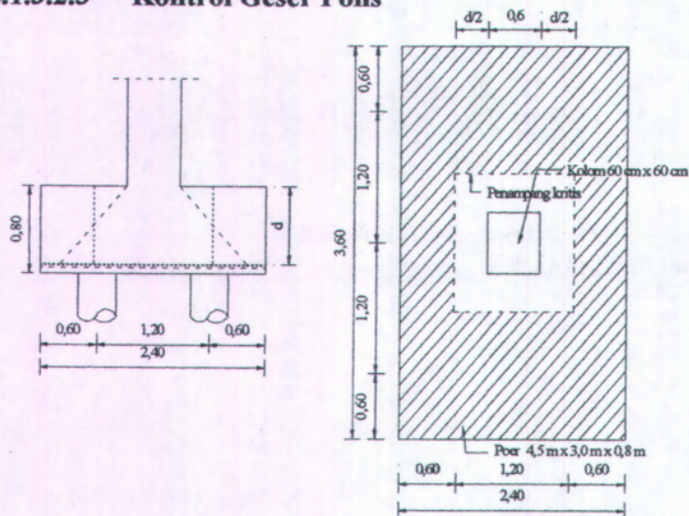
Data-data Perencanaan :



Gambar 6.5 Pondasi Type B pada As 4-D

P (ΣP_i)	=	506,18 Ton
Dimensi	=	$3,6 \times 2,4 \times 0,80$
Jumlah tiang pancang	=	6 buah
Dimensi kolom	=	(600×600) mm
Mutu beton (f_c')	=	35 MPa
Mutu baja (f_y)	=	400 MPa
Tulangan utama	=	D 22
Selimit beton	=	60 mm
Tinggi efektif (d)	=	$1000 - 70 - \frac{1}{2} \cdot 22 = 919$ mm

6.1.3.2.3 Kontrol Geser Pons



Gambar 6.6 Penampang Kritis pada Pondasi Type B pada As B - 2

$$\beta_c = \text{rasio dari sisi panjang terhadap sisi pendek pada kolom}$$

$$= \frac{600}{600} = 1$$

$$b_o = \text{keliling dari penampang kritis pada poer}$$

$$= 2(b_{\text{kolom}} + d) + 2(h_{\text{kolom}} + d)$$

$$= 2 \times (600 + 919) + 2 \times (600 + 919) = 6.076 \text{ mm}$$

$\alpha_s = 40$, untuk kolom dalam

$$V_c = \left(1 + \frac{2}{1}\right) \frac{\sqrt{35} \times 6.076 \times 919}{6} = 11.011.488,87 \text{ N}$$

$$V_c = \left(\frac{40 \times 919}{6076} + 2\right) \frac{\sqrt{35} \times 6076 \times 919}{6} = 44.321.423,92 \text{ N}$$

$$V_c = \frac{1}{3} \times \sqrt{35} \times 6.076 \times 919 = 11.011.488,87 \text{ N} \quad (\text{menentukan})$$

$$\phi V_c = 0,60 \times 11.011.488,87 \text{ N} = 6.606.893,32 \text{ N}$$

$$= 660,68 \text{ Ton} > 506,18 \text{ Ton} \dots\dots\dots \text{OK}$$

Ketebalan dan ukuran poer memenuhi syarat terhadap geser.

6.1.3.2.4 Penulangan Lentur Poer

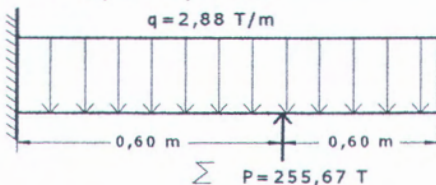
Pada penulangan lentur poer dianalisa sebagai balok kantilever dengan perletakan jepit pada kolom. Beban yang bekerja adalah beban terpusat dari tiang sebesar P dan berat sendiri poer sebesar q. perhitungan gaya dalam pada poer diperoleh dengan mekanika satais tertentu.

Penulangan Arah X :

$$\Sigma P = P_2 + P_4 + P_6$$

$$= 85,05 + 85,22 + 85,40 = 255,67 \text{ Ton}$$

$$q = 3,6 \times 1 \times 2,40 = 8,64 \text{ t/m}$$



Momen yang bekerja :

$$M_u = (255,67 \times 0,60) - \left(\frac{1}{2} \times 8,64 \times 1,20^2\right)$$

$$= 147,18 \text{ Ton-m} = 1.471.800.000 \text{ N-mm}$$

$$\rho_{\min} = \frac{1,4}{f_y} = \frac{1,4}{400} = 0,0035$$

dipakai $\delta = 0,50$

$$R_n = \frac{(1-\delta) \times M_u}{\phi \times b \times d^2} = \frac{(1-0,50) \times 1.471.800.000}{0,80 \times 3600 \times 919^2} = 0,302 \text{ N/mm}^2$$

$$\rho_s = \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2m \times R_n}{f_y}} \right) = \frac{1}{15,68} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 15,68 \times 0,302}{400}} \right) = 0,0075$$

$$\rho' = \frac{\delta \times M_u}{\phi \times f_y \times (d - d') \times b \times d} = \frac{0,5 \times 1.471.800.000}{0,80 \times 400 \times (919 - 81) \times 3600 \times 919} = 0,0008$$

$$\rho = \rho_s + \rho' = 0,0075 + 0,0008 = 0,0083$$

$\rho < \rho_{\min}$ maka dipakai $\rho_{\min} = 0,0035$

maka :

$$A_s = \rho \cdot b \cdot d = 0,0035 \times 3600 \times 919 = 11.579,40 \text{ mm}^2$$

Dipakai tulangan 31-D22 ($A_s = 11.784,11 \text{ mm}^2$)

Jarak pemasangan tulangan :

$$s = \frac{3600 - (2 \times 70) - (31 \times 22)}{(31 - 1)} = 92,6 \text{ mm}$$

→ dipasang jarak 90 mm (D22-90)

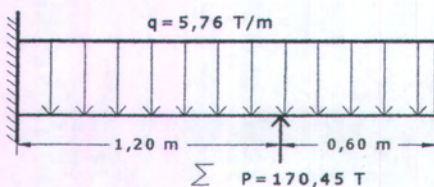
Penulangan Arah Y :

$$\Sigma P = P_5 + P_6$$

$$= 85,05 + 85,40$$

$$= 170,45 \text{ Ton}$$

$$q = 2,4 \times 1 \times 2,40 = 5,76 \text{ t/m}$$



Momen yang bekerja :

$$\begin{aligned} Mu &= (170,45 \times 1,2) - (1/2 \times 5,76 \times 1,80^2) \\ &= 195,208 \text{ Ton-m} = 1.952.080.000 \text{ N-mm} \end{aligned}$$

$$\rho_{\min} = \frac{1,4}{f_y} = \frac{1,4}{400} = 0,0035$$

dipakai $\delta = 0,50$

$$R_n = \frac{(1-\delta) \times Mu}{\phi \times b \times d^2} = \frac{(1-0,50) \times 1.952.080.000}{0,80 \times 2400 \times 919^2} = 0,6 \text{ N/mm}^2$$

$$\rho_{\delta} = \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2m \times R_n}{f_y}} \right) = \frac{1}{15,68} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 15,68 \times 0,6}{400}} \right) = 0,0015$$

$$\begin{aligned} \rho' &= \frac{\delta \times Mu}{\phi \times f_y \times (d - d') \times b \times d} = \frac{0,5 \times 1.952.080.000}{0,80 \times 400 \times (919 - 81) \times 2400 \times 919} \\ &= 0,0016 \end{aligned}$$

$$\rho = \rho_{\delta} + \rho' = 0,0015 + 0,0016 = 0,0031$$

$$\rho < \rho_{\min} \text{ maka dipakai } \rho_{\min} = 0,0035$$

maka :

$$As = \rho \cdot b \cdot d = 0,0035 \times 2400 \times 919 = 7.719,60 \text{ mm}^2$$

$$\text{Dipakai tulangan 21-D22 (As = 7.982,78 mm}^2\text{)}$$

Jarak pemasangan tulangan :

$$s = \frac{2400 - (2 \times 70) - (21 \times 22)}{(21 - 1)} = 89,9 \text{ mm}$$

→ dipasang jarak 90 mm (D22-90)

6.2 Perhitungan Sloof (Tie Beam)

6.2.1 Data-data Perencanaan

Diambil contoh perhitungan pada sloof tepi As 1 (B-C)

$$\text{Gaya aksial kolom} = 439,95 \text{ Ton (Hasil analisa SAP 2000)}$$

$$Pu = 10\% \times 395,16 = 43,995 \text{ Ton} \rightarrow 439.950 \text{ N}$$

$$\text{Panjang sloof} = 7,25 \text{ m}$$

$$\text{Dimensi sloof} = 400 \times 600 \text{ mm}^2$$

$$\text{Mutu beton (fc)} = 35 \text{ MPa}$$

Mutu baja (f_y)	=	400 MPa
Tulangan utama	=	D22
Tulangan sengkang	=	D10
Selimut beton	=	50 mm
$d = 600 - 50 - 10 - (1/2 \times 22)$	=	529 mm
Tegangan ijin tarik beton :		

$$f_{r_{ijin}} = 0,70 \cdot \sqrt{f_{c'}} = 0,70 \times \sqrt{35} = 4,141 \text{ Mpa}$$

Tegangan tarik yang terjadi :

$$f_r = \frac{P_u}{\phi b h} = \frac{439,95}{0,80 \times 400 \times 600} = 2,291 \text{ Mpa} < f_{r_{ijin}} \dots\dots\dots \text{OK}$$

Dimensi sloof telah memenuhi.

6.2.2 Penulangan Lentur Sloof (40/60)

Penulangan sloof didasarkan pada kondisi pembebanan dimana beban yang diterima adalah beban aksial dan lentur sehingga penulangannya seperti penulangan pada kolom.

Beban yang diterima sloof :

- berat sendiri = $0,40 \times 0,60 \times 2400 = 576 \text{ kg/m}$
 - berat dinding = $3,36 \times 250 = 840 \text{ kg/m}$
- $$q_d = 1.416 \text{ kg/m}$$

$$q_u = 1,2 \times 1.416 = 1.699,20 \text{ kg/m}$$

$$M_u = \frac{1}{12} \cdot q_u \cdot l^2 = \frac{1}{12} \cdot 1.699,20 \cdot 7,25^2$$

$$= 7442,85 \text{ kgm} = 74,4285 \text{ KN-m}$$

$$P_{u_{sloof}} = 439.950 \text{ N} = 439,950 \text{ KN}$$

Dari analisa PCACOL didapat :

$$\rho = 1,29 \%$$

$$\text{Dipasang tulangan : 4 D 22} \quad (A_s = 1524 \text{ mm}^2)$$

$$\text{Dipasang tulangan : 4 D 22} \quad (A_{s'} = 1524 \text{ mm}^2)$$

➤ Cek untuk sloof 40/60 sepanjang 2 meter

Beban yang diterima sloof :

- berat sendiri = $0,40 \times 0,60 \times 2400 = 576 \text{ kg/m}$
- berat P (sloof 25/40) = $7,25 \times (0,25 \times 0,40) \times 2400 = 1.740 \text{ kg}$

$$q_u = 1,2 \times 576 = 691,2 \text{ kg/m}$$

$$\begin{aligned} Mu &= (1.740 \times 2,00) + \frac{1}{12} \cdot q_u \cdot l^2 = (3.480) + \frac{1}{12} \cdot 691,2 \cdot 2,00^2 \\ &= 3710,40 \text{ kgm} = 37,11 \text{ KN-m} \end{aligned}$$

6.2.3 Penulangan Geser Sloof

$$V_u = 0,5 \times 1.699,20 \times 7,25 = 6.159,60 \text{ kg} = 61.596 \text{ N}$$

$$V_c = 2 \times \frac{1}{6} \sqrt{f_c'} b w d \left[1 + \frac{N_u}{14 A_g} \right]$$

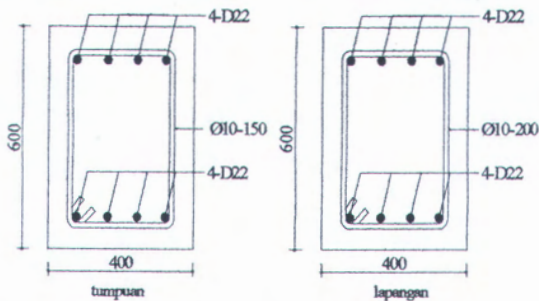
$$= 2 \times \frac{1}{6} \sqrt{35} \times 400 \times 529 \times \left[1 + \frac{439.950}{14 \times 400 \times 600} \right] =$$

$$417.918,53 \text{ N}$$

$$0,5 \phi V_c = 0,5 \times 0,6 \times 417.918,53$$

$$= 141.575,56 \text{ N} > V_u = 61.596 \text{ N} \dots \text{ dipasang praktis}$$

Dipasang tulangan praktis $\text{Ø}10\text{-}150 \rightarrow 200$



Gambar 6.7 Potongan melintang Sloof As 1 (B-C)

6.2.4 Penulangan Lentur Sloof (25/40)

Penulangan sloof didasarkan pada kondisi pembebanan dimana beban yang diterima adalah beban aksial dan lentur sehingga penulangannya seperti penulangan pada kolom.

Beban yang diterima sloof :

$$\begin{aligned} - \text{berat sendiri} &= 0,25 \times 0,40 \times 2400 = 240 \text{ kg/m} \\ - \text{berat dinding} &= \frac{3,36 \times 250}{} = 840 \text{ kg/m} \\ q_d &= 1.080 \text{ kg/m} \end{aligned}$$

$$q_u = 1,2 \times 1.080 = 1.296 \text{ kg/m}$$

$$M_u = \frac{1}{12} \cdot q_u \cdot l^2 = \frac{1}{12} \cdot 1.296 \cdot 7,25^2$$

$$= 5676,75 \text{ kgm} = 56,768 \text{ KN-m}$$

$$P_{u\text{sloof}} = 439.950 \text{ N} = 439,950 \text{ KN}$$

Dari analisa PCACOL didapat :

$$\rho = 1,55 \%$$

$$\text{Dipasang tulangan : 3 D 22} \quad (A_s = 1524 \text{ mm}^2)$$

$$\text{Dipasang tulangan : 3 D 22} \quad (A_s' = 1524 \text{ mm}^2)$$

6.2.5 Penulangan Geser Sloof

$$V_u = 0,5 \times 1.296 \times 2,00 = 1.296 \text{ kg} = 12.960 \text{ N}$$

$$V_c = 2 \times \frac{1}{6} \sqrt{f_c'} b w d \left[1 + \frac{N_u}{14 A_g} \right]$$

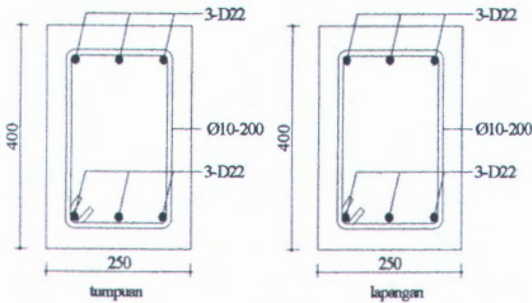
$$= 2 \times \frac{1}{6} \sqrt{35} \times 250 \times 379 \times \left[1 + \frac{439.950}{14 \times 250 \times 400} \right] =$$

$$207.541,97 \text{ N}$$

$$0,5 \phi V_c = 0,5 \times 0,6 \times 207.541,97$$

$$= 207.541,97 \text{ N} > V_u = 12.960 \text{ N} \dots \text{dipasang praktis}$$

Dipasang tulangan praktis Ø10- 150→200



Gambar 6.7 Potongan melintang Sloof 25/40 (B-C)

6.3 Perhitungan Pondasi Pit Lift

6.3.1 Daya Dukung Tiang Pancang

Sebagai contoh perhitungan pondasi tiang pancang. Gaya-gaya dalam diperoleh dari analisa SAP 2000 sebagai berikut:

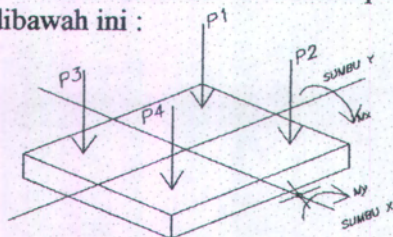
Tabel 6.3. Hasil Analisa SAP 2000 untuk Pondasi Pit Lift

No. Frame	Point	Load	P	Mx	My	Hx	Hy
2746	P1	PONDASI	55,78	-0,06	0,39	-0,04	0,15
2772	P2	PONDASI	105,40	-0,78	0,12	-0,60	0,06
2737	P3	PONDASI	59,17	-0,11	0,48	-0,08	0,22
2755	P4	PONDASI	81,41	-0,16	0,67	-0,11	0,38
	Jumlah		301,76	-1,11	1,66	-0,83	0,81

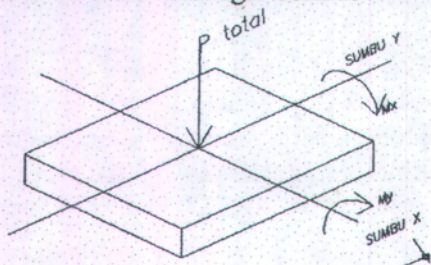
Dari tabel diatas didapat nilai :

- P = 301,76 Ton
- Mx = 1,11 Ton-m
- My = 1,66 Ton-m
- Hx = 0,83 Ton
- Hy = 0,81 Ton

Untuk pendistribusian beban dari kolom ke pondasi dapat dilihat pada gambar dibawah ini :



Dengan menganalisa $P \text{ total} = P1 + P2 + P3 + P4$, maka didapatkan perletakan $P \text{ total}$ sebagai berikut :



$$\begin{aligned} P \text{ total} &= P1 + P2 + P3 + P4 \\ &= 301,76 \text{ Ton} \end{aligned}$$

Beban yang bekeja pada pile cap

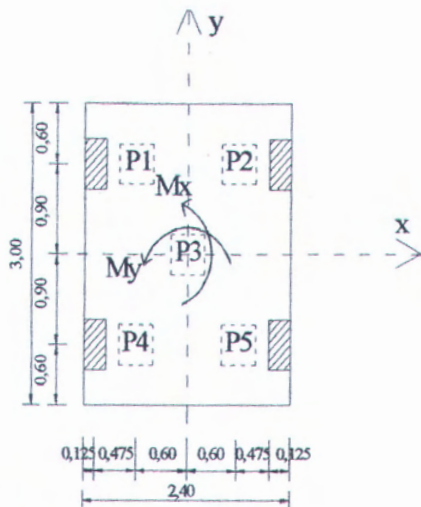
- Beban poer = $2,4 \times 3 \times 0,8 \times 2,4 = 13,824 \text{ ton}$
- Beban lift = $5,45 \text{ ton}$
- Beban tembok = $0,25 \times (4,3 \times 3,36) = 3,612 \text{ ton} +$
= $22,886 \text{ ton}$

$$\Sigma P = 301,76 + 22,886 = 324,64 \text{ Ton}$$

6.3.2 Jumlah Tiang Pancang

Rencana jumlah tiang pancang:

$$n = \frac{P}{P_{\text{ijin 1 tiang}}} = \frac{324,64}{120,97} = 2,66 \approx 5 \text{ tiang}$$



Jarak as ke as tiang terpasang :

$$\text{Syarat : } 2,5 D \leq s \leq 3 D \rightarrow D = 40 \text{ cm}$$

$$100 \leq s \leq 120$$

jadi dipakai $s = 120 \text{ cm}$

Jarak tepi ke tepi poer :

$$\text{Syarat : } 1,5 D \leq s \leq 2 D \rightarrow D = 40 \text{ cm}$$

$$60 \leq s \leq 80$$

jadi dipakai $s = 60 \text{ cm}$

$$\text{Rencana dimensi poer} = 3,6 \times 2,4 \times 1$$

$$\text{Beban poer} = 3,6 \times 2,4 \times 1 \times 2,4 = 16,59 \text{ Ton}$$

$$\Sigma . P_1 = 301,76 + 22,886$$

$$= 324.64 \text{ Ton}$$

$$\Sigma . x^2 = 2,2 \cdot 0,60^2 = 1,44 \text{ m}^2$$

$$\Sigma . y^2 = 2,2 \cdot 0,90^2 = 3,27 \text{ m}^2$$

$$x_{\max} = 0,60 \text{ m}$$

$$y_{\max} = 0,90 \text{ m}$$

$$n_x = 2 \text{ buah}$$

$$n_y = 3 \text{ buah}$$

$$\Sigma . M_x = M_x + (H_x \times 0,8) = 1,11 + (0,83 \times 0,8) = 1,774 \text{ ton.m}$$

$$\Sigma . M_y = M_y + (H_y \times 0,8) = 1,66 + (0,81 \times 0,8) = 2,308 \text{ ton.m}$$

$$\begin{aligned} \Sigma M_y &= 2,308 + (-P_1 \times 1,075) + (+P_2 \times 1,075) + (-P_3 \times 1,075) + \\ &\quad (+P_4 \times 1,075) \\ &= 2,308 + (-55,78 \times 1,075) + (105,40 \times 1,075) + \\ &\quad (-59,17 \times 1,075) + (81,41 \times 1,075) \\ &= 2,308 + (-59,96) + (113,305) + (-63,6) + (87,51) = 79,563 \\ \Sigma M_x &= 1,774 + (-P_1 \times 0,90) + (-P_2 \times 0,90) + (+P_3 \times 0,90) + (+P_4 \times 0,90) \\ &= 1,774 + (-55,78 \times 0,90) + (-105,40 \times 0,90) + \\ &\quad (59,17 \times 0,90) + (81,41 \times 0,90) \\ &= 1,774 - 50,20 - 94,86 + 49,65 + 73,26 = 20,376 \end{aligned}$$

$$P = \frac{\Sigma P}{n} \pm \frac{M_{yx}}{n_x \times \Sigma x^2} \pm \frac{M_{xy}}{n_y \times \Sigma y^2} \leq P_{ijin \text{ group}}$$

$$P_1 = \frac{324,64}{5} + \frac{79,563 \times 0,6}{3 \times 1,44} + \frac{20,376 \times 0,9}{2 \times 3,24} = 78,80 \text{ Ton}$$

$$P_2 = \frac{324,64}{5} - \frac{79,563 \times 0,6}{3 \times 1,44} + \frac{20,376 \times 0,9}{2 \times 3,24} = 56,70 \text{ Ton}$$

$$P_3 = \frac{324,64}{5} = 64,92 \text{ Ton}$$

$$P_4 = \frac{324,64}{5} + \frac{79,563 \times 0,6}{3 \times 1,44} - \frac{20,376 \times 0,9}{2 \times 3,24} = 73,148 \text{ Ton}$$

$$P_5 = \frac{324,64}{5} - \frac{79,563 \times 0,6}{3 \times 1,44} - \frac{20,376 \times 0,9}{2 \times 3,24} = 51,047 \text{ Ton}$$

$$P_{\max} = P_2 = 78,80 \text{ Ton}$$

Efisiensi tiang.

- Kekuatan group tiang pancang :

$$\theta = \text{arc tg} \left(\frac{D}{s} \right) = \text{arc tg} \left(\frac{0,4}{1,2} \right) = 18,43^\circ$$

- Efisiensi tiang (η) :

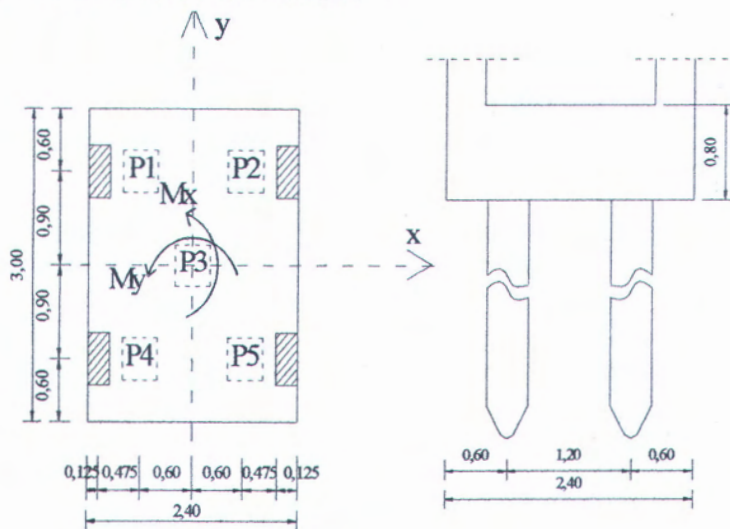
$$\eta = 1 - \theta \frac{(n-1)m + (m-1)n}{90^\circ \times m \times n}$$

$$= 1 - \left(18,43^\circ \times \frac{(3-1)2 + (2-1)3}{90^\circ \times 2 \times 2} \right) = 0,761$$

- $P_{ijin\ group} = P_{ijin\ tiang} \times \eta$
 $= 120,97 \times 0,76 = 92,06\ \text{Ton} > 78,80\ \text{Ton} \quad \dots\ \text{OK}$

6.2.4 Perhitungan Poer (Pile Cap)

6.2.4.1 Data-data Perencanaan :



Gambar 6.8 Pondasi Pit Lift

$P(\Sigma P_t)$	=	324,64 Ton
Dimensi	=	3,00 × 2,4 × 1
Jumlah tiang pancang	=	4 buah
Dimensi kolom	=	(600 × 600) mm
Mutu beton (f_c')	=	35 MPa

Mutu baja (f_y)	=	400 MPa
Tulangan utama	=	D 22
Selimit beton	=	70 mm
Tinggi efektif (d)	=	$800 - 70 - \frac{1}{2} \cdot 22 = 719$ mm

6.2.4.2 Perhitungan Kontrol Geser Pons

Dalam merencanakan tebal poer, harus memenuhi persyaratan bahwa kekuatan gaya geser nominal harus lebih besar dari geser pons yang terjadi. Kuat geser yang disumbangkan beton diambil terkecil dari :

- $V_c = \left(1 + \frac{2}{\beta_c}\right) \frac{\sqrt{f_c'} b_o d}{6}$ SNI 03-3847-2002 pasal 13.12.2(1(a))
- $V_c = \left(\frac{\alpha_s d}{b_o} + 2\right) \frac{\sqrt{f_c'} b_o d}{6}$ SNI 03-3847-2002 pasal 13.12.2(1(b))
- $V_c = \frac{1}{3} \sqrt{f_c'} b_o d$ SNI 03-3847-2002 pasal 13.12.2(1(c))

dimana :

$$\begin{aligned} \beta_c &= \text{rasio dari sisi panjang terhadap sisi pendek pada kolom} \\ &= \frac{600}{600} = 1 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} b_o &= \text{keliling dari penampang kritis pada poer} \\ &= 2 (b_{\text{kolom}} + d) + 2 (h_{\text{kolom}} + d) \\ &= 2 \times (600 + 719) + 2 \times (600 + 719) = 5.276 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\alpha_s = 30, \text{ untuk kolom tepi}$$

$$V_c = \left(1 + \frac{2}{1}\right) \frac{\sqrt{35} \times 5276 \times 719}{6} = 11.221.158,68 \text{ N}$$

$$V_c = \left(\frac{30 \times 719}{5276} + 2\right) \frac{\sqrt{35} \times 5276 \times 719}{6} = 22.772.685,06 \text{ N}$$

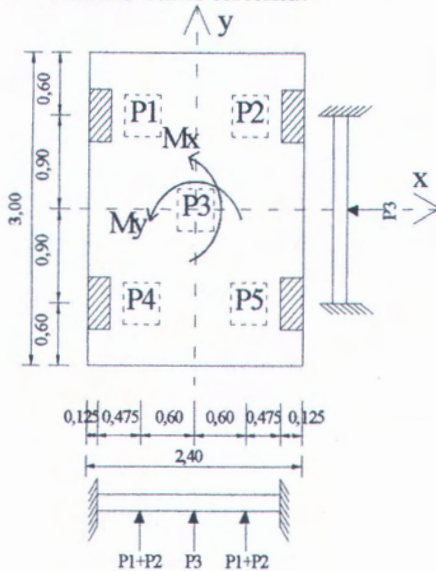
$$V_c = \frac{1}{3} \times \sqrt{35} \times 5.276 \times 719 = 7.480.772,45 \text{ N} \quad (\text{menentukan})$$

$$\begin{aligned}\phi V_c &= 0,60 \times 7.480.772,45 \text{ 4N} \\ &= 4.488.463,47 \text{ N} = 448,46 \text{ Ton} > 324,64 \text{ Ton} \dots \text{ OK}\end{aligned}$$

Ketebalan dan ukuran poer memenuhi syarat terhadap geser.

6.2.4.3 Penulangan Lentur Poer

Pada penulangan lentur poer dianalisa sebagai balok kantilever dengan perletakan jepit pada kolom. Beban yang bekerja adalah beban terpusat dari tiang sebesar P dan berat sendiri poer sebesar q. perhitungan gaya dalam pada poer diperoleh dengan mekanika statis tertentu.



Arah X :

Momen yang bekerja dari analisa SAP 2000 :

$$M_u = 64,11 \text{ Ton-m} = 641.100.000 \text{ N-mm}$$

$$\rho_{\min} = \frac{1,4}{f_y} = \frac{1,4}{400} = 0,0035$$

dipakai $\delta = 0,50$

$$R_n = \frac{(1-\delta) \times Mu}{\phi \times b \times d^2} = \frac{(1-0,50) \times 641.100.000}{0,80 \times 3000 \times 719^2} = 0,25 \text{ N/mm}^2$$

$$\rho_s = \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2m \times R_n}{f_y}} \right) = \frac{1}{15,68} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 15,68 \times 0,25}{400}} \right) = 0,0006$$

$$\rho' = \frac{\delta \times Mu}{\phi \times f_y \times (d - d') \times b \times d} = \frac{0,5 \times 641.100.000}{0,80 \times 400 \times (719 - 81) \times 3000 \times 719} = 0,00073$$

$$\rho = \rho_s + \rho' = 0,0006 + 0,00073 = 0,0013$$

$$\rho < \rho_{\min} \text{ maka dipakai } \rho_{\min} = 0,0035$$

maka :

$$A_s = \rho \cdot b \cdot d = 0,0035 \times 3000 \times 719 = 7.549,5 \text{ mm}^2$$

Dipakai tulangan **20-D22** ($A_s = 7.602,65 \text{ mm}^2$)

Jarak pemasangan tulangan :

$$s = \frac{3000 - (2 \times 70) - (20 \times 22)}{(20 - 1)} = 148,21 \text{ mm}$$

→ dipasang jarak 140 mm (**D22-140**)

Arah Y :

Momen yang bekerja dari analisa SAP 2000 :

$$Mu = 1,23 \text{ Ton-m} = 12.300.000 \text{ N-mm}$$

$$\rho_{\min} = \frac{1,4}{f_y} = \frac{1,4}{400} = 0,0035$$

dipakai $\delta = 0,50$

$$R_n = \frac{(1-\delta) \times Mu}{\phi \times b \times d^2} = \frac{(1-0,50) \times 12.300.000}{0,80 \times 2400 \times 719^2} = 0,62 \text{ N/mm}^2$$

$$\rho_s = \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2m \times R_n}{f_y}} \right) = \frac{1}{15,68} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 15,68 \times 0,62}{400}} \right) = 0,0015$$

$$\rho' = \frac{\delta \times Mu}{\phi \times f_y \times (d - d') \times b \times d} = \frac{0,5 \times 12.300.000}{0,80 \times 400 \times (719 - 81) \times 2400 \times 719} = 0,00017$$

$$\rho = \rho_s + \rho' = 0,0015 + 0,00017 = 0,0017$$

$$\rho < \rho_{\min} \text{ maka dipakai } \rho_{\min} = 0,0035$$

maka :

$$A_s = \rho \cdot b \cdot d = 0,0035 \times 2400 \times 719 = 6.039,6 \text{ mm}^2$$

Dipakai tulangan **16-D22** ($A_s = 6.082,12 \text{ mm}^2$)

Jarak pemasangan tulangan :

$$s = \frac{2400 - (2 \times 70) - (16 \times 22)}{(16 - 1)} = 127,2 \text{ mm}$$

→ dipasang jarak 120 mm (**D22-120**)

”Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB VII KESIMPULAN

Dari pengerjaan Tugas Akhir ini, dapat disimpulkan bahwa :

- Untuk perencanaan pembangunan gedung bertingkat harus memenuhi ketentuan-ketentuan yang telah ditetapkan, khususnya untuk daerah dengan resiko gempa tinggi menggunakan sistem rangka pemikul momen khusus (SRPMK).
- Perencanaan dari suatu struktur gedung pada daerah gempa haruslah menjamin struktur bangunan tersebut agar tidak rusak atau runtuh oleh gempa kecil atau sedang, tetapi oleh gempa yang kuat struktur utama boleh rusak tetapi tidak sampai terjadi suatu keruntuhan gedung. Hal ini dapat dicapai jika struktur gedung tersebut mampu melakukan perubahan secara duktail, dengan cara memencarkan energi gempa dengan deformasi inelastis yang cukup besar tanpa runtuh.
- Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus dirancang dengan menggunakan konsep *Strong Column Weak Beam* yang merancang kolom sedemikian rupa agar bangunan dapat berespon terhadap beban gempa dengan mengembangkan mekanisme sendi plastis pada balok-baloknya dan dasar kolom.
- Hal-hal yang perlu diperhatikan dalam perencanaan struktur gedung dengan sistem SRPMK adalah : Detailing pada hubungan balok-kolom, kolom dan balok, serta sendi plastis pada balok atau kaki kolom.
- Dengan mengetahui kemampuan gedung sesungguhnya akibat gempa yang terjadi, diharapkan kegagalan struktur di luar desain/perencanaan dapat dihindari. Sehingga keselamatan jiwa para penghuninya pun dapat semakin ditingkatkan.

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Standardisasi Nasional. 2002. **Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Bangunan Gedung (SNI 03-1726-2002)**. Bandung : BSN.
- Badan Standardisasi Nasional. 2002. **Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung (SNI 03-2847-2002)**. Bandung : BSN.
- Badan Standardisasi Nasional. 1989. **Tata Cara Perhitungan Pembebanan Untuk Bangunan Rumah dan Gedung (RSNI 03-1727-1989)**. Bandung : BSN.
- Departemen Pekerjaan Umum. 1983. **Peraturan Pembebanan Indonesia Untuk Gedung 1983**. Bandung : Yayasan Penyelidikan Masalah Bangunan Gedung.
- Departemen Pekerjaan Umum. 1971. **Peraturan Beton Bertulang 1971**. Bandung : Yayasan Penyelidikan Masalah Bangunan Gedung, Bandung.
- Departemen Pekerjaan Umum. 1983. **Buku Pedoman Perencanaan Untuk Struktur Beton Bertulang Biasa dan Struktur Tembok Bertulang Untuk Gedung 1983**. Bandung : Yayasan Penyelidikan Masalah Bangunan Gedung, Bandung.
- Purwono R, Prof. Ir. Msc. 2005. **Perencanaan struktur Beton Bertulang Tahan Gempa**. Edisi Pertama. Surabaya : Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Charles G. Salmon., Chu-Kia Wang. 1994. **Disain Beton Bertulang**, Edisi Keempat, Jakarta : Erlangga.
- Yoso W. H. 2001. **Analisis dan Perancangan Struktur Frame Menggunakan SAP 2000 Versi 7.42**. Jakarta : Andi.



ITS
Institut
Teknologi
Sepuluh Nopember

LAMPIRAN



ITS
Institut
Teknologi
Sepuluh Nopember

LAMPIRAN A
TABEL PERHITUNGAN
PENULANGAN PLAT LANTAI

Lampiran Design Penulangan Pelat pada Lantai 1,3,4,5,6,7,8

PEMBEBANAN

Beban Hidup

- Beban hidup (Ruang kantor) =

$$q_L = \frac{250.00 \text{ Kg/m}^2}{250.00 \text{ Kg/m}^2}$$

Beban Mati

- Berat pelat (t = 12) = 0.12 x 2400 Kg/m³ = 288.00 Kg/m²
 - Beban plafon+penggantung = 11 + 7 Kg/m² = 18.00 Kg/m²
 - Spesi (2 cm) = 2 x 21 Kg/m² = 42.00 Kg/m²
 - Tegel (2 cm) = 2 x 24 Kg/m² = 48.00 Kg/m²
 - Ducting AC + pipa = 40.00 Kg/m²
 $q_D = 436.00 \text{ Kg/m}^2$

- Tebal plat = 120 mm
 - Diameter tul. Rencana = 10 mm
 - Tebal decking = 20 mm

$f_c' = 30 \text{ Mpa}$ $\rho \text{ min} = 0.00350$
 $f_y = 400 \text{ Mpa}$ $\rho \text{ max} = 0.024$
 $t = 120 \text{ mm}$ $m = 15.686$
 $dx = 95.0 \text{ mm}$ $q_D = 436.00 \text{ Kg/m}^2$
 $dy = 85.0 \text{ mm}$ $q_L = 250.00 \text{ Kg/m}^2$

TYPE PELAT	Ly (m)	Lx (m)	q _{tot} (kg/m)	Ly/Lx	a	Mu (Nmm)	Mn (Nmm)	Rn (Mpa)	ρ perlu	ρ min	ρ pakai	As (mm ²)	TULANGAN PAKAI		
						(0.001* q_{tot} *Lx ² *a)	(Mu/0.8)	Mn/(0.8*b*dx')							
A	3.625	3.60	923.2	1.007	Mtx	52	6,221,629	7,777,037	0.8617	0.0022	0.00350	0.00350	332.50	φ 10 - 200 (As = 392.70 mm)	
						Mty	52	6,221,629	7,777,037	0.8617	0.0022	0.00350	297.50	φ 10 - 200 (As = 392.70 mm)	
						Mlx	21	2,512,581	3,140,726	0.3480	0.0009	0.00350	332.50	φ 10 - 200 (As = 392.70 mm)	
						Mly	21	2,512,581	3,140,726	0.3480	0.0009	0.00350	297.50	φ 10 - 200 (As = 392.70 mm)	
B	3.625	2.15	923.2	1.686	Mtx	81	3,456,669	4,320,836	0.4788	0.0012	0.00350	0.00350	332.50	φ 10 - 200 (As = 392.70 mm)	
						Mty	57	6,819,863	8,524,829	0.9446	0.0024	0.00350	0.00350	297.50	φ 10 - 200 (As = 392.70 mm)
						Mlx	38	4,546,575	5,683,219	0.6297	0.0016	0.00350	0.00350	332.50	φ 10 - 200 (As = 392.70 mm)
						Mly	14	1,675,054	2,093,818	0.2320	0.0006	0.00350	0.00350	297.50	φ 10 - 200 (As = 392.70 mm)
C	4.30	1.95	923.2	2.205	Mtx	83	2,913,688	3,642,111	0.4036	0.0010	0.00350	0.00350	332.50	φ 10 - 200 (As = 392.70 mm)	
						Mty	57	2,000,967	2,501,208	0.2771	0.0007	0.00350	0.00350	297.50	φ 10 - 200 (As = 392.70 mm)
						Mlx	41	1,439,292	1,799,115	0.1993	0.0005	0.00350	0.00350	332.50	φ 10 - 200 (As = 392.70 mm)
						Mly	11	386,151	482,689	0.0535	0.0001	0.00350	0.00350	297.50	φ 10 - 200 (As = 392.70 mm)

D	4.30	1.65	923.2	2.606	Mtx	83	2,086,132	2,607,663	0.2889	0.0007	0.00350	0.00350	332.50	φ 10 - 200 (As = 392.70 mm)
			923.2		Mty	57	1,432,645	1,790,806	0.1984	0.0005	0.00350	0.00350	297.50	φ 10 - 200 (As = 392.70 mm)
			923.2		Mlx	41	1,030,499	1,288,124	0.1427	0.0004	0.00350	0.00350	332.50	φ 10 - 200 (As = 392.70 mm)
			923.2		Mly	8	201,073	251,341	0.0278	0.0001	0.00350	0.00350	297.50	φ 10 - 200 (As = 392.70 mm)
G	3.625	2.467	923.2	1.469	Mtx	76	4,270,195	5,337,743	0.5914	0.0015	0.00350	0.00350	332.50	φ 10 - 200 (As = 392.70 mm)
			923.2		Mty	57	3,202,646	4,003,308	0.4436	0.0011	0.00350	0.00350	297.50	φ 10 - 200 (As = 392.70 mm)
			923.2		Mlx	36	2,022,724	2,528,405	0.2802	0.0007	0.00350	0.00350	332.50	φ 10 - 200 (As = 392.70 mm)
			923.2		Mly	17	955,175	1,193,969	0.1323	0.0003	0.00350	0.00350	297.50	φ 10 - 200 (As = 392.70 mm)
I	3.20	1.875	923.2	1.707	Mtx	81	2,628,956	3,286,195	0.3641	0.0009	0.00350	0.00350	332.50	φ 10 - 200 (As = 392.70 mm)
			923.2		Mty	57	1,850,006	2,312,508	0.2562	0.0006	0.00350	0.00350	297.50	φ 10 - 200 (As = 392.70 mm)
			923.2		Mlx	38	1,233,338	1,541,672	0.1708	0.0004	0.00350	0.00350	332.50	φ 10 - 200 (As = 392.70 mm)
			923.2		Mly	14	454,388	567,984	0.0629	0.0002	0.00350	0.00350	297.50	φ 10 - 200 (As = 392.70 mm)
J	3.625	1.375	923.2	2.302	Mtx	83	1,900,794	2,375,992	0.2633	0.0007	0.00350	0.00350	332.50	φ 10 - 200 (As = 392.70 mm)
			923.2		Mty	57	1,305,364	1,631,706	0.1808	0.0005	0.00350	0.00350	297.50	φ 10 - 200 (As = 392.70 mm)
			923.2		Mlx	42	961,847	1,202,309	0.1332	0.0003	0.00350	0.00350	332.50	φ 10 - 200 (As = 392.70 mm)
			923.2		Mly	11	251,912	314,891	0.0349	0.0001	0.00350	0.00350	297.50	φ 10 - 200 (As = 392.70 mm)
K	1.575	1.472	923.2	1.070	Mtx	59	1,180,221	1,475,277	0.1635	0.0004	0.00350	0.00350	332.50	φ 10 - 200 (As = 392.70 mm)
			923.2		Mty	44	880,165	1,100,206	0.1219	0.0003	0.00350	0.00350	297.50	φ 10 - 200 (As = 392.70 mm)
			923.2		Mlx	25	500,094	625,117	0.0693	0.0002	0.00350	0.00350	332.50	φ 10 - 200 (As = 392.70 mm)
			923.2		Mly	21	420,079	525,098	0.0582	0.0001	0.00350	0.00350	297.50	φ 10 - 200 (As = 392.70 mm)

Lampiran Tabel 2. Design Penulangan Pelat pada Lantai 2

PEMBEBANAN

Beban Hidup

- Beban hidup (Ruang rapat)

$$q_L = \frac{400.00 \text{ Kg/m}^2}{400.00 \text{ Kg/m}^2}$$

Beban Mati

- Berat pelat ($t = 12$)

$$= 0.12 \times 2400 \text{ Kg/m}^3 = 288.00 \text{ Kg/m}^2$$

- Beban plafon+rangka

$$= 11 + 7 \text{ Kg/m}^2 = 18.00 \text{ Kg/m}^2$$

- Spesi (2 cm)

$$= 2 \times 21 \text{ Kg/m}^2 = 42.00 \text{ Kg/m}^2$$

- Tegel (2 cm)

$$= 2 \times 24 \text{ Kg/m}^2 = 48.00 \text{ Kg/m}^2$$

- Ducting AC+pipe

$$= 40.00 \text{ Kg/m}^2$$

$$q_D = 436.00 \text{ Kg/m}^2$$

- Tebal plat

= 120 mm

- Diameter tul. Rencana

= 10 mm

- Tebal decking

= 20 mm

$$f_c' = 30 \text{ Mpa} \quad \rho_{\min} = 0.00350$$

$$f_y = 400 \text{ Mpa} \quad \rho_{\max} = 0.024$$

$$t = 120 \text{ mm} \quad m = 15.686$$

$$dx = 95.0 \text{ mm} \quad q_D = 436.00 \text{ Kg/m}^2$$

$$dy = 85.0 \text{ mm} \quad q_L = 400.00 \text{ Kg/m}^2$$

TYPE PELAT	Ly (m)	Lx (m)	q _{as} (kg/m)	Ly/Lx	a	Mu (Nmm)			ρ _{pert}	ρ _{min}	ρ _{pakai}	As (mm ²)	TULANGAN PAKAI		
						(0.001* _{q_{as}} *Lx ² *a)	(Mu/0,8)	Rn (Mpa)							
A	3.625	3.60	1163.2	1.007	Mtx	52	7,839,037	9,798,797	1.0857	0.0028	0.00350	0.00350	332.50	φ 10 - 200 (As = 392.70 mm)	
						Mty	52	7,839,037	9,798,797	1.0857	0.0028	0.00350	0.00350	297.50	φ 10 - 200 (As = 392.70 mm)
						Mlx	21	3,165,765	3,957,206	0.4385	0.0011	0.00350	0.00350	332.50	φ 10 - 200 (As = 392.70 mm)
						Mly	21	3,165,765	3,957,206	0.4385	0.0011	0.00350	0.00350	297.50	φ 10 - 200 (As = 392.70 mm)
B	3.625	2.15	1163.2	1.686	Mtx	81	4,355,283	5,444,103	0.6032	0.0015	0.00350	0.00350	332.50	φ 10 - 200 (As = 392.70 mm)	
						Mty	57	3,064,828	3,831,036	0.4245	0.0011	0.00350	0.00350	297.50	φ 10 - 200 (As = 392.70 mm)
						Mlx	38	2,043,219	2,554,024	0.2830	0.0007	0.00350	0.00350	332.50	φ 10 - 200 (As = 392.70 mm)
						Mly	14	752,765	940,956	0.1043	0.0003	0.00350	0.00350	297.50	φ 10 - 200 (As = 392.70 mm)
C	4.30	1.95	1163.2	2.205	Mtx	83	3,671,146	4,588,933	0.5085	0.0013	0.00350	0.00350	332.50	φ 10 - 200 (As = 392.70 mm)	
						Mty	57	2,521,149	3,151,436	0.3492	0.0009	0.00350	0.00350	297.50	φ 10 - 200 (As = 392.70 mm)
						Mlx	41	1,813,458	2,266,822	0.2512	0.0006	0.00350	0.00350	332.50	φ 10 - 200 (As = 392.70 mm)
						Mly	11	486,537	608,172	0.0674	0.0002	0.00350	0.00350	297.50	φ 10 - 200 (As = 392.70 mm)
D	4.30	1.65	1163.2	2.606	Mtx	83	2,628,454	3,285,567	0.3641	0.0009	0.00350	0.00350	332.50	φ 10 - 200 (As = 392.70 mm)	
						Mty	57	1,805,083	2,256,354	0.2500	0.0006	0.00350	0.00350	297.50	φ 10 - 200 (As = 392.70 mm)
						Mlx	41	1,298,393	1,622,991	0.1798	0.0005	0.00350	0.00350	332.50	φ 10 - 200 (As = 392.70 mm)
						Mly	8	253,345	316,681	0.0351	0.0001	0.00350	0.00350	297.50	φ 10 - 200 (As = 392.70 mm)

Lampiran Design Penulangan Pelat pada Atap

PEMBEBANAN

Beban Hidup

$$\text{- Beban hidup} = \frac{100.00 \text{ Kg/m}^2}{100.00 \text{ Kg/m}^2}$$

Beban Mati

$$\begin{aligned} \text{- Berat pelat (t = 10)} &= 0.12 \times 2400 \text{ Kg/m}^3 &= 288.00 \text{ Kg/m}^2 \\ \text{- Beban plafon+rangka} &= 11 + 7 \text{ Kg/m}^2 &= 18.00 \text{ Kg/m}^2 \\ \text{- Spesi (2 cm)} &= 2 \times 21 \text{ Kg/m}^2 &= 42.00 \text{ Kg/m}^2 \\ \text{- Aspal (1 cm)} &= 1 \times 14 \text{ Kg/m}^2 &= 14.00 \text{ Kg/m}^2 \\ \hline \text{qD} &= 362.00 \text{ Kg/m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{- Tebal plat} &= 120 \text{ mm} \\ \text{- Diameter tul. Rencana} &= 10 \text{ mm} \\ \text{- Tebal docking} &= 20 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} f_c' &= 30 \text{ Mpa} & \rho \text{ min} &= 0.00350 \\ f_y &= 400 \text{ Mpa} & \rho \text{ max} &= 0.024 \\ \tau &= 120 \text{ mm} & m &= 15.686 \\ dx &= 95.0 \text{ mm} & qD &= 362.00 \text{ Kg/m}^2 \\ dy &= 85.0 \text{ mm} & qL &= 100.00 \text{ Kg/m}^2 \end{aligned}$$

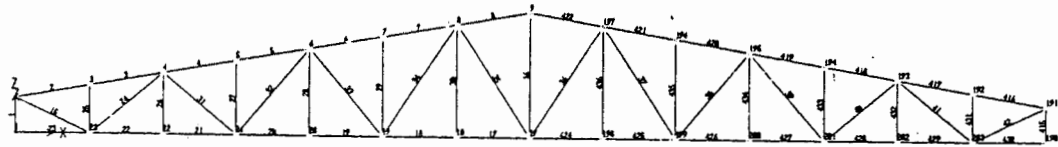
TYPE PELAT	Ly	Lx	q _{tot} (kg/m)	Ly/Lx	s	Mu (Nmm)	Mn (Nmm)	Rn (Mpa)	ρ perlu	ρ min	ρ pakai	As (mm ²)	TULANGAN PAKAI	
						(0.001 * q _{tot} * Lx ² * s)	(Mu/0.8)	Mn/(0.8 * b * dx ²)				ρ * b * dx		
E	4.30	2.00	594.4	2.150	Mtx	83	1,973,408	2,466,760	0.2733	0.0007	0.00350	0.00350	332.50	↑ 10 - 200 (As = 392.70 mm)
					Mty	57	1,355,232	1,694,040	0.1877	0.0005	0.00350	0.00350	297.50	↑ 10 - 200 (As = 392.70 mm)
					Mlx	41	974,816	1,218,520	0.1350	0.0003	0.00350	0.00350	332.50	↑ 10 - 200 (As = 392.70 mm)
					Mly	11	261,536	326,920	0.0362	0.0001	0.00350	0.00350	297.50	↑ 10 - 200 (As = 392.70 mm)
F	3.625	2.00	594.4	1.813	Mtx	82	1,949,632	2,437,040	0.2700	0.0007	0.00350	0.00350	332.50	↑ 10 - 200 (As = 392.70 mm)
					Mty	57	1,355,232	1,694,040	0.1877	0.0005	0.00350	0.00350	297.50	↑ 10 - 200 (As = 392.70 mm)
					Mlx	40	951,040	1,188,800	0.1317	0.0003	0.00350	0.00350	332.50	↑ 10 - 200 (As = 392.70 mm)
					Mly	13	309,088	386,360	0.0428	0.0001	0.00350	0.00350	297.50	↑ 10 - 200 (As = 392.70 mm)
H	3.625	2.128	594.4	1.703	Mtx	81	2,180,254	2,725,317	0.3020	0.0008	0.00350	0.00350	332.50	↑ 10 - 200 (As = 392.70 mm)
					Mty	57	1,534,253	1,917,816	0.2125	0.0005	0.00350	0.00350	297.50	↑ 10 - 200 (As = 392.70 mm)
					Mlx	38	1,022,835	1,278,544	0.1417	0.0004	0.00350	0.00350	332.50	↑ 10 - 200 (As = 392.70 mm)
					Mly	14	376,834	471,043	0.0522	0.0001	0.00350	0.00350	297.50	↑ 10 - 200 (As = 392.70 mm)
L	2.15	1.70	594.4	1.265	Mtx	69	1,185,293	1,481,616	0.1642	0.0004	0.00350	0.00350	332.50	↑ 10 - 200 (As = 392.70 mm)
					Mty	57	979,155	1,223,944	0.1356	0.0003	0.00350	0.00350	297.50	↑ 10 - 200 (As = 392.70 mm)
					Mlx	31	532,523	665,654	0.0738	0.0002	0.00350	0.00350	332.50	↑ 10 - 200 (As = 392.70 mm)
					Mly	19	326,385	407,981	0.0452	0.0001	0.00350	0.00350	297.50	↑ 10 - 200 (As = 392.70 mm)

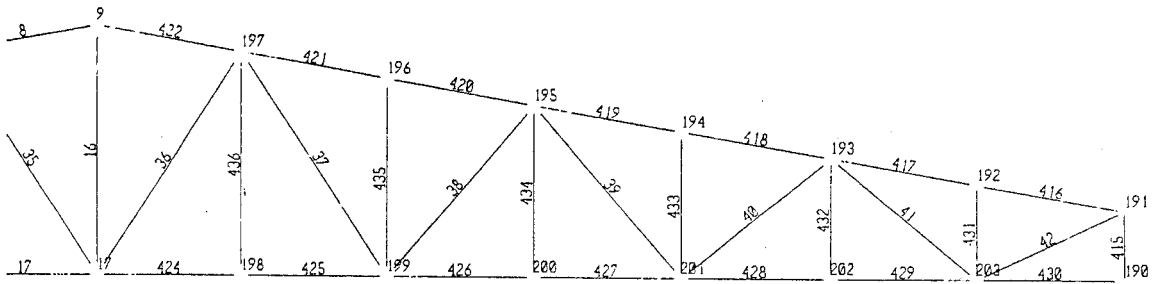
G	3.625	2.467	1163.2	1.469	Mtx	76	5,380,297	6,725,372	0.7452	0.0019	0.00350	0.00350	332.50	φ 10 - 200 (As = 392.70 mm)
			1163.2		Mry	57	4,035,223	5,044,029	0.5589	0.0014	0.00350	0.00350	297.50	φ 10 - 200 (As = 392.70 mm)
			1163.2		Mlx	36	2,548,562	3,185,702	0.3530	0.0009	0.00350	0.00350	332.50	φ 10 - 200 (As = 392.70 mm)
			1163.2		Mly	17	1,203,488	1,504,359	0.1667	0.0004	0.00350	0.00350	297.50	φ 10 - 200 (As = 392.70 mm)
I	3.20	1.875	1163.2	1.707	Mtx	81	3,312,394	4,140,492	0.4588	0.0012	0.00350	0.00350	332.50	φ 10 - 200 (As = 392.70 mm)
			1163.2		Mry	57	2,330,944	2,913,680	0.3228	0.0008	0.00350	0.00350	297.50	φ 10 - 200 (As = 392.70 mm)
			1163.2		Mlx	38	1,553,963	1,942,453	0.2152	0.0005	0.00350	0.00350	332.50	φ 10 - 200 (As = 392.70 mm)
			1163.2		Mly	14	572,513	715,641	0.0793	0.0002	0.00350	0.00350	297.50	φ 10 - 200 (As = 392.70 mm)
J	3.625	1.575	1163.2	2.302	Mtx	83	2,394,934	2,993,668	0.3317	0.0008	0.00350	0.00350	332.50	φ 10 - 200 (As = 392.70 mm)
			1163.2		Mry	57	1,644,714	2,055,892	0.2278	0.0006	0.00350	0.00350	297.50	φ 10 - 200 (As = 392.70 mm)
			1163.2		Mlx	42	1,211,894	1,514,868	0.1679	0.0004	0.00350	0.00350	332.50	φ 10 - 200 (As = 392.70 mm)
			1163.2		Mly	11	317,401	396,751	0.0440	0.0001	0.00350	0.00350	297.50	φ 10 - 200 (As = 392.70 mm)
K	1.575	1.472	1163.2	1.070	Mtx	59	1,487,038	1,858,797	0.2060	0.0005	0.00350	0.00350	332.50	φ 10 - 200 (As = 392.70 mm)
			1163.2		Mry	44	1,108,977	1,386,222	0.1536	0.0004	0.00350	0.00350	297.50	φ 10 - 200 (As = 392.70 mm)
			1163.2		Mlx	25	630,101	787,626	0.0873	0.0002	0.00350	0.00350	332.50	φ 10 - 200 (As = 392.70 mm)
			1163.2		Mly	21	529,285	661,606	0.0733	0.0002	0.00350	0.00350	297.50	φ 10 - 200 (As = 392.70 mm)



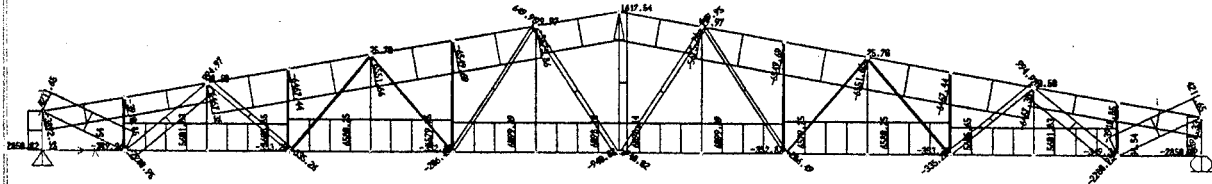
ITS
Institut
Teknologi
Sepuluh Nopember

LAMPIRAN B
HASIL OUTPUT SAP 2000
KUDA-KUDA BAJA





SAP2000 v7.42 - File:ATAP BAJA GEDUNG MERATUS - Axial Force Diagram (COMB1) - Kgf-m Units



SAP2000 v7.42 - File:ATAP BAJA GEDUNG MERATUS - Axial Force Diagram (COMB1) - Kgf-m Units

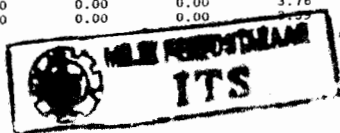
Microsoft Corp.

FRAME ELEMENT FORCES

FRAME	LOAD	LOC	P	V2	V3	T	M2	M3
1	COMB1	0.00	-2850.02	-34.54	0.00	0.00	0.00	-10.14
		3.2E-01	-2847.16	-34.54	0.00	0.00	0.00	9.344E-01
		6.4E-01	-2844.30	-34.54	0.00	0.00	0.00	12.01
2	COMB1	0.00	-3892.33	-16.29	0.00	0.00	0.00	-7.37
		6.8E-01	-3891.27	-10.30	0.00	0.00	0.00	1.70
		1.36	-3890.22	-4.30	0.00	0.00	0.00	6.67
3	COMB1	0.00	-3910.85	-8.91	0.00	0.00	0.00	-9.100E-01
		6.8E-01	-3909.79	-2.91	0.00	0.00	0.00	3.12
		1.36	-3908.73	3.09	0.00	0.00	0.00	3.06
4	COMB1	0.00	-6467.35	-6.58	0.00	0.00	0.00	8.287E-01
		6.8E-01	-6466.29	-5.807E-01	0.00	0.00	0.00	3.27
		1.36	-6465.24	5.42	0.00	0.00	0.00	1.62
5	COMB1	0.00	-6467.44	-4.85	0.00	0.00	0.00	1.59
		6.8E-01	-6466.38	1.15	0.00	0.00	0.00	2.85
		1.36	-6465.32	7.14	0.00	0.00	0.00	2.545E-02
6	COMB1	0.00	-6551.66	-5.81	0.00	0.00	0.00	7.724E-01
		6.8E-01	-6550.60	1.854E-01	0.00	0.00	0.00	2.69
		1.36	-6549.55	6.18	0.00	0.00	0.00	5.196E-01
7	COMB1	0.00	-6549.69	-4.55	0.00	0.00	0.00	1.53
		6.8E-01	-6548.64	1.45	0.00	0.00	0.00	2.59
		1.36	-6547.58	7.44	0.00	0.00	0.00	-4.442E-01
8	COMB1	0.00	-5675.86	1.143E-01	0.00	0.00	0.00	3.55
		6.8E-01	-5674.80	6.11	0.00	0.00	0.00	1.43
		1.36	-5673.74	12.11	0.00	0.00	0.00	-4.78
15	COMB1	0.00	4211.65	-10.88	0.00	0.00	0.00	-4.64
		7.4E-01	4208.79	-4.88	0.00	0.00	0.00	1.22
		1.49	4205.93	1.12	0.00	0.00	0.00	2.62
16	COMB1	0.00	1617.54	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		1.15	1607.28	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		2.30	1597.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
17	COMB1	0.00	6098.14	-7.96	0.00	0.00	0.00	-1.57
		3.4E-01	6098.14	-4.96	0.00	0.00	0.00	6.026E-01
		6.7E-01	6098.14	-1.96	0.00	0.00	0.00	1.77
		1.01	6098.14	1.03	0.00	0.00	0.00	1.92
		1.34	6098.14	4.03	0.00	0.00	0.00	1.07
18	COMB1	0.00	6099.89	-7.54	0.00	0.00	0.00	-5.173E-01
		3.4E-01	6099.89	-4.54	0.00	0.00	0.00	1.51
		6.7E-01	6099.89	-1.54	0.00	0.00	0.00	2.53
		1.01	6099.89	1.46	0.00	0.00	0.00	2.54
		1.34	6099.89	4.46	0.00	0.00	0.00	1.55
19	COMB1	0.00	6579.75	-6.78	0.00	0.00	0.00	2.123E-02
		3.4E-01	6579.75	-3.78	0.00	0.00	0.00	1.79
		6.7E-01	6579.75	-7.837E-01	0.00	0.00	0.00	2.56
		1.01	6579.75	2.21	0.00	0.00	0.00	2.32
		1.34	6579.75	5.21	0.00	0.00	0.00	1.07
20	COMB1	0.00	6580.25	-6.30	0.00	0.00	0.00	7.731E-01
		3.4E-01	6580.25	-3.30	0.00	0.00	0.00	2.39
		6.7E-01	6580.25	-3.066E-01	0.00	0.00	0.00	2.99
		1.01	6580.25	2.69	0.00	0.00	0.00	2.59
		1.34	6580.25	5.69	0.00	0.00	0.00	1.18
21	COMB1	0.00	5605.65	-5.43	0.00	0.00	0.00	1.49
		3.4E-01	5605.65	-2.43	0.00	0.00	0.00	2.81
		6.7E-01	5605.65	5.680E-01	0.00	0.00	0.00	3.13
		1.01	5605.65	3.57	0.00	0.00	0.00	2.43

	1.34	5605.65	6.56	0.00	0.00	0.00	7.313E-01
22	COMB1						
	0.00	5601.83	-3.99	0.00	0.00	0.00	2.92
	3.4E-01	5601.83	-9.907E-01	0.00	0.00	0.00	3.76
	6.7E-01	5601.83	2.01	0.00	0.00	0.00	3.59
	1.01	5601.83	5.01	0.00	0.00	0.00	2.41
	1.34	5601.83	8.00	0.00	0.00	0.00	2.278E-01
23	COMB1						
	0.00	34.54	7.23	0.00	0.00	0.00	7.63
	3.4E-01	34.54	10.23	0.00	0.00	0.00	4.69
	6.7E-01	34.54	13.23	0.00	0.00	0.00	7.576E-01
	1.01	34.54	16.22	0.00	0.00	0.00	-4.19
	1.34	34.54	19.22	0.00	0.00	0.00	-10.14
24	COMB1						
	0.00	-2280.95	-5.57	0.00	0.00	0.00	9.189E-01
	8.7E-01	-2275.98	4.296E-01	0.00	0.00	0.00	3.16
	1.74	-2271.00	6.43	0.00	0.00	0.00	1.693E-01
25	COMB1						
	0.00	-349.36	-19.02	0.00	0.00	0.00	-9.10
	4.4E-01	-345.45	-19.02	0.00	0.00	0.00	-7.612E-01
	8.8E-01	-341.53	-19.02	0.00	0.00	0.00	7.58
26	COMB1						
	0.00	10.55	-3.82	0.00	0.00	0.00	-2.19
	5.6E-01	15.53	-3.82	0.00	0.00	0.00	-6.571E-02
	1.11	20.50	-3.82	0.00	0.00	0.00	2.06
27	COMB1						
	0.00	-353.20	-3.830E-01	0.00	0.00	0.00	-4.845E-01
	6.8E-01	-347.17	-3.830E-01	0.00	0.00	0.00	-2.258E-01
	1.35	-341.13	-3.830E-01	0.00	0.00	0.00	3.288E-02
28	COMB1						
	0.00	11.52	4.947E-01	0.00	0.00	0.00	3.006E-01
	7.9E-01	18.61	4.947E-01	0.00	0.00	0.00	-9.221E-02
	1.59	25.70	4.947E-01	0.00	0.00	0.00	-4.850E-01
29	COMB1						
	0.00	-352.87	8.972E-01	0.00	0.00	0.00	6.278E-01
	9.1E-01	-344.72	8.972E-01	0.00	0.00	0.00	-1.909E-01
	1.83	-336.58	8.972E-01	0.00	0.00	0.00	-1.01
30	COMB1						
	0.00	11.57	1.75	0.00	0.00	0.00	1.59
	1.03	20.77	1.75	0.00	0.00	0.00	-2.177E-01
	2.06	29.97	1.75	0.00	0.00	0.00	-2.02
31	COMB1						
	0.00	994.97	-5.73	0.00	0.00	0.00	3.392E-01
	8.7E-01	990.00	2.699E-01	0.00	0.00	0.00	2.72
	1.74	985.03	6.27	0.00	0.00	0.00	-1.318E-01
32	COMB1						
	0.00	-335.26	-5.80	0.00	0.00	0.00	-3.070E-01
	1.04	-328.17	1.945E-01	0.00	0.00	0.00	2.61
	2.08	-321.08	6.19	0.00	0.00	0.00	-7.115E-01
33	COMB1						
	0.00	-192.31	-6.04	0.00	0.00	0.00	-9.735E-01
	1.04	-199.40	-4.304E-02	0.00	0.00	0.00	2.19
	2.08	-206.49	5.95	0.00	0.00	0.00	-8.840E-01
34	COMB1						
	0.00	631.55	-6.42	0.00	0.00	0.00	-1.79
	1.23	640.75	-4.279E-01	0.00	0.00	0.00	2.43
	2.46	649.95	5.57	0.00	0.00	0.00	-7.344E-01
35	COMB1						
	0.00	-921.62	-6.54	0.00	0.00	0.00	-2.71
	1.23	-930.82	-5.394E-01	0.00	0.00	0.00	1.64
	2.46	-940.02	5.46	0.00	0.00	0.00	-1.38
36	COMB1						
	0.00	-940.02	-5.46	0.00	0.00	0.00	-1.38
	1.23	-930.82	5.394E-01	0.00	0.00	0.00	1.64
	2.46	-921.62	6.54	0.00	0.00	0.00	-2.71
37	COMB1						
	0.00	649.95	-5.57	0.00	0.00	0.00	-7.344E-01
	1.23	640.75	4.279E-01	0.00	0.00	0.00	2.43
	2.46	631.55	6.42	0.00	0.00	0.00	-1.79
38	COMB1						
	0.00	-206.49	-5.95	0.00	0.00	0.00	8.840E-01
	1.04	-199.40	4.304E-02	0.00	0.00	0.00	2.19
	2.08	-192.31	6.04	0.00	0.00	0.00	9.735E-01
39	COMB1						
	0.00	-321.08	-6.19	0.00	0.00	0.00	7.115E-01
	1.04	-328.17	1.945E-01	0.00	0.00	0.00	2.61
	2.08	-335.26	5.80	0.00	0.00	0.00	-3.070E-01

40	COMB1	0.00	985.03	-6.27	0.00	0.00	0.00	-1.318E-01
		8.7E-01	990.00	-2.699E-01	0.00	0.00	0.00	2.72
		1.74	994.97	5.73	0.00	0.00	0.00	3.392E-01
41	COMB1	0.00	-2271.00	-6.43	0.00	0.00	0.00	1.693E-01
		8.7E-01	-2275.98	-4.296E-01	0.00	0.00	0.00	3.16
		1.74	-2280.95	5.57	0.00	0.00	0.00	9.189E-01
42	COMB1	0.00	4205.93	-1.12	0.00	0.00	0.00	2.62
		7.4E-01	4208.79	4.88	0.00	0.00	0.00	1.22
		1.49	4211.65	10.88	0.00	0.00	0.00	-4.64
415	COMB1	0.00	-2850.02	34.54	0.00	0.00	0.00	10.14
		3.2E-01	-2847.16	34.54	0.00	0.00	0.00	-9.344E-01
		6.4E-01	-2844.30	34.54	0.00	0.00	0.00	-12.01
416	COMB1	0.00	-3892.33	-16.29	0.00	0.00	0.00	-7.37
		6.8E-01	-3891.27	-10.30	0.00	0.00	0.00	1.70
		1.36	-3890.22	-4.30	0.00	0.00	0.00	6.67
417	COMB1	0.00	-3910.85	-8.91	0.00	0.00	0.00	-9.100E-01
		6.8E-01	-3909.79	-2.91	0.00	0.00	0.00	3.12
		1.36	-3908.73	3.09	0.00	0.00	0.00	3.06
418	COMB1	0.00	-6467.35	-6.58	0.00	0.00	0.00	8.287E-01
		6.8E-01	-6466.29	-5.807E-01	0.00	0.00	0.00	3.27
		1.36	-6465.24	5.42	0.00	0.00	0.00	1.62
419	COMB1	0.00	-6467.44	-4.85	0.00	0.00	0.00	1.59
		6.8E-01	-6466.38	1.15	0.00	0.00	0.00	2.85
		1.36	-6465.32	7.14	0.00	0.00	0.00	2.545E-02
420	COMB1	0.00	-6551.66	-5.81	0.00	0.00	0.00	7.724E-01
		6.8E-01	-6550.60	1.854E-01	0.00	0.00	0.00	2.69
		1.36	-6549.55	6.10	0.00	0.00	0.00	5.196E-01
421	COMB1	0.00	-6549.69	-4.55	0.00	0.00	0.00	1.51
		6.8E-01	-6548.64	1.45	0.00	0.00	0.00	2.59
		1.36	-6547.58	7.44	0.00	0.00	0.00	4.442E-01
422	COMB1	0.00	-5675.86	1.143E-01	0.00	0.00	0.00	3.55
		6.8E-01	-5674.80	6.11	0.00	0.00	0.00	1.43
		1.36	-5673.74	12.11	0.00	0.00	0.00	-4.78
424	COMB1	0.00	6098.14	-7.96	0.00	0.00	0.00	-1.57
		3.4E-01	6098.14	-4.96	0.00	0.00	0.00	6.026E-01
		6.7E-01	6098.14	-1.96	0.00	0.00	0.00	1.77
		1.01	6098.14	1.03	0.00	0.00	0.00	1.92
		1.34	6098.14	4.03	0.00	0.00	0.00	1.07
425	COMB1	0.00	6099.89	-7.54	0.00	0.00	0.00	-5.173E-01
		3.4E-01	6099.89	-4.54	0.00	0.00	0.00	1.51
		6.7E-01	6099.89	-1.54	0.00	0.00	0.00	2.53
		1.01	6099.89	1.46	0.00	0.00	0.00	2.54
		1.34	6099.89	4.46	0.00	0.00	0.00	1.55
426	COMB1	0.00	6579.75	-6.78	0.00	0.00	0.00	2.123E-02
		3.4E-01	6579.75	-3.78	0.00	0.00	0.00	1.79
		6.7E-01	6579.75	-7.837E-01	0.00	0.00	0.00	2.56
		1.01	6579.75	2.21	0.00	0.00	0.00	2.32
		1.34	6579.75	5.21	0.00	0.00	0.00	1.07
427	COMB1	0.00	6580.25	-6.30	0.00	0.00	0.00	7.731E-01
		3.4E-01	6580.25	-3.30	0.00	0.00	0.00	2.39
		6.7E-01	6580.25	-3.066E-01	0.00	0.00	0.00	2.99
		1.01	6580.25	2.69	0.00	0.00	0.00	2.59
		1.34	6580.25	5.69	0.00	0.00	0.00	1.18
428	COMB1	0.00	5605.65	-5.43	0.00	0.00	0.00	1.49
		3.4E-01	5605.65	-2.43	0.00	0.00	0.00	2.81
		6.7E-01	5605.65	5.680E-01	0.00	0.00	0.00	3.13
		1.01	5605.65	3.57	0.00	0.00	0.00	2.43
		1.34	5605.65	6.56	0.00	0.00	0.00	7.313E-01
429	COMB1	0.00	5601.83	-3.99	0.00	0.00	0.00	2.92
		3.4E-01	5601.83	-9.907E-01	0.00	0.00	0.00	3.76
		6.7E-01	5601.83	2.01	0.00	0.00	0.00	3.95



	1.01	5601.83	5.01	0.00	0.00	0.00	2.41
	1.34	5601.83	8.00	0.00	0.00	0.00	2.278E-01
430	COMB1						
	0.00	34.54	7.23	0.00	0.00	0.00	7.63
	3.4E-01	34.54	10.23	0.00	0.00	0.00	4.69
	6.7E-01	34.54	13.23	0.00	0.00	0.00	7.576E-01
	1.01	34.54	16.22	0.00	0.00	0.00	-4.19
	1.34	34.54	19.22	0.00	0.00	0.00	-10.14
431	COMB1						
	0.00	-349.36	19.02	0.00	0.00	0.00	9.10
	4.4E-01	-345.45	19.02	0.00	0.00	0.00	7.612E-01
	8.8E-01	-341.53	19.02	0.00	0.00	0.00	-7.58
432	COMB1						
	0.00	10.55	3.82	0.00	0.00	0.00	2.19
	5.6E-01	15.53	3.82	0.00	0.00	0.00	6.571E-02
	1.11	20.50	3.82	0.00	0.00	0.00	-2.06
433	COMB1						
	0.00	-353.20	3.830E-01	0.00	0.00	0.00	4.845E-01
	6.8E-01	-347.17	3.830E-01	0.00	0.00	0.00	2.258E-01
	1.35	-341.13	3.830E-01	0.00	0.00	0.00	-3.288E-02
434	COMB1						
	0.00	11.52	-4.947E-01	0.00	0.00	0.00	-3.006E-01
	7.9E-01	18.61	-4.947E-01	0.00	0.00	0.00	9.221E-02
	1.59	25.70	-4.947E-01	0.00	0.00	0.00	4.850E-01
435	COMB1						
	0.00	-352.87	-8.972E-01	0.00	0.00	0.00	-6.278E-01
	9.1E-01	-344.72	-8.972E-01	0.00	0.00	0.00	1.909E-01
	1.83	-336.58	-8.972E-01	0.00	0.00	0.00	1.01
436	COMB1						
	0.00	11.57	-1.75	0.00	0.00	0.00	-1.59
	1.03	20.77	-1.75	0.00	0.00	0.00	2.177E-01
	2.06	29.97	-1.75	0.00	0.00	0.00	2.02

Microsoft Corp.

LOAD COMBINATION MULTIPLIERS

COMBO	TYPE	CASE	FACTOR	TYPE	TITLE
COMB1	ADD				COMB1
		MATI	1.2000	STATIC (DEAD)	
		HIDUP	1.6000	STATIC (LIVE)	

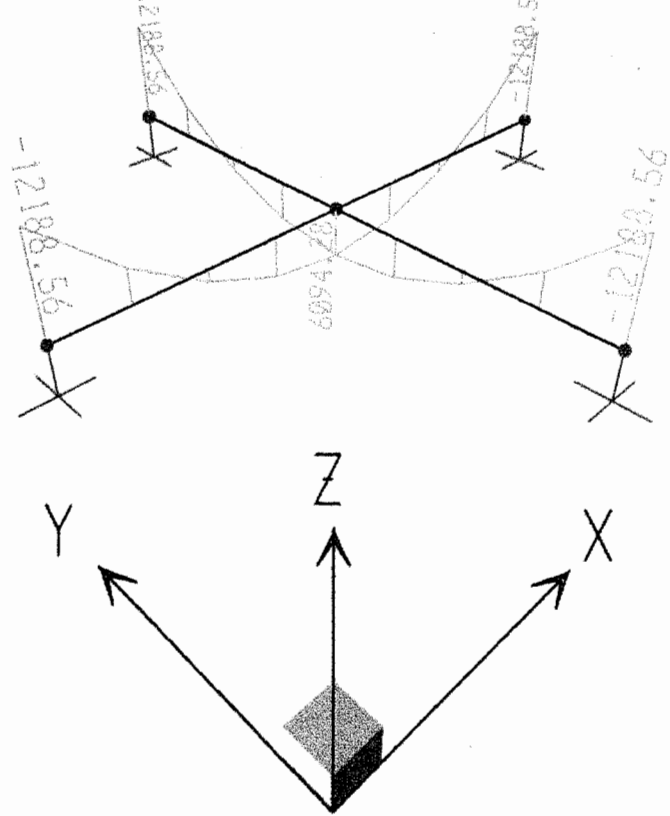
Microsoft Corp.

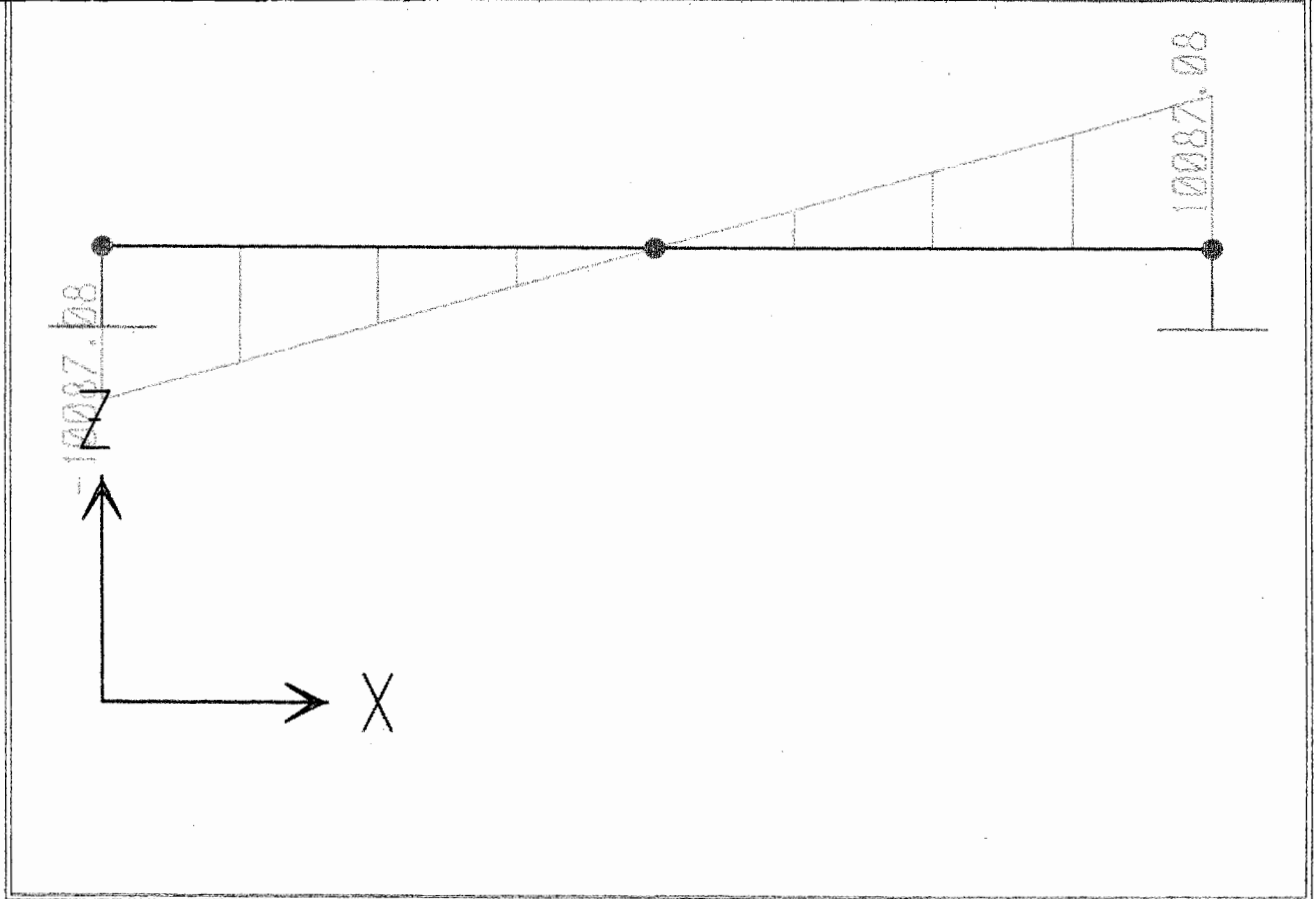
JOINT DISPLACEMENTS

JOINT	LOAD	U1	U2	U3	R1	R2	R3
1	COMB1	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	3.696E-03	0.0000
2	COMB1	2.240E-03	0.0000	-9.422E-05	0.0000	3.826E-03	0.0000
3	COMB1	2.920E-03	0.0000	-5.549E-03	0.0000	3.525E-03	0.0000
4	COMB1	3.422E-03	0.0000	-9.977E-03	0.0000	2.800E-03	0.0000
5	COMB1	3.551E-03	0.0000	-0.0133	0.0000	2.031E-03	0.0000
6	COMB1	3.498E-03	0.0000	-0.0156	0.0000	1.386E-03	0.0000
7	COMB1	3.300E-03	0.0000	-0.0172	0.0000	7.009E-04	0.0000
8	COMB1	2.954E-03	0.0000	-0.0179	0.0000	2.726E-04	0.0000
9	COMB1	2.538E-03	0.0000	-0.0178	0.0000	0.0000	0.0000
17	COMB1	2.538E-03	0.0000	-0.0180	0.0000	0.0000	0.0000
18	COMB1	2.115E-03	0.0000	-0.0179	0.0000	3.204E-04	0.0000
19	COMB1	1.692E-03	0.0000	-0.0171	0.0000	8.648E-04	0.0000
20	COMB1	1.236E-03	0.0000	-0.0156	0.0000	1.418E-03	0.0000
21	COMB1	7.795E-04	0.0000	-0.0133	0.0000	2.098E-03	0.0000
22	COMB1	3.908E-04	0.0000	-9.978E-03	0.0000	2.816E-03	0.0000
23	COMB1	2.395E-06	0.0000	-5.533E-03	0.0000	3.670E-03	0.0000
190	COMB1	5.075E-03	0.0000	0.0000	0.0000	-3.696E-03	0.0000
191	COMB1	2.835E-03	0.0000	-9.422E-05	0.0000	-3.826E-03	0.0000
192	COMB1	2.155E-03	0.0000	-5.549E-03	0.0000	-3.525E-03	0.0000
193	COMB1	1.653E-03	0.0000	-9.977E-03	0.0000	-2.800E-03	0.0000
194	COMB1	1.524E-03	0.0000	-0.0133	0.0000	-2.031E-03	0.0000
195	COMB1	1.577E-03	0.0000	-0.0156	0.0000	-1.386E-03	0.0000
196	COMB1	1.775E-03	0.0000	-0.0172	0.0000	-7.889E-04	0.0000
197	COMB1	2.121E-03	0.0000	-0.0179	0.0000	-2.226E-04	0.0000
198	COMB1	2.961E-03	0.0000	-0.0179	0.0000	-3.204E-04	0.0000
199	COMB1	3.383E-03	0.0000	-0.0171	0.0000	-8.648E-04	0.0000
200	COMB1	3.840E-03	0.0000	-0.0156	0.0000	-1.418E-03	0.0000
201	COMB1	4.296E-03	0.0000	-0.0133	0.0000	-2.098E-03	0.0000
202	COMB1	4.685E-03	0.0000	-9.978E-03	0.0000	-2.816E-03	0.0000
203	COMB1	5.073E-03	0.0000	-5.533E-03	0.0000	-3.670E-03	0.0000

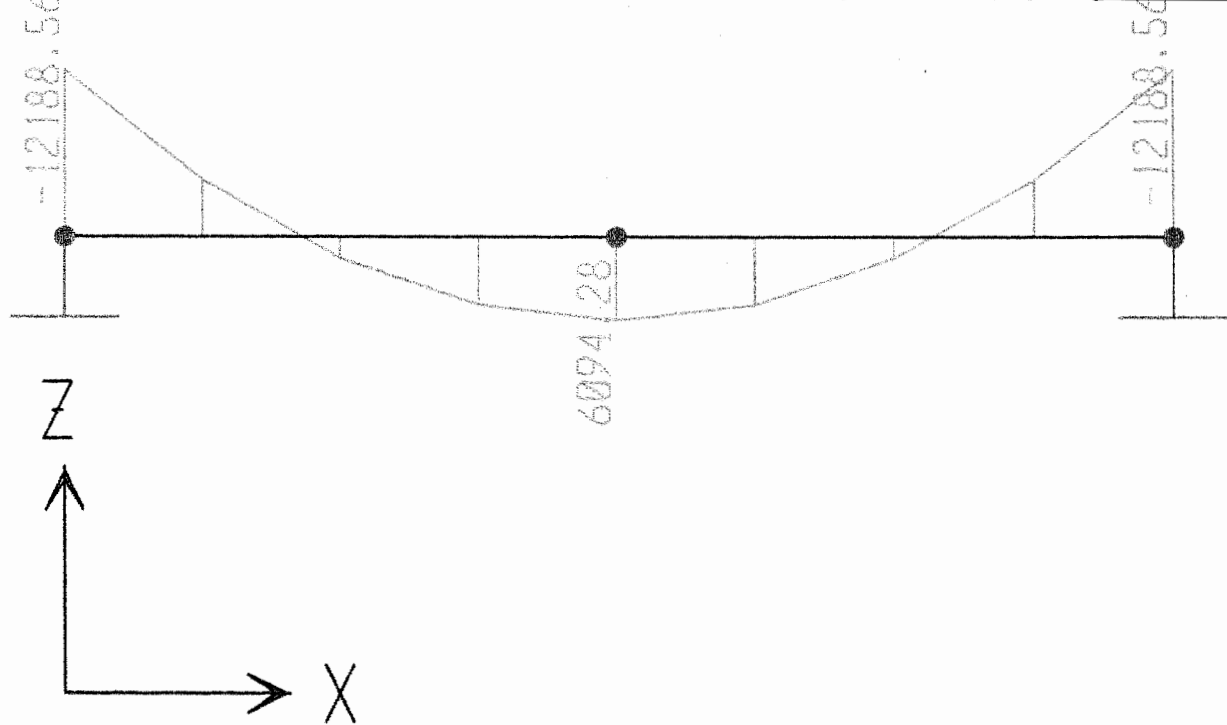


LAMPIRAN C
HASIL OUTPUT SAP 2000
BALOK GRADE LANTAI





SAP2000 v7.42 - File: BALOK ANAK RUANG RAPAT - Shear Force 2-2 Diagram (COMB1) - Kgf-m Units





ITS
Institut
Teknologi
Sepuluh Nopember

LAMPIRAN D
TABEL PERHITUNGAN
BEBAN GEMPA

Esok Bordes 22/30 Cm	h	0,30 m	0,30 m	0,30 m	0,30 m	0,30 m	0,30 m	0,30 m	0,30 m		
	b	0,20 m	0,20 m	0,20 m	0,20 m	0,20 m	0,20 m	0,20 m	0,20 m		
	P lot	3,70 m	3,70 m	3,70 m	3,70 m	3,70 m	3,70 m	3,70 m	3,70 m		
	BJ	2.400,00 kg/m ³	2.400,00 kg/m ³	2.400,00 kg/m ³	2.400,00 kg/m ³	2.400,00 kg/m ³	2.400,00 kg/m ³	2.400,00 kg/m ³	2.400,00 kg/m ³	2.400,00 kg/m ³	
	total	532,80 kg	532,80 kg	532,80 kg	532,80 kg	532,80 kg	532,80 kg	532,80 kg	532,80 kg		
Bordes	A	3,99 m ²	3,99 m ²	3,99 m ²	3,99 m ²	3,99 m ²	3,99 m ²	3,99 m ²	3,99 m ²		
	DL	402 kg/m ²	402 kg/m ²	402 kg/m ²	402 kg/m ²	402 kg/m ²	402 kg/m ²	402 kg/m ²	402 kg/m ²		
	total	1.603,98 kg	1.603,98 kg	1.603,98 kg	1.603,98 kg	1.603,98 kg	1.603,98 kg	1.603,98 kg	1.603,98 kg		
Tangga	A	10,97 m ²	10,97 m ²	10,97 m ²	10,97 m ²	10,97 m ²	10,97 m ²	10,97 m ²	10,97 m ²		
	DL	673,88 kg/m ²	673,88 kg/m ²	673,88 kg/m ²	673,88 kg/m ²	673,88 kg/m ²	673,88 kg/m ²	673,88 kg/m ²	673,88 kg/m ²		
	total	7.392,46 kg	7.392,46 kg	7.392,46 kg	7.392,46 kg	7.392,46 kg	7.392,46 kg	7.392,46 kg	7.392,46 kg		
Atap (profil baja) Kuda-kuda profil siku SC 50.5	L									80,572 m	
	n									8 buah	
	W									3,77 kg/m	
	total									1822,54 kg	
Gording profil C 125.50	L									308,85 m	
	W									4,51 kg/m	
	total									1392,91 kg	
Atap spondak	A									363,26 m ²	
	W									4,16 kg/m ²	
	total									1511,11 kg	
Beran maki total Total	WD	349.482,18 kg	351.981,51 kg	351.981,51 kg	351.981,51 kg	351.981,51 kg	351.981,51 kg	351.981,51 kg	351.981,51 kg	148.883,70 kg	

Beban		W1	W2	W3	W4	W5	W6	W7	W8
Lantai Kamar,	A	364.08 m ²	364.08 m ²	364.08 m ²	364.08 m ²	364.08 m ²	364.08 m ²	364.08 m ²	76.830 m ²
	W	250 kg/m ²	400 kg/m ²	250 kg/m ²	250 kg/m ²	250 kg/m ²	250 kg/m ²	250 kg/m ²	100 kg/m ²
	R	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
	total	27.308.00 kg	43.688.60 kg	27.308.00 kg	27.308.00 kg	27.308.00 kg	27.308.00 kg	27.308.00 kg	2.304.80 kg
Borobes	A	3.99 m ²	3.99 m ²	3.99 m ²	3.99 m ²	3.99 m ²	3.99 m ²	3.99 m ²	
	LL	300 kg/m ²	300 kg/m ²	300 kg/m ²	300 kg/m ²	300 kg/m ²	300 kg/m ²	300 kg/m ²	
	total	1.197.00 kg	1.197.00 kg	1.197.00 kg	1.197.00 kg	1.197.00 kg	1.197.00 kg	1.197.00 kg	
Tangga	A	10.97 m ²	10.97 m ²	10.97 m ²	10.97 m ²	10.97 m ²	10.97 m ²	10.97 m ²	
	LL	300 kg/m ²	300 kg/m ²	300 kg/m ²	300 kg/m ²	300 kg/m ²	300 kg/m ²	300 kg/m ²	
	total	3.291.00 kg	3.291.00 kg	3.291.00 kg	3.291.00 kg	3.291.00 kg	3.291.00 kg	3.291.00 kg	
Air "Luar"	A								383.26 m ²
	W								20 kg/m ²
	R								0.3
	total								2178.60 kg
Beban hidup total	WL	31.794.00 kg	48.177.60 kg	31.794.00 kg	31.794.00 kg	31.794.00 kg	31.794.00 kg	31.794.00 kg	4.484.40 kg
Beban mati = beban hidup	WD+WL	381.278.18 kg	400.139.11 kg	383.765.61 kg	383.766.61 kg	383.766.61 kg	383.766.61 kg	383.766.61 kg	161.188.10 kg
W total	*	2,851,360.93 kg							

Keterangan Tabel :

W₁ = Beban pada lantai 1

W₂ = Beban pada lantai 2

W₃ = Beban pada lantai 3

W₄ = Beban pada lantai 4

W₅ = Beban pada lantai 5

W₆ = Beban pada lantai 6

W₇ = Beban pada lantai 7

W₈ = Beban pada lantai 8

W total = W₁ + W₂ + W₃ + W₄ + W₅ + W₆ + W₇ + W₈

2,851,360.93

TABEL PERHITUNGAN BEBAN GEMPA ARAH MELINTANG

Diketahui : Zone $\zeta = 0.15$
 $n = 8$ tingkat
 Jenis tanah sedang = 0.9 *WG 6 (tabel 5, SNI 03 - 1726 - 2002)*
 $I = 1$ Perkantoran
 $R = 8.5$ *(tabel 3, SNI 03 - 1726 - 2002)*
 Periode getar alami struktur *(SNI 03 - 1726 - 2002, ps. 3.6)* :
 $T = \zeta \times n$
 $= 1.2$

Dari grafik respon spektrum gempa rencana diidptkan $C_v = 0.55$

$$V = \frac{C_v}{R} \cdot I \cdot W_i$$

$$V = \frac{0.55}{8.5} \cdot 1 \cdot 2,851,360.93 \text{ Kg}$$

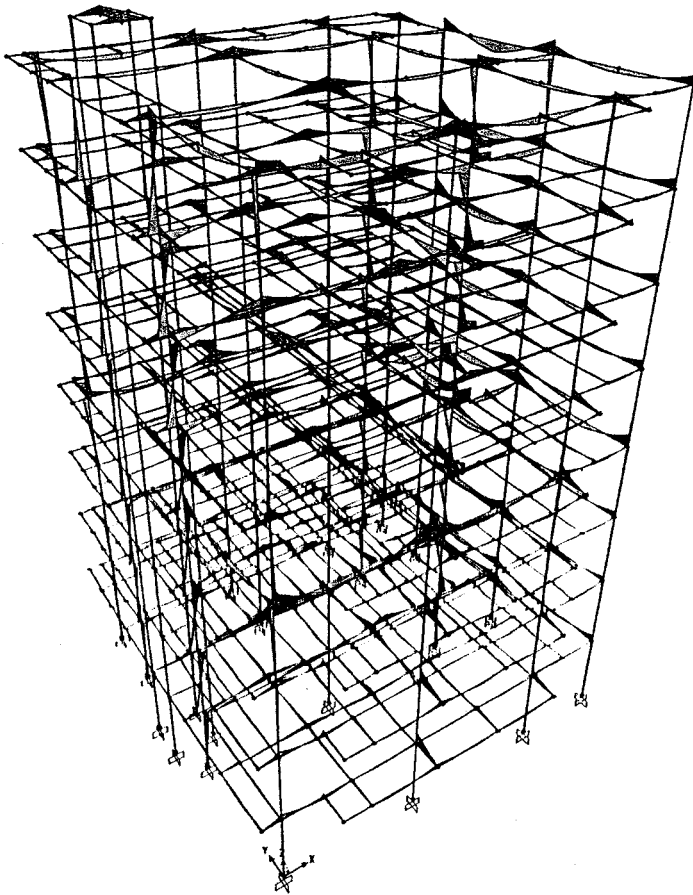
$$= 184,499.82 \text{ Kg}$$

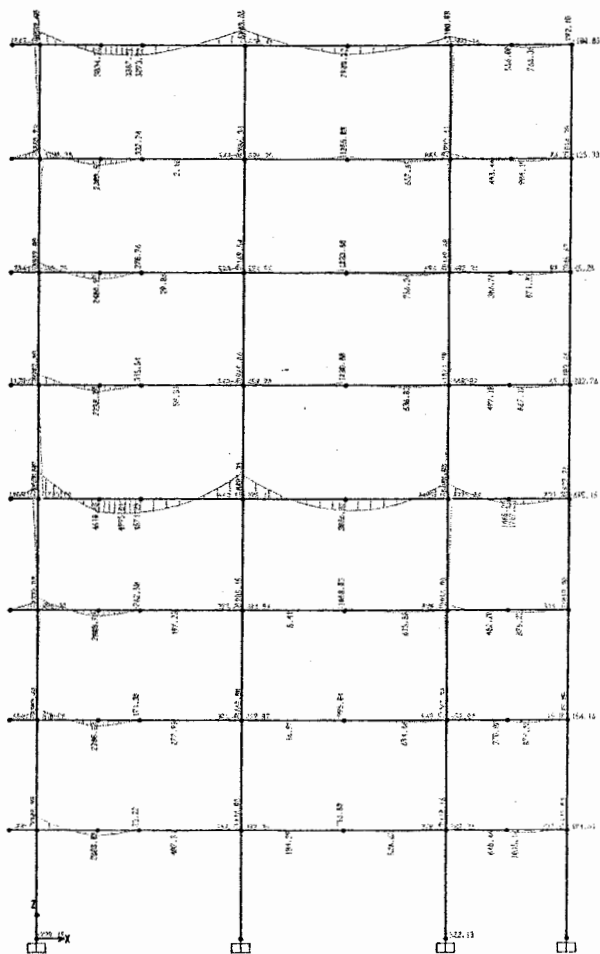
Portal	Lantai	Berat Lantai		h (m)	$W_n \cdot h_n$ (kg-m)	$F_{\text{tiap lantai}}$ (Kg)	$V_{\text{tiap lantai}}$ (Kg)
		W(Kg)					
A-D	Atap	W_8	151,168.10	31.55	4,769,354	18,686.82	18,686.82
	8	W_7	383,755.51	27.59	10,587,814	41,484.14	60,170.95
	7	W_6	383,755.51	23.63	9,068,143	35,529.91	95,700.86
	6	W_5	383,755.51	19.67	7,548,471	29,575.68	125,276.54
	5	W_4	383,755.51	15.71	6,028,799	23,621.45	148,897.99
	4	W_3	383,755.51	11.75	4,509,127	17,667.22	166,565.22
	3	W_2	400,139.11	7.79	3,117,084	12,213.05	178,778.27
	2	W_1	381,276.18	3.83	1,460,288	5,721.56	184,499.82
1							
			2,851,360.93		47,089,079.24	184,499.82	

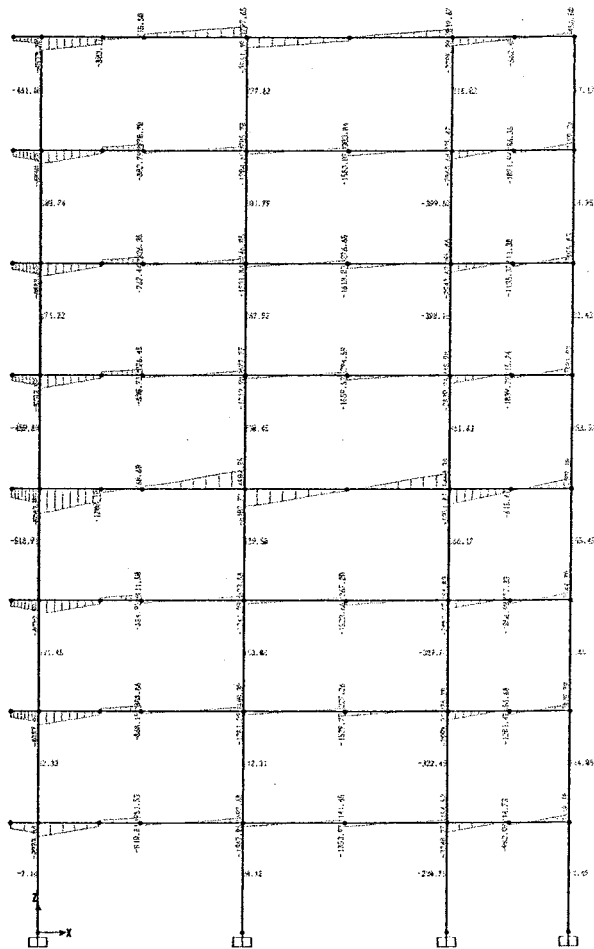
Lantai		F	F arah y				F arah X			
		tiap lantai (Kg)	A-A	B-B	C-C	D-D	1,1	2,2	3,3	4,4
Luas tiap portal (m ²)			85.8	143.9	114.8	31.85	94.17	130.8	108.2	73.1
Atap	W ₈	18,686.82	4,005.02	6,717.04	5,349.36	1,477.38	4,395.72	6,105.55	4,957.26	3,412.20
8	W ₇	41,484.14	8,891.01	14,911.62	11,875.41	3,279.73	9,758.35	13,554.13	11,004.96	7,574.98
7	W ₆	35,329.91	7,614.88	12,771.35	10,170.93	2,808.99	8,357.73	11,608.70	9,423.42	6,487.74
6	W ₅	29,375.68	6,338.75	10,631.08	8,466.45	2,338.25	6,957.11	9,663.28	7,845.87	5,400.50
5	W ₄	23,621.45	5,062.62	8,490.81	6,761.97	1,867.31	5,556.50	7,717.85	6,266.33	4,313.26
4	W ₃	17,667.22	3,786.50	6,350.54	5,057.49	1,396.77	4,155.88	5,772.42	4,686.78	3,226.02
3	W ₂	12,213.05	2,617.54	4,390.02	3,496.16	965.56	2,872.89	3,990.38	3,239.89	2,230.10
2	W ₁	5,721.56	1,226.26	2,056.63	1,637.87	452.34	1,345.89	1,869.41	1,517.82	1,044.75
1										
luas total = 400.33 m ²			173,263.83				186,315.65			

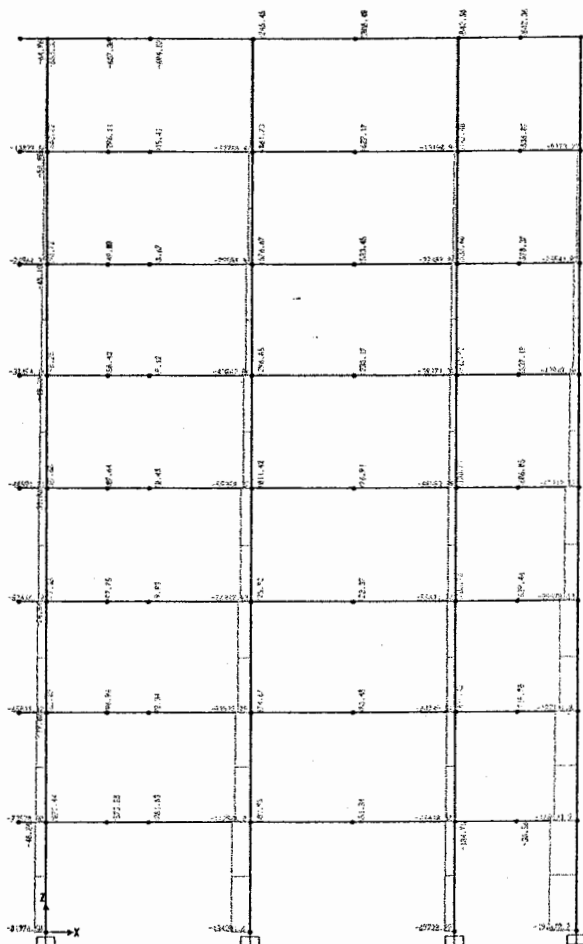


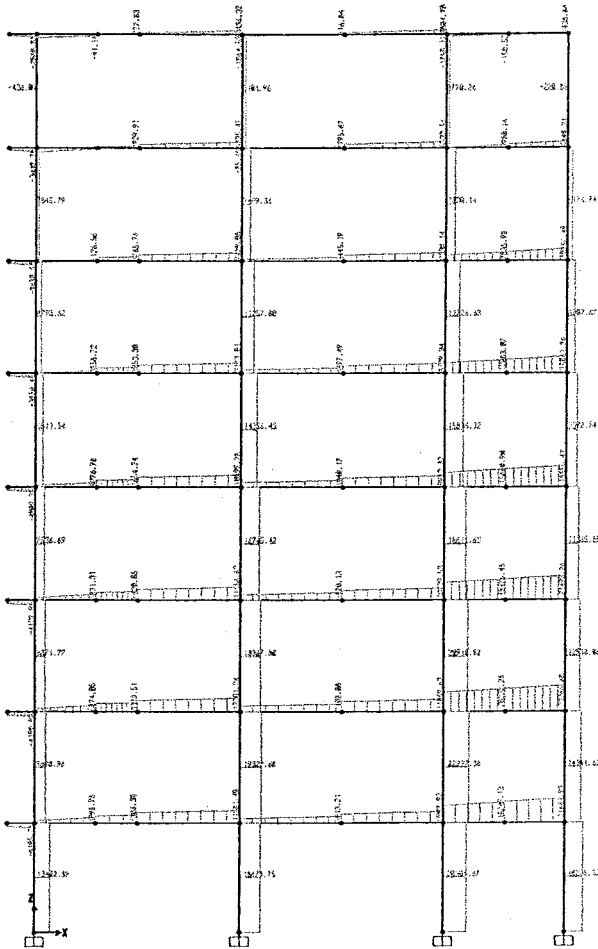
LAMPIRAN E
HASIL OUTPUT SAP 2000
STRUKTUR UTAMA

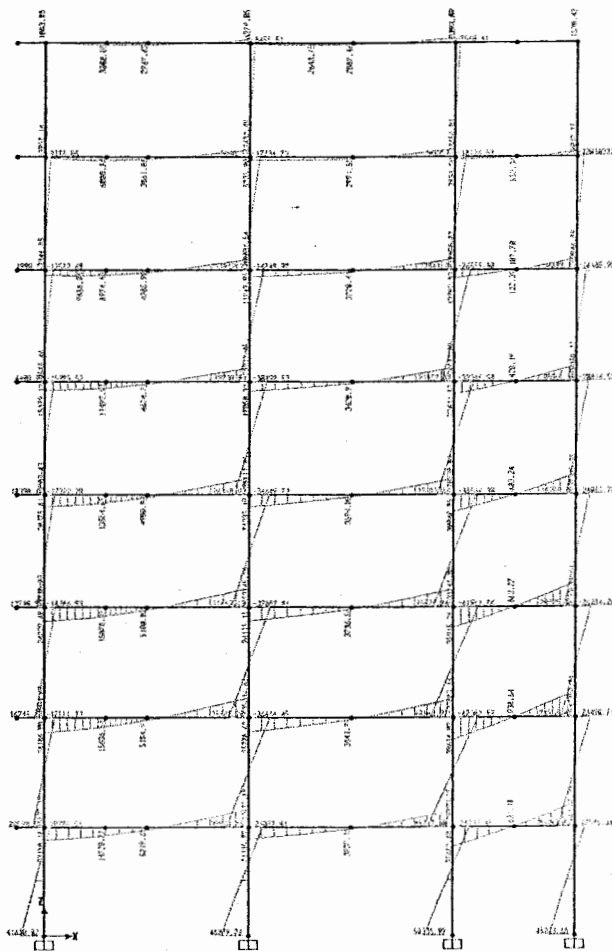


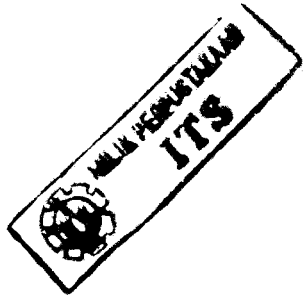










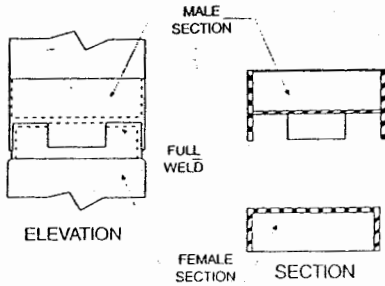


ITS
Institut
Teknologi
Sepuluh Nopember

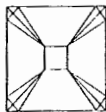
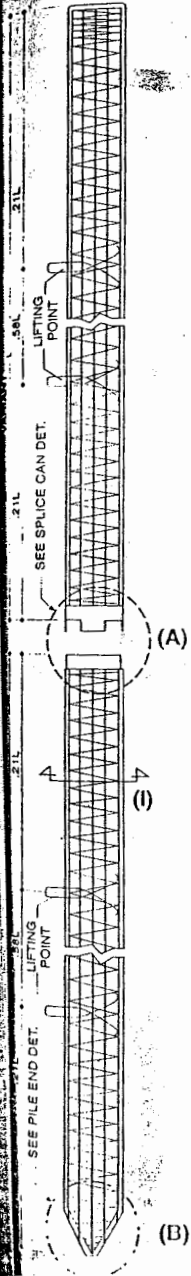
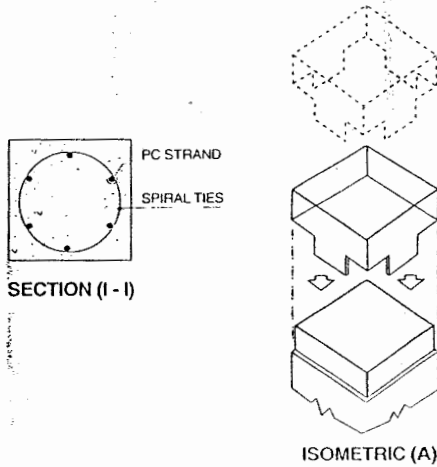
LAMPIRAN F
DATA PENYELIDIKAN TANAH
DAN TIANG PANCANG

SQUARE PILE

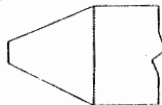
TYPICAL SECTIONAL ELEVATION OF SPLICE CAN



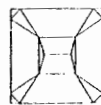
SPLICE CAN DETAIL (A)



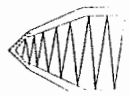
ELEVATION
STANDARD PILE END DETAIL - (B)



SIDE VIEW



ELEVATION
OPTIONAL PILE SHOE DETAIL -



SECTION

(B)

PRECAST PRESTRESSED CONCRETE SOLID SQUARE PILE STANDARD SPECIFICATION

Size (mm)	Type	Length (m)	Weight (kg/m ²)	Concrete Area (cm ²)	Axial Load (ton)		Moment (ton-m)		Allowable Tens.
					Allowable	Nominal	Allowable	Nominal	Capacity (ton)
25 x 25	A	6 - 12	156,25	625	79,90	208,10	1,61	3,78	24,50
	B	6 - 13			78,20	204,40	1,86	4,72	30,60
	C	6 - 15			76,50	200,60	2,12	5,67	36,80
30 x 30	A	6 - 12	225,00	900	118,00	306,30	2,24	4,53	24,50
	B	6 - 13			116,30	302,60	2,55	5,67	30,60
	C	6 - 15			113,30	295,90	3,09	7,67	41,40
	D	6 - 18			111,00	290,90	3,50	9,20	49,70
35 x 35	A	6 - 12	306,25	1.225	161,30	418,60	3,40	6,64	30,60
	B	6 - 14			159,70	414,80	3,76	7,93	36,80
	C	6 - 16			156,10	406,90	4,51	10,74	49,70
	D	6 - 18			151,60	396,80	5,47	14,28	66,20
40 x 40	A	6 - 14	400,00	1.600	210,30	545,80	5,17	10,22	41,40
	B	6 - 16			208,10	540,80	5,72	12,27	49,70
	C	6 - 18			205,80	535,70	6,27	14,31	58,00
	D	6 - 19			197,50	517,20	8,29	21,76	88,20
45 x 45	A	6 - 14	506,25	2.025	267,00	692,50	7,15	13,80	49,70
	B	6 - 16			264,70	687,40	7,77	16,10	58,00
	C	6 - 18			259,40	675,70	9,21	21,42	77,20
	D	6 - 20			253,30	662,20	10,87	27,54	99,30
50 x 50	A	6 - 14	625,00	2.500	330,50	857,00	9,53	17,89	58,00
	B	6 - 16			325,20	845,30	11,13	23,80	77,20
	C	6 - 18			322,20	830,50	12,05	27,20	88,20
	D	6 - 20			319,20	831,80	12,97	30,60	99,30

Notes:

- Concrete Compressive Strength at 28 days is 500 kg/cm² (Cube test).
- Strand Grade : Uncoated seven wire strands Grade 270 (ASTM A416-99).
- Piles can be custom made to meet client's design criteria.

TESTANA ENGINEERING, Inc.

A.B.L. BORING LOG

BOREHOLE #: BH-2

PROJECT: Bangunan 8 Lantai

COORDINATE :
DEPTH : 22 m

GROUND WATER LEVEL - 7.50 m
GROUND SURFACE LEVEL ± 0.00 m

SOIL DESCRIPTION	STANDARD PENETRATION TEST				STRENGTH TEST				ATTERBERG LIMITS				L	Ca	co			
	0	10	20	30	40	TYPE	C	φ	σ _u	0	20	40				60	80	100
Slk and clay, dark grey, inorganic, trace to silty sand																		
Silt and clay, brown, inorganic, trace sand, medium.					24	UU	0.25	0				39	43	56		1.50	2.66	1.54
Silt and sand, brown, inorganic, some clay, trace gravel, stiff to very stiff.					14	UU	0.32	25				35	40	46		1.62	2.66	1.30
Sand and silt, dark brown, little gravel, loose to medium.					12													
Silt and sand, brown, little clay, cemented at some depths, very stiff.					5													
Sand and gravel, greyish brown, very dense.					31													
End of boring					33													
					37													

0 to 10 % = Trace
10 to 20 % = Little
20 to 35 % = Some
35 to 50 % = And

☐ = Thin Wastes
☐ = SPT
C = Cohesion intercept, kg/cm²
φ = Internal friction angle, deg

UU = Unconsolidated undrained
CU = Consolidated undrained
CD = Consolidated drained
SPT = Standard penetration test (blows / ft)
qu = Unconfined compression strength, kg/cm²

O = W_m = Moisture content %
• = P_p = Plastic limit %
Δ = W_L = Liquid limit %
γ = Bulk density, kN/m³
G_s = Specific gravity
e = Void ratio

PROJECT : Bangunan & Lantai COORDINATE : GROUND WATER LEVEL : - 7.80 m
 DEPTH : - 22 m GROUND SURFACE LEVEL : ± 0.00 m

DEPTH (m)	SOIL DESCRIPTION	STANDARD PENETRATION TEST					STRENGTH TEST				ATTERBERG LIMITS				γ	G _s	e ₀
		0	10	20	30	40	TYPE	c	φ	c _v	w _L	w _p	LI	PI			
0 - 1	Silt and clay, dark grey, inorganic, trace sand, contains organic material at the upper part.																
1 - 3	Silt and clay, brown, inorganic, little sand, medium to stiff.																
3 - 7	Silt and clay, brown, inorganic, some sand, trace gravel, medium to very stiff.				29		UU	0.40	23		30	42	57		1.60	2.66	1.36
7 - 12	Sand and silt, dark brown, little gravel, loose.						UU	0.20	24		35	40	42		1.63	2.59	1.22
12 - 15	Silt and sand, brown, little clay, stiff.																
15 - 18	Sand and gravel, greyish brown, trace silt, very dense.																
18 - 20	Sand, greyish brown, trace silt, very dense.																
20 - 22	End of boring																

0 to 10 % = trace
 10 to 20 % = little
 20 to 35 % = some
 35 to 50 % = and

= Thin Watered
 = SPT
 C = Cone load intercept, kg/cm²
 α = Internal friction angle, deg

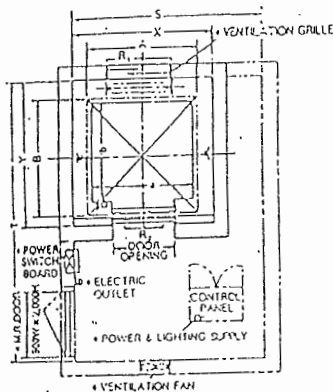
UU = Unconsolidated undrained
 CU = Consolidated undrained
 CD = Consolidated drained
 SPT = Standard penetration test (blows / ft)
 q_u = Unconfined compression strength, kg/cm²

w = Moisture content %
 w_p = Plastic limit %
 w_L = Liquid limit %
 I = Bulk density, gm/cm³
 G_s = Specific gravity
 e₀ = Void ratio

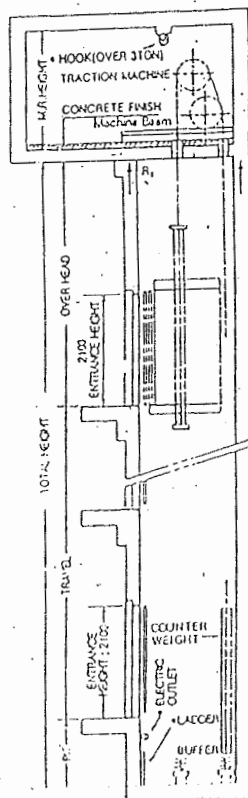
Handwritten signature and date

HOISTWAY & MACHINE ROOM

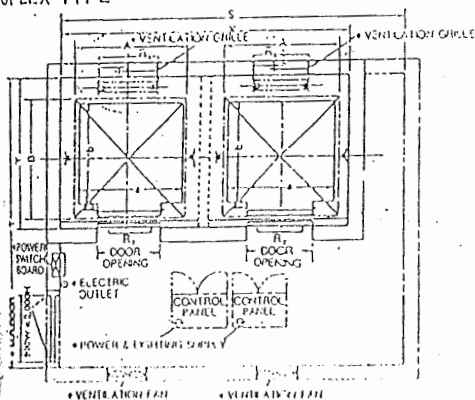
SIMPLEX TYPE



ELEVATION SECTION



DUPLEX TYPE



NOTE1. Considerations in hoistway

VELOC (ml/min)	60	90	105
MC ROOM HEIGHT (H)	2,500	2,200	2,500
DR HEAD (CH)	4,600	4,900	5,000
AMP	1,500	1,800	2,100

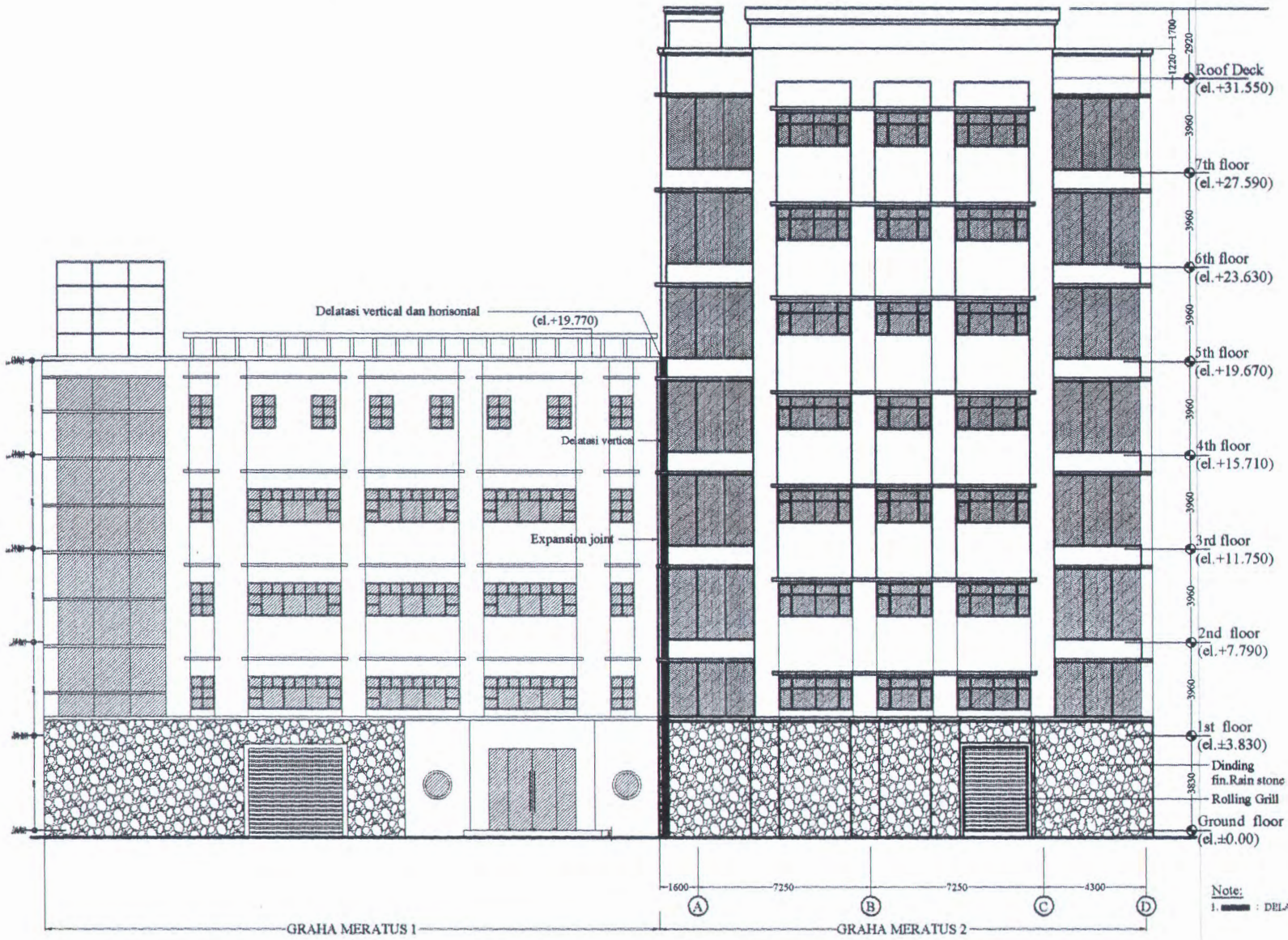
NOTE2. Calculation formula of heat generation in machine room
 $Kcal/H = F \times L \times S \times F$ (Factor): 1/40
(Flow) (Factor) (Flow height) (Flow speed) (Factor)

NOTE3. Items marked* shall be furnished by the building contractor.

NOTE4. The ventilation grille, fan and anti-vibration structure should be furnished so that the temperature in machine room may be maintained under 40°C and humidity under 90%.

STANDARD SPECIFICATION OF PASSENGER ELEVATOR

CAPACITY PER FLOORS	OPEN- ING	CAR SIZE				HOISTWAY				MACHINE ROOM SIZE				REACTION	
		INSIDE		OUTSIDE		SIMPLEX		DUPLX		SIMPLEX		DUPLX		R ₁	R ₂
		a X b	A X B	X	Y	X	Y	S	T	S	T	kg	kg		
6	450	800	1,450 X 850	1,450 X 1,032	1,750	1,450	3,600	1,450	2,100	3,200	4,150	3,200	3,600	2,000	
8	550	800	1,400 X 1,030	1,450 X 1,212	1,850	1,630	3,650	1,630	2,100	3,400	4,200	3,400	4,050	2,220	
9	600	800	1,400 X 1,100	1,450 X 1,282	1,850	1,700	3,650	1,700	2,100	3,600	4,200	3,600	4,100	2,450	
10	650	800	1,400 X 1,250	1,450 X 1,432	1,850	1,830	3,650	1,830	2,200	3,600	4,200	3,600	4,200	2,610	
11	750	800	1,400 X 1,350	1,450 X 1,532	1,850	1,930	3,650	1,930	2,200	3,700	4,300	3,700	4,550	2,760	
13	900	900	1,600 X 1,350	1,650 X 1,532	2,050	2,000	4,250	2,000	2,350	3,700	4,600	3,700	5,100	3,750	
15	1,000	900	1,600 X 1,500	1,650 X 1,682	2,050	2,150	4,250	2,150	2,350	3,850	4,600	3,850	5,450	4,300	
17	1,150	1,000	1,800 X 1,500	1,800 X 1,700	2,300	2,250	4,700	2,250	2,600	3,900	5,100	3,900	6,600	5,100	
		1,100	2,000 X 1,350	2,050 X 1,547	2,500	2,100	5,100	2,100	2,800	3,800	5,500	4,500			
20	1,350	1,000	1,800 X 1,700	1,850 X 1,897	2,300	2,450	4,700	2,450	2,600	4,200	5,100	4,200	7,000	6,000	
		1,100	2,000 X 1,500	2,050 X 1,700	2,500	2,250	5,100	2,250	2,600	4,000	5,500	4,000			
24	1,600	1,100	2,000 X 1,750	2,050 X 1,947	2,550	2,500	5,100	2,500	2,900	4,300	5,650	4,300	8,500	6,800	
		1,150	2,150 X 1,600	2,240 X 1,797	2,650	2,350	5,400	2,350	3,050	4,200	5,950	4,200			
2	550	800	1,400 X 1,030	1,450 X 1,212	1,850	1,630	3,650	1,630	2,200	4,500	4,200	4,500	4,200	2,500	
3	600	800	1,400 X 1,100	1,450 X 1,282	1,850	1,700	3,650	1,700	2,200	4,700	4,300	4,700	4,500	3,100	
4	600	800	1,400 X 1,250	1,450 X 1,432	1,850	1,830	3,650	1,830	2,200	5,000	4,200	5,000	4,900	3,400	
4	750	800	1,400 X 1,350	1,450 X 1,532	1,850	1,930	3,650	1,930	2,200	5,200	4,200	5,200	4,900	3,400	
5	800	900	1,600 X 1,350	1,650 X 1,532	2,100	2,100	4,300	2,100	2,500	5,200	4,800	5,200	5,500	4,100	
15	1,000	800	1,500 X 1,500	1,650 X 1,682	2,100	2,250	4,200	2,250	2,500	5,300	4,800	5,200	6,100	4,600	
		1,000	1,800 X 1,300	1,850 X 1,482	2,300	2,100	4,600	2,100	2,700	5,100	5,000	5,100			
17	1,150	1,000	1,800 X 1,500	1,850 X 1,700	2,300	2,250	4,700	2,250	2,800	5,500	5,250	5,500	8,400	7,750	
		1,100	2,000 X 1,350	2,050 X 1,547	2,500	2,100	5,100	2,100	3,000	5,500	5,650	5,500			
20	1,350	1,000	1,800 X 1,700	1,850 X 1,897	2,300	2,450	4,700	2,450	2,800	5,900	5,250	5,900	10,000	8,250	
		1,100	2,000 X 1,500	2,050 X 1,700	2,500	2,250	5,100	2,250	3,000	5,500	5,650	5,500			
24	1,600	1,100	2,000 X 1,750	2,050 X 1,947	2,500	2,500	5,100	2,500	3,000	6,100	6,050	6,100	11,550	8,900	
		1,150	2,150 X 1,600	2,240 X 1,797	2,650	2,350	5,400	2,350	3,150	5,800	5,950	5,800			



Note:
 1. [Symbol] : DELATASI

Cetakan

ITS
 Institut Teknologi Sepuluh Nopember

PROGRAM SARJANA EKSTENSI LINTAS JALUR
 JURUSAN TEKNIK SIPIL
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
 INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
 SURABAYA
 2007

Judul Proyek Akhir

MODIFIKASI STRUKTUR GEDUNG MERATUS II
 DENGAN SISTEM RANGKA PEDELA MOMEN KHUSUS
 (SRPPK)

Nama Gambar	Skala
- TAMPAK DEPAN	1 : 600

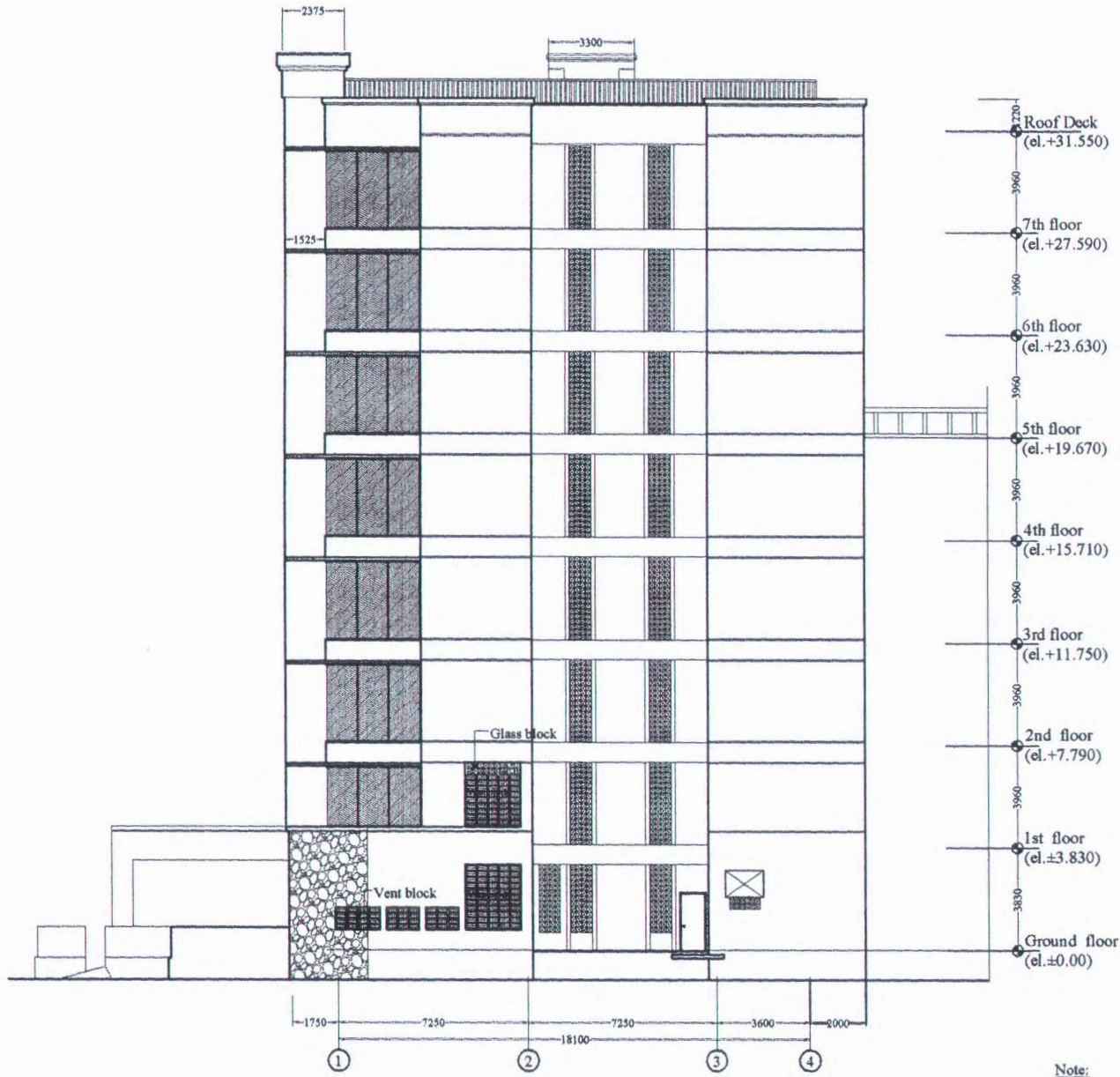
Dosen Pembimbing

Ir. SADJI


Konvensi

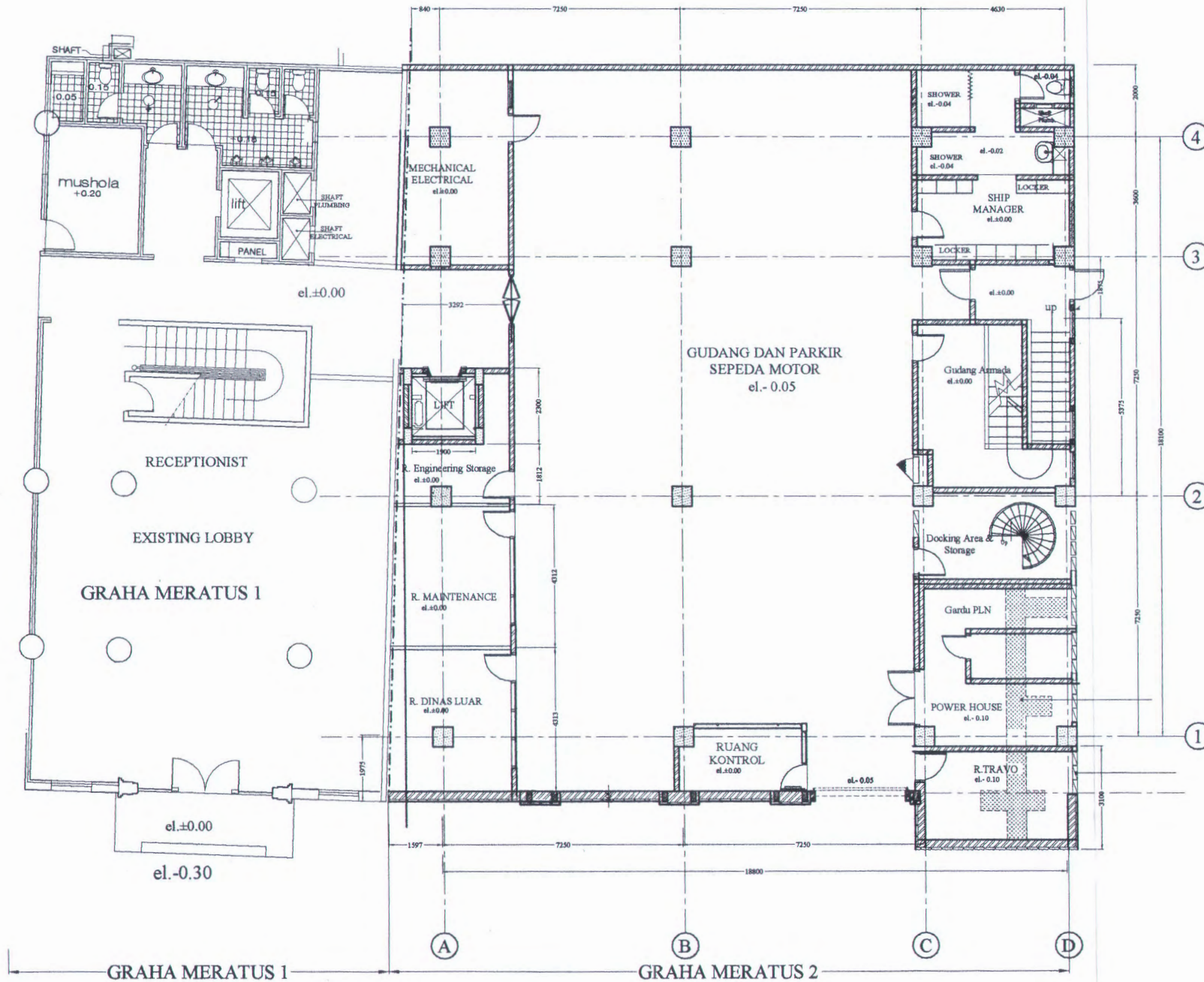
PUNGKY YULIANSYAH Y.
 (3104 109 526)


Kode gambar	No. Lembar	Jumlah lembar
ARS	01	11

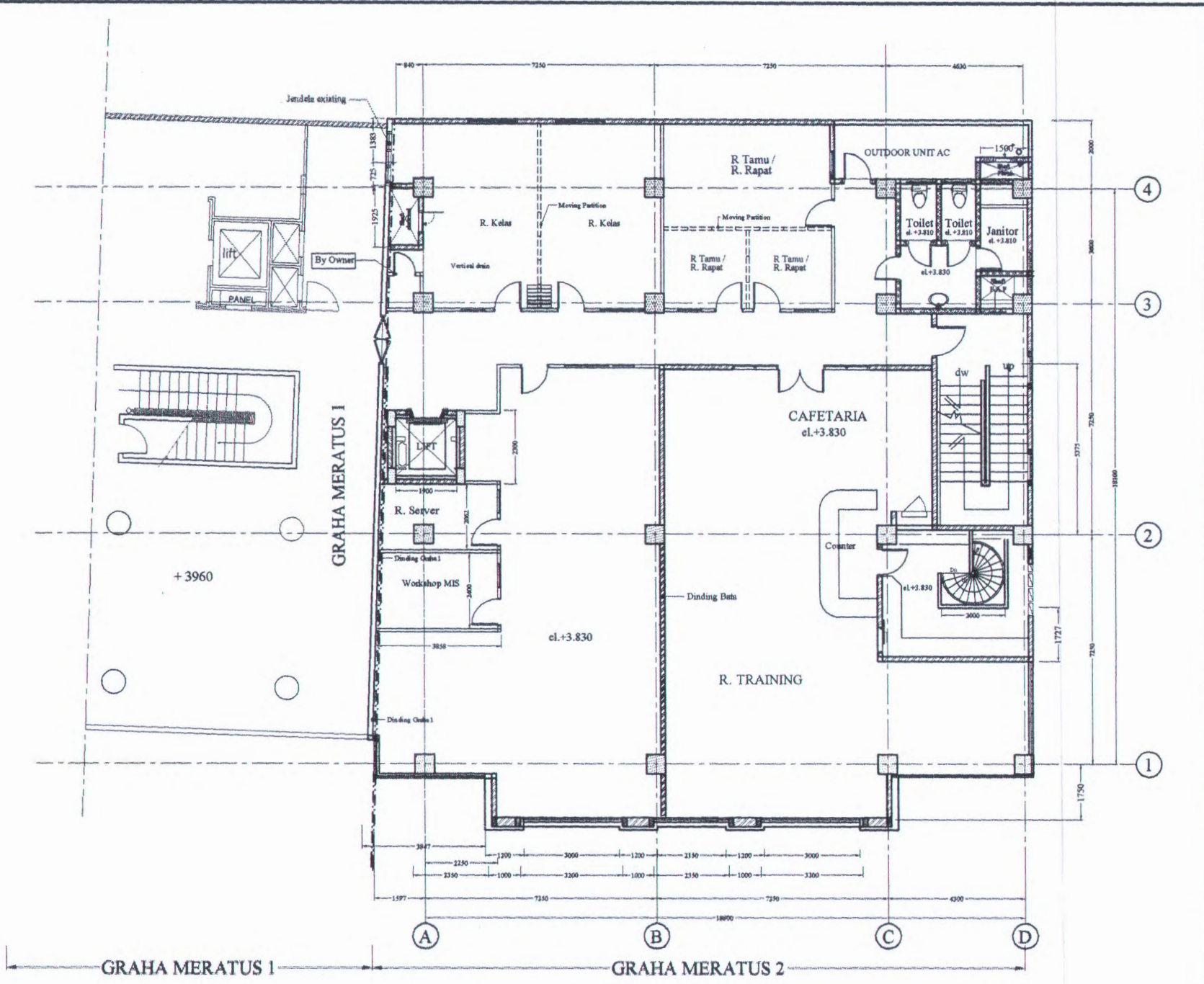



Note:
Ground floor el. ±0.00 (Tiraha 2) = Ground floor el. ±0.00 (Tiraha 1)

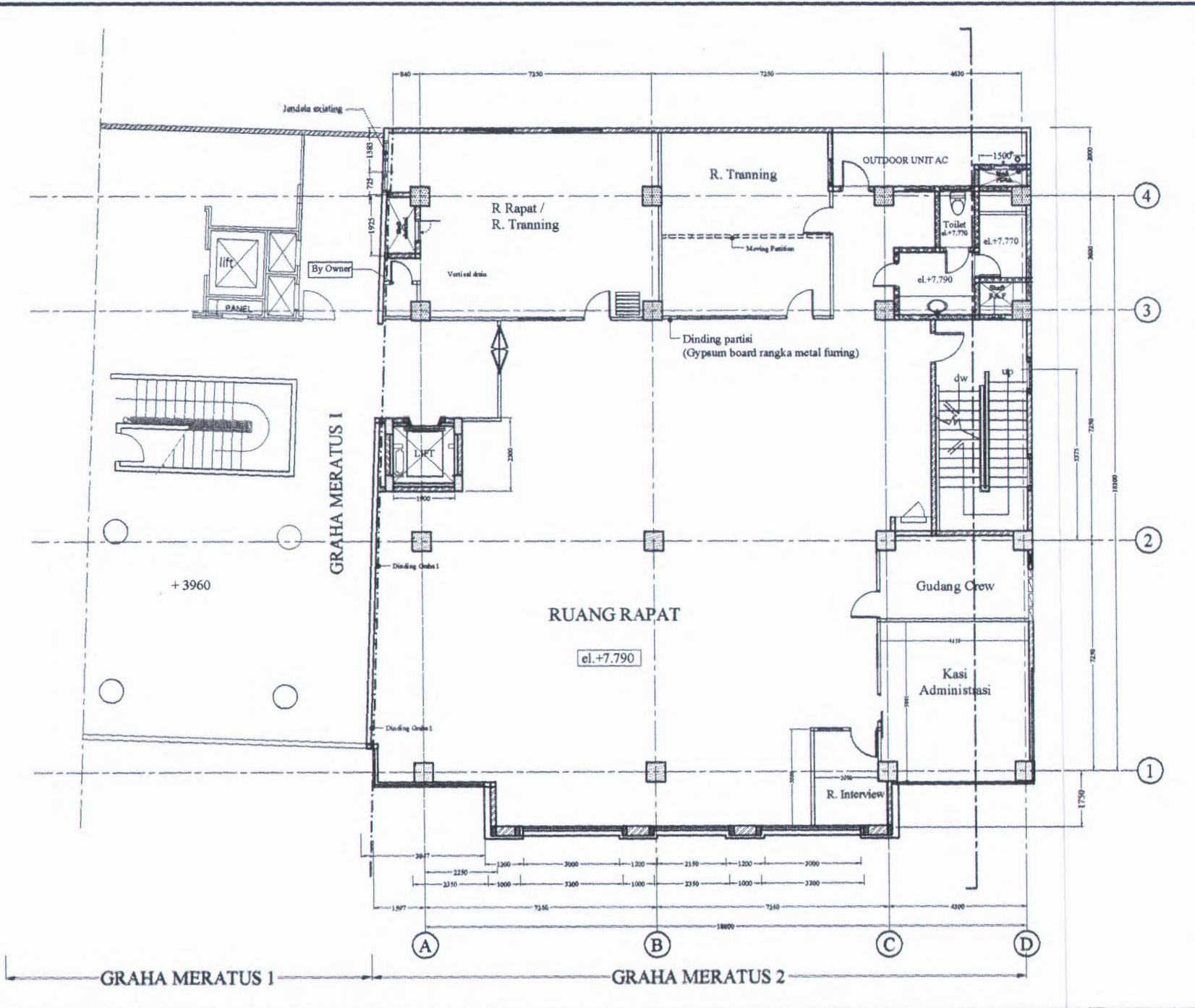
Catatan		
 <p>ITS Institut Teknologi Sepuluh Nopember</p> <p>PROGRAM SARJANA EKSTENSI LINTAS JALUR JURUSAN TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA 2007</p>		
Judul Proyek Akhir		
MODIFIKASI STRUKTUR GEDUNG MERATUS II DENGAN SISTEM RANGKA PEMILU MOMEN JELUS (SRPMK)		
Nama Gambar		Skala
- TAMPAK SAMPIING		1 : 600
Desain Pembimbing		
Ir. SADJI		
Mahasiswa		
PUNGKY YULIANSYAH Y. (3104 109 526)		
Kode gambar	No. Lembar	Jumlah lembar
ARS	02	11



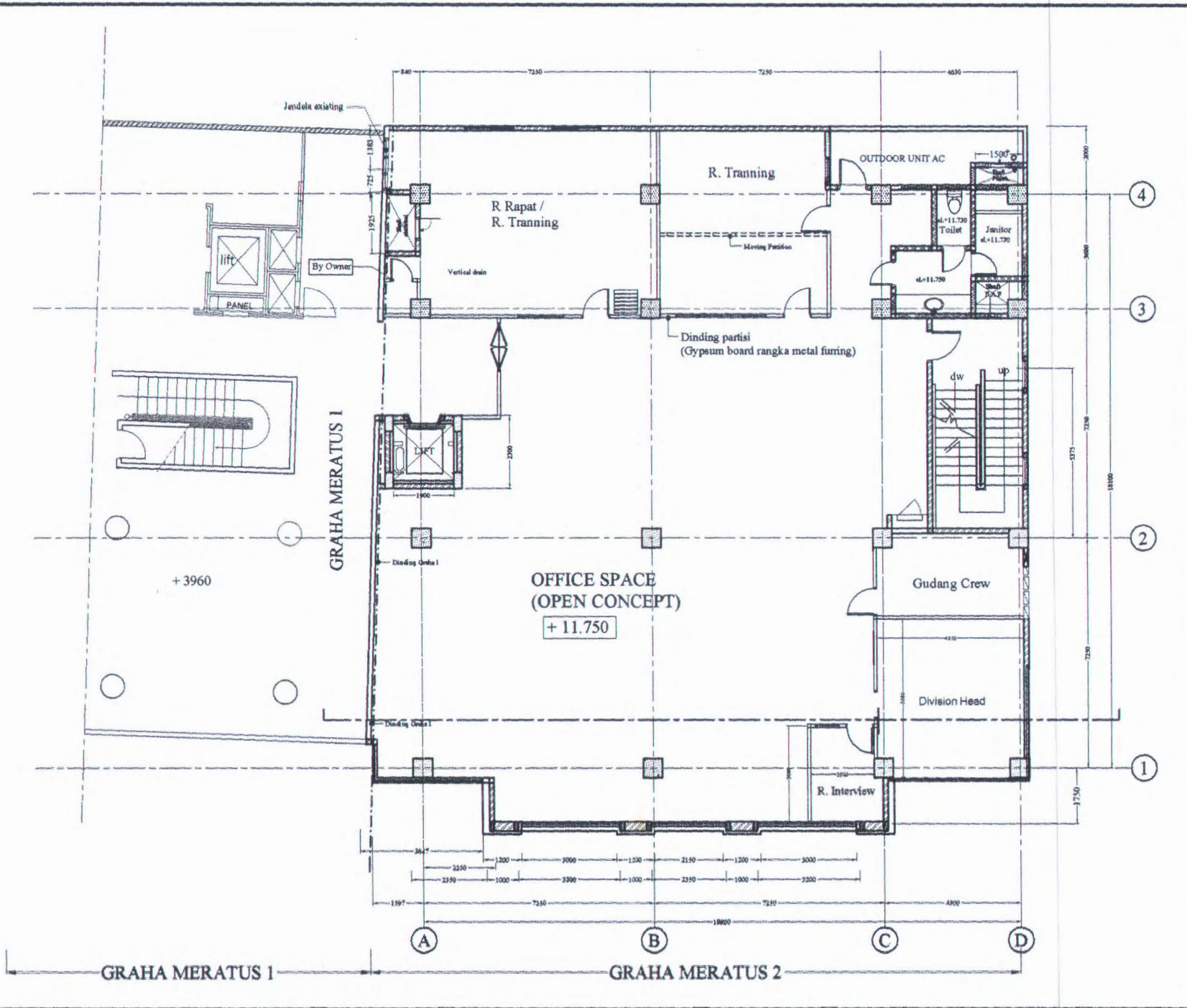
<p>Ceatan</p>		
 <p>ITS Institut Teknologi Sepuluh Nopember</p> <p>PROGRAM SARJANA EKSTENSI LINTAS JALUR JURUSAN TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA 2007</p>		
<p>Judul Proyek: A/R</p>		
<p>MODIFIKASI STRUKTUR GEDUNG MERATUS II DENGAN SISTEM RANGKA PEMERUL MOMEN KULUS (SRPMK)</p>		
<p>Nama Gambar</p>		<p>Skala</p>
<p>- DENAH LANTAI DASAR</p>		<p>1 : 400</p>
<p>Dosen Pembimbing</p>		
<p>Ir. SADJI</p>		
<p>Mahasiswa</p>		
<p>PUNGKY YULIANSYAH Y. (3104 109 526)</p>		
<p>Kode gambar</p>	<p>No. Lembar</p>	<p>Jumlah lembar</p>
<p>ARS</p>	<p>03</p>	<p>11</p>




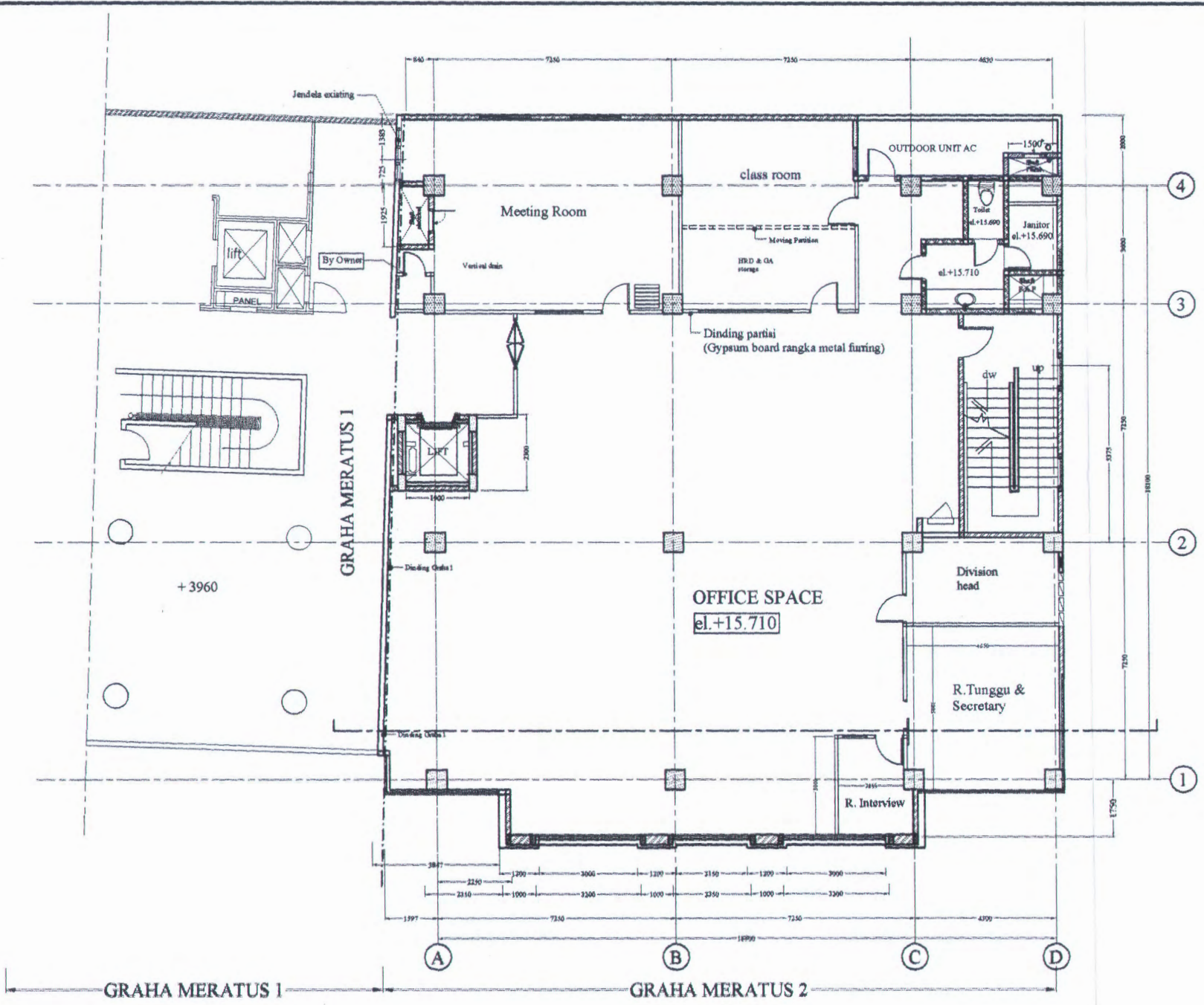
Catatan		
 ITS <small>Institut Teknologi Sepuluh Nopember</small>		
PROGRAM SARJANA EKSTENSI LINTAS JALUR JURUSAN TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA 2007		
Judul Proyek Akhir		
MODIFIKASI STRUKTUR GEDUNG MERATUS II DENGAN SISTEM RANGKA PEREKU, MOMEN KHUSUS (SRPKK)		
Nama Gambar	Skala	
- DENAH LANTAI 1	1 : 400	
Desain Pembimbing		
Ir. SADJI		
Manajemen		
PUNGKY YULIANSYAH Y. (3104 109 526)		
Kode gambar	No. Lembar	Jumlah lembar
ARS	04	11



Catatan		
 ITS <small>Institut Teknologi Sepuluh Nopember</small>		
PROGRAM SARJANA EKSTENSI LINTAS JALUR JURUSAN TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA 2007		
Judul Proyek: R/R		
MODIFIKASI STRUKTUR GEOLING MERATUS II DENGAN SISTEM RANGKA PEMBALI MOMEN KHUSUS (SRPMK)		
Nama Gambar		Skala
- DENAH LANTAI 2		1 : 400
Desain Pembimbing		
Ir. SADJI		
Mahasiswa		
PUNGKY YULIANSYAH Y. (3104 109 528)		
Kode gambar	No. Lembar	Jumlah Lembar
ARS	05	11



<p>Catatan</p>		
 <p>ITS Institut Teknologi Sepuluh Nopember</p>		
<p>PROGRAM SARANA EKSTENSI LINTAS JALUR JURUSAN TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA 2007</p>		
<p>Judul Proyek: Alter</p>		
<p>MODIFIKASI STRUKTUR BANGUNAN MERATUS II DENGAN SISTEM RANGKA PEREKULI MOYEN ISHULUS (SRAPMK)</p>		
<p>Nama Gambar</p>		<p>Skala</p>
<p>- DENAH LANTAI 3</p>		<p>1 : 400</p>
<p>Desain Perancang</p>		
<p>Ir. SADJI</p>		
<p>Mahasiswa</p>		
<p>PUNGKY YULIANSYAH Y. (3104 109 528)</p>		
<p>Nama gambar</p>	<p>No. Lembar</p>	<p>Jumlah Lembar</p>
<p>ARS</p>	<p>06</p>	<p>11</p>



PROGRAM SARANA EKSTENSI LINTAS JALUR
JURUSAN TEKNIK SIPIL
FACULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2007

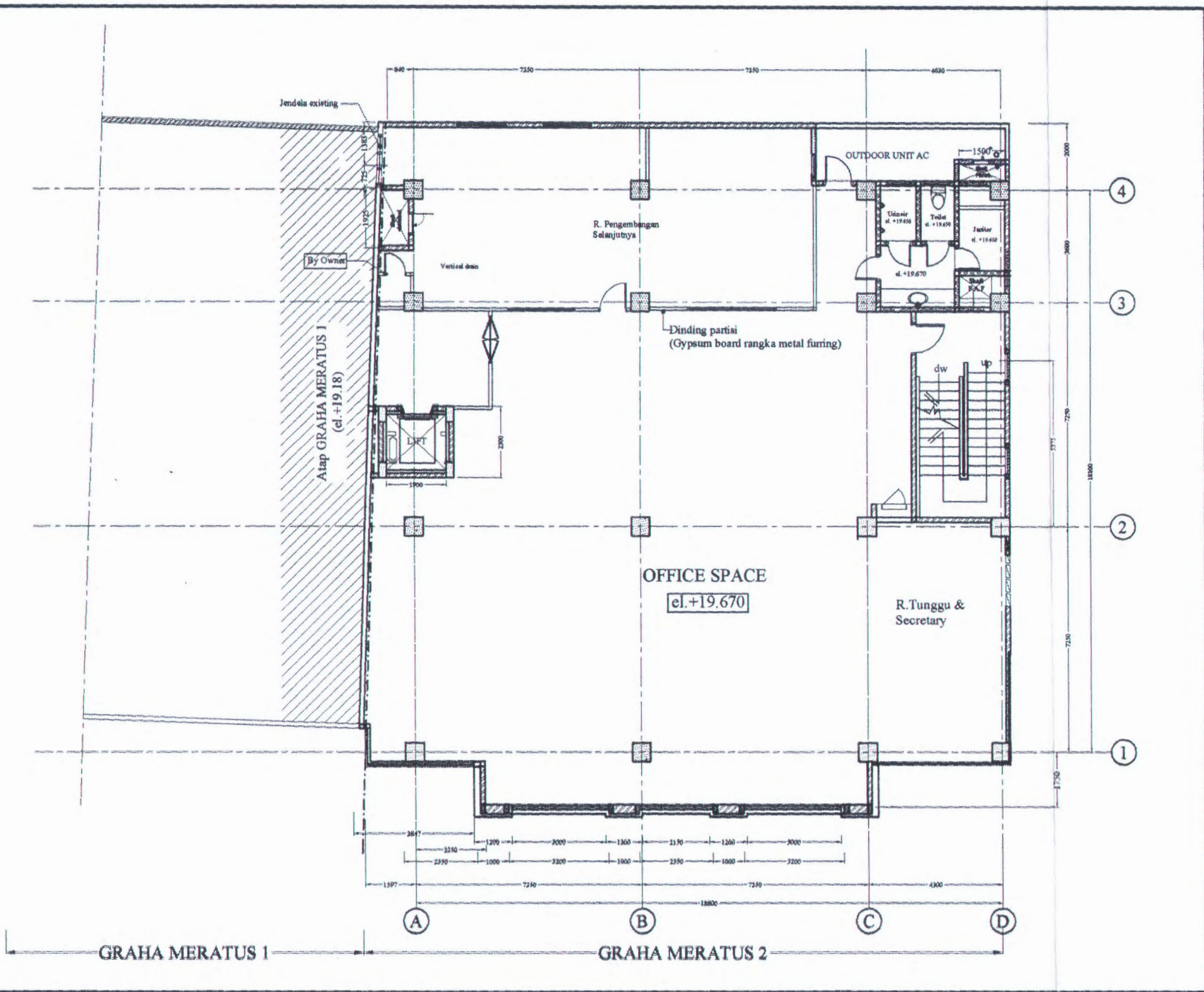
Judul Proyek Akhir
MODIFIKASI STRUKTUR GEDUNG MERATUS II
DENGAN SISTEM RANGKA PEREKU HOPPER KHUSUS
(SRPKK)

Nama Gambar	Skala
- DENAH LANTAI 4	1 : 400

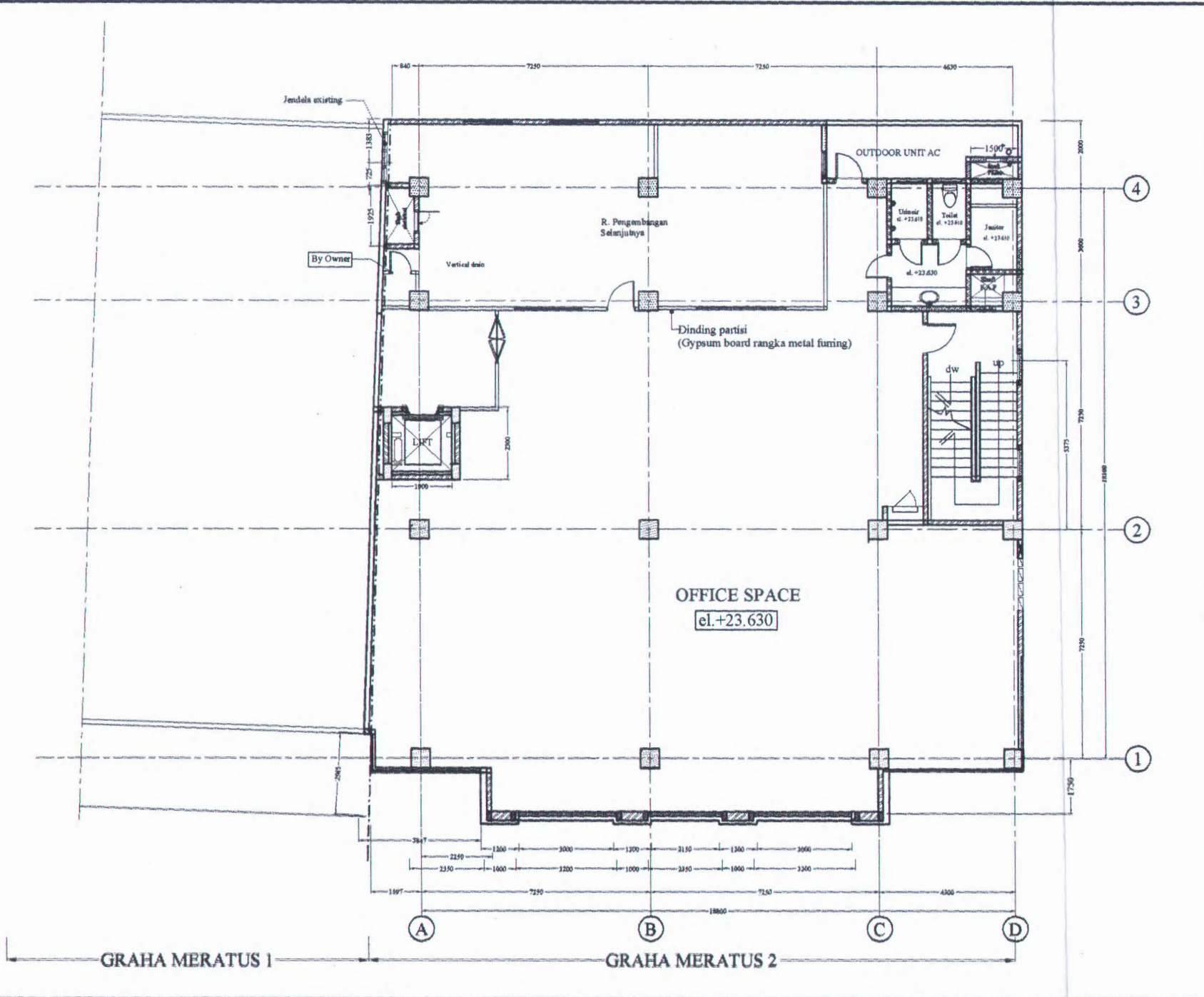
Dosen Pembimbing
Ir. SADJI


Mahasiswa
PUNGKY YULIANSYAH Y.
(3104 109 526)

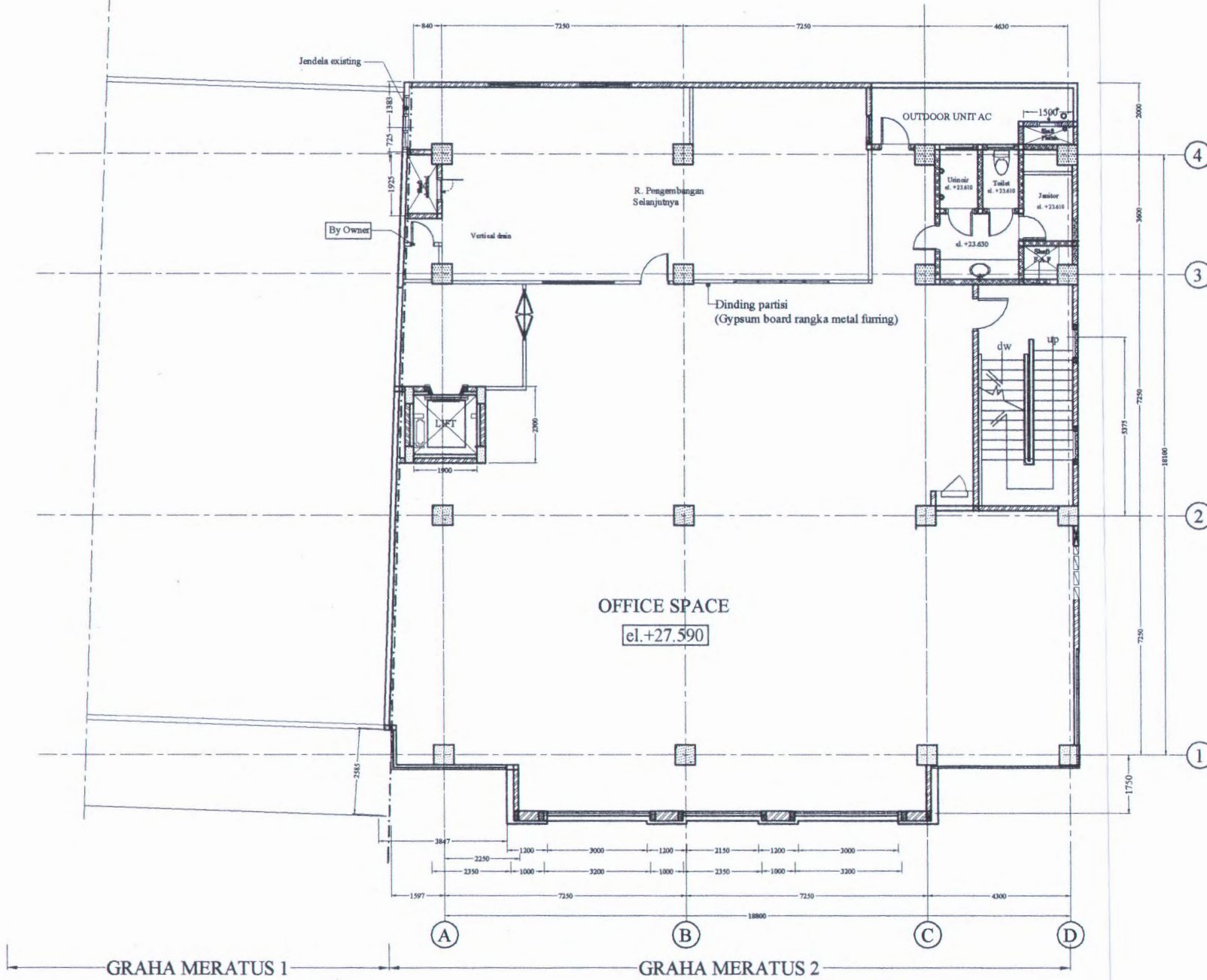
No. dan jenis	No. lembar	Jumlah lembar
ARS	07	11




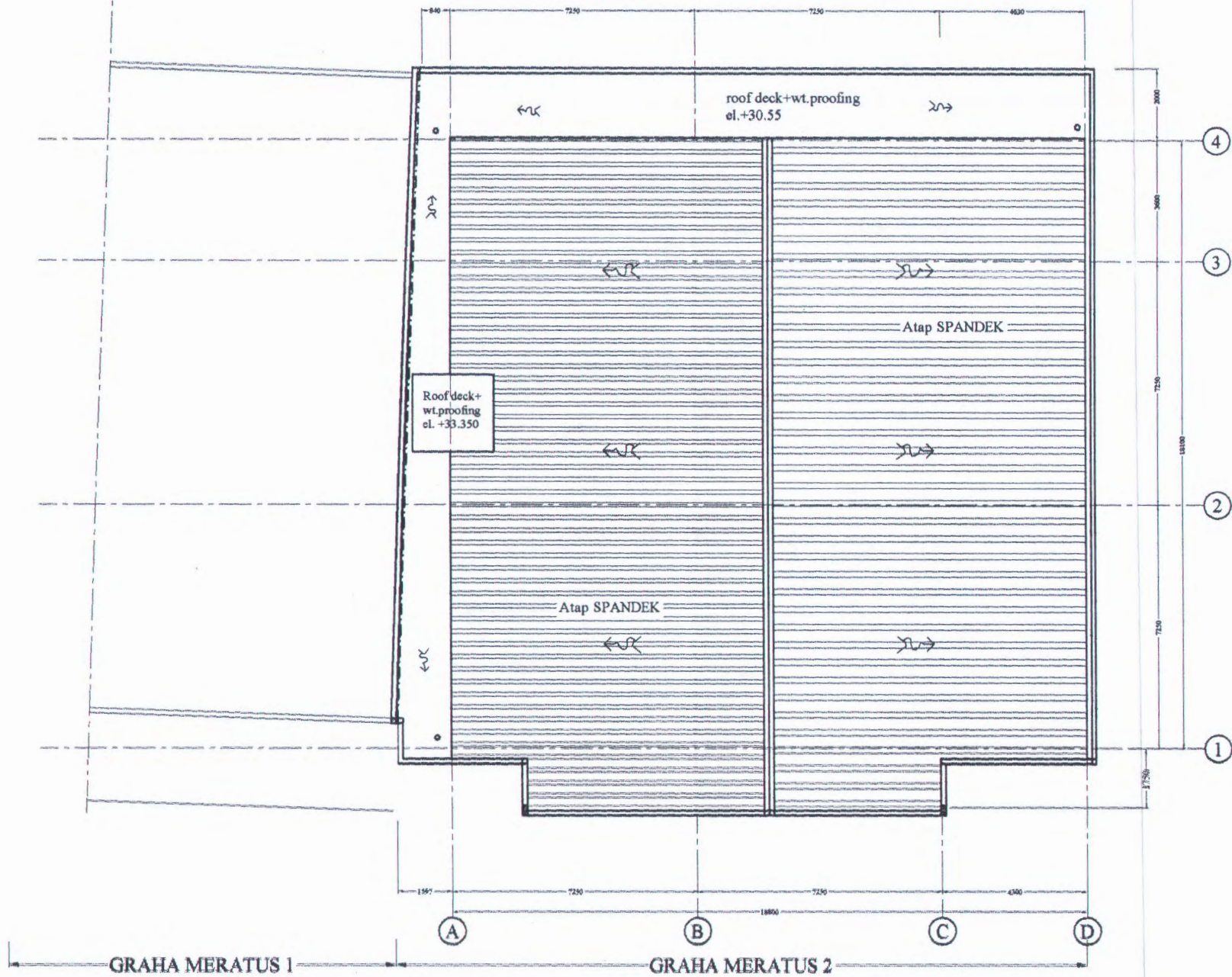
Catatan		
 PROGRAM SARJANA EKSTENSIF LINTAS JALUR JURUSAN TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA 2007		
Judul Proyek Akhir		
MODIFIKASI STRUKTUR GEDUNG MERATUS II DENGAN SISTEM RANGKA PEBAJA MOMEN KHUSUS (SRPK)		
Nama Gambar	Skala	
- DENAH LANTAI 5	1 : 400	
Desain Pembimbing		
Ir. SADJI		
Mahasiswa		
PUNGKY YULIANSYAH Y. (3104 109 528)		
Kode gambar	No. Lembar	Jumlah Lembar
ARS	08	11



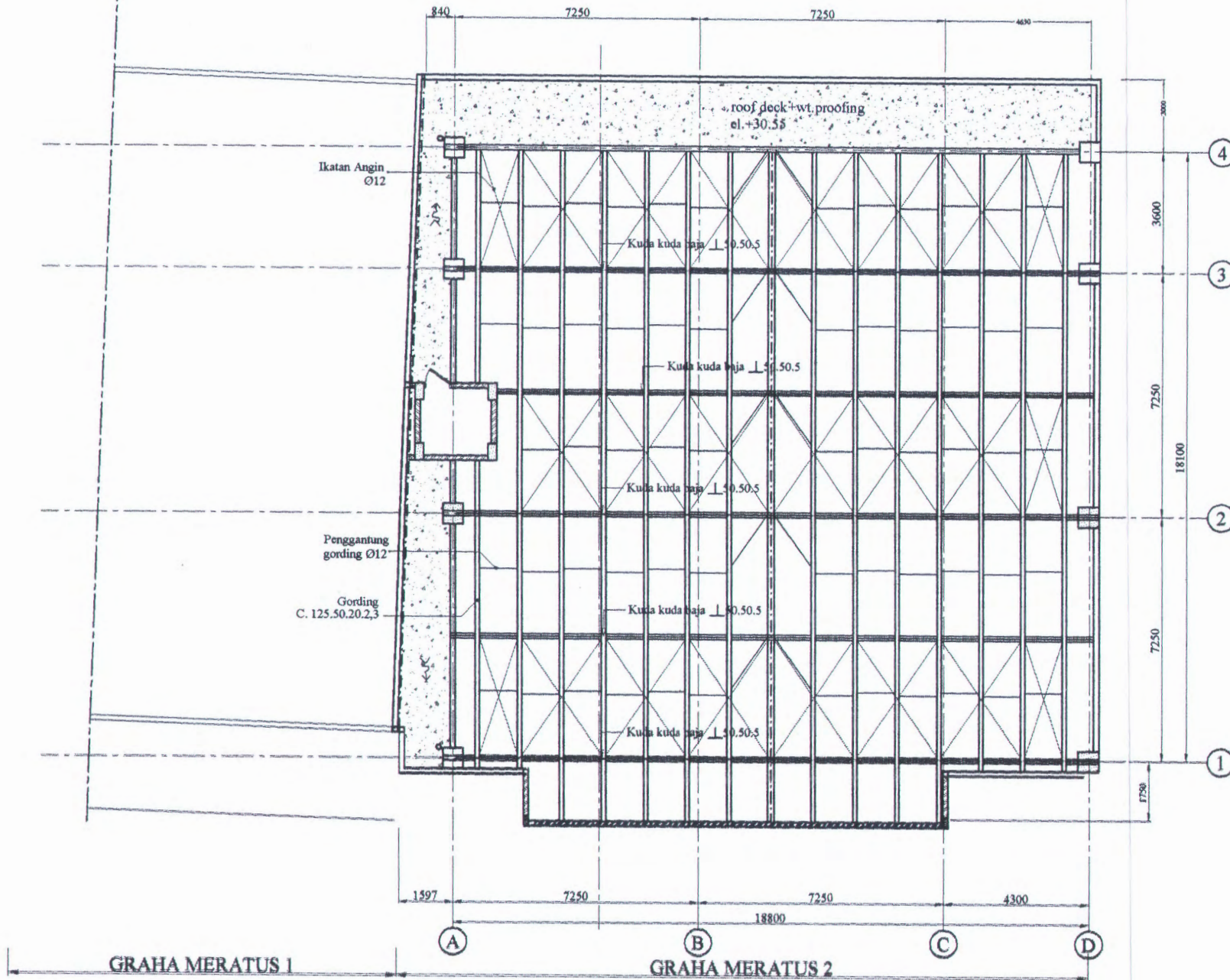
<p>Catatan</p>		
 <p>ITS Institut Teknologi Sepuluh Nopember</p> <p>PROGRAM SARJANA EKSTENSI LINTAS JALUR JURUSAN TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA 6007</p>		
<p>Judul Proyek & hr</p> <p>MODIFIKASI STRUKTUR GEDUNG MERATUS II DENGAN SISTEM RANGKA PEKALA MOMEN KHUSUS (SRPMK)</p>		
<p>Nama Gambar</p> <p>- DENAH LANTAI 6</p>	<p>Skala</p> <p>1 : 400</p>	
<p>Dosen Pembimbing</p> <p>Ir. SADJI</p>		
<p>Staff/Penata</p> <p>PUNGKY YULIANSYAH Y. (3104 109 528)</p>		
<p>Kelas gambar</p> <p>ARS</p>	<p>Nr. Lembar</p> <p>09</p>	<p>Jumlah Lembar</p> <p>11</p>




 <p>ITS Institut Teknologi Sepuluh Nopember</p> <p>PROGRAM SARJANA EKSTENSI LINTAS JALUR JURUSAN TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA 2007</p>		
<p>Kategori</p> <p>Judul Proyek Akhir</p> <p>MODIFIKASI STRUKTUR GEDUNG MERATUS II DENGAN SISTEM RANGKA PEKERIL MOMEN KHUSUS (SRPMK)</p>		
<p>Nama Gambar</p> <p>- DENAH LANTAI 7</p>		<p>Skala</p> <p>1 : 400</p>
<p>Desain Pembimbing</p> <p>Ir. SADJI</p>		
<p>Mahasiswa</p> <p>PUNGKY YULIANSYAH Y. (3104 109 526)</p>		
<p>Kode gambar</p> <p>ARS</p>	<p>No. Lembar</p> <p>10</p>	<p>Jumlah lembar</p> <p>11</p>



<p>ITS INSTITUT TEKNOLOGI SURABAYA</p> <p>PROGRAM SARJANA EKSTENSI LINTAS JALUR JURUSAN TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN INSTITUT TEKNOLOGI SURABAYA NOPEMBER SURABAYA 2007</p>		
<p>Judul Proyek Akhir</p> <p>MODIFIKASI STRUKTUR GEDUNG MERATUS II DENGAN SISTEM RANGKA RENDAH MOMEN KHUSUS (SRPMK)</p>		
<p>Nama Gambar</p> <p>- DENAH ATAP BACA & PELAT ATAP</p>		<p>Skala</p> <p>1 : 400</p>
<p>Dosen Pembimbing</p> <p>Ir. SADJI</p>		
<p>Mahasiswa</p> <p>PUNGKY YULIANSYAH Y. (3104 109 526)</p>		
<p>Kode gambar</p> <p>ARS</p>	<p>No. Lembar</p> <p>11</p>	<p>Jumlah lembar</p> <p>11</p>



Catatan



ITS
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

PROGRAM SARJANA EKSTENSI LINTAS JALUR
JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2007

Judul Proyek Akhir

MODIFIKASI STRUKTUR GEDUNG MERATUS II
DENGAN SISTEM RANGKA PEREDUK POPIN KHUSUS
(SRPKK)

Nama Gambar	Skala
- DENAH RANGKA ATAP	1 : 400

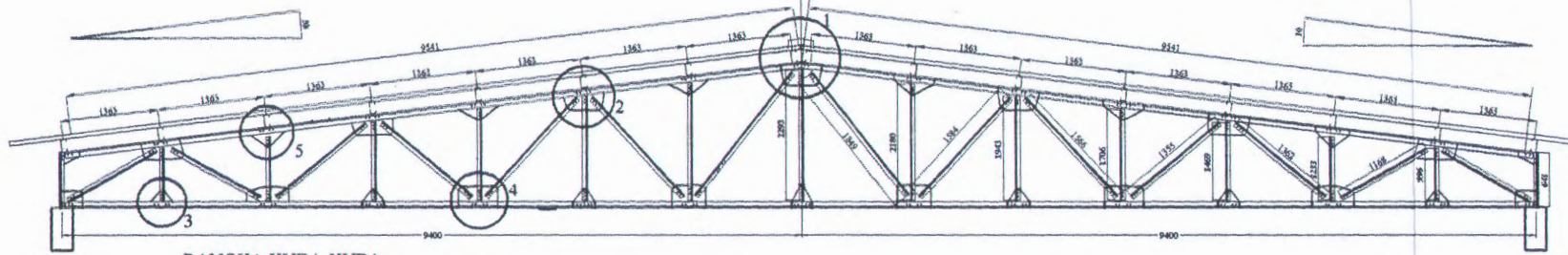
Dosen Pembimbing

Ir. SADJI

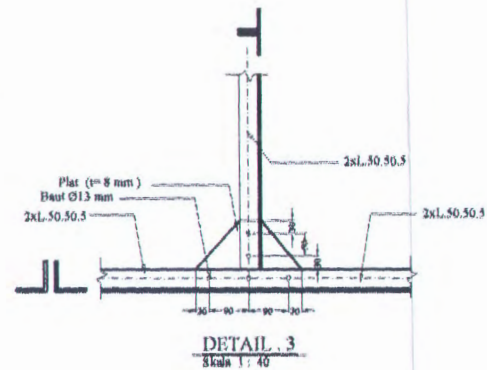
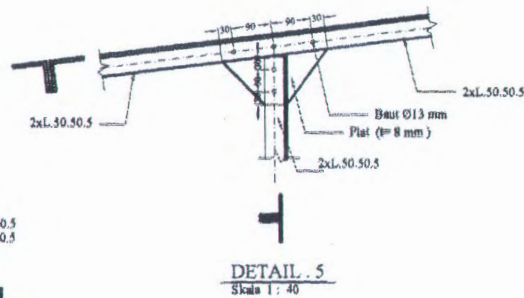
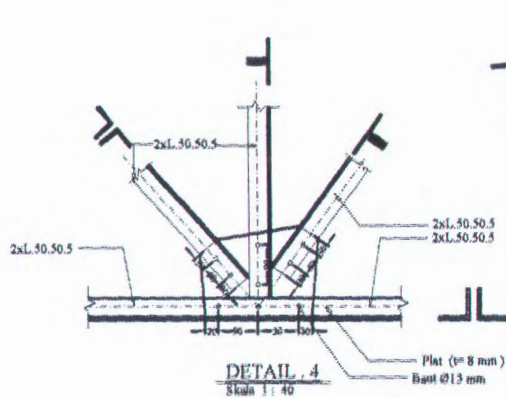
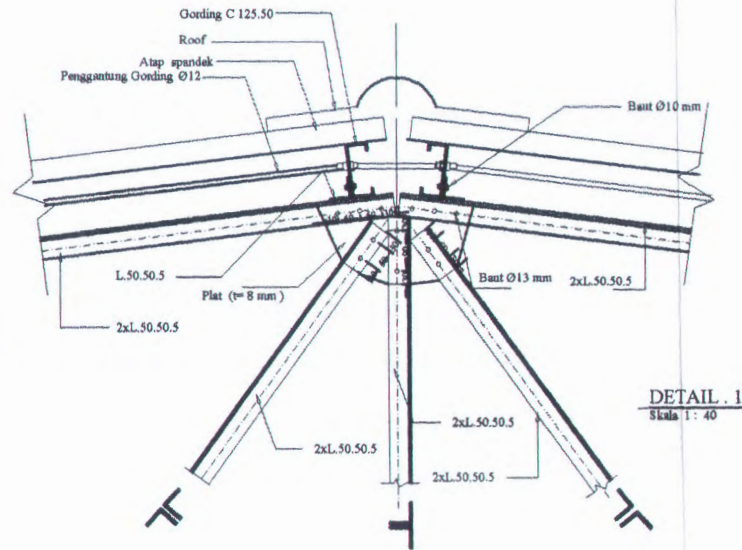
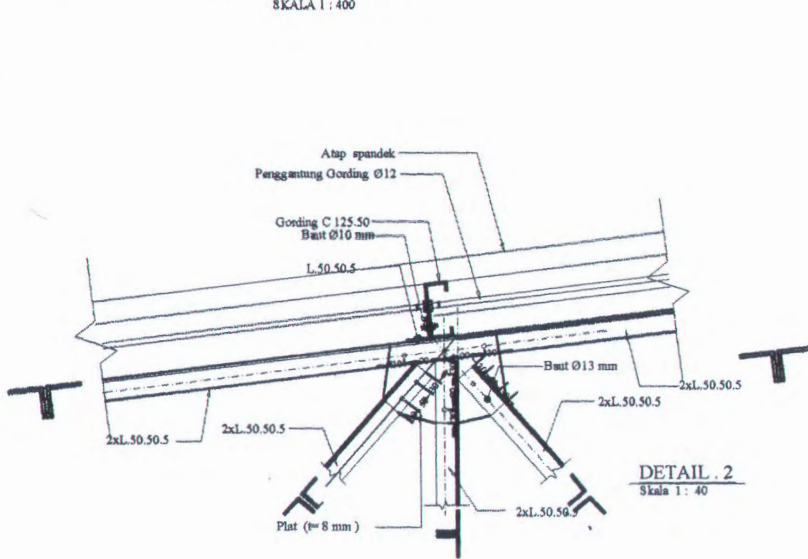
Alphabets


PUNGY YULIANSYAH Y.
(3104 100 528)

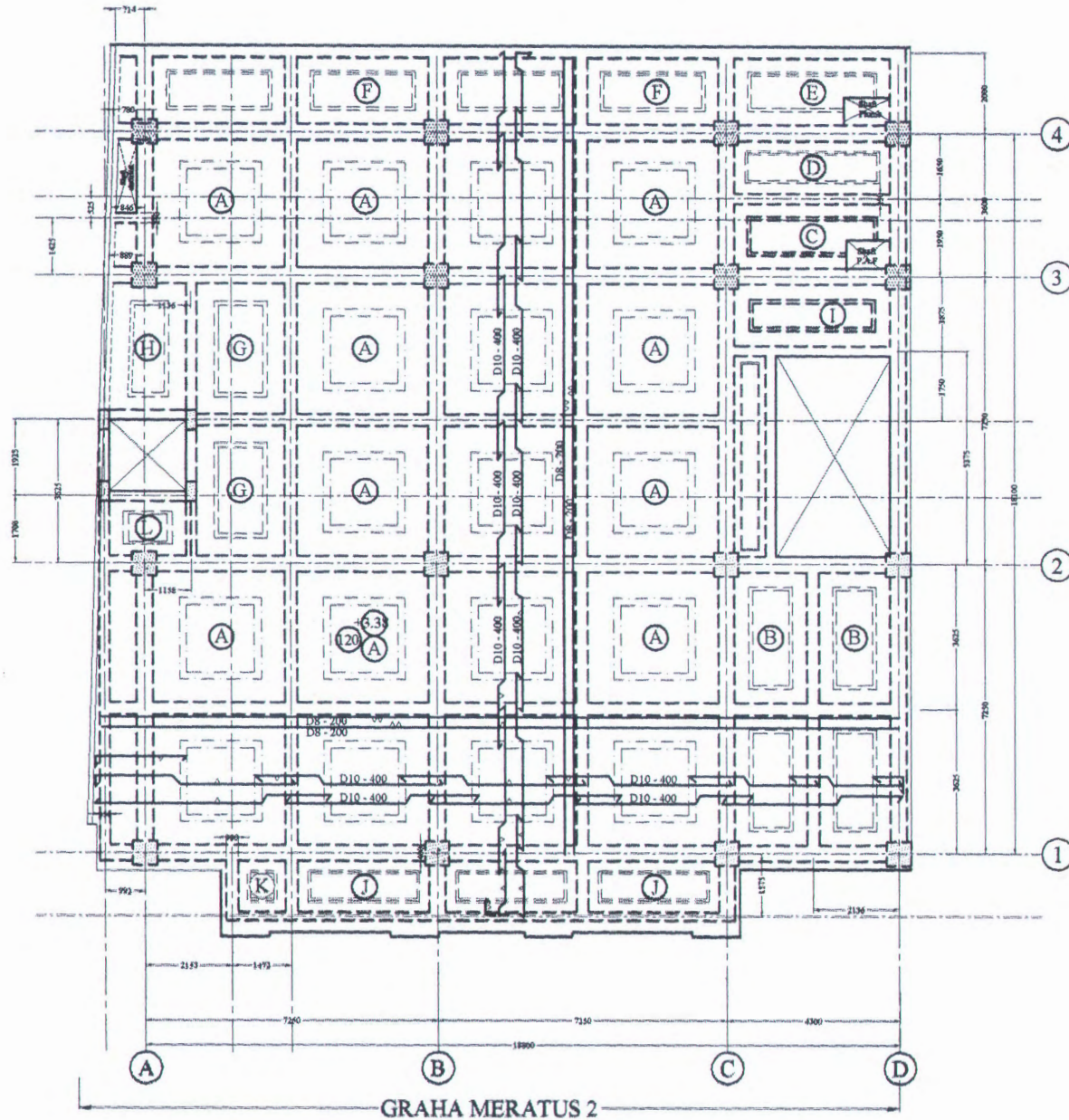
Kode gambar	No. Lembar	Jumlah lembar
STR	01	14




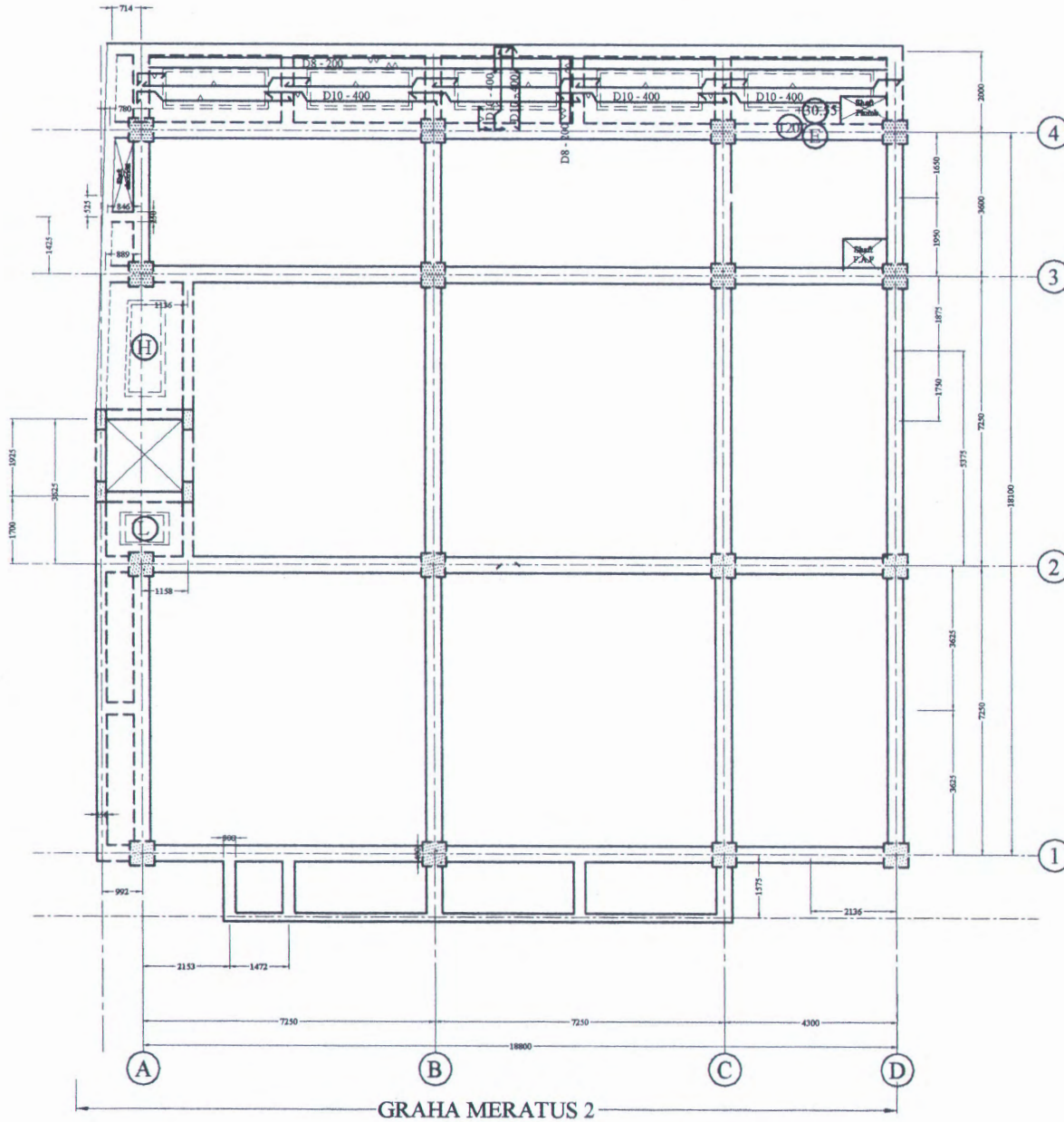
RANGKA KUDA-KUDA
SKALA 1 : 400



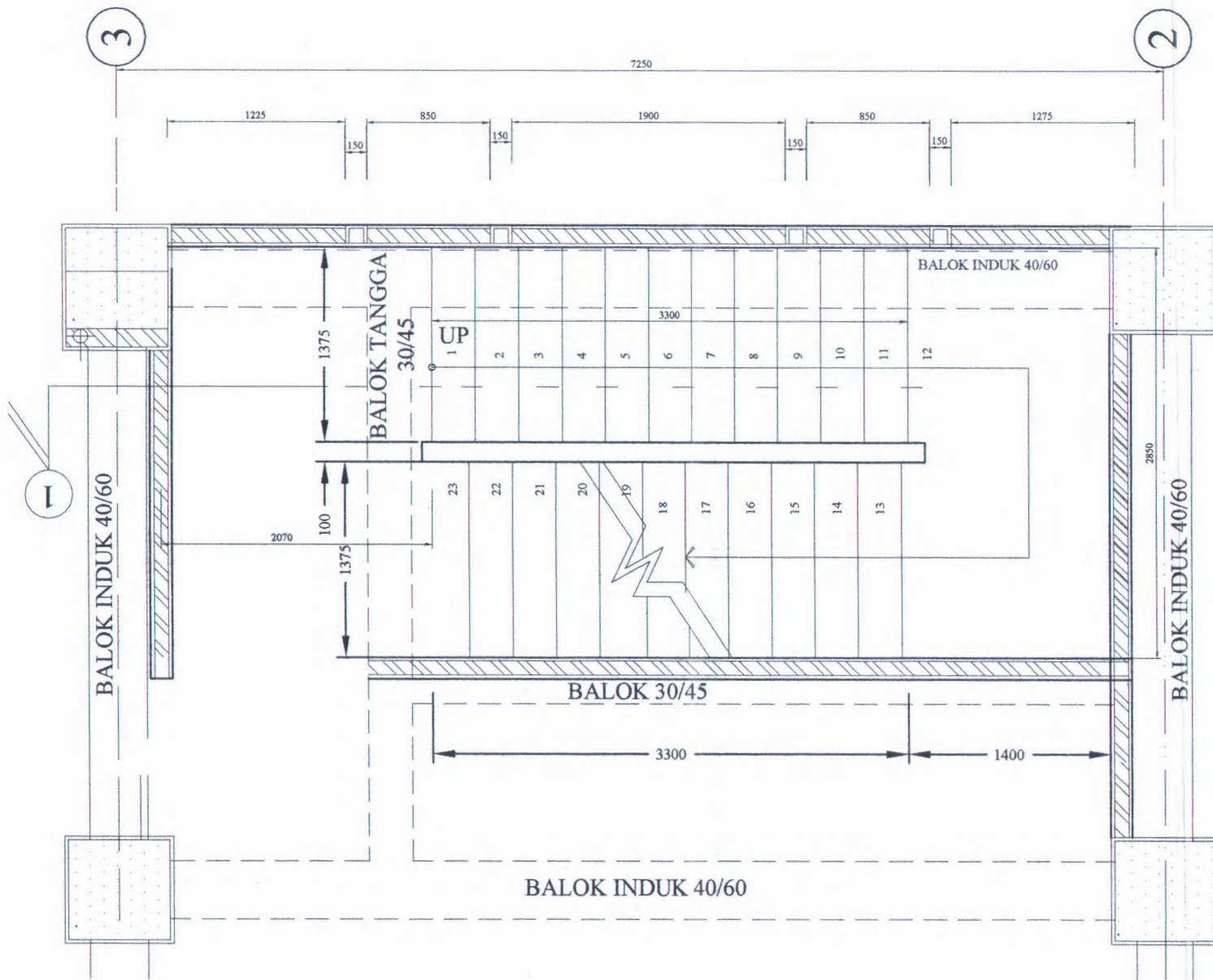
 <p>PROGRAM SARJANA ENJENIRI LINTAS JALUR JURUSAN TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA 5007</p>		
<p>Tugas Proyek Akhir</p> <p>MODIFIKASI STRUKTUR GEDUNG MERATUS II DENGAN SISTEM RANGKA PEMEGANG MOMEN KHUSUS (SRPPK)</p>		
<p>Nama Gambar</p> <p>- DENAH BALOK & KOLOM ATAP</p>		<p>Skala</p> <p>1 : 400</p>
<p>Disusun Oleh</p> <p>Ir. SADJI</p>		
<p>Nama Mahasiswa</p> <p>PUNGKY YULIANSYAH Y. (3104 109 526)</p>		
<p>Kode gambar</p> <p>STR</p>	<p>No. Lembar</p> <p>02</p>	<p>Jumlah lembar</p> <p>14</p>




 <p style="text-align: center;"> ITS <small>Institut Teknologi Sepuluh Nopember</small> PROGRAM SARJANA EKSTENSI LINTAS JALUR JURUSAN TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA 2007 </p>		
Judul Proyek Akhir MODIFIKASI STRUKTUR GEDUNG MERATUS II DENGAN SISTEM RANGKA PEDELA MOMEN KHUSUS (SRPMK)		
Nama Gambar - DENAH PENULANGAN PLAT LANTAI 1 - 7	Skala 1 : 800	
Dosen Pembimbing Ir. SADJI		
Mahasiswa PUNGKY YULIANSYAH Y. (3104 109 526)		
Kode gambar STR	No. Lembar 03	Jumlah lembar 14

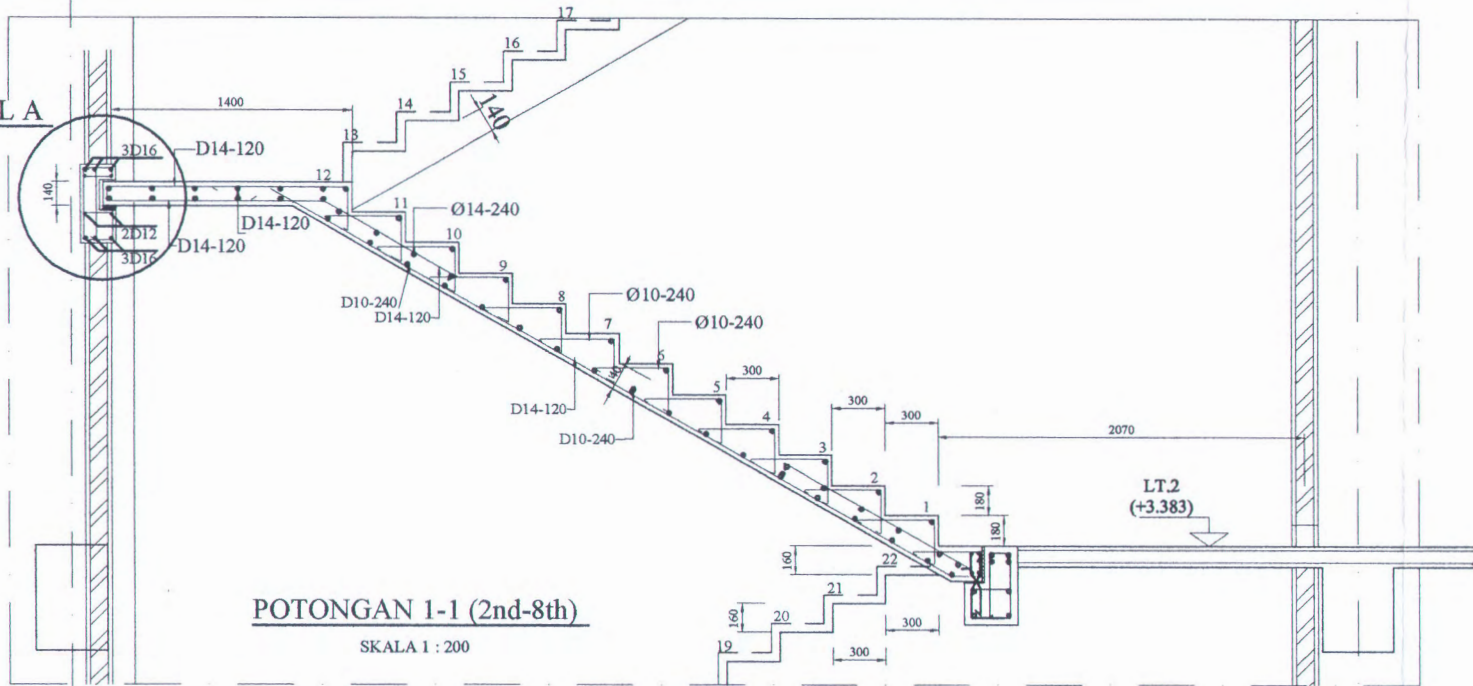


<p style="font-size: small;">Cetakan</p>		
<p style="font-size: x-small; margin: 0;"> ITS <small>INSTITUT TEKNOLOGI SURABAYA</small> <small>PROGRAM SARJANA EKSTENSI LINTAS JALUR</small> <small>JURUSAN TEKNIK SIPIL</small> <small>FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN</small> <small>INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER</small> <small>SURABAYA</small> <small>2007</small> </p>		
<p style="font-size: x-small;">Judul Proyek Akhir</p> <p style="font-size: x-small; text-align: center;"> MODIFIKASI STRUKTUR GEDUNG MERATUS II DENGAN SISTEM RANGKA PEMBUK MOMEN KHUSUS (SRPMK) </p>		
<p style="font-size: x-small;">Nama Gambar</p> <p style="font-size: x-small;">- DENAH PENULANGAN PLAT ATAP</p>	<p style="font-size: x-small;">Skala</p> <p style="font-size: x-small;">1 : 400</p>	
<p style="font-size: x-small;">Dosen Pembimbing</p> <p style="font-size: x-small;">Ir. SADJI</p>		
<p style="font-size: x-small;">Mahasiswa</p> <p style="font-size: x-small; text-align: center;"> PUNGY YULIANSYAH Y. (3104 109 526) </p>		
<p style="font-size: x-small;">Kode gambar</p> <p style="font-size: x-small;">STR</p>	<p style="font-size: x-small;">No. Lembar</p> <p style="font-size: x-small;">04</p>	<p style="font-size: x-small;">Jumlah lembar</p> <p style="font-size: x-small;">14</p>



<p>Catatan</p>		
 <p>ITS Institut Teknologi Sepuluh Nopember</p> <p>PROGRAM SARJANA EKSTENSI LINTAS JALUR JURUSAN TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA 2007</p>		
<p>Judul Proyek: Ritr</p>		
<p>MODIFIKASI STRUKTUR GEDUNG MERATUS II DENGAN SISTEM RANGKA PEKILU MOMEN KHUSUS (SRPK)</p>		
<p>Nama Gambar</p>		<p>Skala</p>
<p>- DENAH TANGGA</p>		<p>1 : 200</p>
<p>Dosen Pembimbing</p>		
<p>Ir. SADJI</p>		
<p>Mahasiswa</p>		
<p>PUNGKY YULIANSYAH Y. (3104 109 526)</p>		
<p>Kode gambar</p>	<p>No. Lembar</p>	<p>Jumlah lembar</p>
<p>STR</p>	<p>05</p>	<p>14</p>

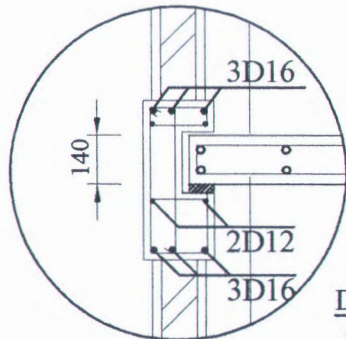
DETAIL A



POTONGAN 1-1 (2nd-8th)

SKALA 1 : 200


2

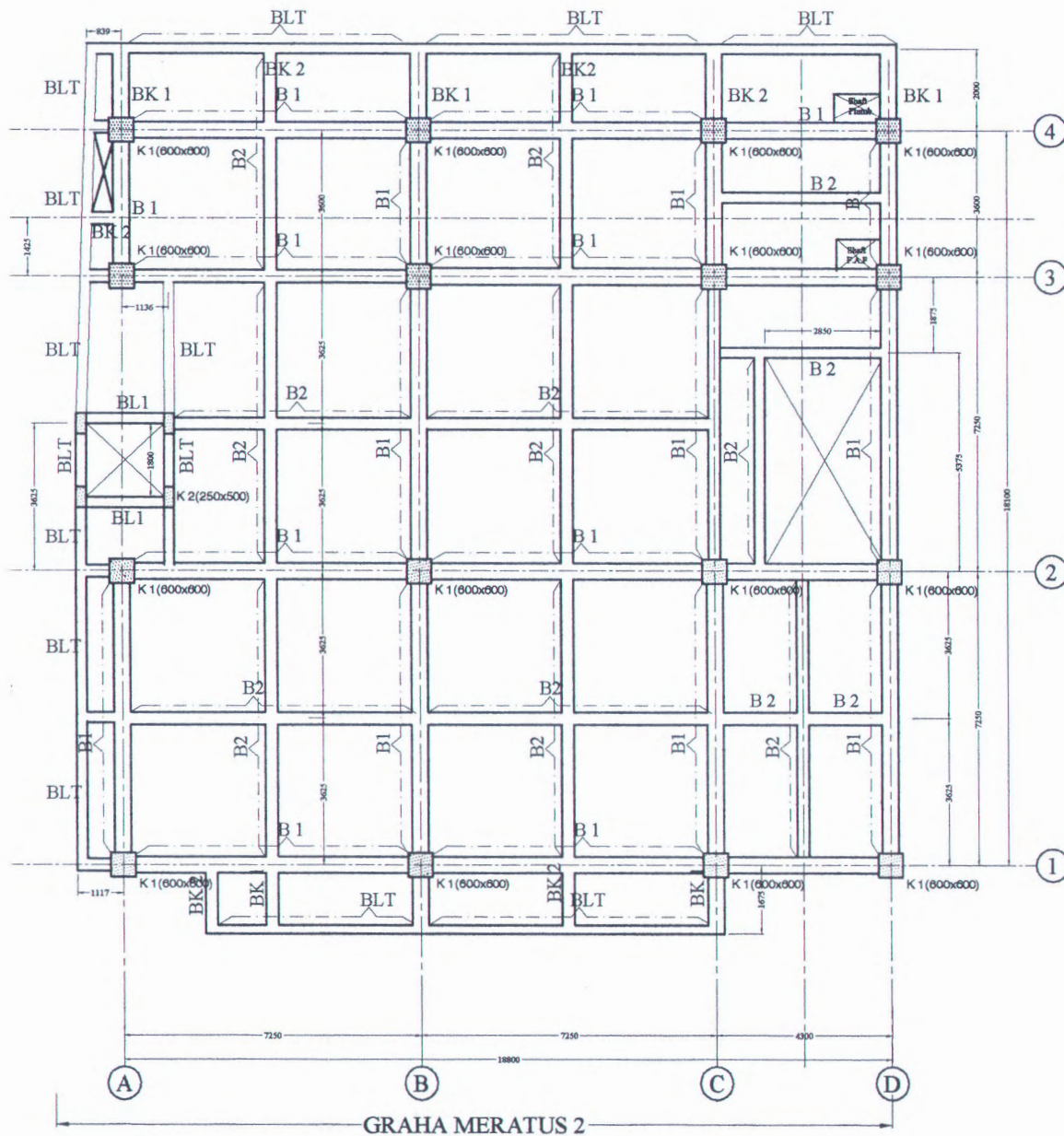



DETAIL A

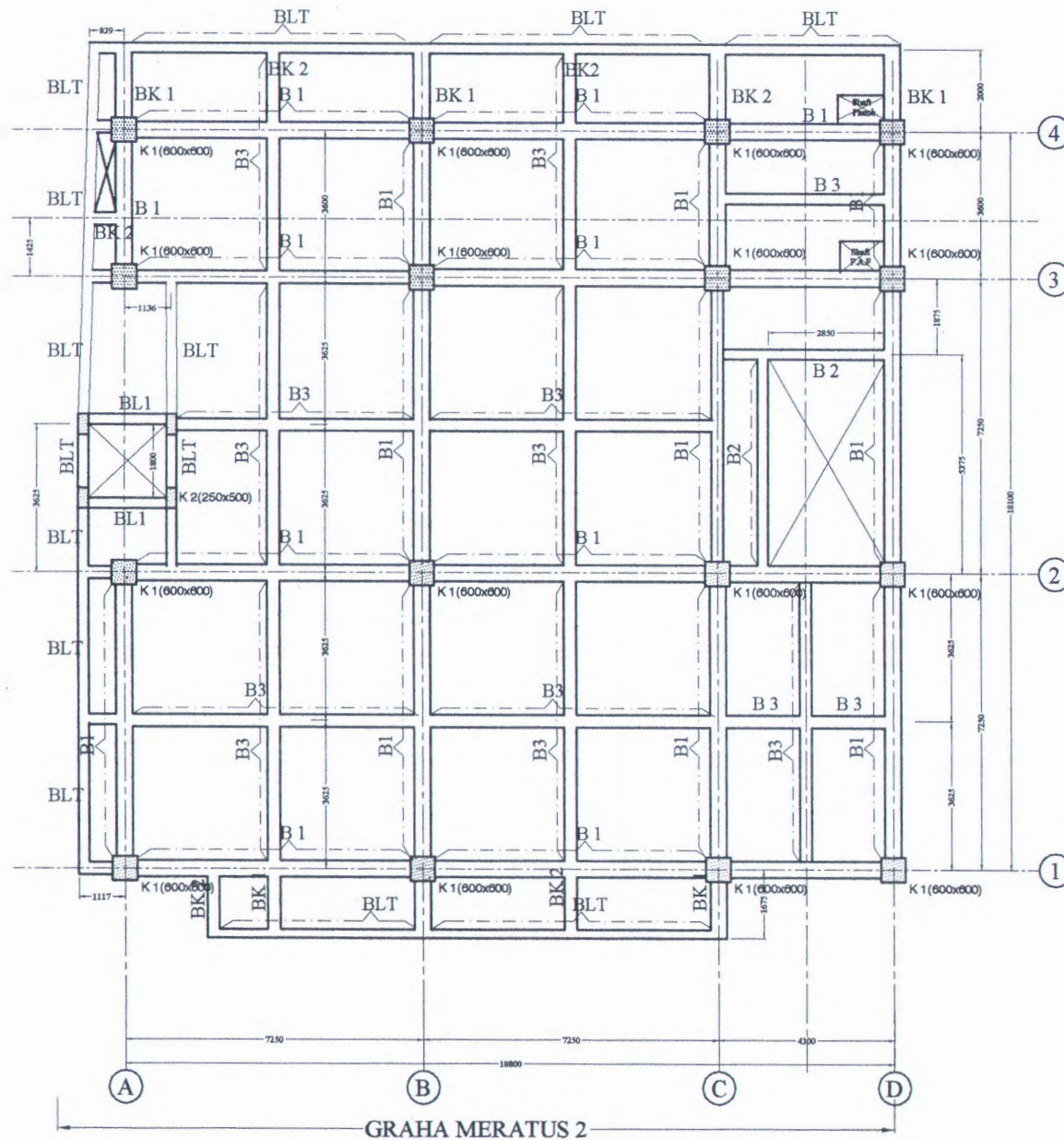
SKALA 1 : 100

3

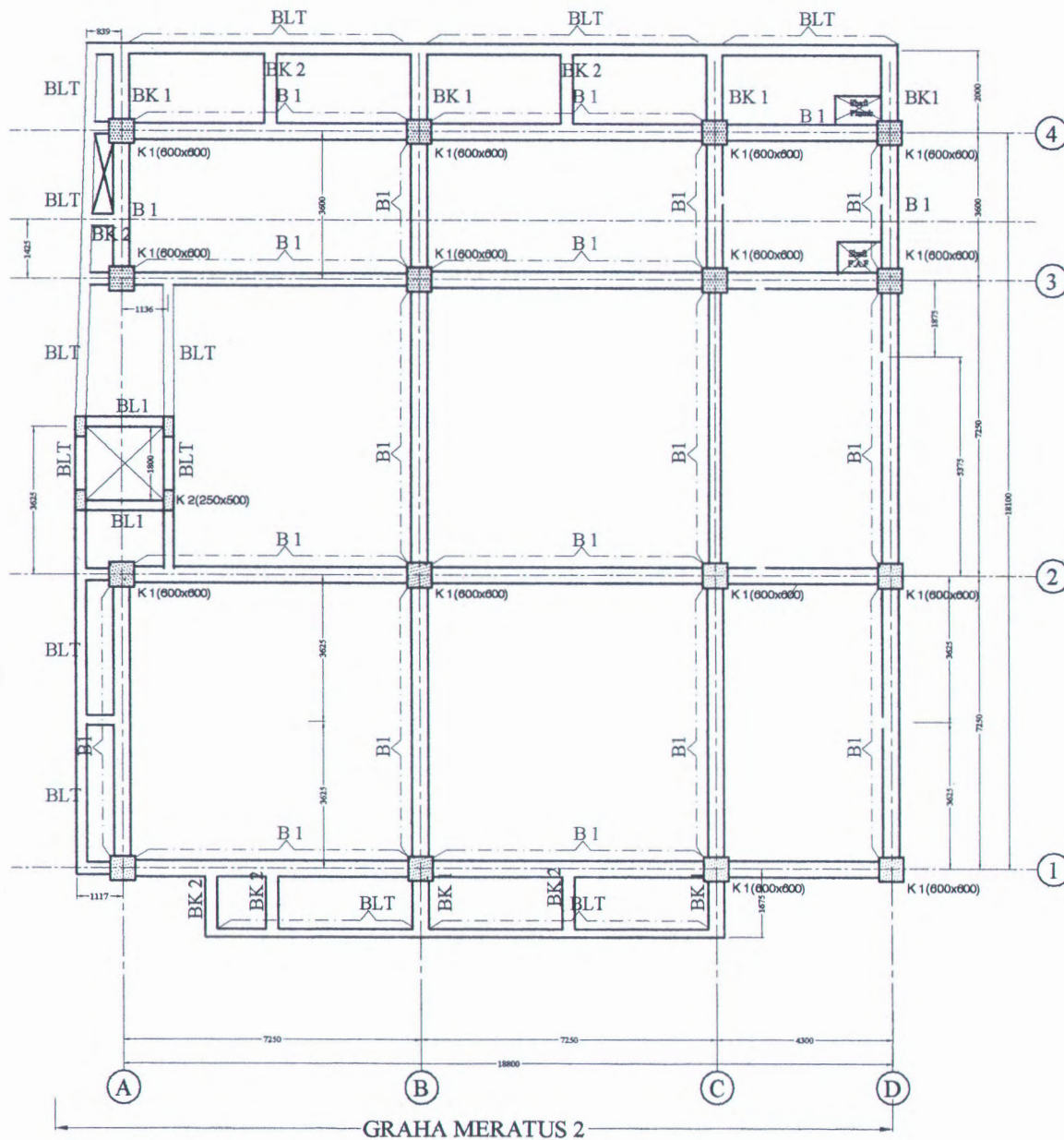
 <p>ITS Institut Teknologi Sepuluh Nopember</p>		
<p>PROGRAM SARJANA EKSTENSI LINTAS JALUR JURUSAN TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA 2007</p>		
<p>Judul Proyek Akhir</p>		
<p>MODIFIKASI STRUKTUR GEDUNG MERATUS II DENGAN SISTEM RANGKA PEMUL MOMEN KHUSUS (SRPMK)</p>		
<p>Nama Gambar</p>		<p>Skala</p>
<p>- POTONGAN 1 - 1 (2nd - 8th)</p>		<p>1 : 200</p>
<p>Dosen Pembimbing</p>		
<p>Ir. SADJI</p>		
<p>Mahasiswa</p>		
<p>PUNGKY YULIANSYAH Y. (3104 109 526)</p>		
<p>Kode gambar</p>	<p>No. Lembar</p>	<p>Jumlah lembar</p>
<p>STR</p>	<p>06</p>	<p>14</p>



<p>Catatan</p>		
 <p>ITS Institut Teknologi Sepuluh Nopember</p> <p>PROGRAM SARJANA EKSTENSI LINTAS JALUR JURUSAN TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA 2007</p>		
<p>Judul Proyek: A/R</p> <p>MODIFIKASI STRUKTUR GEDUNG MERATUS II DENGAN SISTEM RANGKA PEMULU MOMEN KHUSUS (SRPMK)</p>		
<p>Nama Gambar</p> <p>- DENAH BALOK & KOLOM LANTAI 1, 3, 4, 5, 6, DAN 7</p>	<p>Skala</p> <p>1 : 400</p>	
<p>Desain Pembimbing</p> <p>Ir. SADJI</p>		
<p>Mahasiswa</p> <p>PUNGKY YULIANSYAH Y. (3104 109 526)</p>		
<p>Kode gambar</p> <p>STR</p>	<p>No. Lembar</p> <p>07</p>	<p>Jumlah lembar</p> <p>14</p>



<p>ITS Institut Teknologi Sepuluh Nopember</p> <p>PROGRAM SARJANA EKSTENSI LINTAS JALUR JURUSAN TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA 2007</p>		
<p>Judul Proyek Akhir</p> <p>MODIFIKASI STRUKTUR GEDUNG MERATUS II DENGAN SISTEM RANGKA PEMUKUL MOMEN KHUSUS (SRPMK)</p>		
<p>Nama Gambar</p> <p>- DENAH BALOK & KOLOM LANTAI 2</p>		<p>Skala</p> <p>1 : 400</p>
<p>Dosen Pembimbing</p> <p>Ir. SADJI</p>		
<p>Mahasiswa</p> <p>PUNGKY YULIANSYAH Y. (3104 109 526)</p>		
<p>Kode gambar</p> <p>STR</p>	<p>No. Lembar</p> <p>08</p>	<p>Jumlah lembar</p> <p>14</p>




<p>Catatan</p>		
 <p>ITS Institut Teknologi Sepuluh Nopember</p> <p>PROGRAM SARJANA EKSTENSI LINTAS JALUR JURUSAN TEKNIK SIPIL FACULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA 2007</p>		
<p>Judul Proyek Akhir</p> <p>MODIFIKASI STRUKTUR GEDUNG MERATUS II DENGAN SISTEM RANGKA REMBUH MOMEN JERUSUS (SRPPK)</p>		
<p>Nama Gambar</p> <p>- DENAH BALOK & KOLOM ATAP</p>	<p>Skala</p> <p>1 : 400</p>	
<p>Disain Pembimbing</p> <p>Ir. SADJI</p>		
<p>Mahasiswa</p> <p>PUNGKY YULIANSYAH Y. (3104 109 526)</p>		
<p>Kode gambar</p> <p>STR</p>	<p>No. Lembar</p> <p>09</p>	<p>Jumlah lembar</p> <p>14</p>

BALOK LANTAI


SECTION	BALOK B1 (400/600)		BALOK B2 DAN B3(300/450)	
POSITION	CENTRE	END	CENTRE	END
TOP	3 D 22	9 D 22	2 D 19	4 D 19
BOTTOM	5 D 22	5 D 22	3 D 19	3 D 19
STIRRUPS	Ø10 - 200	Ø10 - 85	Ø10 - 150	Ø10 - 100

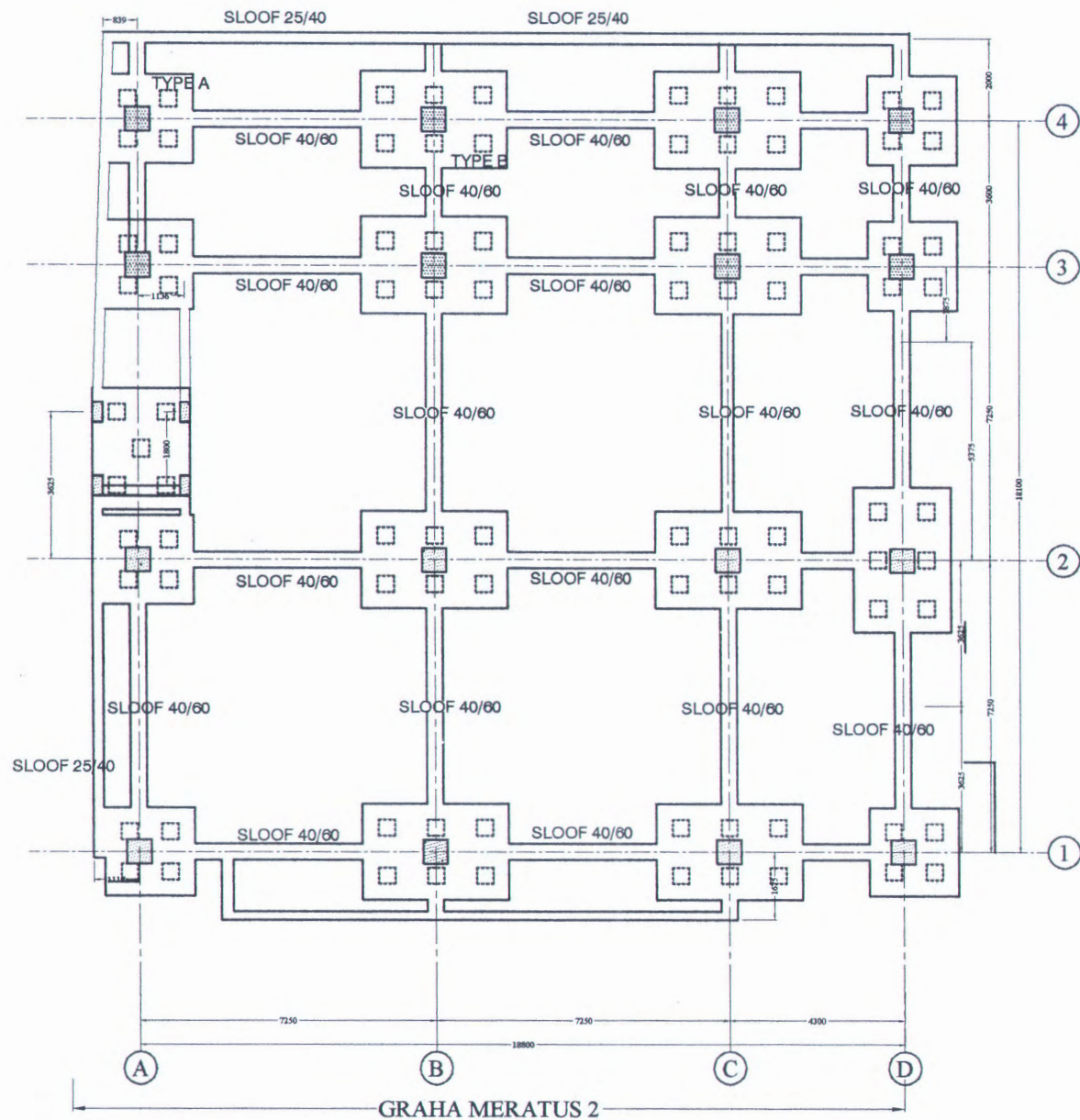
SECTION	BALOK BK 1 (400/600)		BALOK BK 2 (300/450)	
POSITION	TUMPUAN	LAPANGAN	TUMPUAN	LAPANGAN
TOP	6 D 22	5 D 22	4 D 19	4 D 19
BOTTOM	3 D 22	2 D 22	2 D 19	2 D 19
STIRRUPS	Ø10 - 150	Ø10 - 150	Ø10 - 150	Ø10 - 150

Cedra		
 <p>ITS Institut Teknologi Sepuluh Nopember</p> <p>PROGRAM SARJANA EKSTENSI LINTAS JALUR JURUSAN TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA 2007</p>		
Judul Proyek Akhir		
MODIFIKASI STRUKTUR GEDUNG MERATUS II DENGAN SISTEM RANGKA PEKERJA MOMEN KHUSUS (SRPKK)		
Nama Gambar	Skala	
- DETAIL PENULANGAN BALOK	1 : 200	
Desain Pembimbing		
Ir. SADJI		
Mahasiswa		
PUNGKY YULIANSYAH Y. (3104 109 526)		
Kode gambar	No Lembar	Jumlah lembar
STR	10	14

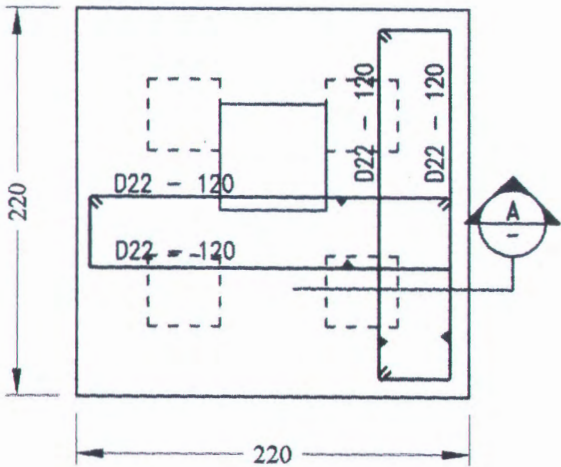
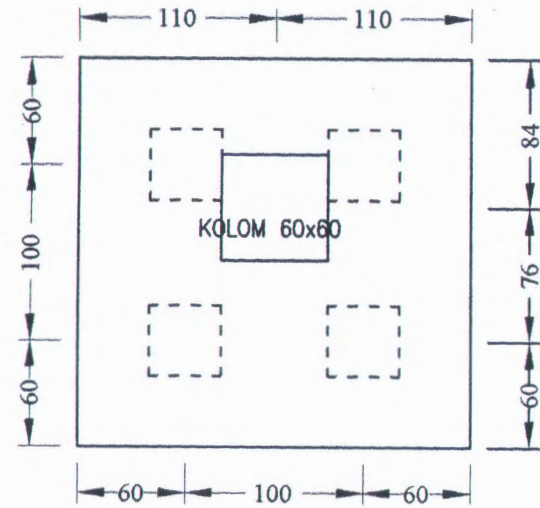
SECTION	BALOK BLT (250/400)		BALOK BL 1 (250/400)	
POSITION	CENTER	END	CENTER	END
TOP	2 D 19	3 D 19	2 D 14	3 D 14
BOTTOM	3 D 19	2 D 19	3 D 14	2 D 14
STIRRUPS	Ø10 - 100	Ø10 - 100	Ø8 - 150	Ø10 - 100

SECTION	BALOK BPL 1 (300/450)	
POSITION	END	CENTRE
TOP	4 D 16	2 D 19
BOTTOM	2 D 16	4 D 19
STIRRUPS	Ø10 - 120	Ø10 - 150

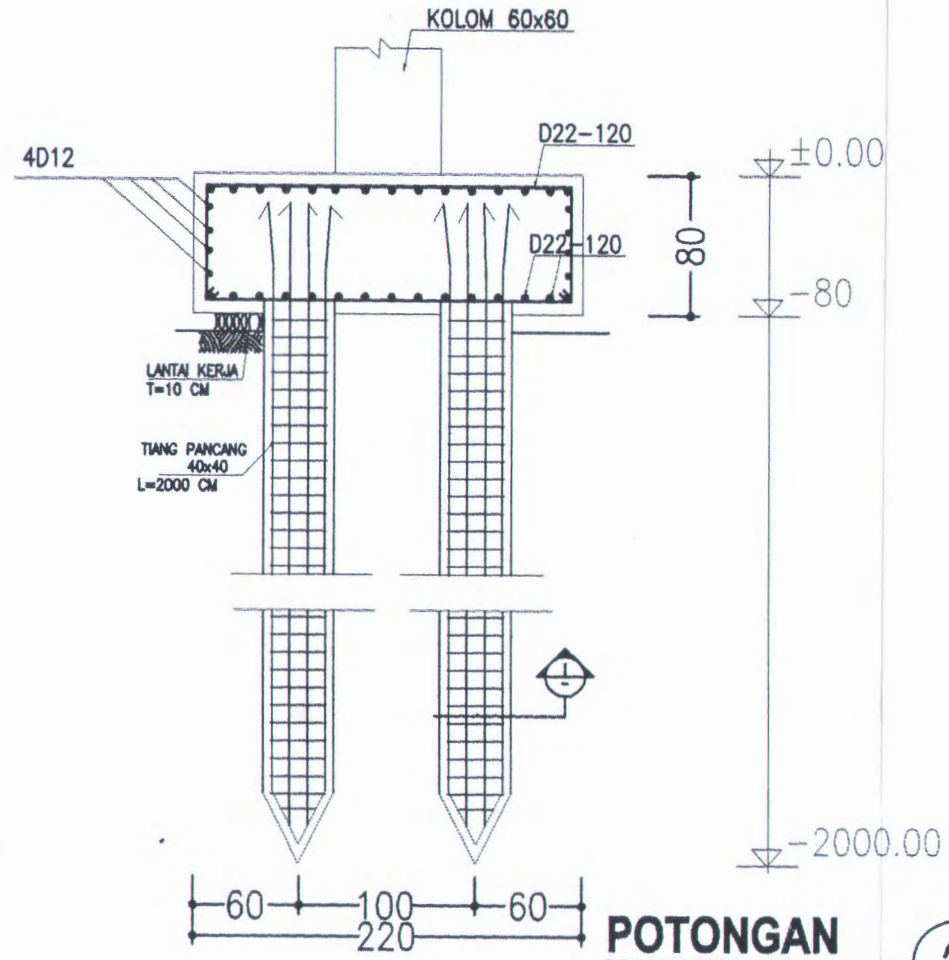
Catatan		
 <p>PROGRAM SARJANA EKSTENSI LINTAS JALUR JURUSAN TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA 2007</p>		
Judul Proyek: Atap		
MODIFIKASI STRUKTUR GEDUNG MEBATUS II DENGAN SISTEM RANGKA PEMULIH MOMEN KHUSUS (SRPMK)		
Nama Gambar	Skala	
- DETAIL PENULANGAN BALOK	1 : 200	
Disain Penerimaan		
Ir. SADJI		
Mata kuliah		
PUNGKY YULIANSYAH Y. (3104 109 526)		
Kode gambar	Ns. Lembar	Jumlah lembar
STR	11	14




 <p>ITS Institut Teknologi Sepuluh Nopember</p>		
<p>PROGRAM SARJANA EKSTENSI LINTAS JALUR JURUSAN TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA 2007</p>		
<p>Judul Proyek Akhir</p>		
<p>MODIFIKASI STRUKTUR GEDUNG MERATUS II DENGAN SISTEM RANGKA PEMBULI MOMEN KRUSUS (SRPK)</p>		
<p>Nama Gambar</p>		<p>Skala</p>
<p>- DENAH PONDASI</p>		<p>1 : 400</p>
<p>Dosen Pembimbing</p>		
<p>Ir. SADJI</p>		
<p>Mahasiswa</p>		
<p>PUNGKY YULIANSYAH Y. (3104 109 526)</p>		
<p>Kode gambar</p>	<p>No. Lembar</p>	<p>Jumlah lembar</p>
<p>STR</p>	<p>12</p>	<p>14</p>

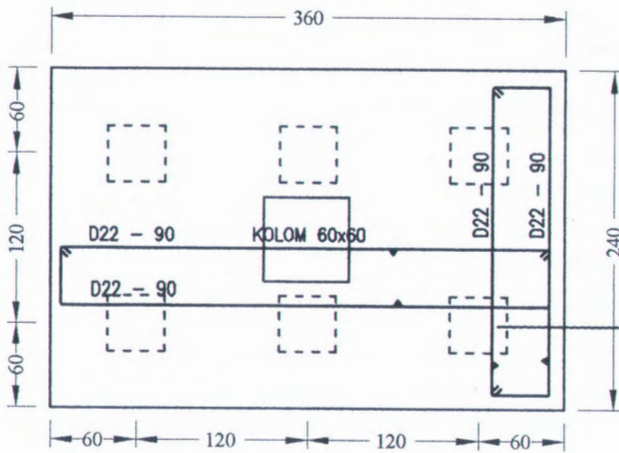


PILECAP TYPE A
1:50

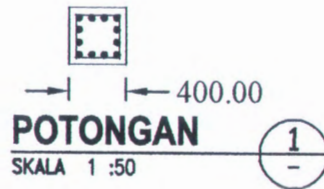


POTONGAN
SKALA 1 :50

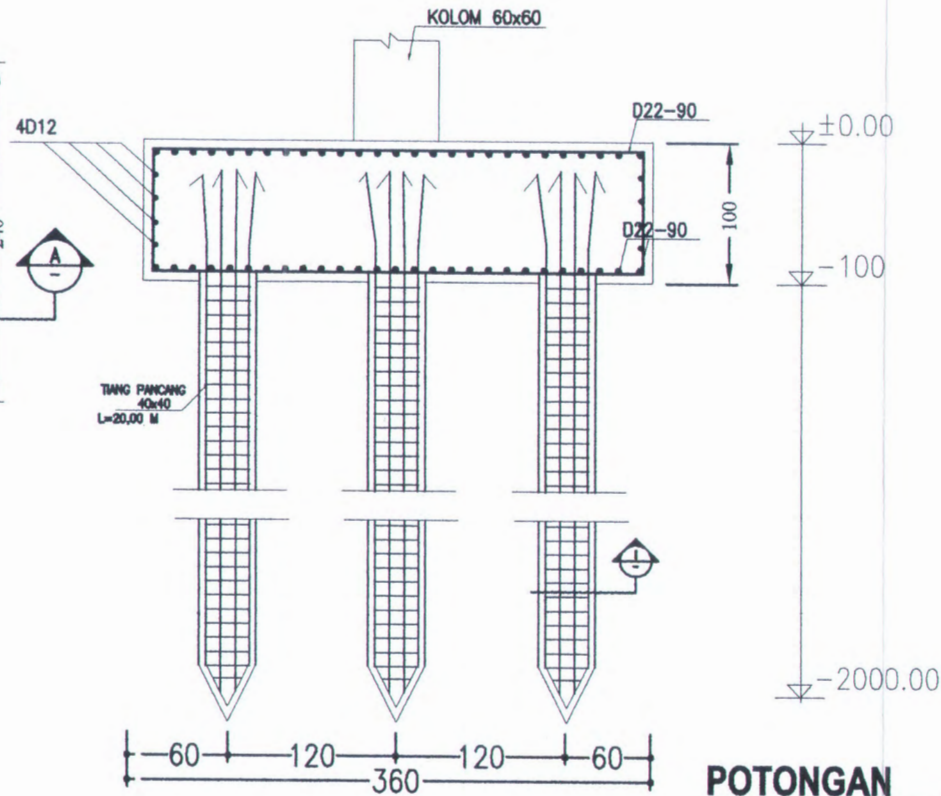
Catatan		
 PROGRAM SARJANA EKSTENSI LINTAS JALUR JURUSAN TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA 2007		
Judul Proyek Akhir		
MODIFIKASI STRUKTUR GEDUNG MERATUS II DENGAN SISTEM RANGKA PEREKAL MOMEN KAKUS (SRPK)		
Nama Gambar		Skala
- DETAIL PONDASI A		1 : 200
Disain Pembimbing		
Ir. SADJI		
Penyusun		
PUNGKY YULIANSYAH Y. (3104 109 528)		
No. gambar	No. Lembar	Jumlah lembar
STR	13	14




PILECAP TYPE B
1:50

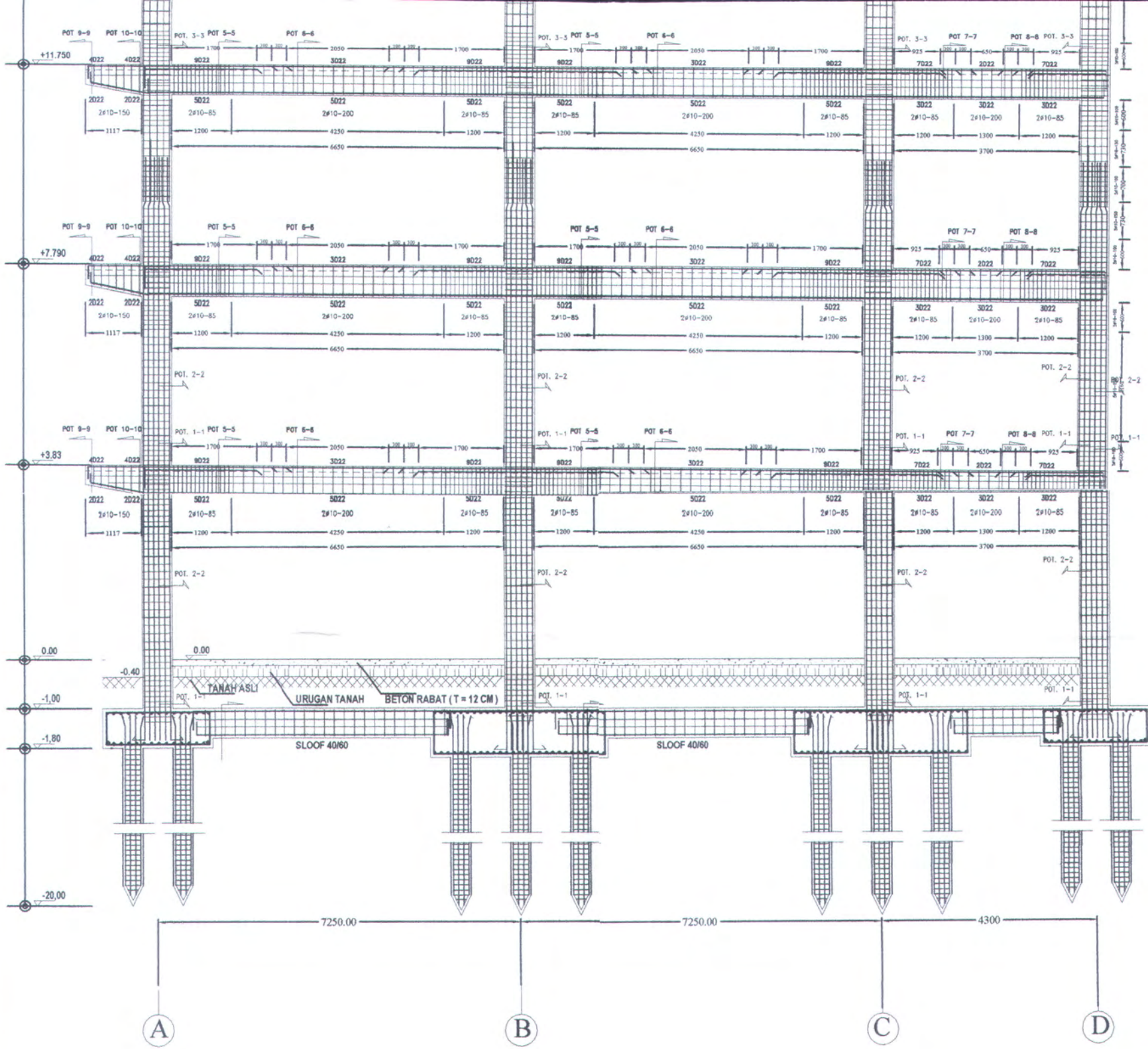


POTONGAN
SKALA 1 :50



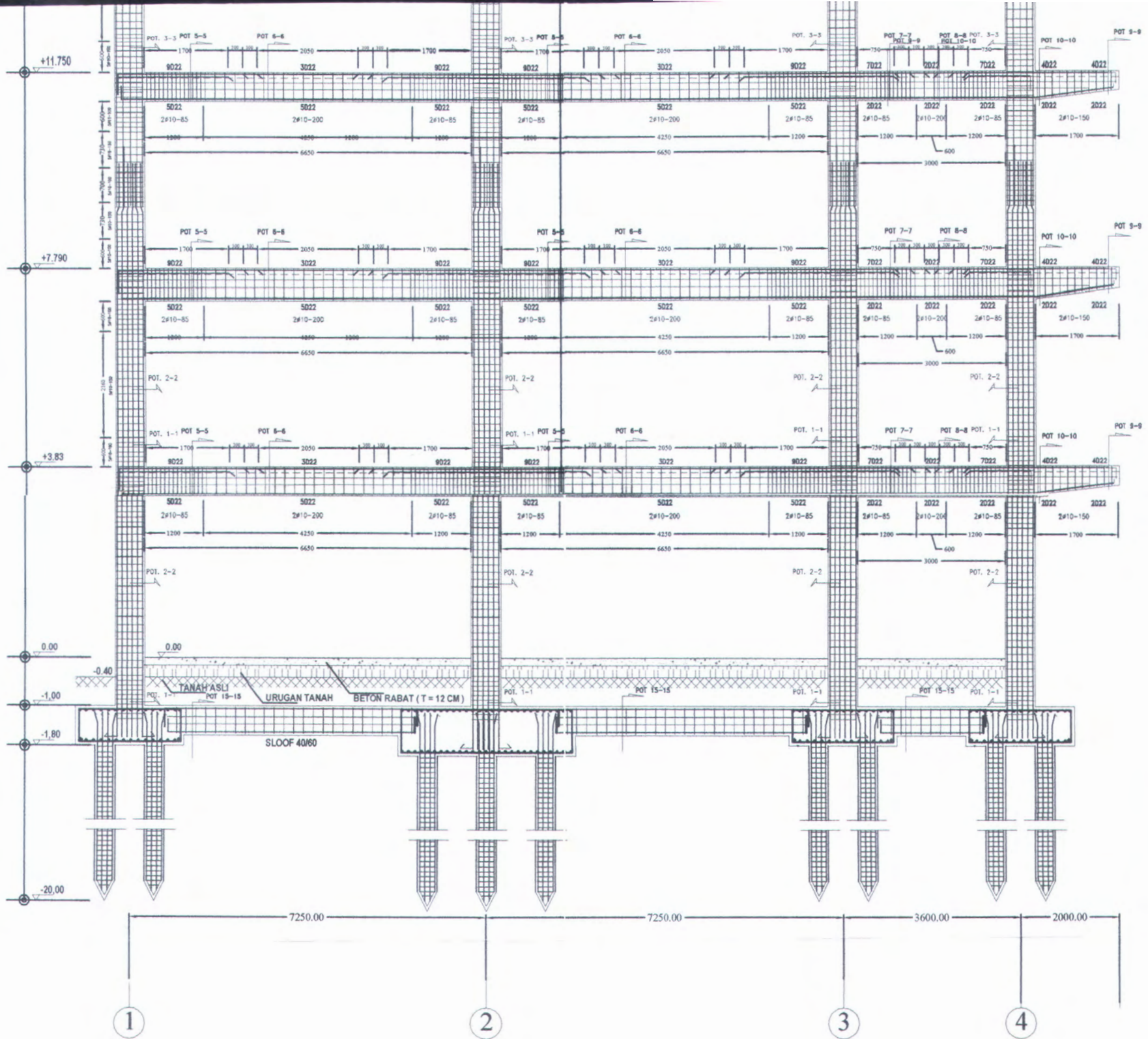
POTONGAN
SKALA 1 :50

 <p>PROGRAM SARJANA EKSTENSI LINTAS JALUR JURUSAN TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA 2007</p>		
<p>Judul Proyek Akhir</p> <p>MODIFIKASI STRUKTUR GEDUNG MERATUS II DENGAN SISTEM RANGKA PERKUL MOMEN KHUSUS (SRPKK)</p>		
<p>Nama Gambar</p> <p>- DETAIL PONDASI B</p>		<p>Skala</p> <p>1 : 300</p>
<p>Dosen Pembimbing</p> <p>Ir. SADJI</p>		
<p>Mahasiswa</p> <p>PUNGKY YULIANSYAH Y. (3104 109 526)</p>		
<p>Kode gambar</p> <p>STR</p>	<p>No. Lembar</p> <p>14</p>	<p>Jumlah lembar</p> <p>14</p>

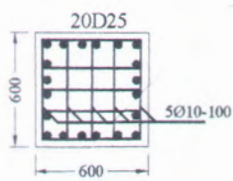


	Skala	Dosen Pembimbing	Kode gambar	No. Lembar	Jumlah lembar
PROGRAM SARJANA EKSTENSI LINTAS JALUR JURUSAN TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA 2007	1 : 100	Ir. SADJI	STR	15	16
Judul Proyek Akhir	Nama Gambar	Mahasiswa	Catatan		
MODIFIKASI STRUKTUR GEDUNG MERATUS II DENGAN SISTEM RANGKA PEMIKUL MOMEN KHUSUS (SRPMK)	PENULANGAN PORTAL MEMANJANG (AS - 1)	PUNGY YULIANSYAH Y. (3104 109 526)			



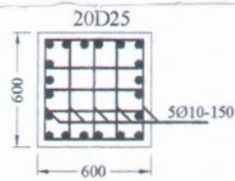


	Skala	Dosen Pembimbing	Kode gambar	No. Lembar	Jumlah lembar
PROGRAM SARJANA EKSTENSI LINTAS JALUR JURUSAN TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA 2007	1 : 100	Ir. SADJI	STR	16	16
Judul Proyek Akhir	Nama Gambar	Mahasiswa	Catatan		
MODIFIKASI STRUKTUR GEDUNG MERATUS II DENGAN SISTEM RANGKA PEMIKUL MOMEN KHUSUS (SRPMK)	PENULANGAN PORTAL MELINTANG (AS - D)	PUNGKY YULIANSYAH Y. (3104 109 526)			

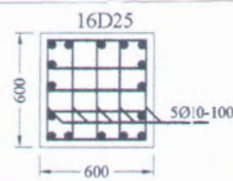


POT. 1-1

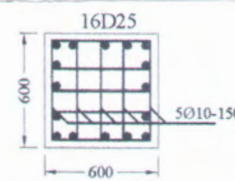
SKALA 1 : 40



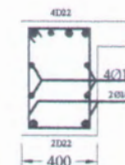
POT. 2-2



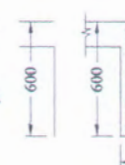
POT. 3-3



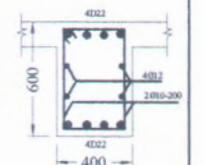
POT. 4-4



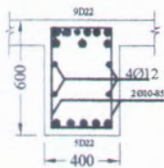
POT. 13-13



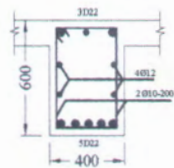
POT. 14-14



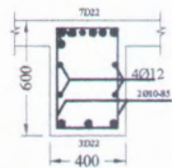
POT. 15-15



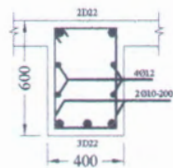
POT. 5-5



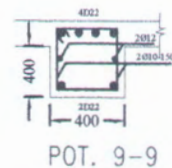
POT. 6-6



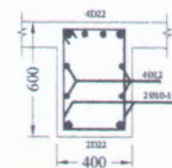
POT. 7-7



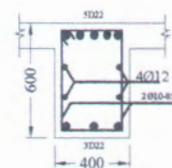
POT. 8-8



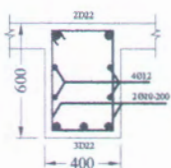
POT. 9-9



POT. 10-10



POT. 11-11



POT. 12-12





Penulis dilahirkan di Surabaya, 04 Juli 1982, merupakan anak pertama dari 2 bersaudara. Penulis telah menempuh pendidikan formal yaitu TK KAPHOTA PUTRA Surabaya, SDN PUTRA WIJAYA Surabaya, SLTP Hang Tuah I Surabaya dan SMU DAPENA 1 Surabaya. Setelah lulus dari SMU tahun 2000, penulis diterima di Jurusan D3 Teknik Sipil Bangunan Gedung FTSP-ITS pada tahun 2000 dan terdaftar dengan

NRP 3100032049. Jurusan D3 Teknik Sipil FTSP-ITS ditempuh selama 3,5 tahun dan lulus pada tahun 2004. Penulis sempat bekerja di beberapa perusahaan kontraktor di Surabaya sehingga saat ini dan melanjutkan studinya di Jurusan S1 Teknik Sipil FTSP-ITS pada bulan Agustus 2004 dan terdaftar dengan NRP 3104109526. Di Jurusan S1 Teknik Sipil ini Penulis mengambil judul Tugas Akhir di bidang konstruksi bangunan gedung bertingkat tahan gempa.