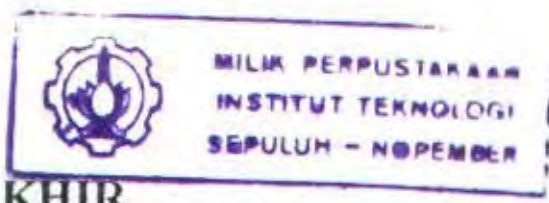


20.252 TTR/H/04



# TUGAS AKHIR

## MODIFIKASI DAN PERENCANAAN GEDUNG PERKANTORAN PEMERINTAH DAERAH DENGAN SISTEM PRACETAK

OLEH :  
**MUCHAMMAD ALI AFANDI**  
 3199.100.039

RSS  
 690.523  
 Afa  
 m-1  
 -----  
 2004



PERPUSTAKAAN ITS	
Tgl. Terima	19-2-2004
Terima Dari	H
No. Agenda Prp.	219500

PROGRAM SARJANA ( S-1 )  
 JURUSAN TEKNIK SIPIL  
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
 INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
 SURABAYA  
 2004

# TUGAS AKHIR

## MODIFIKASI DAN PERENCANAAN GEDUNG PERKANTORAN PEMERINTAH DAERAH DENGAN SISTEM PRACETAK

Surabaya, Januari 2004  
MENGETAHUI / MENSETUJUI

DOSEN PEMBIMBING



Prof. Ir. PRIYO SUPROBO, MS. PhD.

NIP. 131.415.622

PROGRAM SARJANA ( S-1 )  
JURUSAN TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
SURABAYA  
2004

---

# MODIFIKASI DAN PERENCANAAN GEDUNG PERKANTORAN PEMERINTAH DAERAH DENGAN SISTEM PRACETAK

Di Susun Oleh :  
Muchammad Ali Afandi  
3199.100.055

Dosen Pembimbing :  
Prof. Ir. Priyo Suprobo, MS, Ph.D

## ABSTRAK

Saat ini, banyak kita jumpai pembangunan gedung-gedung tingkat tinggi terutama di kota-kota besar seperti kota Jakarta dan Surabaya. Pembangunan ini, selain untuk mewujudkan program pembangunan kota, juga disebabkan adanya ketidakseimbangan antara ketersediaan lahan dengan banyaknya fasilitas-fasilitas yang diperlukan oleh sebuah kota. Dalam pembangunan suatu gedung, biasanya sistem yang dipakai adalah sistem beton konvensional dimana pengerjaan dari sistem tersebut segalanya dilakukan di lapangan. Dengan semakin berkembangnya teknologi terutama di bidang konstruksi, maka dibuatlah sistem beton pracetak yang bertujuan untuk memudahkan pekerjaan di lapangan dan untuk mendapatkan hasil yang lebih akurat karena elemen-elemen gedung berupa beton sudah dicetak terlebih dahulu di pabrik atau di lapangan (sebelum terpasang di posisi dimana komponen struktur itu berada) dengan perhitungan yang matang. Dalam perencanaan kali ini, penulis melaksanakan sistem pracetak pada balok, pelat dan tangga. Perhitungan didasarkan pada peraturan beton bertulang dengan memperhatikan kondisi bangunan dan lokasi bangunan sehingga bangunan mampu memikul beban kerja baik beban gravitasi ataupun beban lateral. Dari hasil perhitungan, didapat ukuran pelat pracetak dengan tebal 8 cm ditambah dengan topping 5 cm. Dimensi Balok Induk 55/85, 45/70 dan dimensi balok anak 40/60 dengan ukuran kolom 90 x 90. Sambungan yang digunakan adalah sambungan basah dengan memperhatikan kekuatan sambungan sehingga konsep monolit dapat tercapai. Untuk pondasi digunakan tiang pancang diameter 50 cm

Kata kunci : beton pracetak, cor ditempat, sambungan



---

## KATA PENGANTAR

Dengan mengucapkan rasa syukur Kehadirat Allah SWT, atas segala rahmat dan hidayat yang telah dilimpahkan-Nya kepada kami sebagai penulis sehingga kami dapat menyusun dan menyelesaikan tugas akhir ini tanpa hambatan yang berarti.

Adapun penulisan tugas akhir ini dengan judul "MODIFIKASI DAN PERENCANAAN GEDUNG PERKANTORAN PEMERINTAH DAERAH DENGAN SISTEM PRACETAK" ini bertujuan untuk memberikan metode alternatif dalam perencanaan dengan metode pracetak, dimana metode pracetak sangat menjanjikan untuk diterapkan dalam industri konstruksi dimasa mendatang, karena sistem pracetak mempunyai banyak keuntungan sehingga dapat menjadi alternatif pilihan untuk meningkatkan ketepatan dan kecepatan waktu konstruksi dan pelaksanaan konstruksi yang efektif dan efisien.

Pada kesempatan ini kami juga ingin mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Bapak Prof. Ir. Priyo Suprobo, MS, PhD selaku pembimbing Tugas Akhir.
2. Bapak Prof. Ir. Indrasurya B. Mochtar, MSc, PhD selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.
3. Bapak Ir. Kurdian S, MS selaku dosen wali.
4. Bapak Moch. Konik dan Ibu Lilik Hanik yang selama ini memberikan dorongan semangat dan dukungan do'a.
5. Adikku Hanik Khikmawati, M. Bagus Abadi, M Nur Alamsyah yang selalu menemaniku.
6. Bapak Rudi yang telah memberikan informasi dan bantuannya hingga terselesaikannya Tugas Akhir ini.
7. Adik Erlin Ferida Kusnawati yang memberikan masukan dan dorongan semangat dan selalu menemani sehingga penulis dapat melangkah menuju sesuatu yang lebih baik.
8. CECC beserta crew yang selama ini memberikan dukungan yang terbaik baik itu semangat ataupun fasilitas.
9. Teman-teman dan semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.



---

## DAFTAR ISI

Abstrak

Kata Pengantar

Daftar Isi

<b>BAB I</b>	<b>PENDAHULUAN</b> .....	1
	1.1. Latar Belakang .....	1
	1.2. Maksud dan Tujuan .....	2
	1.3. Lingkup Permasalahan .....	2
	1.4. Batasan Masalah .....	2
	1.5. Metode Perencanaan .....	3
	1.6. Metode Analisa Struktur .....	4
<b>BAB II</b>	<b>TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	5
	2.1. Perkembangan Precetak .....	5
	2.2. Keuntungan Pracetak .....	6
	2.3. Tata Cara Perencanaan .....	7
	2.4. Perelatan .....	9
	2.5. Siklus Pemasangan .....	9
	2.6. Tenaga Kerja .....	9
	2.7. Tipe Elemen Pracetak .....	9
	2.8. Sambungan ( <i>Connection Method</i> ) .....	10
<b>BAB III</b>	<b>KONSEP PERENCANAAN</b> .....	15
	3.1. Data Perencanaan .....	15
	3.1.1. Data Bangunan .....	15
	3.1.2. Data Tanah .....	15
	3.2. Standard an Referensi .....	15
	3.3. Mutu Bahan .....	16

3.4. Prmrbrbanan Struktur .....	16
3.4.1. Jenis Pēmbebanan .....	16
3.4.2. Kombinasi Pēmbebanan .....	17
3.5. Asumsi dan Analisa .....	18
<b>BAB IV PERENCANAAN STRUKTUR SEKUNDER .....</b>	<b>19</b>
4.1. Perencanaan Pelat Pracetak .....	19
4.1.1. Data-data Perencanaan Pelat .....	19
4.1.2. Pēmbebanan Struktur Pelat .....	19
4.1.3. Kombinasi Pēmbebanan .....	21
4.1.4. Tahapan Perhitungan Pelat Pracetak .....	21
4.1.5. Contoh Perhitungan Penulangan Pelat Pracetak .....	31
4.1.5.1. Penulangan Setelah Komposit .....	32
4.1.5.2. Penulangan Sebelum Komposit .....	35
4.1.5.3. Perhitungan Tulangan Angkat Pelat .....	36
4.1.5.4. Kontrol Tegangan Akibat Pengangkatan .....	38
4.1.5.5. Panjang Penyaluran Tulangan Pelat .....	44
4.1.5.6. Penulangan Stud Pelat Lantai .....	44
4.1.5.7. Kontrol Penumpukan Pelat .....	45
4.2. Perencanaan Tangga .....	48
4.2.1. Data Perencanaan .....	48
4.2.2. Perhitungan Pelat Tangga .....	48
4.2.3. Perhitungan Pēmbebanan dan Analisa Struktur .....	51
4.2.4. Perhitungan Penulangan Tangga .....	52
4.2.5. Perhitungan Balok Penumpu Tangga .....	53
4.2.6. Tegangan Beton Akibat Pengangkatan Tangga .....	58
4.2.7. Perhitungan Tulangan Pada Titik Angkat .....	60
4.3. Perencanaan Balok Anak .....	62
4.3.1. Data Perencanaan .....	62
4.3.2. Pēmbebanan Balok Anak .....	62
4.3.2.1. Tipe Pēmbebanan .....	62
4.3.2.2. Pola Pēmbebanan Balok .....	66



4.3.2.3. Perhitungan Pembebanan Balok Anak .....	66
4.3.3. Perhitungan Gaya Dalam Pada Balok Anak .....	68
4.3.4. Perhitungan Penulangan pada Balok Anak .....	68
4.3.5. Kontrol Tegangan Beton Akibat Pengangkatan .....	80
4.3.6. Perhitungan Tulangan Angkat Balok .....	82
4.3.7. Lendutan .....	83
<b>BAB V</b> <b>DESAIN STRUKTUR UTAMA</b> .....	<b>84</b>
5.1. Analisa Struktur Utama .....	84
5.1.1. Umum .....	84
5.1.2. Premodelan Struktur .....	84
5.1.3. Data Perencanaan .....	84
5.1.4. Perhitungan Pembebanan Vertical .....	85
5.1.5. Perhitungan Beban Lateral Akibat Beban Gempa .....	92
5.1.5.1. Perhitungan Berat Total bangunan .....	92
5.1.5.2. Perhitungan Gaya Geser Dasar .....	95
5.1.5.3. Penyebaran Gaya Geser Secara Vertical .....	96
5.1.6. Perhitungan Beban Lateral Akibat Beban Angin .....	97
5.1.7. Perhitungan Gaya Dalam .....	98
5.1.8. Kontrol Periode (T) .....	99
5.1.9. Kontrol Drift Tingkat .....	101
5.1.10. Kontrol Pengaruh $P\Delta$ Effect .....	102
5.2. Penulangan Struktur Utama .....	103
5.2.1. Penulangan Balok Induk .....	103
5.2.1.1. Penulangan Lentur Balok Induk .....	104
5.2.1.2. Penulangan Geser dan Torsi .....	108
5.2.1.3. Penulangan Stud Balok Induk .....	116
5.2.1.4. Redistribuis Momen .....	119
5.2.1.5. Kontrol Tegangan Beton Akibat Pengangkatan .....	121
5.2.1.6. Perhitungan Tulangan Angkat Balok .....	124
5.2.2. Penulangan Kolom .....	126
5.2.2.1. Umum .....	126

7.3.1. Kekuatan dan Dimensi Tiang Pancang .....	161
7.3.2. Tahapan Perencanaan .....	162
7.4. Daya Dukung Tanah .....	162
7.4.1. Daya Dukung Tiang Tunggal .....	162
7.4.2. Daya Dukung Tiang Kelompok .....	164
7.4.3. Repartisi Beban-Beban Diatas Tiang Kelompok .....	165
7.5. Perhitungan Tiang Pancang .....	166
7.5.1. Daya Dukung Tiang Pancang Tunggal .....	166
7.5.2. Daya Dukung Tiang Kelompok .....	167
7.5.3. Kontrol Kekuatan Tiang Pondasi Terhadap Gaya Lateral	169
7.5.4. Perhitungan Poer .....	172
7.5.4.1. Data-Data Perancangan Poer .....	172
7.5.4.2. Kontrol Geser Ponds .....	173
7.5.4.3. Penulangan Poer .....	174
7.5.5. Perencanaan Sloof .....	176
7.5.5.1. Dimensi Sloof .....	177
7.5.5.2. Penulangan Sloof .....	177

## **BAB VIII PELAKSANAAN**

8.1. Umum .....	180
8.2. Tahapan Pelaksanaan .....	181

## **LAMPIRAN**

Hasil Input Analisa Struktur  
 Hasil Output Analisa Struktur  
 Tabel Penulangan Balok Induk  
 Hasil Analisa Kolom (PCACOL)  
 Tabel Daya Dukung Tiang Pancang  
 Hasil Analisa Sloof (PCACOL)  
 Gambar



## BAB I PENDAHULUAN

### 1.1. LATAR BELAKANG

Perkembangan industri konstruksi dewasa ini sangat menarik untuk diamati. Berbagai metode konstruksi bermunculan guna mendapatkan hasil yang maksimal baik dalam kecepatan waktu konstruksi serta pelaksanaan konstruksi yang efektif dan efisien. Karena semakin cepatnya waktu pelaksanaan konstruksi, maka banyak didapat penghematan dari segi waktu dan biaya. Sehingga investasi yang telah ditanamkan akan lebih menguntungkan dan lebih bermanfaat.

Dalam tugas akhir ini penulis memakai gedung pemerintah daerah sebagai obyek. Gedung ini difungsikan sebagai perkantoran sehingga memiliki denah lantai yang tipikal, bentuknya relatif sederhana, konfigurasi kolom teratur, serta terletak pada gempa zone 2 (UBC 1997).

Mengingat tujuan penghematan dari segi waktu dan biaya, serta melihat kondisi gedung tersebut, alternatif metode pracetak sangat tepat. Karena komponen gedung yang tipenya sama jumlahnya banyak, dengan menggunakan metode pracetak pada akhirnya akan dapat memperkecil biaya produksi. Disamping itu dari segi mutu produk dan pelaksanaan juga mempunyai keuntungan, diantaranya adalah kualitas yang dihasilkan baik berupa ukuran dimensi material yang lebih akurat maupun kekuatan yang direncanakan, kecepatan dalam pelaksanaan, penghematan tenaga kerja dan lain sebagainya. Material pracetak selain dibuat di pabrik, dalam keadaan tertentu dapat pula dibuat di lapangan.

Dengan perkembangan ilmu komputer, maka konstruksi beton pracetak sangat menjanjikan untuk diterapkan dimasa mendatang. Sistem pracetak merupakan alternatif yang dapat dipilih untuk digunakan pada pembangunan konstruksi dengan waktu yang relatif singkat dengan biaya yang seminimal mungkin.

## 1.2. MAKSUD DAN TUJUAN

Perencanaan struktur gedung perkantoran pemerintah daerah dengan metode pracetak bertujuan untuk memberi alternatif perencanaan struktur dengan metode pracetak. Dengan perencanaan ini akan didapatkan suatu desain struktur yang rasional dengan memenuhi syarat-syarat keamanan struktur berdasarkan peraturan yang berlaku sehingga didapatkan struktur gedung yang cukup kaku pada daerah zone gempa 2. Kemudian hasil perhitungan tersebut dituangkan ke dalam gambar-gambar struktur.

## 1.3. LINGKUP PERMASALAHAN

Dengan menggunakan metode pracetak penulis bisa mendapatkan dimensi struktur yang cukup optimum dan sambungan yang tepat sehingga didapatkan struktur gedung yang monolit dan dapat menahan gaya lateral yang membebani struktur. Dengan pertimbangan bahwa struktur tersebut dapat dan mudah dilaksanakan dalam praktek yang sebenarnya.

Adapun perencanaan struktur meliputi :

1. Perencanaan struktur sekunder meliputi pelat, tangga, dan balok anak.
2. Perencanaan struktur utama meliputi kolom dan balok utama.
3. Perencanaan sambungan antar komponen pracetak
4. Perencanaan struktur bawah meliputi poer dan pondasi dalam.

## 1.4. BATASAN MASALAH

Batasan masalah perencanaan struktur pada tugas akhir ini adalah :

KOMPONEN	METODE
Kolom	cor ditempat
Balok	Pracetak
Pelat	Pracetak
Over topping	cor ditempat
Tangga	Pracetak



# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

*Cipta Karya*  
1977-1980

Dalam perencanaan gedung bertingkat dengan metode pracetak, sesungguhnya banyak hal yang secara teknis harus dipertimbangkan. Pada tugas akhir ini karena keterbatasan waktu, permasalahan dibatasi :

1. Perencanaan balok, pelat dan tangga hanya menggunakan metode pracetak biasa (non prestress).
2. Tidak melakukan analisa biaya pada pelaksanaan konstruksi.
3. Tidak meninjau kecepatan konstruksi.
4. Tidak ditinjau masalah perubahan volume akibat perubahan temperatur, creep, shrinkage oleh beton karena keterbatasan data.

## 1.5. METODE PERENCANAAN

Diawali dengan desain awal, metode perencanaan dilanjutkan dengan tahapan sebagai berikut:

1. Penetapan metode perencanaan struktur.
2. Penetapan pembebanan berdasarkan PPIUG 1983.
3. Desain awal menentukan dimensi elemen struktur dengan memperhatikan kemudahan dalam pelaksanaan.
4. Kontrol tegangan elemen pracetak saat *handling* dan *erection*
5. Permodelan struktur
  - Saat pemasangan balok dimodelkan sebagai balok sederhana diatas dua tumpuan, pada akhir konstruksi (setelah diberi topping) dimodelkan sebagai balok menerus.
  - Pelat lantai dimodelkan sebagai diafragma kaku yang berfungsi untuk mendistribusikan gaya gempa yang terjadi pada unsur penahan beban berupa frame balok dan kolom.
  - Tangga mempunyai tumpuan rol pada balok bordes dan sendi pada balok lantai.
5. Analisa struktur dan perhitungan gaya-gaya dalam.
6. Menentukan sistem sambungan yang tepat agar dapat berperilaku monolit dan mampu menahan gaya lateral.
7. Perhitungan gaya-gaya yang terjadi pada pondasi dan selanjutnya mendesain dimensi pondasi.



## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1. PERKEMBANGAN PRACETAK

Apabila dilihat dari sejarahnya, sistem pracetak sudah ada sejak jaman dahulu. Bangunan yang merupakan keajaiban dunia seperti piramida di Mesir dan Candi Borobudur di Indonesia dibangun dengan metode konstruksi pracetak. Bangunan-bangunan tersebut telah terbukti bertahan terhadap ganasnya cuaca, gemuruhnya angin dan guncangan gempa dalam kurun waktu berabad – abad. Jika dilihat dari sejarah tersebut, beton pracetak semestinya bukan merupakan hal yang baru lagi bagi dunia konstruksi. Didalam kehidupan keseharian, sering kita jumpai sistem struktur pracetak yaitu struktur bangunan kayu dan baja. Tetapi di dalam kesempatan ini yang akan dibahas adalah sistem struktur pracetak yang terbuat dari beton, karena material beton harganya lebih murah dibanding harga material baja, mudah pengerjaannya, tahan lama, dan lebih populer di Indonesia.

Perkembangan beton pracetak dimulai dari negara Eropa daratan, kemudian berkembang ke Selandia Baru, Amerika, Jepang dan negara-negara lainnya, termasuk Indonesia. Di Selandia Baru, sistem beton pracetak berkembang sejak tahun 1960-an dan mengalami pertumbuhan pesat dalam tahun 1980-an, yang terkenal dengan sistem pracetak rangka perimetral-nya.

Sebelum tahun 1980-an, sistem perencanaan pracetak di Amerika dan Jepang dilakukan dengan sangat konservatif, dimana sistem sambungannya direncanakan setegar dan sekaku mungkin, sehingga menghasilkan perencanaan dengan dimensi besar yang tentu saja mahal. Kemudian, kedua negara tersebut melakukan kerjasama penelitian intensif sejak tahun 1991 dengan Program PRESS-nya (Precast Seismic Structural System). Program tersebut diharapkan dapat memberikan masukan tentang tata cara perencanaan sistem pracetak di daerah gempa kuat, termasuk rekomendasi teknik sambungan yang teruji ketegarannya.



Perkembangan sistem pracetak di Indonesia dimulai dengan pembuatan komponen-komponen beton pracetak, dan kemudian baru dikembangkan untuk sistem pracetak bangunan penuh. Sejak tahun 1980-an, sudah banyak perusahaan pembuat beton pracetak yang memproduksi komponen beton pracetak, antara lain : tiang pancang beton, tiang listrik beton, bantalan kereta api, balok jembatan dan lain-lain. Tidak hanya sebatas pada bangunan gedung saja, tetapi beton pracetak telah digunakan pada bangunan sipil lainnya. Pelabuhan mempunyai komponen pracetak mulai dari tiang pancang, balok dan pelat.

## 2.2. KEUNTUNGAN PRACETAK

### 1. *Kontrol Kualitas*

Dengan didukung prasarana produksi berteknologi tinggi, seperti pemakaian mesin, cetakan baja dan pemakaian beton mutu tinggi, akan diperoleh hasil produksi yang lebih baik. Biasanya komponen beton pracetak diproduksi dipabrik dengan kontrol kualitas yang lebih baik dari pada cor setempat, sehingga akan diperoleh hasil produksi dengan presisi dimensi tinggi (ketepatan ukuran), ketepatan mutu, dan tercapainya ketepatan jadwal produksi.

### 2. *Menghemat Lahan*

Penggunaan beton pracetak dapat menghemat lahan konstruksi. Pada tahun 2001, 50% dari penduduk di dunia yang jumlahnya 6 milyar tinggal di kota-kota besar, dan diperkirakan pada tahun 2050 akan mencapai 67%. Dengan tingginya nilai tanah di kota-kota besar mengakibatkan lahan konstruksi menjadi sangat berarti. Kontraktor akan berpikir jauh untuk menghemat pemakaian lahan. Dengan menggunakan metode konstruksi beton pracetak maka komponen struktur akan dibuat di pabrik, dan baru kemudian diangkut ke site. Dengan produksi yang terprogram dan pengaturan waktu pengiriman maka kebutuhan lahan untuk stok material dilapangan bisa lebih sedikit.

### 3. *Mempermudah dan Mempercepat Waktu Pelaksanaan*

Untuk bangunan yang dibuat secara massal atau bangunan yang komponen strukturalnya tipikal, maka pelaksanaannya akan lebih mudah dan cepat apabila dibangun dengan metode konstruksi pracetak. Lebih jauh lagi, untuk bentuk-bentuk komponen struktur yang rumit, pelaksanaannya akan lebih mudah dengan



sistem pracetak daripada dengan cor setempat, baru kemudian dipasang sesuai dengan posisinya. Dalam dunia industri konstruksi, percepatan waktu konstruksi dapat berarti penghematan biaya konstruksi. Penggunaan beton pracetak dapat mempercepat waktu konstruksi.

#### 4. *Keuntungan Ekonomis*

Penggunaan beton pracetak memberikan peluang penghematan biaya konstruksi. Perbedaan pendapat mengenai penggunaan perancah dalam rangka penghematan biaya menjadi bahan perdebatan analisa biaya yang menarik. Disatu pihak berpendapat bahwa penggunaan beton pracetak dapat menghemat biaya perancah atau bahkan menghapus biaya perancah, tetapi dipihak lain penggunaan perancah dapat menghemat material beton dan tulangan. Menurut pengalaman, penggunaan balok dan pelat pracetak dapat menghemat perancah, khususnya untuk bentang pendek dan menengah. Tetapi, sebaliknya penggunaan perancah dapat memperkecil dimensi komponen pracetaknya, dalam arti membantu komponen tersebut dalam memikul beban kerja pada saat aksi komposit belum ada.

#### 5. *Ramah Lingkungan*

Keuntungan yang diperoleh tidak hanya dari segi ekonominya saja, tetapi ada pula keuntungan dari segi pelestarian lingkungan jangka panjang terhadap konservasi energi, sumber daya alam, maupun keseimbangan ekosistem. Komponen beton pracetak yang diproduksi massal biasanya dibuat di pabrik dengan menggunakan cetakan baja atau fiberglass, sehingga penggunaan bekisting kayu dapat dihindari. Selain itu, penggunaan beton pracetak dapat mengurangi polusi yang timbul pada masa konstruksi karena pada umumnya beton pracetak biasanya dibuat di pabrik yang berlokasi di luar kota. Kebisingan, debu, polusi udara dan gangguan lainnya yang biasanya timbul pada saat konstruksi dapat dikurangi.

### 2.3. TATA CARA PERENCANAAN

Seperti telah disebutkan diatas bahwa beton pracetak telah banyak digunakan karena keamanan konstruksi, durabilitas, keandalan, kualitas, dan biaya yang lebih murah. Tetapi implementasi di daerah gempa kuat masih sedikit. Hal



ini dikarenakan peraturan tata cara perencanaannya masih terbatas jika dibandingkan dengan peraturan desain untuk beton bertulang biasa (cor setempat). Terutama menyangkut masalah daktilitas sambungan antara komponen – komponen strukturnya, misalnya : sambungan antara balok dan kolomnya.

Didalam UBC1997 ada dua pendekatan didalam desain sistem struktur beton pracetak penahan gaya lateral terutama untuk zone gempa 3 dan 4 (Ghosh, S.K., et. Al, 1997). Pertama, *Emulation of Monolithic Reinforced Concrete Construction (EMRC)* yang diadopsi oleh hampir semua peraturan yang ada saat ini. Kedua, *Jointed Precast on Unique Properties (JPUP)* yang didominasi oleh sambungan kering. Sedangkan EMRC sendiri dibagi menjadi *monolithic connection (wet connection)* dan *strong connection (dry or wet)*. Penggunaan sambungan basah (*wet connection*) harus memenuhi semua kriteria beton bertulang monolit. Pada penggunaan *strong connection* harus dijamin adanya mekanisme kolom kuat balok lemah (*strong column weak beam*), dan disyaratkan daerah aksi nonlinear tidak boleh terjadi pada sambungan tetapi paling tidak sejarak  $d/2$ . Perlu disampaikan disini bahwa UBC 1997 tidak secara langsung menyaratkan sambungan daktil. Karena didalam ACI 318-99 tidak mencantumkan tata cara perencanaan sistem beton pracetak penahan gaya gempa, maka didalam ACI 318-02 telah dilakukan beberapa penyempurnaan, diantaranya provisi mengenai struktur rangka pemikul momen khusus (*special moment frame*) beton pracetak dan sistem dinding beton pracetak.

Untuk di Indonesia, Draft SNI 03-XXXX-2001, Tata Cara Perencanaan Struktur Beton Bertulang untuk Bangunan Gedung, belum mencantumkan tata cara desain untuk struktur beton pracetak di daerah gempa kuat. Hal ini dikarenakan SNI tersebut mengadopsi ACI 318-95. Peraturan yang berlaku saat ini, SNI T-15-1991-03, secara prinsip mencantumkan *escape clause*, yang mengharuskan dilakukan pengujian untuk membuktikan ketegaran suatu sistem yang setara dengan sistem monolit. Petunjuk mengenai tata cara pengujian dan persyaratannya tidak dibahas sama sekali dalam peraturan tersebut, sehingga tidak ada pedoman yang dapat dijadikan acuan. Diharapkan penelitian-penelitian yang dilakukan selama ini dapat dijadikan masukan bagi penyusunan tata cara perencanaan khusus untuk sistem pracetak di Indonesia.

## 2.4. PERALATAN

Dalam penggunaan elemen pracetak, yang perlu menjadi pertimbangan perencana adalah sebagai berikut :

1. Jumlah Tower Crane yang diperlukan dalam suatu proyek agar Tower Crane dapat difungsikan semaksimal mungkin.
2. Diameter perputaran Tower Crane.
3. Kapasitas angkat maksimal Tower Crane, terutama kapasitas angkat di ujung.
4. Peralatan pembantu serta jumlah kebutuhan guna mendukung siklus pemasangan pracetak seperti truk dan lain sebagainya.

## 2.5. SIKLUS PEMASANGAN

Secara garis besar, siklus pemasangan dari elemen-elemen pracetak dapat dijabarkan sebagai berikut :

1. Pengecoran elemen kolom
2. Pemasangan elemen balok (balok induk dan balok anak)
3. Pemasangan elemen tangga
4. Pemasangan elemen pelat
5. Pengecoran overtopping

## 2.6. TENAGA KERJA

Dalam penggunaan elemen pracetak, pemakaian tenaga kerja menjadi lebih sedikit dibanding dengan penggunaan sistem konvensional (cor ditempat). Justru yang patut menjadi perhatian dalam hal ini adalah koordinasi dari tenaga yang ada guna menjamin kelancaran pergerakan elemen pracetak di lapangan sampai pada pemasangan ke posisi terakhirnya dalam struktur.

## 2.7. TIPE ELEMEN PRACETAK

Pada Tugas Akhir ini elemen pracetak adalah pelat lantai, balok dan tangga. Pada elemen pelat lantai, setelah terpasang di lapangan ditambah dengan topping. Jenis – jenis elemen pracetak yang umum dipakai adalah :

1. *PELAT*



Untuk pelat pracetak ada 2 (dua) macam jenis yang umum dipakai yaitu :

a) Pelat pracetak berlubang (*Hollow Core Slab*)

Pelat pracetak dimana lebih tebal dan biasanya menggunakan kabel pratekan. Keuntungannya adalah lebih ringan, durabilitas tinggi dan ketahanan terhadap api sangat tinggi.

b) Pelat pracetak tanpa berlubang (*Non Hollow Core Slab*)

Pelat pracetak dimana ketebalan dari pelat lebih tipis dan keuntungannya tidak banyak makan tempat sewaktu penumpukan

## 2. BALOK

Untuk balok pracetak (*precast beam*) ada 2 (dua) macam jenis yang umum dipakai :

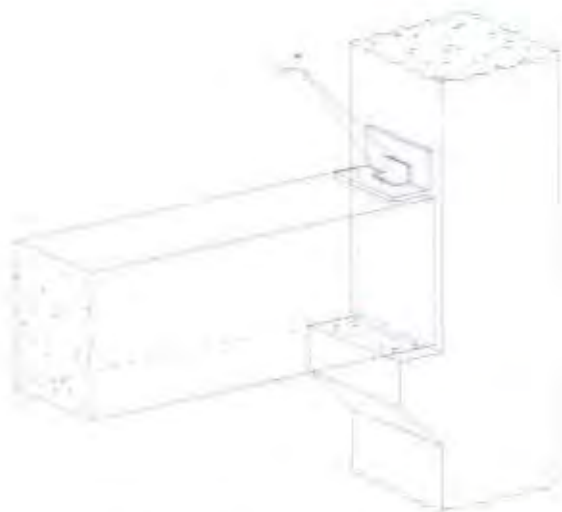
a) Balok berpenampang berbentuk persegi (*Rectangular Beam*)

Keuntungan dari jenis ini adalah sewaktu pabrikasi lebih mudah dengan bekisting yang lebih ekonomis dan tidak perlu memperhitungkan tulangan akibat cor sewaktu pelaksanaan.

b) Balok berpenampang bentuk U (*U-Shell Beam*)

### 2.8. SAMBUNGAN (*Connection Method*)

Letak permasalahan dalam beton pracetak adalah bahwa sistem strukturnya dianggap tidak monolit, karena adanya sambungan antara komponen-komponen pracetak dengan komponen non pracetak (balok-kolom) atau sambungan antar komponen pracetak (balok-pelat). Walaupun masih dibingungkan dengan peraturan mana yang akan dipakai, tetapi dari hasil penelitian beberapa tipe sambungan yang pernah dilakukan dapat memberikan keyakinan kepada para praktisi bahwa sambungan sistem pracetak dapat dipertanggung-jawabkan. Dibawah ini diberikan contoh-contoh sistem sambungan yang telah teruji. Sistem sambungan kolom-kolom dengan couplers yang terpasang didalamnya yang kemudian diinjeksi dari luar memberikan hasil bagus. Couplers berfungsi sebagai alat untuk menyambung tulangan. Hasil dari pengujian menunjukkan bahwa sistem sambungan ini, yang dibebani berulang 5 juta kali, mempunyai kekuatan dan daktilitas sama dengan kolom beton monolit (Yee, 2001).



*Gambar sambungan daktail dengan las*

Kelemahan dengan system menggunakan sambungan las pada balok-kolom adalah biaya relatif sangat besar dan pekerjaan lebih sulit karena memerlukan ketelitian dalam pengelasan.

### **3. Sambungan Daktail Mekanik**

French dan Friends (1989) mengembangkan sambungan yang mengguakan post-tension untuk menghubungkan antara balok dan kolom. Pada sambungan post-tension ini dirancang pelelehan terjadi pada daerah lokasi antara pertemuan balok-kolom.

Treaded coupler adalah tempat untuk sambungan pada ujung tulangan baja yang dimaksudkan pada alat tersebut. Dengan fasilitas yang tersedia pada alat tersebut sehingga ujung tulangan baja dapat dimasukkan pada lubang yang runcing. Pelaksanaan alat sambungan ini perlu sekali keterampilan dan keahlian khusus.

### **4. Sambungan Daktail dengan Sistem Baut**

Sistem frame beton pracetak baru-baru ini memberikan keuntungan dari penyatuan elemen beton pracetak yang terpisah-pisah dengan menggunakan daktail untuk menyambungny. Penyambungan daktail ini berisi sebuah





**BAB III**

**KONSEP PERENCANAAN**

**Cipta Karya**  
(021) 8041926

## BAB III

### KONSEP PERENCANAAN

#### 3.1 DATA PERENCANAAN

##### 3.1.1 Data bangunan

Gedung yang digunakan sebagai obyek pada tugas akhir ini adalah perkantoran dengan data-data sebagai berikut :

- Nama gedung : Gedung Perkantoran Pemerintah Daerah
- Lokasi : SURABAYA
- Fungsi bangunan : Perkantoran
- Tinggi gedung : 57 m
- Lebar gedung : 37.6 m
- Panjang gedung : 79.2 m
- Jumlah lantai : 13 lantai + atap
- Struktur : beton bertulang
- Zone gempa : 2

##### 3.1.2. Data tanah

Dari hasil penyelidikan tanah (terlampir) menunjukkan bahwa kondisi tanah dibawah gedung adalah lunak yang didominasi oleh lanau. Hal ini menyebabkan dibutuhkannya pondasi dalam (tiang panjang) dengan kedalaman yang cukup untuk memikul struktur gedung tersebut.

#### 3.2 STANDAR DAN REFERENSI

- 1) Departemen Pekerjaan Umum 1991, SKSNI T-15-1991-03. "Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung". Penerbit Yayasan LPMB, Bandung.
- 2) Departemen Pekerjaan Umum 1971. "Peraturan Beton Bertulang Indonesia N. 1.-2", Penerbit Direktorat Jenderal Cipta Karya, Bandung.
- 3) Departemen Pekerjaan Umum 1983, "Peraturan Pembebanan Indonesia untuk Gedung", Penerbit Direktorat Jenderal Cipta Karya, Bandung.



- 4) PCI 1988. "PCI Design Hand-Book Precast and Prestressed Concrete", PCI Commite, Chicago.
- 5) Herman Wahyudi 1993. "Daya Dukung Pondasi Dalam, Teknik Sipil ITS Surabaya.
- 6) Uniform Building Code 1997.

### 3.3 MUTU BAHAN

- Beton
 

Beton cor ditempat	K350	$f_c'$	=	29.18 MPa
Beton pada balok pracetak	K350	$f_c'$	=	29.18 MPa
Beton pada pelat lantai pracetak	K350	$f_c'$	=	29.18 Mpa
- Baja  $f_y$  = 370 Mpa

### 3.4 PEMBEBANAN STRUKTUR

#### 3.4.1 Jenis Pembebanan

Jenis pembebanan yang diperhitungkan dalam analisa struktur Gedung Pemerintah Daerah ini adalah :

##### 1. *Beban Mati*

- Mencakup semua beban yang disebabkan oleh berat sendiri struktur yang bersifat tetap dan bagian lain yang tidak terpisahkan dari gedung. Beban mati untuk gedung diatur dalam PPI 1983 Bab II.

##### 2. *Beban hidup*

- Mencakup semua beban yang terjadi akibat penghunian / penggunaan gedung sesuai PPI'83, termasuk barang-barang dalam ruangan yang tidak permanen.

Khusus pada atap, air hujan termasuk menjadi beban hidup (PPI pasal 1.2)

- Beban hidup untuk gedung diatur dalam PPI'83 Bab-3.

##### 3. *Beban angin*

- Mencakup semua beban yang bekerja pada gedung atau bagian gedung yang disebabkan oleh selisih tekanan udara (PPI'83 pasal 1.3)

- Beban angin untuk gedung diatur dalam PPI'83 Bab-4.

#### 4. Beban gempa

- Mencakup semua beban statik ekivalen yang bekerja pada gedung atau bagian gedung yang menirukan pengaruh dari gerakan tanah akibat gempa tersebut.

Dalam hal pengaruh gempa pada struktur gedung ditentukan berdasarkan suatu analisa static equivalen, maka yang diartikan dengan beban gempa disini adalah gaya-gaya didalam struktur tersebut yang terjadi oleh gerakan tanah akibat gempa tersebut (PPI 1983 pasal 1.4).

### 3.4.2 Kombinasi Pembebanan

Dalam perencanaan kali ini, penulis mendesain gedung pada zona gempa 2 UBC 1997. Oleh karena itu, untuk perencanaan gedung terhadap gempa, kombinasi pembebanan dan perhitungan gempa diambil dari UBC 1997. Sesuai ketentuan yang tercantum dalam SK SNI 1991, agar struktur dan komponen struktur memenuhi syarat dan kekuatan layak pakai terhadap bermacam-macam kombinasi pembebanan, maka harus dipenuhi ketentuan dari faktor beban sebagai berikut :

Adapun kombinasi pembebanan yang disyaratkan oleh UBC 1997 adalah :

- $U = 1.4D + 1.7L$
- $U = 0.75( 1.4D + 1.7L + 1.7W)$
- $U = 0.9D + 1.3W$
- $U = 0.75( 1.4D + 1.7L + 1.87E )$
- $U = 0.9D + 1.43E$

Untuk beban gempa (E) ditentukan sesuai dengan section 1630.1.1 yaitu:

- untuk kombinasi biasa

$$E = p \cdot E_h + E_v \dots \dots \dots (\text{UBC 1997 1630.1.1 - eq.30-1})$$

dimana :  $p = \text{Reliability / Redundancy Factor}$  dengan nilai

$$1 < p = 2 - \frac{6.1}{r_{\text{max}} \sqrt{Ab}} < 1,5$$

Menurut section 1630.1.1 UBC 1997, Untuk menghitung drift suatu tingkat, atau ketika suatu struktur berada pada zone gempa 0, 1, 2 maka  $p = 1$



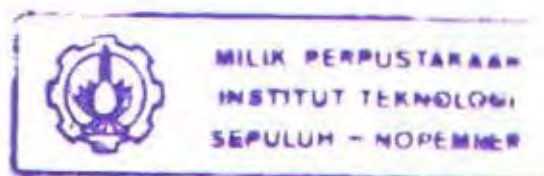
$$E_v = 0,5 \cdot C_a \cdot I \cdot D$$

$$= 0,5 \times 0,28 \times 1 \times D = 0,14 D$$

$$E = E_h + 0,14 D$$

Setelah didapatkan nilai-nilai E seperti diatas maka kombinasi pembebanan menjadi sebagai berikut :

1.  $1,4 D + 1,7 L$
2.  $1,05 D + 1,275 L + 1,275 W$
3.  $0,9 D + 1,3 W$
4.  $1,25 D + 1,275 L + 1,4025 E$
5.  $1,1002 D + 1,43 E$



### 3.5. ASUMSI DAN ANALISA

Dalam melakukan analisa dan perhitungan untuk merencanakan gedung ini, asumsi dan metode yang digunakan adalah:

- 1) Sistem pelat yang digunakan adalah Solid Flat Slab, yaitu gabungan antara pelat pracetak dengan cor ditempat (over topping) yang akan membentuk suatu aksi komposit. Perhitungan momen-momen pelat sebelum dan sesudah komposit menggunakan tabel koefisien momen dari PBI 1971, dengan anggapan perletakan pelat setelah komposit adalah jepit dan sebelum komposit adalah bebas.
- 2) Untuk analisa tangga digunakan bantuan paket program SAP 2000 dengan perletakan sendi-rol dan dimodelkan sebagai frame.
- 3) Balok yang digunakan adalah *Rectangular Beam non Prestressed* (balok pracetak bertulangan biasa). Perencanaan dibedakan dalam dua kondisi, yaitu saat pelaksanaan (pemasangan) dimodelkan sebagai simple beam dengan perletakan sendi-rol, sedangkan pada akhir konstruksi dimodelkan sebagai continues beam sehingga dapat diperoleh penulangan akibat momen negatif.
- 4) Struktur utama merupakan struktur rangka tahan momen (*Moment Resisting Frame System*), analisa tiga dimensi dengan bantuan program Etabs v8.08. Permodelan struktur utama berupa struktur open frame sebagai penerima beban grafitasi dan lateral.

## **BAB IV**

# **PERENCANAAN STRUKTUR SEKUNDER**

*Cipta Karya*  
desain



## BAB IV

### PERENCANAAN STRUKTUR SEKUNDER

#### 4.1. PERENCANAAN PELAT PRACETAK

Sistem pelat lantai yang dipakai adalah Solid Flat Slab, yaitu gabungan antara pelat pracetak dengan cor setempat yang akan membentuk suatu aksi komposit, perencanaan pelat dilakukan dalam dua tahap :

- Tahap 1, pelat pracetak dibuat dulu ditempat lain (dipabrik).
- Tahap 2, dilakukan pengecoran diatas pelat pracetak (*over topping*) yang telah dipasang pada struktur bersama-sama dengan balok-balok pen dukungnya.

Sehingga pemakaian bekisting untuk pelat tidak diperlukan lagi, dan pemakaian perancah dapat lebih dikurangi.

##### 4.1.1. Data-Data Perencanaan Pelat

- Mutu beton  $K_{350}$  ( $f'c$ ) : 29.18 Mpa
- Mutu baja ( $f_y$ ) : 370 MPa
- Tebal pelat pracetak : 8 cm
- Tebal over topping : 5 cm
- Tebal pelat total : 13 cm

##### 4.1.2. Pembebanan Struktur Pelat

Pembebanan diambil berdasarkan PPIUG 1983

###### a) Beban Mati

- Beton bertulang : 2400 kg/m<sup>3</sup>
- Tembok ½ bata : 250 kg/m<sup>2</sup>
- Kusen + kaca : 40 kg/m<sup>2</sup>
- Tegel (1 cm) : 24 kg/m<sup>2</sup>
- Spesi (1 cm) : 21 kg/m<sup>2</sup>
- Aspal (1 cm) : 14 kg/m<sup>2</sup>

➤ Ducting AC + pipa	:	30 kg/m <sup>2</sup>
➤ Plafon penggantung	:	18 kg/m <sup>2</sup>

b) Beban Hidup

➤ Beban hidup pada atap	:	100 kg/m <sup>2</sup>
➤ Beban hidup pada lantai	:	250 kg/m <sup>2</sup>

**Beban-Beban yang Bekerja pada Pelat :**

## a. Pelat Atap

## • Sebelum Komposit

- *Beban Mati :*

berat sendiri	:	0.08 x 2400 =	192 kg/m <sup>2</sup>
berat over topping	:	0.05 x 2400 =	<u>120 kg/m<sup>2</sup></u> +
berat total beban mati		=	<b>312 kg/m<sup>2</sup></b>
- <i>Beban Hidup</i>		=	<b>100 kg/m<sup>2</sup></b>

## • Sesudah Komposit

- *Beban Mati :*

berat sendiri	:	0.13 x 2400 =	312 kg/m <sup>2</sup>
spesi (1cm)	:	0.03 x 2100 =	63 kg/m <sup>2</sup>
aspal (2cm)	:	0.02 x 1400 =	28 kg/m <sup>2</sup>
ducting AC + pipa		=	30 kg/m <sup>2</sup>
plafon - penggantung		=	<u>18 kg/m<sup>2</sup></u> +
berat total beban mati		=	<b>451 kg/m<sup>2</sup></b>
- <i>Beban Hidup</i>		=	<b>100 kg/m<sup>2</sup></b>

## b. Pelat lantai

## • Sebelum Komposit

- *Beban Mati :*

berat sendiri	:	0.08 x 2400 =	192 kg/m <sup>2</sup>
cast in place	:	0.05 x 2400 =	<u>120 kg/m<sup>2</sup></u> +
berat total beban mati		=	<b>312 kg/m<sup>2</sup></b>
- <i>Beban Hidup</i>		=	<b>250 kg/m<sup>2</sup></b>



### Dimensi Balok Induk

Menurut persyaratan SK SNI T-15-1991-03 untuk dimensi balok pada dua tumpuan adalah sebagai berikut :

$$h = \frac{1}{16} \times Lb \times \left( 0,4 + \frac{f_y}{700} \right) \quad (\text{SK SNI T-15-1991-03 tabel 3.2.5-(a)})$$

Berdasarkan UBC 1997 tabel 19-C-1, tebal minimum untuk balok atau pelat satu arah adalah :

$$h = \frac{1}{16} \times Lb \times \left( 0,4 + \frac{f_y}{700} \right)$$

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

Pada balok dengan  $Lb = 8$  meter, dengan persyaratan  $f_y$  diambil 370 MPa,

- $h = \frac{1}{16} \times 800 \times \left( 0,4 + \frac{370}{700} \right) = 46,43 \approx 50 \text{ cm}$ , digunakan  $h$  setinggi 85 cm
- $1,5 \leq \frac{h}{b} \leq 2 \rightarrow 1,5 \leq \left( \frac{85}{55} = 1,55 \right) \leq 2$ , lebar balok digunakan 55 cm

Untuk perhitungan tinggi balok yang lainnya akan disajikan dalam tabel dibawah ini

Elemen	Lantai	Lb (cm)	$h_{\min}$ (cm)	$h_{\text{pakai}}$ (cm)	$b_{\text{pakai}}$ (cm)	Chek b
Balok Induk	10 s/d 14	720	41.78571	70	45	OK !!!!
		540	31.33929	70	45	OK !!!!
	3 s/d 9	720	41.78571	85	55	OK !!!!
		540	31.33929	70	45	OK !!!!
	1 s/d 2	800	46.42857	85	55	OK !!!!
		720	41.78571	85	55	OK !!!!
540		31.33929	70	45	OK !!!!	
Balok Anak	1 s/d 14	720	41.78571	60	40	OK !!!!
		540	31.33929	60	40	OK !!!!

untuk memenuhi syarat lendutan, ketebalan minimum dari pelat harus memenuhi persyaratan SK SNI T-15-1991-03 pasal 3.2.5-3.3, yaitu :

$$h_1 = \frac{\ln \left( 0,8 + \frac{f_y}{1500} \right)}{36 + 5\beta \left( \alpha_m - 0,12 \left( 1 + \frac{1}{\beta} \right) \right)} \quad (\text{SK SNI T-15-1991-03 pasal 3.2-12})$$

tetapi tidak boleh kurang dari :

- $b_e$  : Lebar efektif sayap balok T
- $b_w$  : Lebar balok
- $t$  : Tebal pelat
- $L$  : Bentang balok
- $l_n$  : Bentang bersih balok satu dengan balok yang lain

Terdapat tiga macam bentuk pelat dalam perencanaan ini :

1. ukuran pelat 400 cm x 540 cm

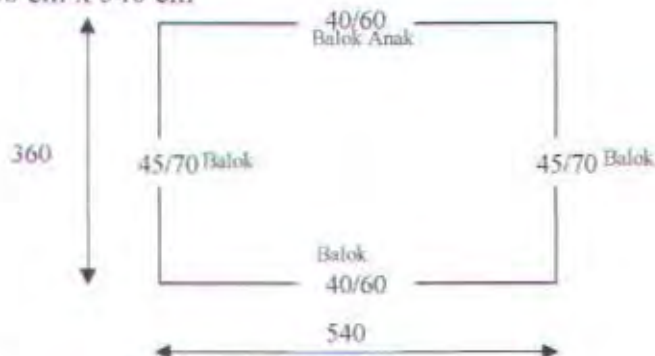


$$L_n = 540 - (55/2 + 55/2) = 485 \text{ cm}$$

$$S_n = 400 - (40/2 + 40/2) = 360 \text{ cm}$$

$$\beta = \frac{L_n}{S_n} = \frac{485}{360} = 1,347 < 2 \rightarrow \text{pelat dua arah}$$

2. ukuran pelat 360 cm x 540 cm



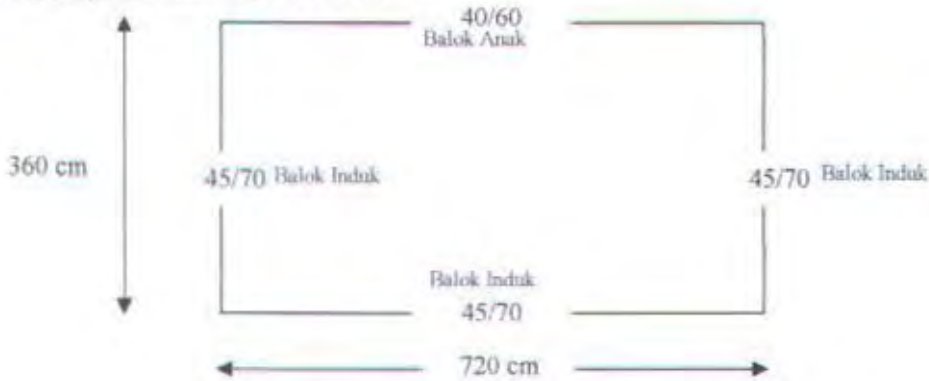
$$L_n = 540 - (45/2 + 45/2) = 495 \text{ cm}$$

$$S_n = 360 - (40/2 + 40/2) = 320 \text{ cm}$$

$$\beta = \frac{L_n}{S_n} = \frac{495}{360} = 1,55 < 2 \rightarrow \text{pelat dua arah}$$



## 3. Ukuran pelat 360 cm x 720 cm



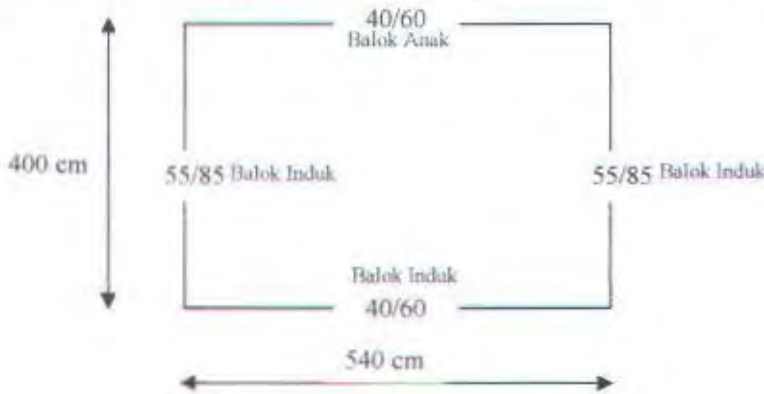
$$L_n = 720 - (45/2 + 45/2) = 675 \text{ cm}$$

$$S_n = 360 - (45/2 + 40/2) = 317.5 \text{ cm}$$

$$\beta = \frac{L_n}{S_n} = \frac{675}{317.5} = 2.13 > 2 \rightarrow \text{pelat satu arah}$$

*Perhitungan Tebal Pelat*

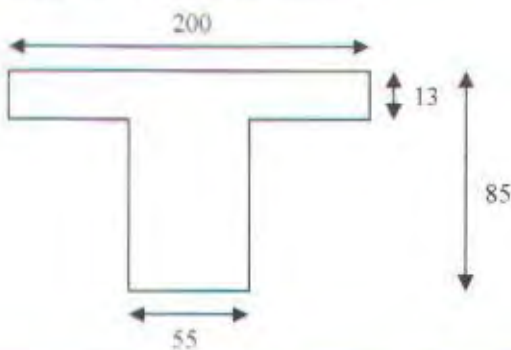
Contoh perhitungan menggunakan pelat dengan dimensi 400 cm x 540 cm



## 1. Pelat bertumpu pada dua balok interior dan dua balok eksterior

Direncanakan menggunakan ketebalan pelat 13 cm.

- Balok interior 55/85 (balok induk)



$$\begin{aligned}bc_1 &= 0.25 \times L \\ &= 0.25 \times 800 \text{ cm} \\ &= 200 \text{ cm}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}bc_2 &= bw + (2 \times 8t) \\ &= 55 + 208 = 263 \text{ cm}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}bc_3 &= bw + (2 \times \frac{1}{2} \times ln) \\ &= 55 + 495 \\ &= 550 \text{ cm}\end{aligned}$$

$$k = \frac{1 + \left(\frac{200}{55} - 1\right) \left(\frac{13}{85}\right) \left(4 - 6\left(\frac{13}{85}\right) + 4\left(\frac{13}{85}\right)^2 + \left(\frac{200}{55} - 1\right) \left(\frac{13}{85}\right)^3\right)}{1 + \left(\frac{200}{55} - 1\right) \left(\frac{13}{85}\right)}$$

$$= 1.628$$

$$Ib = \frac{1}{12} \times bw \times h^3 \times k$$

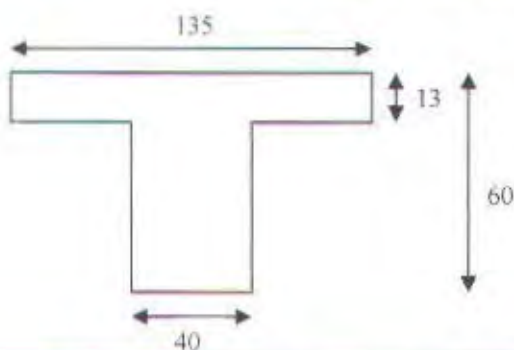
$$= \frac{1}{12} \times 55 \times 85^3 \times 1.628 = 4582396.042 \text{ cm}^4$$

$$Is = \frac{1}{12} \times bs \times t^3$$

$$= \frac{1}{12} \times 485 \times 13^3 = 88795.417 \text{ cm}^4$$

$$\alpha = \frac{Ib}{Is} = 51.606$$

□ Balok interior 40/60 (sama dengan yang diatas )





$$\begin{aligned} be_1 &= 0.25 \times L \\ &= 0.25 \times 540 \text{ cm} \\ &= 135 \text{ cm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} be_2 &= bw + (2 \times 8t) \\ &= 40 + 208 = 248 \text{ cm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} be_3 &= bw + (2 \times \frac{1}{2} \times ln) \\ &= 40 + 360 \\ &= 400 \text{ cm} \end{aligned}$$

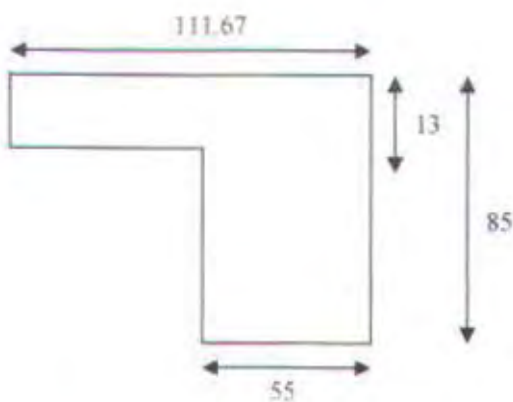
$$k = \frac{1 + \left(\frac{135}{40} - 1\right) \left(\frac{13}{60}\right) \left(4 - 6\left(\frac{13}{60}\right) + 4\left(\frac{13}{60}\right)^2 + \left(\frac{135}{40} - 1\right) \left(\frac{13}{60}\right)^3\right)}{1 + \left(\frac{135}{40} - 1\right) \left(\frac{13}{60}\right)} = 1.713$$

$$I_b = \frac{1}{12} \times 40 \times 60^3 \times 1.713 = 1233130.51 \text{ cm}^4$$

$$I_s = \frac{1}{12} \times 360 \times 13^3 = 65910 \text{ cm}^4$$

$$\alpha = \frac{I_b}{I_s} = 18.70931$$

□ Balok eksterior 55/85



$$\begin{aligned} be_1 &= bw + (1/12 \times L) \\ &= 55 + (1/12 \times 800) = 121.67 \text{ cm} \end{aligned}$$

$$be_2 = bw + 6t$$

$$= 55 + 78 = 133 \text{ cm}$$

$$be_3 = bw + (\frac{1}{2} \times ln)$$

$$= 55 + (\frac{1}{2} \times 495) = 302.5 \text{ cm}$$

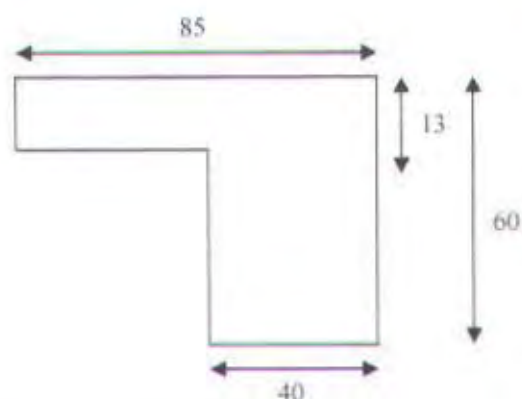
$$k = \frac{1 + \left( \frac{111.67}{55} - 1 \right) \left( \frac{13}{85} \right) \left( 4 - 6 \left( \frac{13}{85} \right) + 4 \left( \frac{13}{85} \right)^2 + \left( \frac{111.67}{55} - 1 \right) \left( \frac{13}{85} \right)^3 \right)}{1 + \left( \frac{111.67}{55} - 1 \right) \left( \frac{13}{85} \right)} = 1.297$$

$$Ib = \frac{1}{12} \times 55 \times 85^3 \times 1.297 = 3650717.24 \text{ cm}^4$$

$$Is = \frac{1}{12} \times 485 \times 13^3 = 88795.417 \text{ cm}^4$$

$$\alpha = \frac{Ib}{Is} = 41.114$$

- Balok eksterior 40/60 ( sama dengan yang diatas )



$$be_1 = bw + (1/12 \times L)$$

$$= 40 + (1/12 \times 540) = 85 \text{ cm}$$

$$be_2 = bw + 6t$$

$$= 40 + 90 = 130 \text{ cm}$$

$$be_3 = bw + (\frac{1}{2} \times ln)$$

$$= 40 + (\frac{1}{2} \times 360) = 220 \text{ cm}$$



$$k = \frac{1 + \left(\frac{85}{40} - 1\right) \left(\frac{13}{60}\right) \left(4 - 6\left(\frac{13}{60}\right) + 4\left(\frac{13}{60}\right)^2 + \left(\frac{85}{40} - 1\right) \left(\frac{13}{60}\right)^3\right)}{1 + \left(\frac{85}{40} - 1\right) \left(\frac{13}{60}\right)} = 1.409$$

$$I_b = \frac{1}{12} \times 40 \times 60^3 \times 1.409 = 1014195.821 \text{ cm}^4$$

$$I_s = \frac{1}{12} \times 360 \times 13^3 = 65910 \text{ cm}^4$$

$$\alpha = \frac{I_b}{I_s} = 15.38759$$

$$\alpha_m = \frac{1}{4} (\alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3 + \alpha_4) \\ = 31.704$$

Syarat ketebalan pelat dua arah menurut SK SNI T-15-1991-03 / 3.2.5-3-3 yaitu tidak kurang dari :

$$\Rightarrow H_{min 1} = \frac{485 \left(0.8 + \frac{370}{1500}\right)}{36 + 5 \times 1.347 \times \left(31.704 - 0.12 \left(1 + \frac{1}{1.347}\right)\right)} = 2.046 \text{ cm}$$

Dan juga tidak boleh kurang dari :

$$\Rightarrow H_{min 2} = \frac{485 \left(0.8 + \frac{370}{1500}\right)}{36 + 9 \times 1.347} = 10.55 \text{ cm}$$

dan tidak perlu lebih dari :

$$\Rightarrow h_3 = \frac{485 \left(0.8 + \frac{370}{1500}\right)}{36} = 14.101 \text{ cm}$$

untuk  $\alpha_m > 2$  tebal pelat tidak boleh kurang dari 9 cm

∴ Jadi tebal pelat 13 cm sudah memenuhi syarat.

Perencanaan pelat lantai menggunakan solid slab pracetak dengan tahapan perhitungan sebagai berikut :

1. Menentukan dimensi awal pelat :
  - ❖ tebal pelat pracetak : 8 cm
  - ❖ tebal over topping : 5 cm
  - ❖ ukuran pelat :  $5,4 \times 4 \text{ m}^2$  ;  $5,4 \times 3,6 \text{ m}^2$  ;  $7,2 \times 3,6 \text{ m}^2$
2. Perhitungan tulangan pelat setelah komposit
3. Perhitungan tulangan pelat sebelum komposit sebagai kontrol terhadap perhitungan tahap 2. Bila tulangan yang dibutuhkan untuk pelat setelah komposit kurang dari yang dibutuhkan untuk penulangan pelat sebelum komposit, maka perlu ditambah tulangan pada bagian pelat pracetak.
4. Menghitung kebutuhan tulangan angkat pelat pracetak untuk kebutuhan sewaktu proses pengangkatan.
5. Kontrol tegangan pada pelat pracetak.

#### 4.1.5. Contoh Perhitungan Penulangan Pelat Pracetak

Perhitungan penulangan pelat lantai dengan ukuran  $5,4 \text{ m} \times 4,0 \text{ m}$  ini adalah sebagai contoh perhitungan. Sedangkan perhitungan untuk pelat-pelat lainnya akan disajikan dalam bentuk tabel.

Perhitungan momen-momen pelat sebelum dan sesudah komposit menggunakan tabel koefisien momen dari PBI 1971, dengan anggapan perletakan pelat setelah komposit adalah jepit dan sebelum komposit adalah bebas. Pelat dalam hal ini dianggap terjepit elastis (sesudah komposit). Hal ini disebabkan pada tepi-tepi pelat (baik yang menerus maupun yang tidak menerus) pasti terjadi perputaran sudut. Selain itu antara pelat satu dengan pelat yang lain yang bersebelahan menerima beban yang tidak sama dalam satu waktu.

Pertimbangan lain permodelan ini adalah bila pelat dianggap terjepit penuh pada keempat sisinya maka dianggap momen-momen yang terjadi sebagian besar akan diterima oleh tumpuan sehingga nilai momen lapangan akan selalu lebih kecil. Padahal sesungguhnya tepi pelat dapat berputar. Lain halnya jika pelat dimodelkan terjepit elastis pada keempat sisinya. Pada permodelan jepit elastis maka besarnya momen pada lapangan akan mendekati momen tumpuannya (khusus untuk pelat yang ditumpu pada keempat sisinya) sehingga permodelan struktur lebih aman.

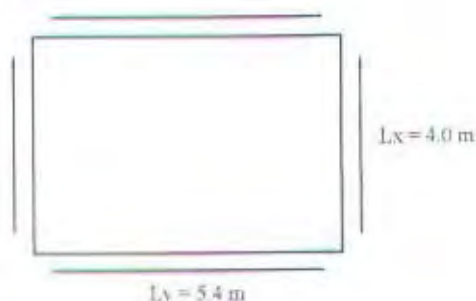


Data-data perencanaan :

- $f_y$  : 370 Mpa
- $f'_c$  : 29.18 Mpa  $\approx$  30 Mpa, maka  $\beta = 0.85$  (SK SNI T-15-1991-03/3.3.2.4).
- $\rho_b$  =  $\{0.85 \times f'_c \times \beta \times \{600/(600+f_y)\}\} / f_y$   
= 0.0352
- $\rho_{max}$  =  $0.75 \times \rho_b$   
= 0.0264
- $\rho_{min}$  untuk penulangan pelat dengan  $f_y$  370 Mpa = 0.00186

#### 4.1.5.1. Penulangan setelah komposit

- Perhitungan momen pelat  $5.4 \times 4 \text{ m}^2$  dengan asumsi perletakan terjepit elastis pada pelat lantai



$$L_y/L_x = 540/400 = 1.35$$

$$Q_u = 1118.0 \text{ kg/m}^2$$

$$\bullet M_{lx} = +0.001 \times 1118.0 \times 4^2 \times 51.5 = 921.232 \text{ kgm}$$

$$\bullet M_{ly} = +0.001 \times 1118.0 \times 4^2 \times 38 = 679.744 \text{ kgm}$$

$$\bullet M_{tx} = -0.001 \times 1118.0 \times 4^2 \times 51.5 = -921.232 \text{ kgm}$$

$$\bullet M_{ty} = -0.001 \times 1118.0 \times 4^2 \times 38 = -679.744 \text{ kgm}$$

$$\text{Tebal pelat} : 130 \text{ mm}$$

$$\text{Decking} : 0.1 \times h = 0.1 \times 130 = 13 \text{ mm}$$

Tulangan lapangan dan tumpuan, baik arah x dan y, direncanakan menggunakan tulangan  $\varnothing 10 \text{ mm}$  ( $A_s = 78.5 \text{ mm}^2$ ).

$$d(x) = 130 - 13 - (0.5 \times 10) = 112 \text{ mm}$$

$$b = 1000 \text{ mm}$$

- Penulangan Arah X

$$M_{lx} = 921.232 \text{ kgm} = 921.232 \times 10^4 \text{ Nmm (momen lapangan)}$$

$$M_{tx} = -921.232 \text{ kgm} = -921.232 \times 10^4 \text{ Nmm (momen tumpuan)}$$

Lapangan dan tumpuan

$$\frac{Mu}{bd^2 f'c} = \omega \Leftrightarrow \frac{921.232 \times 10^4}{1000 \times 112^2 \times 29.18} = 0.0252$$

Dengan menggunakan tabel momen berfaktor penampang persegi ( $A_s'/A_s=0$ ) didapatkan  $\omega = 0.03225$

$$\rho = \frac{\omega \times f'c}{f_y} = \frac{0.03225 \times 29.18}{370} = 0.00254$$

Jadi dipakai  $\rho$  perlu yaitu 0.00254

$$A_s \text{ perlu} = \rho \times b \times d = 0.00254 \times 1000 \times 112 = 284.48 \text{ mm}^2$$

$$\text{Jumlah tulangan yang dibutuhkan tiap meter} = 284.48 / (0.25 \times 3.14 \times 10^2) = 3.62 \approx 4 \text{ buah tulangan}$$

Jarak antar tulangan yang dibutuhkan untuk tiap meter :

$$1000 \text{ mm} / 3.62 = 276.082 \text{ mm} \approx 250 \text{ mm}$$

$$\begin{aligned} \text{Jarak tulangan lentur utama} &\leq 3 \times \text{tebal pelat} = 3 \times 130 = 390 \text{ mm} \\ &\leq 500 \text{ mm (SK SNI T-15-1991/3.16.6.5)} \end{aligned}$$

maka digunakan tulangan lentur  $\varnothing 10-250$  ( $A_s = 314.16 \text{ mm}^2$ )

Kontrol kekuatan

$$\rho = \frac{A_{s_{akt}}}{b \times d} = \frac{314.16}{1000 \times 112} = 0.00281 > \rho_{\min} = 0.00186 \dots \dots \dots \text{OK!}$$

$$a = \frac{A_s \times f_y}{0.85 \times f'c \times b} = \frac{314.16 \times 370}{0.85 \times 29.18 \times 1000} = 4.686 \text{ mm}$$

$$\begin{aligned} M_u &= \varnothing \times A_s \times f_y (d - a/2) \\ &= 0.8 \times 314.16 \times 370 (112 - 4.686/2) = 10197153.56 \text{ Nmm} \\ &= 1019.715 \text{ kgm} > M_{u_k} = 921.232 \text{ kgm} \rightarrow \text{Oke!} \end{aligned}$$

Jadi, tulangan tersebut akan mengalami leleh pada kondisi beban 1019.715 kgm

- Penulangan Arah Y



$$\begin{aligned} Mly &= 679.744 \text{ kgm} = 679.744 \times 10^4 \text{ Nmm ( momen lapangan )} \\ Mty &= -679.744 \text{ kgm} = -679.744 \times 10^4 \text{ Nmm ( momen tumpuan )} \\ d(y) &= 130-13-10-(0.5 \times 10) = 102 \text{ mm} \end{aligned}$$

Perhitungan tulangan sama dengan penulangan arah x, yaitu :

#### Lapangan dan tumpuan

$$\frac{Mu}{bd^2 f_c'} = \omega \iff \frac{679.744 \times 10^4}{1000 \times 102^2 \times 29.18} = 0.0224$$

Dengan menggunakan tabel momen berfaktor penampang persegi ( $A_s'/A_s=0$ ) didapatkan  $\omega = 0.0285$

$$\rho = \frac{\omega \times f_c'}{f_y} = \frac{0.0285 \times 29.18}{370} = 0.00225$$

Jadi dipakai  $\rho$  perlu yaitu 0.00225

$$A_s \text{ perlu} = \rho \times b \times d = 0.00225 \times 1000 \times 102 = 229.50 \text{ mm}^2$$

Jumlah tulangan yang dibutuhkan tiap meter =  $229.50 / (0.25 \times 3.14 \times 10^2) = 2.92 \approx 3$  buah tulangan

Jarak antar tulangan yang dibutuhkan untuk tiap meter :

$$1000 \text{ mm} / 2.92 = 342.466 \text{ mm} \approx 325 \text{ mm}$$

$$\begin{aligned} \text{Jarak tulangan lentur utama} &\leq 3 \times \text{tebal pelat} = 3 \times 130 = 390 \text{ mm} \\ &\leq 500 \text{ mm (SK SNI T-15-1991/3.16.6.5)} \end{aligned}$$

maka digunakan tulangan lentur  $\varnothing 10-250$  ( $A_s = 314.16 \text{ mm}^2$ )

#### Kontrol kekuatan

$$\rho = \frac{A_{s_{ada}}}{b \times d} = \frac{314.16}{1000 \times 102} = 0.00308 > \rho_{min} = 0.00186 \dots \dots \dots \text{OK!}$$

$$a = \frac{A_s \times f_y}{0.85 \times f_c' \times b} = \frac{314.16 \times 370}{0.85 \times 29.18 \times 1000} = 4.686 \text{ mm}$$

$$\begin{aligned} Mu &= \varnothing \times A_s \times f_y (d-a/2) \\ &= 0.8 \times 314.16 \times 370 (102-3.515/2) = 9321686.405 \text{ Nmm} \\ &= 932.169 \text{ kgm} > Mu_{lx} = 679.744 \text{ kgm} \rightarrow \text{Oke!} \end{aligned}$$

Jadi, tulangan tersebut akan mengalami leleh pada kondisi beban 932.169 kgm

Tabel penulangan pelat sesudah komposit

Ukuran Pelat (m <sup>2</sup> )	Ly/Lx		Jenis Pelat	Qu (kg/m <sup>2</sup> )	Mlx = - Mtx (kgm)	Mly = - Mty (kgm)	Tul. Pakai (mm)	d <sub>x</sub> (mm)	d <sub>y</sub> (mm)	Mu/(bd <sup>2</sup> f <sub>c</sub> ) (arah x)	Mu/(bd <sup>2</sup> f <sub>c</sub> ) (arah y)
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
Lx	Ly										
4	5.4	1.35	Atap	801.4	660.35	487.25	10	112	102	0.01804	0.01605
			Lantai	1118	921.23	679.74	10	112	102	0.02517	0.02239
3.6	5.4	1.5	Atap	801.4	581.62	384.29	10	112	102	0.01589	0.01266
			Lantai	1118	811.40	536.10	10	112	102	0.02217	0.01766
3.6	7.2	2	Atap	801.4	643.94	363.52	10	112	102	0.01759	0.01197
			Lantai	1118	898.34	507.12	10	112	102	0.02454	0.01670

ρ <sub>x</sub>	ρ <sub>y</sub>	ρ <sub>x</sub>	ρ <sub>y</sub>	ρ min	ρ pakai X	ρ pakai Y	As x (mm <sup>2</sup> )	As y (mm <sup>2</sup> )	Tul. X	Tul. Y
12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
0.0230	0.0203	0.00181	0.00160	0.00186	0.00186	0.00186	208.32	189.72	ϕ 10-325	ϕ 10-325
0.0320	0.0285	0.00252	0.00225	0.00186	0.00252	0.00225	282.24	229.5	ϕ 10-250	ϕ 10-325
0.0200	0.0160	0.00158	0.00126	0.00186	0.00186	0.00186	208.32	189.72	ϕ 10-325	ϕ 10-325
0.0280	0.0223	0.00221	0.00176	0.00186	0.00221	0.00186	247.52	189.72	ϕ 10-250	ϕ 10-325
0.0220	0.0150	0.00174	0.00118	0.00186	0.00186	0.00186	208.32	189.72	ϕ 10-325	ϕ 10-325
0.0310	0.0210	0.00244	0.00166	0.00186	0.00244	0.00186	273.28	189.72	ϕ 10-250	ϕ 10-325

Untuk perencanaan, semua pelat dipasang tulangan sama :

- Tulangan X dipasang Ø10 – 250
- Tulangan Y dipasang Ø10 – 250

#### 4.1.5.2. Penulangan Sebelum Komposit

Perhitungan tulangan sebelum komposit hasilnya ditabelkan.



Tabel penulangan pelat sebelum komposit

Ukuran Pelat (m <sup>2</sup> )	Lx	Ly	Jenis Pelat	Qu (kg/m <sup>2</sup> )	Mlx (kgm)	Mly (kgm)	Tul. Pakai	d <sub>x</sub> (mm)	d <sub>y</sub> (mm)	Mu/(bd <sup>2</sup> fc) (arah x)	Mu/(bd <sup>2</sup> fc) (arah y)
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
4	5.4	1.35	Atap	606.8	874.76	427.19	10	62	52	0.06016	0.05414
			Lantai	861.8	958.32	606.71	10	62	52	0.08544	0.07689
3.6	5.4	1.5	Atap	606.8	613.40	338.16	10	62	52	0.05469	0.04286
			Lantai	861.8	871.18	480.26	10	62	52	0.07767	0.06087
3.6	7.2	2	Atap	606.8	786.41	290.97	10	62	52	0.07011	0.03688
			Lantai	861.8	1116.89	413.25	10	62	52	0.09957	0.05237

ρ <sub>x</sub>	ρ <sub>y</sub>	ρ <sub>x</sub>	ρ <sub>y</sub>	ρ min	ρ pakai X	ρ pakai Y	As x (mm <sup>2</sup> )	As y (mm <sup>2</sup> )	Tul. X	Tul. Y
12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
0.0790	0.0710	0.00623	0.00560	0.00186	0.00623	0.00560	386.28	291.1691	φ 10-200	φ 10-250
0.1145	0.1022	0.00903	0.00806	0.00186	0.00903	0.00806	559.862	419.1194	φ 10-125	φ 10-150
0.0714	0.0555	0.00563	0.00438	0.00186	0.00563	0.00438	349.119	227.604	φ 10-200	φ 10-325
0.1035	0.0800	0.00816	0.00631	0.00186	0.00816	0.00631	506.076	328.0778	φ 10-125	φ 10-200
0.0930	0.0475	0.00733	0.00375	0.00186	0.00733	0.00375	454.735	194.7962	φ 10-150	φ 10-325
0.1352	0.0682	0.01066	0.00538	0.00186	0.01066	0.00538	661.077	279.6864	φ 10-100	φ 10-250

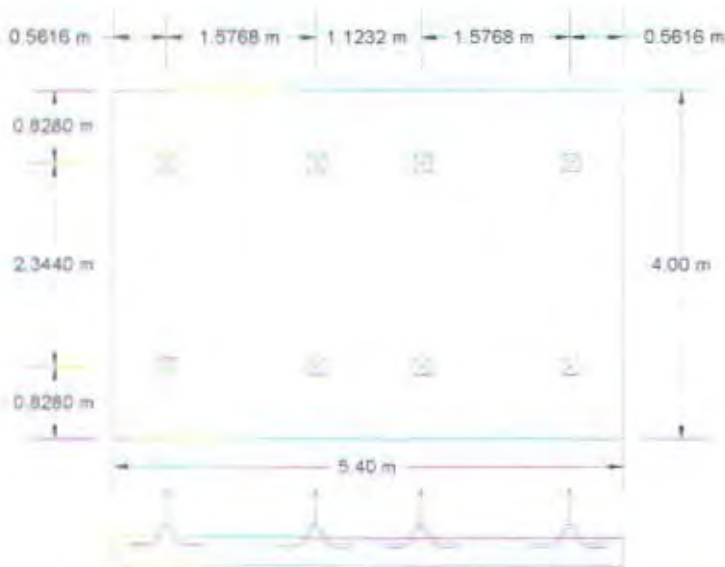
Dari hasil tabel diatas (sesudah dan sebelum komposit), dapat diambil kesimpulan bahwa :

Jenis Pelat	Kondisi Penulangan	Tulangan Terpasang	
		Tul. X	Tul. Y
4 m x 5.4 m	Sebelum komposit > Sesudah komposit	φ 10 - 125	φ 10 - 150
3.6 m x 5.4 m	Sebelum komposit > Sesudah komposit	φ 10 - 125	φ 10 - 200
3.6 m x 7.2 m	Sebelum komposit > Sesudah komposit	φ 10 - 100	φ 10 - 250

#### 4.1.5.3. Perhitungan Tulangan Angkat Pelat







### PELAT 5,4 m x 4 m

Beban – beban yang bekerja pada pelat pracetak :

- berat sendiri :  $5,4 \times 4 \times 0,08 \times 2400 = 4147,200 \text{ kg}$
- stud :  $1\% \times 4147,2 \text{ kg} = 41,472 \text{ kg}$  +  
beban mati = 4188,672 kg

Beban Ultimate :

$$W = 1,4 \times 4188,672 = 5864,141 \text{ kg}$$

Beban Ultimate yang harus dipikul oleh masing – masing titik angkat :

$$P = 5864,141 / 8 = 733,018 \text{ kg}$$

Berdasarkan tabel Design Aid 11.2.3 hal 11 – 17 PCI Design Handbook, didapatkan data kabel untuk pengangkatan :

- o Kabel Strand (Seven Wire) diameter  $\frac{1}{4} \text{ in} = 6,35 \text{ mm}$
- o  $f_{pu} : 250 \text{ ksi} = 1723,75 \text{ MPa}$  (  $1 \text{ ksi} = 6,895 \text{ MPa}$ )
- o  $A : 0,036 \text{ in}^2 = 23,2272 \text{ mm}^2$  (  $1 \text{ sq in} = 645,2 \text{ sq mm}$ )

Gaya yang harus dipikul oleh satu strand (satu titik angkat) :

$$F_{1strand} : A \times f_{pu} = 23,2272 \times 1723,75 = 4003,79 \text{ kg}$$

Beban ijin untuk satu strand :

$$F_{ijin} : 4003,79 / 4 = 1000,95 \text{ kg}$$

$$P < F_{ijin} \rightarrow 733,018 \text{ kg} < 1000,95 \text{ kg} \dots\dots\dots\text{OK!}$$

Jadi, untuk titik angkat digunakan satu Seven Wire Strand diameter 6.35 mm

Ukuran Pelat (m <sup>2</sup> )	Beban Pelat (kg)		W ultimate (kg)	P (1 titik) (kg)	Kabel strand seven wire			F <sub>1 strand</sub> (kg)	F <sub>qm</sub> (kg)		
	Berat pelat	Stud			φ (mm)	f <sub>pu</sub> (Mpa)	A (mm <sup>2</sup> )				
5.4	4	4147.200	41.472	5864.141	733.018	6.35	1723.75	23.2272	4003.79	1000.95	ok!
5.4	3.6	3732.480	37.325	5277.727	659.716	6.35	1723.75	23.2272	4003.79	1000.95	ok!
7.2	3.6	4976.640	49.766	7036.969	879.621	6.35	1723.75	23.2272	4003.79	1000.95	ok!

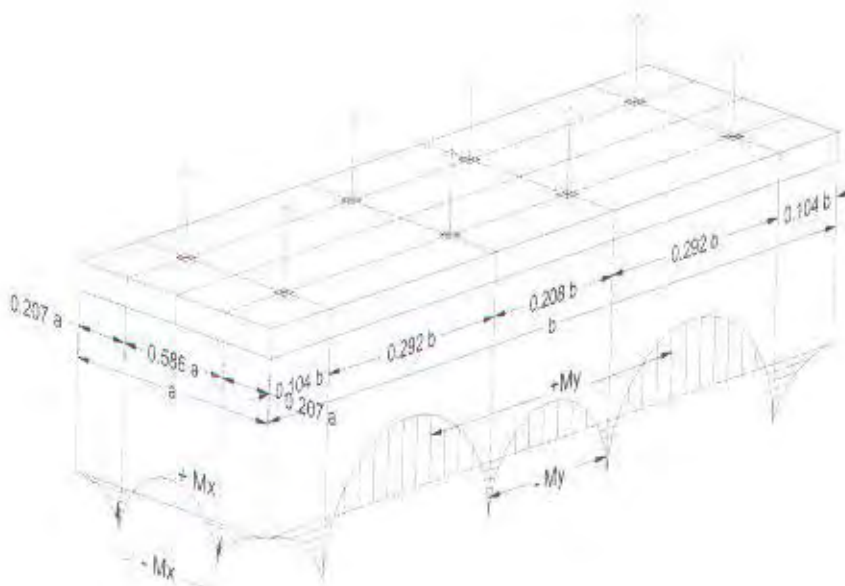
Tabel perhitungan titik angkat pelat

Dari tabel diatas dapat diambil kesimpulan untuk tiap titik angkat pada semua jenis pelat menggunakan satu kabel Strand Seven Wire dengan fpu = 250 ksi dia. ¼ in

#### 4.1.5.4. Kontrol Tegangan Akibat Pengangkatan

Data :

- ukuran pelat : 5.4 m x 4 m
- tebal pelat : 0.08 m
- f'c : 29.18 MPa
- fy : 370 MPa
- a : 4 m
- b : 5.4 m
- tinggi angkat : 1 m



- Tegangan ijin untuk pengangkatan pada saat Stripping, Rotating, storage dengan asumsi usia beton pada saat dilakukan pengangkatan adalah 3 (tiga) hari:

$$f'_{r} = \frac{0.7 \times \sqrt{f'_{ci}}}{1.5} = \frac{0.7 \times \sqrt{13}}{1.5} = 1.683 \text{ MPa}$$

- Tegangan ijin untuk pengangkatan pada saat erection dengan asumsi usia beton sudah mencapai 28 hari:

$$f'_{r} = \frac{0.7 \times \sqrt{f'_{c}}}{1.5} = \frac{0.7 \times \sqrt{29.18}}{1.5} = 2.521 \text{ MPa}$$

a. Kontrol tegangan angkat pada saat Stripping

- Longitudinal Bending

Dengan menggunakan 8 titik angkat, maka :

$$W = (2400 \times 0.08) \times 1.2 = 230.4 \text{ kg/m}^2$$

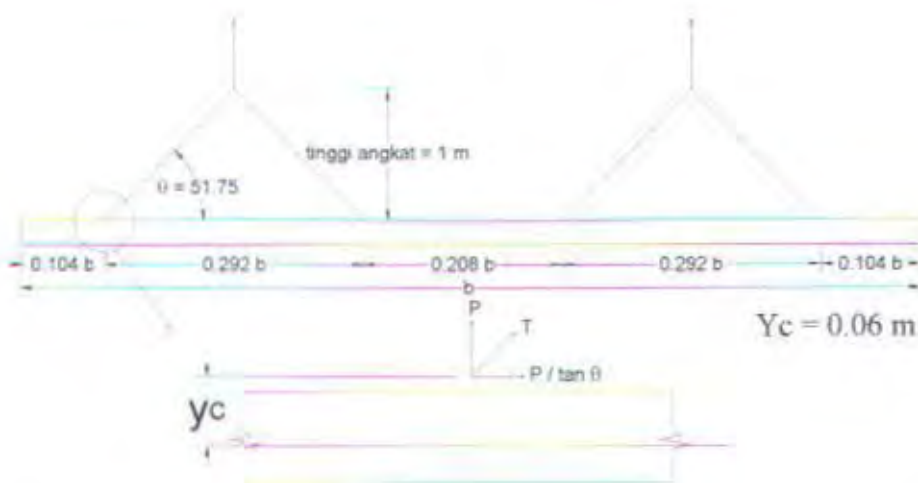
$$a/2 = 2 \text{ m}$$

$$Z = \frac{1}{6} \times \left(\frac{a}{2}\right) \times t^2 = \frac{1}{6} \times 2 \times 0.08^2 = 0.00213 \text{ m}^3$$

$$\begin{aligned} My &= 0.0027 \times w \times a \times b^2 \\ &= 0.0027 \times 230.4 \times 4 \times 5.4^2 \\ &= 72.559 \text{ kgm} \end{aligned}$$

Momen tambahan akibat sudut pengangkatan :





$$My = \frac{P \times y_c}{\tan \theta} = \frac{(w \times a \times b) \times y_c}{\tan \theta} \times \frac{1}{8} = \frac{(230.4 \times 5.4 \times 4) \times 0.06}{\tan 51.75} \times \frac{1}{8} = 29.424 \text{ kgm}$$

$$\begin{aligned} My_{\text{total}} &= 29.424 + 72.559 \\ &= 101.983 \text{ kgm} \end{aligned}$$

$$f' = 101.983 / 0.00213 = 47879.343 \text{ kg/m}^2 = 0.479 \text{ N/mm}^2$$

$$f' = 0.479 \text{ MPa} < f'_r = 1.683 \text{ MPa} \rightarrow \text{OK!}$$

- Transverse Bending

Dengan menggunakan 8 titik angkat, maka :

$$W = (2400 \times 0.08) \times 1.2 = 230.4 \text{ kg/m}^2$$

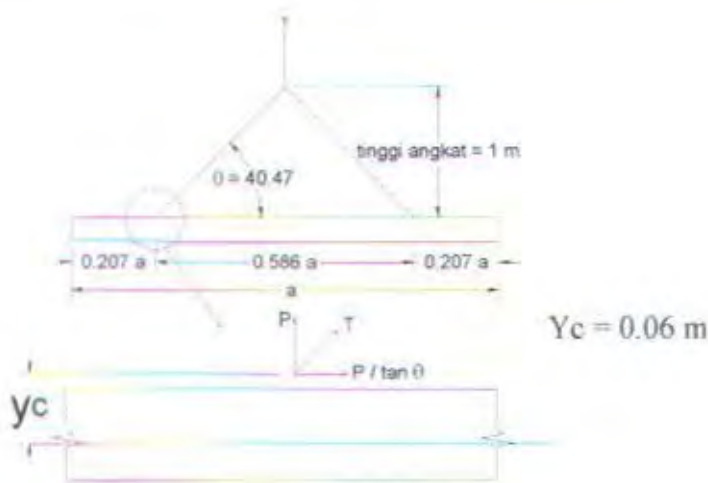
$$b/4 = 5.4 / 4 = 1.35 \text{ m}$$

$$15 \times t = 15 \times 0.08 = 1.2 \text{ m}$$

$(15 \times t) < (b/4) \rightarrow 1.2 \text{ m}$  menentukan !!!

$$Z = \frac{1}{6} \times (15 \times t) \times t^2 = \frac{1}{6} \times 1.2 \times 0.08^2 = 0.00128 \text{ m}^3$$

$$\begin{aligned} M_x &= 0.0054 \times w \times a^2 \times b \\ &= 0.0054 \times 230.4 \times 4^2 \times 5.4 \\ &= 107.495 \text{ kgm} \end{aligned}$$



Momen tambahan akibat sudut pengangkatan :

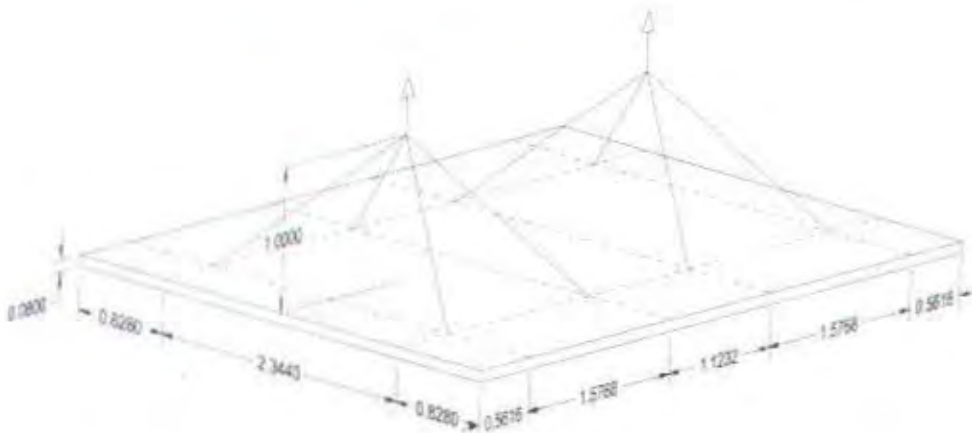
$$M_x = \frac{P \times y_c}{\tan \theta} = \frac{(w \times a \times b) \times y_c}{\tan \theta} \times \frac{1}{8} = \frac{(230.4 \times 5.4 \times 4) \times 0.06}{\tan 40.47} \times \frac{1}{8} = 43.748 \text{ kgm}$$

$$M_x \text{ total} = 43.748 + 107.495$$

$$= 151.243 \text{ kgm}$$

$$f^* = 151.243 / 0.00128 = 118158.594 \text{ kg / m}^2 = 1.182 \text{ N / mm}^2$$

$$f^* = 1.182 \text{ MPa} < f^*_r = 1.683 \text{ MPa} \rightarrow \text{OK !}$$

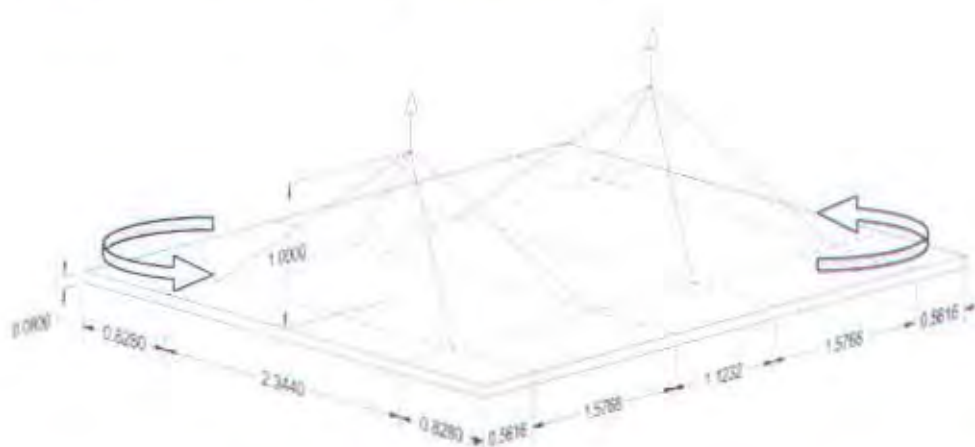


Tabel tegangan pada pelat beton saat stripping :

Longitudinal Bending													
Pelat			koef. k	W	a/2	Zy	My <sub>1</sub>	Yc	φ	My <sub>2</sub>	My tot	f	f <sub>r</sub>
a (m)	b (m)	t (m)	ejut	(kg/m <sup>2</sup> )	(m)	(m <sup>3</sup> )	(kgm)	(m)		(kgm)	(kgm)	(Mpa)	(Mpa)
4	5.4	0.08	1.2	230.4	2	0.00213	72.5594	0.06	51.75	29.424	101.9839	0.478	1.683 OK!!!
3.6	5.4	0.08	1.2	230.4	1.8	0.00192	65.3035	0.06	51.75	26.482	91.78552	0.478	1.683 OK!!!
3.6	7.2	0.08	1.2	230.4	1.8	0.00192	116.095	0.06	43.57	47.083	163.1783	0.850	1.683 OK!!!

Transversal Bending														
Pelat			koef. k	W	b/4	15 x t	Zx	Mx <sub>1</sub>	Yc	φ	Mx <sub>2</sub>	Mx tot	f	f <sub>r</sub>
a (m)	b (m)	t (m)	ejut	(kg/m <sup>2</sup> )	(m)	(m)	(m <sup>3</sup> )	(kgm)	(m)		(kgm)	(kgm)	(Mpa)	(Mpa)
4	5.4	0.08	1.2	230.4	1.35	1.2	0.00128	107.495	0.06	40.47	43.74809	151.2435	1.182	1.683 OK!!!
3.6	5.4	0.08	1.2	230.4	1.35	1.2	0.00128	87.071	0.06	43.47	35.43606	122.5074	0.957	1.683 OK!!!
3.6	7.2	0.08	1.2	230.4	1.8	1.2	0.00128	116.095	0.06	43.47	47.24808	163.3431	1.276	1.683 OK!!!

### b. Kontrol tegangan angkat pada saat Turning



Untuk pelat pracetak, turning atau rotating dilakukan di udara dengan menggunakan 8 titik angkat dalam kedudukan datar. Jadi pelat yang akan diletakkan di posisinya diangkat terlebih dahulu dan kemudian menggunakan bantuan tenaga manusia untuk memutar pelat tersebut sesuai dengan posisi yang dikehendaki. Dengan cara seperti ini diharapkan tegangan yang terjadi sangat kecil (akibat rotasi) sehingga tidak mempengaruhi kondisi pelat pracetak.

Untuk rotasi pada pelat pracetak pada waktu pemasangan (ereksi), maka dilakukan rotasi di udara dengan menggunakan 4 titik angkat (bergerak) dan 4 titik angkat yang lain tetap (diam). Hal ini akan terlihat pada gambar dibawah ini :



## 4.2. PERENCANAAN TANGGA

Konstruksi tangga dibuat dengan sistem pracetak. Pembuatan semua komponen tangga beton pracetak harus berulang dan dalam jumlah yang cukup besar untuk memberikan kelayakan secara ekonomis.

Landasan untuk tumpuan tangga beton pracetak pada daerah lantai dicor secara monolit atau pada struktur frame yang biasanya dibuat sederhana. Lubang antara dua lubang bordes dapat dicor dengan beton kontinu dan pada tepi bordes atau pelat injakan, besi tulangan diteruskan sampai keluar untuk menambah kekuatan dan mengurangi lendutan.

### 4.2.1 Data Perencanaan

Mutu bahan	:	$K_{350}$	
$f'_{ck}$	:	$350 \text{ kg/cm}^2$	
$f'_c$	:	$29.18 \text{ MPa}$	
Mutu baja	:	$U_{37}$	
$f_y$	:	$370 \text{ MPa}$	$= 3700 \text{ kg/cm}^2$

### 4.2.2 Perhitungan Pelat Tangga

- Untuk tangga dengan tinggi 4 m :
  - Tinggi injakan  $t = 20 \text{ cm}$
  - Lebar injakan  $b = 28 \text{ cm}$
  - Beda tinggi lantai ke bordes  $= \frac{\text{tinggi tiap lantai}}{2} = \frac{400}{2} = 200 \text{ cm}$
  - Banyak injakan yang ada  $= 9$  (tidak termasuk bordes)
  - Jarak horiosontal  $= 9 \times 28 = 252 \text{ cm}$
  - Kemiringan tangga  $= \text{arc tg } \frac{200 - 20}{252} = 35.54^\circ < 40^\circ$



- Untuk tangga dengan tinggi 5 m :

• Tinggi ijakan  $t = 25$  cm

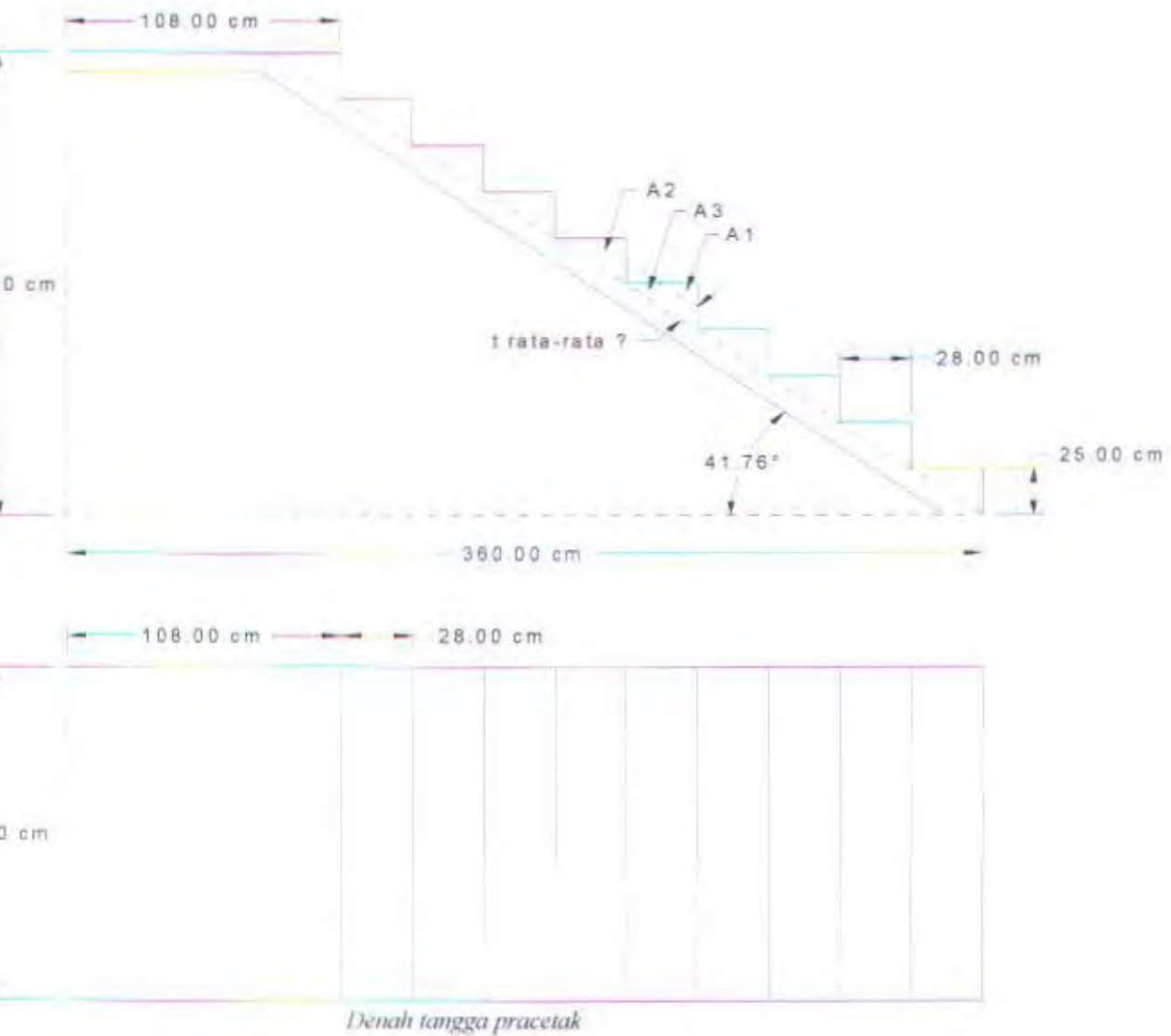
• Lebar ijakan  $b = 28$  cm

• Beda tinggi lantai ke bordes =  $\frac{\text{tinggi tiap lantai}}{2} = \frac{500}{2} = 250$  cm

• Banyak ijakan yang ada = 9 (tidak termasuk bordes)

• Jarak horisontal =  $9 \times 28 = 252$  cm

• Kemiringan tangga =  $\text{arc tg } \frac{250 - 25}{252} = 41.76^\circ$



Denah tangga pracetak

Perhitungan tebal pelat rata-rata (dalam hal ini tebal untuk tangga 5 m dengan tangga 4 m dianggap sama) :

$$\text{- Luas A1} : 0,5 \times \frac{25}{2} \times \frac{28}{2} = 87,5 \text{ cm}$$

$$\text{- Luas A2} : 0,5 \times 25 \times 28 = 350 \text{ cm}$$

$$\text{- Luas A3} : \text{Luas A2} - \text{Luas A1} = 262,5 \text{ cm}$$

$$\text{- Miring A1} : \sqrt{\left(\frac{25}{2}\right)^2 + \left(\frac{28}{2}\right)^2} = 18,768 \text{ cm}$$

$$\text{- Miring A2} : \sqrt{25^2 + 28^2} = 37,537 \text{ cm}$$

$$\text{- rata-rata} : \frac{2 \times \text{Luas A3}}{(\text{miring A1} + \text{miring A2})} = \frac{2 \times 262,5}{(18,768 + 37,537)} = 9,324 \text{ cm} \approx 10 \text{ cm}$$



Jadi tebal pelat pracetak yang digunakan adalah :  $10 + 10 = 20$  cm

#### 4.2.3 Perhitungan Pembebanan dan Analisa Struktur

- Pelat tangga (  $t = 20$  cm )

*Beban mati :*

Berat sendiri	:	$2400 \times 0.2$	$= 480.00 \text{ kg/m}^2$
Tegel + spesi (1 cm)	:	$( 21 + 24 )$	$= 45.00 \text{ kg/m}^2$
Tiang sandaran	:		$= 50.00 \text{ kg/m}^2$
			$= 575.00 \text{ kg/m}^2$

*Beban hidup :*

Beban hidup untuk kantor	$= 300.00 \text{ kg/m}^2$
--------------------------	---------------------------

Sehingga beban ultimate yang bekerja pada pelat miring :

Qu	=	$( 1.4 \times 575 ) + ( 1.7 \times 300 )$	$= 1315.00 \text{ kg/m}^2$
----	---	---	----------------------------

- Pelat bordes (  $t = 20$  cm )

*Beban mati :*

Berat sendiri	:	$2400 \times 0.2$	$= 480.00 \text{ kg/m}^2$
Tegel + spesi	:	$( 21 + 24 )$	$= 45.00 \text{ kg/m}^2$
Tiang sandaran	:		$= 50.00 \text{ kg/m}^2$
			$= 575.00 \text{ kg/m}^2$

*Beban hidup :*

Beban hidup pelat bordes tangga	$= 300.00 \text{ kg/m}^2$
---------------------------------	---------------------------

Sehingga beban ultimate yang bekerja pada pelat bordes :

Qu	=	$( 1.4 \times 575 ) + ( 1.7 \times 300 )$	$= 1315 \text{ kg/m}^2$
----	---	---	-------------------------

Mengacu pada persyaratan peraturan gempa, unsur-unsur non struktur (struktur sekunder) hendaknya dipisahkan (tidak mempengaruhi) dari struktur utama. Memperhatikan dari persyaratan tersebut, maka perencanaan struktur

tangga pada gedung ini memakai tumpuan sendi dan rol. Analisa tangga dengan menggunakan program bantuan program ETABS v.08.

#### 4.2.4 Perhitungan Penulangan Tangga

##### I. Pelat Tangga dan pelat bordes

###### □ Penulangan arah X

$$\rho_{\min} = 0.00186$$

$$\rho_{\max} = 0.75\rho_b = 0.0264$$

$$M_u = 2340 \text{ kgm} = 2.34 \times 10^7 \text{ Nmm}$$

Selimut beton = 20 mm

$$d = 200 - 20 = 180 \text{ mm}$$

$$\frac{M_u}{bd^2 f_c'} = \frac{2.34 \times 10^7}{1000 \times 180^2 \times 29.18} = 0.0248$$

Dengan menggunakan tabel momen berfaktor penampang persegi ( $A_s'/A_s = 0$ )

didapatkan  $\omega = 0.0315$

$$\rho = \omega \times f_c' / f_y = 0.0315 \times 29.18 / 370 = 0.00248$$

$$\rho_{\min} < \rho_{\text{perlu}} < \rho_{\max} \rightarrow 0.00186 < 0.00248 < 0.0264$$

Jadi dipakai  $\rho_{\text{perlu}}$  yaitu 0.00248

$$A_s \text{ perlu} = \rho \times b \times d = 0.00248 \times 1000 \times 180 = 446.4 \text{ mm}^2$$

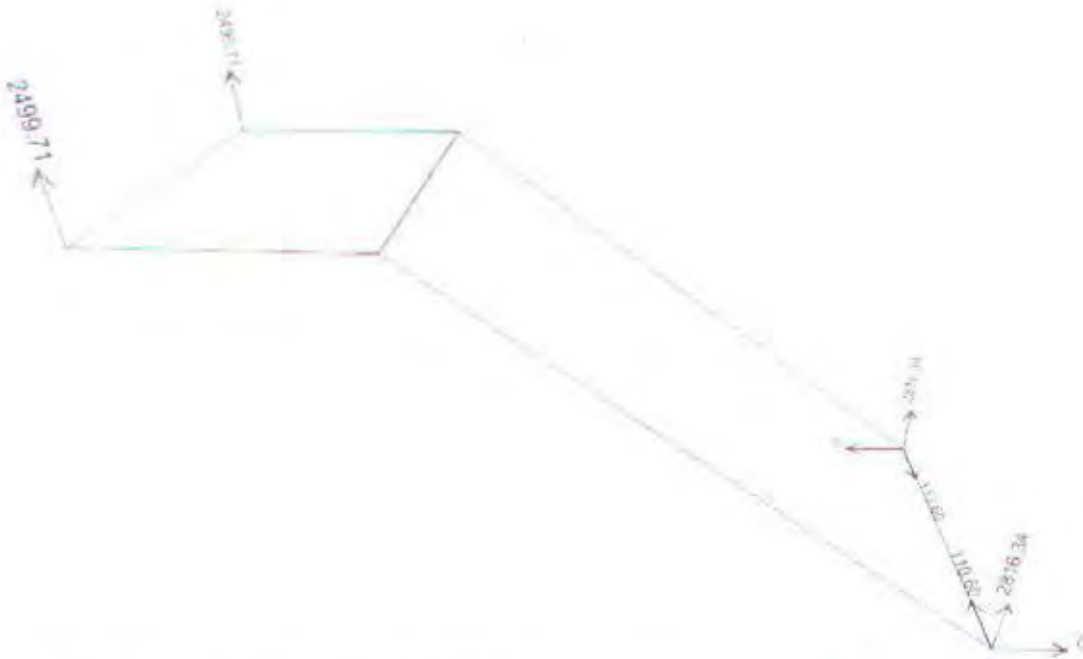
$$\text{Jumlah tulangan per meter} : 446.4 / (0.25 \times \pi \times 10^2) = 5.68 \approx 6 \text{ tulangan}$$

$$\text{Jarak antar tulangan tiap meter} : 1000 / 6 = 166.67 \text{ mm} \approx 150 \text{ mm}$$

$$\text{Dipasang } D_{10} - 150 \text{ mm} \quad (A_s = 523.599 \text{ mm}^2)$$

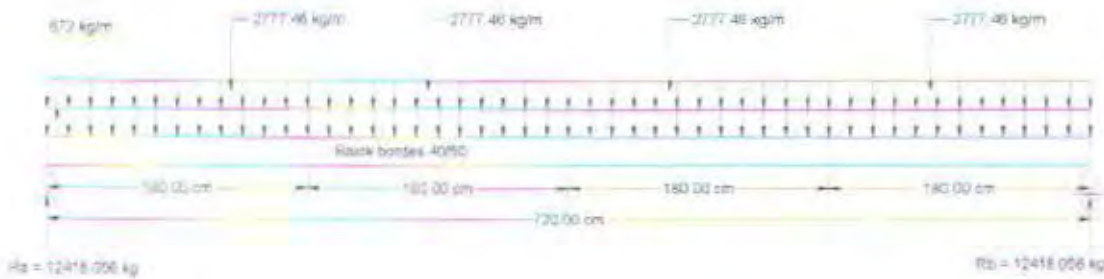
□ Penulangan arah Y baik untuk pelat tangga maupun pelat bordes dipasang tulangan praktis ( $\phi_s = 200 \text{ mm}$ )

## 4.2.5 Perhitungan Balok Penumpu Tangga



Beban yang bekerja pada balok penumpu tangga sepanjang 7.2 m :

- Bordes :  $(2499.71 \times 8) / 7.2 = 2777.46 \text{ kg/m (ultimate)}$
- Balok bordes :  $0.4 \times 0.5 \times 2400 \times 1.4 = 672.00 \text{ kg/m (ultimate)}$



$$\begin{aligned} \text{Mu}_{\text{max}} \text{ (tengah bentang)} & : (12418.056 \times 3.6) - \{(2777.46 + 672) \times 1.8 \times 3.6\} \\ & = 22352.5 \text{ kgm.} \end{aligned}$$

$$V_u \text{ ujung} = R_a = R_b : 12418.056 \text{ kg.}$$

$$\frac{V_{ud}}{V_u} = \frac{L_d}{L_u} \Rightarrow V_{ud} = V_u \times \frac{L_d}{L_u}$$

$$V_{ud} = 12418.056 \times (7.2 - 0.5) / 7.2 = 11555.691 \text{ kg}$$

$$\begin{aligned} T_u & = q_{\text{tangga}} \times l \times \frac{1}{2} \times b \\ & = (2777.46 + 672) \times 7.2 \times \frac{1}{2} \times 0.4 = 4967.22 \text{ kgm} \end{aligned}$$



- **Perhitungan Tulangan akibat beban Mu :**

$$M_u : 22352.5 \text{ kgm} = 22352.5 \times 10^4 \text{ Nmm}$$

$$f'_c : 29.18 \text{ MPa}$$

$$f_y : 370 \text{ MPa}$$

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

$$d : 500 - 20 = 480 \text{ mm}$$

$$\rho_{\min} : 1.4 / f_y = 1.4 / 370 = 0.00378$$

$$\omega_1 : \frac{M_u}{f'_c \times b \times d^2} = \frac{22352.5 \times 10^4}{29.18 \times 400 \times 480^2} = 0.0831$$

Dengan menggunakan tabel momen berfaktor penampang persegi ( $A_s'/A_s = 0$ )

didapatkan  $\omega = 0.111$

$$\rho = \omega \times f'_c / f_y = 0.111 \times 29.18 / 370 = 0.00875$$

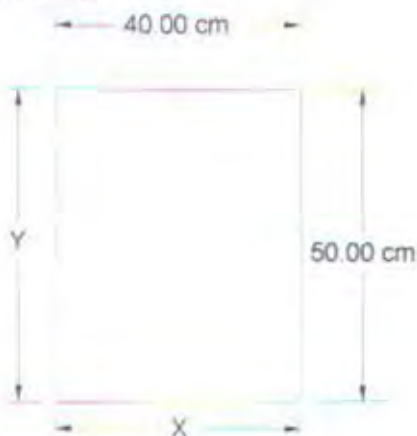
$$\rho_{\min} < \rho_{\text{perlu}} < \rho_{\max} \rightarrow 0.00378 < 0.00875 < 0.0264$$

Jadi dipakai  $\rho_{\text{perlu}}$  yaitu 0.00875

$$A_s \text{ perlu} : \rho \times b \times d = 0.00875 \times 400 \times 480 = 1680 \text{ mm}^2$$

- **Perhitungan Tulangan akibat beban Vu dan Tu :**

Ukuran penampang



Kontrol penampang

$$\sum x^2 y = (400^2 \times 500) = 8 \times 10^7 \text{ mm}^3$$

➤ Perhitungan batas Tu yang tidak memerlukan tulangan Torsi :

$$\phi \times \frac{1}{20} \times \sqrt{f'_c} \times \sum (x^2 y) = 0.6 \times \frac{1}{20} \times \sqrt{29.18} \times 8 \times 10^7 = 1.3 \times 10^7 \text{ Nmm}$$



Karena  $Tu_{\min} < Tu_{ada} \rightarrow 1.3 \times 10^7 < 4.967 \times 10^7$ , maka torsi harus diperhitungkan

➤ Kontribusi beton dalam memikul beban  $Tu$  :

$$T_c = \frac{\sqrt{f_c'} \times \sum x^2 y}{15 \sqrt{1 + \left( 0.4 \times \frac{Vu}{C_T \times T_U} \right)^2}} \times \left( 1 + 0.3 \times \frac{Nu}{Ag} \right)$$

catatan : Nilai  $Nu$  sama dengan nol jika tidak memperhitungkan gaya aksial

Dimana :

$$C_T = \frac{bw \times d}{\sum x^2 y} = \frac{400 \times 480}{8 \times 10^7} = 0.0024$$

$$T_c = \frac{\sqrt{29.18} \times 8 \times 10^7}{15 \sqrt{1 + \left( 0.4 \times \frac{124180.56}{0.0024 \times 4.967 \times 10^7} \right)^2}} = 26.594 \times 10^6 \text{ Nmm}$$

$$\frac{A_t}{S} = \frac{T_u - \phi T_c}{\phi \times f_y \times \alpha_t \times x_1 \times y_1}$$

decking = 20 mm

$$x_1 = 400 - (2 \times 20) = 360 \text{ mm}$$

$$y_1 = 500 - (2 \times 20) = 460 \text{ mm}$$

$$\alpha_t = \frac{1}{3} \times \left( 2 + \frac{y_1}{x_1} \right) = \frac{1}{3} \times \left( 2 + \frac{460}{360} \right) = 1.093 \leq 1.5$$

ambil  $\alpha_t = 1.093$

$$\frac{A_t}{S} = \frac{(4.967 \times 10^7) - (0.6 \times 26.594 \times 10^6)}{0.6 \times 370 \times 1.093 \times 360 \times 460} = 0.839 \text{ mm}^2 / \text{mm}$$

➤ Kontribusi beton dalam memikul beban  $Vu$  :

$$V_c = \frac{\sqrt{f_c'} \times bw \times d}{6 \sqrt{1 + \left( \frac{2.5 \times C_T \times T_u}{Vu_d} \right)^2}}$$

$$= \frac{\sqrt{29.18} \times 400 \times 480}{6 \sqrt{1 + \left( \frac{2.5 \times 0.0024 \times 4.967 \times 10^7}{115556.91} \right)^2}} = 62492.556 \text{ N}$$

$$\frac{A_v}{S} = \frac{Vu_d - \Phi V_c}{\Phi \times f_y \times d} = \frac{115556.91 - 0.6 \times 62492.556}{0.6 \times 370 \times 480} = 0.733 \text{ mm}^2 / \text{mm}$$

➤ Kombinasi Tulangan Senggang Geser dan Torsi :

$$\begin{aligned} \frac{A_{vt}}{S} &= \left( \frac{2 \times A_t}{S} + \frac{A_v}{S} \right) \\ &= (2 \times 0.839 + 0.733) = 2.411 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\frac{bw}{3 f_y} = \frac{400}{3 \times 370} = 0.36 \text{ mm}$$

$$\frac{A_{vt}}{S} > \frac{bw}{3 f_y} \Rightarrow \frac{A_{vt}}{S} = 2.411 \text{ mm MENENTUKAN !!!!!}$$

Direncanakan menggunakan senggang  $\phi 13$

$$A_{vt} = \text{Luas satu kaki} = 132.7 \text{ mm}^2 \rightarrow \text{Luas dua kaki} = 132.7 \times 2 = 265.4 \text{ mm}^2$$

$$S = A_{vt} / 2.411 = 265.4 / 2.411 = 110.078 \text{ mm} \approx 110 \text{ mm}$$

➤ Kontrol Smax :

$$S \leq \frac{x_1 + y_1}{4} \Rightarrow 110 \text{ mm} \leq \frac{360 + 460}{4} = 205 \text{ mm} \dots\dots\dots \text{OK!}$$

➤ Perhitungan Tulangan Torsi Memanjang :

Diambil nilai terbesar dari (SK-SNI T-15-1991/3.4.6.9.3)

$$\begin{aligned} A_{t1} &= \frac{2 \times A_t}{S} (x_1 + y_1) \\ &= 2 \times 0.839 \times (360 + 460) \\ &= 1375.96 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$



$$\begin{aligned}
 Al_2 &= \left( \frac{2.8 \times S \times b \times Tu}{fy \left( Tu + \frac{Vu_d}{3 \times C_T} \right)} - 2 \times A_t \right) \left( \frac{x_1 + y_1}{S} \right) \\
 &= \left( \frac{2.8 \times 110 \times 400 \times 4.967 \times 10^7}{370 \left( 4.967 \times 10^7 + \frac{115556.91}{3 \times 0.0024} \right)} - 2 \times (0.839 \times 110) \right) \left( \frac{360 + 460}{110} \right) \\
 &= 500.026 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

Al tidak perlu lebih besar dari :

$$\begin{aligned}
 Al &= \left( \frac{2.8 \times S \times b \times Tu}{fy \left( Tu + \frac{Vu_d}{3 \times C_T} \right)} - \left( \frac{bw \times S}{3fy} \right) \right) \left( \frac{x_1 + y_1}{S} \right) \\
 &= \left( \frac{2.8 \times 110 \times 400 \times 4.967 \times 10^7}{370 \left( 4.967 \times 10^7 + \frac{115556.91}{3 \times 0.0024} \right)} - \left( \frac{400 \times 110}{3 \times 370} \right) \right) \left( \frac{360 + 460}{110} \right) \\
 &= 1738.540 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

Karena  $Al_1 > Al_2 \rightarrow Al_1 = 1375.96 \text{ mm}^2$  .....menentukan !

Karena  $Al_1 < Al \text{ max} \rightarrow \text{OK} !$

#### ➤ Pemasangan Tulangan :

- Untuk tulangan arah longitudinal di pasang  $\frac{1}{4} Al$  :

$$\frac{1}{4} \times 1375.96 = 343.99 \text{ mm}^2 \quad \rightarrow \text{dipasang } 2 \phi 16 = 402.1 \text{ mm}^2$$

- Jarak antar tulangan memanjang  $\leq 300 \text{ mm}$  :

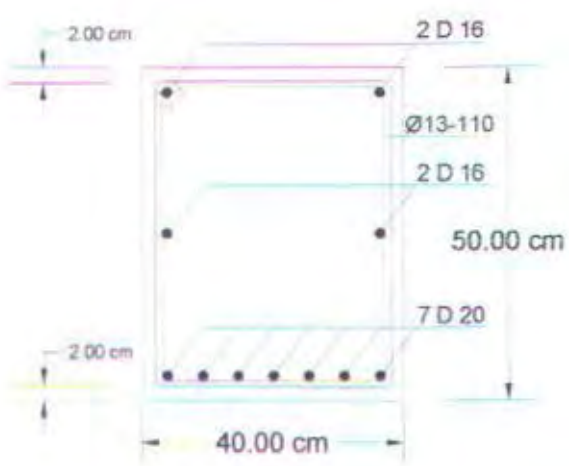
$$\{500 - (2 \times 20)\} / 300 = 1.533 \approx 2 \text{ baris}$$

$$\text{Jadi } 460 / 2 = 230 \text{ mm} \leq 300 \text{ mm} \text{ .....OK!}$$

- Kombinasi tulangan lentur dan torsi untuk longitudinal bawah :

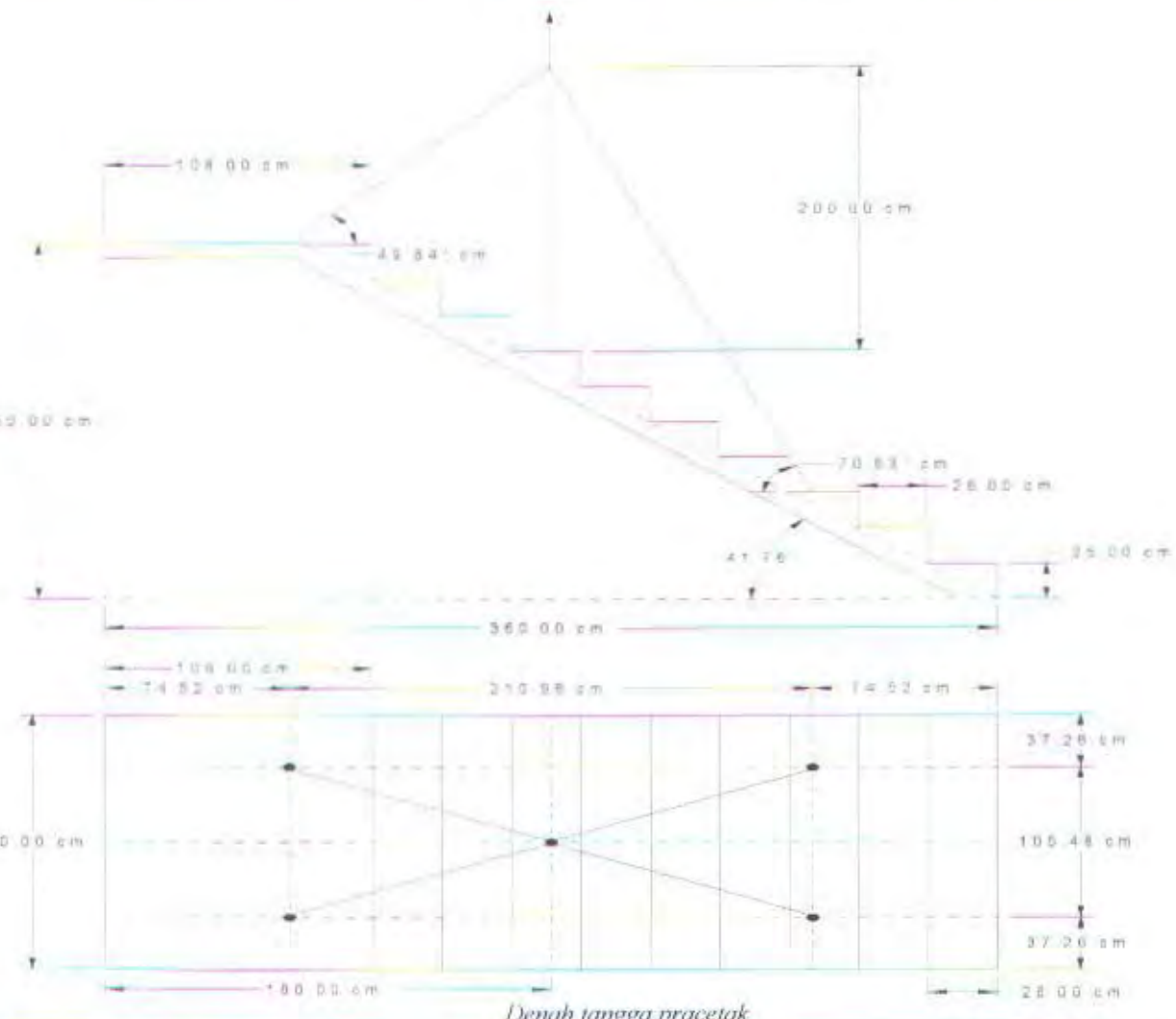
$$\text{Tul. Lentur} + \text{tul. Torsi} = 1680 + 402.1 = 2082.1 \text{ mm}^2$$

$$\text{Jadi dipasang tulangan } 7 \text{ D } 20 = 2199.1 \text{ mm}^2$$



### 4.2.6 Tegangan Beton Akibat Pengangkatan Tangga

Elemen tangga diangkat dengan mengasumsikan elemen tangga sebagai pelat.



Denah tangga pracetak

a. *Kontrol Tegangan Angkat Pada Saat Stripping*

Dengan menggunakan 4 titik angkat, maka :

$$W = (2400 \times 0.2) \times 1.2 = 576 \text{ kg/m}^2$$

Dengan menggunakan bantuan program SAP 2000, didapatkan momen – momen positif dan negative untuk arah memanjang (arah Y) dan memendek (arah X) tangga antara lain :

- Arah memanjang tangga :

$$M (+) = 40.30 \text{ kgm} \quad ; \quad M (-) = - 68.90 \text{ kgm}$$

- Arah memendek tangga :

$$M (+) = 111.85 \text{ kgm} \quad ; \quad M (-) = - 230.38 \text{ kgm}$$

- Longitudinal Bending

$$a/2 = 0.9 \text{ m}$$

$$b = 3.6 \text{ m}$$

$$Z = \frac{1}{6} \times \left( \frac{a}{2} \right) \times t^2 = \frac{1}{6} \times 0.9 \times 0.2^2 = 0.0006 \text{ m}^3$$

$$f^* = M_{\text{neg}} / Z$$

$$= 68.90 / 0.0006$$

$$= 114833.33 \text{ kg/m}^2 = 1.148 \text{ MPa}$$

$$f^* < f_r \rightarrow 1.148 \text{ MPa} < 1.683 \text{ MPa} \dots\dots\dots \text{OK} !$$

$$f^* = M_{\text{pos}} / Z$$

$$= 40.30 / 0.0006$$

$$= 67166.67 \text{ kg/m}^2 = 0.672 \text{ MPa}$$

$$f^* < f_r \rightarrow 0.672 \text{ MPa} < 1.683 \text{ MPa} \dots\dots\dots \text{OK} !$$

- Transverse Bending

Dengan menggunakan 4 titik angkat, maka :

$$W = (2400 \times 0.2) \times 1.2 = 576 \text{ kg/m}^2$$

$$b/2 = 3.6 / 2 = 1.8 \text{ m}$$

$$15 \times t = 15 \times 0.2 = 3 \text{ m}$$

$$(b/2) < (15 \times t) \rightarrow 1.8 \text{ m menentukan} !!!$$



$$Z = \frac{1}{6} \times \left(\frac{b}{2}\right) \times t^2 = \frac{1}{6} \times 1.8 \times 0.2^2 = 0.012 \text{ m}^3$$

$$f = M_{neg} / Z$$

$$= 230.38 / 0.012$$

$$= 19198.33 \text{ kg/m}^2 = 0.192 \text{ MPa}$$

$f < f_r \rightarrow 0.192 \text{ MPa} < 1.683 \text{ MPa} \dots\dots\dots \text{OK!}$

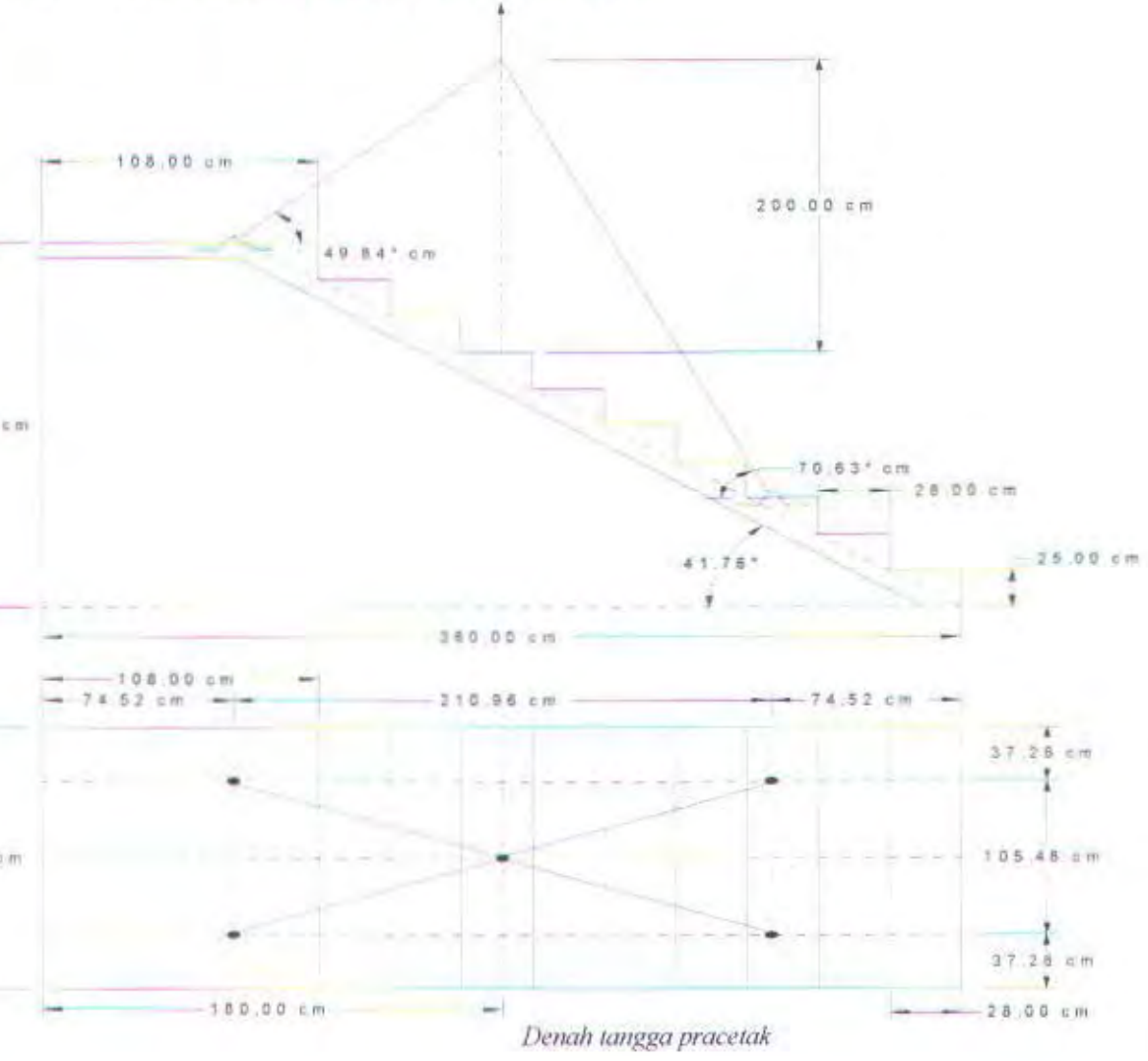
$$f = M_{pos} / Z$$

$$= 111.85 / 0.012$$

$$= 9320.83 \text{ kg/m}^2 = 0.093 \text{ MPa}$$

$f < f_r \rightarrow 0.093 \text{ MPa} < 1.683 \text{ MPa} \dots\dots\dots \text{OK!}$

4.2.7 Perhitungan Tulangan Pada Titik Angkat



**Tangga (1.8 m x 3.6 m) dengan h = 2.5 m**

Beban – beban yang bekerja pada pelat pracetak :

$$\text{- berat sendiri bordes : } 1.8 \times 1.08 \times 0.2 \times 2400 = 933.120 \text{ kg}$$

$$\text{- berat sendiri tangga : } \frac{(3.6 - 1.08)}{\cos 41.76} \times 1.8 \times 0.2 \times 2400 = 2918.836 \text{ kg} +$$

$$\text{beban mati} = 3851.956 \text{ kg}$$

Beban Ultimate :

$$W = 1.4 \times 3851.956 = 5392.738 \text{ kg}$$

Beban Ultimate yang harus dipikul oleh masing – masing titik angkat :

$$P = 5392.738 / 4 = 1348.185 \text{ kg}$$

Berdasarkan tabel Design Aid 11.2.3 hal 11 – 17 PCI Design Handbook, didapatkan data kabel untuk pengangkatan :

- o Kabel Strand (Seven Wire) diameter  $\frac{1}{2}$  in = 12.70 mm
- o  $f_{pu}$  : 250 ksi = 1723.75 MPa ( 1 ksi = 6.895 MPa)
- o  $A$  :  $0.144 \text{ in}^2 = 92.9088 \text{ mm}^2$  ( 1 sq in = 645.2 sq mm)

Gaya yang harus dipikul oleh satu strand (satu titik angkat) :

$$F_{strand} : A \times f_{pu} = 92.9088 \times 1723.75 = 16015.154 \text{ kg}$$

Beban ijin untuk satu strand :

$$F_{ijin} : 16015.154 / 4 = 4003.789 \text{ kg}$$

$$P < F_{ijin} \rightarrow 1348.185 \text{ kg} < 4003.789 \text{ kg} \dots\dots\text{OK!}$$

Jadi, untuk titik angkat digunakan satu Seven Wire Strand  $f_{pu} = 250$  ksi (1723.75 MPa) dengan diameter  $\frac{1}{2}$  in (12.7 mm)

### 4.3. PERENCANAAN BALOK ANAK

#### 4.3.1. Data perencanaan

$$f_c' : 29.18 \text{ MPa}$$

$$f_y : 370 \text{ MPa}$$

Dimensi balok anak :

- Untuk bentang 5.4 m → dimensi balok anak 40 cm x 60 cm
- Untuk bentang 7.2 m → dimensi balok anak 40 cm x 60 cm

#### 4.3.2. Pembebanan balok anak

##### 4.3.2.1. Tipe-tipe pembebanan

Beban-beban yang bekerja pada balok anak tersebut adalah berat sendiri balok anak tersebut dan semua beban merata pada pelat ( termasuk berat sendiri pelat dan berat hidup merata di atasnya ). Distribusi beban pada balok pendukung sedemikian rupa sehingga dapat dianggap sebagai beban segitiga pada lajur pendek dan beban trapesium pada lajur yang panjang. Beban-beban berbentuk trapesium maupun segitiga tersebut kemudian dirubah menjadi beban merata ekivalen dengan menyamakan momen maksimum akibat beban merata dengan momen maksimum akibat beban segitiga atau trapesium.

Beban ekivalen tersebut digunakan sebagai beban merata pada balok anak maupun balok induk untuk perhitungan analisa struktur.

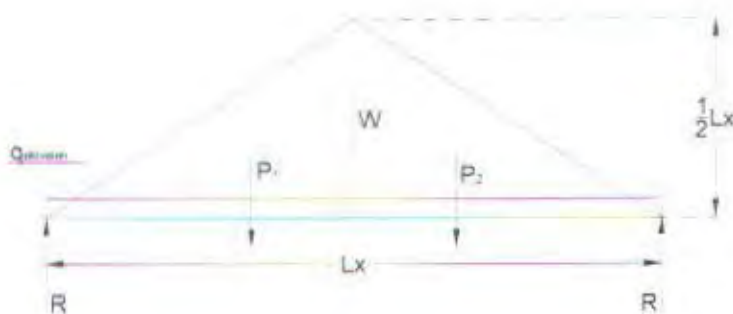
Persamaan ekivalen dapat diturunkan sebagai berikut :





Beban ekuivalen pada balok yang diakibatkan beban yang bekerja pada pelat antara lain :

### 1. Beban ekuivalen segitiga



#### Beban segitiga

$$W : \frac{1}{2} \times q \times Lx$$

$$R : P_1 = P_2$$

$$R : \frac{1}{2} \times (\frac{1}{2} \times Lx) \times W$$

$$R : \frac{1}{8} \times q \times Lx^2$$

$$M_{max} : (R \times \frac{1}{2} Lx) - (P \times \frac{1}{3} \times \frac{1}{2} Lx)$$

$$M_{max} : R \times (\frac{1}{3} Lx) = \frac{1}{24} \times q \times Lx^3$$

$$M_{eq} : \frac{1}{8} \times q_{ek} \times Lx^2$$

$$M_{max} = M_{eq}$$

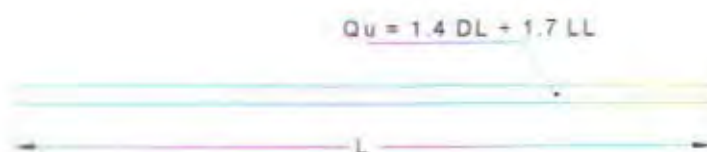
$$\frac{1}{24} \times q \times Lx^3 = \frac{1}{8} \times q_{ek} \times Lx^2$$

$$q_{ek} = \frac{1}{3} \times q \times Lx$$

#### 4.3.2.2. Pola Pembebanan Balok

Ada 2 macam pola pembebanan pada balok anak :

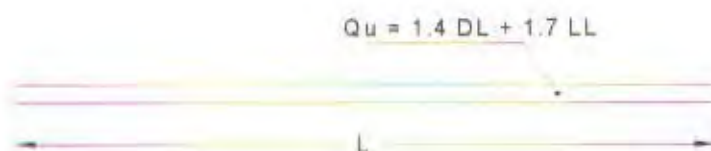
1. Pola pembebanan sesudah komposit



DL : beban trapezium ekivalen pelat akibat beban mati

LL : beban trapezium ekivalen pelat akibat beban hidup

2. Pola pembebanan sebelum komposit



DL : beban trapezium ekivalen pelat akibat beban mati

LL : beban trapezium ekivalen pelat akibat beban hidup

#### 4.3.2.3. Perhitungan Pembebanan Balok Anak

Sebagai contoh perhitungan pembebanan, diambil balok anak lantai dengan bentang  $L = 5.4\text{m}$  dengan dimensi 40/60 (sesudah komposit) dan dimensi 40/47 (sebelum komposit). Balok tersebut menumpu pelat  $5.4\text{m} \times 4\text{m}$

Beban – beban yang bekerja :

1. Sebelum komposit

➤ Beban mati ( $q_{\text{pelat}} : 312 \text{ kg/m}^2$ )

$$q_{\text{ek}} : \frac{1}{2} \times 312 \times 4 \left\{ 1 - \frac{1}{3} \left( \frac{4}{5.4} \right)^2 \right\} = 509.871 \text{ kg/m}$$

$$q_{\text{balok}} : 0.4 \times 0.47 \times 2400 = 451.2 \text{ kg/m}$$

➤ Beban hidup ( $q_{\text{pelat}} : 250 \text{ kg/m}^2$ )

$$q_{\text{ek}} : \frac{1}{2} \times 250 \times 4 \left\{ 1 - \frac{1}{3} \left( \frac{4}{5.4} \right)^2 \right\} = 408.551 \text{ kg/m}$$

## 2. Sesudah komposit

➤ Beban mati ( $q_{\text{pelat}} : 495 \text{ kg/m}^2$ )

$$q_{\text{ek}} : \frac{1}{2} \times 495 \times 4 \left\{ 1 - \frac{1}{3} \left( \frac{4}{5.4} \right)^2 \right\} = 808.93 \text{ kg/m}$$

$$q_{\text{balok}} : 0.4 \times 0.6 \times 2400 = 576 \text{ kg/m}$$

$$q_{\text{butir}} : 4\text{m} \times 250 \times 0.75 = 750 \text{ kg/m}$$

➤ Beban hidup ( $q_{\text{pelat}} : 250 \text{ kg/m}^2$ )

$$q_{\text{ek}} : \frac{1}{2} \times 250 \times 4 \left\{ 1 - \frac{1}{3} \left( \frac{4}{5.4} \right)^2 \right\} = 408.551 \text{ kg/m}$$

## Kombinasi Pembebanan

### 1. Sebelum Komposit :

$$Q_u : 1.4 (509.871 + 451.2) + 1.7 (408.551) = 2040.036 \text{ kg/m}$$

### 1. Sesudah Komposit :

$$Q_u : 1.4 (808.93 + 576 + 750) + 1.7 (408.551) = 3683.439 \text{ kg/m}$$

Untuk perhitungan gaya-gaya dalam yang terjadi pada balok anak dibedakan antara sebelum dan sesudah komposit. Pada keadaan sesudah komposit, perhitungan dilakukan dengan menggunakan koefisien momen dan koefisien gaya lintang sesuai dengan PBI 1971 dengan menganggap balok anak ditumpu oleh perletakan sederhana. Sedangkan keadaan sebelum komposit penulangan dilakukan dengan menggunakan analisa statis tertentu.

Setelah gaya-gaya dalam pada balok diketahui, selanjutnya akan dihitung kebutuhan penulangan balok baik sebelum maupun sesudah komposit. Pada akhirnya penulangan yang digunakan adalah penulangan yang terbesar dari kedua kondisi tersebut (sebelum dan sesudah komposit).



### 4.3.3. Perhitungan Gaya Dalam Pada Balok Anak

#### 1. Gaya Dalam Pada Balok Anak Sebelum Komposit ( $Q_u = 2040.036 \text{ kg/m}$ )

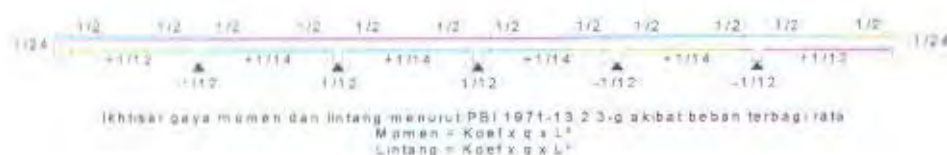
Pada contoh perhitungan kali ini, diasumsikan balok berada diatas dua tumpuan sederhana (sendi – rol). Dari perhitungan didapatkan :

$$V_{u,max} : \frac{1}{2} \times Q_u \times L = \frac{1}{2} \times 2040.036 \times 5.4 = 5508.097 \text{ kg}$$

$$M_{u,max} : \frac{1}{8} \times Q_u \times L^2 = \frac{1}{8} \times 2040.036 \times 5.4^2 = 7435.931 \text{ kgm}$$

#### 2. Gaya Dalam Pada Balok Anak Sesudah Komposit ( $Q_u = 3683.439 \text{ kg/m}$ )

Untuk perhitungan balok anak sesudah komposit, digunakan koefisien-koefisien momen dan lintang pada PBI 1971 13.2.3.g



Gaya momen dan gaya lintang pada analisa diatas adalah :

$$M_t \text{ ujung} = -\frac{1}{24} \times Q_u \times l^2 = -\frac{1}{24} \times 3683.439 \times 5.4^2 = -4475.378 \text{ kgm}$$

$$M_t \text{ brkt} = -\frac{1}{12} \times Q_u \times l^2 = -\frac{1}{12} \times 3683.439 \times 5.4^2 = -8950.757 \text{ kgm}$$

$$M_l \text{ ujung} = \frac{1}{12} \times Q_u \times l^2 = \frac{1}{12} \times 3683.439 \times 5.4^2 = 8950.757 \text{ kgm}$$

$$M_l \text{ brkt} = \frac{1}{14} \times Q_u \times l^2 = \frac{1}{14} \times 3683.439 \times 5.4^2 = 7672.077 \text{ kgm}$$

$$V_u = \frac{1}{2} (Q_u \times l) = \frac{1}{2} (3683.439 \times 5.4) = 9945.285 \text{ kg}$$

### 4.3.4. Perhitungan Penulangan Pada Balok Anak

#### 1. Balok Anak Sebelum Komposit ( $M_u = 7435.931 \text{ kgm}$ ; $V_u = 5508.097 \text{ kg}$ )

##### - Penulangan Lentur

$$\frac{M_u}{b \times d^2 \times f'c} = \frac{7435.931 \times 10^4}{400 \times 440^2 \times 29.18} = 0.0329$$

Dengan menggunakan tabel momen berfaktor penampang persegi ( $A_s'/A_s = 0.00$ ), didapatkan  $\omega = 0.042$

$$\rho = \omega \times f'_c / f_y = 0.042 \times 29.18 / 370 = 0.00331$$

$$\rho_b = \{0.85 \times f'_c \times \beta \times \{600 / (600 + f_y)\}\} / f_y$$

$$\rho_b = 0.0352$$

$$\rho_{max} = 0.75 \times \rho_b = 0.0264$$

$$\rho_{min} = 1.4 / f_y = 1.4 / 370 = 0.00378$$

$\rho < \rho_{min} \rightarrow$  digunakan  $\rho$  minimum

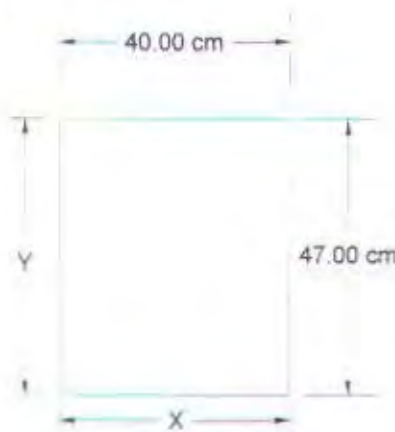
$$A_s = \rho \times b \times d = 0.00378 \times 400 \times 440 = 665.28 \text{ mm}^2$$

Dipasang tulangan 3 D 18 ( $A_s = 763.4 \text{ mm}^2$ )

#### - Penulangan Geser dan Torsi

$$T_u = Q_u \times L \times \frac{1}{2} \times b = 2040.036 \times 5.4 \times \frac{1}{2} \times 0.4 = 2203.239 \text{ kgm}$$

Ukuran penampang



Kontrol penampang

$$\Sigma x^2 y = (400^2 \times 470) = 7.52 \times 10^7 \text{ mm}^3$$

➤ Perhitungan batas  $T_u$  yang tidak memerlukan tulangan Torsi :

$$\phi \times \frac{1}{20} \times \sqrt{f'_c} \times \Sigma(x^2 y) = 0.6 \times \frac{1}{20} \times \sqrt{29.18} \times 7.52 \times 10^7 = 1.22 \times 10^7 \text{ Nmm}$$

Karena  $T_{u \text{ max}} < T_{u \text{ ada}} \rightarrow 1.22 \times 10^7 < 2.203 \times 10^7$ , maka torsi harus diperhitungkan

➤ Kontribusi beton dalam memikul beban  $T_u$  :

$$T_c = \frac{\sqrt{f_c'} \times \sum x^2 y}{15 \sqrt{1 + \left(0.4 \times \frac{Vu}{C_r \times T_u}\right)^2}} \times \left(1 + 0.3 \times \frac{Nu}{Ag}\right)$$

catatan : Nilai Nu sama dengan nol jika tidak memperhitungkan gaya aksial

Dimana :

$$C_1 = \frac{bw \times d}{\sum x^2 y} = \frac{400 \times 440}{7.52 \times 10^7} = 0.00234$$

$$T_c = \frac{\sqrt{29.18} \times 7.52 \times 10^7}{15 \sqrt{1 + \left(0.4 \times \frac{55080.97}{0.00234 \times 2.203 \times 10^7}\right)^2}} = 24.902 \times 10^6 \text{ Nmm}$$

$$\frac{At}{S} = \frac{T_u - \phi T_c}{\phi \times f_y \times \alpha_t \times x_1 \times y_1}$$

decking = 30 mm

$$x_1 = 400 - (2 \times 75) = 250 \text{ mm}$$

$$y_1 = 470 - (2 \times 30) = 410 \text{ mm}$$

$$\alpha_t = \frac{1}{3} \times \left(2 + \frac{y_1}{x_1}\right) = \frac{1}{3} \times \left(2 + \frac{410}{250}\right) = 1.213 \leq 1.5$$

ambil  $\alpha_t = 1.213$

$$\frac{At}{S} = \frac{(2.203 \times 10^7) - (0.6 \times 24.902 \times 10^6)}{0.6 \times 370 \times 1.213 \times 250 \times 410} = 0.257 \text{ mm}^2 / \text{mm}$$

➤ Kontribusi beton dalam memikul beban  $V_u$  :

$$V_c = \frac{\sqrt{f_c'} \times bw \times d}{6 \sqrt{1 + \left(\frac{2.5 \times C_r \times T_u}{Vu_d}\right)^2}}$$

$$= \frac{\sqrt{29.18} \times 400 \times 440}{6 \sqrt{1 + \left(\frac{2.5 \times 0.00234 \times 2.203 \times 10^7}{55080.97}\right)^2}} = 62273.584 \text{ N}$$

$$\frac{Av}{S} = \frac{Vu_d - \phi V_c}{\phi \times f_y \times d} = \frac{55080.97 - 0.6 \times 62273.584}{0.6 \times 370 \times 440} = 0.181 \text{ mm}^2 / \text{mm}$$



➤ Kombinasi Tulangan Senggang Geser dan Torsi :

$$\begin{aligned}\frac{Av_t}{S} &= \left( \frac{(2 \times At)}{S} + \frac{Av}{S} \right) \\ &= (2 \times 0.257 + 0.181) = 0.695 \text{ mm}\end{aligned}$$

$$\frac{bw}{3 f_y} = \frac{400}{3 \times 370} = 0.36 \text{ mm}$$

$$\frac{Av_t}{S} > \frac{bw}{3 f_y} \Rightarrow \frac{Av_t}{S} = 0.695 \text{ mm MENENTUKAN !!!!!}$$

Direncanakan menggunakan senggang  $\phi$  8

$$Av_t = \text{Luas satu kaki} = 50.26 \text{ mm}^2 \rightarrow \text{Luas dua kaki} = 50.26 \times 2 = 100.52 \text{ mm}^2$$

$$S = Av_t / 0.695 = 100.52 / 0.695 = 144.63 \text{ mm} \approx 125 \text{ mm}$$

➤ Kontrol Smax :

$$S \leq \frac{x_1 + y_1}{4} \Rightarrow 125 \text{ mm} \leq \frac{250 + 410}{4} = 165 \text{ mm} \dots\dots\dots \text{OK!}$$

➤ Perhitungan Tulangan Torsi Memanjang :

Diambil nilai terbesar dari (SK-SNI T-15-1991/3.4.6.9.3)

$$\begin{aligned}Al_1 &= \frac{2 \times At}{S} (x_1 + y_1) \\ &= 2 \times 0.257 \times (250 + 410) \\ &= 339.24 \text{ mm}^2\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}Al_2 &= \left( \frac{2.8 \times S \times b \times Tu}{f_y \left( Tu + \frac{Vu_d}{3 \times C_7} \right)} - 2 \times A_t \right) \left( \frac{x_1 + y_1}{S} \right) \\ &= \left( \frac{2.8 \times 125 \times 400 \times 2.203 \times 10^7}{370 \left( 2.203 \times 10^7 + \frac{55080.97}{3 \times 0.00234} \right)} - 2 \times (0.257 \times 125) \right) \left( \frac{250 + 410}{125} \right)\end{aligned}$$

$$= 1133.914 \text{ mm}^2$$

Al tidak perlu lebih besar dari :

$$Al = \left( \frac{2.8 \times S \times b \times Tu}{fy \left( Tu + \frac{Vu_d}{3 \times C_T} \right)} - \left( \frac{bw \times S}{3fy} \right) \right) \left( \frac{x_1 + y_1}{S} \right)$$

$$= \left( \frac{2.8 \times 125 \times 400 \times 2.203 \times 10^7}{370 \left( 2.203 \times 10^7 + \frac{55080.97}{3 \times 0.00234} \right)} - \left( \frac{400 \times 125}{3 \times 370} \right) \right) \left( \frac{250 + 410}{125} \right)$$

$$= 1235.316 \text{ mm}^2$$

Karena  $Al_1 < Al_2 \rightarrow Al_2 = 1133.914 \text{ mm}^2$  .....menentukan !

Karena  $Al_2 < Al \text{ max} \rightarrow \text{OK} !$

➤ Pemasangan Tulangan :

- Untuk tulangan arah longitudinal di pasang  $\frac{1}{4} Al$  :

$$\frac{1}{4} \times 1133.914 = 283.479 \text{ mm}^2 \rightarrow \text{dipasang } 2 \phi 14 = 307.9 \text{ mm}^2$$

- Jarak antar tulangan memanjang  $\leq 300 \text{ mm}$  :

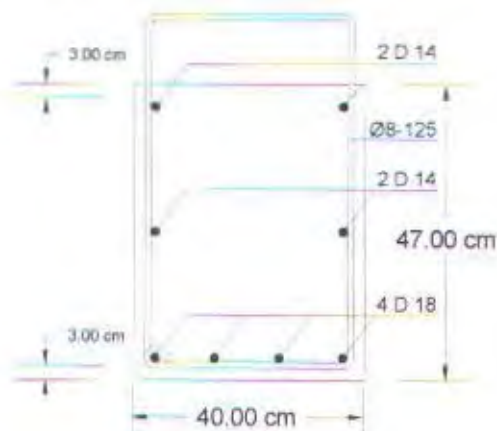
$$\{470 - (2 \times 30)\} / 300 = 1.367 \approx 2 \text{ baris}$$

$$\text{Jadi } 410 / 2 = 205 \text{ mm} \leq 300 \text{ mm} \text{ .....OK!}$$

- Kombinasi tulangan lentur dan torsi untuk longitudinal bawah :

$$\text{Tul. Lentur} + \text{tul. Torsi} = 665.28 + 283.48 = 948.76 \text{ mm}^2$$

$$\text{Jadi dipasang tulangan } 4 \text{ D } 18 = 1017.9 \text{ mm}^2$$



## 2. Balok Anak Sesudah Komposit

Untuk perencanaan, diambil nilai maximum dari :

$$M_t \text{ ujung} = -\frac{1}{24} \times Q_u \times l^2 = -\frac{1}{24} \times 3683.439 \times 5.4^2 = -4475.378 \text{ kgm}$$

$$M_t \text{ brkt} = -\frac{1}{12} \times Q_u \times l^2 = -\frac{1}{12} \times 3683.439 \times 5.4^2 = -8950.757 \text{ kgm}$$

$$M_l \text{ ujung} = \frac{1}{12} \times Q_u \times l^2 = \frac{1}{12} \times 3683.439 \times 5.4^2 = 8950.757 \text{ kgm}$$

$$M_l \text{ brkt} = \frac{1}{14} \times Q_u \times l^2 = \frac{1}{14} \times 3683.439 \times 5.4^2 = 7672.077 \text{ kgm}$$

$$V_u = \frac{1}{2} (Q_u \times l) = \frac{1}{2} (3683.439 \times 5.4) = 9945.285 \text{ kg}$$

Sehingga untuk momen diambil  $M_l \text{ ujung} = M_t \text{ brkt} = 8950.757 \text{ kgm}$  dan untuk lintang diambil  $V_u = 9945.285 \text{ kg}$

### - Penulangan Lentur

$$\frac{M_u}{b \times d^2 \times f'c} = \frac{8950.757 \times 10^4}{400 \times 570^2 \times 29.18} = 0.0236$$

Dengan menggunakan tabel momen berfaktor penampang persegi ( $A_s'/A_s = 0.00$ ), didapatkan  $\omega = 0.03$

$$\rho = \omega \times f'c / f_y = 0.03 \times 29.18 / 370 = 0.00237$$

$$\rho_b = \{0.85 \times f'c \times \beta \times \{600 / (600 + f_y)\}\} / f_y$$

$$\rho_b = 0.0352$$

$$\rho_{\max} = 0.75 \times \rho_b = 0.0264$$

$$\rho_{\min} = 1.4 / f_y = 1.4 / 370 = 0.00378$$

$\rho < \rho_{\min} \rightarrow$  digunakan  $\rho$  minimum

$$A_s = \rho \times b \times d = 0.00378 \times 400 \times 570 = 861.84 \text{ mm}^2$$

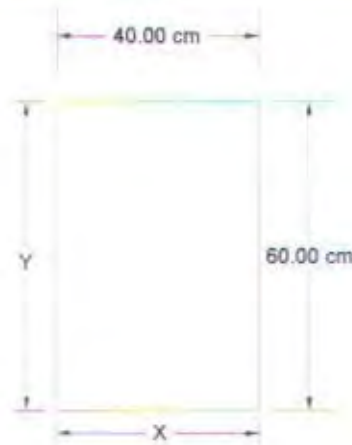
Dipasang tulangan 4 D 18 ( $A_s = 1017.9 \text{ mm}^2$ )

### - Penulangan Geser dan Torsi

$$T_u = Q_u \times L \times \frac{1}{2} \times b = 3683.439 \times 5.4 \times \frac{1}{2} \times 0.4 = 3978.114 \text{ kgm}$$

Ukuran penampang





Kontrol penampang

$$\sum x^2 y = (400^2 \times 600) = 9,6 \times 10^7 \text{ mm}^3$$

- Perhitungan batas  $T_u$  yang tidak memerlukan tulangan Torsi :

$$\phi \times \frac{1}{20} \times \sqrt{f_c'} \times \sum (x^2 y) = 0,6 \times \frac{1}{20} \times \sqrt{29,18} \times 9,6 \times 10^7 = 1,56 \times 10^7 \text{ Nmm}$$

Karena  $T_{u \text{ min}} < T_{u \text{ ada}} \rightarrow 1,56 \times 10^7 < 3,978 \times 10^7$ , maka torsi harus diperhitungkan

- Kontribusi beton dalam memikul beban  $T_u$  :

$$T_c = \frac{\sqrt{f_c'} \times \sum x^2 y}{15 \sqrt{1 + \left(0,4 \times \frac{V_u}{C_T \times T_c}\right)^2}} \times \left(1 + 0,3 \times \frac{N_u}{A_g}\right)$$

catatan : Nilai  $N_u$  sama dengan nol jika tidak memperhitungkan gaya aksial

Dimana :

$$C_T = \frac{b_w \times d}{\sum x^2 y} = \frac{400 \times 570}{9,6 \times 10^7} = 0,002375$$

$$T_c = \frac{\sqrt{29,18} \times 9,6 \times 10^7}{15 \sqrt{1 + \left(0,4 \times \frac{99452,85}{0,002375 \times 3,978 \times 10^7}\right)^2}} = 31,86 \times 10^6 \text{ Nmm}$$

$$\frac{A_t}{S} = \frac{T_u - \phi T_c}{\phi \times f_y \times \alpha_s \times x_1 \times y_1}$$

$$\text{decking} = 30 \text{ mm}$$

$$x_1 = 400 - (2 \times 75) = 250 \text{ mm}$$

$$y_1 = 600 - (2 \times 30) = 540 \text{ mm}$$

$$\alpha_t = \frac{1}{3} \times \left( 2 + \frac{y_1}{x_1} \right) = \frac{1}{3} \times \left( 2 + \frac{540}{250} \right) = 1.387 \leq 1.5$$

ambil  $\alpha_t = 1.387$

$$\frac{A_t}{S} = \frac{(3.978 \times 10^7) - (0.6 \times 31.86 \times 10^6)}{0.6 \times 370 \times 1.387 \times 250 \times 540} = 0.497 \text{ mm}^2 / \text{mm}$$

➤ Kontribusi beton dalam memikul beban  $V_u$  :

$$V_c = \frac{\sqrt{f_c'} \times b_w \times d}{6 \sqrt{1 + \left( \frac{2.5 \times C_f \times T_u}{V_{u_d}} \right)^2}}$$

$$= \frac{\sqrt{29.18} \times 400 \times 570}{6 \sqrt{1 + \left( \frac{2.5 \times 0.002375 \times 3.978 \times 10^7}{99452.85} \right)^2}} = 79658.538 \text{ N}$$

$$\frac{A_v}{S} = \frac{V_{u_d} - \Phi V_c}{\Phi \times f_y \times d} = \frac{99452.85 - 0.6 \times 79658.538}{0.6 \times 370 \times 570} = 0.408 \text{ mm}^2 / \text{mm}$$

➤ Kombinasi Tulangan Senggang Geser dan Torsi :

$$\frac{A_{vt}}{S} = \left( \frac{(2 \times A_t)}{S} + \frac{A_v}{S} \right)$$

$$= (2 \times 0.497 + 0.408) = 1.402 \text{ mm}$$

$$\frac{b_w}{3 f_y} = \frac{400}{3 \times 370} = 0.36 \text{ mm}$$

$$\frac{A_{vt}}{S} > \frac{b_w}{3 f_y} \Rightarrow \frac{A_{vt}}{S} = 1.402 \text{ mm MENENTUKAN !!!!!}$$

Direncanakan menggunakan senggang  $\phi$  12

$$A_{vt} = \text{Luas satu kaki} = 113.1 \text{ mm}^2 \rightarrow \text{Luas dua kaki} = 113.1 \times 2 = 226.2 \text{ mm}^2$$

$$S = A_{vt} / 1.402 = 226.2 / 1.402 = 161.341 \text{ mm} \approx 150 \text{ mm}$$

➤ Kontrol  $S_{max}$  :

$$S \leq \frac{x_1 + y_1}{4} \Rightarrow 150 \text{ mm} \leq \frac{250 + 540}{4} = 197.5 \text{ mm} \dots\dots\dots \text{OK!}$$

➤ Perhitungan Tulangan Torsi Memanjang :

Diambil nilai terbesar dari (SK-SNI T-15-1991/3.4.6.9.3)

$$\begin{aligned} Al_1 &= \frac{2 \times At}{S} (x_1 + y_1) \\ &= 2 \times 0.497 \times (250 + 540) \\ &= 785.26 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$Al_2 = \left( \frac{2.8 \times S \times b \times Tu}{fy \left( Tu + \frac{Vu_d}{3 \times C_T} \right)} - 2 \times A_s \right) \left( \frac{x_1 + y_1}{S} \right)$$

$$\begin{aligned} &= \left( \frac{2.8 \times 150 \times 400 \times 3.978 \times 10^7}{370 \left( 3.978 \times 10^7 + \frac{99452.85}{3 \times 0.002375} \right)} - 2 \times (0.497 \times 150) \right) \left( \frac{250 + 540}{150} \right) \\ &= 984.948 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Al tidak perlu lebih besar dari :

$$Al = \left( \frac{2.8 \times S \times b \times Tu}{fy \left( Tu + \frac{Vu_d}{3 \times C_T} \right)} - \left( \frac{bw \times S}{3fy} \right) \right) \left( \frac{x_1 + y_1}{S} \right)$$

$$\begin{aligned} &= \left( \frac{2.8 \times 150 \times 400 \times 3.978 \times 10^7}{370 \left( 3.978 \times 10^7 + \frac{99452.85}{3 \times 0.002375} \right)} - \left( \frac{400 \times 150}{3 \times 370} \right) \right) \left( \frac{250 + 540}{150} \right) \\ &= 1485.523 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

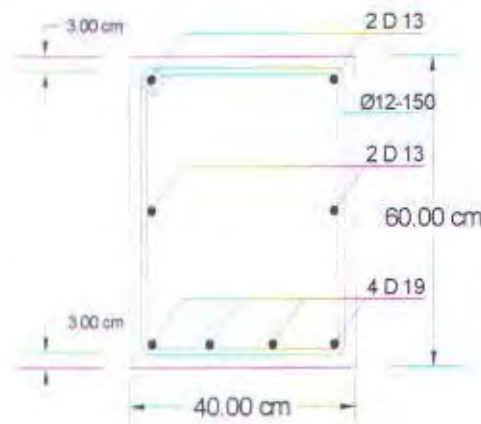
Karena  $Al_1 < Al_2 \rightarrow Al_2 = 984.948 \text{ mm}^2 \dots\dots\dots$  menentukan !

Karena  $Al_2 < Al \text{ max} \rightarrow \text{OK} !$

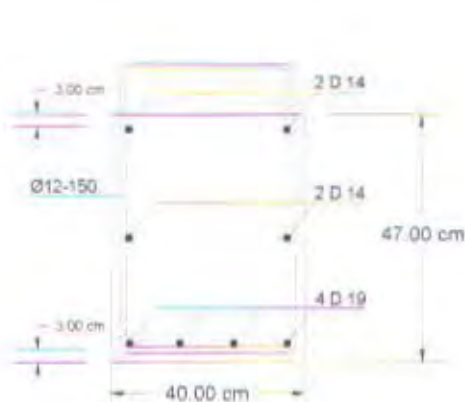


➤ Pemasangan Tulangan :

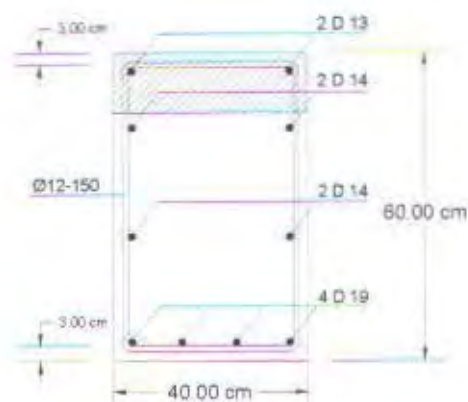
- Untuk tulangan arah longitudinal di pasang  $\frac{1}{4}$  Al :  
 $\frac{1}{4} \times 984.948 = 246.237 \text{ mm}^2 \rightarrow$  dipasang  $2 \phi 13 = 265.5 \text{ mm}^2$
- Jarak antar tulangan memanjang  $\leq 300 \text{ mm}$  :  
 $\{600 - (2 \times 30)\} / 300 = 1.8 \approx 2$  baris  
 Jadi  $540 / 2 = 270 \text{ mm} \leq 300 \text{ mm} \dots \dots \text{OK!}$
- Kombinasi tulangan lentur dan torsi untuk longitudinal bawah :  
 Tul. Lentur + tul. Torsi =  $861.84 + 246.237 = 1108.077 \text{ mm}^2$   
 Jadi dipasang tulangan  $4 \text{ D } 19 = 1134.1 \text{ mm}^2$



Dari perhitungan diatas, didapatkan jumlah tulangan yan berbeda untuk kondisi sebelum komposit dengan kondisi sesudah komposit. Untuk sebuah desain, maka diambil tulangan yang terbesar dari kedua kondisi tersebut.



Balok anak sebelum komposit



Balok anak sesudah komposit

Untuk perhitungan balok anak dengan dimensi dan ukuran pelat yang lain akan disajikan dalam bentuk tabel di bawah ini

Perhitungan  $Q_u$  balok anak 40/60 (Sesudah komposit) dan 40/47 (Sebelum Komposit)

Balok		Beban Pelat				Beban Balok				Beban Dinding			$Q_u$ (kg/m)
		$q_{\text{pelat}}$ (kg/m <sup>2</sup> )	$L_y$ (m)	$L_x$ (m)	$q_{\text{bal}}$ (kg/m)	$b$ (m)	$h$ (m)	$L$ (m)	$q_{\text{bd}}$ (kg/m)	$h$ (m)	$w_{\text{dada}}$ (kg/m <sup>2</sup> )	$q_{\text{dada}}$ (kg/m)	
Sebelum komposit	mati	312	5.4	3.6	478.40	0.4	0.47	5.4	451.20	0	0	0	1953.107
	hidup	250	5.4	3.6	383.33	0	0	5.4	0.00	0	0	0	
Sesudah komposit	mati	495	5.4	3.6	759.00	0.4	0.6	5.4	576.00	4	250	750	3570.667
	hidup	250	5.4	3.6	383.33	0	0	5.4	0.00	0	0	0	
Sebelum komposit	mati	312	5.4	4	509.87	0.4	0.47	5.4	451.20	0	0	0	2040.035
	hidup	250	5.4	4	408.55	0	0	5.4	0.00	0	0	0	
Sesudah komposit	mati	495	5.4	4	808.93	0.4	0.6	5.4	576.00	4	250	750	3683.438
	hidup	250	5.4	4	408.55	0	0	5.4	0.00	0	0	0	
Sebelum komposit	mati	312	7.2	3.6	514.80	0.4	0.47	7.2	451.20	0	0	0	2053.650
	hidup	250	7.2	3.6	412.50	0	0	7.2	0.00	0	0	0	
Sesudah komposit	mati	495	7.2	3.6	816.75	0.4	0.6	7.2	576.00	4	250	750	3701.100
	hidup	250	7.2	3.6	412.50	0	0	7.2	0.00	0	0	0	

Perhitungan Gaya Dalam balok anak 40/60 (Sesudah Komposit) dan 40/47 (Sebelum Komposit)

Balok	$Q_u$ (kg/m)	$b$ (m)	$L$ (m)	$M_{u \text{ pelat ujung}}$ (kgm)	$M_{u \text{ tumpuan ujung}}$ (kgm)	$M_{u \text{ tep. bris}}$ (kgm)	$M_{u \text{ tump. bris}}$ (kgm)	$M_{u \text{ dada}}$ (kgm)	$V_{u \text{ pelat}}$ (kg)	$T_u$ (kgm)
Sebelum komposit	1953.107	0.4	5.4	-	-	-	-	7119.074	5273.388	2109.355
Sesudah komposit	3570.667	0.4	5.4	8676.720	-4338.360	7437.189	-8676.720	8676.720	9640.800	3856.320
Sebelum komposit	2040.035	0.4	5.4	-	-	-	-	7435.929	5508.096	2203.238
Sesudah komposit	3683.438	0.4	5.4	8950.754	-4475.377	7672.075	-8950.754	8950.754	9945.283	3978.113
Sebelum komposit	2053.650	0.4	7.2	-	-	-	-	13307.652	7393.140	2957.256
Sesudah komposit	3701.100	0.4	7.2	15988.75	-7994.376	13704.645	-15988.75	15988.752	13323.960	5329.584



Perhitungan Penulangan pada balok anak 40/60 (Sesudah Komposit) dan 40/47 (Sebelum Komposit)

Balok		Penulangan Lentur											
		b (mm)	d (mm)	Mu (Nmm)	Mu / (bw d <sup>2</sup> f <sub>c</sub> )	$\rho$ (As/As <sub>0</sub> )	$\rho^2$ (x f <sub>c</sub> / fy)	P <sub>req</sub>	P <sub>min</sub>	$\rho_{\text{pasang}}$	D <sub>tul</sub>	As = $\rho$ b w d (mm <sup>2</sup> )	Tul pasang
5.4 m	Sebelum komposit	400	431	71190750	0.0228	0.0420	0.00331	0.0264	0.003784	0.00378	18	852.324	3 D 18
	Sesudah komposit	400	561	88767210	0.0242	0.0310	0.00244	0.0264	0.003784	0.00378	18	849.081	4 D 18
5.4 m	Sebelum komposit	400	431	74359290	0.0343	0.0440	0.00347	0.0264	0.003784	0.00378	18	852.324	3 D 18
	Sesudah komposit	400	561	89507543	0.0244	0.0310	0.00244	0.0264	0.003784	0.00378	18	849.081	4 D 18
7.2 m	Sebelum komposit	400	431	133076520	0.0614	0.0805	0.00635	0.0264	0.003784	0.00635	18	1094.502	5 D 18
	Sesudah komposit	400	561	159887520	0.0435	0.0563	0.00444	0.0264	0.003784	0.00444	18	996.357	4 D 18

Balok		Penulangan Geser dan Torsi										
		x (mm)	y (mm)	Tu (Nmm)	Tu max (Nmm)	kondisi	Ct	Vu (N)	Tc (Nmm)	$\alpha_t$	$\alpha_t$ pakai	Av/S (mm <sup>2</sup> /mm)
1		2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
5.4 m	Sebelum komposit	400	470	21093600	1.22E+07	ada torsi	0.00229	52733.88	2.48E+07	1.213	1.2133	0.2245625
	Sesudah komposit	400	600	38563200	1.56E+07	ada torsi	0.00234	96408.00	3.18E+07	1.387	1.3867	0.4690268
5.4 m	Sebelum komposit	400	470	22032380	1.22E+07	ada torsi	0.00229	55080.96	2.48E+07	1.213	1.2133	0.2586649
	Sesudah komposit	400	600	39781130	1.56E+07	ada torsi	0.00234	99452.83	3.18E+07	1.387	1.3867	0.4983333
7.2 m	Sebelum komposit	400	470	29572560	1.22E+07	ada torsi	0.00229	73931.40	2.48E+07	1.213	1.2133	0.5318668
	Sesudah komposit	400	600	53295840	1.56E+07	ada torsi	0.00234	133239.60	3.18E+07	1.387	1.3867	0.8235313

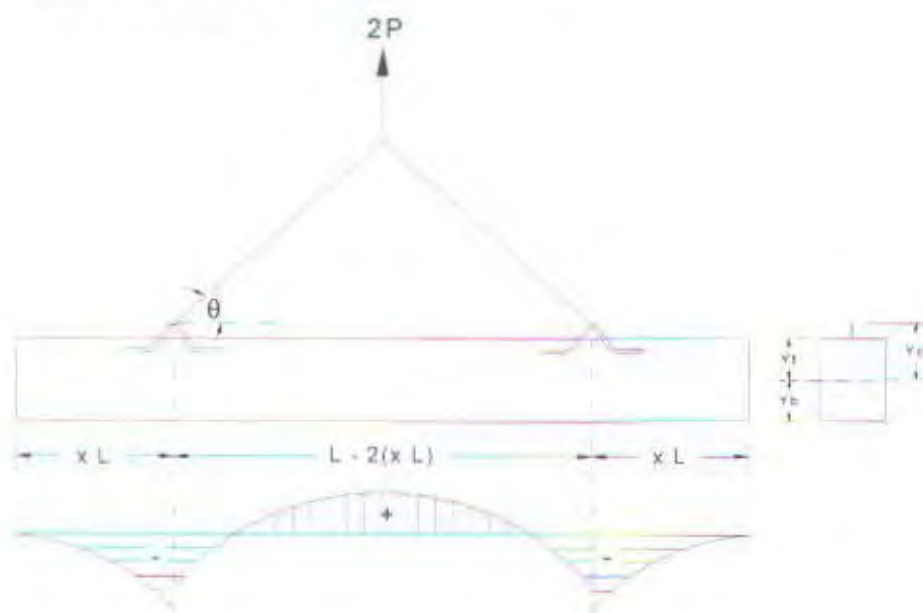
Balok		Penulangan Geser dan Torsi											
		Vc	Av/S (mm <sup>2</sup> /mm)	Av/S (mm <sup>2</sup> /mm)	bw/(3x fy)	Avt	S	S max	S <sub>persari</sub> (mm)	Tul Geser	Al <sub>1</sub>	Al <sub>2</sub>	Al <sub>max</sub>
1		13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
5.4 m	Sebelum komposit	62056.37444	0.16199553	0.611121	0.36036	100.531	164.5026674	165	150	8	296.42253	1168.8	1394.77
	Sesudah komposit	79463.32352	0.391273682	1.329327	0.36036	226.195	170.1572523	197.5	150	12	741.06231	1021.8	1646.59
5.4 m	Sebelum komposit	62056.49777	0.18652471	0.703655	0.36036	100.531	142.8697738	165	125	8	341.30569	1123.9	1394.77
	Sesudah komposit	79463.3235	0.41572186	1.412388	0.36036	226.195	160.150478	197.5	150	12	767.36654	975.5	1646.59
7.2 m	Sebelum komposit	62056.49209	0.383536138	1.44687	0.36036	157.08	106.5651488	165	100	10	701.8002	763.4	1394.77
	Sesudah komposit	79463.32283	0.687010055	2.334073	0.36036	265.465	113.7344985	197.5	100	13	1301.1794	461.7	1646.59



Balok	L (m)	A <sub>1</sub> (mm <sup>2</sup> )	A <sub>2</sub> (mm <sup>2</sup> )	A <sub>1</sub> pakai (mm <sup>2</sup> )	Almax (mm <sup>2</sup> )	Tulangan Longitudinal (mm <sup>2</sup> )	Tulangan memanjang (total)	S antar tul memanjang (mm)	As lentur (mm <sup>2</sup> )	Kombinasi Lentur + Torsi	Tulangan kombinasi (lentur+torsi)
Sebelum Komposit	5.4	296.4225	1168.8	1168.8	1394.77	292.2	2 D 14	205	652.324	944.524	4 D 18
Sesudah Komposit		741.0623	1021.8	1021.8	1646.59	255.45	2 D 13	270	849.081	1104.531	4 D 19
Sebelum Komposit	5.4	341.3057	1123.9	1123.9	1394.77	280.975	2 D 14	205	652.324	933.299	4 D 18
Sesudah Komposit		787.3665	975.5	975.5	1646.59	243.875	2 D 13	270	849.081	1092.956	4 D 19
Sebelum Komposit	7.2	701.8002	763.4	763.4	1394.77	190.85	2 D 13	205	1094.502	1285.352	5 D 19
Sesudah Komposit		1301.179	461.7	1301.1794	1646.59	325.29495	2 D 16	270	996.357	1321.65165	5 D 19

#### 4.3.5. Kontrol Tegangan Beton Akibat Pengangkatan

Balok anak dibuat secara pracetak di pabrik. Elemen balok harus dirancang untuk menghindari kerusakan pada waktu proses pengangkatan. Tempat pengangkatan dan kekuatan tulangan angkat harus menjamin keamanan elemen balok tersebut dari kerusakan.



PCI ( Design Handbook )

$$+M = \frac{WL^2}{8} \left( 1 - 4X + \frac{4Yc}{tg\theta} \right)$$

$$-M = \frac{WX^2L^2}{2}$$

$$X = \frac{1 + \frac{4Yc}{L \operatorname{tg} \theta}}{2 \left( 1 + \sqrt{1 + \frac{Yt}{Yb} \left( 1 + \frac{4Yc}{L \operatorname{tg} \theta} \right)} \right)}$$

Contoh perhitungan :

Balok anak 40/47 (sebelum komposit) dengan bentang 5.4 m

$$Yt = Yb = 23.5 \text{ cm}$$

$$I = \frac{1}{12} \times 40 \times 47^3 = 346076.67 \text{ cm}^4$$

$$Yc = Yt + 5 = 28.5 \text{ cm}$$

$$X = \frac{1 + \frac{4 \times 28.5}{540 \times \operatorname{tg} 45^\circ}}{2 \left( 1 + \sqrt{1 + \frac{23.5}{23.5} \left( 1 + \frac{4 \times 28.5}{540 \times \operatorname{tg} 45^\circ} \right)} \right)} = 0.2435$$

$$X \times L = 0.2435 \times 540 = 131.49 \text{ cm}$$



Beban yang bekerja pada balok anak pada waktu pengangkatan :

1. berat sendiri =  $0.4 \times 0.47 \times 2400 = 451.2 \text{ kg/m}$

Untuk mengatasi beban kejut akibat pengangkatan, momen pengangkatan dikalikan dengan factor akibat pengangkatan sebesar 1.2 :

- Momen lapangan

$$+M = \frac{WL^2}{8} \left( 1 - 4X + \frac{4Yc}{L \times \operatorname{tg} \theta} \right)$$

$$+M = \left\{ \frac{451,2 \times 5,4^2}{8} \left( 1 - 4 \times 0,2435 + \frac{4 \times 0,285}{5,4 \times \tan 45} \right) \right\} \times 1,2 = 467,95 \text{ kgm}$$

Tegangan yang terjadi :

$$f = \frac{M}{W_t} = \frac{467,95 \times 10^4}{\frac{1}{6} \times 400 \times 470^2} = 0,32 \text{ MPa} \leq f' r_{3 \text{ day}} = 1,683 \text{ MPa} \dots \dots \text{OK!}$$

- Momen di tumpuan :

$$-M = \left\{ \frac{W(\lambda L)^2}{2} \right\} \times 1,2 = \frac{451,2 \times (1,3149)^2}{2} \times 1,2 = 468,065 \text{ kgm}$$

Tegangan yang terjadi :

$$f = \frac{M}{W_t} = \frac{468,065 \times 10^4}{\frac{1}{6} \times 400 \times 470^2} = 0,32 \text{ MPa} \leq f' r_{3 \text{ day}} = 1,683 \text{ MPa} \dots \dots \text{OK!}$$

Untuk balok anak ukuran yang lain akan disajikan dalam bentuk tabel :

Balok Anak			Yt=Yb	Yc (m)	w (m <sup>3</sup> )	i <sup>o</sup>	X (m)	W (kgm)	Mpos	Mneg	f pos	f neg	f' r <sub>3 day</sub>
b (m)	h (m)	L (m)	(m)					(kgm)	(kgm)	(kgm)	(Mpa)	(MPa)	(Mpa)
0,4	0,47	5,4	0,235	0,285	0,01473	45	0,24349	451,2	468,027	468,0272	0,3178	0,318	1,6826
0,4	0,47	5,4	0,235	0,285	0,01473	45	0,24349	451,2	468,027	468,0272	0,3178	0,318	1,6826
0,4	0,47	7,2	0,235	0,285	0,01473	45	0,23456	451,2	772,157	772,1571	0,5243	0,524	1,6826

Dari tabel diatas, didapatkan nilai  $f'$  akibat momen positif dan negatif berada dibawah nilai  $f' r$  ijin (usia beton 3 hari). Jadi dapat ditarik kesimpulan, balok anak tersebut aman dalam menerima tegangan akibat pengangkatan.

#### 4.3.6. Perhitungan Tulangan Angkat Balok

##### BALOK 40/47 L = 5,4 m

Beban – beban yang bekerja pada balok pracetak :

- berat sendiri :  $5,4 \times 0,4 \times 0,47 \times 2400 = 2436,480 \text{ kg}$
- stud :  $1\% \times 2436,480 \text{ kg} = 24,365 \text{ kg} +$
- beban mati =  $2460,845 \text{ kg}$

Beban Ultimate :

$$W = 1,4 \times 2460,845 = 3445,183 \text{ kg}$$

Beban Ultimate yang harus dipikul oleh masing – masing titik angkat :



$$P = 3445.183 / 2 = 1722.59 \text{ kg}$$

Berdasarkan tabel Design Aid 11.2.3 hal 11 – 17 PCI Design Handbook, didapatkan data kabel untuk pengangkatan :

- Kabel Strand (Seven Wire) diameter  $\frac{1}{2}$  in = 12.70 mm
- $f_{pu}$  : 250 ksi = 1723.75 MPa ( 1 ksi = 6.895 MPa)
- A :  $0.144 \text{ in}^2 = 92.9088 \text{ mm}^2$  (1 sq in = 645.2 sq mm)

Gaya yang harus dipikul oleh satu strand (satu titik angkat) :

$$F_{1\text{strand}} : A \times f_{pu} = 92.9088 \times 1723.75 = 16015.154 \text{ kg}$$

Beban ijin untuk satu strand :

$$F_{\text{ijin}} : 16015.154 / 4 = 4003.789 \text{ kg}$$

$$P < F_{\text{ijin}} \rightarrow 1722.59 \text{ kg} < 4003.789 \text{ kg} \dots\dots\text{OK!}$$

Ukuran Balok			Beban Balok (kg)		W ultimate (kg)	Kabel strand seven wire			$F_{1\text{strand}}$ (kg)	$F_{\text{ijin}}$ (kg)	P (1 titik) kg	
b (m)	h (m)	L (m)	Berat Balok	Stud		$\phi$ (mm)	$f_{pu}$ (Mpa)	A (mm <sup>2</sup> )				
0.4	0.47	5.4	2436.480	24.3648	3445.183	12.7	1723.8	92.9088	16015.15	4003.7886	1722.591	ok!
0.4	0.47	5.4	2436.480	24.3648	3445.183	12.7	1723.8	92.9088	16015.15	4003.7886	1722.591	ok!
0.4	0.47	7.2	3248.640	32.4864	4593.577	12.7	1723.8	92.9088	16015.15	4003.7886	2296.788	ok!

Tabel perhitungan titik angkat balok anak

Dari tabel diatas dapat diambil kesimpulan untuk tiap titik angkat pada semua tipe balok anak menggunakan satu kabel Strand Seven Wire dengan  $f_{pu} = 250$  ksi diameter  $\frac{1}{2}$  in

#### 4.3.7. Lendutan

Komponen struktur beton yang mengalami lentur harus dirancang mempunyai kekakuan cukup untuk membatasi deformasi yang mungkin memperlemah kekakuan ataupun kemampuan kelayanan struktur pada beban kerja.

- Berdasarkan SK SNI T-15-1991-03 3.2.5.5-2, lendutan yang terjadi pada balok anak tidak perlu dihitung sebab pada waktu mendimensi balok, tebal balok telah memenuhi persyaratan tebal minimum pada tabel 3.2.5(a) SK SNI T-15-1991-03.

## **BAB V**

# **DESAIN STRUKTUR UTAMA**

## BAB V

### DESAIN STRUKTUR UTAMA

#### 5.1 ANALISA STRUKTUR UTAMA

##### 5.1.1 Umum

Struktur utama adalah komponen utama dari struktur bangunan yang berfungsi menahan pembebanan yang berasal dari beban mati dan beban hidup. Struktur utama disamping mampu menahan beban gravitasi juga direncanakan mampu menahan beban lateral berupa beban gempa dan angin.

##### 5.1.2 Permodelan Struktur

Perencanaan gedung perkantoran ini memodelkan struktur sebagai *Moment Resisting Frame System (MRF'S)*, yaitu dimana beban gravitasi dan beban lateral dipikul sepenuhnya oleh frame. Permodelan struktur ini mengambil permodelan yang disyaratkan dalam peraturan UBC 1997.

##### 5.1.3 Data-data Perencanaan

Perencanaan gedung Perkantoran Pemerintah Daerah ini berdasarkan data-data :

- |  |                            |
|--|----------------------------|
| 1. Mutu beton ( $f_c'$ )                     | = 29.18 Mpa                |
| 2. Mutu baja tulangan                        | = 370 Mpa                  |
| 3. Jumlah lantai                             | = 13 + atap + Lantai Dasar |
| 4. Tinggi lantai dasar                       | = 5 m                      |
| 5. Tinggi Lantai 1 s/d 13                    | = 4 m                      |
| 6. Tinggi bangunan                           | = 57 m                     |
| 7. Luas Total Bangunan                       | = 21720.96 m <sup>2</sup>  |
| 8. Ukuran Bangunan                           | = 80.4 m x 37.6 m          |
| 9. Dimensi kolom                             | = 90 cm x 90 cm            |
| 10. Dimensi balok induk L = 8 m              | = 55 cm x 85 cm            |
| 11. Dimensi balok induk L = 7.2 m (lt 10-14) | = 45 cm x 70 cm            |
| 12. Dimensi balok induk L = 7.2 m (lt 1-9)   | = 55 cm x 85 cm            |



- |                         |                     |  |
|-------------------------|---------------------|--|
| 13. Dimensi balok induk | $L = 5.4 \text{ m}$ | $= 45 \text{ cm} \times 70 \text{ cm}$ |
| 14. Dimensi balok anak  | $L = 7.2 \text{ m}$ | $= 40 \text{ cm} \times 60 \text{ cm}$ |
| 15. Dimensi balok anak  | $L = 5.4 \text{ m}$ | $= 40 \text{ cm} \times 60 \text{ cm}$ |
| 16. Wilayah gempa       |                     | $= \text{Zone 2}$                      |
| 17. Tipe tanah          |                     | $= \text{SD}$                          |

#### 1.4 Perhitungan Pembebanan Vertikal

Pembebanan gravitasi dari pelat akan dihitung menggunakan metode *Tributary Area*. Hasil perhitungan tersebut akan dibebankan secara merata pada frame, sedangkan untuk berat sendiri dari balok dan kolom akan dihitung secara langsung oleh program Analisa Struktur (ETABS 8.08).

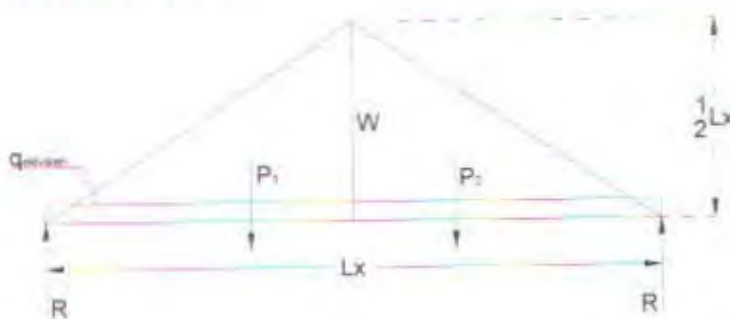
##### *Perhitungan Pembebanan Pelat*

Dari perhitungan pembebanan pelat pada bab sebelumnya didapatkan :

1. Beban pelat lantai (sesudah komposit) :
  - Beban mati  $q = 495 \text{ kg/m}^2$
  - Beban hidup  $q = 250 \text{ kg/m}^2$
2. Beban pelat atap (sesudah komposit)
  - Beban mati  $q = 451 \text{ kg/m}^2$
  - Beban hidup  $q = 100 \text{ kg/m}^2$

##### *Pembebanan Tributary Area*

#### 1. Beban ekivalen segitiga



##### Beban segitiga

$$W : \frac{1}{2} \times q \times Lx$$

$$R : P_1 = P_2$$

$$R : \frac{1}{2} \times (\frac{1}{2} \times Lx) \times W$$

$$R : \frac{1}{8} \times q \times Lx^2$$

$$M_{max} : (R \times \frac{1}{2} Lx) - (P \times \frac{1}{3} \times \frac{1}{2} Lx)$$

$$M_{max} : R \times (\frac{1}{3} Lx) - \frac{1}{24} \times q \times Lx^3$$

$$M_{eq} : \frac{1}{8} \times q_{ek} \times Lx^2$$

$$M_{max} = M_{eq}$$

$$\frac{1}{24} \times q \times Lx^3 = \frac{1}{8} \times q_{ek} \times Lx^2$$

$$q_{ek} = \frac{1}{3} \times q \times Lx$$

## 2. Beban ekuivalen dua segitiga



### Beban Dua Segitiga

$$W : \frac{1}{2} \times q \times Lx$$

$$P_1 : P_2$$

$$R : P_1 + P_2$$

$$R : \{ \frac{1}{2} \times (\frac{1}{2} \times Lx) \times W \} \times 2$$

$$R : \frac{1}{4} \times q \times Lx^2$$

$$M_{max} : \{ R \times Lx \} - \{ P_1 \times (Lx - \frac{1}{3} Lx) \} - \{ P_2 \times \frac{1}{3} Lx \}$$

$$M_{max} : (P_1 \times Lx) + (P_2 \times Lx) - (P_1 \times Lx) + \frac{1}{3} (P_1 \times Lx) - \frac{1}{3} (P_2 \times Lx)$$

$$M_{max} : \frac{1}{3} (P_1 \times Lx) + \frac{2}{3} (P_2 \times Lx)$$

$$M_{max} : Lx (\frac{1}{3} P_1 + \frac{2}{3} P_2) = Lx \{ \frac{1}{3} (\frac{1}{8} q \times Lx^2) + \frac{2}{3} (\frac{1}{8} q \times Lx^2) \}$$

$$M_{eq} : \frac{1}{8} \times q_{ek} \times (2Lx)^2 = \frac{1}{2} \times q_{ek} \times Lx^2$$

$$M_{max} = M_{eq}$$

$$\frac{1}{8} \times q \times Lx^3 = \frac{1}{2} \times q_{ek} \times Lx^2$$

$$q_{ek} = \frac{1}{4} \times q \times Lx$$

Jenis Pelat	Tipe Pelat	Jenis Beban		$q_{\text{pelat}}$ ( $\text{kg/m}^2$ )	$L_x$ (m)	$L_y$ (m)	$q$ ekuivalen ( $\text{kg/m}$ )
Pelat Atap (14)	3.6m x 5.4m	mati	trapesium	451	3.6	5.4	$q_3 = 691.53$
			segitiga				$q_4 = 541.20$
			dua segitiga				$q_4^* = 405.90$
	3.6m x 7.2m	hidup	trapesium	100	3.6	7.2	$q_3 = 153.33$
			segitiga				$q_4 = 120.00$
			dua segitiga				$q_4^* = 90.00$
Pelat Lantai 3 s/d 13	3.6m x 5.4m	mati	trapesium	495	3.6	5.4	$q_3 = 759.00$
			segitiga				$q_4 = 594.00$
			dua segitiga				$q_4^* = 445.50$
	3.6m x 7.2m	hidup	trapesium	250	3.6	7.2	$q_3 = 383.33$
			segitiga				$q_4 = 300.00$
			dua segitiga				$q_4^* = 225.00$
Pelat Lantai 1 s/d 2	4m x 5.4m	mati	trapesium	495	4	5.4	$q_1 = 808.93$
			dua segitiga				$q_2^* = 495.00$
			hidup				trapesium
	dua segitiga	$q_2^* = 250.00$					
	3.6m x 5.4m	mati	trapesium	495	3.6	5.4	$q_3 = 759.00$
			segitiga				$q_4 = 594.00$
dua segitiga			$q_4^* = 445.50$				
3.6m x 7.2m	hidup	trapesium	250	3.6	7.2	$q_3 = 383.33$	
		segitiga				$q_4 = 300.00$	
		dua segitiga				$q_4^* = 225.00$	
Pelat Lantai 1 s/d 2	3.6m x 5.4m	mati	trapesium	495	3.6	5.4	$q_3 = 759.00$
			segitiga				$q_4 = 594.00$
			dua segitiga				$q_4^* = 445.50$
	3.6m x 7.2m	hidup	trapesium	250	3.6	7.2	$q_3 = 383.33$
			segitiga				$q_4 = 300.00$
			dua segitiga				$q_4^* = 225.00$
3.6m x 7.2m	mati	trapesium	495	3.6	7.2	$q_5 = 816.75$	
		segitiga				$q_4 = 594.00$	
		dua segitiga				$q_4^* = 445.50$	
3.6m x 7.2m	hidup	trapesium	250	3.6	7.2	$q_5 = 412.50$	
		segitiga				$q_4 = 300.00$	
		dua segitiga				$q_4^* = 225.00$	

Untuk perhitungan beban terpusat akibat balok anak, akan diberikan contoh perhitungan seperti di bawah ini dan untuk perhitungan selanjutnya akan disajikan dalam bentuk tabel :

➤ Beban mati ( $q_{\text{pelat}} : 451 \text{ kg/m}^2$ )  $\rightarrow$  pelat ukuran 3.6m x 5.4m (atap)

$$P_{\text{pelat}} : \text{Luas trapezium} \times q_{\text{pelat}}$$

$$: 0.5 \times (5.4 + 1.8) \times 1.8 \times 451 = 2922.48 \text{ kg}$$

$$P_{\text{balok}} : 0.4 \times 0.6 \times 2400 \times 5.4 = 3110.40 \text{ kg}$$

$$P_{\text{bata}} : 4\text{m} \times 250 \times 5.4 \times 0.75 = 4050.00 \text{ kg}$$

$$P_{\text{total}} = 10082.9 \text{ kg}$$



➤ Beban hidup ( $q_{\text{pelat}} : 100 \text{ kg/m}^2$ ) → pelat ukuran 3.6m x 5.4m (atap)

$P_{\text{pelat}} : \text{Luas trapezium} \times q_{\text{pelat}}$

$$: 0.5 \times (5.4 + 1.8) \times 1.8 \times 100 = 648.00 \text{ kg}$$

$$P_{\text{total}} = 648.00 \text{ kg}$$

Jenis Pelat	Jenis Beban	Dim Balok Anak			q pelat (kg/m <sup>2</sup> )	P balok (kg)	P bata (kg)	P pelat (kg)	P balok tengah (kg)	P balok tepi (kg)
		b (m)	h (m)	L (m)						
Atap (14)	mati	0.4	0.6	5.4	451	3110.4	4050	5844.96	13005.36	6502.68
	hidup				100	0	0	1296	1296	648
	mati	0.4	0.6	7.2	451	4147.2	5400	4383.72	13930.92	8965.46
	hidup				100	0	0	972	972	486
Lantai 3 - 13	mati	0.4	0.6	5.4	495	3110.4	4050	6415.2	13575.6	6787.8
	hidup				250	0	0	3240	3240	1620
	mati	0.4	0.6	7.2	495	4147.2	5400	4811.4	14358.6	7179.3
	hidup				250	0	0	2430	2430	1215
Lantai 1 - 2	mati	0.4	0.6	5.4	495	3110.4	4050	6415.2	13575.6	6787.8
	hidup				250	0	0	3240	3240	1620
	mati	0.4	0.6	7.2	495	4147.2	5400	4811.4	14358.6	7179.3
	hidup				250	0	0	2430	2430	1215
	mati	0.4	0.6	5.4	495	3110.4	4050	6732	13692.4	6946.2
	hidup				250	0	0	3400	3400	1700

## 5.1.5 Perhitungan Beban Lateral Akibat Beban Gempa

### 5.1.5.1 Perhitungan berat total bangunan

Berat total untuk gedung pertama dan gedung kedua sama yaitu :

**Berat lantai 14 (atap).**

Beban mati :

Pelat	: $451 \text{ kg/m}^2 \times 725,76 \text{ m}^2$	= 327317.76 kg
B. Induk 45/70 (7,2 m)	: $0,45 \times 0,70 \times 7,2 \times 2400 \times 24$	= 130636.80 kg
B. Induk 45/70 (5,4 m)	: $0,45 \times 0,70 \times 5,4 \times 2400 \times 24$	= 97977.60 kg
B. Anak 40/60 (5,4 m)	: $0,40 \times 0,60 \times 5,4 \times 2400 \times 18$	= 55987.20 kg
B. Anak 40/60 (7,2 m)	: $0,40 \times 0,60 \times 7,2 \times 2400 \times 1$	= 4147.20 kg
Kolom 90/90	: $0,90 \times 0,90 \times 2 \times 2400 \times 30$	= 116640.00 kg
Tangga 4 m	: $575 \text{ kg/m}^2 \times \{1,8 \times (1,08 + 2/\sin 35,54)\} \times 2$	= 9361.25 kg
B. Bordes 40/50 (7,2 m)	: $(0,40 \times 0,50 \times 7,2 \times 2400 \times 1) / 2$	= 1728.00 kg
<b>Berat total</b>		<b>= 743795.81 kg</b>

Beban hidup

Beban air hujan	: $20 \text{ kg/m}^2 \times 725.76 \text{ m}^2$	= 14515.20 kg
Beban hidup	: $100 \text{ kg/m}^2 \times 725.76 \text{ m}^2$	= <u>72576.00 kg</u>
Total beban hidup		= 87091.20 kg
Total berat atap	: $743795.81 \text{ kg} + 87091.20 \text{ kg}$	= <b>830887.01 kg</b>

Berat lantai 10 - 13Beban mati :

Pelat	: $495 \text{ kg/m}^2 \times 686,88 \text{ m}^2$	= 340005.60 kg
B. Induk 45/70 (7,2 m)	: $0,45 \times 0,70 \times 7,2 \times 2400 \times 24$	= 130636.80 kg
B. Induk 45/70 (5,4 m)	: $0,45 \times 0,70 \times 5,4 \times 2400 \times 24$	= 97977.60 kg
B. Anak 40/60 (5,4 m)	: $0,40 \times 0,60 \times 5,4 \times 2400 \times 18$	= 55987.20 kg
B. Anak 40/60 (7,2 m)	: $0,40 \times 0,60 \times 7,2 \times 2400 \times 1$	= 4147.20 kg
Kolom 90/90	: $0,90 \times 0,90 \times 4 \times 2400 \times 30$	= 233280.00 kg
Tangga 4 m	: $575 \text{ kg/m}^2 \times \{1,8 \times (1,08 + 2/\sin 35,54)\} \times 4$	= 18722.49 kg
B. Bordes 40/50 (7,2 m)	: $(0,40 \times 0,50 \times 7,2 \times 2400 \times 1)$	= 3456.00 kg
Berat total		= <u>884212.89 kg</u>

Beban hidup

Beban hidup	: $250 \text{ kg/m}^2 \times 686.88 \text{ m}^2$	= 171720.00 kg
Total berat lantai 10-13	= $4 \times (884212.89 + 171720.00)$	= <b>4223731.56 kg</b>

Berat lantai 3 - 9Beban mati :

Pelat	: $495 \text{ kg/m}^2 \times 686,88 \text{ m}^2$	= 340005.60 kg
B. Induk 55/85 (7,2 m)	: $0,55 \times 0,85 \times 7,2 \times 2400 \times 24$	= 193881.60 kg
B. Induk 45/70 (5,4 m)	: $0,45 \times 0,70 \times 5,4 \times 2400 \times 24$	= 97977.60 kg
B. Anak 40/60 (5,4 m)	: $0,40 \times 0,60 \times 5,4 \times 2400 \times 18$	= 55987.20 kg
B. Anak 40/60 (7,2 m)	: $0,40 \times 0,60 \times 7,2 \times 2400 \times 1$	= 4147.20 kg
Kolom 90/90	: $0,90 \times 0,90 \times 4 \times 2400 \times 30$	= 233280.00 kg
Tangga 4 m	: $575 \text{ kg/m}^2 \times \{1,8 \times (1,08 + 2/\sin 35,54)\} \times 4$	= 18722.49 kg
B. Bordes 40/50 (7,2 m)	: $(0,40 \times 0,50 \times 7,2 \times 2400 \times 1)$	= 3456.00 kg
Berat total		= <u>947457.69 kg</u>

Beban hidup



$$\begin{aligned} \text{Beban hidup} & : 250 \text{ kg/m}^2 \times 686,88 \text{ m}^2 & = & 171720,00 \text{ kg} \\ \text{Total berat lantai 3-9} & = 7 \times (947457,69 + 171720,00) & = & 7834243,83 \text{ kg} \end{aligned}$$

### Berat lantai 2

#### Beban mati :

Pelat	: $495 \text{ kg/m}^2 \times 859,68 \text{ m}^2$	=	425541,60 kg
B. Induk 55/85 (7,2 m)	: $0,55 \times 0,85 \times 7,2 \times 2400 \times 24$	=	193881,60 kg
B. Induk 45/70 (5,4 m)	: $0,45 \times 0,70 \times 5,4 \times 2400 \times 28$	=	114307,20 kg
B. Induk 55/85 (8,0 m)	: $0,55 \times 0,85 \times 8,0 \times 2400 \times 6$	=	53856,00 kg
B. Anak 40/60 (5,4 m)	: $0,40 \times 0,60 \times 5,4 \times 2400 \times 22$	=	68428,80 kg
B. Anak 40/60 (7,2 m)	: $0,40 \times 0,60 \times 7,2 \times 2400 \times 1$	=	4147,20 kg
Kolom 90/90	: $0,90 \times 0,90 \times 4 \times 2400 \times 30$	=	233280,00 kg
Tangga 4 m	: $575 \text{ kg/m}^2 \times \{1,8 \times (1,08 + 2/\sin 35,54)\} \times 4$	=	18722,49 kg
B. Bordes 40/50 (7,2 m)	: $(0,40 \times 0,50 \times 7,2 \times 2400 \times 1)$	=	3456,00 kg
	Berat total	=	<u>1115620,89 kg</u>

#### Beban hidup

$$\begin{aligned} \text{Beban hidup} & : 250 \text{ kg/m}^2 \times 859,68 \text{ m}^2 & = & 214920,00 \text{ kg} \\ \text{Total beban lantai 2} & : 1 \times (1115620,89 + 214920) & = & 1330540,89 \text{ kg} \end{aligned}$$

### Berat lantai 1

#### Beban mati :

Pelat	: $495 \text{ kg/m}^2 \times 859,68 \text{ m}^2$	=	425541,60 kg
B. Induk 55/85 (7,2 m)	: $0,55 \times 0,85 \times 7,2 \times 2400 \times 24$	=	193881,60 kg
B. Induk 45/70 (5,4 m)	: $0,45 \times 0,70 \times 5,4 \times 2400 \times 28$	=	114307,20 kg
B. Induk 55/85 (8,0 m)	: $0,55 \times 0,85 \times 8,0 \times 2400 \times 6$	=	53856,00 kg
B. Anak 40/60 (5,4 m)	: $0,40 \times 0,60 \times 5,4 \times 2400 \times 22$	=	68428,80 kg
B. Anak 40/60 (7,2 m)	: $0,40 \times 0,60 \times 7,2 \times 2400 \times 1$	=	4147,20 kg
Kolom 90/90	: $0,90 \times 0,90 \times 4,5 \times 2400 \times 30$	=	262440,00 kg
Tangga 4 m	: $575 \text{ kg/m}^2 \times \{1,8 \times (1,08 + 2/\sin 35,54)\} \times 2$	=	9361,25 kg
Tangga 5 m	: $575 \text{ kg/m}^2 \times \{1,8 \times (1,08 + 2,5/\sin 41,76)\} \times 2$	=	10005,87 kg
B. Bordes 40/50 (7,2 m)	: $(0,40 \times 0,50 \times 7,2 \times 2400 \times 1)$	=	3456,00 kg
	Berat total	=	<u>1145425,52 kg</u>



Beban hidup

$$\text{Beban hidup} : 250 \text{ kg/m}^2 \times 859.68 \text{ m}^2 = 214920.00 \text{ kg}$$

$$\text{Total beban lantai 1} : 1 \times (1145425.52 + 214920) = 1360345.52 \text{ kg}$$

$$\text{Total beban lantai 1 - 14 (atap)} = 15579748.81 \text{ kg}$$

**1.1.5.2 Perhitungan Gaya Geser Dasar**

Untuk perencanaan gaya gempa dipergunakan peraturan UBC 1997, termasuk didalamnya untuk menghitung gaya geser dasar. Dalam section 1630.2.1 UBC 1997 geser dapat dihitung sebagai berikut :

$$V = \frac{C_v I}{R T} W \dots \dots \dots \text{Pers.(30-4)}$$

tidak boleh lebih dari

$$V = \frac{2,5 \cdot C_u I}{R} W \dots \dots \dots \text{Pers.(30-5)}$$

tidak boleh kurang dari

$$V = 0,11 \cdot C_u I W \dots \dots \dots \text{Pers.(30-6)}$$

Data- data yang diperlukan untuk mendapatkan Gaya Geser Dasar :

- Periode Dasar Struktur (T)

*Perhitungan T dengan Metode A (Section 1630.2.2 UBC 1997) :*

$$T = C_t (h_n)^{3/4} \dots \dots \dots \text{Pers.(30-8)}$$

dimana  $C_t = 0,030$  (dalam ft)

$$T = 0,030 \times (57 \div 12 \div 0,0254)^{3/4} = 1,77 \text{ detik}$$

- Sistem Dasar Struktur :

$$\text{OMRF} \rightarrow R = 3,5 ; \Omega_0 = 2,8 \dots \dots \dots \text{Tabel 16-N UBC 1997}$$

- Zona Gempa 2B  $\rightarrow Z = 0,2 \dots \dots \dots \text{Tabel 16-I UBC 1997}$

- Koefisien Gempa  $C_v$  :

$$\text{Zona Gempa 2B dengan tipe tanah Sd} \rightarrow C_v = 0,4 \dots \dots \text{Tabel 16-R UBC 1997}$$

- Koefisien Gempa  $C_u$  :

$$\text{Zona Gempa 2B dengan tipe tanah Sd} \rightarrow C_u = 0,28 \dots \text{Tabel 16-Q UBC 1997}$$

- Fungsi Bangunan :

Perkantoran (fasilitas umum) →  $I = 1,0$  .....Tabel 16-K UBC 1997

Dari data-data diatas dapat dihitung besarnya gaya geser dasar :

$$V = \frac{C_v I}{R T} W = \frac{0,4 \times 1}{3,5 \times 1,77} \times 15579748,81 = 1005956,34 \text{ kg}$$

Tidak boleh lebih besar dari :

$$V = \frac{2,5 C_a I}{R} W = \frac{2,5 \times 0,28 \times 1}{3,5} \times 15579748,81 = 3115949,762 \text{ kg}$$

Tidak boleh kurang dari :

$$V = 0,11 C_a I W = 0,11 \times 0,28 \times 15579748,81 = 479856,263 \text{ kg}$$

Jadi didapatkan besar gaya geser dasar,  $V = 1005956,34 \text{ kg}$

### 5.1.5.3 Penyebaran Gaya Geser secara Vertikal

Gaya geser yang telah didapatkan pada perhitungan diatas, akan didistribusikan secara vertikal ke masing-masing lantai. Penyebaran gaya lateral dilakukan sesuai section 1630.5 UBC 1997 dengan perumusan sebagai berikut :

Menghitung gaya gempa yang diterima tiap lantai :

$$F_x = \frac{(V - F_1) w_x h_x}{\sum w_i h_i} \text{ .....Pers.(30-15)}$$

dimana :

$V$  = gaya geser dasar

$F_1$  = gaya gempa pada puncak struktur

$$= 0,07 T V \text{ .....(UBC 1997-1630.4.4-eq.30-14)}$$

$$= 0,07 \times 1,77 \times 1005956,34 = 124637,991 \text{ kg}$$

$w_x$  = berat struktur per tingkat

$h_x$  = tinggi lantai

Tabel 5.2 Gaya lateral tiap tingkat

Lantai	Wi (kg)	Hi (m)	Wi x Hi (kgm)	Fi (kg)
14	830887.01	57	47360559.57	215276.3136
13	1055932.89	53	55964443.17	107104.3776
12	1055932.89	49	51740711.61	99021.02836
11	1055932.89	45	47516980.05	90937.67911
10	1055932.89	41	43293248.49	82854.32985
9	1119177.69	37	41409574.53	79249.36721
8	1119177.69	33	36932863.77	70681.86805
7	1119177.69	29	32456153.01	62114.36889
6	1119177.69	25	27979442.25	53546.86973
5	1119177.69	21	23502731.49	44979.37058
4	1119177.69	17	19026020.73	36411.87142
3	1119177.69	13	14549309.97	27844.37226
2	1330540.89	9	11974868.01	22917.42243
1	1360345.52	5	6801727.6	13017.10086
		$\Sigma(W \times h) =$	<b>460508634.3</b>	

### 5.1.6 Perhitungan Beban Lateral Akibat Beban Angin

Beban angin dihitung berdasarkan PPIUG 1983

➤ Data :

Besarnya beban angin rencana  $40 \text{ kg/m}^2$

Koefisien tiup = 0.9

Koefisien hisap = 0.4

#### Lantai 1

➤ Beban angin dari arah memanjang

- Jarak antar portal memanjang sebesar 8m :
  - Tekanan tiup tepi :  $0.9 \times 40 \times 4 = 144.0 \text{ kg/m}$
  - Tekanan tiup tengah :  $0.9 \times 40 \times 8 = 288.0 \text{ kg/m}$
  - Tekanan hisap tepi :  $0.4 \times 40 \times 4 = 64.0 \text{ kg/m}$
  - Tekanan hisap tengah :  $0.4 \times 40 \times 8 = 128.0 \text{ kg/m}$
- Jarak antar portal memanjang sebesar 7.2m :
  - Tekanan tiup tepi :  $0.9 \times 40 \times 3.6 = 129.6 \text{ kg/m}$



- Tekanan tiup tengah :  $0.9 \times 40 \times 7.2 = 259.2 \text{ kg/m}$
- Tekanan hisap tepi :  $0.4 \times 40 \times 3.6 = 57.6 \text{ kg/m}$
- Tekanan hisap tengah :  $0.4 \times 40 \times 7.2 = 115.2 \text{ kg/m}$

➤ Beban angin dari arah melintang

- Jarak antar portal melintang sebesar 5.4m :
  - Tekanan tiup tepi :  $0.9 \times 40 \times 2.7 = 97.2 \text{ kg/m}$
  - Tekanan tiup tengah :  $0.9 \times 40 \times 5.4 = 194.4 \text{ kg/m}$
  - Tekanan hisap tepi :  $0.4 \times 40 \times 2.7 = 43.2 \text{ kg/m}$
  - Tekanan hisap tengah :  $0.4 \times 40 \times 5.4 = 86.4 \text{ kg/m}$
- Jarak antar portal melintang sebesar 7.2m :
  - Tekanan tiup tepi :  $0.9 \times 40 \times 3.6 = 129.6 \text{ kg/m}$
  - Tekanan tiup tengah :  $0.9 \times 40 \times 7.2 = 259.2 \text{ kg/m}$
  - Tekanan hisap tepi :  $0.4 \times 40 \times 3.6 = 57.6 \text{ kg/m}$
  - Tekanan hisap tengah :  $0.4 \times 40 \times 7.2 = 115.2 \text{ kg/m}$

### 5.1.7 Perhitungan Gaya Dalam

Sistem struktur dimodelkan sebagai *Moment Resisting Frame System* dengan perletakan jepit sebagai dasar kolom.

Struktur utama dianalisa dengan bantuan program ETABS v8.08. Analisa statis dan dinamis dilakukan dengan kombinasi-kombinasi pembebanan yang disyaratkan dalam UBC 1997.

Untuk menyalurkan gaya lateral supaya dapat diterima oleh komponen struktur penahan gaya lateral, maka lantai dimodelkan sebagai diafragma yang kaku (*rigid floor diaphragm*), jadi seluruh joint dalam satu bidang lantai dianggap bergerak dengan arah dan besar yang sama ketika terkena gaya lateral.

Adapun kombinasi pembebanan yang disyaratkan oleh UBC 1997 adalah sebagai berikut :

- $U = 1.4D + 1.7L$
- $U = 0.75(1.4D + 1.7L + 1.7W)$
- $U = 0.9D + 1.3W$
- $U = 0.75(1.4D + 1.7L + 1.87E)$

- $U = 0.9D + 1.43E$

Untuk beban gempa (E) ditentukan sesuai dengan section 1630.1.1 yaitu:

- untuk kombinasi biasa

$$E = \rho \cdot E_h + E_v \dots \dots \dots (UBC 1997 1630.1.1 - eq.30-1)$$

dimana :  $\rho$  = Reliability Redundancy Factor dengan nilai

$$1 < \rho = 2 - \frac{6.1}{r_{max} \sqrt{Ab}} < 1,5$$

< 1,25 untuk SMRF

Menurut section 1630.1.1 UBC 1997, Untuk menghitung drift suatu tingkat, atau ketika suatu struktur berada pada zone gempa 0, 1, 2 maka  $\rho = 1$

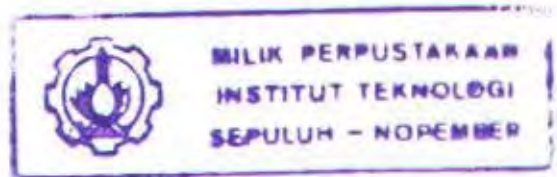
$$E_v = 0,5 \cdot C_a \cdot I \cdot D$$

$$= 0,5 \times 0,28 \times 1 \times D = 0,14 D$$

$$E = E_h + 0,14 D$$

Setelah didapatkan nilai-nilai E seperti diatas maka kombinasi pembebanan menjadi sebagai berikut :

1.  $1,4 D + 1,7 L$
2.  $1,05 D + 1,275 L + 1,275 W$
3.  $0,9 D + 1,3 W$
4.  $1,25 D + 1,275 L + 1,4025 E$
5.  $1,1002 D + 1,43 E$



**5.1.8 Kontrol Periode (T)**

Periode yang didapatkan pertama kali dari perumusan :

$$T = C_p \cdot (h_n)^{3/4}$$

Dari perhitungan periode pertama sebesar 1.77 detik, didapatkan nilai periode kedua dari perhitungan analisa program etabs sebesar 1.7537 detik.

$$Z \leq 0.35 \text{ (gempa zone 1, 2, 3)} \rightarrow T_{etabs} \leq 1.4 T_a$$

$$\rightarrow 1.7537 \text{ detik} \leq 2.478 \text{ detik} \dots \dots \dots \text{OK!}$$

Jadi nilai T yang digunakan adalah  $T = 1.7537$  detik

Dari data-data diatas dapat dihitung ulang besarnya gaya geser dasar :

$$V = \frac{C_v I}{R I} W = \frac{0.4 \times 1}{3.5 \times 1.7537} \times 15579748.81 = 1015306.336 \text{ kg}$$

Tidak boleh lebih besar dari :

$$V = \frac{2.5 C_a I}{R} W = \frac{2.5 \times 0.28 \times 1}{3.5} \times 15579748.81 = 3115949.762 \text{ kg}$$

Tidak boleh kurang dari :

$$V = 0.11 C_a I W = 0.11 \times 0.28 \times 15579748.81 = 479856.263 \text{ kg}$$

Jadi didapatkan besar gaya geser dasar,  $V = 1015306.336 \text{ kg}$

Gaya geser yang telah didapatkan pada perhitungan baru diatas, akan didistribusikan secara vertikal ke masing-masing lantai. Penyebaran gaya lateral dilakukan sesuai section 1630.5 UBC 1997 dengan perumusan sebagai berikut :

Menghitung gaya gempa yang diterima tiap lantai :

$$F_x = \frac{(V - F_t) w_x h_x}{\sum w_i h_i} \dots \dots \dots \text{Pers.(30-15)}$$

dimana :

$V$  = gaya geser dasar

$F_t$  = gaya gempa pada puncak struktur

$$= 0.07 T V \dots \dots \dots (\text{UBC 1997-1630.4.4-eq.30-14})$$

$$= 0.07 \times 1.7537 \times 1015306.336 = 124637.991 \text{ kg}$$

$w_x$  = berat struktur per tingkat

$h_x$  = tinggi lantai



Tabel Gaya lateral tiap tingkat

Lantai	Wi (kg)	Hi (m)	Wi x Hi (kgm)	Fi (kg)
14	830887.01	57	47360559.57	216237.9048
13	1055932.89	53	55964443.17	108240.6588
12	1055932.89	49	51740711.61	100071.5525
11	1055932.89	45	47516980.05	91902.44619
10	1055932.89	41	43293248.49	83733.33986
9	1119177.69	37	41409574.53	80090.1318
8	1119177.69	33	36932863.77	71431.73918
7	1119177.69	29	32456153.01	62773.34655
6	1119177.69	25	27979442.25	54114.95392
5	1119177.69	21	23502731.49	45456.56129
4	1119177.69	17	19026020.73	36798.16867
3	1119177.69	13	14549309.97	28139.77604
2	1330540.89	9	11974868.01	23160.5557
1	1360345.52	5	6801727.6	13155.20061
		$\Sigma(W \times h) =$	<b>460508634.3</b>	

### 5.1.9 Kontrol Drift Tingkat

Kontrol drift pada perencanaan ini menggunakan data *displacement* dari analisa struktur yang telah dilakukan.

Perumusan drift pada setiap tingkat :

$$\Delta_M = 0,7 \cdot R \cdot \Delta_S \dots \dots \dots \text{Pers.(30-17)}$$

nilai  $R = 3.5$  untuk *Concrete Ordinary Moment-Resisting Frame*

untuk struktur dengan periode  $T > 0,7$  detik, batasan maksimum simpangan yang diberikan section 1630.10.2 UBC 1997 adalah  $\Delta_M \leq 0,020 h_s$

$$\leq 0,020 \times 4000 \text{ mm}$$

$$\leq 80 \text{ mm}$$

#### Contoh perhitungan lantai 14 :

$$\Delta_S = 0.00181$$

$$\Delta_M = 0.7 \times R \times \Delta_S = 0.7 \times 3.5 \times 0.00181 = 0.00443$$

Tabel Kontrol drift

Lantai	$\Delta s$ (m)	R	$\Delta m$ (m)	$\Delta m_{\max}$ (m)	Ket
14	0.00181	3.5	0.00443	0.08	OK!
13	0.002381		0.00583		OK!
12	0.002904		0.00711		OK!
11	0.003233		0.00792		OK!
10	0.003061		0.0075		OK!
9	0.002821		0.00691		OK!
8	0.002929		0.00718		OK!
7	0.003095		0.00758		OK!
6	0.003245		0.00795		OK!
5	0.003345		0.0082		OK!
4	0.003337		0.00818		OK!
3	0.002975		0.00729		OK!
2	0.002363		0.00579		OK!
1	0.001557		0.00381		OK!

### 1.1.10 Kontrol Pengaruh P- $\Delta$ Effect

Pengaruh P- $\Delta$  yang disebabkan oleh gaya gempa dalam perencanaan struktur tahan gempa harus diperhitungkan dalam penilaian stabilitas seluruh struktur frame dan harus dihitung dengan gaya yang menghasilkan displacement ( $\Delta S$ ). Namun berdasarkan section 1630.1.3 UBC 1997 pengaruh P- $\Delta$  dapat diabaikan jika ratio dari secondary moment terhadap primary moment tidak lebih dari 0,10. Besarnya koefisien stabilitas ( $\theta$ ) secara matematis dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$\theta = \frac{w_i \Delta S^2}{V_x h_i}$$

dimana :

$w_i$  = Beban gravitasi total tak terfaktor pada level x

$\Delta s$  = Drift lantai

$V_x$  = Gaya geser level x dan x+1

$h_i$  = Tinggi tingkat i



Tabel Kontrol Koefisien Stabilitas

Lantai	Wi (kg)	$\Delta s$ (m)	Hi (m)	Wi x Hi (kgm)	Fi (kg)	Vi <sub>cum</sub> (kg)	$\theta$
4	830887.01	0.00181	57	47360559.57	320456.8022	320456.8022	8.2E-05
3	1055932.9	0.002381	53	55964443.17	378673.4502	699130.2524	6.8E-05
2	1055932.9	0.002904	49	51740711.61	350094.3219	1049224.574	6E-05
1	1055932.9	0.003233	45	47516980.05	321515.1936	1370739.768	5.5E-05
0	1055932.9	0.003061	41	43293248.49	292936.0652	1663675.833	4.7E-05
9	1119177.7	0.002821	37	41409574.53	280190.5204	1943866.354	4.4E-05
8	1119177.7	0.002929	33	36932863.77	249899.6534	2193766.007	4.5E-05
7	1119177.7	0.003095	29	32456153.01	219608.7863	2413374.793	4.9E-05
6	1119177.7	0.003245	25	27979442.25	189317.9192	2602692.712	5.6E-05
5	1119177.7	0.003345	21	23502731.49	159027.0521	2761719.765	6.5E-05
4	1119177.7	0.003337	17	19026020.73	128736.1851	2890455.95	7.6E-05
3	1119177.7	0.002975	13	14549309.97	98445.318	2988901.268	8.6E-05
2	1330540.9	0.002363	9	11974868.01	81025.81439	3069927.082	0.00011
1	1360345.5	0.001557	5	6801727.6	46022.67997	3115949.762	0.00014
$\Sigma(W \times h) =$				<b>460508634.3</b>	3115949.762		

Dari tabel di atas terlihat bahwa nilai koefisien stabilitas ( $\theta$ ) pada setiap lantai  $< 0,10$  sehingga pengaruh dari P- $\Delta$  effect tidak perlu diperhitungkan.

## 5.2. PENULANGAN STRUKTUR UTAMA

### 5.2.1. Penulangan Balok Induk

Perancangan struktur utama dapat dilakukan setelah mendapatkan gaya-gaya dalam yang terjadi pada struktur utama hasil dari analisa menggunakan software analisa struktur. Perhitungan penulangan struktur utama akan menggunakan peraturan SKSNI T-15-1991-03 serta peraturan lainnya yang menunjang.

Perencanaan tulangan balok induk dihitung dalam dua kondisi. Kondisi yang pertama adalah kondisi pada saat balok belum menyatu (komposit) dengan elemen struktur yang lain, dan keadaan yang kedua adalah pada saat balok telah menyatu dengan komponen struktur yang lain (komposit). Dari dua keadaan ini akan dihitung tulangan yang lebih kritis untuk digunakan.

#### Data-data perencanaan :

- Mutu beton ( $f_c'$ ) : 29.18 Mpa



$$m = \frac{f_y}{0,85 \times f_c'} = \frac{370}{0,85 \times 29.18} = 14.9$$

### Contoh perhitungan :

Dimensi balok induk 45/57 cm (sebelum komposit)

Bentang balok induk 7.2 m terletak pada atap

*Perhitungan pembebanan*

❖ Beban mati ( $q_{\text{pelat}} : 312 \text{ kg/m}^2$ ) → pelat ukuran 3.6m x 5.4m

a. Beban akibat balok anak (pelat trapezium)

$$- P_{\text{pelat}} = \{0.5 \times (5.4 + 1.8) \times 1.8\} \times 312 \times 2 = 4043.52 \text{ kg}$$

$$- P_{\text{b.anak}} = 0.4 \times 0.47 \times 5.4 \times 2400 = 2436.48 \text{ kg} +$$

$$= 6480.00 \text{ kg}$$

b. Berat b. induk :  $0.45 \times 0.57 \times 2400 = 615.6 \text{ kg/m}$

c. Beban akibat pelat (dua segitiga)

$$- \frac{1}{4} \times 312 \times 3.6 \times 2 = 561.60 \text{ kg/m}$$

$$\rightarrow \text{Beban mati merata (} Q_D \text{)} = 561.60 + 615.6 = 1177.20 \text{ kg/m}$$

$$\rightarrow \text{Beban mati terpusat (} P_D \text{)} = 6480.00 \text{ kg}$$

❖ Beban hidup ( $q_{\text{pelat}} : 100 \text{ kg/m}^2$ ) → pelat ukuran 3.6m x 5.4m

a. Beban akibat balok anak (pelat trapezium)

$$- P_{\text{pelat}} = \{0.5 \times (5.4 + 1.8) \times 1.8\} \times 100 \times 2 = 1296.00 \text{ kg}$$

b. Beban akibat pelat (dua segitiga)

$$- \frac{1}{4} \times 100 \times 3.6 \times 2 = 180.00 \text{ kg/m}$$

$$\rightarrow \text{Beban hidup merata (} Q_L \text{)} = 180.00 \text{ kg/m}$$

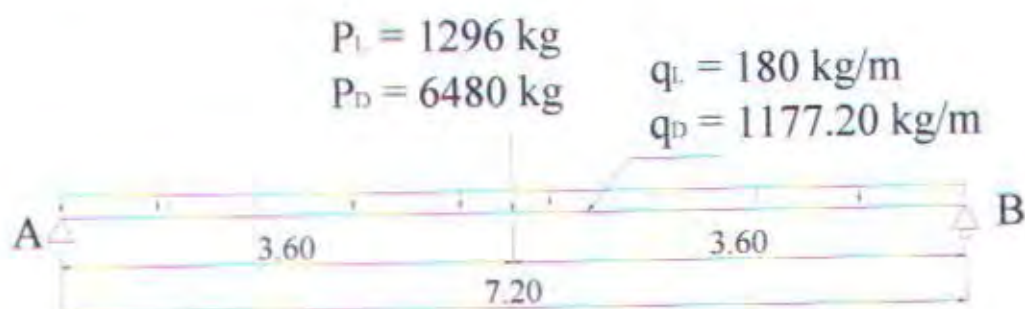
$$\rightarrow \text{Beban hidup terpusat (} P_L \text{)} = 1296.00 \text{ kg}$$

❖ Beban Ultimate

$$Q_u = 1.4 Q_D + 1.7 \times Q_L = 1.4 \times 1177.2 + 1.7 \times 180 = 1954.08 \text{ kg/m}$$

$$P_u = 1.4 P_D + 1.7 \times P_L = 1.4 \times 6480 + 1.7 \times 1296 = 11275.2 \text{ kg}$$

$$M_u = (\frac{1}{8} \times Q_u \times L^2) + (\frac{1}{4} \times P_u \times L) = 31328.64 + 6854.4 = 32957.798 \text{ kgm}$$



**Gb : Pembebanan Sebelum Komposit**

Direncanakan menggunakan tulangan D 32

$$b : 450 \text{ mm}$$

$$dx : 570 - 40 - \frac{1}{2} \times 32 = 514 \text{ mm}$$

$$M_u : 32957.798 \text{ kgm} = 32957.798 \times 10^4 \text{ Nmm}$$

Dengan menggunakan Tabel Grafik dan Diagram Interaksi untuk Momen Berfaktor

penampang Persegi bertulangan tunggal dengan  $\delta = 0.0$  :

$$\frac{\phi M_n}{b \times d^2 \times f_c} = \frac{32957.798 \times 10^4}{450 \times 514^2 \times 29.18} = 0.095 \quad \rightarrow \omega = 0.1285$$

$$\rho = 0.1285 \times 29.18 / 370$$

$$\rho = 0.010134 < 0.02625$$

$$A_s = 0.010134 \times 450 \times 514 = 2344.0255 \text{ mm}^2$$

$$\text{Dipakai tulangan 3 D 32} \rightarrow A_s = 2412.743 \text{ mm}^2$$

### *Penulangan lentur setelah komposit*

#### **Contoh perhitungan :**

Dimensi balok induk 45/70 - 7.2 m pada lantai 14

Dari hasil analisa struktur dengan software ETABS didapatkan nilai momen sebagai berikut :

$$M_{\text{tumpuan}} = 47189.058 \text{ kgm} = 47189.058 \times 10^4 \text{ Nmm}$$

$$M_{\text{lajangan}} = 22454.750 \text{ kgm} = 22454.750 \times 10^4 \text{ Nmm}$$

#### **Pada tumpuan → balok dianggap persegi**

- Tulangan tarik (serat atas)

direncanakan menggunakan tulangan D 32

$$b = 450 \text{ mm}$$

$$d = 700 - 40 - \frac{1}{2} \times 32 = 644 \text{ mm}$$

Dengan menggunakan Tabel Grafik dan Diagram Interaksi untuk Momen Berfaktor Penampang Persegi :

$$\frac{\phi Mn}{b \times d^2 \times f_c} = \frac{47189.058 \times 10^4}{450 \times 644^2 \times 29.18} = 0.0867 \rightarrow \omega = 0.119$$

$$\rho = \frac{0.119 \times 29.18}{370} = 0.00938$$

$$A_s = 0.00938 \times 450 \times 644 = 2718.324 \text{ mm}^2$$

Digunakan tulangan 4 D 32 (  $A_s = 3216.991 \text{ mm}^2$  )

- Tulangan tekan (serat bawah)

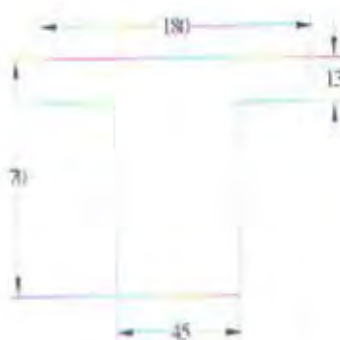
Diasumsikan  $\delta = A_s' / A_s = 0,5$  .....SKSNI T 15-1991 pasal 3.14.3-2

$$A_s' = 0,5 \times 2718.324 = 1359.162 \text{ mm}^2$$

Digunakan tulangan 3 D 25 (  $A_s = 1472.622 \text{ mm}^2$  )

**Pada lapangan → balok dianggap sebagai balok T palsu**

- Tulangan tarik (serat bawah)



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

$$= \frac{1}{4} \times 720 = 180 \text{ cm}$$

$$be_2 = bw + 16t$$

$$= 40 + (16 \times 13) = 248 \text{ cm}$$

$$be_3 = bw + (2 \times \frac{1}{2} \times ln)$$

$$be_3 = 45 + (2 \times \frac{1}{2} \times (720 - 45)) = 720 \text{ cm}$$

$$b = be = 1800 \text{ mm}$$

Digunakan tulangan D 25

$$d = 700 - 40 - \frac{1}{2} \times 25 = 647.5 \text{ mm}$$

$$Mu = Cc \times (d - \frac{a}{2})$$

$$= 0.85 \times f_c \times a \times b \times (d - \frac{a}{2})$$

$$22454.750 \times 10^4 = 0.85 \times 29.18 \times a \times 1800 \times (647.5 - \frac{a}{2})$$

$$22454.750 \times 10^4 = 28907896.5 a - 22322.7 a^2$$



$$a = 7.81 \text{ mm} < 130 \text{ mm} \text{ (asumsi balok t palsu benar)}$$

$$C = T$$

$$0.85 \times f_c' \times a \times b = A_s \times f_y$$

$$348680.574 = A_s \times 370$$

$$A_s = 942.38 \text{ mm}^2$$

$$\rho_{aktual} = \frac{A_s}{b_w \times d} = \frac{942.38}{450 \times 647.5} = 0,00323 < \rho_{min} = 0,0038 \dots \dots \text{OK!}$$

$$A_s = \rho_{min} \times b_w \times d$$

$$A_s = 0.0038 \times 450 \times 647.5 = 1107.225 \text{ mm}^2$$

Jadi untuk tulangan lapangan tarik dipasang 3 D 25 ( $A_s = 1472.622 \text{ mm}^2$ )

- *Tulangan Tekan (serat atas)*

Diasumsikan  $\delta = 0,5$  .....SKSNI T 15-1991 pasal 3.14.3-2

$$A_s' = 0,5 \times 1107.225 = 553.613 \text{ mm}^2$$

Digunakan tulangan 2 D 22 ( $A_s = 760.265 \text{ mm}^2$ )

## 2.1.2 Penulangan geser dan torsi

### *Penulangan Sebelum Komposit*

#### Contoh perhitungan :

Dimensi balok induk 45/57 cm (sebelum komposit)

Bentang balok induk 7.2 m terletak pada atap

*Perhitungan pembebanan*

❖ Beban mati ( $q_{\text{pelat}} : 312 \text{ kg/m}^2$ )  $\rightarrow$  pelat ukuran 3.6m x 5.4m

a. Beban akibat balok anak (pelat trapezium)

$$- P_{\text{pelat}} = \{0.5 \times (5.4 + 1.8) \times 1.8\} \times 312 \times 2 = 4043.52 \text{ kg}$$

$$- P_{\text{b anak}} = 0.4 \times 0.47 \times 5.4 \times 2400 = 2436.48 \text{ kg} +$$

$$= 6480.00 \text{ kg}$$

b. Berat b. induk :  $0.45 \times 0.57 \times 2400 = 615.6 \text{ kg/m}$

c. Beban akibat pelat (dua segitiga)

$$- \frac{1}{4} \times 312 \times 3.6 \times 2 = 561.60 \text{ kg/m}$$

$$\rightarrow \text{Beban mati merata (Q}_D) = 561.60 + 615.6 = 1177.20 \text{ kg/m}$$

$$\rightarrow \text{Beban mati terpusat (P}_D) = 6480.00 \text{ kg}$$

❖ Beban hidup ( $q_{\text{pelat}} : 100 \text{ kg/m}^2$ )  $\rightarrow$  pelat ukuran 3.6m x 5.4m

a. Beban akibat balok anak (pelat trapezium)

$$- P_{\text{pelat}} = \{0.5 \times (5.4 + 1.8) \times 1.8\} \times 100 \times 2 = 1296.00 \text{ kg}$$

b. Beban akibat pelat (dua segitiga)

$$- \frac{1}{4} \times 100 \times 3.6 \times 2 = 180.00 \text{ kg/m}$$

$$\rightarrow \text{Beban hidup merata } (Q_L) = 180.00 \text{ kg/m}$$

$$\rightarrow \text{Beban hidup terpusat } (P_L) = 1296.00 \text{ kg}$$

❖ Beban Ultimate

$$Q_u = 1.4 Q_D + 1.7 \times Q_L = 1.4 \times 1177.2 + 1.7 \times 180 = 1954.08 \text{ kg/m}$$

$$P_u = 1.4 P_D + 1.7 \times P_L = 1.4 \times 6480 + 1.7 \times 1296 = 11275.2 \text{ kg}$$

$$T_{u1} : Q_u \times L \times \frac{1}{2} \times b = 1954.08 \times 7.2 \times \frac{1}{2} \times 0.45 = 3165.610 \text{ kgm}$$

$$T_{u2} : P_u \times \frac{1}{2} \times b = 11275.2 \times \frac{1}{2} \times 0.45 = 2536.920 \text{ kgm} +$$

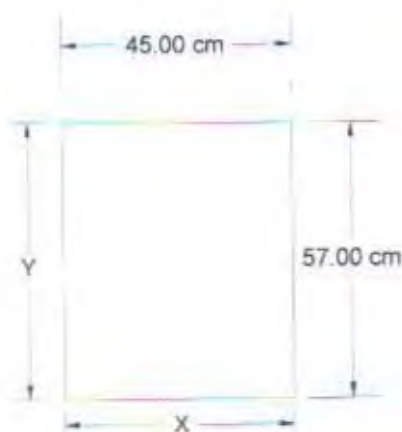
$$\mathbf{T_u \text{ total} = 5702.530 \text{ kgm}}$$

$$V_{u1} : \frac{1}{2} \times Q_u \times L = \frac{1}{2} \times 1954.08 \times 7.2 = 7034.688 \text{ kg}$$

$$V_{u2} : P_u \times \frac{1}{2} = 11275.2 \times \frac{1}{2} = 5637.600 \text{ kg} +$$

$$\mathbf{V_u \text{ total} = 12672.29 \text{ kg}}$$

Ukuran penampang



Kontrol penampang

$$\sum x^2 y = (450^2 \times 570) = 11.5425 \times 10^7 \text{ mm}^3$$

➤ Perhitungan batas  $T_u$  yang tidak memerlukan tulangan Torsi :

$$\phi \times \frac{1}{20} \times \sqrt{f_c'} \times \sum (x^2 y) = 0.6 \times \frac{1}{20} \times \sqrt{29.18} \times 11.5425 \times 10^7 = 1.871 \times 10^7 \text{ Nmm}$$

Karena  $Tu_{max} < Tu_{uda} \rightarrow 1.871 \times 10^7 < 5.703 \times 10^7$ , maka torsi harus diperhitungkan

➤ Kontribusi beton dalam memikul beban  $Tu$  :

$$T_c = \frac{\sqrt{f_c'} \times \sum x^2 y}{15 \sqrt{1 + \left(0.4 \times \frac{Vu}{C_T \times T_c}\right)^2}} \times \left(1 + 0.3 \times \frac{Nu}{Ag}\right)$$

catatan : Nilai  $Nu$  sama dengan nol jika tidak memperhitungkan gaya aksial

Dimana :

$$C_T = \frac{bw \times d}{\sum x^2 y} = \frac{450 \times 530}{11.5425 \times 10^7} = 0.00207$$

$$T_c = \frac{\sqrt{29.18} \times 11.5425 \times 10^7}{15 \sqrt{1 + \left(0.4 \times \frac{126722.9}{0.00207 \times 5.703 \times 10^7}\right)^2}} = 3.82 \times 10^7 \text{ Nmm}$$

$$\frac{At}{S} = \frac{Tu - \phi T_c}{\phi \times fy \times \alpha_t \times x_1 \times y_1}$$

decking = 40 mm ; 75 mm

$$x_1 = 450 - (2 \times 75) = 300 \text{ mm}$$

$$y_1 = 570 - (2 \times 40) = 490 \text{ mm}$$

$$\alpha_t = \frac{1}{3} \times \left(2 + \frac{y_1}{x_1}\right) = \frac{1}{3} \times \left(2 + \frac{490}{300}\right) = 1.211 \leq 1.5$$

ambil  $\alpha_t = 1.211$

$$\frac{At}{S} = \frac{(5.703 \times 10^7) - (0.6 \times 3.82 \times 10^7)}{0.6 \times 370 \times 1.211 \times 300 \times 490} = 0.863 \text{ mm}^2 / \text{mm}$$

➤ Kontribusi beton dalam memikul beban  $Vu$  :

$$V_c = \frac{\sqrt{f_c'} \times bw \times d}{6 \sqrt{1 + \left(\frac{2.5 \times C_T \times Tu}{Vu_d}\right)^2}}$$



$$= \frac{\sqrt{29.18 \times 450 \times 530}}{6 \sqrt{1 + \left( \frac{2.5 \times 0.00207 \times 5.703 \times 10^7}{126722.9} \right)^2}} = 84718.457 \text{ N}$$

$$\frac{A_v}{S} = \frac{Vu_d - \Phi V_c}{\Phi \times f_y \times d} = \frac{126722.9 - 0.6 \times 84718.457}{0.6 \times 370 \times 530} = 0.645 \text{ mm}^2 / \text{mm}$$

➤ Kombinasi Tulangan Senggang Geser dan Torsi :

$$\begin{aligned} \frac{A_{vt}}{S} &= \left( \frac{2 \times A_t}{S} + \frac{A_v}{S} \right) \\ &= (2 \times 0.863 + 0.645) = 2.371 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\frac{bw}{3 f_y} = \frac{450}{3 \times 370} = 0.405 \text{ mm}$$

$$\frac{A_{vt}}{S} > \frac{bw}{3 f_y} \Rightarrow \frac{A_{vt}}{S} = 2.371 \text{ mm MENENTUKAN !!!!!}$$

Direncanakan menggunakan senggang D 13

$$A_{vt} = \text{Luas satu kaki} = 132.732 \text{ mm}^2 \rightarrow \text{Luas dua kaki} = 132.732 \times 2 = 265.465 \text{ mm}^2$$

$$S = A_{vt} / 2.371 = 265.465 / 2.371 = 111.96 \text{ mm} \approx 100 \text{ mm}$$

➤ Kontrol Smax :

$$S \leq \frac{x_1 + y_1}{4} \Rightarrow 100 \text{ mm} < \frac{300 + 490}{4} = 197.5 \text{ mm} \dots\dots\dots \text{OK!}$$

$$S_{\text{pasang}} = 100 \text{ mm}$$

➤ Perhitungan Tulangan Torsi Memanjang :

Diambil nilai terbesar dari (SK-SNI T-15-1991/3.4.6.9.3)

$$\begin{aligned} A_{l_1} &= \frac{2 \times A_t}{S} (x_1 + y_1) \\ &= 2 \times 0.863 \times (300 + 490) \\ &= 1363.54 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Al_2 &= \left( \frac{2.8 \times S \times b \times Tu}{fy \left( Tu + \frac{Vu_d}{3 \times C_T} \right)} - 2 \times A_t \right) \left( \frac{x_1 + y_1}{S} \right) \\
 &= \left( \frac{2.8 \times 100 \times 450 \times 5.702 \times 10^7}{370 \left( 5.702 \times 10^7 + \frac{126722.9}{3 \times 0.00207} \right)} - 2 \times (0.863 \times 100) \right) \left( \frac{300 + 490}{100} \right) \\
 &= 617.690 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

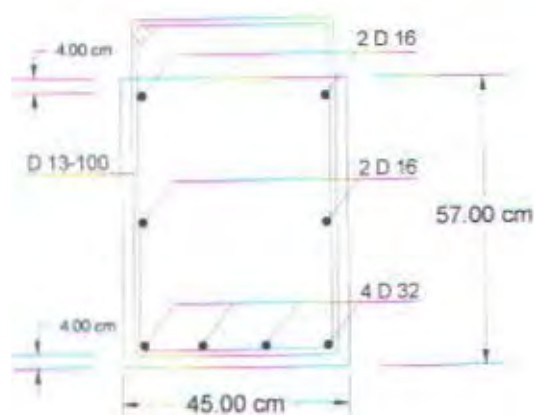
Al tidak perlu lebih besar dari :

$$\begin{aligned}
 Al &= \left( \frac{2.8 \times S \times b \times Tu}{fy \left( Tu + \frac{Vu_d}{3 \times C_T} \right)} - \left( \frac{bw \times S}{3fy} \right) \right) \left( \frac{x_1 + y_1}{S} \right) \\
 &= \left( \frac{2.8 \times 100 \times 450 \times 5.702 \times 10^7}{370 \left( 5.702 \times 10^7 + \frac{126722.9}{3 \times 0.00207} \right)} - \left( \frac{450 \times 100}{3 \times 370} \right) \right) \left( \frac{300 + 490}{100} \right) \\
 &= 1660.959 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

Karena  $Al_2 < Al_1 < Al \text{ max} \rightarrow$  dipakai  $Al_1 = 1363.54 \text{ mm}^2 \dots\dots$  OK !

#### ➤ Pemasangan Tulangan :

- Untuk tulangan arah longitudinal di pasang  $\frac{1}{4} Al$  :  
 $\frac{1}{4} \times 1363.54 = 340.885 \text{ mm}^2 \rightarrow$  Dipasang tulangan 2 D 16 ( $As = 402.124 \text{ mm}^2$ )
- Kombinasi tulangan lentur dan torsi untuk longitudinal bawah :  
 Tul. Lentur + tul. Torsi =  $2344.0255 + 340.885 = 2684.911 \text{ mm}^2$   
 Jadi dipasang tulangan 4 D 32 =  $3216.991 \text{ mm}^2$
- Jarak antar tulangan memanjang  $\leq 300 \text{ mm}$  :  
 $\{570 - (2 \times 40)\} / 300 = 1.63 \approx 2$  baris  
 Jadi  $490 / 2 = 245 \text{ mm} \leq 300 \text{ mm} \dots\dots$  OK!



### *Penulangan Sesudah Komposit*

#### Contoh perhitungan :

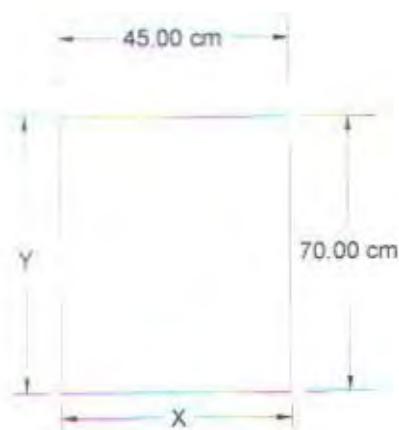
Dimensi balok induk 45/70 cm (sesudah komposit)

Bentang balok induk 7.2 m terletak pada atap

Dari hasil analisa struktur menggunakan Etabs 8.08, didapatkan nilai :

- $Tu_{tump}$  : 566.104 kgm
- $Tu_{lap}$  : 565.933 kgm
- $Vu_{tump}$  : 25031.39 kg
- $Vu_{lap}$  : 18132.21 kg

#### Ukuran penampang



#### Kontrol penampang



$$\sum x^2 y = (450^2 \times 700) = 14.175 \times 10^7 \text{ mm}^3$$

➤ Perhitungan batas Tu yang tidak memerlukan tulangan Torsi :

$$\phi \times \frac{1}{20} \times \sqrt{f'c} \times \sum(x^2 y) = 0.6 \times \frac{1}{20} \times \sqrt{29.18} \times 14.175 \times 10^7 = 2.30 \times 10^7 \text{ Nmm}$$

Karena  $Tu_{max} > Tu_{ada} \rightarrow 2.30 \times 10^7 > 0.57 \times 10^7$ , maka torsi dapat diabaikan !!!

➤ Kontribusi beton dalam memikul beban Vu :

Kategori Desain untuk perhitungan tulangan geser :

- Perlu buat bidang Vu (bukan Vn)

- Kategori desain :

1.  $Vu \leq 0.5 \phi Vc$  → Tidak perlu tulangan geser

2.  $0.5 \phi Vc < Vu \leq \phi Vc$  → Perlu tulangan geser minimum

$$- \phi V_s = \phi \left( \frac{1}{3} \sqrt{f'c} \right) \times bw \times d \rightarrow (\text{min } V_s)$$

$$- A_v = \frac{bw \times S}{3 f_y}$$

$$- \text{Max } S \leq (d/2) \leq 600 \text{ mm}$$

3.  $\phi Vc < Vu \leq [\phi Vc + \text{min } \phi V_s]$  → Slablike flexural members juga harus memenuhi persyaratan 2 diatas

4.  $[\phi Vc + \text{min } \phi V_s] < Vu \leq [\phi Vc + \phi \left( \frac{1}{3} \sqrt{f'c} \right) \times bw \times d]$

$$\text{Harus memenuhi : } \phi V_s = Vu - \phi Vc$$

$$- \text{Pasang tulangan } \phi V_s = \frac{\phi \times A_v \times f_y \times d}{S} \rightarrow \text{untuk } \alpha = 90^\circ$$

$$- \text{Maksimum } S = (d/2) \leq 600 \text{ mm}$$

5.  $[\phi Vc + \phi \left( \frac{1}{3} \sqrt{f'c} \right) \times bw \times d] < Vu \leq [\phi Vc + \phi \left( \frac{2}{3} \sqrt{f'c} \right) \times bw \times d]$

Perbedaan syarat dengan kategori desain 4 terletak pada tegangan Vs dan S

Perlu  $\emptyset V_s = V_u - \emptyset V_c$ ; Tul  $\emptyset V_s = (\emptyset A_v \times f_y \times d)/S$

Maximum  $S \leq (d/4) \leq 300 \text{ mm}$

#### Tumpuan

$$\begin{aligned} V_c &= \frac{1}{6} \times \sqrt{f'_c} \times b_w \times d \\ &= \frac{1}{6} \times \sqrt{29.18} \times 450 \times (700 - 40) = 267391.651 \text{ N} \end{aligned}$$

Kategori desain 4 :

$$[\emptyset V_c + \min \emptyset V_s] < V_u \leq [\emptyset V_c + \emptyset \frac{1}{3} \sqrt{f'_c} \times b_w \times d]$$

$$219834.991 \text{ N} < 250313.9 \text{ N} \leq 481304.972 \text{ N} \dots\dots\dots \text{OK!}$$

$$\emptyset V_s = V_u - \emptyset V_c$$

$$\emptyset V_s = 250313.9 - 160434.991 = 89878.909 \text{ N}$$

Pasang tulangan  $\emptyset 10$

$$A_v = 2 \times 78.54 = 157.08 \text{ mm}^2$$

$$S = \frac{\emptyset \times A_v \times f_y \times d}{\emptyset V_s} = \frac{0.6 \times 157.08 \times 370 \times 660}{89878.909} = 256.1 \text{ mm} \approx 100 \text{ mm}$$

$$S < 660/2 \leq 600 \text{ mm} \dots\dots\dots \text{OK!}$$

Jadi untuk tulangan geser pada balok 45/70 atap pada daerah tumpuan dipasang  $\emptyset 10 - 100$

#### Lapangan

$$\begin{aligned} V_c &= \frac{1}{6} \times \sqrt{f'_c} \times b_w \times d \\ &= \frac{1}{6} \times \sqrt{29.18} \times 450 \times (700 - 40) = 267391.651 \text{ N} \end{aligned}$$

Kategori desain 3 :

$$\emptyset V_c < V_u \leq [\emptyset V_c + \min \emptyset V_s]$$

$$160434.991 \text{ N} < 181322.1 \text{ N} \leq 481304.972 \text{ N} \dots\dots\dots \text{OK!}$$

Pasang tulangan  $\emptyset 10$

$$A_v = 2 \times 78.54 = 157.08 \text{ mm}^2$$

$$S = \frac{A_v \times 3 \times f_y}{b_w} = \frac{157.08 \times 3 \times 370}{450} = 387 \text{ mm} \approx 150 \text{ mm}$$

$$S \leq 660/2 \leq 600 \text{ mm} \dots\dots\dots \text{OK!}$$

Jadi untuk tulangan geser pada balok 45/70 atap pada daerah lapangan dipasang  $\emptyset 10 - 150$

### 2.1.3 Penulangan stud balok induk

#### *Transfer gaya horizontal*

Mekanisme dari transfer gaya geser horizontal dihitung berdasarkan besarnya gaya geser yang dipindahkan melalui permukaan temu. ACI 318.83 mengusulkan dua metode alternatif untuk merencanakan transfer gaya horizontal, yaitu :

1. Perencanaan berdasarkan pada gaya geser berfaktor vertikal dan gaya geser berfaktor horizontal pada penampang yang ditinjau.
2. Perencanaan berdasarkan pada kekuatan geser friksi pada bidang temu dimana kekuatan geser tersebut mampu menjamin perubahan aktual gaya tekan/tarik yang terjadi pada penampang yang ditinjau.

Menurut SK SNI T - 15 - 1991 - 03 pasal 3.10.5 butir 2, kecuali bila dihitung sesuai dengan ayat 3.10.5 butir 3, maka perencanaan dari penampang terhadap geser horizontal harus didasarkan pada :

$$V_u \leq \phi V_{nh}$$

dimana :

$$\phi = 0,60$$

$V_u$  = gaya geser horizontal berfaktor dari penampang yang ditinjau

$V_{nh}$  = kekuatan geser horizontal nominal sesuai dengan ketentuan sebagai berikut :

1. Bila bidang kontak nya bersih dan bebas dari serpihan dan sengaja dikasarkan, maka kuat geser  $V_{nh} \leq 0,6 \times b_v \times d$  (Newton)
2. Bila dipasang sengkang pengikat minimum sesuai dengan ayat 3.10.6 SKSNI T - 15 - 1991 - 03, tetapi tidak sengaja dikasarkan, maka kuat geser  $V_{nh} \leq 0,6 \times b_v \times d$  (Newton)
3. Bila dipasang sengkang pengikat minimum sesuai dengan pasal 3.10.6 SK SNI T - 15 - 1991 - 03, bersih dan bebas dari serpihan dan sengaja



dikasarkan hingga mencapai tingkat kekasaran penuh dengan tonjolan dan cekungan permukaan kira-kira 5 mm, maka kuat geser  $V_{nh} \leq 2,5 \times b_v \times d$  (Newton).

4. Bila gaya geser terfaktor  $V_u$  pada penampang yang ditinjau melebihi  $\phi(2,5 \times b_v \times d)$ , maka perencanaan untuk geser horizontal harus dikerjakan sesuai dengan ayat 3.4.7 SKSNI T - 15 - 1991 - 03 (geser friksi).

Pada perencanaan stud balok induk 45/70 - 7.2 m, dianggap terpasang sengkang pengikat minimum sesuai dengan ayat 3.10.6 SK SNI T - 15 - 1991 - 03 dengan permukaan yang secara tidak sengaja dikasarkan, sehingga :

$$V_{nh} \leq 0,6 b_v d$$

$$V_{nh} \leq 0,6 \times 450 \times (700 - 40)$$

$$V_{nh} \leq 172800$$

$$V_u \leq \phi(2,5 \times b_v \times d)$$

$$250313,9 \text{ N} \leq 0,6 \times 2,5 \times 450 \times 660$$

$$250313,9 \text{ N} \leq 445500 \text{ N} \rightarrow \text{SK SNI '91 bab 3.10.5 - 2.4 tidak berlaku}$$

$V_u \leq \phi V_{nh} \rightarrow$  Tulangan geser horizontal tidak perlu dipasang, sebagai gantinya bisa diatasi oleh tulangan geser vertikal yang diperpanjang dan dijangkarkan

Untuk perhitungan tulangan stud balok yang lain akan disajikan dalam table dibawah ini :

Noor	Tipe Balok	b (mm)	d (mm)	$\phi(2.5 \text{ bv}$ d)	Tumpuan				Lapangan			
					$V_u$ (N)	$\phi V_{nh}$ (N)	$V_u < \phi V_{nh}$	3 10.5 -	$V_u$ (N)	$\phi V_{nh}$ (N)	$V_u < \phi V_{nh}$	3 10.5 - 2.4
4	0.45/0.70-7.2m	450	660	445500	250313.9	106920	not OK	--	181322.1	106920	not OK	--
	0.45/0.70-5.4m	450	660	445500	129681.1	106920	not OK	--	60701	106920	OK	--
3	0.45/0.70-7.2m	450	660	445500	320219.1	106920	not OK	--	237265	106920	not OK	--
	0.45/0.70-5.4m	450	660	445500	158704.8	106920	not OK	--	72733.3	106920	OK	--
2	0.45/0.70-7.2m	450	660	445500	353537.3	106920	not OK	--	270583.1	106920	not OK	--
	0.45/0.70-5.4m	450	660	445500	157423	106920	not OK	--	71451.4	106920	OK	--
1	0.45/0.70-7.2m	450	660	445500	381129.6	106920	not OK	--	298175.4	106920	not OK	--
	0.45/0.70-5.4m	450	660	445500	158059.1	106920	not OK	--	72087.6	106920	OK	--
0	0.45/0.70-7.2m	450	660	445500	389839.9	106920	not OK	--	306885.7	106920	not OK	--
	0.45/0.70-5.4m	450	660	445500	157441.1	106920	not OK	--	71469.5	106920	OK	--
9	0.55/0.85-7.2m	550	810	668250	540271	160380	not OK	--	442890.9	160380	not OK	--
	0.45/0.70-5.4m	450	660	445500	156159	106920	not OK	--	70187.5	106920	OK	--
8	0.55/0.85-7.2m	550	810	668250	507451.2	160380	not OK	--	442951.9	160380	not OK	--
	0.45/0.70-5.4m	450	660	445500	153729.2	106920	not OK	--	67757.7	106920	OK	--
7	0.55/0.85-7.2m	550	810	668250	557479	160380	not OK	--	450098.9	160380	not OK	--
	0.45/0.70-5.4m	450	660	445500	150242.7	106920	not OK	--	64849.2	106920	OK	--
6	0.55/0.85-7.2m	550	810	668250	576230.5	160380	not OK	--	478850.4	160380	not OK	--
	0.45/0.70-5.4m	450	660	445500	145914.8	106920	not OK	--	63783.4	106920	OK	--
5	0.55/0.85-7.2m	550	810	668250	591479.7	160380	not OK	--	494099.5	160380	not OK	--
	0.45/0.70-5.4m	450	660	445500	140741.9	106920	not OK	--	62103.4	106920	OK	--
4	0.55/0.85-7.2m	550	810	668250	599113.7	160380	not OK	--	501733.6	160380	not OK	--
	0.45/0.70-5.4m	450	660	445500	134692	106920	not OK	--	59715.9	106920	OK	--
3	0.55/0.85-7.2m	550	810	668250	587471.8	160380	not OK	--	490091.7	160380	not OK	--
	0.45/0.70-5.4m	450	660	445500	128018.8	106920	not OK	--	57827.4	106920	OK	--
2	0.55/0.85-7.2m	550	810	668250	546353.9	160380	not OK	--	448973.8	160380	not OK	--
	0.45/0.70-5.4m	450	660	445500	144625	106920	not OK	--	68047.4	106920	OK	--
1	0.55/0.85-8.0m	550	810	668250	489702.4	160380	not OK	--	373900.3	160380	not OK	--
	0.45/0.70-5.4m	450	660	445500	144625	106920	not OK	--	68047.4	106920	OK	--
0	0.55/0.85-7.2m	550	810	668250	502888.8	160380	not OK	--	405508.7	160380	not OK	--
	0.45/0.70-5.4m	450	660	445500	135836	106920	not OK	--	74546.4	106920	OK	--
1	0.55/0.85-8.0m	550	810	668250	475479	160380	not OK	--	359076.9	160380	not OK	--
	0.45/0.70-5.4m	450	660	445500	135836	106920	not OK	--	74546.4	106920	OK	--

keterangan tabel

- v.  $\rightarrow V_u \geq \phi(2.5 \times b_v \times d)$ , sehingga ayat 4 bab 3.10.5 - 2 SKSNI berlaku  
 --  $\rightarrow V_u \leq \phi(2.5 \times b_v \times d)$ , sehingga ayat 4 bab 3.10.5 - 2 SKSNI tidak berlaku

### Tumpuan :

Dari hasil tabel diatas, nilai  $V_{u\text{tump}}$  ternyata lebih besar dari nilai  $\phi V_{nh}$  sehingga tidak diperlukan tulangan geser horisontal dan sebagai gantinya akan dipasang tulangan geser vertikal yang diperpanjang dan dijangkarkan.

### Lapangan :

Dari hasil table diatas, nilai  $V_{u\text{lap}}$  memiliki dua kondisi :

1.  $V_u \leq \phi V_{nh}$
2.  $V_u \geq \phi V_{nh}$

Untuk kondisi pertama, dipasang tulangan sengkang minimum untuk mengantisipasi geser horizontal yang terjadi, tapi jika tulangan geser vertikal yang terpasang lebih besar, maka diambil nilai yang terbesar.



#### 5.2.1.4. Redistribusi Momen

Konsep dari redistribusi momen untuk pertama kali diperkenalkan ke dalam peraturan ACI pada tahun 1963. Konsep ini merupakan hasil dari penelitian yang mendalam ke arah perilaku batas dari keseluruhan struktur (khususnya untuk balok menerus pada masa sekarang) diatas daerah elastis sampai pada titik dimana dicapai beban runtuh. Dari hasil tersebut, didapatkan bahwa analisa struktur berdasarkan sifat elastis dari suatu bahan sebenarnya tidak begitu baik untuk desain kekuatan sebuah struktur, sedangkan desain batas untuk sebuah struktur sangatlah rumit. Oleh karena itu, untuk mendapatkan konsep desain yang mendekati konsep desain batas dan mudah dalam pelaksanaannya, maka digunakanlah konsep Redistribusi Momen.

Redistribusi momen bisa terjadi bila penampang beton memiliki kapasitas rotasi, yaitu bila :

$$(\rho - \rho') \leq 50\% \rho_b$$

Berdasarkan ACI- 8.4 , maksimum Redistribusi Momen :

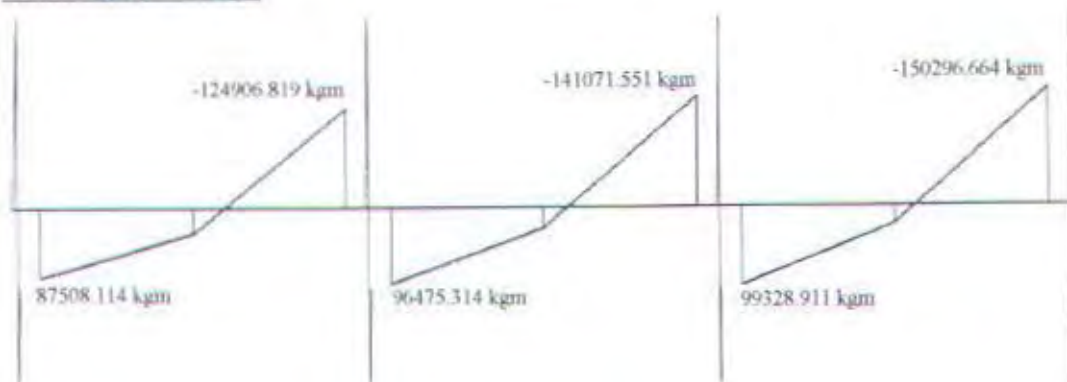
$$20 \left( 1 - \frac{\rho - \rho'}{\rho_b} \right) \%$$

Syarat pemakaian redistribusi momen :

1. Pemakaian hanya pada continuous flexural members
2. Penyesuaian hanya maksimum 20 % Momen negatif
3. Momen yang disesuaikan adalah hasil analisa elastis, sedangkan momen yang didapat dari momen koefisien tidak boleh disesuaikan
4.  $(\rho - \rho') \leq 50\% \rho_b$
5. Penyesuaian dilakukan untuk setiap kondisi pembebanan. Envelope yang didapat dipakai untuk pendimensian.

Berdasarkan penjelasan diatas, maka hasil yang didapat dari perhitungan analisa struktur dari Etabs akan diambil nilai yang maksimum untuk kemudian dilakukan redistribusi momen.



**Perhitungan :**Balok 55/85 - 7.2 m

$$\begin{aligned}\Sigma M_{bi} &= 124906.819 + 141071.551 + 150296.664 + 87508.114 + 96475.314 + 99328.911 \\ &= 699587.373 \text{ kgm}\end{aligned}$$

Penyelesaian :

➤ Momen tumpuan dibuat sama

$$699587.373 / 6 = 116597.8955 \text{ kgm}$$

➤ Redistribusi momen maksimum

$$20 \% \times 150296.664 = 30059.333 \text{ kgm}$$

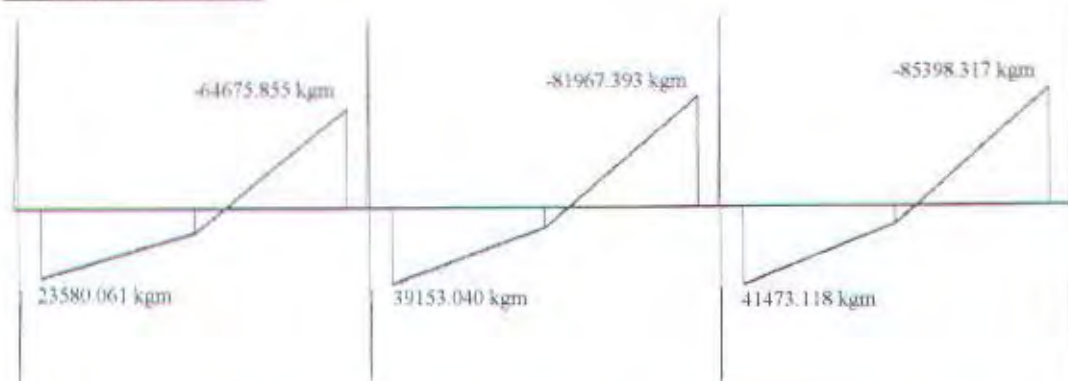
Momen maksimum hasil redistribusi ( $M_{neg}$ ) :

$$150296.664 - 30059.333 = 120237.331 \text{ kgm} > 116597.8955 \text{ kgm} \dots \text{not OK !}$$

Diambil nilai momen negatif,  $M_{neg} = 120237.331 \text{ kgm}$ 

Didapat nilai momen positif :

$$[\Sigma M_{bi} - (3 M_{neg})] / 3 = [699587.373 - (3 \times 120237.331)] / 3 = 112958.46 \text{ kgm}$$

Diambil nilai momen positif,  $M_{pos} = 112958.46 \text{ kgm}$ Balok 45/70 - 7.2 m

$$\begin{aligned}\Sigma M_{bi} &= 23580.061 + 64675.855 + 39153.040 + 81967.393 + 41473.118 + 85398.317 \\ &= 336247.784 \text{ kgm}\end{aligned}$$

Penyelesaian :

➤ Momen tumpuan dibuat sama

$$336247.784 / 6 = 56041.297 \text{ kgm}$$

➤ Redistribusi momen maksimum

$$20 \% \times 85398.317 = 17079.663 \text{ kgm}$$

Momen maksimum hasil redistribusi ( $M_{neg}$ ) :

$$85398.317 - 17079.663 = 68318.654 \text{ kgm} > 56041.297 \text{ kgm... not OK !}$$

Diambil nilai momen negatif,  $M_{neg} = 68318.654 \text{ kgm}$

Didapat nilai momen positif :

$$[\Sigma M_{bi} - (3 M_{neg})] / 3 = [336247.784 - (3 \times 68318.654)] / 3 = 43763.941 \text{ kgm}$$

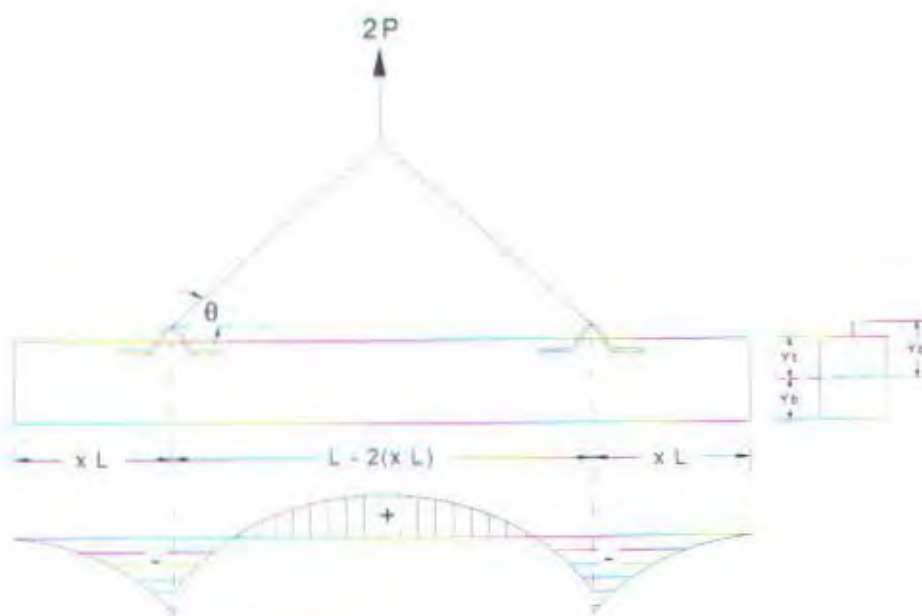
Diambil nilai momen positif,  $M_{pos} = 43763.941 \text{ kgm}$

Jadi untuk balok dengan ukuran :

- 55/85 – 7.2 m →  $M_{pos} = 112958.46 \text{ kgm}$
- 55/85 – 7.2 m →  $M_{neg} = 120237.331 \text{ kgm}$
- 40/75 – 7.2 m →  $M_{pos} = 43763.941 \text{ kgm}$
- 40/75 – 7.2 m →  $M_{neg} = 68318.654 \text{ kgm}$

#### 5.2.1.5. Kontrol Tegangan Beton Akibat Pengangkatan

Balok induk dibuat secara pracetak di pabrik. Elemen balok harus dirancang untuk menghindari kerusakan pada waktu proses pengangkatan. Tempat pengangkatan dan kekuatan tulangan angkat harus menjamin keamanan elemen balok tersebut dari kerusakan.



PCI ( Design Handbook )

$$+M = \frac{WL^2}{8} \left( 1 - 4X + \frac{4Yc}{\text{tg}\theta} \right)$$

$$-M = \frac{WX^2L^2}{2}$$

$$X = \frac{1 + \frac{4Yc}{\text{Ltg}\theta}}{2 \left( 1 + \sqrt{1 + \frac{Yt}{Yb} \left( 1 + \frac{4Yc}{\text{Ltg}\theta} \right)} \right)}$$

Contoh perhitungan :

Balok induk 45/57 (sebelum komposit) dengan bentang 7.2 m

$$Yt = Yb = 28.5 \text{ cm}$$

$$I = \frac{1}{12} \times 45 \times 57^3 = 694473.75 \text{ cm}^4$$

$$Yc = Yt + 5 = 33.5 \text{ cm}$$

$$X = \frac{1 + \frac{4 \times 33.5}{720 \times \text{tg}45^\circ}}{2 \left( 1 + \sqrt{1 + \frac{28.5}{28.5} \left( 1 + \frac{4 \times 33.5}{720 \times \text{tg}45^\circ} \right)} \right)} = 0.2393$$



$$X \times L = 0.2393 \times 720 = 172.296 \text{ cm}$$



Beban yang bekerja pada balok induk pada waktu pengangkatan :

1. berat sendiri =  $0.45 \times 0.57 \times 2400 = 615.6 \text{ kg/m}$

Untuk mengatasi beban kejut akibat pengangkatan, momen pengangkatan dikalikan dengan factor akibat pengangkatan sebesar 1,2 :

- Momen lapangan

$$+M = \frac{WL^2}{8} \left( 1 - 4X + \frac{4Yc}{L \times \text{tg}\theta} \right)$$

$$+M = \left\{ \frac{615.6 \times 7.2^2}{8} \left( 1 - 4 \times 0.2393 + \frac{4 \times 0.335}{7.2 \times \tan 45} \right) \right\} \times 1.2 = 1095.78 \text{ kgm}$$

Tegangan yang terjadi :

$$f = \frac{M}{W_t} = \frac{1095.78 \times 10^4}{\frac{1}{6} \times 450 \times 570^2} = 0.45 \text{ MPa} \leq f'_{r_{day}} = 1.683 \text{ MPa} \dots \dots \text{OK!}$$

- Momen di tumpuan :

$$-M = \left\{ \frac{W(XL)^2}{2} \right\} \times 1.2 = \frac{615.6 \times (1.723)^2}{2} \times 1.2 = 1096.53 \text{ kgm}$$

Tegangan yang terjadi :

$$f = \frac{M}{W_t} = \frac{1096.53 \times 10^4}{\frac{1}{6} \times 450 \times 570^2} = 0.45 \text{ MPa} \leq f'_{r_{day}} = 1.683 \text{ MPa} \dots \dots \text{OK!}$$

Untuk balok induk ukuran yang lain akan disajikan dalam bentuk tabel :

Balok Induk			Yt=Yb	Yc (m)	w (m <sup>3</sup> )	θ "	X (m)	W	Mpos	Mneg	f pos	f neg	f <sub>r3 day</sub>
b (m)	h (m)	L (m)	(m)					(kg/m)	(kgm)	(kgm)	(Mpa)	(MPa)	(Mpa)
0.45	0.57	7.2	0.285	0.335	0.02437	45	0.23928	615.6	1096.25	1096.251	0.4499	0.45	1.6826
0.45	0.57	5.4	0.285	0.335	0.02437	45	0.24969	615.6	671.497	671.4972	0.2756	0.276	1.6826
0.55	0.72	7.2	0.36	0.41	0.04752	45	0.24629	950.4	1793.11	1793.106	0.3773	0.377	1.6826
0.55	0.72	8	0.36	0.41	0.04752	45	0.24246	950.4	2145.48	2145.485	0.4515	0.451	1.6826

Dari tabel diatas, didapatkan nilai  $f'$  akibat momen positif dan negatif berada dibawah nilai  $f'_r$  ijin (usia beton 3 hari). Jadi dapat ditarik kesimpulan, balok induk tersebut aman dalam menerima tegangan akibat pengangkatan.

### 5.2.1.5. Perhitungan Tulangan Angkat Balok

#### BALOK 45/57 L = 7.2 m

Beban – beban yang bekerja pada balok pracetak :

- berat sendiri :  $7.2 \times 0.45 \times 0.57 \times 2400 = 4432.320 \text{ kg}$
- stud :  $1\% \times 4432.320 \text{ kg} = 44.323 \text{ kg} +$
- beban mati = 4476.643 kg

Beban Ultimate :

$$W = 1.4 \times 4476.643 = 6267.3002 \text{ kg}$$

Beban Ultimate yang harus dipikul oleh masing – masing titik angkat :

$$P = 6267.3002 / 2 = 3133.6501 \text{ kg}$$

Berdasarkan tabel Design Aid 11.2.3 hal 11 – 17 PCI Design Handbook, didapatkan data kabel untuk pengangkatan :

- Kabel Strand (Seven Wire) diameter  $\frac{1}{2} \text{ in} = 12.70 \text{ mm}$
- $f_{pu} : 250 \text{ ksi} = 1723.75 \text{ MPa}$  ( 1 ksi = 6.895 MPa)
- $A : 0.144 \text{ in}^2 = 92.9088 \text{ mm}^2$  ( 1 sq in = 645.2 sq mm)

Gaya yang harus dipikul oleh satu strand (satu titik angkat) :

$$F_{1strand} : A \times f_{pu} = 92.9088 \times 1723.75 = 16015.154 \text{ kg}$$

Beban ijin untuk satu strand :

$$F_{ijin} : 16015.154 / 4 = 4003.789 \text{ kg}$$

$$P < F_{ijin} \rightarrow 3133.6501 \text{ kg} < 4003.789 \text{ kg} \dots \dots \text{OK!}$$



Ukuran Balok			Beban Balok (kg)		W ultimate (kg)	Kabel strand seven wire			F <sub>i strand</sub> (kg)	F <sub>ps</sub> (kg)	P (1 titik) kg	
b (m)	h (m)	L (m)	Berat Balok	Stud		φ (mm)	f <sub>pu</sub> (Mpa)	A (mm <sup>2</sup> )				
0.45	0.57	7.2	4432.320	44.3232	6267.300	12.7	1723.8	92.9088	16015.15	4003.7886	3133.650	ok!
0.45	0.57	5.4	3324.240	33.2424	4700.475	12.7	1723.8	92.9088	16015.15	4003.7886	2350.238	ok!
0.45	0.72	7.2	5598.720	55.9872	7916.590	12.7	1723.8	92.9088	16015.15	4003.7886	3958.295	ok!
0.45	0.72	8	6220.800	62.208	8796.211	12.7	1861.7	98.7156	18377.39	4594.3474	4398.106	ok!

Tabel perhitungan titik angkat balok anak

Dari tabel diatas dapat diambil kesimpulan untuk tiap titik angkat pada tipe balok induk :

- 0.45/0.57 – 7.2 m ; 0.45/0.57 – 5.4 m dan 0.45/0.72 – 7.2 m menggunakan satu kabel Strand Seven Wire dengan fpu = 250 ksi diameter ½ in.
- 0.45/0.72 – 8 m menggunakan satu kabel Strand Seven Wire dengan fpu = 270 ksi diameter ½ in.

### 5.2.1.6. Kontrol

#### Kontrol lendutan

Sesuai dengan SK SNI T-15-1991-03, apabila lendutan tidak dihitung maka tebal balok harus lebih besar dari tebal minimum yang disyaratkan. Adapun syarat tebal minimum yang tercantum pada table 3.2.5 a. sebagai berikut :

- balok dua tumpuan 
$$h_{\min} = \frac{1}{16} \left( 0,4 + \frac{fy}{700} \right)$$
- satu ujung menerus 
$$h_{\min} = \frac{1}{18,5} \left( 0,4 + \frac{fy}{700} \right)$$
- kedua ujung menerus 
$$h_{\min} = \frac{1}{21} \left( 0,4 + \frac{fy}{700} \right)$$
- kantilever 
$$h_{\min} = \frac{1}{8} \left( 0,4 + \frac{fy}{700} \right)$$

Dari preliminary design telah diperhitungkan batasan ketebalan di atas dan tebal minimum untuk balok yang digunakan telah memenuhi syarat diatas sehingga lendutan sebelum dan sesudah komposit tidak perlu dihitung. Bila tebal dari balok telah memenuhi persyaratan di atas, maka berdasarkan SK SNI T – 15 – 1991 – 03 pasal 3.2.5.5 – 2, tidak perlu di pasang penopang pada saat komponen sebelum komposit.



## 4.2.2. Penulangan Kolom

### 4.2.2.1. Umum

Perencanaan kolom meliputi penulangan lentur kolom dan penulangan geser kolom. Perencanaan konsol pendek sebagai penyangga balok pracetak yang akan disambung dengan kolom dibahas dalam Bab Desain Sambungan.

Gaya dalam yang bekerja dihitung dengan software ETABS v8.08. Pedoman peraturan perencanaan yang dipakai adalah SK SNI T-15-1991-03

Dengan adanya faktor tekuk akibat pengaruh kelangsingan ini, pada komponen struktur tekan dan lentur akan terjadi momen tambahan sebesar :  $M_o = P \cdot \Delta$ , sehingga untuk suatu komponen struktur tekan dan lentur langsing, momen-momen pada ujung kolom harus diperbesar dengan suatu faktor pembesaran momen. Dalam hal ini, momen pembesaran akibat adanya *P Δ Effect* tidak dihitung lagi karena pada perhitungan / analisa struktur utama, faktor *P Δ Effect* sudah diperhitungkan. Jumlah tulangan yang dibutuhkan didapatkan dengan memasukkan nilai gaya dalam terbesar (momen) yang didapatkan dari analisa struktur utama untuk selanjutnya dilakukan analisa dengan menggunakan program PCACOL 3.0.

### 5.2.2.2. Pembatasan penulangan kolom

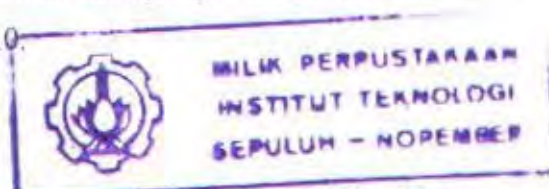
Rasio penulangan kolom disyaratkan untuk tidak boleh kurang dari 1 % dan tidak boleh lebih dari 8 % dari luas bruto penampang kolom.

Pembatasan rasio tulangan minimum ini ditujukan untuk mencegah terjadinya rangkak (*creep*) yang terjadi pada beton. Pertimbangan lainnya adalah untuk kemudahan pelaksanaan di lapangan.

Jumlah minimum batang tulangan memanjang kolom adalah 4 buah untuk kolom dengan sengkang pengikat segi empat dan 6 buah untuk sengkang pengikat spiral.

### 5.2.2.3. Penulangan lentur kolom

Berdasarkan SK SNI T – 15 – 1991 – 03 Ayat 3.3.3 butir 6, komponen struktur yang dibebani aksial tekan harus direncanakan terhadap momen



maksimum yang mungkin menyertai beban aksial yang ada. Beban aksial terfaktor  $P_u$  dengan eksentrisitas yang ada tidak boleh melampaui ketentuan ayat 3.3.3 butir 5. Momen maksimum terfaktor  $M_u$  harus diperbesar untuk memperhitungkan pengaruh kelangsingan sesuai ayat 3.3.10.

$$P_u (\max) \leq 0.8 \phi [0.85 f'_c (A_g - A_s) + f_y A_s]$$

$$6243.55 \text{ KN} \leq 0.8 \times 0.65 \times [0.85 \times 29.18 (900^2 - 3418) + 370 \times 3418]$$

$$6243.55 \text{ KN} \leq 10663.78 \text{ KN} \dots\dots\dots\text{OK!}$$

### Contoh perhitungan menggunakan kolom pada lantai 1 ( kolom C 155)

- Gaya-gaya yang bekerja pada kolom ( dari output ETABS v.8.08 ) :
  - $P_u$  = -6243.55 KN
  - $M_x$  = -76.643 KNm
  - $M_y$  = -1859.42 KNm
- Data-data perancangan :
  - Dimensi kolom = 900 x 900 mm<sup>2</sup>
  - Tinggi kolom = 5000 mm
  - Mutu beton (  $f'_c$  ) = 29.18Mpa
  - Mutu baja (  $f_y$  ) = 370 Mpa
  - Decking = 50 mm
  - Tulangan utama = D 36
  - Sengkang = D 16

Dari hasil analisa desain menggunakan program PCACOL 3.0 dengan berdasar pada data diatas didapatkan nilai  $\rho = 4.22 \%$

$$A_s = \rho \times b \times d = 0.0422 \times 900 \times 900 = 34182 \text{ mm}^2$$

sehingga dipasang tulangan longitudinal 34 D 36 (  $A_s = 34607.78 \text{ mm}^2$  )

(hasil analisa output terlampir)

#### 5.2.2.4. Penulangan Geser dan Torsi Kolom

Penulangan geser dan torsi kolom pada dasarnya adalah sama dengan penulangan geser dan torsi pada balok, hanya pada kolom daerah ujung-ujung



kolom harus mendapat perhatian khusus sebagai syarat bagi suatu struktur bangunan beton bertulang tahan gempa (diatur dalam PB 1989 Appendix A). Berdasarkan SK SNI T 15 - 1991 - 03 Ayat 3.16.10 butir 5, sengkang dan kait untuk komponen struktur tekan (kolom) harus memenuhi ketentuan sebagai berikut :

1. Diameter tulangan sengkang  $\geq 10$  mm
2.  $\rightarrow S \leq 16$  diameter tulangan longitudinal  
 $\rightarrow S \leq 48$  diameter tulangan sengkang } Diambil yang terkecil
3. Jika terdapat balok atau konsol pendek,  $S \leq 80$  mm dibawah tulangan terbawah dari balok atau konsol pendek yang paling kecil dimensi vertikalnya.

**Contoh perhitungan diambil kolom pada lantai 1 :**

- $N_u$  = 6243550 N
- $V_u$  = 528570 N
- $b_w$  = 900 mm
- $D_{tul\ utama}$  = 36 mm
- $D_{sengkang}$  = 16 mm
- $d$  =  $900 - 50 - \frac{1}{2} \times 36 = 832$  mm

Sumbangan kekuatan geser beton :

$$V_c = 2 \times \frac{1}{6} \times \sqrt{f_c} \times b_w \times d \left( 1 + \frac{N_u}{14 \times A_g} \right) \dots\dots\dots \text{SK SNI T-15-1991-03-3.4.3-1-2}$$

$$= 2 \times \frac{1}{6} \times \sqrt{29.18} \times 900 \times 832 \left( 1 + \frac{6243550}{14 \times 900^2} \right) = 2090647.103 \text{ N}$$

$$\Phi V_c = 0.6 \times 2090647.103 = 1254388.262 \text{ N}$$

$$\frac{1}{2} \Phi V_c = 627194.131 \text{ N} > V_u = 528570 \text{ N}$$

Sesuai dengan kategori desain pertama, bahwa tulangan sengkang tidak perlu dipasang jika  $V_u \leq \frac{1}{2} \Phi V_c$ , maka pada desain untuk kolom dipasang tulangan sengkang minimum :

$$S = \frac{A_v \times 3 \times f_y}{b_w} = \frac{(0.25 \times \pi \times 16^2 \times 2) \times 3 \times 370}{900} = 495 \text{ mm}$$

$$s \text{ maksimum} \leq 0.5 h = 0.5 \times 900 = 450 \text{ mm}$$

$$\leq 16 d_b = 16 \times 36 = 576 \text{ mm}$$



$$\leq 48 d_s = 48 \times 16 = 768 \text{ mm}$$

Dipasang tulangan sengkang D16 – 200 mm

### 2.3.1. Panjang penyaluran

Panjang penyaluran tulangan dasar harus dihitung sesuai dengan perumusan SK SNI T-15-1991-03 ayat 3.5.3 (panjang penyaluran dari tulangan deform dalam tekan) sebagai berikut :

$$l_{db} = \frac{d_b \times f_y}{4 \times \sqrt{f'_c}} \text{ tetapi tidak boleh kurang dari } l_{db} = 0.04 \times d_b \times f_y$$

dimana :  $l_{db}$  = Panjang penyaluran dasar (mm)

$f_y$  = tegangan leleh tulangan (Mpa)

$f'_c$  = tegangan leleh beton (Mpa)

$d_b$  = diameter batang tulangan (mm)

Panjang penyaluran dasar harus dikalikan dengan faktor modifikasi yang berlaku untuk :

- Tulangan lebih, yaitu tulangan yang jumlahnya melebihi dari jumlah yang diperlukan berdasarkan analisa .....( $A_s$  perlu /  $A_s$  ada)
- Spiral, yaitu tulangan yang berada didalam lilitan spiral yang diameternya tidak kurang dari 5 mm dan jarak lilitannya tidak lebih dari 100 mm .....0.75

Panjang penyaluran tidak boleh kurang dari 200 mm.

Contoh perhitungan :

$$l_{db} = \frac{36 \times 370}{4 \times \sqrt{29.18}} = 616.46 \text{ mm}$$

tetapi tidak kurang dari  $l_{db} = 0.04 \times 36 \times 370 = 532.8 \text{ mm}$

dipakai  $l_{db} = 650 \text{ mm}$

Panjang penyaluran terpasang :

$$l_d = l_{db} \times (A_s \text{ perlu} / A_s \text{ ada})$$

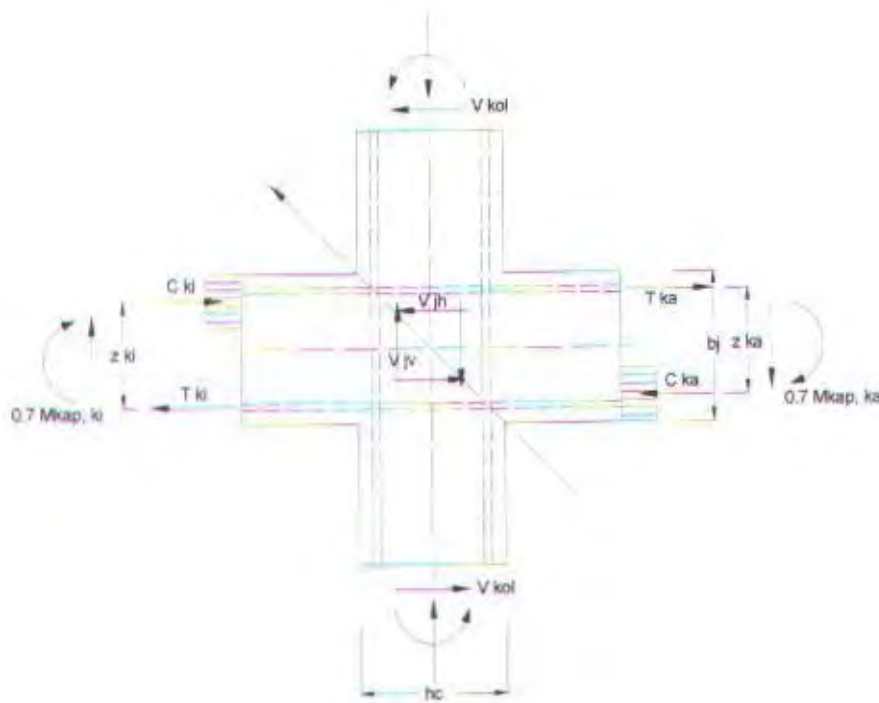
$$= 650 \times (34182 / 34607.78)$$

$$= 642 \text{ mm} \rightarrow \text{Jadi dipasang panjang penyaluran sebesar } 650 \text{ mm.}$$

## 2.3. Sambungan Balok Kolom (Beam Column Joint)

### 2.3.1. Umum

Berdasarkan SK SNI T-15-1991-03 pasal 3.14.6 ayat 1.1, gaya didalam tulangan balok longitudinal pada sisi muka joint harus ditentukan dengan asumsi bahwa tegangan didalam tulangan tarik lentur adalah  $1.25 f_y$  dan factor reduksi kekuatan sesuai dengan ketentuan dalam pasal 3.2.3. Momen lentur dan gaya geser kolom serta geser horizontal  $V_{jh}$  dan gaya vertical  $V_{jv}$  yang melewati inti joint harus dievaluasi dengan analisis rasional yang memperhitungkan seluruh pengaruh dari gaya-gaya yang membentuk keseimbangan pada joint yang ditinjau.



### 2.3.2. Perhitungan Momen Kapasitas

Dalam menghitung momen kapasitas balok induk, diambil nilai yang terbesar yaitu balok induk dengan dimensi 55/85 dengan tulangan lentur 7 D 32. Dalam hal ini, tulangan lentur 7 D 32 dipasang pada bagian tumpuan (tarik) sedangkan tulangan lentur tumpuan (tekan) dipasang 4 D 32

**Data :**

$$b = 55 \text{ cm}$$

$$h = 85 \text{ cm}$$

$$d = 4 \text{ cm}$$

$$d' = 4 \text{ cm}$$

$$A_s = 7 \text{ D } 32 = 5629.734 \text{ mm}^2$$

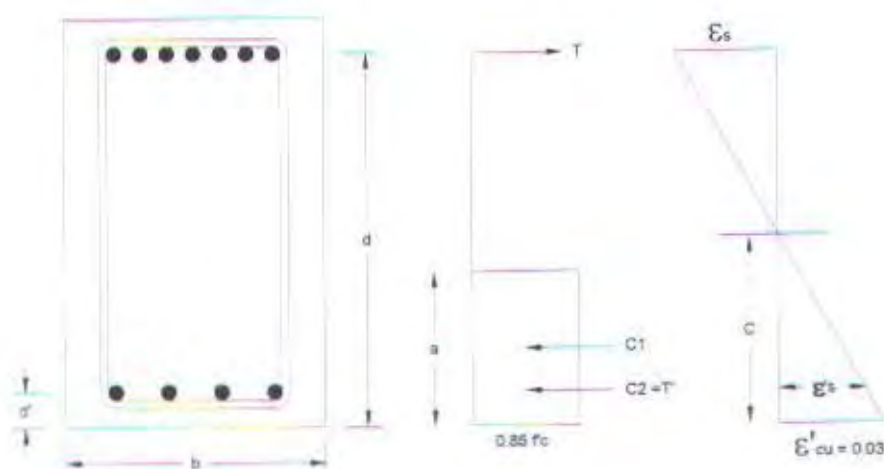
$$A_s' = 4 \text{ D } 32 = 3216.991 \text{ mm}^2$$

$$f_c' = 29.18 \text{ MPa}$$

$$f_y = 370 \text{ MPa}$$

$$E_s = 2 \times 10^5 \text{ Mpa}$$

$$\beta = 0.85 \text{ (untuk } f_c' \leq 30 \text{ Mpa)}$$

**Perhitungan :**

Asumsi tulangan tarik dan tulangan tekan leleh

$$C1 + C2 = T$$

$$(0.85 \times f_c' \times a \times b) + (A_s' \times f_y) = A_s \times f_y$$

$$(0.85 \times 29.18 \times a \times 550) + (3216.991 \times 370) = 5629.734 \times 370$$

$$13641.65 a = 892714.91$$

$$a = 65.44 \text{ mm} \quad \rightarrow \quad C = a / 0.85 = 76.99 \text{ mm}$$

$$\epsilon_s' = f_y / E_s = 370 / 2 \times 10^5 = 0.00185$$

$$\frac{C - d'}{C} = \frac{\epsilon_s'}{0.03} \rightarrow \frac{76.99 - 40}{76.99} \times 0.03 = \epsilon_s' = 0.0144$$

$$f_s' = 0.0144 \times 2 \times 10^5 = 2880 > 370, \text{ asumsi tulangan tekan leleh benar !}$$



$$M_n = [(0.85 \times f'_c \times a \times b) \times (d - a/2)] + [(A'_s \times f_y) \times (d - d')]$$

$$M_n = [(0.85 \times 29.18 \times 65.44 \times 550) \times (810 - 32.77)] + [(3216.991 \times 370) \times (810 - 40)]$$

$$M_n = 693840663.8 + 916520735.9 = 1610361400 \text{ Nmm}$$

$$M_{kap} = \phi M_n \dots (\phi = 1.25 \text{ untuk } f_y \leq 400 \text{ MPa} \rightarrow \text{SKSNI 91 hal 117})$$

$$M_{kap} = 1.25 \times 1610361400 = 2012951750 \text{ Nmm} = 201295.175 \text{ kgm}$$

**2.3.3. Perhitungan Beam Column Joint**

Data :

$$z_{ki} = z_{ka} = d - a/2 = 777.23 \text{ mm}$$

$$h_c = 900 \text{ mm}$$

$$M_{kap,ki} = M_{kap,ka} = 2012951750 \text{ Nmm} = 201295.175 \text{ kgm}$$

$$N_u = 6243550 \text{ N}$$

$$l_{ka} = l_{ki} = 8000 \text{ mm}$$

$$l_{ka'} = l_{ki'} = 7100 \text{ mm}$$

$$h_{k,a} = 4000 \text{ mm}$$

$$h_{k,b} = 5000 \text{ mm}$$

$$V_{ji} = C_{ki} + T_{ka} + V_{kol} \dots \dots \dots \text{SK SNI T-15-1991-03 persamaan 3.14-6}$$

Dengan :

$$C_{ki} = T_{ki} = 0.7 \frac{M_{kap,ki}}{z_{ki}}$$

$$T_{ka} = C_{ka} = 0.7 \frac{M_{kap,ka}}{z_{ka}}$$

$$V_{kol} = \frac{0.7 \left( \frac{l_{ki}}{l_{ki'}} M_{kap,ki} + \frac{l_{ka}}{l_{ka'}} M_{kap,ka} \right)}{0.5(h_{k,a} + h_{k,b})} \dots \dots \dots \text{SK SNI T-15-1991-03 persamaan 3.14-7}$$

$$V_{jb} = (b_j / h_c) V_{ji} \dots \dots \dots \text{pers 3.14-8 SK SNI T-15-1991-03}$$

Dimana :

- $b_j$  = lebar efektif joint (mm)
- $h_c$  = tinggi total penampang kolom dalam arah geser yang ditinjau (mm)

Bila  $b_k > b$  :

- 1.  $b_j = h_c$
  - 2.  $b_j = b + 0.5 h_c$
- } Diambil yang terkecil

$$v_{jh} = V_{jh} / (b_j \times h_c) \leq 1.5 \sqrt{f'_c} \text{ N/mm}^2$$

$$V_{sh} + V_{ch} = V_{jh} \dots\dots\dots \text{pers 3.14-9 SK SNI T-15-1991-03}$$

$$V_{ch} = \frac{2}{3} \sqrt{\left( \frac{N_{u,k}}{A_g} \right) - 0.1 f'_c} \times b_j \times h_c \dots\dots\dots \text{pers 3.14-10 SK SNI T-15-1991-03}$$

$$A_{jh} = V_{sh} / f_y \dots\dots\dots \text{pers 3.14-14 SK SNI T-15-1991-03}$$

Perhitungan :

$$C_{ki} = T_{ki} = 0.7 \frac{M_{kap,ki}}{z_{ki}} = 0.7 \frac{2012951750}{777.23} = 1812933.398 \text{ N}$$

$$T_{ka} = C_{ka} = C_{ki} = 1812933.398 \text{ N}$$

$$V_{kol} = \frac{0.7 \left( \frac{8000}{7100} 2012951750 + \frac{8000}{7100} 2012951750 \right)}{0.5(5000 + 4000)} = 705635.668 \text{ N}$$

$$V_{jh} = 1812933.398 + 1812933.398 + 705635.668 = 4331502.464 \text{ N}$$

*Tegangan Geser Horizontal Nominal Dalam Joint*

- $b_j = 900$
  - $b_j = 550 + 0.5 \times 900 = 1000$
- } Diambil yang terkecil = 900 mm

$$V_{jh} = (b_j / h_c) V_{jv}$$

$$V_{jv} = (h_c / b_j) V_{jh} = (900 / 900) 4331502.464 = 4331502.464 \text{ N}$$

$$v_{jh} = 4331502.464 / (900 \times 900) \leq 1.5 \sqrt{f'_c} \text{ N/mm}^2$$

$$v_{jh} = 5.348 \leq 8.103 \text{ N/mm}^2 \dots\dots\dots \text{OK!}$$

*Geser Yang Dipikul Oleh Beton :*

$$V_{ch} = \frac{2}{3} \sqrt{\left( \frac{N_{u,k}}{A_g} \right) - 0.1 f'_c} \times b_j \times h_c$$

$$V_{ch} = \frac{2}{3} \left\{ \sqrt{\left( \frac{6243550}{900^2} \right)} - 0.1 \times 29.18 \right\} \times 900 \times 900 = 1181858.367 \text{ N}$$

*Tulangan Geser Horizontal Dalam Memikul Gaya Geser rencana Joint*

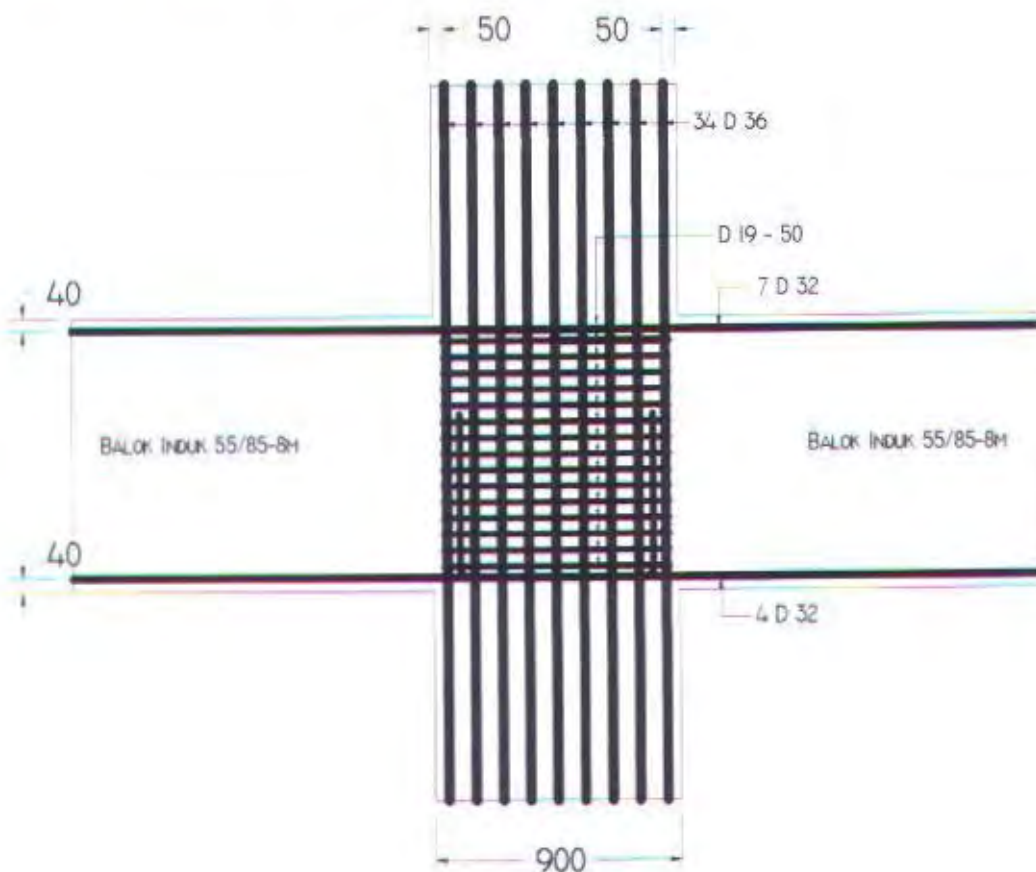
$$V_{sh} = V_{jh} - V_{ch} = 4331502.464 - 1181858.367 = 3149644.097 \text{ N}$$

$$A_{sh} = V_{sh} / f_y = 3149644.097 / 370 = 8512.552 \text{ mm}^2$$

Direncanakan menggunakan tulangan geser D 19 ( $A_1 = 201.062 \text{ mm}^2$ )

$$8512.552 / (2 \times A_1) = 8512.552 / (2 \times 201.062) = 15.01 \approx 15 \text{ lapis}$$

Jadi dipasang tulangan geser D19 – 50 mm





## **BAB VI**

# **DESAIN SAMBUNGAN**

## BAB VI

### DESAIN SAMBUNGAN

#### 6.1. UMUM

Dalam bab ini akan diuraikan kriteria desain sambungan, konsep, jenis sambungan dan hal-hal yang berkaitan dengan alat-alat sambungan. Sambungan berfungsi sebagai penyalur gaya-gaya yang dipikul oleh elemen struktur ke elemen struktur yang lainnya. Gaya-gaya tersebut untuk selanjutnya diteruskan ke pondasi. Selain itu desain sambungan dibuat untuk menciptakan kestabilan. Suatu sambungan diharapkan dapat mentransfer beberapa gaya secara bersamaan.

Dalam pelaksanaan konstruksi beton pracetak, sebuah sambungan yang baik selalu ditinjau dari segi kemampuan sambungan tersebut menyalurkan gaya dari satu elemen ke elemen yang lain, praktis dan ekonomis. Selain itu perlu juga ditinjau dari segi kekuatan dan produksi. Faktor kekuatan khususnya harus dipenuhi oleh suatu sambungan karena sambungan harus mampu menahan gaya-gaya yang dihasilkan oleh beberapa macam beban. Beban-beban tersebut dapat berupa beban mati, beban hidup, beban angin, beban gempa dan kombinasi dari beban-beban tersebut.

Selain itu desain sambungan antar komponen pracetak memegang peranan penting dalam menjamin suatu gedung agar dapat menjadi satu kesatuan disaat terjadi gempa, baik itu untuk struktur yang rumit ataupun yang sederhana. Sambungan antar elemen beton pracetak tersebut harus mempunyai cukup kekuatan, kekakuan dan dapat memberikan kebutuhan daktilitas yang disyaratkan.

Sambungan dalam pracetak dikenal dua macam, yaitu sambungan basah dan sambungan kering. Baik sambungan basah maupun sambungan kering sudah banyak dipergunakan sebagai salah satu pemecahan masalah dalam mendesain konstruksi pracetak yang setara dengan konstruksi cor setempat (*cast in situ*).



## 5.2. KRITERIA PERENCANAAN SAMBUNGAN

Kriteria perencanaan sambungan disesuaikan dengan desain, karena ada perbedaan kriteria untuk masing-masing tipe sambungan. Persyaratan suatu sambungan dapat menjadi syarat yang tidak terlalu penting untuk sambungan lain. Hal ini diakibatkan karena perbedaan asumsi /anggapan atau perbedaan spesifikasi dari pihak perancang dan pemilik struktur.

### 1. Kekuatan

Suatu sambungan harus mempunyai kekuatan untuk menahan gaya-gaya yang bekerja sepanjang umur dari sambungan. Beberapa dari gaya ini disebabkan oleh gaya gravitasi, angin, gempa dan perubahan volume.

### 2. Daktilitas

Daktilitas sering didefinisikan sebagai kemampuan struktur dalam menahan deformasi yang terjadi akibat gaya yang bekerja. Untuk material struktur, daktilitas diukur dengan total deformasi yang terjadi saat leleh awal terhadap leleh batas (*ultimate failure*). Daktilitas pada portal sering digabungkan dengan ketahanan terhadap momen, hal ini dipakai dalam perencanaan gempa. Pada elemen sambungan tahan momen, tegangan tarik lentur biasanya ditahan oleh komponen baja dan kondisi runtuh akhir dapat terjadi karena kondisi putusnya baja, hancurnya beton atau kegagalan dari sambungan baja dan beton.

### 3. Perubahan Volume

Kombinasi pemendekan akibat dari rangkai, susut dan penurunan suhu dapat menyebabkan timbulnya tegangan pada elemen beton pracetak ataupun perletakkannya. Untuk mengantisipasi kegagalan sambungan akibat perubahan volume, maka tegangan akibat perubahan volume tersebut harus dimasukkan dalam desain sambungan.

### 4. Daya Tahan

Sambungan perlu diawasi dan dipelihara. Terutama sambungan kering, sambungan yang diperkirakan langsung berhubungan dengan cuaca harus dilakukan tindakan perlindungan dengan beton atau dengan cat (*galvanis*). Berbagai upaya dilakukan agar daya tahan dari sambungan tersebut tidak



berkurang atau menurun. Daya tahan pada sambungan akan menurun (buruk) jika pada sambungan tersebut mengalami retak, speling beton dan yang paling sering terjadi adalah korosi dari komponen baja elemen beton pracetak.

#### 5. Ketahanan Terhadap Kebakaran

Beberapa sambungan beton pracetak tak mudah terpengaruh oleh api, sedangkan untuk sambungan yang tidak tahan api dibutuhkan perlindungan khusus seperti dengan melapisi beton, gypsum wallboard atau bahan lain yang tahan terhadap api.

#### 6. Kesederhanaan Sambungan

Yang dimaksud kesederhanaan sambungan disini adalah sambungan tersebut mudah dilaksanakan, ekonomis, dan memiliki kekuatan yang cukup untuk menyalurkan gaya-gaya yang terjadi. Kesederhanaan suatu sambungan biasanya menjamin dalam kemudahan pemasangan.

### 3. KONSEP DESAIN SAMBUNGAN

#### 3.1. Mekanisme Pemindahan Beban

Tujuan dari sambungan adalah memindahkan beban dari satu elemen pracetak ke elemen lainnya atau sebaliknya. Pada setiap sambungan, beban akan ditransfer melalui elemen sambungan dengan mekanisme yang bermacam-macam. Pemindahan beban diteruskan ke kolom melalui beberapa tahap :

- Beban diserap pelat dan ditransfer ke perletakan dengan kekuatan geser
- Perletakan ke *haunch* melalui gaya tekan *pads*
- Haunch* menyerap gaya vertikal dari perletakan dengan kekuatan geser dan lentur dari profil baja.
- Gaya geser vertikal dan lentur diteruskan ke pelat baja melalui titik las.
- Kolom beton memberikan reaksi terhadap profil baja yang tertanam.

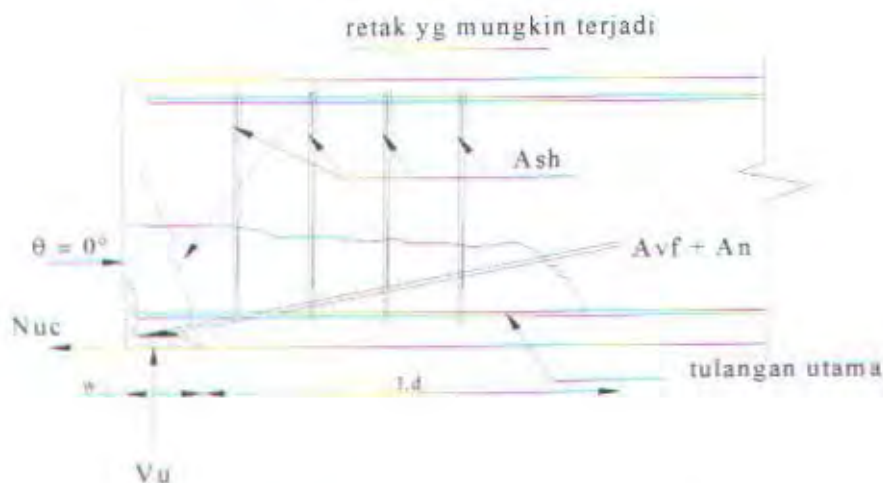
Mekanisme pemindahan gaya tarik akibat susut, dapat dijelaskan sebagai berikut

- Balok beton ke tulangan dengan lekatan / ikatan.
- Tulangan baja siku di ujung balok diikat dengan las.

- c. Baja siku di ujung balok ke *haunch* melalui gesekan di atas dan di bawah bearing *pads*. Sebagian gaya akibat perubahan volume dikurangi dengan adanya deformasi pada *pads*.
- d. Sebagian kecil dari gaya akibat perubahan volume dipindahkan melalui las ke pelat baja.
- e. Gaya tersebut ditahan oleh perletakan dan diteruskan oleh *stud* ke kolom beton melalui ikatan / lekatan.

### 6.3.2. Pola-pola Kehancuran

Sebagian perencanaan diharuskan untuk menguji masing-masing pola kehancuran. Pada dasarnya pola kehancuran kritis pada sambungan sederhana akan tampak nyata. Sebagai contoh pada kehancuran untuk sambungan sederhana.



Konsep geser pada tumpuan balok

### 6.3.3. Stabilitas dan Keseimbangan

Adapun permasalahan utama pada struktur beton pracetak biasanya disebabkan oleh kesalahan perencanaan dalam menghitung stabilitas dan



keseimbangan dari struktur dan komponen-komponennya, bukan hanya pada kedudukan akhir tetapi juga selama fase pelaksanaan konstruksi.

Sebagai contoh pada balok induk, karena eksentrisitas beban pada balok, maka dapat menimbulkan torsi sehingga balok cenderung berputar pada perletakan. Jadi perlu dilakukan perhitungan kondisi pada saat pemasangan balok tersebut.

Pada kenyataannya struktur balok pracetak, diinginkan agar stabilitas lateral diciptakan oleh shearwall atau bracing atau dapat juga oleh portal tahan momen. Gaya lateral didistribusikan ke setiap bagian struktur lateral melalui aksi diafragma dari pelat lantai.

#### 5.4. PERENCANAAN SAMBUNGAN PRACETAK

Dalam perencanaan kali ini, direncanakan dua macam tipe sambungan antara lain :

##### 1. *Sambungan Kering*

Sambungan kering dalam perencanaan kali ini menggunakan sistem las dengan pelat siku. Sambungan itu diletakkan pada setiap sudut dari sambungan, baik itu sambungan balok kolom atau sambungan balok induk dan balok anak. Dengan system tersebut, diharapkan dapat memperkuat kekuatan sambungan dan meningkatkan perilaku monolit dari sambungan tersebut.

##### 2. *Sambungan Basah*

Sambungan basah dalam perencanaan ini mengandalkan panjang penyaluran dari tulangan yang ada pada balok. Untuk memperkuat sambungan pada bagian bawah penampang balok, maka tulangan bawah di panjangkan dan kemudian dibengkokkan ke atas, sedangkan untuk sambungan perkuatan bagian atas penampang balok mengandalkan tulangan negatif.

Dari dua alternative desain diatas, nantinya akan diambil yang memiliki nilai ekonomis yang tinggi tanpa menghilangkan fungsi utama sambungan tersebut yaitu kekuatan, kemudahan dalam pelaksanaan dan kemudahan dalam perawatan.



Berdasarkan UBC 1997 Section 1916.6.2.2, jarak masukan (coakan) minimum sebagai tempat bertumpunya balok atau pelat pracetak terhadap elemen pendukungnya terhitung dari ujung balok atau pelat ke tepi elemen pendukungnya harus diambil sebesar :

- $d = 1/180 L_n$ , dimana  $L_n$  = bentang bersih elemen pracetak

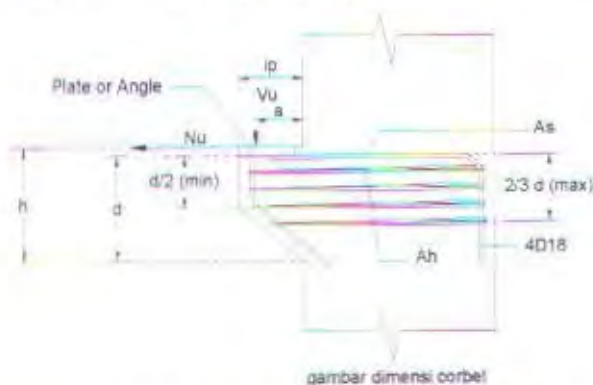
Tetapi tidak boleh lebih kurang dari :

- Untuk pelat solid / pelat berlubang →  $d = 2$  in atau 51 mm
- Untuk balok →  $d = 3$  in atau 76 mm

## 6.4.2. SAMBUNGAN BALOK-KOLOM (KERING)

### 6.4.1.1. Perencanaan Korbek

Untuk sambungan balok-kolom, direncanakan sebuah *corbel* pada kolom sebagai tumpuan bagi balok induk pracetak. Pada pelaksanaannya, pengecoran dari *corbel* dilakukan bersamaan dengan pengecoran kolom (*cast in situ*).



Desain penulangan corbel harus dilakukan pengecekan terhadap lentur, aksial tarik, geser langsung dan bearing. Adapun batasan-batasan dalam pendimensian korbek :

2.  $a/d \leq 1$
3.  $N_u \leq V_u$
4.  $\Phi = 0.85$  untuk semua perhitungan
5. Pengangkeran pada bagian muka harus dikembangkan dengan pengelasan atau hal lain yang dapat memperkuat sambungan.
6. Beban terpusat pada korbek menerus dapat didistribusikan merata seperti pada balok L.

Berdasarkan PCI Design Handbook, luas tulangan tarik utama As diambil nilai yang terbesar dari :

- $A_f + A_n$
- $\frac{2}{3} A_{vf} + A_n$ , dimana :

$$A_f = \frac{V_u \cdot a + N_u (h - d)}{\phi f_y d}$$

$$A_n = \frac{N_u}{\phi f_y} \dots\dots\dots \text{Eq. 6.11.2 PCI Design Handbook}$$

Untuk lebih mudahnya, persamaan diatas ditulis ulang dengan nilai As diambil yang terbesar dari persamaan :

$$\odot \quad A_{s1} = \frac{1}{\Phi f_y} \left[ V_u \left( \frac{a}{d} \right) + N_u \left( \frac{h}{d} \right) \right] \dots\dots\dots \text{Eq. 6.11.3 PCI Design Handbook}$$

$$\odot \quad A_{s2} = \frac{1}{\Phi f_y} \left[ \frac{2V_u}{3\mu_e} + N_u \right] \dots\dots\dots \text{Eq. 6.11.4 PCI Design Handbook}$$

ambil nilai terbesar dari persamaan diatas dan tidak boleh kurang dari :

$$\odot \quad A_{s_{min}} = 0,04 \frac{f_c'}{f_y} b.d \dots\dots\dots \text{Eq. 6.11.5 PCI Design Handbook}$$

$$\odot \quad A_h = 0.5 ( A_s - A_n ) \dots\dots\dots \text{Eq. 6.11.6 PCI Design Handbook}$$

dimana :

$$\Phi = 0,85$$

$A_n$  = luas tulangan yang diperlukan untuk menahan tarik aksial ( $\text{mm}^2$ )

$N_u$  = gaya tarik horizontal terfaktor yang tegak lurus asumsi bidang retak (N)

$f_y$  = tegangan leleh dari Avf (MPa)  $\leq 6000$  psi

$V_u$  = gaya geser terfaktor

Sebagai tambahan, sejumlah sengkang ikat dengan luas total  $A_h$  harus disebarakan secara merata dalam batas  $\frac{2}{3} d$ .

### **Perhitungan Corbel :**

Data-data perencanaan (balok induk 55.85 – 7.2m lantai 4):

- $V_u$  : 599113.7 N
- $N_u$  :  $0,2 \times V_u = 119822.74$  N

- $f_c'$  : 29.18 MPa
- $f_y$  : 370 MPa
- $\Phi$  : 0.85
- $b_w$  : 600 mm
- $l_p$  : 300 mm
- $a$  :  $\frac{3}{4} l_p = 225$  mm
- $\mu$  :  $1.4 \lambda$  .....beton di cor monolit
- $\lambda$  : 1 ..... beton normal

Penyelesaian :

Ambil nilai  $h = 600$  mm ;  $d = 550$  mm

$$a = \frac{3}{4} l_p = 225 \text{ mm}$$

Dari tabel 6.7.1 PCI Design Handbook, didapatkan :

$$V_u \text{ max} = 1000 \times \lambda^2 \times A_{cr} \text{ (dalam lb)} \text{ atau } 6.8944 \times \lambda^2 \times A_{cr} \text{ (dalam N)}$$

$$V_u \text{ max} = 6.8944 \times 1^2 \times (b_w \times h) = 6.8944 \times 1 \times 600^2 = 2481984 \text{ N}$$

$$V_u \text{ max} = 0.85 \times 2481984 = 2109686.4 \text{ N} > V_u = 599113.7 \text{ N} \dots \text{OK!}$$

Dengan menggunakan persamaan 6.11.3 PCI Design Handbook :

$$A_s1 = \frac{1}{\Phi f_y} \left[ V_u \left( \frac{a}{d} \right) + N_u \left( \frac{h}{d} \right) \right]$$

$$A_s1 = \frac{1}{0.85 \times 370} \left[ 599113.7 \left( \frac{225}{550} \right) + 119822.74 \left( \frac{600}{550} \right) \right] = 1194.94 \text{ mm}^2$$

Dengan menggunakan persamaan 6.7.2 PCI Design Handbook :

$$\mu_e = \frac{1000 \lambda \times A_{cr} \times \mu}{V_u} \quad \text{atau} \quad \mu_e = \frac{6.8944 \lambda \times A_{cr} \times \mu}{V_u} \text{ (SI)}$$

$$\mu_e = \frac{6.8944 \times 1 \times 600^2 \times (1.4 \times 1)}{599113.7} = 5.8 > 3.4$$

Dalam PCI Design Handbook, nilai  $\mu_e \leq 3.4$  (tabel 6.7.1), jadi diambil nilai  $\mu_e = 3.4$

Dengan menggunakan persamaan 6.11.4 PCI Design Handbook :

$$A_s2 = \frac{1}{\Phi f_y} \left[ \frac{2V_u}{3\mu_e} + N_u \right] \quad \text{atau} \quad A_s2 = \frac{1}{\Phi f_y} \left[ \frac{V_u}{10.342 \times \mu_e} + N_u \right] \text{ (dalam mm}^2\text{)}$$



$$As_2 = \frac{1}{0.85 \times 370} \left[ \frac{599113.7}{10.342 \times 3.4} + 119822.74 \right] = 435.17 \text{ mm}^2$$

Dengan menggunakan persamaan 6.11.5 PCI Design Handbook :

$$As_{\min} = 0.04 \frac{f'_c}{f_y} b.d \text{ (dalam in}^2 \text{ atau mm}^2\text{)}$$

$$As_{\min} = 0.04 \frac{29.18}{370} \times 600 \times 550 = 1041.02 \text{ mm}^2$$

$As_1 > As_2$ , sehingga nilai yang diambil adalah  $As_1 = 1194.84 \text{ mm}^2$

$As_1 > As_{\min}$  .....OK !

Dipasang tulangan 6 D 16 ( $As = 1206.37 \text{ mm}^2$ )

Dengan menggunakan persamaan 6.11.6 PCI Design Handbook :

$$A_h = 0.5 (As - A_n) = 0.5 \left[ 1194.84 - \frac{119822.74}{0.85 \times 370} \right] = 406.923 \text{ mm}^2$$

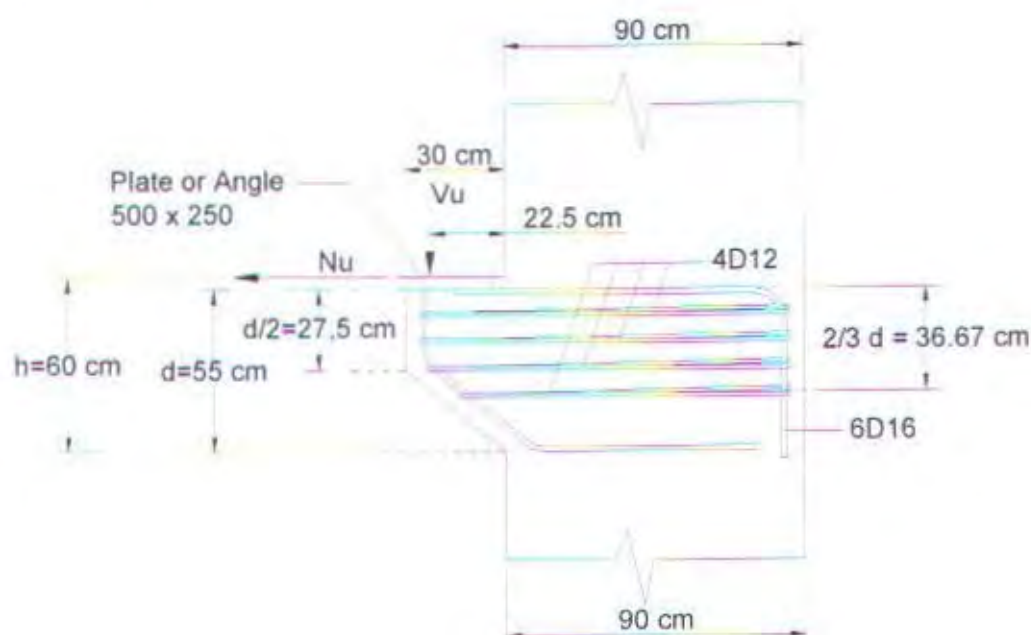
Dipasang tulangan 4 D 12 ( $As = 452.39 \text{ mm}^2$ )

Kontrol rasio tulangan :

$$\rho = [As / (b \times d)] \geq 0.04 \times f'_c / f_y$$

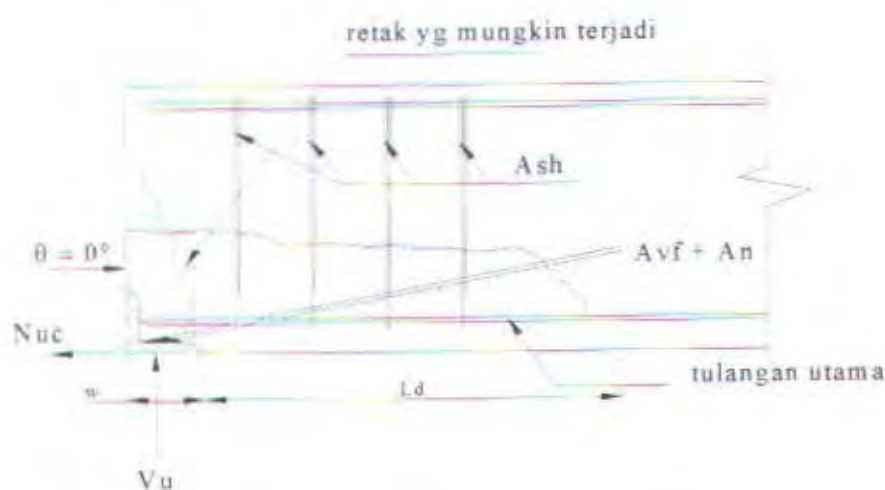
$$\rho_{\text{tarik}} = 1194.84 / (600 \times 550) \geq 0.0032$$

$$\rho_{\text{tarik}} = 0.00362 \geq 0.0032 \text{ ..... OK !}$$



gambar dimensi corbel

### 6.1.2. Perencanaan Reinforced Concrete Bearing



Konsep geser pada tumpuan balok

Jika  $V_u$  yang terjadi melebihi hasil desain *bearing strength on plain concrete*,  $\Phi V_n$  seperti yang terdapat pada persamaan 6.8.1 PCI Design Handbook, maka dibutuhkan tulangan pada *bearing area*. Penulangan ini dapat didesain dengan menggunakan geser friksi seperti yang telah dibahas pada Sect. 6.7. Referring to Fig. 6.9.1. Tulangan  $A_{vf} + A_n$  yang didapat sesuai dengan perhitungan dipasang paralel searah dengan arah gaya aksial. Penulangan ini harus dikembangkan (diperkuat) dengan mengikat atau dengan las pada anker, pelat geser atau siku.

Contoh Perhitungan :

$$V_u = 599113.7 \text{ N}$$

$$N_u = 0.2 \times V_u = 119822.74 \text{ N}$$

$$A_{cr} = b \times h = 550 \times 850 = 467500 \text{ mm}^2$$

Dari tabel 6.7.1 PCI Design Handbook, didapatkan :

$$V_u \text{ max} = 1000 \times \lambda^2 \times A_{cr} \text{ (dalam lb) atau } 6.8944 \times \lambda^2 \times A_{cr} \text{ (dalam N)}$$

$$V_u \text{ max} = 6.8944 \times 1^2 \times 467500 = 3223132 \text{ N}$$

$$V_u \text{ max} = 0.85 \times 3223132 = 2739662.2 \text{ N} > V_u = 599113.7 \text{ N} \dots \text{OK!}$$

Menghitung Tulangan Longitudinal ( $A_{vf} + A_n$ )

Dengan menggunakan persamaan 6.7.2 PCI Design Handbook :

$$\mu_e = \frac{1000 \lambda \times A_{cr} \times \mu}{Vu} \quad \text{atau} \quad \mu_e = \frac{6.8944 \lambda \times A_{cr} \times \mu}{Vu} \quad (\text{SI})$$

$$\mu_e = \frac{6.8944 \times 1 \times 600^2 \times (1.4 \times 1)}{599113.7} = 5.8 > 3.4, \text{ dipakai } \mu_e = 3.4$$

$$A_{vf} + A_n = \frac{Vu}{\phi \cdot f_y \cdot \mu_e} + \frac{Nu}{\phi \cdot f_y}$$

$$A_{vf} + A_n = \frac{599113.7}{0.85 \times 370 \times 3.4} + \frac{119822.74}{0.85 \times 370} = 941.28 \text{ mm}^2$$

dipasang tulangan 5D16 ( $A_s = 1005.31 \text{ mm}^2$ )

Panjang Tulangan  $A_{vf} + A_n$ ,  $l_d$  ditentukan dari Design Aid 11.2.8 PCI Design Handbook hal 11-22 :

$$\alpha_A = 2$$

$$\alpha_B = 1$$

$$\alpha_C = 1.2$$

$$\alpha_D = 1$$

$$\alpha_E = 941.28 / 1005.31 = 0.94$$

$$\alpha_{mi} = 1.18 \times \frac{f_y}{\sqrt{f'c}} \text{ dimana } f_y \text{ dalam ksi dan } f'c \text{ dalam psi}$$

$$\alpha_{mi} = 0.014211 \times \frac{f_y}{\sqrt{f'c}} \text{ dimana } f_y \text{ dan } f'c \text{ dalam MPa}$$

$$\alpha_{mi} = 0.014211 \times \frac{370}{\sqrt{29.18}} = 0.97$$

$$l_{db} = (34.0 \times A_b) \text{ in untuk tulangan dengan diameter } 10 \text{ s/d } 36 \text{ mm}$$

$$l_{db} = [34.0 \times (0.25 \times \pi \times 16^2 / 25.4^2)] = 10.6 \text{ in} \approx 269.24 \text{ mm}$$

$$(l_d)_1 = \{[(l_{db}) \times \alpha_A \times \alpha_B] \geq 25.5 d_b\} \text{ in}$$

$$(l_d)_1 = \{[(10.6) \times 2 \times 1] \geq [25.5 \times (16 / 25.4)]\}$$

$$(l_d)_1 = 21.2 \geq 16.063 \text{ in}$$

$$(l_d)_1 = 21.2 \text{ in} \approx 538.48 \text{ mm}$$



$$l_d = \left\{ (l_d)_1 \times (\alpha_c \leq 1.7) \times \alpha_D \times \alpha_E \right\} \times \alpha_{se} \geq 12 \text{ in}$$

$$l_d = \left\{ 21.2 \times (1.2) \times 1 \times 0.94 \right\} \times 0.97 \geq 12 \text{ in}$$

$$l_d = 23.2 \geq 12 \text{ in}$$

$$l_d = 23.2 \text{ in} \approx 589.28 \text{ mm} \approx 600 \text{ mm}$$

#### Perhitungan Tulangan Sengkang ( $A_{sh}$ )

$$A_{cr} = l_d \times b = 589.28 \times 550 = 324104 \text{ mm}^2$$

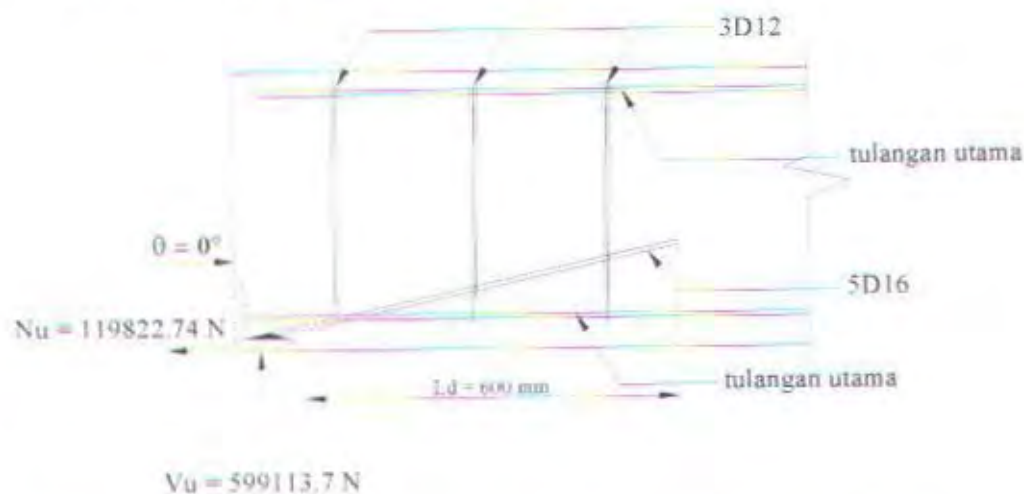
$$\mu_e = \frac{1000 \times \lambda \times A_{cr} \times \mu}{(A_{vf} + A_n) \times f_y} \text{ atau } \mu_e = \frac{6.895 \times \lambda \times A_{cr} \times \mu}{(A_{vf} + A_n) \times f_y} \text{ dalam SI}$$

$$\mu_e = \frac{6.895 \times 1 \times 324104 \times (1.4 \times 1)}{(941.28) \times 370} = 8.98 > 3.4, \text{ jadi digunakan } \mu_e = 3.4$$

$$A_{sh} = \frac{(A_{vf} + A_n) \times f_y}{\mu_e \times f_{ys}}$$

$$A_{sh} = \frac{(941.28) \times 370}{3.4 \times 370} = 276.85 \text{ mm}^2$$

dipasang tulangan 3D12 ( $A_s = 339.29 \text{ mm}^2$ )

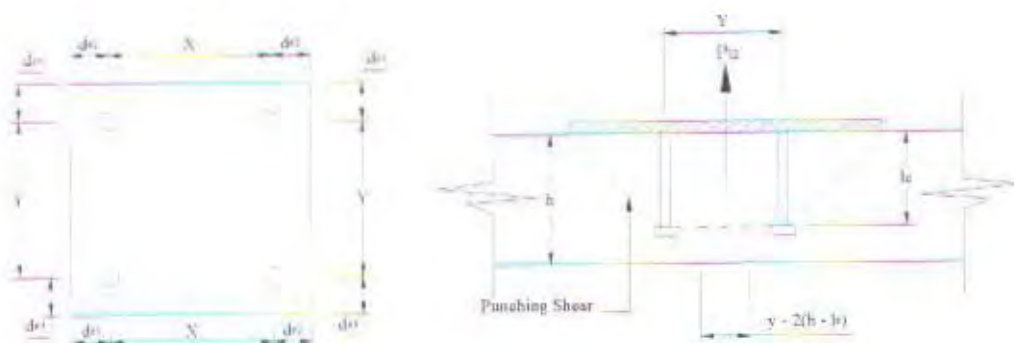


Agar pelat siku dengan tulangan  $A_{vf} + A_n$  menyatu, maka dilakukan penyambungan dengan menggunakan las. Perhitungan las untuk sambungan tersebut adalah sebagai berikut :

Data :

- pelat siku  $100 \times 100 \times 10$  BJ 37 ( $t = 10 \text{ mm}$  atau  $\frac{3}{8} \text{ in}$ )
- tulangan  $A_{vf} + A_n$  diameter  $16 \text{ mm}$  (# 5)

- jarak antar stud,  $x = y = 4 \text{ in} = 101.6 \text{ mm}$
- $h_{\min}$  (tebal beton) =  $6 \text{ in} = 152.4 \text{ mm}$  (table 6.20.7B PCI Design Handbook)
- $h_{\min} < h$ , asumsi jarak stud ke tepi,  $d_{e1} < l_e$ , sedangkan  $d_{e2}$ ,  $d_{e3}$ , dan  $d_{e4} > l_e$ , sehingga digunakan desain case 2 (*Free Edges on Four Sides*, Fig 6.5.6 PCI Design Handbook hal 6-10)



**Perhitungan (kombinasi geser dan aksial) :**

### Cek Stud

3. Berdasarkan Kekuatan Beton
  - a. Akibat Tarik (kelompok 8 stud)

*Kekuatan berdasar masing-masing stud :*

$$\phi P_c = 10.7 \times l_e \times (l_e + d_n) \lambda \sqrt{f'c} \left( \frac{d_c}{l_e} \right) \dots \text{pers 6.5.4 PCI Design Handbook}$$

$$\phi P_c = 10.7 \times 4 \times (4 + 1.25) \times 1 \times \sqrt{4232.1} \times \left( \frac{3}{4} \right) / 1000 = 10.963 \text{ kips/stud}$$

Untuk 8 stud, didapat  $\phi P_c = 8 \times 10.963 = 87.704 \text{ kips} = 390107.39 \text{ N}$

*Kekuatan Berdasar Kegagalan Piramida Terpotong*

Dari table 6.20.7A PCI Design Handbook hal 6-64, untuk nilai :

$$x_1 = x + d_{e1} = 4 + 3 = 7 \text{ in}$$

$$y_1 = 3y = 12 \text{ in dengan nilai } l_e = 4 \text{ in}$$

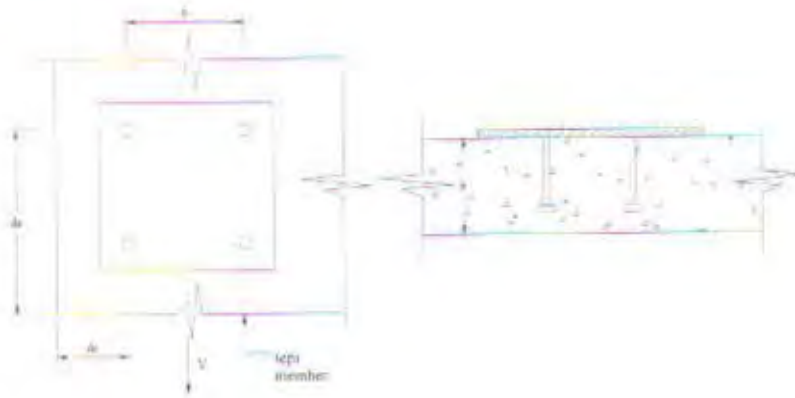
didapatkan nilai  $\phi P_c = 53 \text{ kips}$

$$\text{Untuk } f'c = 4232.1 \text{ psi, } \phi P_c = 53 \times \lambda \times \sqrt{4232.1 / 5000} = 48.76 \text{ kips}$$



$$P_c = 48.76 / 0.85 = 57.365 \text{ kips} = 255159.52 \text{ N}$$

b. Akibat Geser



$$d_{e1} \geq 15 d_b$$

Karena  $d_{e1} \geq 15 d_b$ , maka digunakan persamaan :

$$\phi V_c = (\phi \times 800 \times A_b \times \lambda \times \sqrt{f'c}) \times n \dots \text{Eq. 6.5.8 PCI Design Handbook hal 6-9}$$

$$\phi V_c = \left( 0.85 \times 800 \times \left( 0.25 \pi \frac{3^2}{4^2} \right) \times 1 \times \sqrt{4232.1} \right) \times 8 / 1000 = 156.35 \text{ kips}$$

$$V_c = 156.35 / 0.85 = 183.9412 \text{ kips} = 818170.46 \text{ N}$$

c. Kombinasi Tarik dan Geser

-  $V_u_{max} = 599113.7 \text{ N}$

-  $P_u = 119822.74 \text{ N}$

$$\frac{1}{\phi} \left[ \left( \frac{P_u}{P_c} \right)^2 + \left( \frac{V_u}{V_c} \right)^2 \right] \leq 1.0 \dots \dots \dots \text{Eq. 6.5.15 PCI Design Handbook}$$

$$\frac{1}{0.85} \left[ \left( \frac{119822.74}{202206.08} \right)^2 + \left( \frac{599113.7}{613614.944} \right)^2 \right] \leq 1.0 \rightarrow 0.89 \leq 1.0 \dots \text{OK!}$$

2. Berdasarkan Kekuatan Baja

a. Akibat Tarik (kelompok 8 stud)

Data :

- dia. stud,  $d_b = 3/4 \text{ in} = 19.05 \text{ mm}$

- Head dia,  $d_h = 1.25 \text{ in} = 31.75 \text{ mm}$



- Head thick,  $t_h = \frac{3}{8}$  in = 9.525 mm
- Panjang stud,  $l_c = 4$  in = 101.6 mm
- $f_y$  (BJ 41) = 250 MPa = 36258.16 psi
- $f_u$  (BJ 41) = 410 MPa = 59463.38 psi

Perhitungan :

$$\phi P_s = A_b \times f_y (\phi = 1) \dots\dots\dots \text{Eq. 6.5.7 PCI Design Handbook}$$

$$\phi P_s = (0.25 \times \pi \times 3^2/4^2) \times 36258.16 / 1000$$

$$\phi P_s = 16.02 \text{ kips / stud}$$

$$\text{Untuk 8 stud, } P_s = 8 \times 16.02 = 128.16 \text{ kips} = 570055.68 \text{ N}$$

b. Akibat Geser (kelompok 8 stud)

$$\phi V_s = \phi \times 0.75 \times f_s \times A_b \times n \dots\dots\dots \text{Eq. 6.5.14 PCI Design Handbook}$$

$$\phi V_s = 1 \times 0.75 \times 59463.38 \times (0.25 \times \pi \times 3^2/4^2) \times 8 / 1000$$

$$\phi V_s = 157.62 \text{ kips} = 701093.76 \text{ N}$$

c. Kombinasi Geser dan Aksial

$$- V_{u \text{ max}} = 599113.7 \text{ N}$$

$$- P_u = 119822.74 \text{ N}$$

$$\frac{1}{\phi} \left[ \left( \frac{P_u}{P_s} \right)^2 + \left( \frac{V_u}{V_s} \right)^2 \right] \leq 1.0 \dots\dots\dots \text{Eq. 6.5.16 PCI Design Handbook}$$

$$\frac{1}{\phi} \left[ \left( \frac{119822.74}{570055.68} \right)^2 + \left( \frac{599113.7}{701093.76} \right)^2 \right] \leq 1.0 \rightarrow 0.77 \leq 1.0 \dots\dots\dots \text{OK!}$$

Tebal pelat yang digunakan untuk menyatukan stud,  $t_p \geq \frac{2}{3}d_b$

$$t_p = \frac{2}{3} \times \frac{3}{4} = 0.5 \text{ in} = 12.7 \text{ mm} \rightarrow \text{diambil tebal pelat } t_p = 13 \text{ mm}$$

Jadi untuk stud grup, dipasang 8 stud kelompok dengan diameter  $\frac{3}{4}$  in dengan panjang stud 4 in dan jarak antar stud 4 in dan pelat 40.5 x 20.25 cm<sup>2</sup> dengan tebal 13 mm

#### 4.1.4. Perencanaan Sambungan Las

Untuk menyatukan (menyambung) elemen pracetak dengan elemen lainnya, digunakan profil siku yang kemudian diperkuat dengan las.

- *Perhitungan tebal minimum profil siku*

Adapun cara perhitungan kebutuhan profil siku (tebal minimum) adalah :

$$t = \sqrt{\frac{4 V_u e_v}{\phi f_y b_n}} \dots \dots \dots \text{Eq. 6.5.17 PCI Design Handbook hal 6-22}$$

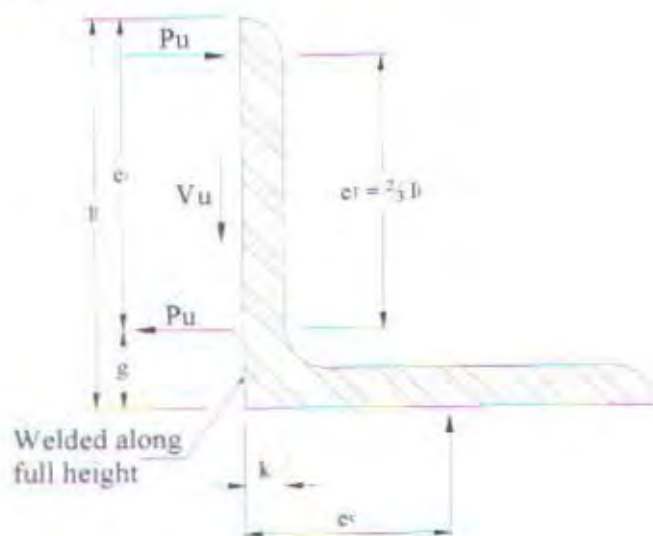
dimana :

$$\phi = 0,90$$

$b_n$  = panjang profil siku

catatan :

untuk profil siku yang dilas,  $e_v$  yang ada pada persamaan 6.5.17 harus dikurangi dengan  $k$ .



Perhitungan :

- digunakan profil siku 100 x 100 x 20 (BJ 41)

-  $F_y = 250$  MPa

-  $b_n = 350$  mm

-  $e_v = 32$  mm

-  $g = 32$  mm

$$-V_u = 599113.7 \text{ N}$$

$$-P_u = 119822.74 \text{ N}$$

$$t = \sqrt{\frac{4 V_u e_v}{\phi f_y b_n}}$$

$$t = \sqrt{\frac{4 \times 599113.7 \times (32 - 20)}{0.9 \times 250 \times 350}} = 19.11 \text{ mm} < 20 \text{ mm} \dots \text{OK}$$

Untuk menghitung tebal minimum profil siku akibat gaya aksial :

$$t = \sqrt{\frac{4 N_u g}{\phi f_y b_n}} \dots \dots \dots \text{Eq. 6.5.19 PCI Design Handbook hal 6-22}$$

$$t = \sqrt{\frac{4 \times 119822.74 \times 32}{0.9 \times 250 \times 350}} = 13.96 \text{ mm} < 20 \text{ mm} \dots \dots \dots \text{OK}$$

Jadi digunakan profil siku dengan ukuran 100 x 100 x 20 dengan panjang 250 mm

- *Perhitungan Las*

Perhitungan las dalam perencanaan kali ini menggunakan perhitungan las kelompok (group). Hal ini dilakukan karena las kelompok lebih efisien dalam menahan lentur akibat momen ataupun torsi yang ada dibandingkan las linear.





Data :

- Profil siku 100 x 100 x 20 dengan panjang 350 mm (BJ 41)
- $F_y = 250$  MPa
- $V_u = 599113.7$  N
- $M_u = 150296.664$  kgm =  $150296.664 \times 10^4$  Nmm
- Las menggunakan E70
- $\phi = 1.3$
- $b = 10$  cm
- $d = 350$  cm

Penyelesaian :

$$V_u = P_y = 1.3 \times 599113.7 = 778847.81 \text{ N}$$

Mencari letak garis netral dari las kelompok :

$$\bar{y} = 350 / 2 = 175 \text{ cm}$$

$$\bar{x} = b^2 / (2b + d) \dots \dots \dots \text{Fig. 6.5.12 case 5 PCI Design Handbook hal 6-18}$$

$$\bar{x} = 10^2 / (2 \times 10 + 350) = 0.2703 \text{ cm}$$

$$I_p = \frac{8b^3 + 6bd^2 + d^3}{12} - \frac{b^4}{2b + d} \text{ Fig. 6.5.12 case 5 PCI Design Handbook hal 6-18}$$

$$I_p = \frac{(8 \times 10^3) + (6 \times 10 \times 350^2) + (350^3)}{12} - \frac{10^4}{[(2 \times 10) + 350]}$$

$$I_p = 50232972.97 \text{ cm}^4$$

$$A_w = [(2 \times 10) + 350] t_w = (370 t_w) \text{ cm}^2$$

$$y = 350/2 = 175 \text{ cm}$$

$$x = 10 \text{ cm} - 0.2703 \text{ cm} = 9.7297 \text{ cm}$$

$f_x$  = kombinasi gaya geser dan momen searah sumbu x

$$f_x = \frac{P_x}{A_w} + \frac{M_y}{I_p} \dots \dots \dots \text{PCI Design Handbook hal 6-16}$$

$$f_x = 0 + \frac{150296.664 \times 10^4 \times 1750}{50232972.97 \times 10^4 \times t_w} = 5.24/t_w$$

$f_y$  = kombinasi gaya geser dan momen searah sumbu y

$$f_y = \frac{P_y}{A_w} + \frac{M_x}{I_p} \dots \dots \dots \text{PCI Design Handbook hal 6-16}$$

$$f_y = \frac{778847.81}{3700 t_w} + \frac{150296.664 \times 10^4 \times 97.297}{50232972.97 \times 10^4 \times t_w}$$

$$f_y = \frac{210.499}{t_w} + \frac{0.291}{t_w} = \frac{210.79}{t_w}$$

$$f_r = \sqrt{\left(\frac{5.24}{t_w}\right)^2 + \left(\frac{210.79}{t_w}\right)^2} = \frac{210.86}{t_w}$$

$$t_w = 210.86 / f_r$$

dari table 6.20.1 PCI Design Handbook hal 6-57, design kekuatan dari las dengan E70 = 31.5 ksi = 31.5 x 6.895 = 217.193 MPa

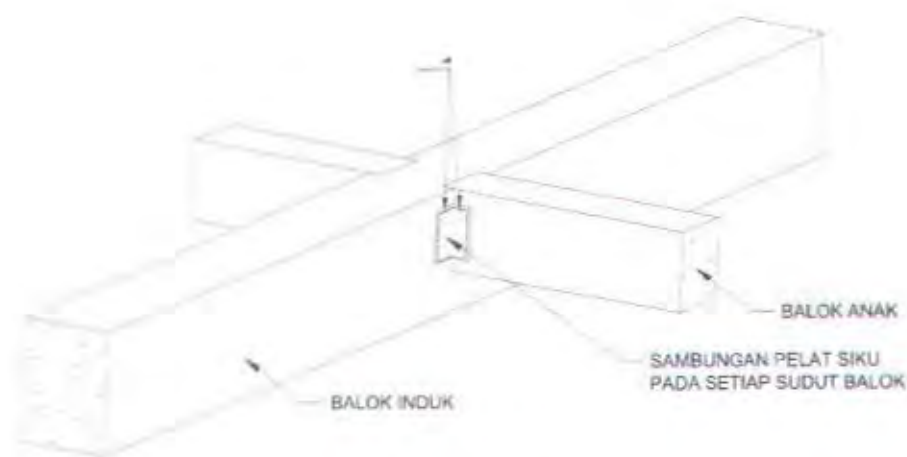
$$t_w = 210.86 / f_r = 210.86 / 217.193 = 0.971 \text{ mm} = 1 \text{ mm}$$

untuk las sudut dengan  $\alpha = 45^\circ$ , panjang lengan adalah :

$$l / \sin 45 = 1.41 \text{ mm}$$

Jadi digunakan las sudut 1.5 cm

#### 6.4.2. SAMBUNGAN BALOK INDUK DENGAN BALOK ANAK (KERING)



Sistem sambungan yang digunakan antara balok induk dengan balok anak hampir sama dengan sistem sambungan yang digunakan antara balok induk dengan kolom. Hanya saja yang membedakan pada sambungan balok induk dengan balok anak hanya terletak pada tidak adanya korbek sebagai penumpu balok. Sebagai gantinya, bagian dari balok induk yang nantinya menjadi titik

pertemuan dengan balok anak dibuat menjorok ke dalam (seperti terlihat pada gambar diatas) sebagai tempat dudukan bagi balok anak.

Untuk perhitungan dan penggunaan jenis sambungan disamakan dengan hasil yang didapatkan pada sambungan balok induk dengan kolom. Hal ini dilakukan karena pada sambungan balok induk dengan kolom digunakan beban – beban yang maksimum, sehingga diharapkan sambungan tersebut mampu untuk memikul beban yang terbesar yang terjadi pada struktur tersebut.

#### 5.4.3. SAMBUNGAN BALOK DENGAN PELAT (KERING)



#### Sambungan Pelat dengan Balok

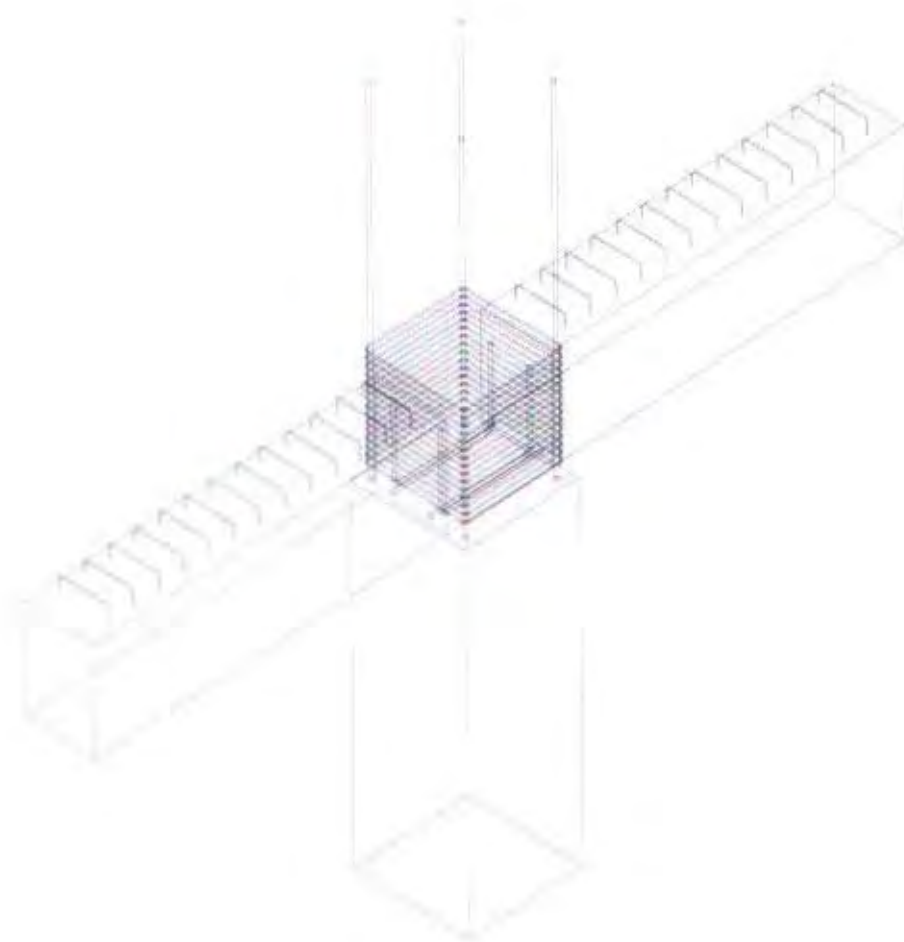
Untuk memperkuat sambungan antara balok dengan pelat, maka pada bagian tepi pelat akan diberikan lebih tulangan (panjang penyaluran) yang nantinya akan di cor bersamaan dengan pengecoran topping. Disini, perencana bisa memasang panjang penyaluran pada satu arah atau pada dua arah tergantung bagaimana pelat tersebut direncanakan. Jika pelat direncanakan sebagai pelat dua arah, maka panjang penyaluran dipasang pada dua arah, tapi jika pelat direncanakan sebagai pelat satu arah, maka panjang penyaluran hanya dipasang pada satu arah saja.



Adapun perhitungan untuk panjang penyaluran pelat seperti yang sudah dihitung pada BAB IV Sub Bab 4.1.5.5 didapatkan panjang penyaluran  $L_d = 200$  mm

#### 4.4. SAMBUNGAN BALOK – KOLOM (BASAH)

Sistem sambungan basah antara balok dengan kolom pada perencanaan kali ini memanfaatkan panjang penyaluran dari tulangan balok, terutama tulangan pada bagian bawah yang nantinya akan dijangkarkan atau dikaitkan ke atas.



Untuk mengantisipasi adanya gaya gempa bolak-balik, maka panjang penyaluran diasumsikan menerima tekan dan juga menerima tarik sehingga pada perencanaan kali ini dihitung dengan dua kondisi, yaitu kondisi tekan dan kondisi tarik.

#### ⊗ Panjang Penyaluran Tulangan Deform Dalam Tekan

Berdasarkan SK SNI T - 15 - 1991 - 03 - 3.5.3, panjang penyaluran batang tulangan deform yang mengalami tekan ditetapkan menurut ketentuan sebagai berikut :

$$- l_d = l_{db} \times A_{s \text{ perlu}} / A_{s \text{ ada}}$$

$$- l_d \geq 200 \text{ mm}$$

$$- l_{db} = d_b f_y / (4 \sqrt{f'c})$$

$$- l_{db} \geq 0.04 d_b f_y$$

#### Perhitungan :

$$D_{tul} = 32 \text{ mm}$$

$$A_{s \text{ ada}} = 5629.73 \text{ mm}^2$$

$$A_{s \text{ perlu}} = 5613.77 \text{ mm}^2$$

$$l_{db} = 32 \times 370 / (4 \times \sqrt{29.18}) > 0.04 \times 32 \times 370$$

$$= 547.96 \text{ mm} > 473.6 \text{ mm} \dots\dots\dots \text{OK}$$

$$l_d = 547.96 \times (5613.77 / 5629.73)$$

$$= 546.41 > 200 \text{ mm} \dots\dots\dots \text{OK}$$

#### ⊗ Panjang Penyaluran Kait Standar Dalam Tarik

Berdasarkan SK SNI T - 15 - 1991 - 03 - 3.5.5, panjang penyaluran kait dari batang yang mengalami tarik ditetapkan menurut ketentuan sebagai berikut :

$$- l_{db} = l_{hb} \times f_y / 400$$

$$- l_{db} \geq 8 d_b$$

$$- l_{db} \geq 150 \text{ mm}$$

$$- l_{hb} = 100 d_b / \sqrt{f'c}$$

- kait dengan bengkokan 90° → ditambah 12 d<sub>b</sub> pada ujung batang bebas

**Perhitungan :**

$$\begin{aligned}
 l_{db} &= 100 \times 32 / \sqrt{29.18} = 592.39 \text{ mm} \\
 l_{db} &= 592.39 \times 370 / 400 > 8 \times 32 \\
 &= 547.96 \text{ mm} > 256 \text{ mm} \dots\dots\dots \text{OK} \\
 \text{panjang batang bebas} &= 12 \times 32 = 384 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

Jadi dipasang panjang penyaluran 547.96 mm dengan tekukan 90° dengan panjang ujung batang bebas 384 mm

**4.5. SAMBUNGAN BALOK ANAK – BALOK INDUK (BASAH)**

Sistem sambungan basah pada balok induk dengan balok anak sama dengan sambungan pada balok dengan kolom. Untuk menjamin perilaku monolit pada sambungan ini, maka tambahkan panjang penyaluran yang berfungsi sebagai penjangkaran. Bentuk panjang penyaluran (penjangkaran) sama dengan bentuk sambungan balok-kolom.

Untuk mengantisipasi adanya gaya gempa bolak-balik, maka panjang penyaluran diasumsikan menerima tekan dan juga menerima tarik sehingga pada perencanaan kali ini dihitung dengan dua kondisi, yaitu kondisi tekan dan kondisi tarik.

⊗ *Panjang Penyaluran Tulangan Deform Dalam Tekan*

Berdasarkan SK SNI T – 15 – 1991 – 03 – 3.5.3, panjang penyaluran batang tulangan deform yang mengalami tekan ditetapkan menurut ketentuan sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 - l_d &= l_{db} \times A_{s \text{ perlu}} / A_{s \text{ ada}} \\
 - l_d &\geq 200 \text{ mm} \\
 - l_{db} &= d_b f_y / (4 \sqrt{f'c}) \\
 - l_{db} &\geq 0.04 d_b f_y
 \end{aligned}$$

**Perhitungan :**

$$\begin{aligned}
 D_{tul} &= 19 \text{ mm} \\
 A_{s \text{ ada}} &= 1417.64 \text{ mm}^2 \\
 A_{s \text{ perlu}} &= 1321.65 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$



$$\begin{aligned}
 l_{db} &= 19 \times 370 / (4 \times \sqrt{29.18}) > 0.04 \times 19 \times 370 \\
 &= 325.35 \text{ mm} > 281.20 \text{ mm} \dots\dots\dots\text{OK} \\
 l_d &= 325.35 \times (1321.65 / 1417.64) \\
 &= 303.32 > 200 \text{ mm} \dots\dots\dots\text{OK}
 \end{aligned}$$

⊗ *Panjang Penyaluran Kait Standar Dalam Tarik*

Berdasarkan SK SNI T – 15 – 1991 – 03 – 3.5.5, panjang penyaluran kait dari batang yang mengalami tarik ditetapkan menurut ketentuan sebagai berikut :

- $l_{db} = l_{bb} \times f_y / 400$
- $l_{db} \geq 8 d_b$
- $l_{db} \geq 150 \text{ mm}$
- $l_{bb} = 100 d_b / \sqrt{f'c}$
- kait dengan bengkokan  $90^\circ \rightarrow$  ditambah  $12 d_b$  pada ujung batang bebas

**Perhitungan :**

$$\begin{aligned}
 l_{bb} &= 100 \times 19 / \sqrt{29.18} = 351.73 \text{ mm} \\
 l_{db} &= 351.73 \times 370 / 400 > 8 \times 19 \\
 &= 325.35 \text{ mm} > 152 \text{ mm} \dots\dots\dots\text{OK} \\
 \text{panjang batang bebas} &= 12 \times 19 = 228 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

Jadi dipasang panjang penyaluran 325.35 mm dengan tekukan  $90^\circ$  dengan panjang ujung batang bebas 228 mm

#### 6.4.6. SAMBUNGAN BALOK DENGAN PELAT (BASAH)

Sambungan antara balok dengan pelat pada dasarnya sama, baik dalam kondisi basah ataupun kering. Pada sambungan tersebut hanya mengandalkan panjang penyaluran pada pelat pracetak. Untuk bagian bawah, perilaku monolit akan dijamin dengan adanya panjang penyaluran yang terpasang pada saat pabrikasi, sedangkan pada daerah atas, perilaku monolit akan dijamin dengan adanya tulangan tumpuan yang dipasang memanjang melintang tegak lurus diatas balok.

Dari hasil perhitungan diatas, akhirnya perencana mengambil alternative sambungan basah sebagai sambungan yang dilaksanakan karena system sambungan yang dilakukan secara basah memiliki beberapa keunggulan dibandingkan system sambungan yang dilakukan secara kering. Beberapa keunggulan system sambungan basah dengan sambungan kering antara lain :

1. Dari segi kekuatan, sambungan basah tidak kalah dibanding sambungan kering
2. Dari segi pelaksanaan, sambungan basah lebih sederhana dan mudah dilaksanakan dilapangan
3. Dari segi biaya, sambungan basah lebih murah dibandingkan dengan sambungan kering.

## **BAB VII**

### **DESAIN PONDASI**



## BAB VII

### DESAIN PONDASI

#### 1 UMUM

Dalam sebuah dunia konstruksi, keberadaan bangunan bawah sangatlah penting. Oleh karena itu, dalam setiap pembangunan, sekaku dibutuhkan suatu pondasi sebagai tempat berdiri suatu bangunan. Dalam perencanaan kali ini, digunakan sistem pondasi dalam dengan menggunakan tiang pancang beton (*Precast Reinforced Concrete Pile*) produksi PT. WIKA dengan bentuk penampang bulat berongga (*Round Hollow*). Dikatakan pondasi dalam jika perbandingan antara kedalaman pondasi (D) dengan diameternya (B) adalah lebih besar sama dengan 10 ( $D/B \geq 10$ ).

Dari data tanah yang didapat (*Standart Penetration Test*), diketahui bahwa tanah pada lokasi dibangunnya gedung perkantoran ini didominasi oleh lanau.

#### 2 DATA TANAH

Penyelidikan tanah berfungsi untuk mengetahui jenis dari tanah sehingga dapat dilakukan perencanaan pondasi yang sesuai dengan jenis dan kemampuan daya dukung tanah tersebut.

Perencanaan pondasi pada gedung perkantoran ini sesuai dengan penyelidikan tanah di lapangan. Dari data hasil penyelidikan tanah dapat diketahui jenis tanah yang ada dan nilai DCPT (*Dutch Cone Penetrometer Test*) dan SPT (*Standart Penetration Test*). Dalam menghitung daya dukung tanah, digunakan data tanah hasil uji dari *Cone Penetrometer Test (CPT)*.

#### 3 KRITERIA DESIGN

##### 3.1 Kekuatan dan Dimensi Tiang

- Dipakai tiang pancang beton pratekan (*Prestressed Concrete Pile*) dengan bentuk penampang bulat berongga (*Round Hollow*).

- Mutu beton tiang pancang K-600 (*concrete cube compressive strength is 600 kg cm<sup>2</sup> at 28 days*).
- Tiang pancang yang direncanakan adalah menggunakan alternatif jenis tiang dengan spesifikasi sebagai berikut :

#### TIKA PILE CLASSIFICATION

Pile Diameter (mm)	Thick (mm)	Class	PC Wire		Area of Steel (cm <sup>2</sup> )	Area of Concrete (cm <sup>2</sup> )	Section Modulus (cm <sup>3</sup> )	Effective Prestress (kg/cm <sup>2</sup> )	Allowable Axial(T)	Bending Moment	
			D (mm)	Numb						Crack (tm)	Ult (tm)
600	100	AI	7	20	7.7	1570.8	17255.62	46	235.4	17	25.5

Sumber : Buku Daya Dukung Pondasi Dalam oleh Prof. Dr. Ir. Herman Wahyudi

### 3.2 Tahapan Perencanaan

1. Perhitungan gaya-gaya yang bekerja (axial, horizontal dan momen) akibat dari upper struktur.
2. Perhitungan daya dukung tanah dasar.
3. Perhitungan jumlah tiang dalam satu poer / kelompok.
4. Perencanaan Poer
5. Perencanaan Sloof.

## 4 DAYA DUKUNG TANAH

### 4.1 Daya Dukung Tiang Tunggal

Untuk menghitung daya dukung tiang pancang berdasarkan hasil uji CPT digunakan metode Philipponnat.

Daya dukung nominal total sebuah tiang pondasi :

$$Q_N = (Q_p)_a + (Q_s)_a$$

Dimana :

$Q_N$  : Daya dukung nominal total sebuah tiang

$(Q_p)_a$  : Daya dukung sebuah tiang akibat ujung tiang (ijin)

$(Q_s)_a$  : Daya dukung sebuah tiang akibat selimut (*skin*) tiang (ijin)

Dengan :

$$(Q_p)_a = \frac{A \times q_p}{2}, \text{ dari unsur ujung tiang dengan angka keamanan 2}$$

$$(Q_s)_a = \frac{P}{2} \times \sum (f_{u_i} \cdot h_i), \text{ dari unsur lekatan dengan angka keamanan 2}$$

Unsur Ujung Tiang :

$$q_p = \alpha_p \times \bar{R}_p \text{ dengan } \bar{R}_p = \frac{1}{6B} \int_{-3B}^{+3B} R_p(z) dz$$

Dimana :

$R_p$  = rata-rata conus sepanjang 3B diatas hingga 3B dibawah pondasi

$Z_p$  = posisi ujung bawah tiang

A = luas tiang bagian bawah

P = keliling tiang

B = diameter tiang

$\alpha_p$  = koefisien jenis tanah

$f_{u_i}$  = Lekatan lateral batas dari lapisan i setebal  $h_i$

Tabel koefisien  $\alpha_p$

Jenis Tanah	$\alpha_p$
Lempung dan Kapur	0.50
Lanau	0.45
Pasir	0.40
Kerikil	0.35

Sumber : Daya Dukung Pondasi Dalam Oleh Prof. Dr. Ir. Herman Wahyudi

Unsur Lekatan (Frottement) :

$$f_u = \alpha_f \frac{R_p}{\alpha_s}$$

$\alpha_s$  = koefisien fungsi tanah

$\alpha_f$  = koefisien tipe tiang

$\Sigma h_i$  = kedalaman tiang ( D )

Tabel koefisien  $\alpha_s$

Jenis Tanah	$\alpha_s$
Lempung dan Kapur	50
Lanau, lempung berpasir	60
Pasir berlempung	
Pasir Lepas	100
Pasir Sedang	150
Pasir padat	
Kerikil	200

Sumber : Daya Dukung Pondasi Dalam Oleh Prof. Dr. Ir. Herman Wahyudi



Tabel koefisien  $\alpha_f$ 

Bahan Tiang	Tipe Tiang	$\alpha_f$
Beton	Tiang dipancang	1.25
	Tiang dibor dan divibrasi	1.00
	Tiang diinjeksi	0.85
	Tiang dibor untuk $\varnothing \leq 1.50$ m	
	Tiang dibor dengan $\varnothing > 1.50$ m	0.75
Baja	Tiang Profil H	1.10
	Tiang Baja dipancang	0.60
	Tiang Baja terbuka dipasang dengan cara Benoto	0.30

Sumber : Daya Dukung Pondasi Dalam Oleh Prof. Dr. Ir. Herman Wahyudi

## 4.2 Daya Dukung Tiang Kelompok

Disaat sebuah tiang merupakan bagian dari sebuah group, daya dukungnya mengalami modifikasi, karena pengaruh dari group tiang tersebut.

Dari problema ini, dapat dibedakan dua fenomena sebagai berikut :

- Pengaruh group disaat pelaksanaan pemancangan tiang-tiang
- Pengaruh group akibat sebuah beban yang bekerja

Pada kasus tiang dipancang dalam tanah kohesif dan jenuh air, kenaikan tegangan air pori dapat menurunkan shear resistance dari tanah disekitarnya hingga 15 sampai dengan 30 % (BROMS).

Untuk pulih ke kekuatan semula, memerlukan waktu yang bervariasi tergantung dari jenis tanah dan cara eksekusi tiang pondasinya. Beberapa variasi waktu tersebut adalah :

Type Tanah \ Type Pondasi	Pasir padat	Lanau dan pasir Lepas jenuh air	Lempung
Tiang dibor	1 bulan	1 bulan	1 bulan
Tiang pancang	8 hari	20 hari	1 bulan

Proses pemancangan dapat menurunkan kepadatan di sekeliling tiang untuk tanah yang padat. Namun untuk kondisi tanah didominasi oleh pasir lepas atau dengan tingkat kepadatan sedang, pemancangan dapat menaikkan kepadatan disekitar tiang bila jarak antar tiang  $\leq 7$  s/d 8 diameter.

Untuk daya dukung batas, pengaruh dari sebuah group tiang pondasi tidak perlu diperhitungkan bila jarak as ke as antar tiang adalah  $\geq 3$  diameter. Sebaliknya, jarak minimum antar tiang dalam group adalah 2 s/d 2.5 diameter tiang.

Untuk kasus daya dukung group pondasi, harus dikoreksi terlebih dahulu dengan apa yang disebut dengan koefisien efisiensi  $C_e$ .

$$Q_L(\text{group}) = Q_L(\text{1 tiang}) \times n \times C_e$$

dengan  $n$  = jumlah tiang dalam group

Untuk menghitung koefisien efisiensi  $C_e$ , digunakan cara Converse - Labarre

$$C_e = 1 - \frac{\arctan\left(\frac{\phi}{s}\right)}{90^\circ} \times \left(2 - \frac{1}{m} - \frac{1}{n}\right)$$

dimana:

- $\phi$  : diameter tiang pondasi
- $s$  : jarak as ke as antar tiang dalam group
- $m$  : jumlah baris tiang dalam group
- $n$  : jumlah kolom tiang dalam group

#### 4.3 Repartisi Beban-Beban Diatas Tiang Kelompok

Bila diatas tiang-tiang dalam kelompok yang disatukan oleh sebuah kepala tiang (poer) bekerja beban-beban vertikal ( $V$ ), horizontal ( $H$ ), dan momen ( $M$ ), maka besarnya beban vertikal ekuivalen ( $P_v$ ) yang bekerja pada sebuah tiang adalah :

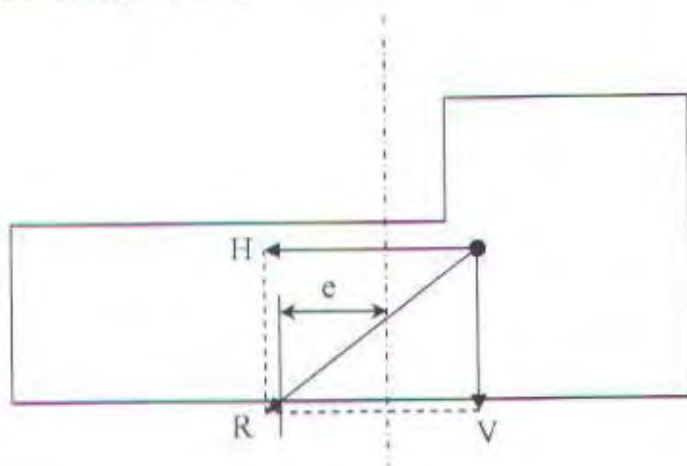
$$P_v = \frac{V}{n} \pm \frac{M_y \cdot x_{\max}}{\sum x^2} \pm \frac{M_x \cdot y_{\max}}{\sum y^2}$$

dimana :

- $P_v$  = Beban vertikal ekuivalen
- $V$  = Beban vertikal dari kolom
- $n$  = banyaknya tiang dalam group



- $M_x$  = momen terhadap sumbu x  
 $M_y$  = momen terhadap sumbu y  
 $x_{max}$  = absis terjauh terhadap titik berat kelompok tiang  
 $y_{max}$  = ordinat terjauh terhadap titik berat kelompok tiang  
 $\sum x^2$  = jumlah dari kuadrat absis tiap tiang terhadap garis netral group  
 $\sum y^2$  = jumlah dari kuadrat ordinat tiap tiang terhadap garis netral group  
 nilai x dan y positif jika arahnya sama dengan arah e, dan negative bila berlawanan dengan arah e.



## 7.5 PERHITUNGAN TIANG PANCANG

Data-data perhitungan pondasi tiang pancang (data beban nominal):

$$P = 759841.55 \text{ kg}$$

$$M_x = 4680.33 \text{ kgm}$$

$$M_y = 2736.23 \text{ kgm}$$

$$H_x = 1841.8 \text{ kg}$$

$$H_y = 2930.74 \text{ kg}$$

### 7.5.1 Daya Dukung Tiang Pancang Tunggal

$$Q_N = (Q_p)_a + (Q_s)_a$$

dengan :

$$(Q_p)_a = \frac{A \times q_p}{2}, \text{ dari unsur ujung tiang dengan angka keamanan 2}$$





$$(Q_s)_0 = \frac{P}{2} \times \sum (f_{u_i} \cdot h_i), \text{ dari unsur lekatan dengan angka keamanan 2}$$

$$q_p = \alpha_p \times \bar{R}_p \text{ dengan } \bar{R}_p = \frac{1}{6B} \int_{z_p-3B}^{z_p+3B} R_p(z) dz$$

$$f_{u_i} = \alpha_f \frac{R_p}{\alpha_s}$$

dimana :

$R_p$  = rata-rata conus sepanjang 3B diatas hingga 3B dibawah pondasi

$Z_p$  = posisi ujung bawah tiang

$$A = 0.25 \times \pi \times 60^2 = 2827.43 \text{ cm}^2$$

$$P = \pi \times 60 = 188.496 \text{ cm}$$

$$B = 60 \text{ cm}$$

$$\alpha_f = 1,25 \text{ (tiang pancang dari beton)}$$

$$\Sigma h_i = \text{kedalaman tiang (D)}$$

Diambil tiang pancang dengan kedalaman (D) 14 m dengan diameter (B) 60 cm  
 Dari perhitungan yang ditabelkan (terlampir), didapat nilai daya dukung satu tiang pancang dengan kedalaman 14 m dan diameter tiang 60 cm adalah 284608.7 kg <  $P_{kolom} = 759841.55 \text{ kg}$ . Jadi diperlukan pondasi tiang kelompok.

### 7.5.2 Daya Dukung Tiang Kelompok

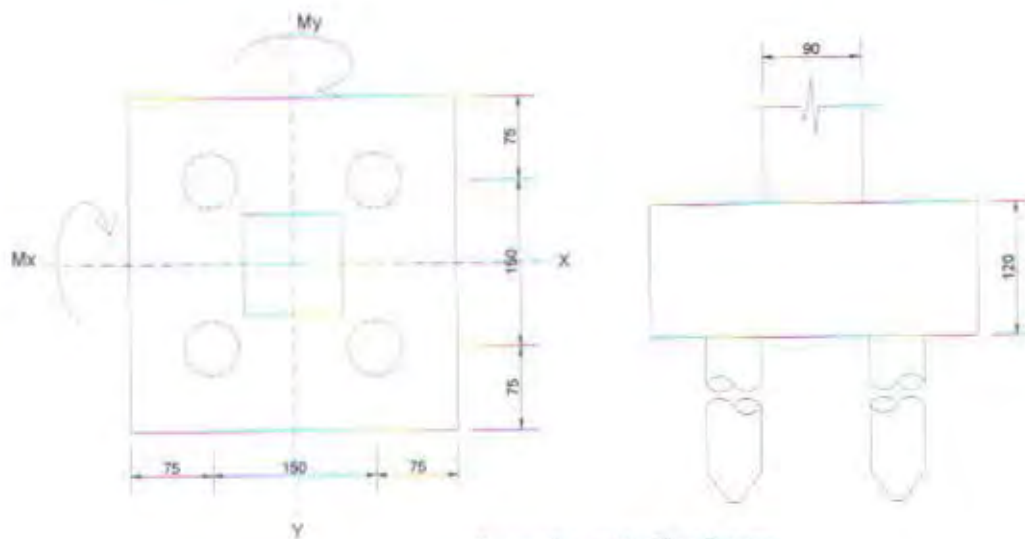
Dalam buku "Daya Dukung Pondasi Dalam" Oleh Prof. Dr. Ir. Herman Wahyudi BAB IX halaman 43, tertulis jarak minimum antar tiang dalam group (as ke as) adalah 2 s/d 2.5 diameter tiang dan harus  $\leq 3$  diameter tiang. Jika jarak dari as ke as tiang pancang  $\geq 3$ , maka pengaruh dari sebuah group tiang pondasi tidak perlu diperhitungkan. Berdasarkan hal tersebut, penulis merencanakan jarak dari as ke as tiang pancang, S adalah 150 cm.

$$2 B = 2 \times 60 = 120 \text{ cm (jarak minimum)} < 150 \text{ cm (jarak pakai)}$$

$$2,5 B = 2.5 \times 60 = 150 \text{ cm (jarak minimum)} \leq 150 \text{ cm (jarak pakai)}$$

$$3 B = 3 \times 60 = 180 \text{ cm (jarak maksimum)} > 150 \text{ cm (jarak pakai)}$$

Jadi S = 150 cm memenuhi persyaratan diatas.



Rencana Penempatan Tiang Pancang

➤ **Perhitungan Daya Dukung Tiang Kelompok**

- *Perhitungan Koefisien Ce*

Dengan menggunakan perumusan Converse – Laberre :

$$C_e = 1 - \frac{\arctan\left(\frac{\phi}{s}\right)}{90^\circ} \times \left(2 - \frac{1}{m} - \frac{1}{n}\right)$$

$$C_e = 1 - \frac{\arctan\left(\frac{50}{150}\right)}{90^\circ} \times \left(2 - \frac{1}{2} - \frac{1}{2}\right) = 0.795$$

$$Q_{L(\text{group})} = Q_{L(\text{1 tiang})} \times n \times C_e$$

$$Q_{L(\text{group})} = 284608.7 \times 4 \times 0.795 = 905055.666 \text{ kg}$$

- *Perhitungan Beban Aksial Maksimum Pada Pondasi Kelompok*

a. reaksi kolom = 759841.55 kg

b. berat poer = 3 x 3 x 1.2 x 2400 = 25920.00 kg +

Berat total = 785761.55 kg

785761.55 kg < 905055.666 kg [Q<sub>L(group)</sub>].....OK!

➤ **Repartisi Beban Diatas Tiang Kelompok (Beban<sub>eq</sub> 1 Tiang Pancang)**

$$P_v = \frac{V}{n} \pm \frac{M_y \cdot x_{max}}{\sum x^2} \pm \frac{M_x \cdot y_{max}}{\sum y^2}$$

$$P_v = \frac{785761,55}{4} + \frac{2736,23 \times 0,75}{0,75^2} + \frac{4680,33 \times 0,75}{0,75^2} = 206329,134 \text{ kg}$$

Jadi beban maksimum yang diterima oleh satu buah tiang pancang yang dikelompokkan dengan kepala poer adalah :

$$P_v = 206329,134 \text{ kg} < Q_{ijin} = 284608,7 \times 0,795 = 226263,9165 \text{ kg} \dots\dots\dots \text{OK!}$$

$$P_v = 206329,134 \text{ kg} < P_{ijin \text{ tiang}} = 235,40 \text{ ton} \dots\dots\dots \text{OK!}$$


**7.5.3 Kontrol Kekuatan Tiang Pondasi Terhadap Gaya Lateral**

Agar tiang pancang mampu menerima beban lateral yang terjadi, maka kekuatan tiang pancang tersebut harus dikontrol terhadap beban lateral yang terjadi.

Dari spesifikasi data tiang pancang dan data beban lateral yang terjadi, didapatkan :

- Bending Momen (crack) = 17 tm
- Bending Momen (Ultimate) = 25.5 tm
- H<sub>x</sub> = 1841.8 kg
- H<sub>y</sub> = 2930.74 kg
- L = 14 m
- E<sub>c</sub> = 4700√f'<sub>c</sub> = 4700√50 = 33234.019 MPa = 332340.19 kg/cm<sup>2</sup>

Section Name: PANCANG001		Section Name: PANCANG01	
Properties Section Properties Diameter: Outside diameter (D) : 300 Wall thickness (t) : 100	Property Manager Material: CD36C	Properties Cross-section (area) : 157060 Torsional constant : 1.021E+10 Moment of inertia about Z axis : 5.105E+09 Moment of inertia about Y axis : 5.105E+09 Shear area in Z direction : 95484 Shear area in Y direction : 95484	Section modulus about Z axis : 17016560 Section modulus about Y axis : 17016560 Plastic modulus about Z axis : 25332033 Plastic modulus about Y axis : 25332033 Radius of Gyration about Z axis : 180,2776 Radius of Gyration about Y axis : 180,2776





Terzaghi dan Pack memberikan korelasi antara N (jumlah pukulan dalam SPT) dan  $C_u$  (*Cohesion Undrained*) untuk tanah berlempung ( $C_u$  dalam KPa) :

- Lempung Plastis,  $C_u = 12.5 N$
- Lempung Berlanau,  $C_u = 10 N$
- Lempung Berpasir,  $C_u = 6.7 N$

Dari data boring No 1, didapatkan nilai N dan  $C_u$  :

Depth (m)	Soil Description	Jumlah Pukulan (N)	$C_u$ (KPa)	$C_u$ rata <sup>2</sup> (KPa)	$C_u$ rata <sup>2</sup> ( $kg/cm^2$ )
3	LL	3	30	72.3	0.723
6	LL	2	20		
9	LL	1	10		
12	LP	25	167.5		
15	LP	20	134		
Σ =			361.5		

LL = Lempung Lanau  
LP = Lempung Pasir

Dengan menggunakan perumusan dari NAVFAC DM – 7 , maka bisa didapatkan nilai momen maksimum dan defleksi maksimum yang terjadi pada tiang pancang akibat beban horizontal yang bekerja.

Untuk Tiang pancang yang disatukan dengan kepala tiang (poer) pada permukaan tanah, maka digunakan kasus II Figure 13-3, *Design Procedure For Laterally Loaded Piles hal 7-13-15* (terlampir), Navfac DM-7.

#### PERHITUNGAN :

$$C_u = 0.723 \text{ kg/cm}^2$$

$$q_u = 2 \times C_u = 1.446 \text{ kg/cm}^2$$

$$= 1.412 \text{ ton/ft}^2 \text{ (ton/ft}^2 = 0.977 \text{ kg/cm}^2)$$

Dari figure 11-8 Navfac DM-7 didapat nilai :

$$f = 17 \text{ ton/ft}^3$$

$$= 0.544 \text{ kg/cm}^3 \text{ (kg/cm}^3 = 0.032 \text{ ton/ft}^3)$$

#### ➤ Perhitungan Faktor Kekakuan

$$T = \left( \frac{E \times I}{f} \right)^{1/5}$$

$$= \left( \frac{332340.19 \times 5.105 \times 10^5}{0.544} \right)^{1/5} = 198.974 \text{ cm}$$

➤ **Perhitungan Beban Horizontal 1 Tiang**

$$P_T = \sqrt{(H_x^2 + H_y^2)}$$

$$= \sqrt{(1841.8^2 + 2930.74^2)} = 3461.425 \text{ kg}$$

$$P = P_T / n$$

$$= 3461.425 / 4$$

$$= 865.356 \text{ kg}$$

➤ **Perhitungan Harga Kuat Geser Tanah**

$$C_r = 0.5 C_u$$

$$= 0.5 \times 0.723 \text{ kg/cm}^2$$

$$= 0.3615 \text{ kg/cm}^2$$

$$f = \frac{H}{9 \times C_r \times d}$$

$$f = \frac{865.356}{9 \times 0.3615 \times 60} = 4.43 \text{ cm} = 0.0443 \text{ m}$$

$$L_1 = f + 1.5 D$$

$$= 0.0443 + (1.5 \times 0.6)$$

$$= 0.9443 \text{ m}$$

$$L_2 = 2.2 \times L_1$$

$$= 2.2 \times 0.9443$$

$$= 2.0775 \text{ m} < \text{panjang tiang pancang } 14 \text{ m}$$

Berarti tiang pancang tersebut termasuk tiang panjang

$$H_{o \text{ tiang}} = 9 \times C_u \times D \times (L_1 - 1.5D)$$

$$= 9 \times 0.723 \times 60 \times (94.43 - 1.5 \times 60)$$

$$= 1729.561 \text{ kg} > 865.356 \text{ kg} \dots\dots\dots\text{OK!}$$

➤ **Perhitungan Momen dan Defleksi Tiang**

$$Z = 1.8 T$$

$$= 1.8 \times 198.974$$

$$= 358.1532 \text{ cm} = 3.6 \text{ m}$$

$$L/T = 14 / 1.99$$

$$= 7$$

Dari grafik 13-5 Navfac DM-7 (terlampir), didapatkan :

$$\text{Koef. Defleksi, } F_{\delta}(x=3.6 \text{ m}) = -0.02$$

$$\begin{aligned} \delta_p &= F_{\delta} \times \left( \frac{P T^3}{EI} \right) \\ &= -0.02 \times \left( \frac{865.356 \times 198.974^3}{332340.19 \times 5.105 \times 10^5} \right) \\ &= -0.000804 \text{ cm} \approx 0 \text{ cm} \end{aligned}$$

$$\text{Koef. Momen, } F_M(x=3.6 \text{ m}) = 0.1$$

$$\begin{aligned} M_p &= F_M \times (P \times T) \\ &= 0.1 \times (865.356 \times 1.99) \\ &= 172.21 \text{ kgm} = 0.172 \text{ tm} < 25.5 \text{ tm (ultimate) ..... OK !} \\ &\quad < 17.0 \text{ tm (crack) ..... OK !} \end{aligned}$$

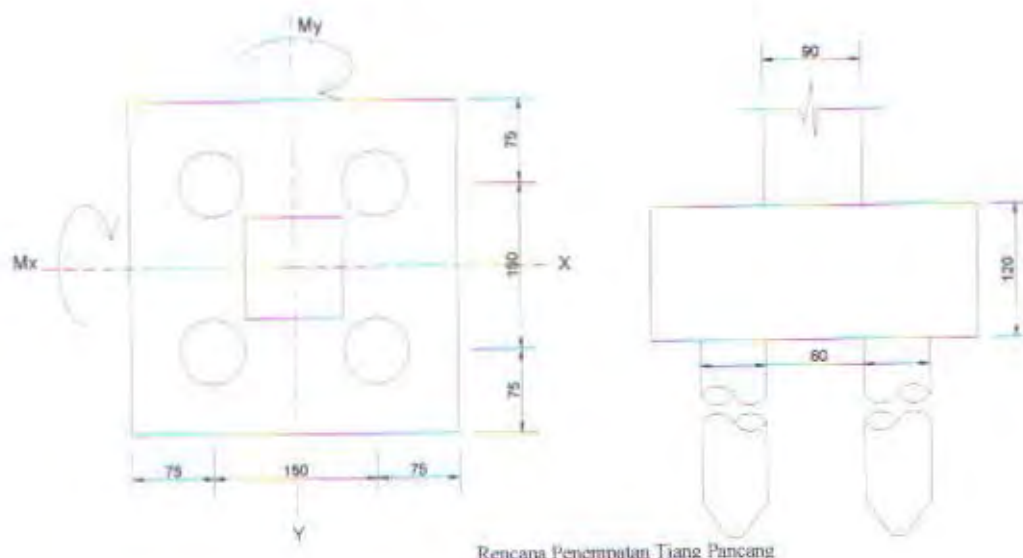
#### 4 Perhitungan Poer

Poer direncanakan terhadap gaya geser ponds pada penampang kritis dan penulangan akibat momen lentur.

##### 4.1 Data-data perancangan poer

- $P_u = 977647.91 \text{ kg}$  (kolom C 173 Combo 4)
  - Jumlah tiang pancang = 4
  - Dimensi kolom =  $900 \times 900 \text{ mm}$
  - Sedangkan untuk data-data dari poer adalah sebagai berikut
    - Dimensi poer =  $3.00 \times 3.00 \times 1.20 \text{ m}$
    - Mutu beton ( $f_c'$ ) =  $29.18 \text{ MPa}$
    - Mutu baja ( $f_y$ ) =  $370 \text{ MPa}$
    - Diameter tulangan  $32 \text{ mm}$  ( $A_v = 804.248 \text{ mm}^2$ )
    - Selimut beton =  $50 \text{ mm}$
- Tinggi efektif ( $d$ ) :  $d_y = 1200 - 50 - 32 - \frac{1}{2} \cdot 25 = 1121.5 \text{ mm}$   
 $d_x = 1200 - 50 - \frac{1}{2} \cdot 32 = 1134 \text{ mm}$

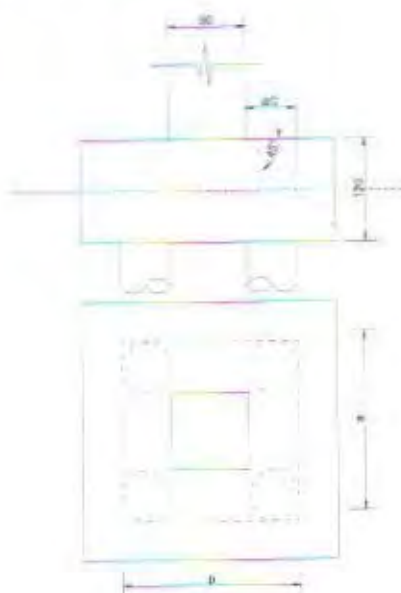




Rencana Penempatan Tiang Pancang

#### 7.5.4.2 Kontrol Geser Ponds

Pada pelat atau pondasi telapak, kuat geser terhadap beban terpusat ditentukan oleh kondisi aksi balok dan aksi dua arah. Perencanaan pondasi tersebut harus memenuhi ketentuan pasal 3.4.11 butir 1-2 SK SNI T-15-1991-03, yaitu aksi dua arah dari pondasi telapak, dengan suatu penampang kritis yang tegak lurus terhadap bidang pelat dan terletak sedemikian hingga perimeter,  $b_o$  penampang adalah minimum, tetapi tidak perlu lebih dekat dari  $d/2$  terhadap perimeter beban terpusat atau daerah reaksi.



Dalam merencanakan tebal poer harus dipenuhi persyaratan bahwa kekuatan gaya geser nominal beton harus lebih besar dari geser pons yang terjadi. Hal ini ditegaskan pada SK SNI T-15-1991-03 pasal 3.4.11 butir 2-1. Kuat geser yang disumbangkan beton dirumuskan sebagai berikut :

$$\phi V_c = \phi \left( 1 + \frac{2}{\beta_c} \right) \left( \frac{\sqrt{f_c'}}{6} \right) \times b_o \times d \dots\dots\dots \text{pers 3.4-36 SK SNI T-15-1991-03}$$

tetapi tidak boleh kurang dari :

$$\phi V_c = \phi \times \frac{1}{3} \times \sqrt{f_c'} \times b_o \times d$$

dimana :

$\beta_c$  = rasio dari sisi panjang terhadap sisi pendek beton dari daerah beban terpusat atau reaksi

$$= \frac{900}{900} = 1$$

$b_o$  = keliling dari penampang kritis pada poer

- Keliling penampang kritis

$$b_o = 2 (b_k + d) + 2(h_k + d)$$

dimana :  $b_k$  = lebar penampang kolom

$h_k$  = tinggi penampang kolom

$d$  = tebal efektif poer

$$b_o = 2 (900 + 1134) + 2 (900 + 1134) = 8136 \text{ mm}$$

- Batas geser pons

$$\phi V_c = 0,6 \left( 1 + \frac{2}{1} \right) \left( \frac{\sqrt{29.18}}{6} \right) \times 8136 \times 1134 = 14951607.68 \text{ N} = 1495.161 \text{ ton}$$

$$\phi V_c = 0,6 \times \frac{1}{3} \times \sqrt{29.18} \times 8136 \times 1134 = 9967738.45 \text{ N} = 996.774 \text{ ton}$$

$$P_u = 977.65 \text{ ton} < \phi V_c = 996.774 \text{ ton}$$

Jadi ketebalan dan ukuran poer memenuhi syarat terhadap geser pons

#### 7.5.4.3 Penulangan poer

*Penulangan lentur*

Pada penulangan lentur, poer dianalisa sebagai balok kantilever dengan perletakan jepit pada kolom. Beban yang bekerja adalah beban terpusat dari tiang (gaya perlawanan tanah) sebesar P dan berat sendiri poer sebesar q. Perhitungan gaya dalam pada poer didapat dengan teori mekanika statis tertentu.

Perhitungan :

$$q_u = [2400 \times (3/2) \times 1.2] \times 1.2 = 5184 \text{ kg/m}$$

$$P_u = Q_{1.1 \text{ (tiang)}} \times SF \\ = 284608.7 \times 2 = 569217.4 \text{ kg}$$

$$M_u = [569217.4 \times (0.75)] - [1/2 \times 5184 \times 1.5^2] \\ = 421081.05 \text{ kgm} = 421081.05 \times 10^4 \text{ Nmm}$$

*Penulangan lentur arah x*

$$\frac{M_u}{b \times d^2 \times f'_c} = \frac{421081.05 \times 10^4}{(3000/2) \times 1134^2 \times 29.18} = 0.0748$$

Dengan menggunakan tabel momen berfaktor penampang persegi untuk tulangan rangkap  $\delta = 0.5$ , didapatkan nilai  $\omega = 0.103$

$$\rho = \omega \times F'_c / f_y$$

$$\rho = 0.103 \times 29.18 / 370 = 0.008123 > \rho_{\min} \dots\dots\dots \text{OK !}$$

$$\rho_{\min} = \frac{1.4}{370} = 0.0038$$

$$A_s \text{ perlu} = \rho \cdot b \cdot d$$

$$= 0.008123 \times 1500 \times 1134 = 13817.223 \text{ mm}^2$$

Digunakan tulangan lentur D32 – 80 ( $A_s = 14476.46 \text{ mm}^2$ ) arah lebar 1.5 m

Untuk tulangan atas (tekan),  $A_s'$  :

$$A_s' = 0.5 A_s$$

$$A_s' = 0.5 \times 13817.223 = 6908.6115 \text{ mm}^2$$

Digunakan tulangan lentur D25 – 100 ( $A_s' = 7363.108 \text{ mm}^2$ ) arah lebar 1.5 m



**Penulangan lentur arah y**

$$\frac{Mu}{b \times d^2 \times f'c} = \frac{421081.05 \times 10^4}{(3000/2) \times 1102^2 \times 29.18} = 0.0792$$

Dengan menggunakan tabel momen berfaktor penampang persegi untuk tulangan rangkap  $\delta = 0.5$ , didapatkan nilai  $\omega = 0.109$

$$\rho = \omega \times f'c / f_y$$

$$\rho = 0.109 \times 29.18 / 370 = 0.0086 > \rho_{\min} \dots\dots\dots \text{OK!}$$

$$\rho_{\min} = \frac{1.4}{370} = 0.0038$$

$$As_{\text{perlu}} = \rho \cdot b \cdot d$$

$$= 0.0086 \times 1500 \times 1102 = 14215.8 \text{ mm}^2$$

Digunakan tulangan lentur D32 – 80 ( $As = 14476.46 \text{ mm}^2$ ) arah lebar 1.5 m

Untuk tulangan atas (tekan),  $As'$  :

$$As' = 0.5 As$$

$$As' = 0.5 \times 14215.8 = 7107.9 \text{ mm}^2$$

Digunakan tulangan lentur D25 – 100 ( $As' = 7363.108 \text{ mm}^2$ ) arah lebar 1.5 m

**7.5.5 Perencanaan Sloof**

Pondasi setempat dari suatu gedung harus saling berhubungan dalam dua arah yang pada umumnya saling tegak lurus oleh unsur-unsur penghubung yang direncanakan terhadap gaya aksial tarik dan tekan sebesar 10 % dari beban vertical maksimum pada pembebanan gempa pada salah satu pondasi yang dihubungkan.

Untuk menghubungkan dua pondasi dalam dua arah yang pada umumnya saling tegak lurus, maka digunakan unsur penghubung berupa sloof. Sloof berfungsi untuk menghubungkan beban atau mendistribusikan beban yang diterima oleh sebuah pondasi ke pondasi yang lain. Selain itu sloof juga berfungsi untuk menahan beban dinding.

Adapun beban-beban yang diterima sloof meliputi : berat sendiri sloof, berat dinding pada lantai paling bawah, beban aksial tekan atau tarik (pada sloof) yang berasal dari 10 % beban aksial kolom.

#### 7.5.5.1 Dimensi Sloof

Pada perancangan sloof ini, penulis mengambil ukuran sloof berdasarkan sloof yang berhubungan dengan kolom yang mempunyai gaya aksial terbesar yaitu  $P_u = 977647.91$  kg (kolom C 173 Combo 4)

Penentuan dimensi dari sloof dilakukan dengan memperhitungkan syarat bahwa tegangan tarik yang terjadi tidak boleh melampaui tegangan ijin beton (modulus keruntuhan) yaitu sebesar :

$$f_r = 0,7 \times \sqrt{f'_c} \dots\dots\dots \text{SK SNI T-15-1991-03 Pers.3.2-10}$$

Data perencanaan :

- $f'_c = 29,18$  MPa
- $f_y = 370$  MPa
- $b = 450$  mm
- $h = 600$  mm
- $L = 7.2$  m

$$f_r = 0.7 \times \sqrt{29.18} = 3.7813 \text{ Mpa}$$

$$f_{rada} = \frac{10\% \times P_u}{b \times h} = \frac{0.1 \times 9776479.1}{450 \times 600} = 3.621 \text{ MPa} < f_r = 3.7813 \text{ MPa} \dots \text{OK!}$$

#### 7.5.5.2 Penulangan Sloof

Kombinasi Lentur dan Aksial Tarik :

- Beban akibat lentur :

$$\text{- Berat sloof} = 0.45 \times 0.6 \times 2400 = 648.00 \text{ kg/m}$$

$$\text{- Berat dinding} = 5 \times 250 \times 0.75 = 937.50 \text{ kg/m}$$

$$q_{ult} = 1.4 \times (648 + 937.5) = 2219.70 \text{ kg/m}$$

$$M_u = \frac{1}{8} \times q_u \times L^2$$

$$= \frac{1}{8} \times 2219.7 \times 7.2^2$$

$$= 14383.656 \text{ kgm}$$

$$\frac{Mu}{b \times d^2 \times f'c} = \frac{14383.656 \times 10^4}{(450) \times 547.5^2 \times 29.18} = 0.0365$$

Dengan menggunakan tabel momen berfaktor penampang persegi untuk tulangan rangkap  $\delta = 0.5$ , didapatkan nilai  $\omega = 0.0475$

$$\rho = \omega \times f'_c / f_y$$

$$\rho = 0.0475 \times 29.18 / 370 = 0.00375 < \rho_{\min} \rightarrow \text{pakai } \rho_{\min} \dots \text{OK!}$$

$$\rho_{\min} = \frac{1.4}{370} = 0.0038$$

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

$$= 0.0038 \times 450 \times 547.5 = 936.225 \text{ mm}^2$$

Dipasang tulangan lentur 2 D25 ( $A_s = 981.748 \text{ mm}^2$ )

Untuk tulangan atas (tekan),  $A_{s'}$  :

$$A_{s'} = 0.5 A_s$$

$$A_{s'} = 0.5 \times 936.225 = 468.1125 \text{ mm}^2$$

Digunakan tulangan 2 D19 ( $A_{s'} = 567.057 \text{ mm}^2$ )

- Beban akibat aksial :

Beban Aksial yang dipikul oleh sloof =  $10 \% \times P_{u \text{ kolom}} = 977647.91 \text{ N}$

$$A_s = P_u / f_y = 977647.91 / 370 = 2642.292 \text{ mm}^2$$

- Kombinasi Beban Aksial dan Momen Lentur :

$$A_s = 936.225 + 2642.292 = 3578.517 \text{ mm}^2$$

Dipasang tulangan 5 D32 ( $A_s = 4021.24 \text{ mm}^2$ )

#### Kombinasi Lentur dan Aksial Tekan :

$$M_u = 14383.656 \times 10^4 \text{ Nmm}$$

$$P_u = 10 \% \times P_{u \text{ kolom}} = 977647.91 \text{ N}$$

Dari analisa dengan program bantu PCACOL, didapat :

$$\rho : 3.64 \%$$

$$A_s : 9832.24 \text{ mm}^2$$



Dipakai tulangan 12 D32

Penulangan Geser :

Geser yang terjadi :

$$\begin{aligned} V_u &= \frac{1}{2} \times q_u \times L \\ &= \frac{1}{2} \times 2219.70 \text{ kg/m} \times 7.2 = 79909.2 \text{ N} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} V_{c_{\max}} &= \phi \cdot \frac{2}{3} \cdot \sqrt{f_c'} \cdot b \cdot d \\ &= 0.6 \times \frac{2}{3} \times \sqrt{29.18} \times 450 \times 544 = 528949.30 \text{ N} > V_u \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \phi \cdot V_c &= \phi \cdot \frac{1}{6} \cdot \sqrt{f_c'} \cdot b \cdot d \left( 1 + \frac{P_u}{14 \cdot A_g} \right) \\ &= 0.6 \times \frac{1}{6} \times \sqrt{29.18} \times 450 \times 544 \left( 1 + \frac{977647.91}{14 \times 450 \times 600} \right) = 166438.793 \text{ N} > V_u \end{aligned}$$

Dipasang tulangan praktis  $\emptyset 10 - 200$

## **BAB VIII**

### **PELAKSANAAN**

## BAB VIII

### PELAKSANAAN

#### 8.1. UMUM

Dalam setiap pekerjaan konstruksi tidak akan pernah lepas dari sebuah tahap yaitu tahap pelaksanaan. Tahap ini cukup penting mengingat pelaksanaan sangat mempengaruhi setiap item yang akan dikerjakan, sedang dikerjakan dan telah dikerjakan.

Dalam konstruksi pracetak ini, tahap pelaksanaan sangatlah penting karena dapat mempengaruhi analisa yang digunakan dalam pendimensionan struktur.

#### 8.2. TAHAPAN PELAKSANAAN

Tahapan pelaksanaan yang dilakukan dalam Perencanaan Gedung Perkantoran ini antara lain :

1. Pelaksanaan pemancangan dengan menggunakan tiang pancang diameter 60 cm dengan mutu k 600 produksi PT Wijaya Karya.
2. Setelah pemancangan selesai, baru kemudian dilanjutkan dengan pembuatan pile cap dan sloof sesuai dengan bentuk denah yang sudah ada
3. Pemasangan tulangan kolom bersamaan dengan pendimensionan pile cap, kemudian tulangan kolom yang sudah berdiri di cor sampai batas yang sudah ditentukan. Dalam hal ini setinggi balok induk yang menumpang kolom terhitung dari BM sampai ke permukaan bawah balok induk.]
4. Pemasangan Balok induk pracetak di posisi kolom yang sudah jadi
5. Pemasangan Balok anak dibagian tengah balok induk. Untuk mencegah terjadinya kerusakan pada balok induk ataupun balok anak, maka balok anak dan balok induk disangga dengan perancah. Dalam hal ini dipasang tiga buah perancah dengan posisi satu ditengah dan dua di tepi.



6. Setelah balok anak dan induk terpasang, maka dilanjutkan dengan pemasangan tangga ditempat yang sudah disediakan. Pengangkatan tangga dilakukan dengan posisi tangga datar.
7. Pemasangan pelat pracetak diatas balok induk dan balok anak sesuai dengan ukuran atau dimensi pelat yang sudah ditentukan.
8. Pemasangan tulangan tumpuan pada bagian tumpuan baik untuk pelat, balok anak dan balok induk
9. Setelah semua tulangan terpasang, kemudian dilakukan pengecoran pada bagian atas balok induk, balok anak dan pelat yang berfungsi sebagai topping atau penutup bagian atas dan juga berfungsi untuk merekatkan komponen balok anak, balok induk dan pelat agar menjadi satu kesatuan. Hal itu akan diperkuat dengan adanya tulangan panjang penyaluran pada masing-masing komponen balok induk, balok anak dan pelat pracetak. Topping diambil setinggi 5 cm.

Untuk pekerjaan pada lantai berikutnya dilakukan sama dengan pelaksanaan diatas sampai semua elemen pracetak terpasang.

## DAFTAR PUSTAKA

Cipta Karya  
021-394105

---

## DAFTAR PUSTAKA

1. Departemen Pekerjaan Umum. 1991, SKSNI T – 15 – 1991 – 03, **Tata cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung**, Penerbit Yayasan LPMB Bandung.
2. Departemen Pekerjaan Umum 1983, **Buku Pedoman Perencanaan Struktur Beton Bertulang Biasa dan Struktur Tembok Bertulang Untuk Gedung**, Penerbit Direktorat Jendral Cipta Karya, Bandung.
3. Departemen Pekerjaan Umum, 1971, **Peraturan Beton Bertulang Indonesia N.1 – 2**, Penerbit Direktorat Jendral Cipta Karya.
4. Departemen Pekerjaan Umum, 1987, **Pedoman Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Rumah dan Gedung**, Penerbit Yayasan Badan Penerbit PU.
5. Departemen Pekerjaan Umum, 1983, **Peraturan Pembebanan Indonesia Untuk Gedung**, Penerbit Direktorat Jenderal Cipta Karya, Bandung.
6. Chu-Kia Wang, Charles G. Salmon, 1990, **Desain Beton Bertulang**, Penerbit Erlangga, Jakarta.
7. Jurusan Teknik Sipil ITS 1997, **Tabel, Grafik, dan Diagram Interaksi Untuk Perhitungan Konstruksi Beton Berdasarkan SNI 1993**.
8. PCI, Fourth Edition, **PCI Design Handbook Precast and Prestressed Concrete**, PCI Industry Handbook Committee, Chicago..
9. J. E. Bowles, 1982, **Foundation Analysis and Design**, International Student Edition.
10. Herman Wahyudi, 1993, **Daya Dukung Tiang Pondasi Berdasarkan Hasil Beberapa Percobaan Penetrasi, Pressiometer dan Aplikasinya**, Teknik Sipil, ITS.
11. UBC, Uniform Building Code, 1997



LAMPIRAN

Optika Karyasa  
0851 424335



FRAME SECTION NAME	MATERIAL NAME	SECTION SHAPE NAME OR NAME IN SECTION DATABASE FILE	CONC COL	CONC BEAM
B.1-45/70-7.2M	CONC	Rectangular		Yes
B.1-45/70-7.2M	CONC	Rectangular	Yes	
B.1-45/85-4.8M	CONC	Rectangular		Yes
B.1-45/85-7.2M	CONC	Rectangular		Yes
B.1-45/70-4.8M	CONC	Rectangular		Yes

#### FRAME SECTION PROPERTY DATA

FRAME SECTION NAME	SECTION DEPTH	FLANGE ALTH TOP	FLANGE THICK TOP	WEB THICK	FLANGE WIDTH BOT	FLANGE THICK BOT
B.1-45/70-7.2M	0.7000	0.4500	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
B.1-45/70-7.2M	0.7000	0.7000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
B.1-45/85-4.8M	0.8500	0.8500	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
B.1-45/85-7.2M	0.8500	0.8500	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
B.1-45/70-4.8M	0.7000	0.8500	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

#### FRAME SECTION PROPERTY DATA

FRAME SECTION NAME	SECTION AREA	TORSIONAL CONSTANT	MOMENTS OF INERTIA		SHEAR AREA	
			I33	I22	A2	A3
B.1-45/70-7.2M	0.9150	0.0100	0.0100	0.0000	0.2620	0.2620
B.1-45/70-7.2M	0.0100	0.0000	0.0147	0.0047	0.6750	0.6750
B.1-45/85-4.8M	0.4670	0.0000	0.0281	0.0110	0.3090	0.3090
B.1-45/85-7.2M	0.4670	0.0000	0.0281	0.0110	0.3090	0.3090
B.1-45/70-4.8M	0.9100	0.0100	0.0100	0.0000	0.2620	0.2620

#### FRAME SECTION PROPERTY DATA

FRAME SECTION NAME	SECTION MODULI		PLASTIC MODULI		RADIUS OF GYRATION	
	S33	S22	I33	I22	R33	R22
B.1-45/70-7.2M	0.0360	0.0036	0.0551	0.0054	0.2021	0.1209
B.1-45/70-7.2M	0.1210	0.1310	0.1820	0.1820	0.2090	0.2090
B.1-45/85-4.8M	0.0563	0.0419	0.0090	0.0043	0.2404	0.3000
B.1-45/85-7.2M	0.0563	0.0419	0.0090	0.0043	0.2404	0.2000
B.1-45/70-4.8M	0.0360	0.0036	0.0051	0.0054	0.2021	0.1209

#### FRAME SECTION WEIGHTS AND MASSES

FRAME SECTION NAME	TOTAL WEIGHT	TOTAL MASS
B.1-45/70-7.2M	57010.7601	66304.7340
B.1-45/70-7.2M	2432710	249020.4000
B.1-45/85-4.8M	95493.0291	9701.9770
B.1-45/85-7.2M	100000	100000
B.1-45/70-4.8M	1273100	150280.0000

#### CONCRETE COLUMN DATA

FRAME SECTION NAME	REIN CONFIGURATION	REIN SIZE/TYPE	WR BARS	WR BARS	WR BARS
	LONGIT	TRANS	NOE/NOE	CIRCULAR	COVER
B.1-45/70-7.2M	Rectangular Ties	#9/200mm	2x2	N/A	0.0000

#### CONCRETE BEAM DATA

FRAME SECTION NAME	TOP COVER	BOT COVER	TOP LEFT AREA	TOP RIGHT AREA	BOT LEFT AREA	BOT RIGHT AREA
B.1-45/70-7.2M	0.0400	0.0400	0.000	0.000	0.000	0.000
B.1-45/85-4.8M	0.0400	0.0400	0.000	0.000	0.000	0.000
B.1-45/85-7.2M	0.0400	0.0400	0.000	0.000	0.000	0.000
B.1-45/70-4.8M	0.0400	0.0400	0.000	0.000	0.000	0.000



ETABS v9.0.0 File: SECT001.dwg - Units: PAGE 8  
January 11, 2004 9:43

Table 8 of 17

\*\*\*\*\* BASIC RESPONSE SPECTRA \*\*\*\*\*

STATIC CASE	DIR	TYPE	SCALE FACTOR	SECFAC
SECT1	SECT	SECT	1.0000	1.0000
SECT2	SECT	SECT	1.0000	1.0000
SECT3	SECT	SECT	1.0000	1.0000
SECT4	SECT	SECT	1.0000	1.0000

ETABS v9.0.0 File: SECT001.dwg - Units: PAGE 9  
January 11, 2004 9:43

Table 9 of 17

\*\*\*\*\* RESPONSE SPECTRUM DATA \*\*\*\*\*

\*\*\*\*\*  
SECT SECT CASE: SECT1  
\*\*\*\*\*

BASIC RESPONSE SPECTRUM DATA

MODAL CASE	DIRECTION	MODAL DAMPING	SPECTRUM SCALE
001	SECT	0.0500	0.0000

RESPONSE SPECTRUM FUNCTION ASSIGNMENT DATA

DIRECTION	FUNCTION	SCALE FACTOR
01	SECT	0.0000
02	SECT	0.0000
03	SECT	0.0000

ETABS v9.0.0 File: SECT001.dwg - Units: PAGE 10  
January 11, 2004 9:43

Table 10 of 17

\*\*\*\*\* LOADINGS COMBINATIONS \*\*\*\*\*

CASE	CASE TYPE	CASE	CASE TYPE	SCALE FACTOR
0001	SECT	SECT1	Static	1.0000
0002	SECT	SECT2	Static	1.0000
0003	SECT	SECT3	Static	1.0000
0004	SECT	SECT4	Static	1.0000
0005	ALL	SECT1	Static	0.9000
0006	ALL	SECT2	Static	0.9000
0007	ALL	SECT3	Static	0.9000
0008	ALL	SECT4	Static	0.9000
0009	ALL	SECT1	Static	1.0000
0010	ALL	SECT2	Static	1.0000
0011	ALL	SECT3	Static	1.0000
0012	ALL	SECT4	Static	1.0000
0013	ALL	SECT1	Static	1.0000
0014	ALL	SECT2	Static	1.0000
0015	ALL	SECT3	Static	1.0000
0016	ALL	SECT4	Static	1.0000
0017	ALL	SECT1	Static	1.0000
0018	ALL	SECT2	Static	1.0000
0019	ALL	SECT3	Static	1.0000
0020	ALL	SECT4	Static	1.0000
0021	ALL	SECT1	Static	1.0000
0022	ALL	SECT2	Static	1.0000
0023	ALL	SECT3	Static	1.0000
0024	ALL	SECT4	Static	1.0000
0025	ALL	SECT1	Static	1.0000
0026	ALL	SECT2	Static	1.0000
0027	ALL	SECT3	Static	1.0000
0028	ALL	SECT4	Static	1.0000
0029	ALL	SECT1	Static	1.0000
0030	ALL	SECT2	Static	1.0000
0031	ALL	SECT3	Static	1.0000
0032	ALL	SECT4	Static	1.0000
0033	ALL	SECT1	Static	1.0000
0034	ALL	SECT2	Static	1.0000
0035	ALL	SECT3	Static	1.0000
0036	ALL	SECT4	Static	1.0000
0037	ALL	SECT1	Static	1.0000
0038	ALL	SECT2	Static	1.0000
0039	ALL	SECT3	Static	1.0000
0040	ALL	SECT4	Static	1.0000
0041	ALL	SECT1	Static	1.0000
0042	ALL	SECT2	Static	1.0000
0043	ALL	SECT3	Static	1.0000
0044	ALL	SECT4	Static	1.0000
0045	ALL	SECT1	Static	1.0000
0046	ALL	SECT2	Static	1.0000
0047	ALL	SECT3	Static	1.0000
0048	ALL	SECT4	Static	1.0000
0049	ALL	SECT1	Static	1.0000
0050	ALL	SECT2	Static	1.0000
0051	ALL	SECT3	Static	1.0000
0052	ALL	SECT4	Static	1.0000
0053	ALL	SECT1	Static	1.0000
0054	ALL	SECT2	Static	1.0000
0055	ALL	SECT3	Static	1.0000
0056	ALL	SECT4	Static	1.0000
0057	ALL	SECT1	Static	1.0000
0058	ALL	SECT2	Static	1.0000
0059	ALL	SECT3	Static	1.0000
0060	ALL	SECT4	Static	1.0000
0061	ALL	SECT1	Static	1.0000
0062	ALL	SECT2	Static	1.0000
0063	ALL	SECT3	Static	1.0000
0064	ALL	SECT4	Static	1.0000
0065	ALL	SECT1	Static	1.0000
0066	ALL	SECT2	Static	1.0000
0067	ALL	SECT3	Static	1.0000
0068	ALL	SECT4	Static	1.0000
0069	ALL	SECT1	Static	1.0000
0070	ALL	SECT2	Static	1.0000
0071	ALL	SECT3	Static	1.0000
0072	ALL	SECT4	Static	1.0000
0073	ALL	SECT1	Static	1.0000
0074	ALL	SECT2	Static	1.0000
0075	ALL	SECT3	Static	1.0000
0076	ALL	SECT4	Static	1.0000
0077	ALL	SECT1	Static	1.0000
0078	ALL	SECT2	Static	1.0000
0079	ALL	SECT3	Static	1.0000
0080	ALL	SECT4	Static	1.0000
0081	ALL	SECT1	Static	1.0000
0082	ALL	SECT2	Static	1.0000
0083	ALL	SECT3	Static	1.0000
0084	ALL	SECT4	Static	1.0000
0085	ALL	SECT1	Static	1.0000
0086	ALL	SECT2	Static	1.0000
0087	ALL	SECT3	Static	1.0000
0088	ALL	SECT4	Static	1.0000
0089	ALL	SECT1	Static	1.0000
0090	ALL	SECT2	Static	1.0000
0091	ALL	SECT3	Static	1.0000
0092	ALL	SECT4	Static	1.0000
0093	ALL	SECT1	Static	1.0000
0094	ALL	SECT2	Static	1.0000
0095	ALL	SECT3	Static	1.0000
0096	ALL	SECT4	Static	1.0000
0097	ALL	SECT1	Static	1.0000
0098	ALL	SECT2	Static	1.0000
0099	ALL	SECT3	Static	1.0000
0100	ALL	SECT4	Static	1.0000

AS v.10.06 FILE: WINDU1 Wipm Unit: FAF 3  
 11, 2004 10:11

Asignasi 100

ADDED CONSTRAINTS

Case Type	Case	Unit Type	Scale Factor
100	WATI 4000	Static Static	1.4000 1.7000
101	WATI WICU2 WICU1	Static Static Static	1.0000 1.2750 1.4000
102	WATI WICU2	Static Static	1.0000 1.5000
103	WATI WICU2 WICU1	Static Static Static	1.2500 1.2750 1.4000
104	WATI WICU2	Static Static	1.1000 1.4000
105	WATI WICU2 WICU1	Static Static Static	1.2500 1.2750 1.4000
106	WATI WICU2	Static Static	1.1000 1.4000



AS v.10.06 FILE: WINDU1 Wipm Unit: FAF 3  
 11, 2004 10:11

Asignasi 100

REPLACEMENT ENVELOPES AT DIAPHRAGM CENTER OF MASS

Case	Diaphragm Point	X	Y Item	Ux	Uy	Rz
100	11	11.000	18.800 Min Value Min Case Max Value Max Case	0.0007 0.0007 0.0010 0.0008	-0.1164 0.0007 0.1168 0.0008	-0.00130 0.0007 0.00130 0.0007
101	10	11.013	18.800 Min Value Min Case Max Value Max Case	0.0007 0.0007 0.0008 0.0009	-0.1170 0.0007 0.1142 0.0005	-0.00127 0.0007 0.00127 0.0007
102	09	11.027	18.800 Min Value Min Case Max Value Max Case	0.0006 0.0007 0.0010 0.0008	-0.1158 0.0007 0.1154 0.0008	-0.00127 0.0007 0.00122 0.0007
103	08	11.043	18.800 Min Value Min Case Max Value Max Case	0.0006 0.0007 0.0011 0.0008	-0.1151 0.0007 0.1157 0.0008	-0.00123 0.0007 0.00123 0.0007
104	07	11.061	18.800 Min Value Min Case Max Value Max Case	0.0005 0.0007 0.0014 0.0008	-0.1138 0.0007 0.1138 0.0008	-0.00120 0.0007 0.00120 0.0007
105	06	11.083	18.800 Min Value Min Case Max Value Max Case	0.0005 0.0007 0.0014 0.0008	-0.1134 0.0007 0.1138 0.0008	-0.00120 0.0007 0.00120 0.0007
106	05	11.110	18.800 Min Value Min Case	0.0004 0.0007	-0.1128 0.0007	-0.00091 0.0007





146	Min Value	+4299.94	+3395.85	3920.04	-112121.694	-37209.381	-2245.607
	Min Case	03B7	03B5	03B7	03B7	03B7	03B7
	Max Value	1215.58	26125.13	114739.44	141115.402	33484.929	3245.775
	Max Case	03B7	03B7	03B4	03B5	03B7	03B7
157	Min Value	-4133.04	-44032.85	32421.73	-168406.859	-20403.772	-2245.607
	Min Case	03B5	03B7	03B7	03B7	03B7	03B7
	Max Value	8722.54	40544.55	402977.87	172954.870	21702.841	2245.775
	Max Case	03B4	03B7	03B4	03B7	03B7	03B7
190	Min Value	-4551.18	-47013.80	160627.67	-107374.419	-20427.614	-2245.607
	Min Case	03B7	03B4	03B7	03B7	03B7	03B7
	Max Value	1739.41	37315.13	930648.65	165669.361	21761.742	2245.775
	Max Case	03B7	03B7	03B4	03B7	03B7	03B7
223	Min Value	-4441.21	-40775.31	208155.07	-146173.122	-22967.256	-2245.607
	Min Case	03B7	03B6	03B7	03B7	03B7	03B7
	Max Value	3679.37	30223.13	462760.48	154483.590	22962.790	2245.775
	Max Case	03B7	03B7	03B4	03B7	03B7	03B7
240	Min Value	-4132.87	-43948.39	233986.32	-299337.124	-29044.835	-2245.607
	Min Case	03B7	03B6	03B7	03B7	03B7	03B7
	Max Value	3440.03	33304.41	977647.91	147694.737	21659.873	2245.775
	Max Case	03B7	03B7	03B4	03B5	03B7	03B7
301	Min Value	-4381.47	-44850.04	287555.17	-145463.108	-22844.333	-2245.607
	Min Case	03B7	03B4	03B7	03B7	03B7	03B7
	Max Value	8706.88	38344.04	970185.04	169756.284	22837.271	2245.775
	Max Case	03B6	03B7	03B4	03B5	03B7	03B7
303	Min Value	-45707.94	-446125.36	390803.13	-137375.696	-20060.082	-2245.607
	Min Case	03B7	03B5	03B7	03B7	03B7	03B7
	Max Value	8990.59	39236.60	973109.20	188583.491	22127.170	2245.775
	Max Case	03B7	03B7	03B4	03B5	03B7	03B7
305	Min Value	-4535.56	-44304.40	170269.36	-128300.587	-22637.209	-2245.607
	Min Case	03B6	03B5	03B7	03B7	03B6	03B7
	Max Value	3063.57	36422.92	806826.28	160098.346	19424.761	2245.775
	Max Case	03B7	03B7	03B4	03B5	03B7	03B7
324	Min Value	-4447.72	-48494.38	80074.08	-189740.276	-32217.785	-2245.607
	Min Case	03B7	03B7	03B7	03B7	03B7	03B7
	Max Value	4766.23	43366.30	672028.37	186645.732	11312.259	2245.775
	Max Case	03B6	03B7	03B4	03B7	03B6	03B7
388	Min Value	-4271.23	-45971.89	490760.47	-187822.982	-39993.912	-2245.607
	Min Case	03B7	03B7	03B3	03B7	03B7	03B7
	Max Value	1941.81	22574.24	812648.31	181035.358	279.162	2245.775
	Max Case	03B8	03B7	03B2	03B7	03B7	03B7
394	Min Value	-4575.27	-46938.93	237953.77	-177957.078	-7424.693	-2245.607
	Min Case	03B7	03B9	03B3	03B7	03B7	03B7
	Max Value	3439.17	50199.72	1070977.33	178488.144	7406.226	2245.775
	Max Case	03B4	03B7	03B1	03B7	03B7	03B7
407	Min Value	-4119.43	-47761.37	64382.83	-167676.644	-7498.028	-2245.607
	Min Case	03B7	03B7	03B3	03B7	03B7	03B7
	Max Value	7796.26	87430.14	1093379.00	168197.950	7214.749	2245.775
	Max Case	03B7	03B7	03B1	03B7	03B7	03B3
480	Min Value	-2316.30	-45101.18	360986.83	-127696.227	-7436.018	-2245.607
	Min Case	03B7	03B7	03B3	03B7	03B7	03B7
	Max Value	2728.39	94776.47	1103502.84	153216.239	1174.671	2245.775
	Max Case	03B7	03B7	03B1	03B5	03B7	03B7
499	Min Value	-4374.02	-44780.29	362981.30	-147463.128	-4679.202	-2245.607
	Min Case	03B7	03B7	03B3	03B7	03B7	03B7
	Max Value	1727.34	11857.34	1096703.16	158037.211	7128.271	2245.775
	Max Case	03B7	03B7	03B2	03B5	03B7	03B7
510	Min Value	-4129.08	-44075.38	540845.20	-238284.568	-8079.100	-2245.607
	Min Case	03B6	03B5	03B3	03B7	03B6	03B7
	Max Value	1502.75	39466.04	1049524.47	188366.878	6871.383	2245.775
	Max Case	03B7	03B7	03B2	03B5	03B7	03B7
511	Min Value	-4737.14	-45607.04	420999.30	-129849.366	-8031.239	-2245.607
	Min Case	03B6	03B5	03B3	03B7	03B6	03B7
	Max Value	408.27	37470.83	786801.86	168662.472	5361.584	2245.775
	Max Case	03B7	03B7	03B1	03B5	03B7	03B7
512	Min Value	-4737.14	-44671.81	81089.69	-160373.327	-6657.871	-2245.607



Mode 2	1.723648	0.010000	1.000000	0.000000	0.787121	0.000000
Mode 3	1.1229919	0.700000	1.000000	0.000000	0.864287	0.000000
Mode 4	0.618927	0.050000	1.000000	0.000000	1.131720	0.000000
Mode 5	0.618927	0.050000	1.000000	0.000000	1.170348	0.000000
Mode 6	0.638217	0.050000	1.000000	0.000000	1.299823	0.000000
Mode 7	0.350573	0.000000	1.000000	0.000000	1.299823	0.000000
Mode 8	0.298831	0.000000	1.000000	0.000000	1.299823	0.000000
Mode 9	0.298831	0.000000	1.000000	0.000000	1.299823	0.000000
Mode 10	0.228578	0.000000	1.000000	0.000000	1.299823	0.000000
Mode 11	0.228578	0.000000	1.000000	0.000000	1.299823	0.000000
Mode 12	0.228578	0.000000	1.000000	0.000000	1.299823	0.000000
Mode 13	0.228578	0.000000	1.000000	0.000000	1.299823	0.000000
Mode 14	0.228578	0.000000	1.000000	0.000000	1.299823	0.000000
Mode 15	0.228578	0.000000	1.000000	0.000000	1.299823	0.000000

DE FILE: DEFORM - Job-0 - Unit: PAIR 14  
14, 2004 10:45

Unit: IN

SAFE SPECTRUM BASE REACTION  
ONCE VECTOR LOCAL COORDINATES:

MODE	DIR	R1	R2	R3	R4	R5	R6
Mode 1	02	3145.58	51.46	0.00	-435.874	117955.888	-89262.248
Mode 2	02	+4437.06	884857.02	0.00	-34129267	-1295984.725	18850395
Mode 3	01	1247.42	30119.51	0.00	+89629.886	47593.613	426773.414
Mode 4	02	2193.26	403262.33	0.00	453189.120	-14092.015	9100228.116
Mode 5	02	-2867.19	19.00	0.00	+14.843	15941.425	68852.327
Mode 6	02	824.00	5937.65	0.00	-454020.019	-488.500	128007.673
Mode 7	02	1485.14	14.54	0.00	-59.841	13967.486	-35213.204
Mode 8	02	+1932.78	204261.43	0.00	+882572.939	-18963.773	4833999.281
Mode 9	02	330.20	3938.98	0.00	+33018.976	1678.897	90310.116
Mode 10	02	-706.54	5.35	0.00	-12.488	286.487	15415.868
Mode 11	02	801.75	88834.21	0.00	-138738.404	-290.743	1452297.231
Mode 12	02	41.82	319.49	0.00	-3053.599	-23.987	7259.401
Mode 13	02	+757.29	33960.82	0.00	+77011.759	-3785.028	1453652.431
Mode 14	02	728.44	10.28	0.00	+56.722	3088.435	-13449.288
All	All	8119.79	1019330.62	0.00	34426947	114467.224	72878022

DE FILE: DEFORM - Job-0 - Unit: PAIR 15  
15, 2004 10:45

Unit: IN

SAFE 14 DIRECTIONAL MASS & CENTER OF GRAVITY AS SCHEMATIC

MEMBER NAME	CENTER OF MASS		CENTER OF GRAVITY	
	ORIGIN X	ORIGIN Y	ORIGIN X	ORIGIN Y
02	89189.7488	22.288	18.800	23.653
03	115039.1500	22.272	18.800	22.884
04	138876.8254	22.212	18.800	22.083
05	160845.4808	22.212	18.800	22.714
06	181502.2619	22.273	18.800	22.757
07	202158.9429	22.288	18.800	22.799
08	242260.8209	22.272	18.800	22.848
09	262816.1890	22.288	18.800	22.921
10	283370.4770	22.280	18.800	23.053
11	303924.7650	22.272	18.800	23.204
12	324479.0530	22.272	18.800	23.488
13	345033.3410	22.276	18.800	23.804
14	365587.6290	22.260	18.800	24.214
15	386141.9170	22.257	18.800	24.711



Page 1/10

Table 1: Data for 11/11/2004

Location	Type	W	SE	SE	S	SE	SE
Top	Min Value	612125.28	-421.82	-307197.64	-7461235	12280071	+22723984
	Min Date	COMB5	COMB7	COMB5	COMB5	COMB3	COMB1
	Max Value	2182716.05	121.82	229709.76	5052115.269	21642749	+24566333
	Max Date	COMB1	COMB7	COMB7	COMB7	COMB1	COMB5
Bottom	Min Value	18841.72	-531.82	-307197.64	-7461235	12280071	+22723984
	Min Date	COMB3	COMB7	COMB5	COMB5	COMB1	COMB1
	Max Value	2176135.42	521.82	229709.76	5052115.269	21760950	+21764408
	Max Date	COMB1	COMB7	COMB7	COMB7	COMB1	COMB5
Top	Min Value	144222.22	-1124.21	-461246.58	-11244863	29124648	+4427787
	Min Date	COMB3	COMB7	COMB5	COMB5	COMB3	COMB1
	Max Value	2002022.08	1124.21	455649.61	9819160.436	54162058	+34477809
	Max Date	COMB1	COMB7	COMB7	COMB7	COMB1	COMB5
Bottom	Min Value	1196199.87	-1124.21	-461246.58	-11244863	29124648	+4427787
	Min Date	COMB3	COMB7	COMB5	COMB5	COMB3	COMB1
	Max Value	2070928.66	1124.21	455649.61	9819160.436	63209953	+39060151
	Max Date	COMB1	COMB7	COMB7	COMB7	COMB1	COMB5
Top	Min Value	2442871.16	-1643.89	-617005.13	-14743126	46012547	+102995799
	Min Date	COMB3	COMB7	COMB5	COMB5	COMB3	COMB1
	Max Value	4070911.10	1643.89	617005.13	13308980	86682967	+84369826
	Max Date	COMB1	COMB7	COMB7	COMB7	COMB1	COMB5
Bottom	Min Value	2012037.61	-1643.89	-617005.13	-14743126	30072240	+110120118
	Min Date	COMB3	COMB7	COMB5	COMB5	COMB3	COMB1
	Max Value	4037222.01	1643.89	617005.13	13308980	92828168	+58858024
	Max Date	COMB1	COMB7	COMB7	COMB7	COMB1	COMB5
Top	Min Value	3337709.10	-2029.72	-739185.74	-17955725	62944764	+141613882
	Min Date	COMB3	COMB1	COMB5	COMB5	COMB3	COMB1
	Max Value	6240948.52	2029.72	739279.93	18700278	11920276	+14291228
	Max Date	COMB1	COMB7	COMB7	COMB7	COMB1	COMB5
Bottom	Min Value	284870.59	-2029.72	-739185.74	-17955725	67047554	+148754431
	Min Date	COMB3	COMB1	COMB5	COMB5	COMB3	COMB1
	Max Value	6807124.71	2029.72	739279.93	18700278	123463277	+19691207
	Max Date	COMB1	COMB7	COMB7	COMB7	COMB1	COMB5
Top	Min Value	6222547.04	-2470.65	-809670.16	-20882760	79919378	+180222139
	Min Date	COMB3	COMB1	COMB5	COMB5	COMB3	COMB1
	Max Value	880392.15	2470.65	817019.98	17931335	121723185	+14253004
	Max Date	COMB1	COMB7	COMB7	COMB7	COMB1	COMB5
Bottom	Min Value	1442713.48	-2470.65	-809670.16	-20882760	84064490	+18772811
	Min Date	COMB3	COMB1	COMB5	COMB5	COMB3	COMB1
	Max Value	6297807.72	2470.65	817019.98	17931335	157862386	+98743437
	Max Date	COMB1	COMB7	COMB7	COMB7	COMB1	COMB5
Top	Min Value	2184363.44	-2912.29	-973649.84	-23643467	98054218	+22689217
	Min Date	COMB3	COMB1	COMB5	COMB5	COMB3	COMB1
	Max Value	688979.24	2912.29	98759.37	19080753	18089337	+10028128
	Max Date	COMB1	COMB7	COMB7	COMB7	COMB1	COMB5
Bottom	Min Value	529423.87	-2912.29	-973649.84	-23643467	101199928	+22703283
	Min Date	COMB3	COMB1	COMB5	COMB5	COMB3	COMB1
	Max Value	1622423.90	2912.29	98759.37	19080753	18055138	+11861448
	Max Date	COMB1	COMB7	COMB7	COMB7	COMB1	COMB5
Top	Min Value	6126179.83	-3514.54	-1075294.27	-26105719	116140947	+261152736
	Min Date	COMB3	COMB1	COMB5	COMB5	COMB3	COMB1
	Max Value	21707234.52	3514.54	964833.66	20439173	220090009	+136304719
	Max Date	COMB1	COMB7	COMB7	COMB7	COMB1	COMB5
Bottom	Min Value	634846.70	-3514.54	-1075294.27	-26105719	120377430	+263794610
	Min Date	COMB3	COMB1	COMB5	COMB5	COMB3	COMB1
	Max Value	10034166.10	3514.54	964833.66	20639173	226742210	+140895645
	Max Date	COMB1	COMB7	COMB7	COMB7	COMB1	COMB5

Top	Min Value Min Case Max Value Max Case	-67296.23 COMB1 11822661.76 COMB7	-6286.99 COMB1 1796.99 COMB7	-1184623.42 COMB9 1038499.74 COMB7	-29669017 COMB5 22164939 COMB7	154225408 COMB2 294292422 COMB1	-302412571 COMB1 -151387873 COMB9
Bottom	Min Value Min Case Max Value Max Case	7198262.48 COMB3 1961974.28 COMB1	-3386.99 COMB1 3896.99 COMB7	-1184623.42 COMB9 1038499.74 COMB7	-38269517 COMB5 22164939 COMB7	138599212 COMB2 265419822 COMB1	-308755479 COMB1 -181971909 COMB9
Top	Min Value Min Case Max Value Max Case	8029912.43 COMB3 19447998.22 COMB1	-3626.72 COMB1 3826.72 COMB7	-1241631.32 COMB5 1107907.76 COMB7	-39134660 COMB5 23695074 COMB7	352540222 COMB2 288465824 COMB1	-342074539 COMB1 -178671037 COMB9
Bottom	Min Value Min Case Max Value Max Case	8248798.37 COMB3 3867972.47 COMB1	-3626.72 COMB1 3826.72 COMB7	-1241631.32 COMB5 1107907.76 COMB7	-39134660 COMB5 23695074 COMB7	158858446 COMB2 294615036 COMB1	-348216479 COMB1 -183040247 COMB9
Top	Min Value Min Case Max Value Max Case	8881429.22 COMB3 1142972.27 COMB1	-3668.06 COMB1 3668.06 COMB7	-1251623.87 COMB5 1143942.51 COMB7	-31702748 COMB5 21293597 COMB7	170809466 COMB2 322665247 COMB1	-3382355540 COMB1 -109632474 COMB9
Bottom	Min Value Min Case Max Value Max Case	9217388.47 COMB3 17497471.65 COMB1	-3668.06 COMB1 3668.06 COMB7	-1251623.87 COMB5 1143942.51 COMB7	-31702748 COMB5 21293597 COMB7	176178285 COMB2 320601448 COMB1	-338671427 COMB1 -104124632 COMB9
Top	Min Value Min Case Max Value Max Case	9943445.42 COMB3 14989938.25 COMB1	-4074.41 COMB1 4074.41 COMB7	-1256125.86 COMB5 1256125.86 COMB7	-32970181 COMB5 26861481 COMB7	188179306 COMB2 356841460 COMB1	-422996478 COMB1 -226058660 COMB9
Bottom	Min Value Min Case Max Value Max Case	10353631.87 COMB3 19007861.62 COMB1	-4074.41 COMB1 4074.41 COMB7	-1256125.86 COMB5 1256125.86 COMB7	-32970181 COMB5 26861481 COMB7	198531733 COMB2 362907861 COMB1	-430259183 COMB1 -223201033 COMB9
Top	Min Value Min Case Max Value Max Case	10988201.88 COMB3 20799785.24 COMB1	-4241.74 COMB1 4141.74 COMB7	-1338727.42 COMB5 1328842.26 COMB7	-33440259 COMB5 29365376 COMB7	207471761 COMB2 391020077 COMB1	-468457744 COMB1 -241088263 COMB9
Bottom	Min Value Min Case Max Value Max Case	11395429.37 COMB3 31179737.32 COMB1	-4241.74 COMB1 4141.74 COMB7	-1338727.42 COMB5 1328842.26 COMB7	-33440259 COMB5 29365376 COMB7	219931209 COMB2 397174274 COMB1	-470598620 COMB1 -146277439 COMB9
Top	Min Value Min Case Max Value Max Case	12027288.42 COMB3 27997889.29 COMB1	-4384.48 COMB1 4384.48 COMB7	-1432241.45 COMB5 1401659.01 COMB7	-34823208 COMB5 30170450 COMB7	229130527 COMB2 431759929 COMB1	-515878484 COMB1 -268666261 COMB9
Bottom	Min Value Min Case Max Value Max Case	12429885.33 COMB3 29239719.96 COMB1	-4384.48 COMB1 4384.48 COMB7	-1432241.45 COMB5 1401659.01 COMB7	-34823208 COMB5 30170450 COMB7	254139231 COMB2 439163370 COMB1	-525292459 COMB1 -274715038 COMB9
Top	Min Value Min Case Max Value Max Case	13028879.75 COMB3 1627499.76 COMB1	-4461.84 COMB1 4461.84 COMB7	-1451925.64 COMB5 1451925.64 COMB7	-35246332 COMB5 31445298 COMB7	261965038 COMB2 476472216 COMB1	-571932283 COMB1 -137893681 COMB9
Bottom	Min Value Min Case Max Value Max Case	13529919.42 COMB3 1887877.33 COMB1	-4461.84 COMB1 4461.84 COMB7	-1451925.64 COMB5 1451925.64 COMB7	-35246332 COMB5 31445298 COMB7	285632763 COMB2 482491677 COMB1	-589714090 COMB1 -303383571 COMB9





STORY5	(Stories reported at X = 22.2427, Y = 18.8000, Z = 17.0000)					
	0.00	14700.17	0.00	0.000	0.000	107807.927
STORY6	(Stories reported at X = 22.2427, Y = 18.8000, Z = 18.0000)					
	0.00	17084.28	0.00	0.000	0.000	140747.076
STORY7	(Stories reported at X = 22.2427, Y = 18.8000, Z = 19.0000)					
	0.00	22413.78	0.00	0.000	0.000	123688.424
STORY8	(Stories reported at X = 22.2427, Y = 18.8000, Z = 20.0000)					
	0.00	33851.00	0.00	0.000	0.000	108628.373
STORY9	(Stories reported at X = 22.2427, Y = 18.8000, Z = 21.0000)					
	0.00	41235.87	0.00	0.000	0.000	89548.311
STORY10	(Stories reported at X = 22.2427, Y = 18.8000, Z = 17.0000)					
	0.00	38819.22	0.00	0.000	0.000	72598.069
STORY11	(Stories reported at X = 22.2427, Y = 18.8000, Z = 19.0000)					
	0.00	28707.88	0.00	0.000	0.000	55445.813
STORY12	(Stories reported at X = 24.3689, Y = 18.8000, Z = 0.0000)					
	0.00	78468.34	0.00	0.000	0.000	46404.185
STORY13	(Stories reported at X = 24.3689, Y = 18.8000, Z = 1.0000)					
	0.00	12703.97	0.00	0.000	0.000	27051.119

Penulangan Lentur Sebelum komposit :

Lantai	Tipe Balok	Pelat	$q_{D0}$	$P_{u0}$	$q_{L}$	$P_{u1}$ (kg)	$M_u$ (kgm)	$b$	$d$	$D$ tul	$M_u$	$\rho$	$\rho$ perlu	$A_s = \rho \cdot b \cdot d$ (mm <sup>2</sup> )	$A_s$ torsi (mm <sup>2</sup> )	Tul tarik (lapangan)
			(kg/m)	(kg)	(kg/m)	(kg)	(kgm)	(mm)	(mm)	(mm)	(b.d.f.c)					
14	0.45/0.57-7.2m	3.6 x	1648.08	9072	306	2203.2	32967.80	450	514	32	0.095	0.1285	0.010134	2344.025457	340.9474	4 D 32
	0.45/0.57-5.4m	5.4 m	2201.36	0	521.34	0	17843.09	450	514	32	0.051	0.066	0.005205	1203.935254	415.0169	3 D 32
13	0.45/0.57-7.2m	3.6 x	1648.08	9072	765	5508	41880.76	450	514	32	0.121	0.168	0.013249	3064.562465	415.0169	5 D 32
	0.45/0.57-5.4m	5.4 m	2201.36	0	1303.3	0	22710.39	450	514	32	0.065	0.0855	0.006743	1559.643397	415.0169	3 D 32
12	0.45/0.57-7.2m	3.6 x	1648.08	9072	765	5508	41880.76	450	514	32	0.121	0.168	0.013249	3064.562465	415.0169	5 D 32
	0.45/0.57-5.4m	5.4 m	2201.36	0	1303.3	0	22710.39	450	514	32	0.065	0.0855	0.006743	1559.643397	415.0169	3 D 32
11	0.45/0.57-7.2m	3.6 x	1648.08	9072	765	5508	41880.76	450	514	32	0.121	0.168	0.013249	3064.562465	415.0169	5 D 32
	0.45/0.57-5.4m	5.4 m	2201.36	0	1303.3	0	22710.39	450	514	32	0.065	0.0855	0.006743	1559.643397	415.0169	3 D 32
10	0.45/0.57-7.2m	3.6 x	1648.08	9072	765	5508	41880.76	450	514	32	0.121	0.168	0.013249	3064.562465	415.0169	5 D 32
	0.45/0.57-5.4m	5.4 m	2201.36	0	1303.3	0	22710.39	450	514	32	0.065	0.0855	0.006743	1559.643397	415.0169	3 D 32
9	0.55/0.72-7.2m	3.6 x	2116.80	9072	765	5508	44918.06	550	664	32	0.063	0.083	0.006546	2390.520238	410.3682	4 D 32
	0.45/0.57-5.4m	5.4 m	2201.36	0	1303.3	0	22710.39	450	514	32	0.065	0.0855	0.006743	1559.643397	415.0169	3 D 32
8	0.55/0.72-7.2m	3.6 x	2116.80	9072	765	5508	44918.06	550	664	32	0.063	0.083	0.006546	2390.520238	410.3682	4 D 32
	0.45/0.57-5.4m	5.4 m	2201.36	0	1303.3	0	22710.39	450	514	32	0.065	0.0855	0.006743	1559.643397	415.0169	3 D 32
7	0.55/0.72-7.2m	3.6 x	2116.80	9072	765	5508	44918.06	550	664	32	0.063	0.083	0.006546	2390.520238	410.3682	4 D 32
	0.45/0.57-5.4m	5.4 m	2201.36	0	1303.3	0	22710.39	450	514	32	0.065	0.0855	0.006743	1559.643397	415.0169	3 D 32
6	0.55/0.72-7.2m	3.6 x	2116.80	9072	765	5508	44918.06	550	664	32	0.063	0.083	0.006546	2390.520238	410.3682	4 D 32
	0.45/0.57-5.4m	5.4 m	2201.36	0	1303.3	0	22710.39	450	514	32	0.065	0.0855	0.006743	1559.643397	415.0169	3 D 32
5	0.55/0.72-7.2m	3.6 x	2116.80	9072	765	5508	44918.06	550	664	32	0.063	0.083	0.006546	2390.520238	410.3682	4 D 32
	0.45/0.57-5.4m	5.4 m	2201.36	0	1303.3	0	22710.39	450	514	32	0.065	0.0855	0.006743	1559.643397	415.0169	3 D 32
4	0.55/0.72-7.2m	3.6 x	2116.80	9072	765	5508	44918.06	550	664	32	0.063	0.083	0.006546	2390.520238	410.3682	4 D 32
	0.45/0.57-5.4m	5.4 m	2201.36	0	1303.3	0	22710.39	450	514	32	0.065	0.0855	0.006743	1559.643397	415.0169	3 D 32
3	0.55/0.72-7.2m	3.6 x	2116.80	9072	765	5508	44918.06	550	664	32	0.063	0.083	0.006546	2390.520238	410.3682	4 D 32
	0.45/0.57-5.4m	5.4 m	2201.36	0	1303.3	0	22710.39	450	514	32	0.065	0.0855	0.006743	1559.643397	415.0169	3 D 32
2	0.55/0.72-7.2m	3.6 x	2116.80	9072	765	5508	44918.06	550	664	32	0.063	0.083	0.006546	2390.520238	410.3682	4 D 32
	0.45/0.57-5.4m	5.4 m	2201.36	0	1303.3	0	22710.39	450	514	32	0.065	0.0855	0.006743	1559.643397	415.0169	3 D 32
	0.55/0.72-8.0m	4.0 x	2204.16	9875.7	850	6290	48889.24	550	664	32	0.069	0.091	0.007177	2620.931827	499.1869	4 D 32
1	0.45/0.57-5.4m	5.4 m	2289.48	0	1389.1	0	23837.00	450	514	32	0.069	0.091	0.007177	1659.971335	415.0169	3 D 32
	0.55/0.72-7.2m	3.6 x	2116.80	9072	765	5508	44918.06	550	664	32	0.063	0.083	0.006546	2390.520238	410.3682	4 D 32
	0.45/0.57-5.4m	5.4 m	2201.36	0	1303.3	0	22710.39	450	514	32	0.065	0.0855	0.006743	1559.643397	415.0169	3 D 32
	0.55/0.72-8.0m	4.0 x	2204.16	9875.7	850	6290	48889.24	550	664	32	0.069	0.091	0.007177	2620.931827	499.1869	4 D 32
1	0.45/0.57-5.4m	5.4 m	2289.48	0	1389.1	0	23837.00	450	514	32	0.069	0.091	0.007177	1659.971335	415.0169	3 D 32



mulangan Geser dan Torsi Balok Induk Sebelum Komposit

Tipe Balok	Pelat	x (mm)	y (mm)	Tu (Nmm)	Vu (N)	Tu max (Nmm)	Cl	Tc (Nmm)	αt	At / S	Vc (N)	Av / S	Avt / S	bw / (3fy)	D tul	Avt	S	Smax	S <sub>perso</sub> (mm)	A1f	A12	A1 max	A1 pakai	A1 pa	tulpa
0.45/0.57-7.2m	3.6 x	450	570	57025295	26723	8705261	0.00207	3883935	1211	0.86	84853	0.644	2.37	0.405	13	265	111.98	158	100	1563.8	156.5	1660.07	1663.79	340.96	20.16
0.45/0.57-5.4m	5.4 m	450	570	21778040	48391	8705261	0.00207	3883935	1211	0.03	84853	0.021	0.08	0.405	10	157	387.46	158	175	145.3	1535.0	1660.07	1660.07	415.02	20.16
0.45/0.57-7.2m	3.6 x	450	570	78968896	59771	8705261	0.00207	3883935	1211	124	84853	0.925	3.4	0.405	16	402	118.0	158	175	144.6	1535.8	1660.07	1660.07	415.02	20.16
0.45/0.57-5.4m	5.4 m	450	570	26526690	58948	8705261	0.00207	3883935	1211	0.09	84853	0.068	0.25	0.405	10	157	387.46	158	175	144.6	1535.8	1660.07	1660.07	415.02	20.16
0.45/0.57-7.2m	3.6 x	450	570	78968896	59771	8705261	0.00207	3883935	1211	124	84853	0.925	3.4	0.405	16	402	118.0	158	175	144.6	1535.8	1660.07	1660.07	415.02	20.16
0.45/0.57-5.4m	5.4 m	450	570	26526690	58948	8705261	0.00207	3883935	1211	0.09	84853	0.068	0.25	0.405	10	157	387.46	158	175	144.6	1535.8	1660.07	1660.07	415.02	20.16
0.45/0.57-7.2m	3.6 x	450	570	78968896	59771	8705261	0.00207	3883935	1211	124	84853	0.925	3.4	0.405	16	402	118.0	158	175	144.6	1535.8	1660.07	1660.07	415.02	20.16
0.45/0.57-5.4m	5.4 m	450	570	26526690	58948	8705261	0.00207	3883935	1211	0.09	84853	0.068	0.25	0.405	10	157	387.46	158	175	144.6	1535.8	1660.07	1660.07	415.02	20.16
0.45/0.57-7.2m	3.6 x	450	570	78968896	59771	8705261	0.00207	3883935	1211	124	84853	0.925	3.4	0.405	16	402	118.0	158	175	144.6	1535.8	1660.07	1660.07	415.02	20.16
0.45/0.57-5.4m	5.4 m	450	570	26526690	58948	8705261	0.00207	3883935	1211	0.09	84853	0.068	0.25	0.405	10	157	387.46	158	175	144.6	1535.8	1660.07	1660.07	415.02	20.16
0.55/0.72-7.2m	3.6 x	550	720	9754640	176645	35295698	0.00172	72224227	1200	0.79	83317	0.648	2.23	0.495	10	265	119.23	260	100	1541.5	1558.0	2684.12	1641.47	410.37	20.16
0.45/0.57-5.4m	5.4 m	450	570	26526690	58948	8705261	0.00207	3883935	1211	0.09	84853	0.068	0.25	0.405	10	157	387.46	158	175	144.6	1535.8	1660.07	1660.07	415.02	20.16
0.55/0.72-7.2m	3.6 x	550	720	9754640	176645	35295698	0.00172	72224227	1200	0.79	83317	0.648	2.23	0.495	10	265	119.23	260	100	1541.5	1558.0	2684.12	1641.47	410.37	20.16
0.45/0.57-5.4m	5.4 m	450	570	26526690	58948	8705261	0.00207	3883935	1211	0.09	84853	0.068	0.25	0.405	10	157	387.46	158	175	144.6	1535.8	1660.07	1660.07	415.02	20.16
0.55/0.72-7.2m	3.6 x	550	720	9754640	176645	35295698	0.00172	72224227	1200	0.79	83317	0.648	2.23	0.495	10	265	119.23	260	100	1541.5	1558.0	2684.12	1641.47	410.37	20.16
0.45/0.57-5.4m	5.4 m	450	570	26526690	58948	8705261	0.00207	3883935	1211	0.09	84853	0.068	0.25	0.405	10	157	387.46	158	175	144.6	1535.8	1660.07	1660.07	415.02	20.16
0.55/0.72-7.2m	3.6 x	550	720	9754640	176645	35295698	0.00172	72224227	1200	0.79	83317	0.648	2.23	0.495	10	265	119.23	260	100	1541.5	1558.0	2684.12	1641.47	410.37	20.16
0.45/0.57-5.4m	5.4 m	450	570	26526690	58948	8705261	0.00207	3883935	1211	0.09	84853	0.068	0.25	0.405	10	157	387.46	158	175	144.6	1535.8	1660.07	1660.07	415.02	20.16
0.55/0.72-7.2m	3.6 x	550	720	9754640	176645	35295698	0.00172	72224227	1200	0.79	83317	0.648	2.23	0.495	10	265	119.23	260	100	1541.5	1558.0	2684.12	1641.47	410.37	20.16
0.45/0.57-5.4m	5.4 m	450	570	26526690	58948	8705261	0.00207	3883935	1211	0.09	84853	0.068	0.25	0.405	10	157	387.46	158	175	144.6	1535.8	1660.07	1660.07	415.02	20.16
0.55/0.72-7.2m	3.6 x	550	720	9754640	176645	35295698	0.00172	72224227	1200	0.79	83317	0.648	2.23	0.495	10	265	119.23	260	100	1541.5	1558.0	2684.12	1641.47	410.37	20.16
0.45/0.57-5.4m	5.4 m	450	570	26526690	58948	8705261	0.00207	3883935	1211	0.09	84853	0.068	0.25	0.405	10	157	387.46	158	175	144.6	1535.8	1660.07	1660.07	415.02	20.16
0.55/0.72-8.0m	4.0 x	550	720	108803288	197824	35295698	0.00172	72224227	1200	0.96	83317	0.789	2.71	0.495	16	402	118.47	260	125	1196.7	1202.7	2684.12	1196.75	499.19	20.16
0.45/0.57-5.4m	5.4 m	450	570	27582874	61295	8705261	0.00207	3883935	1211	0.12	84853	0.088	0.32	0.405	10	157	387.46	158	175	144.6	1535.8	1660.07	1660.07	415.02	20.16
0.55/0.72-7.2m	3.6 x	550	720	9754640	176645	35295698	0.00172	72224227	1200	0.79	83317	0.648	2.23	0.495	10	265	119.23	260	100	1541.5	1558.0	2684.12	1641.47	410.37	20.16
0.45/0.57-5.4m	5.4 m	450	570	26526690	58948	8705261	0.00207	3883935	1211	0.09	84853	0.068	0.25	0.405	10	157	387.46	158	175	144.6	1535.8	1660.07	1660.07	415.02	20.16
0.55/0.72-8.0m	4.0 x	550	720	108803288	197824	35295698	0.00172	72224227	1200	0.96	83317	0.789	2.71	0.495	16	402	118.47	260	125	1196.7	1202.7	2684.12	1196.75	499.19	20.16
0.45/0.57-5.4m	5.4 m	450	570	27582874	61295	8705261	0.00207	3883935	1211	0.12	84853	0.088	0.32	0.405	10	157	387.46	158	175	144.6	1535.8	1660.07	1660.07	415.02	20.16



## Penulangan Lentur Sesudah Komposit

Floor	Tipe Balok	Pelat	b (mm)	d (mm)	D tul	Mu <sub>lap</sub> (kgm)	Mu lap (b d <sup>2</sup> f <sub>c</sub> )	m lap	ρ perlu lap	As = ρ b d (mm <sup>2</sup> ) lap	As'=0.5As (mm <sup>2</sup> ) lap	Tul tarik lap	Tul tekan lap	Mu <sub>tump</sub> (kgm)	Mu tump (b d <sup>2</sup> f <sub>c</sub> )	m tump	ρ perlu tump	As = ρ b d (mm <sup>2</sup> ) tump	As'=0.5As (mm <sup>2</sup> ) tump	Tul tarik tump	Tul tekan tump
14	0.45/0.70-7.2m	3.6 x	450	644	32	22454.75	0.041	0.054	0.0043	1234.17	617.09	2 D 32	2 D 25	47189.06	0.09	0.124	0.0098	2834.02	1417.01	4 D 32	3 D 25
	0.45/0.70-5.4m	5.4 m	450	644	32	4325.91	0.008	0.010	0.0038	1101.24	550.62	2 D 32	2 D 25	17514.16	0.03	0.039	0.0039	1101.24	550.62	2 D 32	2 D 25
13	0.45/0.70-7.2m	3.6 x	450	644	32	25393.98	0.047	0.063	0.0050	1439.87	719.93	2 D 32	2 D 25	63272.27	0.12	0.165	0.0130	3771.08	1885.54	5 D 32	4 D 25
	0.45/0.70-5.4m	5.4 m	450	644	32	4871.01	0.009	0.011	0.0038	1101.24	550.62	2 D 32	2 D 25	21355.97	0.04	0.053	0.0042	1211.32	605.66	2 D 32	2 D 25
12	0.45/0.70-7.2m	3.6 x	450	644	32	25745.86	0.047	0.063	0.0050	1439.87	719.93	2 D 32	2 D 25	73926.93	0.14	0.193	0.0152	4411.02	2205.51	6 D 32	5 D 25
	0.45/0.70-5.4m	5.4 m	450	644	32	4936.85	0.009	0.011	0.0038	1101.24	550.62	2 D 32	2 D 25	21036.46	0.04	0.053	0.0042	1211.32	605.66	2 D 32	2 D 25
11	0.45/0.70-7.2m	3.6 x	450	644	32	25888.18	0.048	0.064	0.0050	1462.72	731.36	2 D 32	2 D 25	82781.72	0.15	0.207	0.0163	4730.99	2385.50	6 D 32	5 D 25
	0.45/0.70-5.4m	5.4 m	450	644	32	4916.74	0.009	0.011	0.0038	1101.24	550.62	2 D 32	2 D 25	21195.78	0.04	0.053	0.0042	1211.32	605.66	2 D 32	2 D 25
10	0.45/0.70-7.2m	3.6 x	450	644	32	25750.67	0.047	0.063	0.0050	1439.87	719.93	2 D 32	2 D 25	85398.32	0.16	0.220	0.0174	5028.11	2514.05	7 D 32	6 D 25
	0.45/0.70-5.4m	5.4 m	450	644	32	4910.04	0.009	0.011	0.0038	1101.24	550.62	2 D 32	2 D 25	21058.72	0.04	0.053	0.0042	1211.32	605.66	2 D 32	2 D 25
9	0.55/0.85-7.2m	3.6 x	550	794	32	29775.93	0.029	0.055	0.0043	1894.22	947.11	3 D 32	2 D 25	131520.18	0.13	0.179	0.0141	6164.81	3082.41	8 D 32	7 D 25
	0.45/0.70-5.4m	5.4 m	450	644	32	5274.06	0.010	0.019	0.0038	1101.24	550.62	2 D 32	2 D 25	20775.03	0.04	0.053	0.0042	1211.32	605.66	2 D 32	2 D 25
8	0.55/0.85-7.2m	3.6 x	550	794	32	29393.39	0.029	0.055	0.0043	1894.22	947.11	3 D 32	2 D 25	131210.08	0.13	0.179	0.0141	6164.81	3082.41	8 D 32	7 D 25
	0.45/0.70-5.4m	5.4 m	450	644	32	5145.61	0.009	0.019	0.0038	1101.24	550.62	2 D 32	2 D 25	20228.52	0.04	0.053	0.0042	1211.32	605.66	2 D 32	2 D 25
7	0.55/0.85-7.2m	3.6 x	550	794	32	29665.08	0.029	0.055	0.0043	1894.22	947.11	3 D 32	2 D 25	136873.90	0.14	0.193	0.0152	6646.98	3323.49	9 D 32	7 D 25
	0.45/0.70-5.4m	5.4 m	450	644	32	5119.14	0.009	0.019	0.0038	1101.24	550.62	2 D 32	2 D 25	19442.02	0.04	0.053	0.0042	1211.32	605.66	2 D 32	2 D 25
6	0.55/0.85-7.2m	3.6 x	550	794	32	29816.62	0.029	0.055	0.0043	1894.22	947.11	3 D 32	2 D 25	142944.50	0.14	0.193	0.0152	6646.98	3323.49	9 D 32	7 D 25
	0.45/0.70-5.4m	5.4 m	450	644	32	5066.80	0.009	0.019	0.0038	1101.24	550.62	2 D 32	2 D 25	18465.11	0.03	0.039	0.0038	1101.24	550.62	2 D 32	2 D 25
5	0.55/0.85-7.2m	3.6 x	550	794	32	30007.89	0.030	0.055	0.0043	1894.22	947.11	3 D 32	2 D 25	147923.16	0.15	0.206	0.0162	7094.70	3547.35	9 D 32	8 D 25
	0.45/0.70-5.4m	5.4 m	450	644	32	5009.22	0.009	0.018	0.0038	1101.24	550.62	2 D 32	2 D 25	17297.02	0.03	0.039	0.0038	1101.24	550.62	2 D 32	2 D 25
4	0.55/0.85-7.2m	3.6 x	550	794	32	29871.31	0.030	0.055	0.0043	1894.22	947.11	3 D 32	2 D 25	150296.66	0.15	0.206	0.0162	7094.70	3547.35	9 D 32	8 D 25
	0.45/0.70-5.4m	5.4 m	450	644	32	4941.87	0.009	0.018	0.0038	1101.24	550.62	2 D 32	2 D 25	16956.93	0.03	0.039	0.0038	1101.24	550.62	2 D 32	2 D 25
3	0.55/0.85-7.2m	3.6 x	550	794	32	30874.01	0.031	0.059	0.0047	2031.98	1015.99	3 D 32	3 D 25	147174.33	0.15	0.206	0.0162	7094.70	3547.35	9 D 32	8 D 25
	0.45/0.70-5.4m	5.4 m	450	644	32	4863.49	0.009	0.018	0.0038	1101.24	550.62	2 D 32	2 D 25	16250.23	0.03	0.039	0.0038	1101.24	550.62	2 D 32	2 D 25
2	0.55/0.85-7.2m	3.6 x	550	794	32	29350.44	0.029	0.054	0.0043	1859.78	929.89	3 D 32	2 D 25	133205.99	0.13	0.179	0.0141	6164.81	3082.41	8 D 32	7 D 25
	0.45/0.70-5.4m	5.4 m	450	644	32	5092.92	0.009	0.019	0.0038	1101.24	550.62	2 D 32	2 D 25	18786.72	0.03	0.039	0.0038	1101.24	550.62	2 D 32	2 D 25
1	0.55/0.85-8.0m	4.0 x	550	794	32	35785.91	0.035	0.069	0.0054	2376.38	1188.19	3 D 32	3 D 25	117397.08	0.12	0.165	0.0130	5682.65	2841.32	8 D 32	6 D 25
	0.45/0.70-5.4m	5.4 m	450	644	32	5092.92	0.009	0.019	0.0038	1101.24	550.62	2 D 32	2 D 25	18786.72	0.03	0.039	0.0038	1101.24	550.62	2 D 32	2 D 25
1	0.55/0.85-7.2m	3.6 x	550	794	32	30131.08	0.030	0.057	0.0045	1963.10	981.55	3 D 32	2 D 25	119640.70	0.12	0.165	0.0130	5682.65	2841.32	8 D 32	6 D 25
	0.45/0.70-5.4m	5.4 m	450	644	32	5174.36	0.010	0.019	0.0038	1101.24	550.62	2 D 32	2 D 25	20088.24	0.04	0.053	0.0042	1211.32	605.66	2 D 32	2 D 25
1	0.55/0.85-8.0m	4.0 x	550	794	32	35012.71	0.035	0.066	0.0052	2273.06	1136.53	3 D 32	3 D 25	120391.88	0.12	0.165	0.0130	5682.65	2841.32	8 D 32	6 D 25
	0.45/0.70-5.4m	5.4 m	450	644	32	5174.36	0.010	0.019	0.0038	1101.24	550.62	2 D 32	2 D 25	20088.24	0.04	0.053	0.0042	1211.32	605.66	2 D 32	2 D 25





angan Lentur Sesudah Komposit setelah dilakukan redistribusi momen

Tipe Balok	Pelat	b (mm)	d (mm)	D tul	Mu <sub>lap</sub> (kgm)	Mu <sub>lap</sub> (b.d <sup>2</sup> .f'c)	ρ <sub>lap</sub>	ρ <sub>perlu lap</sub>	As = ρ . b . d (mm <sup>2</sup> ) <sub>lap</sub>	As'=0.5As (mm <sup>2</sup> ) <sub>lap</sub>	Tul tarik lap	Tul tekan lap	Mu <sub>tump</sub> (kgm)	Mu <sub>tump</sub> (b.d <sup>2</sup> .f'c)	ρ <sub>tump</sub>	ρ <sub>perlu tump</sub>	As = ρ . b . d (mm <sup>2</sup> ) <sub>tump</sub>	As'=0.5As (mm <sup>2</sup> ) <sub>tump</sub>	Tul tarik tump	Tul tekan tump
45/0.70-7.2m	3.6 x	450	644	32	22454.75	0.041	0.054	0.0043	1234.17	617.09	2 D 32	2 D 25	68318.654	0.1254	0.1725	0.0136	3942.49	1971.25	5 D 32	3 D 32
45/0.70-5.4m	5.4 m	450	644	32	4325.91	0.008	0.010	0.0038	1101.24	550.62	2 D 32	2 D 25	17514.16	0.0322	0.039	0.0038	1101.24	550.62	2 D 32	2 D 25
55/0.85-7.2m	3.6 x	550	794	32	29775.93	0.029	0.055	0.0043	1894.22	947.11	3 D 32	2 D 25	120237.33	0.1188	0.1630	0.0129	5613.77	2806.88	7 D 32	4 D 32
45/0.70-5.4m	5.4 m	450	644	32	5274.08	0.010	0.019	0.0038	1101.24	550.62	2 D 32	2 D 25	20775.03	0.0381	0.053	0.0042	1211.32	605.66	2 D 32	2 D 25
55/0.85-7.2m	3.6 x	550	794	32	29350.44	0.029	0.054	0.0043	1869.78	929.89	3 D 32	2 D 25	120237.33	0.1188	0.1630	0.0129	5613.77	2806.88	7 D 32	4 D 32
45/0.70-5.4m	5.4 m	450	644	32	5092.92	0.009	0.019	0.0038	1101.24	550.62	2 D 32	2 D 25	18786.72	0.0345	0.039	0.0038	1101.24	550.62	2 D 32	2 D 25
55/0.85-8.0m	4.0 x	550	794	32	35785.91	0.035	0.069	0.0054	2376.38	1188.19	3 D 32	3 D 25	120237.33	0.1188	0.1630	0.0129	5613.77	2806.88	7 D 32	4 D 32
45/0.70-5.4m	5.4 m	450	644	32	5092.92	0.009	0.019	0.0038	1101.24	550.62	2 D 32	2 D 25	18786.72	0.0345	0.039	0.0038	1101.24	550.62	2 D 32	2 D 25



```
0000000 00000 00000 00000 00000 00  
00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00  
00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00  
00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00  
00 00 00 0000000 00 00 00 00  
0000000 00 00 00 00 00 00 00 00  
00 00 00 00 00 00 00 00 00 00  
00 00000 00 00 00000 00000 00000 (TM)
```

-----  
Computer program for the Strength Design of Reinforced Concrete Sections  
-----

Licensee stated above acknowledges that Portland Cement Association (PCA) is not and cannot be responsible for either the accuracy or adequacy of the material supplied as input for processing by the

PCACOL(tm) computer program. Furthermore, PCA neither makes any warranty expressed nor implied with respect to the correctness of the output prepared by the PCACOL(tm) program. Although PCA has endeavored to produce PCACOL(tm) error free, the program is not and can't be certified infallible. The final and only responsibility for analysis, design and engineering documents is the licensees. Accordingly, PCA disclaims all responsibility in contract, negligence or other tort for any analysis, design or engineering documents prepared in connection with the use of the PCACOL(tm) program.

General Information:

File Name: D:\ALI\SD-1\TUSASA-1\KOLC02.COL  
 Project: Tugas Akhir  
 Column: kolom 4m  
 Code: ACI 318-95  
 Engineer: M. Ali  
 Units: Metric  
 Run Option: Design  
 Run Axis: Biaxial  
 Slenderness: Not considered  
 Column Type: Structural

Material Properties:

$f'_c = 25.18$  MPa  
 $E_c = 25368.7$  MPa  
 $f_c = 24.803$  MPa  
 Ultimate strain = 0.003 mm/mm  
 $\beta_{total} = 0.838397$   
 $f_y = 370$  MPa  
 $E_s = 200000$  MPa  
 Rupture strain = Infinity

Section:

Rectangular: Width = 900 mm  
 Depth = 900 mm  
 Gross section area,  $A_g = 810000$  mm<sup>2</sup>  
 $I_x = 5.4675e+010$  mm<sup>4</sup>  
 $X_o = 0$  mm  
 $I_y = 5.4675e+010$  mm<sup>4</sup>  
 $Y_o = 0$  mm

Reinforcement:

Rebar Database: ASTM A615

Size	Diam (mm)	Area (mm <sup>2</sup> )	Size	Diam (mm)	Area (mm <sup>2</sup> )	Size	Diam (mm)	Area (mm <sup>2</sup> )
# 3	10	71	# 4	13	129	# 5	16	200
# 6	19	284	# 7	22	387	# 8	25	510
# 9	29	645	# 10	32	819	# 11	36	1006
# 14	43	1452	# 18	57	2581			

Confinement: Tied; #4 ties with #10 bars, #5 with larger bars.  
 $\phi_1(a) = 0.8$ ,  $\phi_1(b) = 0.9$ ,  $\phi_1(c) = 0.7$

Layout: Rectangular  
 Pattern: All Sides Equal (Cover to longitudinal reinforcement)  
 Total steel area,  $A_s = 24581$  mm<sup>2</sup> at 3.03%  
 30 #10 Cover = 50 mm

Factored Loads and Moments with Corresponding Capacities: (see user's manual for notation)

No.	$P_u$ kN	$M_{ux}$ kN-m	$M_{uy}$ kN-m	$P_{u,c}$ kN-m	$M_{u,c}$ kN-m	$M_u/M_u$
1	-4047.4	35.3	1521.1	36.5	1632.2	1.073

\*\*\* Program completed as requested! \*\*\*





General Information:

File Name: D:\ALI\SD-1\TUGASA-1\DATA-2\KOLOM\KOLOM3.COL  
 Project: Tugas Akhir  
 Column: kolom 4m  
 Code: ACI 318-95  
 Engineer: M. Ali  
 Units: Metric  
 Run Option: Design  
 Run Axis: Biaxial  
 Slenderness: Not considered  
 Column Type: Structural

Material Properties:

$f'_c$  = 29.18 MPa  
 $E_c$  = 25388.7 MPa  
 $f_c$  = 24.803 MPa  
 Ultimate strain = 0.003 mm/mm  
 $\beta_{tal}$  = 0.838397  
 $f_y$  = 370 MPa  
 $E_s$  = 200000 MPa  
 Rupture strain = Infinity

Section:

Rectangular: Width = 900 mm      Depth = 900 mm  
 Gross section area,  $A_g$  = 810000 mm<sup>2</sup>  
 $I_x$  = 5.4675e+010 mm<sup>4</sup>       $I_y$  = 5.4675e+010 mm<sup>4</sup>  
 $X_o$  = 0 mm       $Y_o$  = 0 mm

Reinforcement:

Rebar Database: ASTM A615

Size	Diam (mm)	Area (mm <sup>2</sup> )	Size	Diam (mm)	Area (mm <sup>2</sup> )	Size	Diam (mm)	Area (mm <sup>2</sup> )
# 3	10	71	# 4	13	129	# 5	16	200
# 6	19	284	# 7	22	387	# 8	25	510
# 9	29	645	# 10	32	819	# 11	36	1006
# 14	43	1452	# 18	57	2581			

Confinement: Tied; #4 ties with #10 bars, #5 with larger bars.  
 $\phi(a) = 0.8$ ,  $\phi(b) = 0.8$ ,  $\phi(c) = 0.7$

Layout: Rectangular

Pattern: All Sides Equal (Cover to longitudinal reinforcement)  
 Total steel area,  $A_s$  = 18026 mm<sup>2</sup> at 2.23%  
 22 #10    Cover = 50 mm

Factored Loads and Moments with Corresponding Capacities: (see user's manual for notation)

No.	$P_u$ kN	$M_{ux}$ kN-m	$M_{uy}$ kN-m	$M_{nx}$ kN-m	$M_{ny}$ kN-m	$M_n/P_n$
1	-2792.0	-209.7	-1122.1	-236.0	-1270.8	1.132

\*\*\* Program completed as requested! \*\*\*

o o o  
o  
o  
o  
o  
o  
o o o

mm

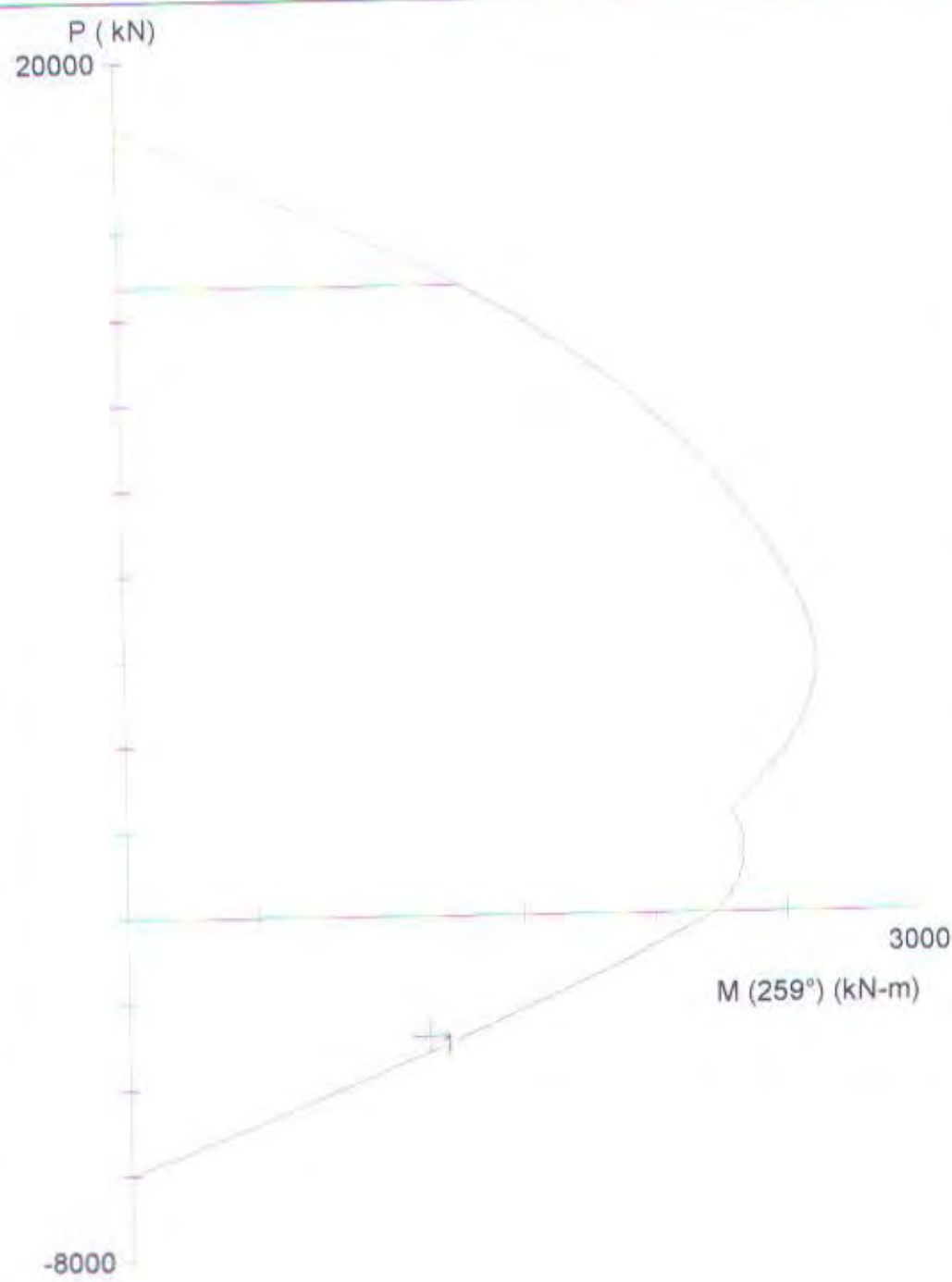
5

gn

t considered

structural

5



0 (PCA 1999) - Licensed to: sipil Surabaya, ST

-1\TUGASA-1\DATATA-2\KOLOM\KOLOM3.COL

Akhir

4m

a

Pa

Pa

m/mm

397

Engineer: M. Ali

$f_y = 370 \text{ MPa}$

$E_s = 200000 \text{ MPa}$

$e_{rup} = \text{Infinity}$

$A_g = 810000 \text{ mm}^2$

$A_s = 18026 \text{ mm}^2$

$X_o = 0 \text{ mm}$

$Y_o = 0 \text{ mm}$

Clear spacing = 121 mm

22 #10 bars

$Rho = 2.23\%$

$I_y = 5.47e+010 \text{ mm}^4$

$I_x = 5.47e+010 \text{ mm}^4$

Clear cover = 50 mm

# Series GPM-III Passenger Elevators

## Specifications

### Capacity and Speed

Size	Capacity		Rated speed (m/min)					Capacity persons limitation according to country standards		
	Number of persons *1	Rated load (kg)	120	150	180	210	240	Japan	EN 81	Malaysia/Singapore
O	10	750							○	
	11	750	S	S	-	-	-	○		○
O	13	855								○
	12	900	S	S	S	S	-	○		
O	13	900						○		
	15	1000						○		
O	15	1020	S	S	S	S	S			○
	14	1050							○	
O	17	1150						○		
	17	1155	S	S	S	S	S			○
O	16	1200							○	
	18	1350							○	
O	20	1350	S	S	S	S	S	○		
	20	1360								○
O	21	1600							○	
	24	1600	S	S	S	S	S	○		
O	24	1630								○

\*1 Number of persons is based on Japan, EN81, Malaysia and Singapore codes  
 \*2 standard specifications, - Not applicable  
 2-panel center opening doors (standard)

### Specifications

Specifications	120m/min	150m/min.	180m/min.	210m/min.	240m/min.
Maximum number of stops *2	48	48	48	48	48
Maximum travel(m)	150	150	150	150	150
Maximum floor height(mm)	2500	2500	2500	2500	2500

Please consult our local subcontractor for specifications outside these ranges.  
 Maximum number of stops: 64 stops for ZAI-2200 system.



## Control, Door and Operation Systems

Number of elevators	Control system	Door system	Operation system		
			Selective collective (standard)	A1-21 Group Control System (Optional)	ΣAI-2200 Group Control System (optional)
1	VVVF control and Data Network System with multiple microprocessor modules	VVVF control with microprocessor, 2-panel center opening <CO> (standard); 2-panel side opening <2S> (optional); 4-panel center opening <2CO> (optional)	A (1C-2BC)	-	-
2			-	A (2C-A1-21)	-
3			-	A (3C-A1-21)	A (3C-ΣAI-2200)
4			-	A (4C-A1-21)	A (4C-ΣAI-2200)
5			-	-	A (5C-ΣAI-2200)
6			-	-	A (6C-ΣAI-2200)
7			-	-	A (7C-ΣAI-2200)
8			-	-	A (8C-ΣAI-2200)

applicable, -: Not applicable

### Selective Collective (2BC)

This system consists of call buttons in the car, and a riser of up and down call buttons installed at elevator hall (single button at terminal floors), which connect electrically with microprocessors supervising floor selection and direction of travel. A car will respond to those hall calls that comply with its direction of service. When there are no more calls registered for the car's direction of travel, the car's service direction is reversed.

### AI Group Control System

Using an intelligent expert system and fuzzy logic, this system is designed for group control of 4 elevators (as described above). Practical information required for group control is stored in the system's memory as a "Knowledge Database." Drawing from this database, various traffic conditions are monitored and analyzed applying IF-THEN decision rules to maximize the efficiency of each elevator operation. The system performs the most appropriate car assignments required for group control with hall indicator.

### ΣAI-2200 Group Control System

This system employs "Dynamic Rule-set Optimizer" as well as the intelligent expert system and fuzzy logic. Using Neural Networks technology, this system is developed specially for 3 to 8 elevators group control. The system performs ideal rule-set selection, and thereby provides superb efficiency and smooth service.



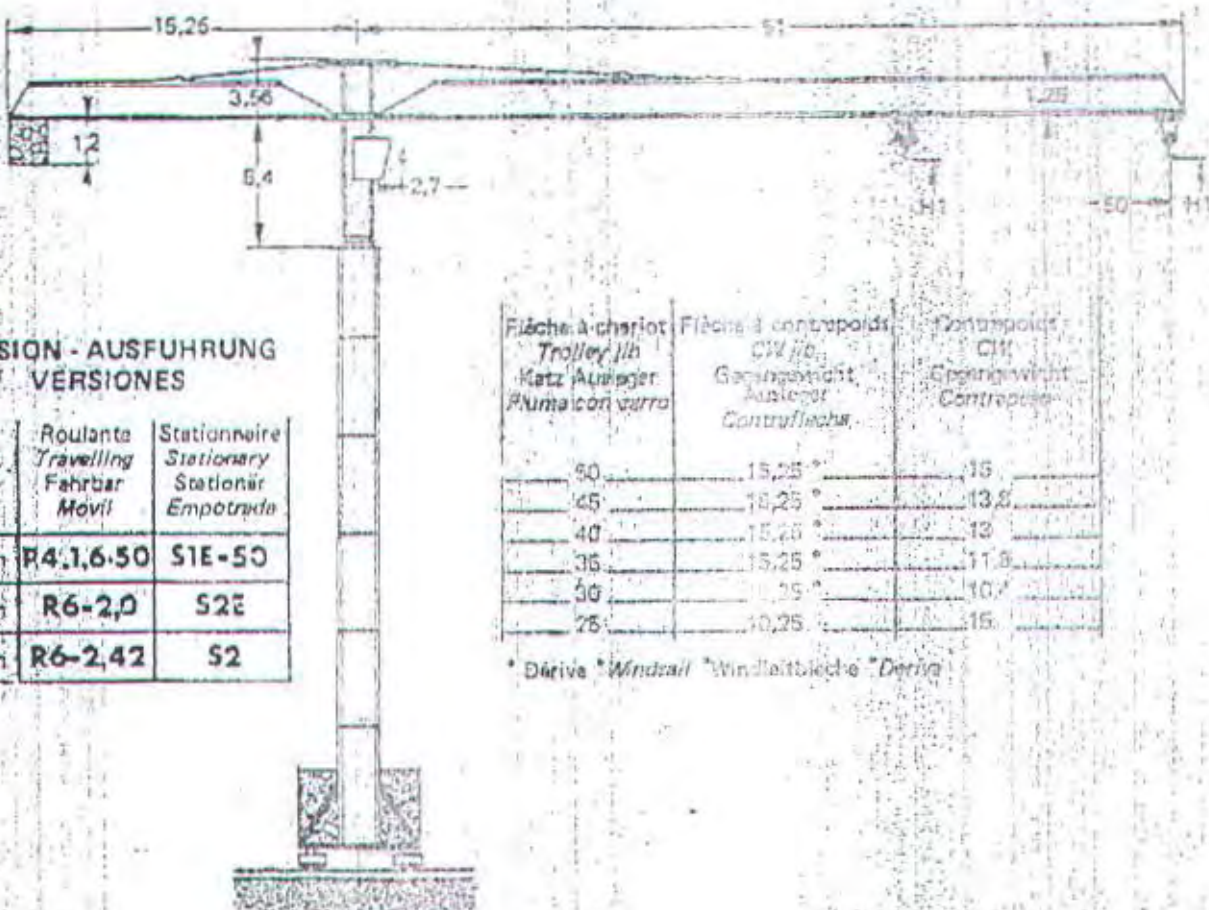








# GT 229B2



## VERSION - AUSFÜHRUNG VERSIONES

	Roulante Travelling Fahrbar Móvil	Stationnaire Stationär Empotrada
m	R4-1,6-50	S1E-50
m	R6-2,0	S2E
m	R6-2,42	S2

Fläche à chariot Trolley Jib Katz Ausleger Pluma con carro	Fläche à contrepoids CW Jib Gegengewicht Ausleger Contrapeso	Contrepoids CW Gegengewicht Contrapeso
50	15,25	15
45	15,25	13,8
40	15,25	13
35	15,25	11,8
30	10,25	10,7
25	10,25	15

\* Derive \* Windsail \* Windleitbleche \* Deriva

## FLECHA - JIB - AUSLEGER - FLECHA 50 m

4 t	V	4	3,75	3,55	3,25	3,2	3,05	2,9
8	7,85	7	6,35	5,8	5,3	4,8	4,5	4,2
10	7,7	6,5	5,2	4,7	4,2	3,8	3,5	3,2
12	7,5	6,2	5,0	4,5	4,0	3,6	3,3	3,0
15	7,2	5,8	4,7	4,2	3,8	3,4	3,1	2,8
20	6,5	5,1	4,1	3,7	3,3	3,0	2,7	2,4
25	5,8	4,4	3,4	3,0	2,7	2,4	2,1	1,8
30	5,1	3,7	2,8	2,4	2,1	1,8	1,5	1,2
35	4,4	3,0	2,2	1,8	1,5	1,2	0,9	0,6
40	3,7	2,3	1,6	1,2	0,9	0,6	0,3	0,0
45	3,0	1,6	1,0	0,7	0,4	0,1	0,0	0,0
50	2,3	0,9	0,4	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0

## FLECHA - JIB - AUSLEGER - FLECHA 45 m

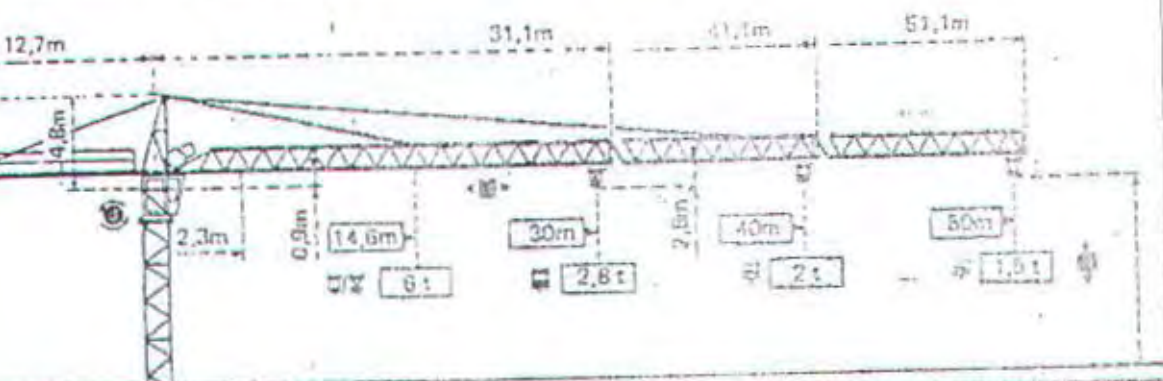
4 t	V	4	3,9	3,05	3,1
8	7,3	6,8	6	5,5	5,05
10	7,1	6,5	5,6	5,1	4,65
12	6,9	6,2	5,3	4,8	4,35
15	6,6	5,8	4,9	4,4	3,9
20	5,9	5,1	4,2	3,7	3,2
25	5,2	4,4	3,5	3,0	2,5
30	4,5	3,7	2,8	2,3	1,8
35	3,8	3,0	2,1	1,6	1,1
40	3,1	2,3	1,4	0,9	0,4
45	2,4	1,6	0,7	0,2	0,0

## FLECHA - JIB - AUSLEGER - FLECHA 40 - 35 - 30 - 25 m

4 t	V	4	4,1	3,25
8	7,8	7,05	6,7	6,4
10	7,6	6,8	6,4	6,0
12	7,4	6,6	6,1	5,7
15	7,1	6,3	5,8	5,4
20	6,4	5,6	5,1	4,7
25	5,7	4,9	4,4	4,0
30	5,0	4,2	3,7	3,3
35	4,3	3,5	3,0	2,6
40	3,6	2,8	2,3	1,9



Cotes Abmessungen Dimensions Dimensiones



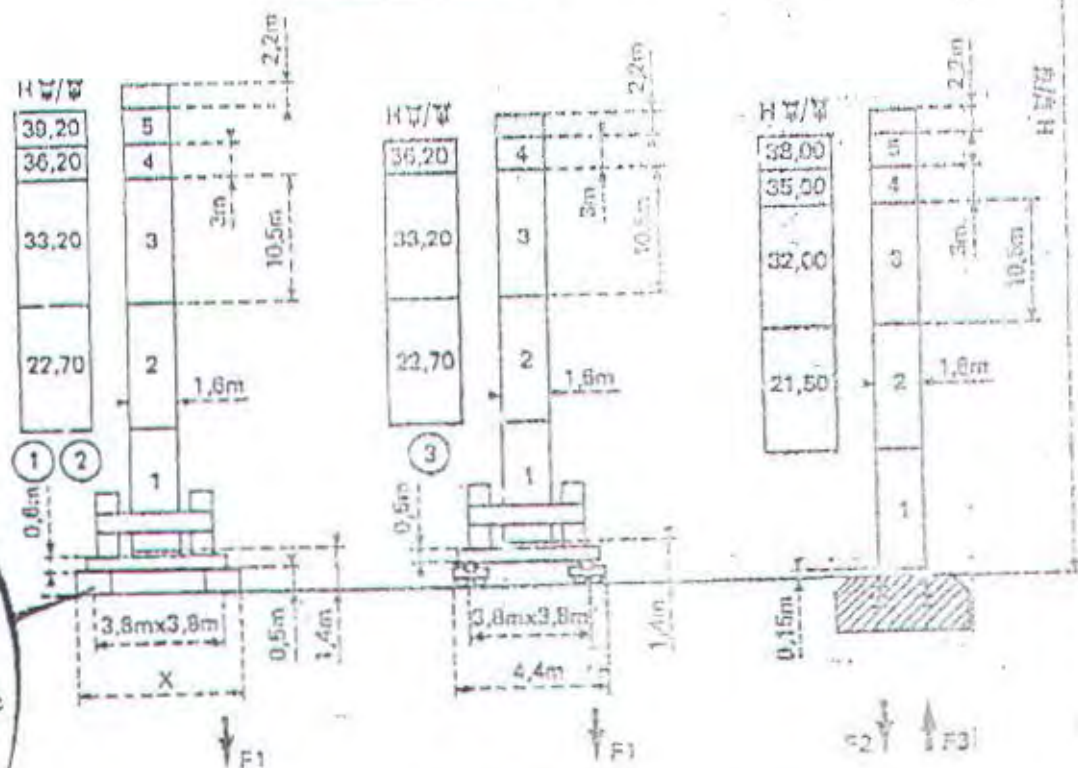
VStore Mast Mast Mástil  
 □ 1,6m x 1,6m

ZC 486

ZC 487

PA 486

H  $\frac{H}{W}$  + 0,7m



F = Reactions Eckkräfte Reacciones Resciones

F1	• 47t	• 54t
	23t	

F1	• 44t	• 44t
	27t	

F2	• 57t	• 60t
F3	• 37t	• 37t
	22t	

• In Betrieb • Ausser Betrieb • Ohne Last und Ballast mit Maximalausleger und Maximalhöhe.

• In service • Out of service • Without load and ballast with longest jib and maximum height.

• En servicio • Fuera de servicio • Sin cargas, sin lastre con flecha y altura máxima.







**LONGROVE & ASSOCIATES**  
Civil & Structural Consulting Engineers

Job No.

Date

Designed By

Sheet No.

4/4

Compression

$$\rho = \frac{1.4 \times 379.5 \times 10^3}{4 \times 737 \times (2 \times 15 \times 737) + 600} \quad (\text{N/mm}^2)$$

$$= 0.15 \text{ N/mm}^2 \quad \text{O.K.}$$

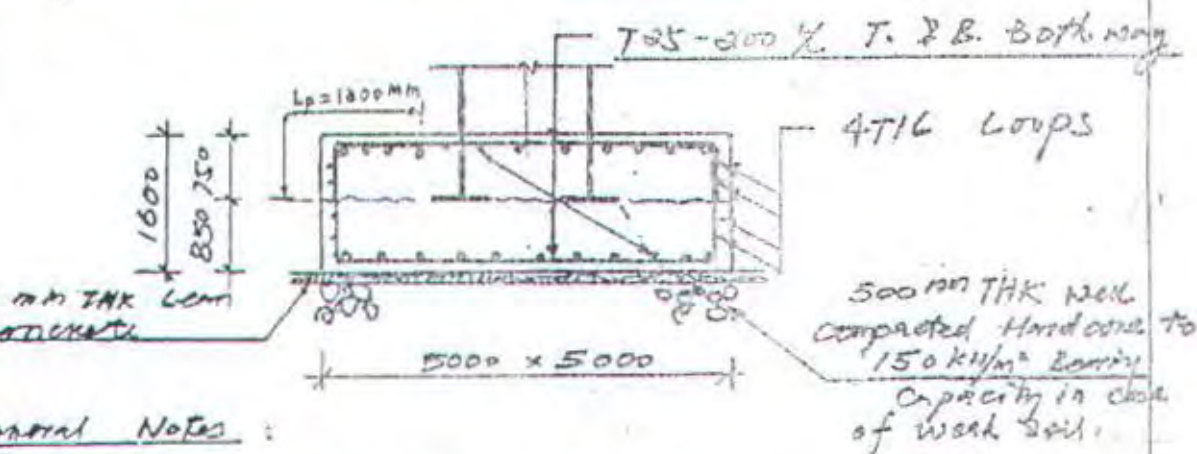
ension

$$t = \frac{1.4 \times 565.7 \times 10^3}{4 \times 637 \times (2 \times 15 \times 637) + 600} \quad (\text{N/mm}^2)$$

$$= 0.124 \text{ N/mm}^2 \quad \text{O.K.}$$



Reinforcing Details



General Notes:

1. Concrete,  $f_{cu} = 30 \text{ N/mm}^2$ .
2. Steel reinforcement, H.T. Bar,  $f_y = 460 \text{ N/mm}^2$ .
3. Concrete Cover, 50 mm (min.) & 75 mm (max.).
4. Steel rebar Lap/Anchorage Length =  $52\phi$ .  
(i.e.  $\phi 25 = 1300 \text{ mm}$ ).
5. Footing Casting can be in 2 times, 1st casting up to 850 mm, roughen, clean & wet the surface with fresh cement grout before the 2nd casting up to the Top.
6. 50 mm lean concrete to be sealed over the soil formation immediately upon the approval of the soil materials.





LONGROVE & ASSOCIATES  
Civil & Structural Consulting Engineers

Job No.	Date
Designed by	Sheet No. 3/4

$$\frac{M}{bd^2} = 0.11 \quad \frac{100A_s}{bh} = 0.13 \quad A_s = 2080 \text{ mm}^2/\text{m}$$

Provide T25 - 200<sup>o</sup>/L T. & B. Both way

here

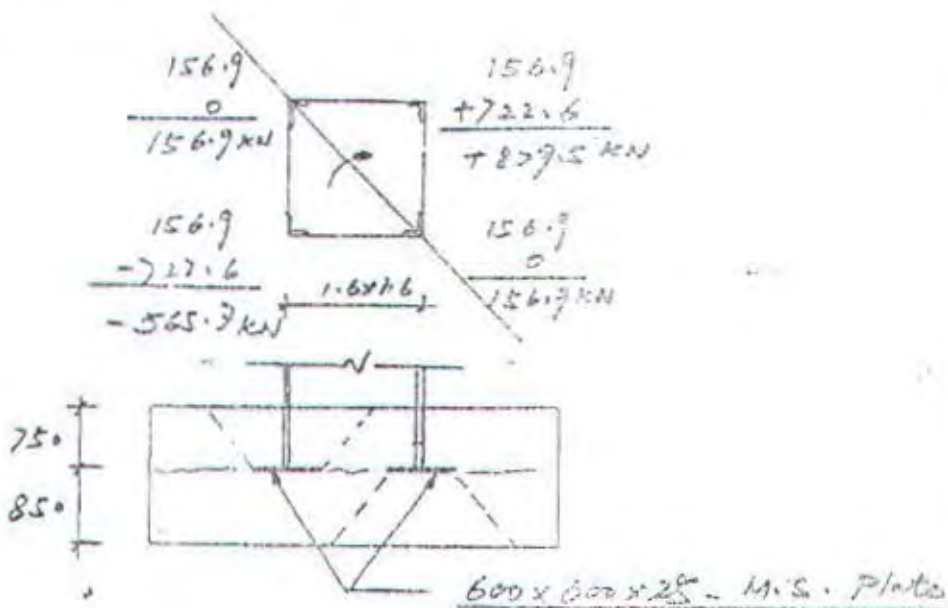
$$V = 1.4 \times 103.56 \times 5 \times 1.7 \text{ (kN)}$$

$$= 1230.36 \text{ kN}$$


$$v = \frac{1230.36 \times 10^3}{5000 \times 1487} \text{ (N/mm}^2\text{)}$$

$$= 0.166 \text{ N/mm}^2 \quad \text{OK.}$$

Last Leg Check



Use the Manufacturer's Standard Fixing Angle  
600 x 600 x 25 THK M.S. plate.

 <b>LONGROVE &amp; ASSOCIATES</b> Civil & Structural Consulting Engineers	Job No.	Date
	Designed By	Sheet No. 2/2

- Try 5000 x 5000 x 1600 mm Footing

il pressure at the  
 tit of the Footing:

$$\frac{37.53 + 24 \times 5^2 \times 1.6}{25} \pm \frac{1639.8 \times 5}{5^3} \text{ (KN/m}^2\text{)}$$

$$63.5 \pm 78.47 \text{ (KN/m}^2\text{)}$$

$$141.97 \text{ KN/m}^2 / -14.97 \text{ KN/m}^2$$

le Soil Bearing Capacity:

$$B.C = \frac{(15 + 9) \times 105}{2 \times 8} \text{ (KN/m}^2\text{)}$$

$$= 157.5 \text{ KN/m}^2$$

$$> 141.97 \text{ KN/m}^2$$

O.K.

2. Design for Footing

le Net upward pressure

$$p = (141.97 - 24 \times 1.6) \text{ (KN/m}^2\text{)}$$

$$= 103.56 \text{ KN/m}^2$$

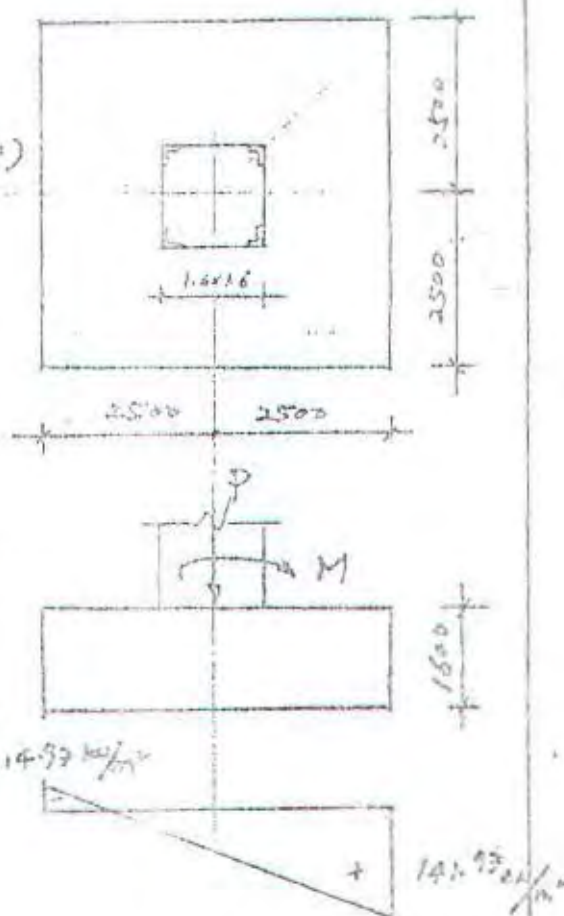
ding

$$M = 1.4 \times \frac{1}{4} \times 103.56 \times 5^3 \text{ (KN-m)}$$

$$= 4530.75 \text{ KN-m or } 906.15 \text{ KN-m/m}$$

$$\text{Take } b = 1000 \text{ mm} \quad d = 1600 - 113 = 1487 \text{ mm}$$

$$f_{cu} = 30 \text{ N/mm}^2 \quad f_y = 460 \text{ N/mm}^2$$



**LONGROVE & ASSOCIATES**  
Civil & Structural Consulting Engineer

Job No.

Date

Designed By

Sheet No.

1/4

Proposed Temporary Work — Tower Crane Foundation Design

Design Codes

- BS 8110 — The Structural Use of Concrete

BS 8004 — Foundations

Design Information Given By the Contractor:

- Type of Crane: Potain Fa/29B
- Max. Free-standing Height: 29.5 Metres (CHM)
- Max. Jib Length: 50.0 Metres
- Mast Section Size: 1600 x 1600 mm
- Site Layout Plan Showing Tower Cranes' Location
- Soil Investigation Report
- Tower Crane Technical Data

Design Data at H<sub>crit</sub> = 29.5 m & Jib = 50.0 m



	In Service	Out of Service
Weight of Crane (kN)	62.52	55.26
Overtipping Moment (kNm)	1634.20	1114.27
Horizontal Force (kN)	26.43	29.44

Obviously, the 'In Service' operation condition versus the 'Crane's Foundation Design' -





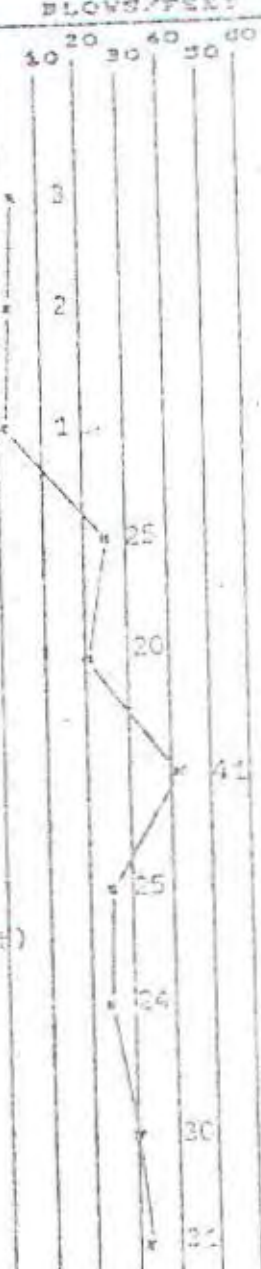
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
 LABORATORIUM MEKANIKA TANAH

KAMPUS ITS SUKOLILO TELP. 396034 SURABAYA (60111)

OBJECT : Gedung Walkon  
 LOCATION : Manyakertoadi Sukolilo Surabaya  
 BORING NO : BH.1  
 DATE : 14-3-95  
 W A 2 : 0.00 m

CLAY  SILT  SAND  GRAVEL  SHELL

DEPTH (m)	BORING LOG	SOIL DESCRIPTION	SPT (N) NUMBER OF BLOWS/PSFT							
			10	20	30	40	50	60		
0.00 - 0.50		Lanau lempung (abu-abu)								
0.50 - 1.00		Lanau berpasir berkrilik (abu-abu)								
1.00 - 1.50		Pasir krikil berlanau (abu-abu coklat)								
1.50 - 2.00		Pasir berlanau (abu-abu coklat)								
2.00 - 2.50		Lanau pasir (coklat)								
2.50 - 3.00										





INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
 LABORATORIUM MEKANIKA TANAH

KAMPUS ITS, SURABAYA TELP. 596034 SURABAYA (50111)

PROJECT : Gedung Telkom  
 LOCATION : Manyakherasdi Surabaya  
 SURABAYA

BORING NO : 10.1  
 DATE : 17-3-86  
 TIME : 0.00 s

SOIL TYPE :  
 [ ] CLAY [ III ] SILT [ ] SAND [ ] GRAVEL [ VV ] SHALE

DEPTH (m)	BORING LOG	SOIL DESCRIPTION	SPT (N) NUMBER OF BLOWS/FEET				
			20	30	40	50	60
0.00		Lempung lempung berpasir (abu-abu)	0	0	0	0	0
1.00		Lempung lempung berpasir berke- lir arang (abu-abu)	4	4	4	4	4
2.00		Lempung berlempau (hitam)	7	7	7	7	7
3.00		Lempung berlempau (hitam)	11	11	11	11	11
4.00		Lempung pasir krikil (coklat)	12	12	12	12	12
5.00	Lempung pasir (coklat)	15	15	15	15	15	
6.00			18	18	18	18	18
7.00			20	20	20	20	20
8.00			25	25	25	25	25
9.00			30	30	30	30	30
10.00			35	35	35	35	35



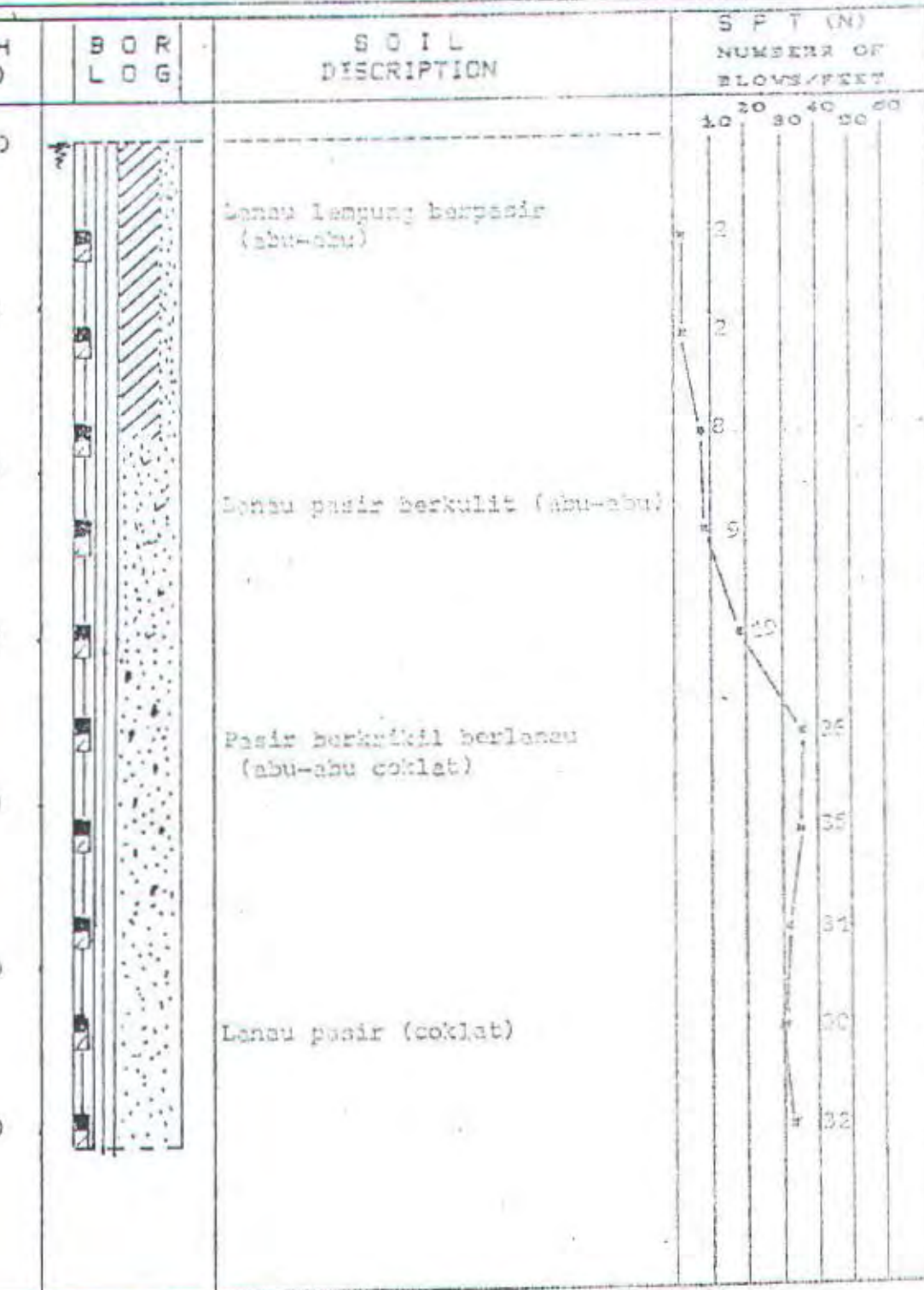


INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
 LABORATORIUM MEKANIKA TANAH

KAMPUS ITS SUKOLILO TELP. 5960054 SURABAYA (50111)

JECT : Gedung Satecom	BORING NO : 38.2
LOCATION : Manyasarkandi Surabaya	DATE : 21-2-95
Surabaya	DEPTH : 0.50 m

CLAY	SILT	SAND	GRAVEL	SHELL
------	------	------	--------	-------





Depth (ft)	Sieve & Hydrometer (Z)	Passing Sieve No. (Z)	Natural state										Vane Test	Consolidation test	Coeff. of Permeability			
			Gs	Yt	Wc	Yd	e	n	Sr	qu	qs	C				Du	Ec	Cv
50-55.00	0 14 85	100 99	2.673	1.715	50.17	1.142	1.341	57.23	100	9.152	*	*	*	*	1.620	0.655	1.46E-04	1.18E-08
50-55.00	0 7 83	1100 99	2.682	1.486	54.19	1.094	1.451	59.25	100	0.75	*	*	*	*	1.700	0.070	5.59E-04	1.73E-09
50-9.00	0 10 90	1100 97	2.732	1.759	45.90	1.212	1.254	55.83	100	0.125	*	*	*	*	0.659	0.928	0.07E-04	1.99E-08
50-17.50	0 5 95	1100 100	2.701	1.659	58.74	1.044	1.527	61.35	100	2.850	*	*	*	*	*	*	*	2.79E-05
50-15.00	2 25 73	97 89	2.736	1.711	52.70	1.120	1.442	59.05	100	*	*	29	*	*	*	*	*	1.74E-06
50-16.50	4 6 93	97 94	2.723	1.884	36.50	1.266	0.994	49.85	100	*	*	38	*	*	*	*	*	2.04E-06
50-21.00	2 69 29	98 75	2.672	1.245	36.64	1.259	0.279	49.47	100	*	*	30	*	*	*	*	*	7.03E-05
50-24.00	0 42 50	92 80	2.726	1.930	38.79	1.402	0.039	46.62	100	*	*	29	*	*	*	*	*	7.29E-04
50-27.00	1 55 44	95 80	2.735	1.940	30.91	1.402	0.646	45.83	100	*	*	32	*	*	*	*	*	5.12E-05
50-30.00	0 70 22	1100 82	2.756	1.607	35.87	1.308	0.993	47.82	100	*	*	33	*	*	*	*	*	1.02E-03

GRAVEL : G = GRAVEL  
 S = SAND  
 S+2 = SILT + CLAY  
 G<sub>s</sub> = SPECIFIC GRAVITY  
 Y<sub>t</sub> = NET DENSITY (pcf)  
 W<sub>c</sub> = WATER CONTENT (%)  
 Y<sub>d</sub> = DRY DENSITY (pcf)  
 e = VOID RATIO  
 n = POROSITY (%)  
 S<sub>r</sub> = SATURATION (%)  
 P<sub>p</sub> = PRECONSOLIDATION PRESSURE (kg/cm<sup>2</sup>)  
 C<sub>c</sub> = COMPRESSION INDEX  
 C<sub>v</sub> = COEFF. OF CONSOLIDATION (cm<sup>2</sup>/sec)  
 F = DRY COMBUSTIBILITY (kg/sec)

\* = NOT TESTED  
 C = COMPRESSION (kg/cm<sup>2</sup>)  
 α = ANGLE OF INTERNAL FRICTION (degrees, radians)  
 q<sub>u</sub> = UNCONFINED TENSILE STRENGTH  
 q<sub>qs</sub> = PRECONFINED TENSILE STRENGTH  
 C<sub>c</sub> = SENSITIVITY RATIO (kg/cm<sup>2</sup>)  
 C<sub>v</sub> = UNSATURATED CONSOLIDATION (cm<sup>2</sup>/sec)  
 D<sub>u</sub> = ANGLE OF INTERNAL FRICTION OF SANDS (degrees, radians)





Permeability	Consolidation test										F													
	S	S+C	4	40	200	Gs	Yt	Wc	Yd	e		n	Sr	qu	qu*	C	0	Cu	0u	F	Pp	Cc	Cv (1.50)	
50-3.00	0	7	93	1100	99	93	2.674	1.579	70.76	0.975	1.892	55.42	100	0.254	+	+	+	+	+	+	1.600	1.020	5.67E-05	3.67E-03
50-6.00	0	31	69	1100	96	69	2.725	1.598	69.17	0.945	1.885	65.34	100	0.271	+	+	+	+	+	+	6.350	0.550	1.01E-02	2.90E-03
50-9.00	0	45	55	1100	93	55	2.751	1.570	70.12	0.977	1.929	65.86	100	1.089	+	+	+	+	+	+	0.530	0.737	1.82E-03	4.62E-03
50-12.00	0	11	69	1100	78	89	2.714	1.626	65.45	1.007	1.695	62.89	100	+	+	+	26	+	+	+	+	+	+	3.35E-03
50-15.00	0	51	49	1100	90	49	2.592	1.639	51.81	1.105	1.343	57.32	100	+	+	+	29	+	+	+	+	+	+	7.32E-05
50-18.00	7	46	47	92	50	47	2.767	1.669	59.34	1.667	1.642	62.15	100	+	+	+	31	+	+	+	+	+	+	6.43E-05
50-21.00	18	49	34	62	63	34	2.674	1.960	26.51	1.565	0.709	41.49	100	+	+	+	33	+	+	+	+	+	+	6.46E-05
50-24.00	32	19	50	66	65	50	2.759	1.918	53.24	1.439	0.917	47.01	100	+	+	+	30	+	+	+	+	+	+	2.70E-03
50-27.00	43	55	58	92	55	55	2.661	1.664	31.62	1.306	0.723	59.00	100	+	+	+	30	+	+	+	+	+	+	2.70E-03
50-30.00	70	23	92	60	24	24	2.623	1.840	17.11	1.342	0.972	49.80	100	+	+	+	31	+	+	+	+	+	+	9.81E-05

G = GRAVEL  
 S = SAND  
 S+C = SILT + CLAY  
 BS = SPECIFIC GRAVITY  
 Yt = NET DENSITY (gr/cc)  
 Wc = WATER CONTENT (%)  
 Yd = NET DENSITY (gr/cc)  
 F = HDT TESTED  
 e = VOID RATIO  
 n = POROSITY (%)  
 Sr = SATURATION (%)  
 Pp = PRECONSOLIDATION PRESSURE (kg/cm<sup>2</sup>)  
 Cc = COMPRESSION INDEX  
 Cv = COEFF. OF CONSOLIDATION (1/2/2/2/2)  
 K = COEFF. PERMEABILITY (cm/sec)  
 C = COHESION (kg/cm<sup>2</sup>)  
 0 = ANGLE OF INTERNAL FRICTION (degrees)  
 qu = UNCONSOLIDATED UNDRAINED  
 qu\* = UNCONSOLIDATED (CONSOLIDATED)  
 Cc = SENSITIVITY RATIO (qu/qu\*)  
 Cu = UNCONSOLIDATED COHESION (kg/cm<sup>2</sup>)  
 0u = ANGLE OF INTERNAL FRICTION OF UNCONSOLIDATED (degrees)

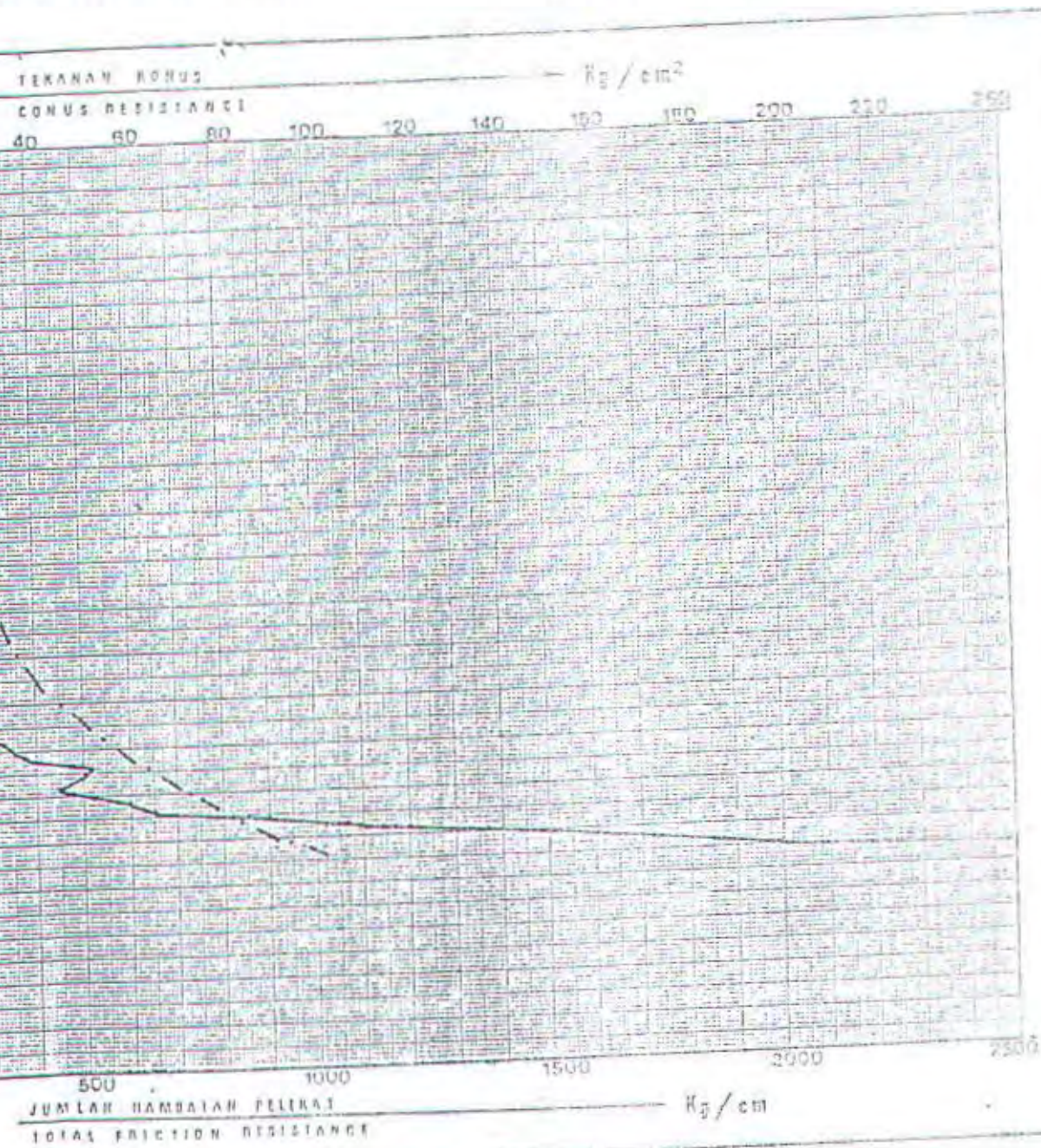


**INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA**  
**FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN**  
**LABORATORIUM MEKANIKA TANAH**  
 KAMPUS ITS KEPUTRI S.W.011.0 TELP. 596083 SURABAYA 60131

PROJECT : GEDUNG TELPON  
 LOCATION : Manyar Kartasari Suky.

CONE  
 PENETROMETER TEST

POINT No. : S.1  
 DATE : 14 - Maret - 1995



**KETERANGAN :**

- : TEKANAN KONUS.
- - - : JUMLAH HAMBATAN PELERAI.

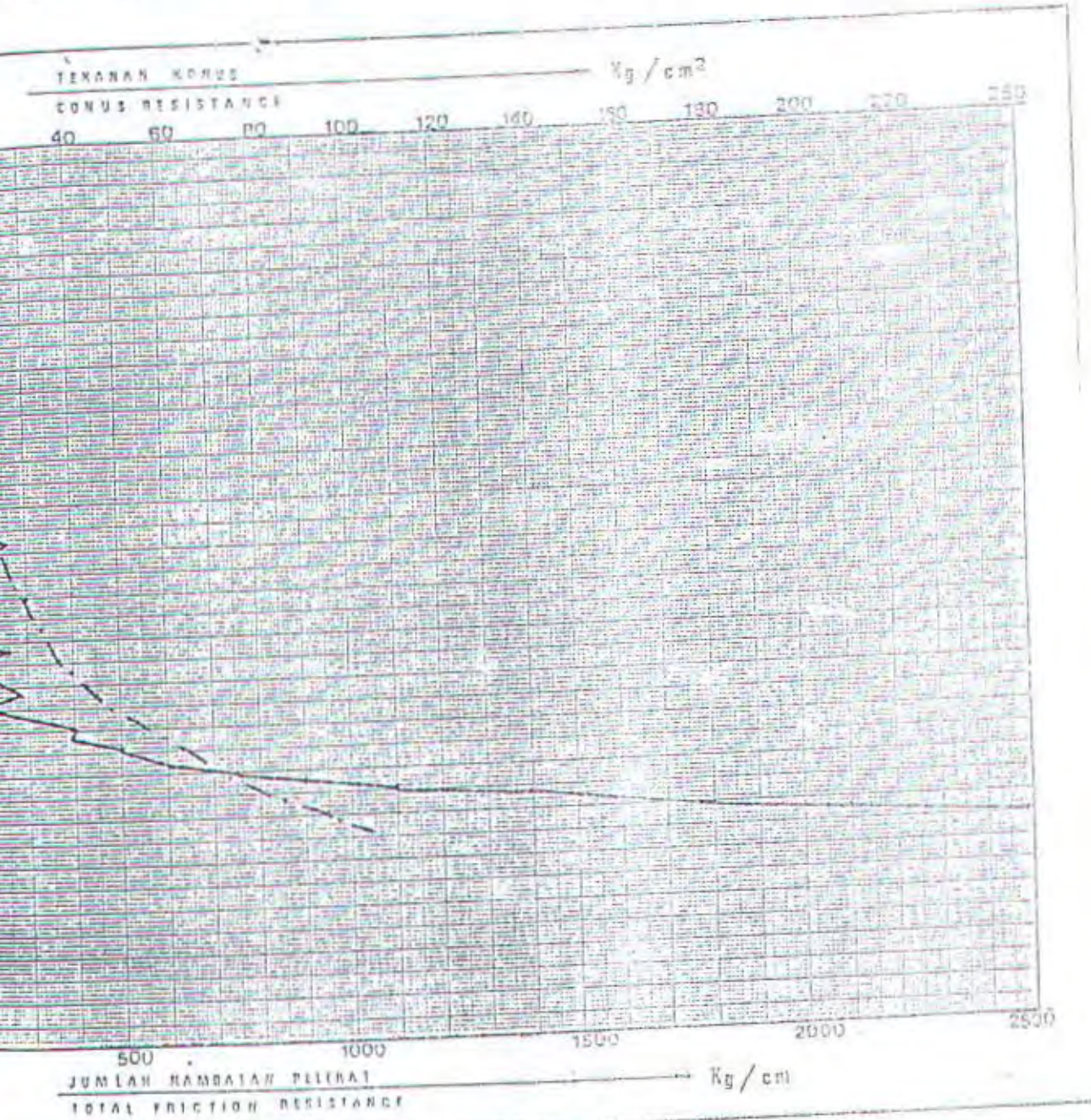


INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA  
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
 LABORATORIUM MEKANIKA TANAH  
 KAMPUS ITS KEPUTIH SURABAYA TELP. 596054 SURABAYA 60111

PROJECT : GROUND TREATMENT  
 LOCATION : ManyarKertajiati Sby.

DUTCH CONE  
 PENETROMETER TEST

POINT No. : G.2  
 DATE : 15 - Maret - 1995



KETERANGAN :

- : TEKANAN KORUS.
- - - - - : JUMLAH HAMBATAN PELEKAT.

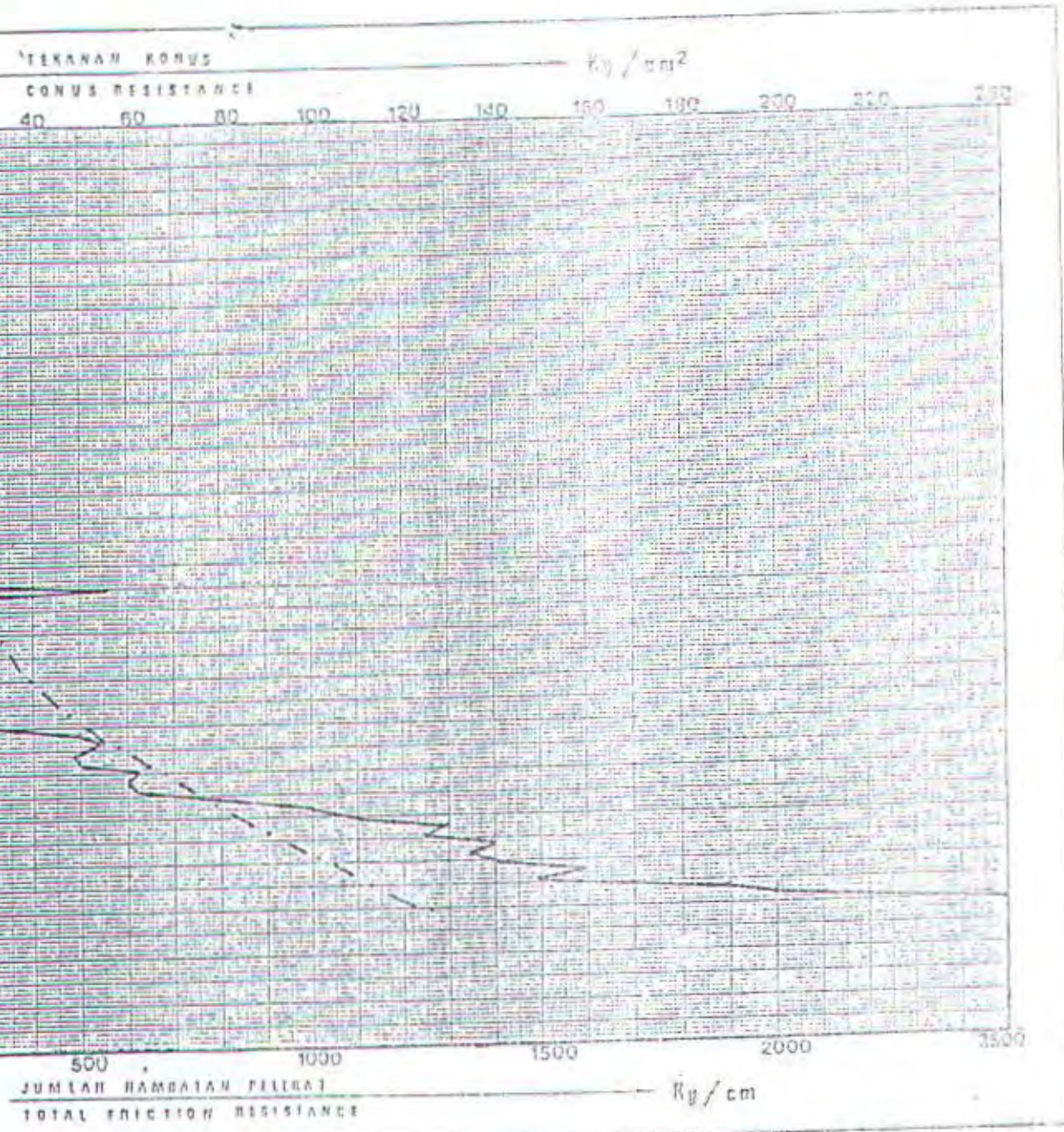


INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA  
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
 LABORATORIUM MEKANIKA TANAH  
 KAMPUS ITS KEPUAH SUMOLUO TELP. 596094 SURABAYA 6011

PROJECT : Gedung Telkom  
 LOCATION : Manyakertosidi Sby.

CONE  
 PENETROMETER TEST

POINT No. : 5.3  
 DATE : 18 - Maret - 1999



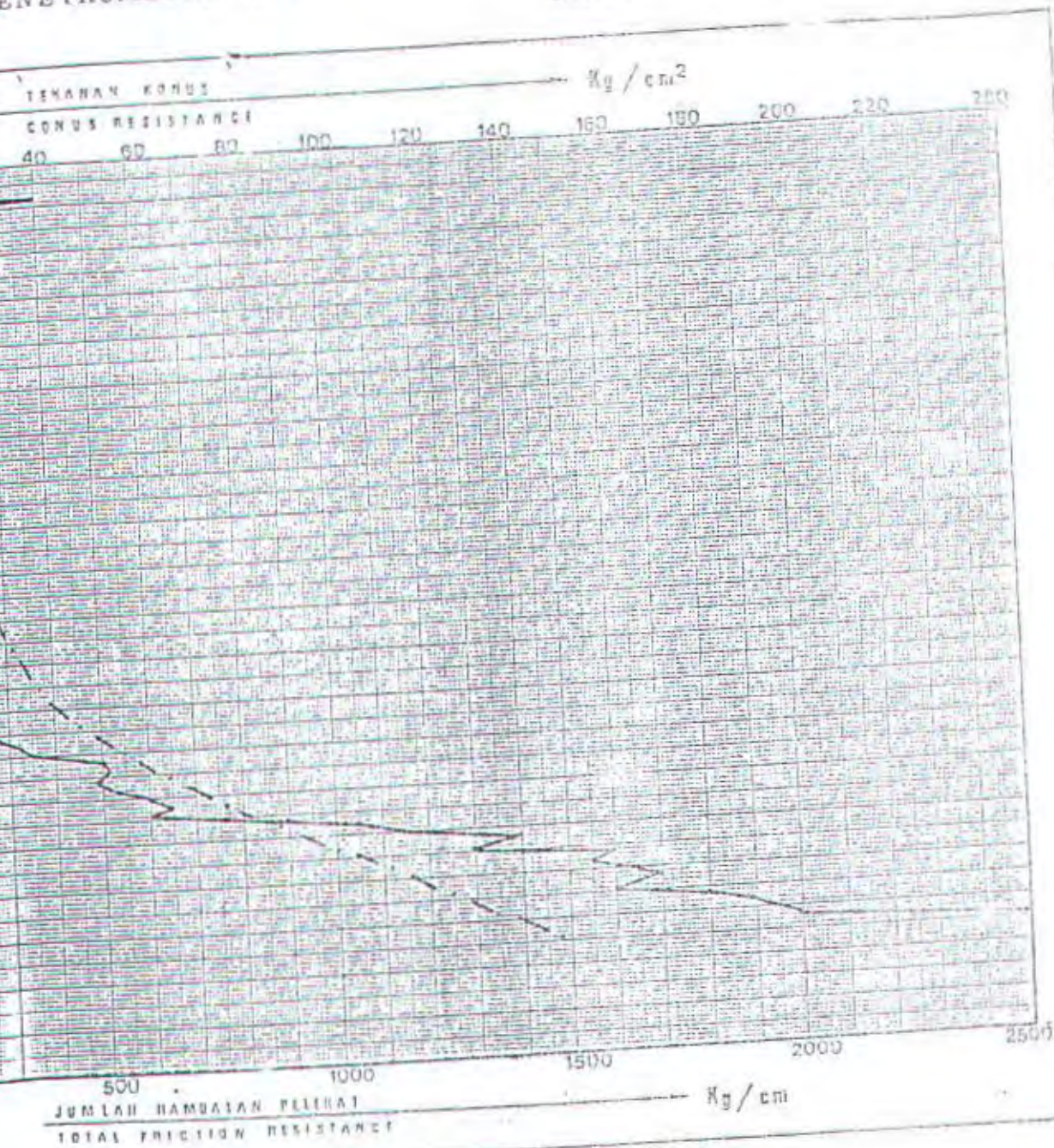
KETERANGAN :  
 ————— : TEKANAN KONUS.  
 - - - - - : JUMLAH HAMBATAN PELEKAT.



PROJECT : GEDUNG TERAKON  
 LOCATION : Manyarkertoada Sby.

POINT No. : S.4  
 DATE : 20 - Maret - 1998

UTCH CONE  
 ENETROMETER TEST



KETERANGAN :

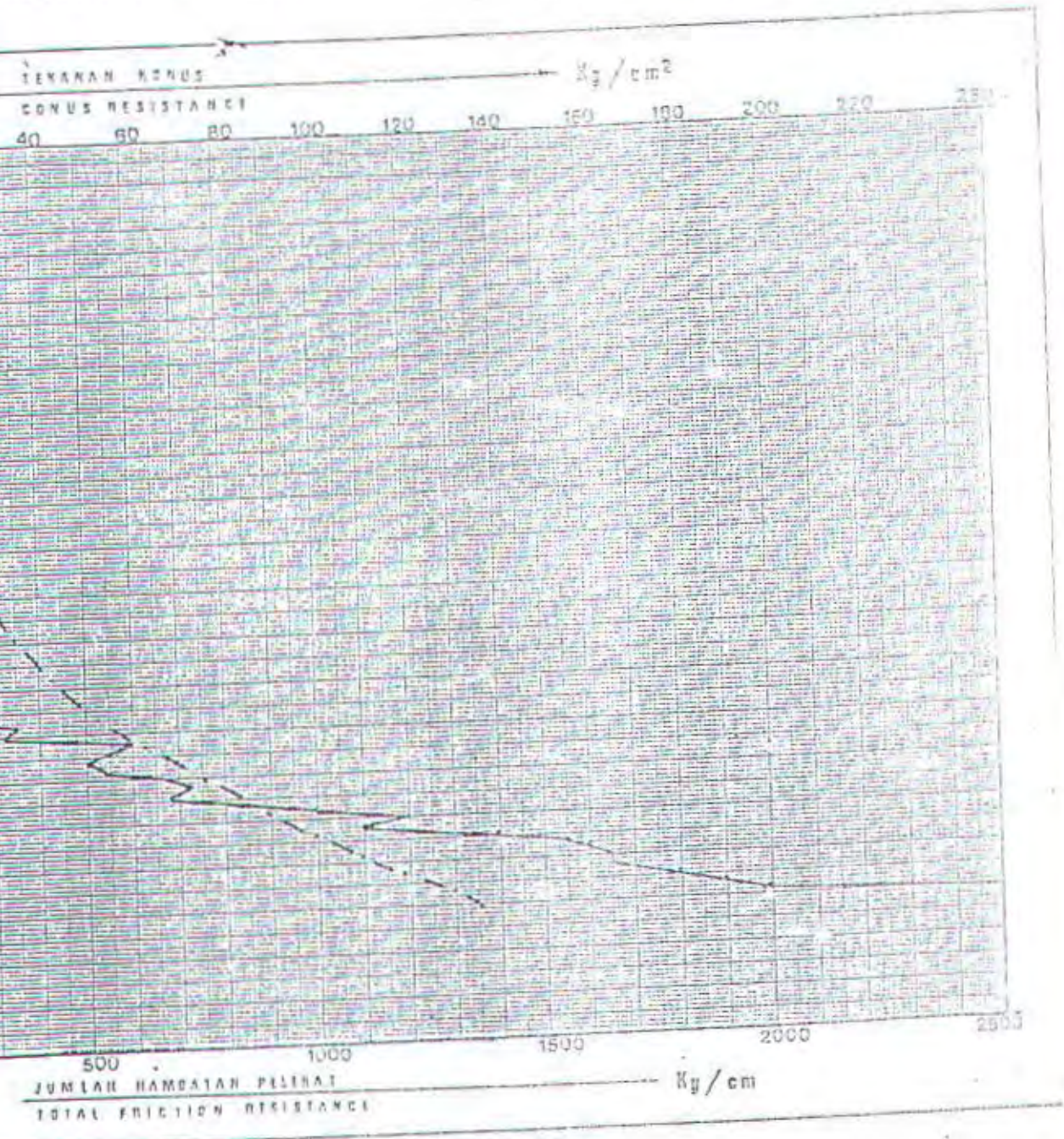
- : TEKANAN KONUS.
- - - : JUMLAH HAMBATAN PELEKAT.



INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA  
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
 LABORATORIUM MEKANIKA TANAH  
 KAMPUS ITS KEPUTRI SURABAYA TELP. 596094 SURABAYA 60131

PROJECT : GEDUNG TELKOM  
 LOCATION : Manyarkeandi Sby.  
 POINT No. : S.5  
 DATE : 22 - Maret - 1986

CONE  
 PENETROMETER TEST



KETERANGAN :

- — — — — 1. TEGANGAN KONUS.
- - - - - 1. JUMLAH HAMBATAN PELEKAT.




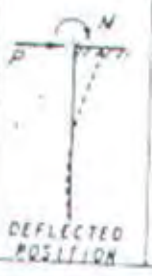
ah Untuk 1 buah Tiang Pancang

m)	Zp (1)	Zp + 3B (2)	Zp - 3B (3)	Data konus (kg/cm <sup>2</sup> )			Rp (kg/cm <sup>2</sup> )	HP	JHP	Cleef	FR	jenis tanah	$\alpha_p$	$\alpha_s$	$f_u$	$\sum f_u \times h$ (kg/cm)	$q_c$ (kg/cm <sup>2</sup> )	Q <sub>u</sub> (kg)	Q <sub>s</sub> (kg)	Q <sub>u</sub> (kg)
				1	2	3														
0.6	1	2.8	0	5	20	0	8.33	25.00	25.00	25.00	5.0	SCL	0.5	50	0.21	20.83	4.17	5890.5	1963.5	7854.0
0.6	2	3.8	0.2	3	12	10	8.33	25.00	50.00	12.50	4.2	VSCL	0.5	50	0.21	41.67	4.17	5890.5	3927.0	9817.5
0.6	3	4.8	1.2	14	5	2.5	7.17	30.00	80.00	10.00	0.7	VS	0.45	60	0.15	44.79	3.23	4559.2	4221.5	8780.8
0.6	4	5.8	2.2	8.5	2.5	2.5	4.50	45.00	125.00	11.25	1.3	VS	0.45	60	0.09	37.50	2.03	2862.8	3534.3	6397.1
0.6	5	6.8	3.2	4	2.5	12.5	6.33	25.00	150.00	5.00	1.3	VS	0.45	60	0.13	65.97	2.85	4029.1	6217.7	10246.8
0.6	6	7.8	4.2	3	3	7	4.33	50.00	200.00	8.33	2.8	VS	0.45	60	0.09	54.17	1.95	2756.7	5105.1	7861.8
0.6	7	8.8	5.2	3	26	5	11.33	20.00	220.00	2.86	1.0	VS	0.45	60	0.24	165.28	5.10	7210.0	15577.1	22787.0
0.6	8	9.8	6.2	2.5	7	3	4.17	20.00	240.00	2.50	1.0	VS	0.45	60	0.09	69.44	1.88	2650.7	6545.0	9195.7
0.6	9	10.8	7.2	25	20	3	16.00	35.00	275.00	3.89	0.2	S	0.4	80	0.25	225.00	6.40	9047.8	21205.8	30253.5
0.6	10	11.8	8.2	6	22.5	2	10.17	50.00	325.00	5.00	0.8	VS	0.45	60	0.21	211.81	4.58	6467.8	19962.2	26430.0
0.6	11	12.8	9.2	19	33	17.5	23.17	45.00	370.00	4.09	0.2	S	0.4	80	0.36	398.18	9.27	13100.4	37527.3	50627.7
0.6	12	13.8	10.2	25	47	8	26.67	80.00	450.00	6.67	0.3	S	0.4	80	0.42	500.00	10.67	15079.6	47123.9	62203.5
0.6	13	14.8	11.2	35	105	22.5	54.17	125.00	575.00	9.62	0.3	S	0.4	80	0.85	1100.26	21.67	30630.5	103697.1	134327.6
0.6	14	15.8	12.2	50	250	25	108.33	150.00	725.00	10.71	0.2	S	0.4	80	1.69	2369.79	43.33	61261.1	223347.6	284608.7
0.6	15	16.8	13.2	145	250	38	144.33	175.00	900.00	11.67	0.1	S	0.4	80	2.26	3382.81	57.73	81618.6	318822.6	400441.1



Soft Inorganik Clay  
 Very Soft Inorganik Clay  
 Very Silty Soils  
 Sand



CASE I. PILES WITH FLEXIBLE CAP OR HINGED END CONDITION

CONDITION	LOAD AT GROUND LINE	DESIGN PROCEDURE
 <p>NUMBER OF PILES</p>	<p>FOR EACH PILE:</p> $P = \frac{PT}{n}$ $M = PH$  <p>DEFLECTED POSITION</p>	<p>FOR DEFINITION OF PARAMETERS SEE FIG. 13-5.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. COMPUTE RELATIVE STIFFNESS FACTOR  <math display="block">T = \left(\frac{EI}{P}\right)^{1/3}</math></li> <li>2. SELECT CURVE FOR PROPER <math>\frac{L}{T}</math> IN FIG. 13-4.</li> <li>3. OBTAIN COEFFICIENTS <math>F_d, F_M, F_v</math> AT DEPTHS DESIRED.</li> <li>4. COMPUTE DEFLECTION, MOMENT AND SHEAR AT DESIRED DEPTHS USING FORMULAS OF FIG. 13-4.</li> </ol> <p>NOTE: "l" values from Fig. 11-8 and Convert to lb/in<sup>3</sup></p>

CASE II. PILES WITH RIGID CAP AT GROUND SURFACE

		<ol style="list-style-type: none"> <li>1. PROCEED AS IN STEP 1, CASE I.</li> <li>2. COMPUTE DEFLECTION AND MOMENT AT DESIRED DEPTHS USING COEFFICIENTS <math>F_d, F_M</math> AND FORMULAS OF FIG. 13-5.</li> <li>3. MAXIMUM SHEAR OCCURS AT TOP OF PILE AND EQUALS <math>P = \frac{PT}{n}</math> IN EACH PILE.</li> </ol>
---	--	---

CASE III. RIGID CAP, ELEVATED POSITION

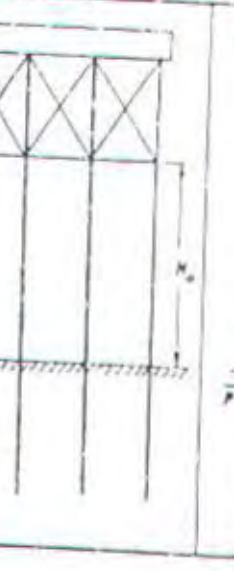

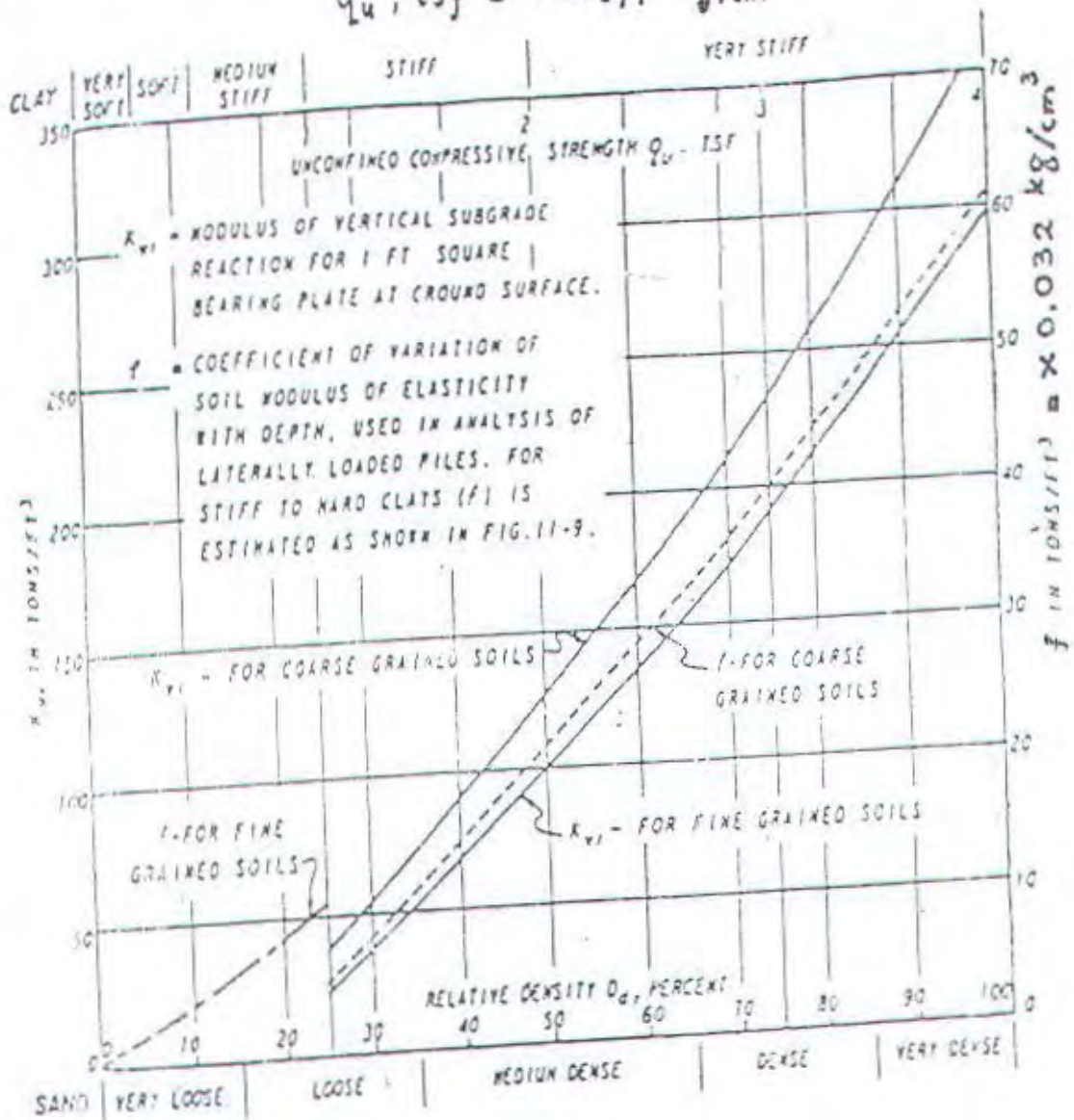
 <p>DEFLECTED POSITION</p>		<ol style="list-style-type: none"> <li>1. ASSUME A HINGE AT POINT A WITH A BALANCING MOMENT <math>M</math> APPLIED AT POINT A.</li> <li>2. COMPUTE SLOPE <math>\theta_2</math> ABOVE GROUND AS A FUNCTION OF <math>M</math> FROM CHARACTERISTICS OF SUPERSTRUCTURE.</li> <li>3. COMPUTE SLOPE <math>\theta_1</math> FROM SLOPE COEFFICIENTS OF FIG. 13-6 AS FOLLOWS:  <math display="block">\theta_1 = F_{\theta} \left(\frac{PT^2}{EI}\right) + F_B \left(\frac{MT}{EI}\right)</math></li> <li>4. EQUATE <math>\theta_1 = \theta_2</math> AND SOLVE FOR VALUE OF <math>M</math>.</li> <li>5. KNOWING VALUES OF <math>P</math> AND <math>M</math>, SOLVE FOR DEFLECTION, SHEAR, AND MOMENT AS IN CASE I.</li> </ol> <p>(NOTE: IF GROUND SURFACE AT PILE LOCATION IS INCLINED, LOAD <math>P</math> TAKEN BY EACH PILE IS PROPORTIONAL TO <math>1/H_0^3</math>)</p>
--	---	---

FIGURE 13.3

Design Procedure for Laterally Loaded Piles

$$q_u, \text{ tsf} = \times 0.977 \text{ kg/cm}^2$$



Gambar 4. Koefisien variasi ( $f$ ) untuk tiang pancang yang menerima beban lateral



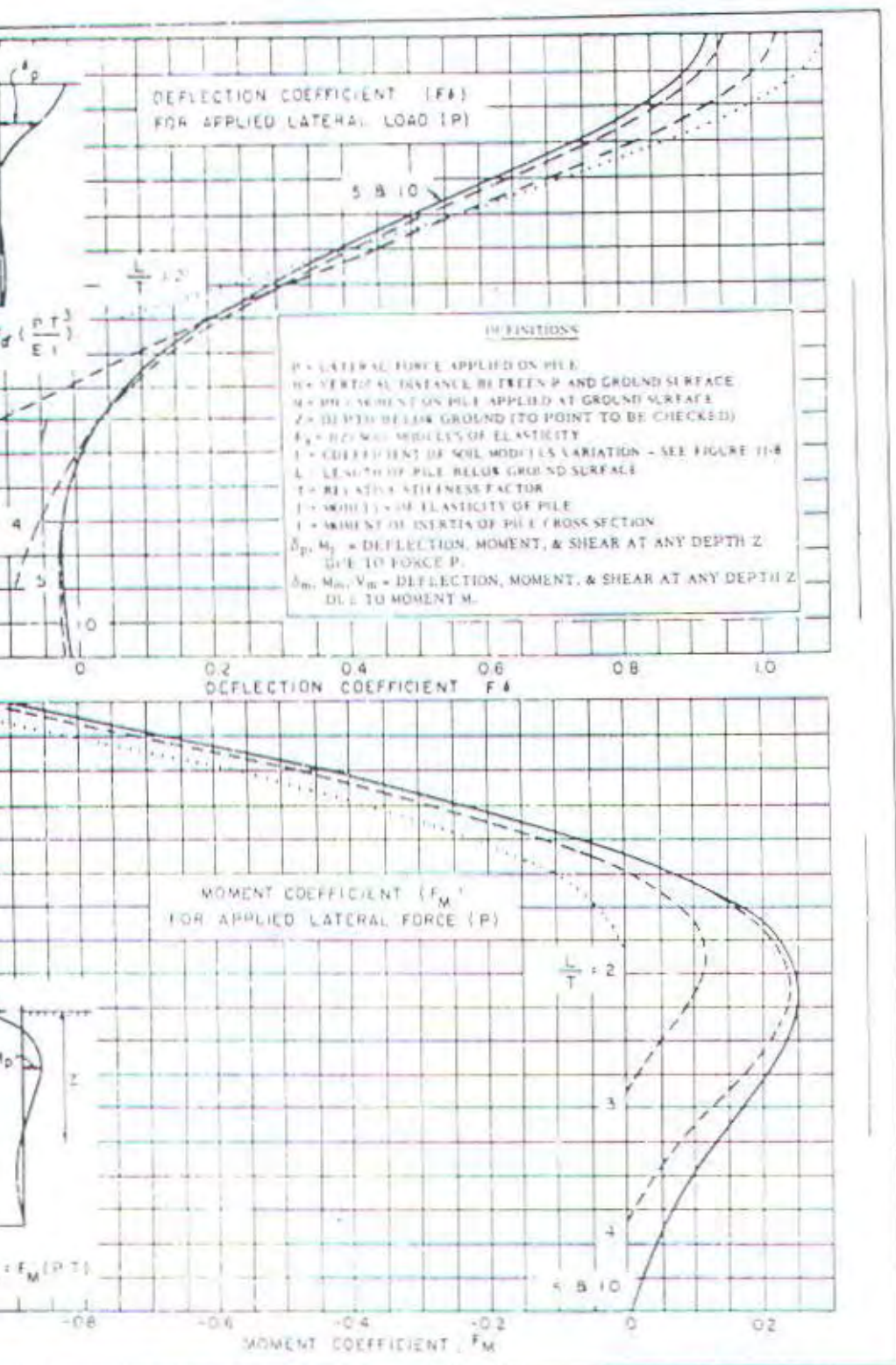


FIGURE 13.5  
Influence Values for Laterally Loaded Pile  
(Case II. Fixed Against Rotation at Ground Surface)



General Information:

File Name: D:\ALI'SD-1\TUGASA-1\DATATA-2\KOLOM\SLOOF.COL  
 Project: Tugas Akhir  
 Column: Sloof  
 Code: ACI 318-95  
 Engineer: Ali  
 Units: Metric  
 Run Option: Design  
 Run Axis: Biaxial  
 Slenderness: Not considered  
 Column Type: Structural

Material Properties:

$f'_c = 29.19$  MPa  
 $E_c = 25368.7$  MPa  
 $f_c = 24.803$  MPa  
 Ultimate strain = 0.003 mm/mm  
 Beta1 = 0.838397  
 $f_y = 370$  MPa  
 $E_s = 200000$  MPa  
 Rupture strain = Infinity

Section:

Rectangular: Width = 450 mm  
 Depth = 600 mm  
 Gross section area,  $A_g = 270000$  mm<sup>2</sup>  
 $I_x = 8.1e+009$  mm<sup>4</sup>  
 $X_o = 0$  mm  
 $I_y = 4.55625e+009$  mm<sup>4</sup>  
 $Y_o = 0$  mm

Reinforcement:

Rebar Database: ASTM A615

Size Diam (mm)	Area (mm <sup>2</sup> )	Size Diam (mm)	Area (mm <sup>2</sup> )	Size Diam (mm)	Area (mm <sup>2</sup> )
# 3	71	# 4	129	# 5	200
# 6	284	# 7	387	# 8	510
# 9	645	# 10	819	# 11	1006
# 14	1452	# 18	2581		

Confinement: Tied; #3 ties with #10 bars, #4 with larger bars.  
 $\phi(a) = 0.8$ ,  $\phi(b) = 0.9$ ,  $\phi(c) = 0.7$

Layout: Rectangular

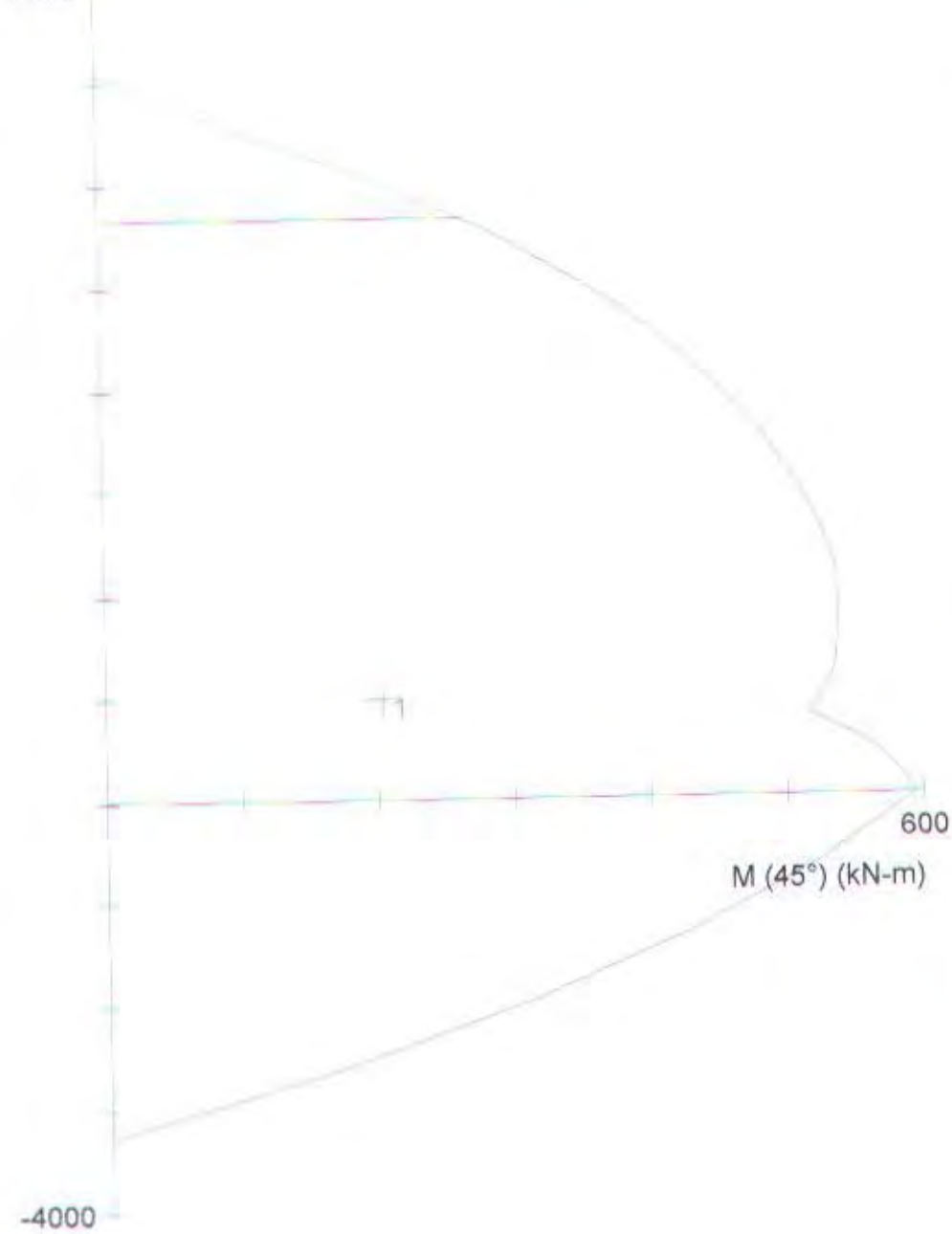
Pattern: All Sides Equal (Cover to longitudinal reinforcement)  
 Total steel area,  $A_s = 9832$  mm<sup>2</sup> at 3.64  
 12 #10 Cover = 40 mm

Factored Loads and Moments with Corresponding Capacities: (see user's manual for notation)

No.	$P_u$ kN	$M_{ux}$ kN-m	$M_{uy}$ kN-m	$FM_{ux}$ kN-m	$FM_{uy}$ kN-m	$fM_u/M_u$
1	977.6	143.8	143.8	373.1	372.6	2.592

\*\*\* Program completed as requested! \*\*\*

P (kN)  
8000



onsidered  
atural

PCA 1999) - Licensed to: sipil, Surabaya, ST

TUGASA-1\DATATA-2\KOLOMSLOOF COL

chir

Engineer: Ali

$f_y = 370 \text{ MPa}$

$A_g = 270000 \text{ mm}^2$

12 #10 bars

$E_s = 200000 \text{ MPa}$

$A_s = 9832 \text{ mm}^2$

$\rho_{ho} = 3.64\%$

$e_{rup} = \text{Infinity}$

$X_o = 0 \text{ mm}$

$I_y = 8.1e+009 \text{ mm}^4$

mm

$Y_o = 0 \text{ mm}$

$I_x = 4.58e+009 \text{ mm}^4$

7

Clear spacing = 80 mm

Clear cover = 40 mm

$\mu_{top} = 0.7, \mu_{bot} = 0.7, \mu_{side} = 0.7$

TABLE 16-R—SEISMIC COEFFICIENT  $C_v$ 

PROFILE TYPE	SEISMIC ZONE FACTOR, $Z$				
	$Z = 0.075$	$Z = 0.15$	$Z = 0.2$	$Z = 0.3$	$Z = 0.4$
$S_A$	0.06	0.12	0.16	0.24	$0.32N_v$
$S_B$	0.08	0.15	0.20	0.30	$0.40N_v$
$S_C$	0.13	0.25	0.32	0.45	$0.56N_v$
$S_D$	0.18	0.32	0.40	0.54	$0.64N_v$
$S_E$	0.26	0.50	0.64	0.84	$0.96N_v$
$S_F$	See Footnote 1				

Specific geotechnical investigation and dynamic site response analysis shall be performed to determine seismic coefficients for Soil Profile Type  $S_F$ .

TABLE 16-S—NEAR-SOURCE FACTOR  $N_s$ <sup>1</sup>

SEISMIC SOURCE TYPE	CLOSEST DISTANCE TO KNOWN SEISMIC SOURCE <sup>2,3</sup>		
	$\leq 2$ km	5 km	$\geq 10$ km
A	1.5	1.2	1.0
B	1.3	1.0	1.0
C	1.0	1.0	1.0

Near-Source Factor may be based on the linear interpolation of values for distances other than those shown in the table.

Location and type of seismic sources to be used for design shall be established based on approved geotechnical data (e.g., most recent mapping of active faults by the United States Geological Survey or the California Division of Mines and Geology).

Closest distance to seismic source shall be taken as the minimum distance between the site and the area described by the vertical projection of the source on the surface (i.e., surface projection of fault plane). The surface projection need not include portions of the source at depths of 10 km or greater. The largest value of the Near-Source Factor considering all sources shall be used for design.

TABLE 16-T—NEAR-SOURCE FACTOR  $N_s$ <sup>1</sup>

SEISMIC SOURCE TYPE	CLOSEST DISTANCE TO KNOWN SEISMIC SOURCE <sup>2,3</sup>			
	$\leq 2$ km	5 km	10 km	$\geq 15$ km
A	2.0	1.6	1.2	1.0
B	1.6	1.2	1.0	1.0
C	1.0	1.0	1.0	1.0

Near-Source Factor may be based on the linear interpolation of values for distances other than those shown in the table.

Location and type of seismic sources to be used for design shall be established based on approved geotechnical data (e.g., most recent mapping of active faults by the United States Geological Survey or the California Division of Mines and Geology).

Closest distance to seismic source shall be taken as the minimum distance between the site and the area described by the vertical projection of the source on the surface (i.e., surface projection of fault plane). The surface projection need not include portions of the source at depths of 10 km or greater. The largest value of the Near-Source Factor considering all sources shall be used for design.

TABLE 16-U—SEISMIC SOURCE TYPE<sup>1</sup>

SEISMIC SOURCE TYPE	SEISMIC SOURCE DESCRIPTION	SEISMIC SOURCE DEFINITION <sup>2</sup>	
		Maximum Moment Magnitude, $M$	Slip Rate, $SR$ (mm/year)
A	Faults that are capable of producing large magnitude events and that have a high rate of seismic activity	$M \geq 7.0$	$SR \geq 5$
B	All faults other than Types A and C	$M \geq 7.0$ $M < 7.0$ $M \geq 6.5$	$SR < 5$ $SR > 2$ $SR < 2$
C	Faults that are not capable of producing large magnitude earthquakes and that have a relatively low rate of seismic activity	$M < 6.5$	$SR \leq 2$

Seismic sources shall be evaluated on a site-specific basis.

Maximum moment magnitude and slip rate conditions must be satisfied concurrently when determining the seismic source type.



FOOTNOTES TO TABLE 16-Q—(Continued)

- nts may be omitted from electrical raceways, such as cable trays, conduit and bus ducts, if all the following conditions are satisfied:
- tion of the raceway will not cause damaging impact with other systems.
  - tion of the raceway does not cause loss of system vertical support.
  - supports of less than 12 inches (305 mm) in length have top connections that cannot develop moments.
  - members cantilevered up from the floor are checked for stability.
  - nd electrical raceways, which must be functional following an earthquake, spanning between different buildings or structural systems shall be able to withstand relative motion of support points assuming out-of-phase motions.
  - lors supporting equipment shall be designed for lateral loads or restrained from displacing laterally by other means. Restraint shall also be provided to prevent vertical displacement, such that lateral restraints do not become disengaged.  $a_p$  and  $R_p$  for equipment supported on vibration isolators shall be determined in accordance with Section 1607.2, respectively, except that if the isolation mounting frame is supported by shallow or expansion anchors, the design forces for the anchors calculated in accordance with Section 1607.2.1, (32-2) or (32-3) shall be additionally multiplied by a factor of 2.0.
  - Storage shall not be designed such that lateral loads are resisted by gravity friction (e.g., friction clips).
  - anchors, which are required to resist seismic loads in tension, shall not be used where operational vibrating loads are present.
  - components within electrical cabinets, rack- and skid-mounted equipment and portions of skid-mounted electromechanical equipment that are attached to other components by displacing, shall be restricted by attachment to anchored equipment or support frames.
  - locks shall be restrained against movement in all directions due to earthquake forces.
  - anchors may include straps, chains, bolts, barriers or other mechanisms that prevent sliding, falling and breach of containment of flammable and toxic materials. Friction forces may not be used to resist lateral loads in these restraints unless positive uplift restraint is provided which ensures that the friction is not lost.

TABLE 16-P—R AND  $\Omega_0$  FACTORS FOR NONBUILDING STRUCTURES

STRUCTURE TYPE	R	$\Omega_0$
Storage tanks and pressurized spheres, on braced or unbraced legs.	2.2	2.0
Mass concrete silos and chimneys having walls continuous to the foundations.	3.6	2.0
Mass cantilever structures such as stacks, chimneys, silos and skirt-supported vertical vessels.	2.9	2.0
Towers (freestanding or guyed), guyed stacks and chimneys.	2.9	2.0
Structures of column-type structures.	2.2	2.0
Structures on braced or unbraced legs.	2.9	2.0
Structures on braced or unbraced legs.	2.9	2.0
Structures on braced or unbraced legs.	2.9	2.0
Billboards.	3.6	2.0
Structures and monuments.	2.2	2.0
Structures self-supporting structures not otherwise covered.	2.9	2.0

TABLE 16-Q—SEISMIC COEFFICIENT  $C_s$ 

SOIL PROFILE TYPE	SEISMIC ZONE FACTOR, $Z$				
	$Z = 0.075$	$Z = 0.15$	$Z = 0.2$	$Z = 0.3$	$Z = 0.4$
S1	0.06	0.12	0.16	0.21	$0.32N_a$
S2	0.08	0.15	0.20	0.30	$0.40N_a$
S3	0.09	0.18	0.24	0.33	$0.40N_a$
S4	0.12	0.22	0.28	0.36	$0.44N_a$
S5	0.19	0.30	0.34	0.36	$0.36N_a$

See Footnote 1

Geotechnical investigation and dynamic site response analysis shall be performed to determine seismic coefficients for Soil Profile Type S7.

TABLE 16-N—STRUCTURAL SYSTEMS<sup>1</sup>

STRUCTURAL SYSTEM <sup>2</sup>	LATERAL-FORCE-RESISTING SYSTEM <sup>3</sup> DESCRIPTION	R	IL <sub>1</sub>	HEIGHT LIMIT SEISMIC ZONE AND 4 (See § 204.8 for
				—
Masonry system	1. Light-framed walls with shear panels	5.5	2.8	65
	a. Wood structural panel walls for structures three stories or less	4.5	2.8	65
	b. All other light-framed walls			
	2. Shear walls			
	a. Concrete	4.5	2.8	160
	b. Masonry	4.5	2.8	160
	3. Light steel-framed bearing walls with tension-only bracing	2.8	2.0	65
	4. Braced frames where bracing carries gravity load			
	a. Steel	4.4	2.2	160
	b. Concrete <sup>3</sup>	2.8	2.2	—
c. Heavy timber	2.8	2.2	65	
Steel system	1. Steel eccentrically braced frame (EBF)	7.0	2.8	240
	2. Light-framed walls with shear panels			
	a. Wood structural panel walls for structures three stories or less	6.5	2.8	65
	b. All other light-framed walls	5.0	2.8	65
	3. Shear walls			
	a. Concrete	5.5	2.8	240
	b. Masonry	5.5	2.8	160
	4. Ordinary braced frames			
	a. Steel	5.6	2.2	160
	b. Concrete <sup>3</sup>	5.6	2.2	—
c. Heavy timber	5.6	2.2	65	
5. Special concentrically braced frames				
a. Steel	6.4	2.2	240	
Moment-resisting frame	1. Special moment-resisting frame (SMRF)			
	a. Steel	8.5	2.8	N.L.
	b. Concrete <sup>4</sup>	8.5	2.8	N.L.
	2. Masonry moment-resisting wall frame (MMRWF)	6.5	2.8	160
	3. Concrete intermediate moment-resisting frame (IMRF) <sup>5</sup>	5.5	2.8	—
	4. Ordinary moment-resisting frame (OMRF)			
	a. Steel <sup>6</sup>	4.5	2.8	160
b. Concrete <sup>7</sup>	3.5	2.8	—	
5. Special truss moment frames of steel (STMF)	6.5	2.8	240	
Composite system	1. Shear walls			
	a. Concrete with SMRF	8.5	2.8	N.L.
	b. Concrete with steel OMRF	4.2	2.8	160
	c. Concrete with concrete IMRF <sup>5</sup>	6.5	2.8	160
	d. Masonry with SMRF	5.5	2.8	160
	e. Masonry with steel OMRF	4.2	2.8	160
	f. Masonry with concrete IMRF <sup>5</sup>	4.2	2.8	—
	g. Masonry with masonry MMRWF	6.0	2.8	160
	2. Steel EBF			
	a. With steel SMRF	8.5	2.8	N.L.
	b. With steel OMRF	4.2	2.8	160
	3. Ordinary braced frames			
	a. Steel with steel SMRF	6.5	2.8	N.L.
	b. Steel with steel OMRF	4.2	2.8	160
	c. Concrete with concrete SMRF <sup>5</sup>	6.5	2.8	—
	d. Concrete with concrete IMRF <sup>5</sup>	4.2	2.8	—
	4. Special concentrically braced frames			
	a. Steel with steel SMRF	7.5	2.8	N.L.
b. Steel with steel OMRF	4.2	2.8	160	
Column building	1. Cantilevered column elements	2.2	2.0	35 <sup>7</sup>
Column-beam interaction	1. Concrete <sup>4</sup>	5.5	2.8	160
Special provisions	See Sections 1629.6.7 and 1629.9.2	—	—	—

<sup>1</sup> For combination of structural systems.

<sup>2</sup> Systems are defined in Section 1629.6.

<sup>3</sup> Seismic Zones 3 and 4.

<sup>4</sup> Concrete conforming to Section 1921.2.7.

<sup>5</sup> Seismic Zones 3 and 4, except as permitted in Section 1634.2.

<sup>6</sup> Moment-resisting frames in Seismic Zone 1 meeting the requirements of Section 2211.6 may use a R value of 8.

<sup>7</sup> The building including cantilevered columns.

<sup>8</sup> Seismic Zones 2A, 2B, 3 and 4. See Section 1633.2.7.





TABLE 16-I—SEISMIC ZONE FACTOR  $Z$ 

1	2A	2B	3	4
0.075	0.15	0.20	0.30	0.40

to be determined from the seismic zone map in Figure 16-2.

TABLE 16-J—SOIL PROFILE TYPES

SOIL PROFILE NAME/GENERIC DESCRIPTION	AVERAGE SOIL PROPERTIES FOR TOP 100 FEET (30 480 mm) OF SOIL PROFILE		
	Shear Wave Velocity, $V_s$ feet/second (m/s)	Standard Penetration Test, $N$ (or $N_{60}$ for cohesionless soil layers) (blows/foot)	Undrained Shear Strength, $F_u$ (kPa)
Hard Rock	> 5,000 (1,500)	—	—
Rock	2,500 to 5,000 (760 to 1,500)		
Very Dense Soil and Soft Rock	1,200 to 2,500 (360 to 760)	> 50	> 2,000 (100)
Stiff Soil Profile	600 to 1,200 (180 to 360)	15 to 50	1,000 to 2,000 (50 to 100)
Soft Soil Profile	< 600 (180)	< 15	< 1,000 (50)

Soil Requiring Site-specific Evaluation. See Section 1629.3.1.

so includes any soil profile with more than 10 feet (3048 mm) of soft clay defined as a soil with a plasticity index,  $PI > 20$ ,  $w_{mc} \geq 40$  per kPa). The Plasticity Index,  $PI$ , and the moisture content,  $w_{mc}$ , shall be determined in accordance with approved national standards.

TABLE 16-K—OCCUPANCY CATEGORY

OCCUPANCY OR FUNCTIONS OF STRUCTURE	SEISMIC IMPORTANCE FACTOR, $I$	SEISMIC IMPORTANCE FACTOR, $I_p$	WIND IMPORTANCE FACTOR, $I_w$
Group I, Division 1 Occupancies having surgery and emergency treatment areas Fire and police stations Garages and shelters for emergency vehicles and emergency aircraft Structures and shelters in emergency-preparedness centers Aviation control towers Structures and equipment in government communication centers and other facilities required for emergency response Standby power-generating equipment for Category 1 facilities Tanks or other structures containing housing or supporting water or other fire-suppression material or equipment required for the protection of Category 1, 2 or 3 structures	1.25	1.50	1.15
Group H, Divisions 1, 2, 6 and 7 Occupancies and structures therein housing or supporting toxic or explosive chemicals or substances Nonbuilding structures housing, supporting or containing quantities of toxic or explosive substances that, if contained within a building, would cause that building to be classified as a Group H, Division 1, 2 or 7 Occupancy	1.25	1.50	1.15
Group A, Divisions 1, 2 and 2.1 Occupancies Buildings housing Group E, Divisions 1 and 3 Occupancies with a capacity greater than 300 students Buildings housing Group B Occupancies used for college or adult education with a capacity greater than 500 students Group I, Divisions 1 and 2 Occupancies with 50 or more resident incapacitated patients, but not included in Category 1 Group I, Division 3 Occupancies All structures with an occupancy greater than 5,000 persons Structures and equipment in power-generating stations, and other public utility facilities not included in Category 1 or Category 2 above, and required for continued operation	1.00	1.00	1.00
All structures housing occupancies or having functions not listed in Category 1, 2 or 3 and Group U Occupancy towers	1.00	1.00	1.00
Group U Occupancies except for towers	1.00	1.00	1.00

or panel connections in Section 1633.2.4 shall be 1.0 for the entire connector.

requirements are given in Section 1702.

chinery and equipment required for life-safety systems, the value of  $I_p$  shall be taken as 1.5.





JURUSAN TEKNIK SIPIL  
FTSP - ITS  
SURABAYA

JUDUL TUGAS

MODIFIKASI DAN  
PERENCANAAN GEDUNG  
PERKANTORAN PEMERINTAH  
DAERAH DENGAN SISTEM  
PRACETAK

DOSEN PEMBIMBING

Prof. Ir. PRIYO SUPROBO, MS, Ph.D

MAHASISWA

MUCHAMMAD ALI AFANDI  
3199 100 055

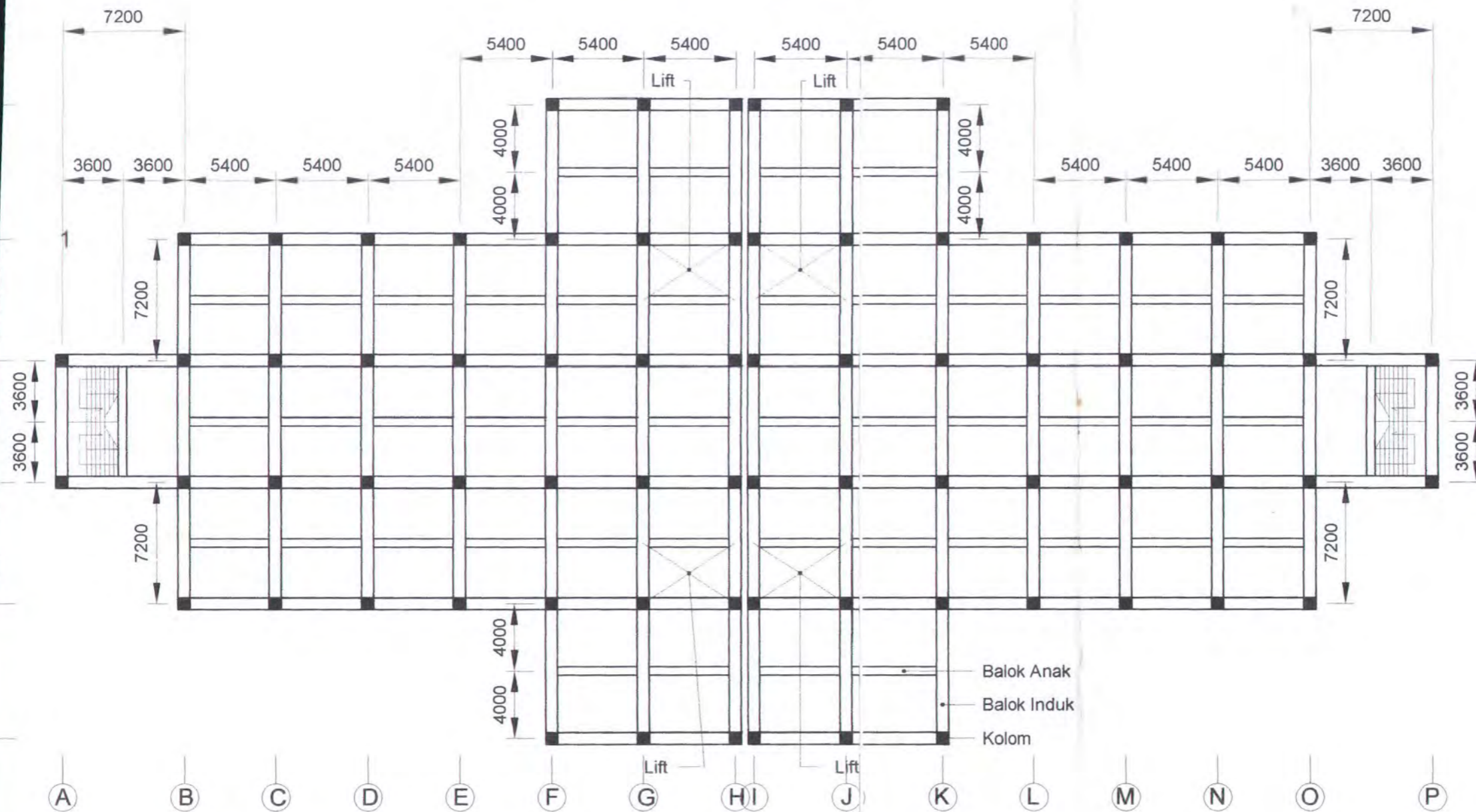
GAMBAR

DENAH Lt.1 & 2

NO. GAMBAR

DISETUJUI

CATATAN



**DENAH PEMBALOKAN Lt. 1 & 2**  
Skala 1 : 300





JURUSAN TEKNIK SIPIL  
FTSP - ITS  
SURABAYA

JUDUL TUGAS

MODIFIKASI DAN  
PERENCANAAN GEDUNG  
PERKANTORAN PEMERINTAH  
DAERAH DENGAN SISTEM  
PRACETAK

DOSEN PEMBIMBING

Prof. Ir. PRIYO SUPROBO, MS, Ph.D

MAHASISWA

MUCHAMMAD ALI AFANDI  
3199 100 055

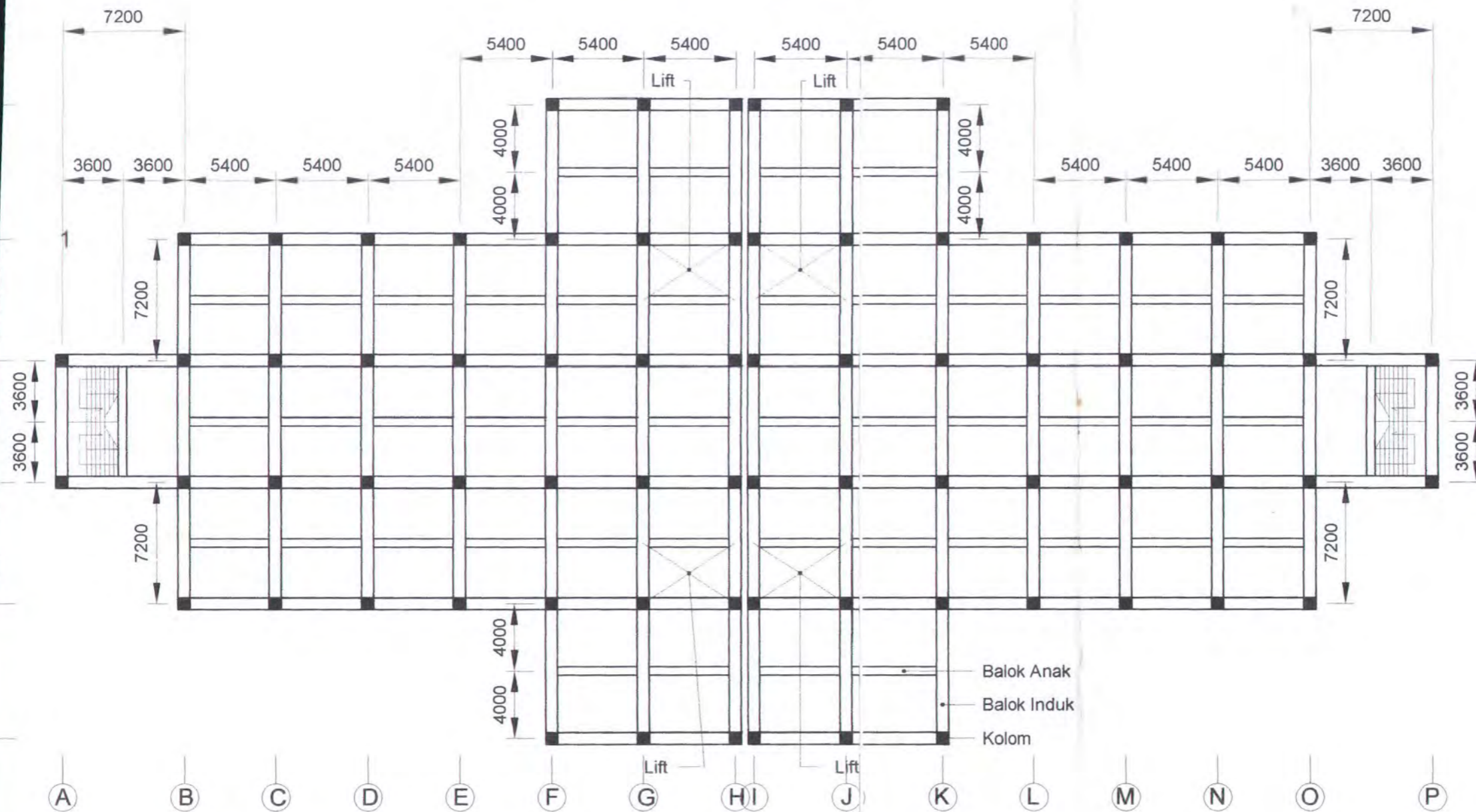
GAMBAR

DENAH Lt.1 & 2

NO. GAMBAR

DISETUJUI

CATATAN



**DENAH PEMBALOKAN Lt. 1 & 2**  
Skala 1 : 300





JURUSAN TEKNIK SIPIL  
FTSP - ITS  
SURABAYA

JUDUL TUGAS

MODIFIKASI DAN  
PERENCANAAN GEDUNG  
PERKANTORAN PEMERINTAH  
DAERAH DENGAN SISTEM  
PRACETAK

DOSEN PEMBIMBING

Prof. Ir. PRIYO SUPROBO, MS, F

MAHASISWA

MUCHAMMAD ALI AFANDI  
3199 100 055

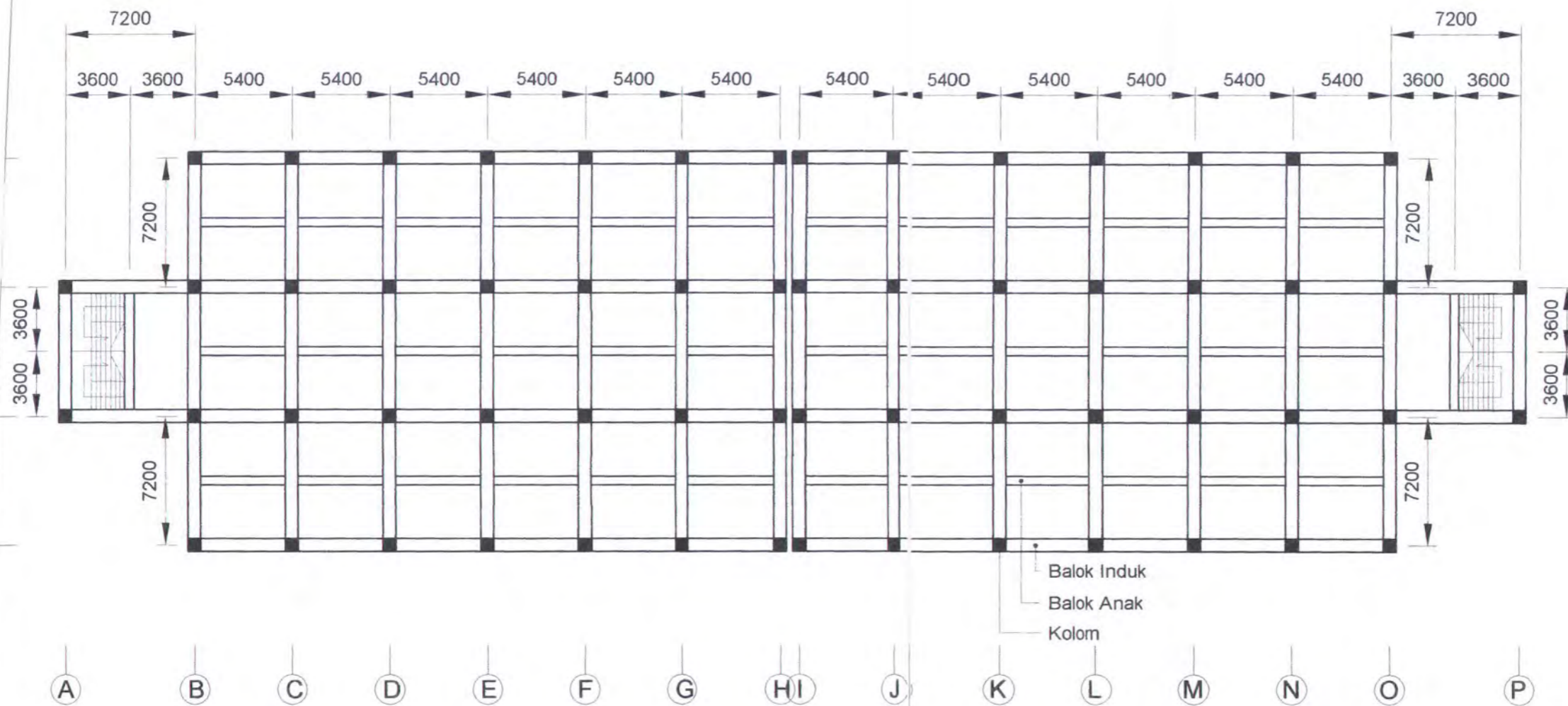
GAMBAR

DENAH Lt. 14

NO. GAMBAR

DISETUJUI

CATATAN



**DENAH PEMBALOKAN Lt. 14**  
Skala 1 : 300





JURUSAN TEKNIK SIPIL  
FTSP - ITS  
SURABAYA

JUDUL TUGAS

MODIFIKASI DAN  
PERENCANAAN GEDUNG  
PERKANTORAN PEMERINTAH  
DAERAH DENGAN SISTEM  
PRACETAK

DOSEN PEMBIMBING

Prof. Ir. PRIYO SUPROBO, MS, Ph.D

MAHASISWA

MUCHAMMAD ALI AFANDI  
3199 100 055

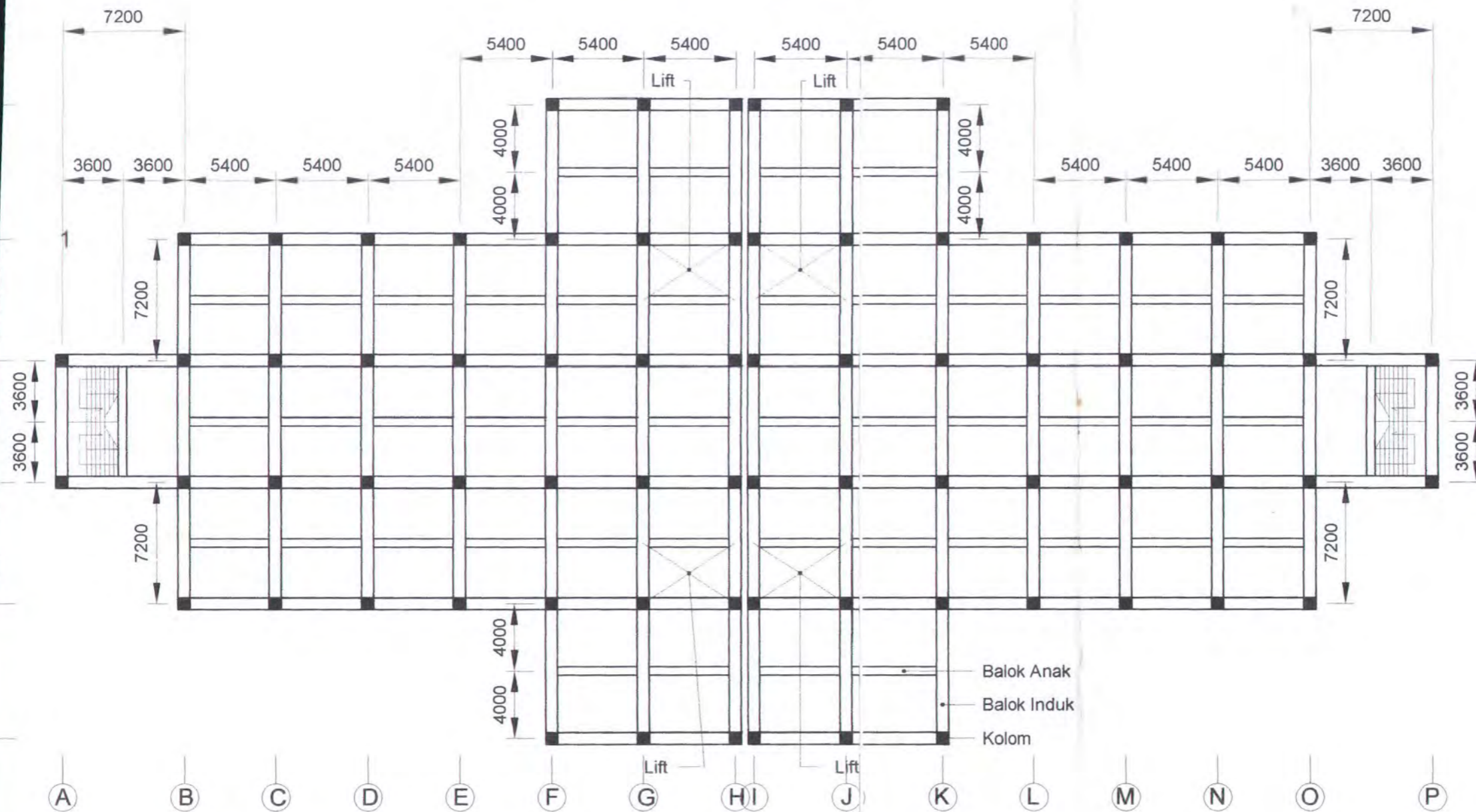
GAMBAR

DENAH Lt.1 & 2

NO. GAMBAR

DISETUJUI

CATATAN



**DENAH PEMBALOKAN Lt. 1 & 2**  
Skala 1 : 300





JURUSAN TEKNIK SIPIL  
FTSP - ITS  
SURABAYA

JUDUL TUGAS

MODIFIKASI DAN  
PERENCANAAN GEDUNG  
PERKANTORAN PEMERINTAH  
DAERAH DENGAN SISTEM  
PRACETAK

DOSEN PEMBIMBING

Prof. Ir. PRIYO SUPROBO, MS, F

MAHASISWA

MUCHAMMAD ALI AFANDI  
3199 100 055

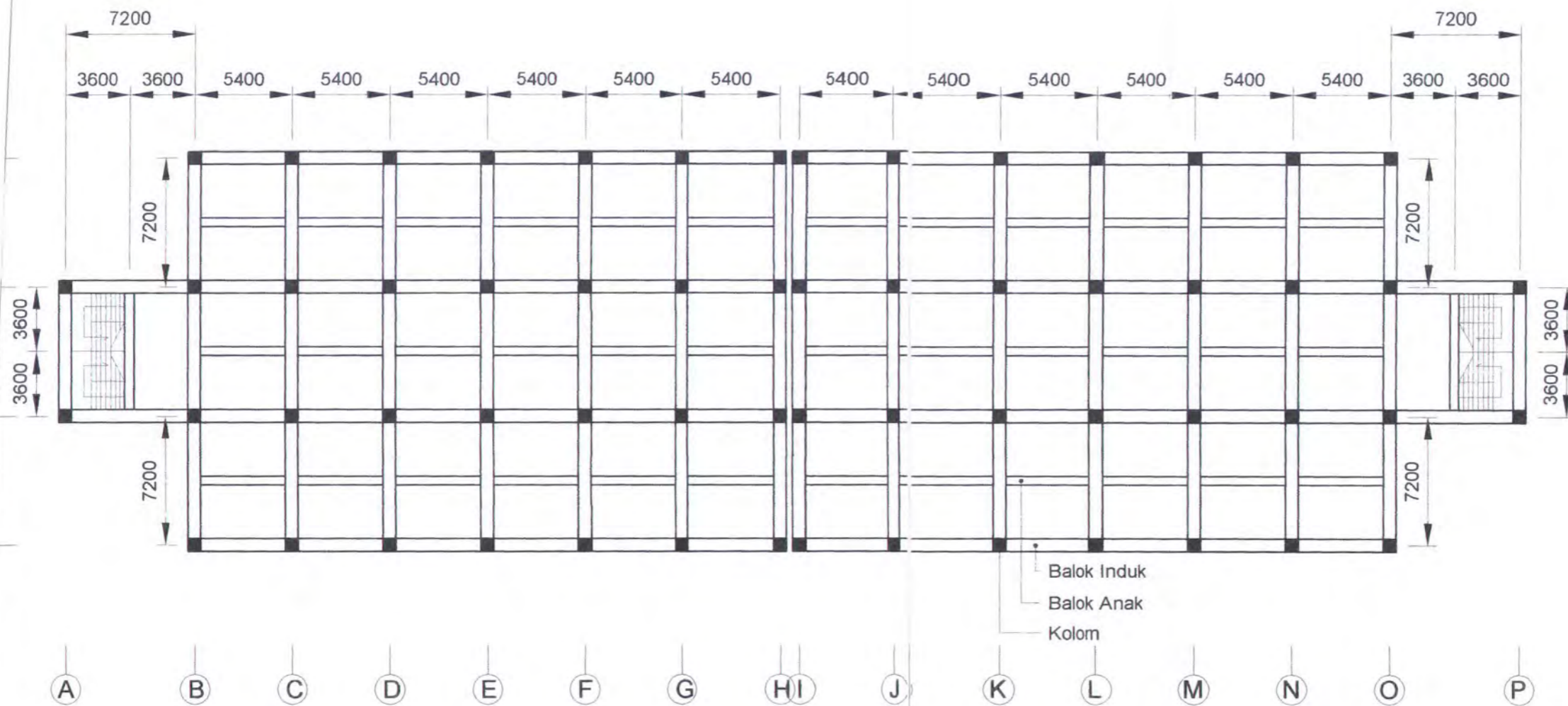
GAMBAR

DENAH Lt. 14

NO. GAMBAR

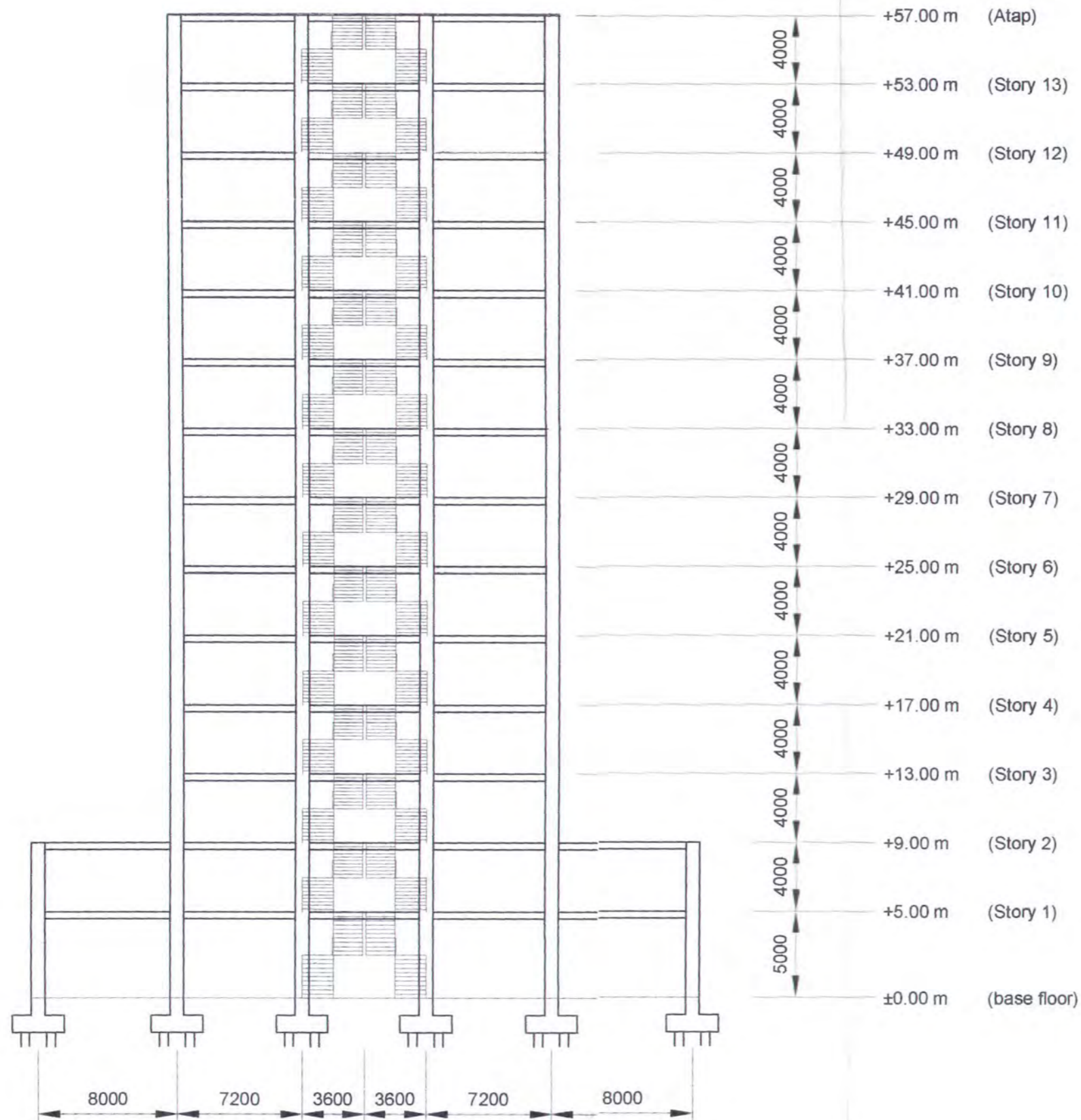
DISETUJUI

CATATAN



DENAH PEMBALOKAN Lt. 14  
Skala 1 : 300





**POTONGAN MELINTANG**  
Skala 1 : 300



JURUSAN TEKNIK SIPIL  
FTSP - ITS  
SURABAYA

JUDUL TUGAS

MODIFIKASI DAN  
PERENCANAAN GEDUNG  
PERKANTORAN PEMERINTAH  
DAERAH DENGAN SISTEM  
PRACETAK

DOSEN PEMBIMBING

Prof. Ir. PRIYO SUPROBO, MS, Ph.D

MAHASISWA

MUCHAMMAD ALI AFANDI  
3199 100 055

GAMBAR

POTONGAN  
MELINTANG

NO. GAMBAR

DISETUJUI

CATATAN





JURUSAN TEKNIK SIPIL  
FTSP - ITS  
SURABAYA

**JUDUL TUGAS**

MODIFIKASI DAN  
PERENCANAAN GEDUNG  
PERKANTORAN PEMERINTAH  
DAERAH DENGAN SISTEM  
PRACETAK

**DOSEN PEMBIMBING**

Prof. Ir. PRIYO SUPROBO, MS, Ph.D

**MAHASISWA**

MUCHAMMAD ALI AFANDI  
3199 100 055

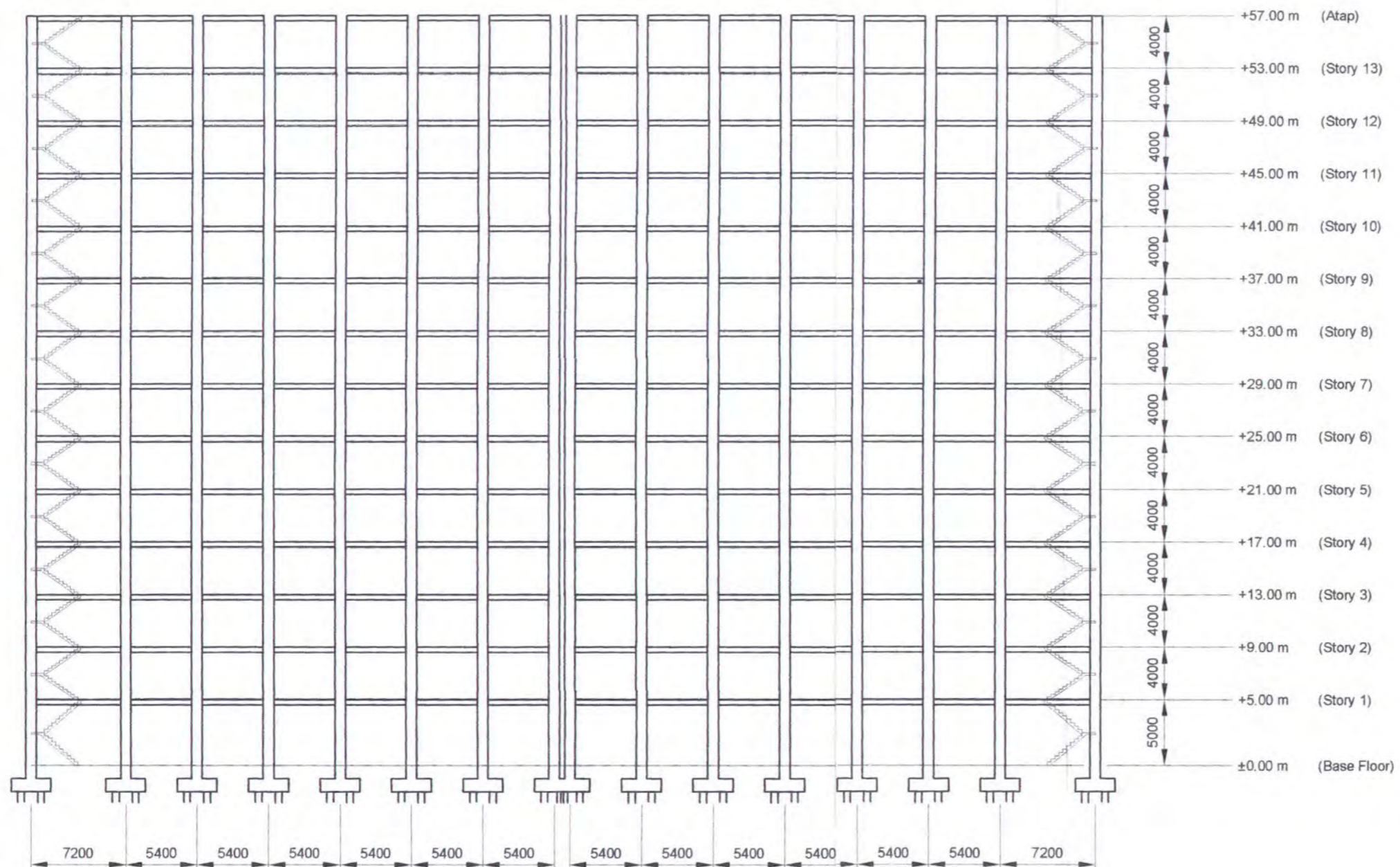
**GAMBAR**

**POTONGAN  
MEMANJANG**

**NO. GAMBAR**

**DISETUJUI**

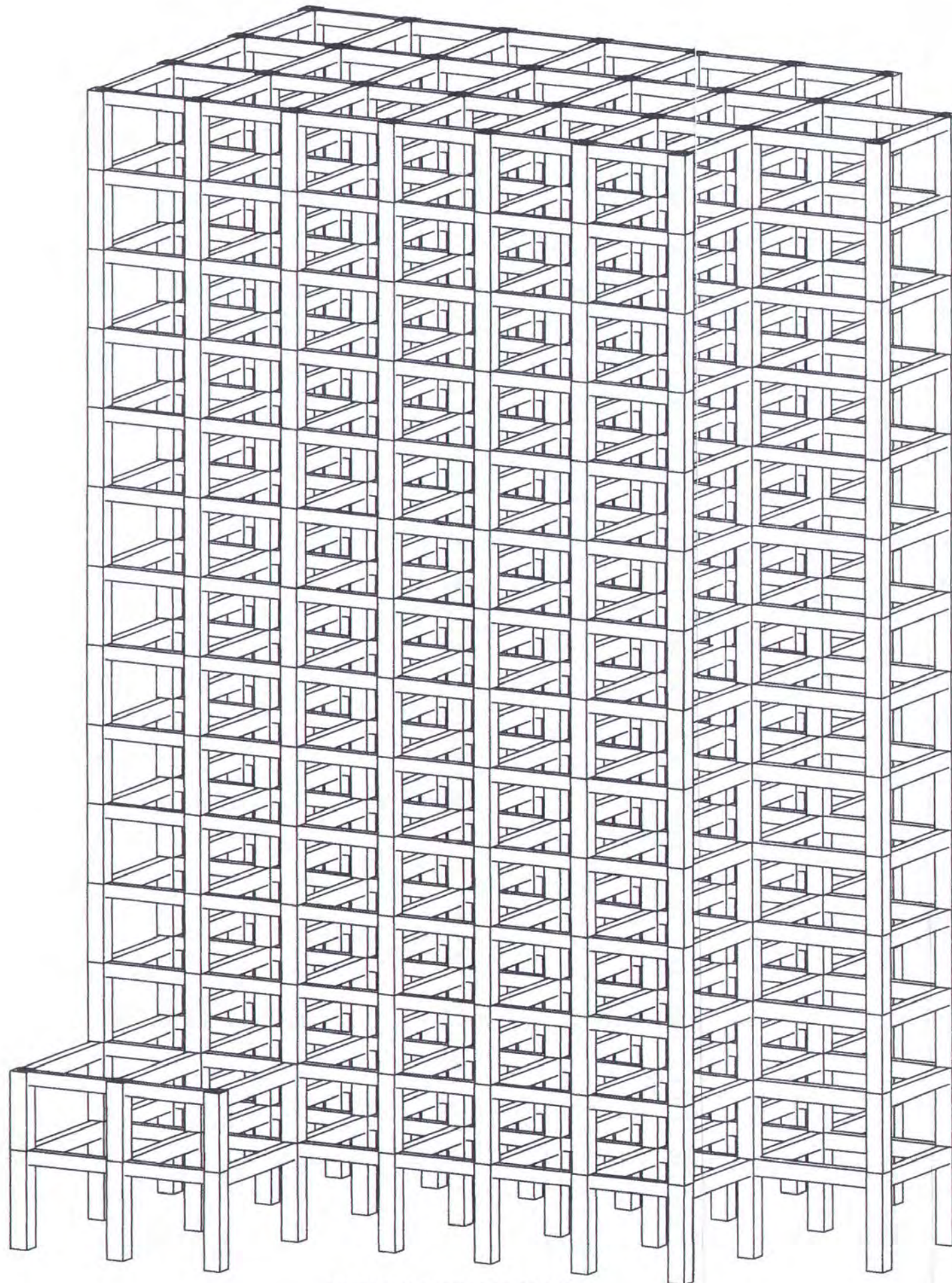
**CATATAN**



**POTONGAN MEMANJANG**

Skala 1 : 300





**PERMODELAN SRUKTUR**  
SKALA 1 : 250



JURUSAN TEKNIK SIPIL  
FTSP - ITS  
SURABAYA

JUDUL TUGAS

MODIFIKASI DAN  
PERENCANAAN GEDUNG  
PERKANTORAN PEMERINTAH  
DAERAH DENGAN SISTEM  
PRACETAK

DOSEN PEMBIMBING

Prof. Ir. PRIYO SUPROBO, MS, Ph.D

MAHASISWA

MUCHAMMAD ALI AFANDI  
3199 100 055

GAMBAR

PERMODELAN  
STRUKTUR

NO. GAMBAR

DISETUJUI

CATATAN





JURUSAN TEKNIK SIPIL  
FTSP - ITS  
SURABAYA

JUDUL TUGAS

MODIFIKASI DAN  
PERENCANAAN GEDUNG  
PERKANTORAN PEMERINTAH  
DAERAH DENGAN SISTEM  
PRACETAK

DOSEN PEMBIMBING

Prof. Ir. PRIYO SUPROBO, MS, Ph.D

MAHASISWA

MUCHAMMAD ALI AFANDI  
3199 100 055

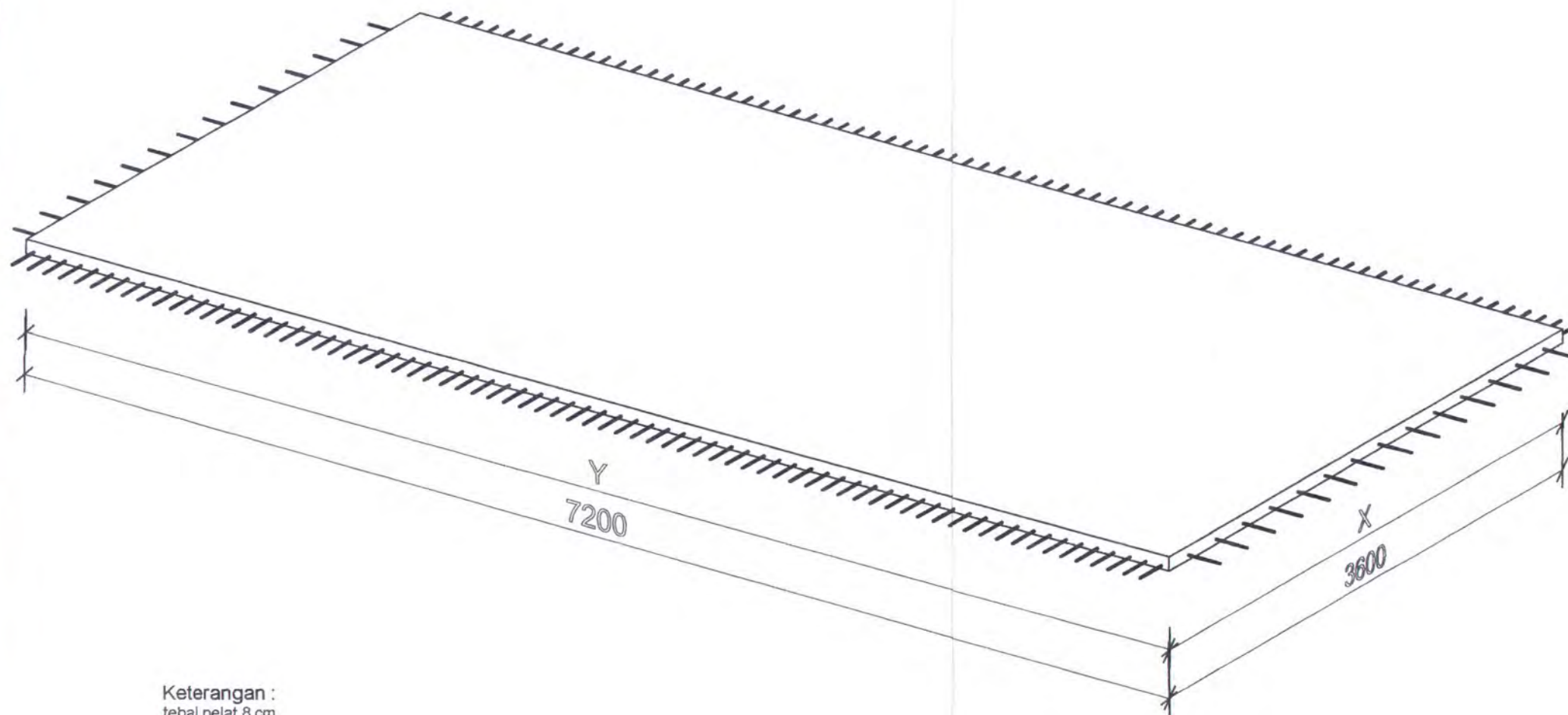
GAMBAR

3D VIEW PELAT  
3.6m X 7.2m

NO. GAMBAR

DISETUJUI

CATATAN



Keterangan :  
tebal pelat 8 cm  
tulangan X  $\varnothing 10 - 100$   
tulangan Y  $\varnothing 10 - 250$   
Panjang penyaluran 200 mm

3D VIEW PELAT 3.6m X 7.2m SEBELUM KOMPOSIT  
Skala 1 : 30





JURUSAN TEKNIK SIPIL  
FTSP - ITS  
SURABAYA

JUDUL TUGAS

MODIFIKASI DAN  
PERENCANAAN GEDUNG  
PERKANTORAN PEMERINTAH  
DAERAH DENGAN SISTEM  
PRACETAK

DOSEN PEMBIMBING

Prof. Ir. PRIYO SUPROBO, MS, Ph.D

MAHASISWA

MUCHAMMAD ALI AFANDI  
3199 100 055

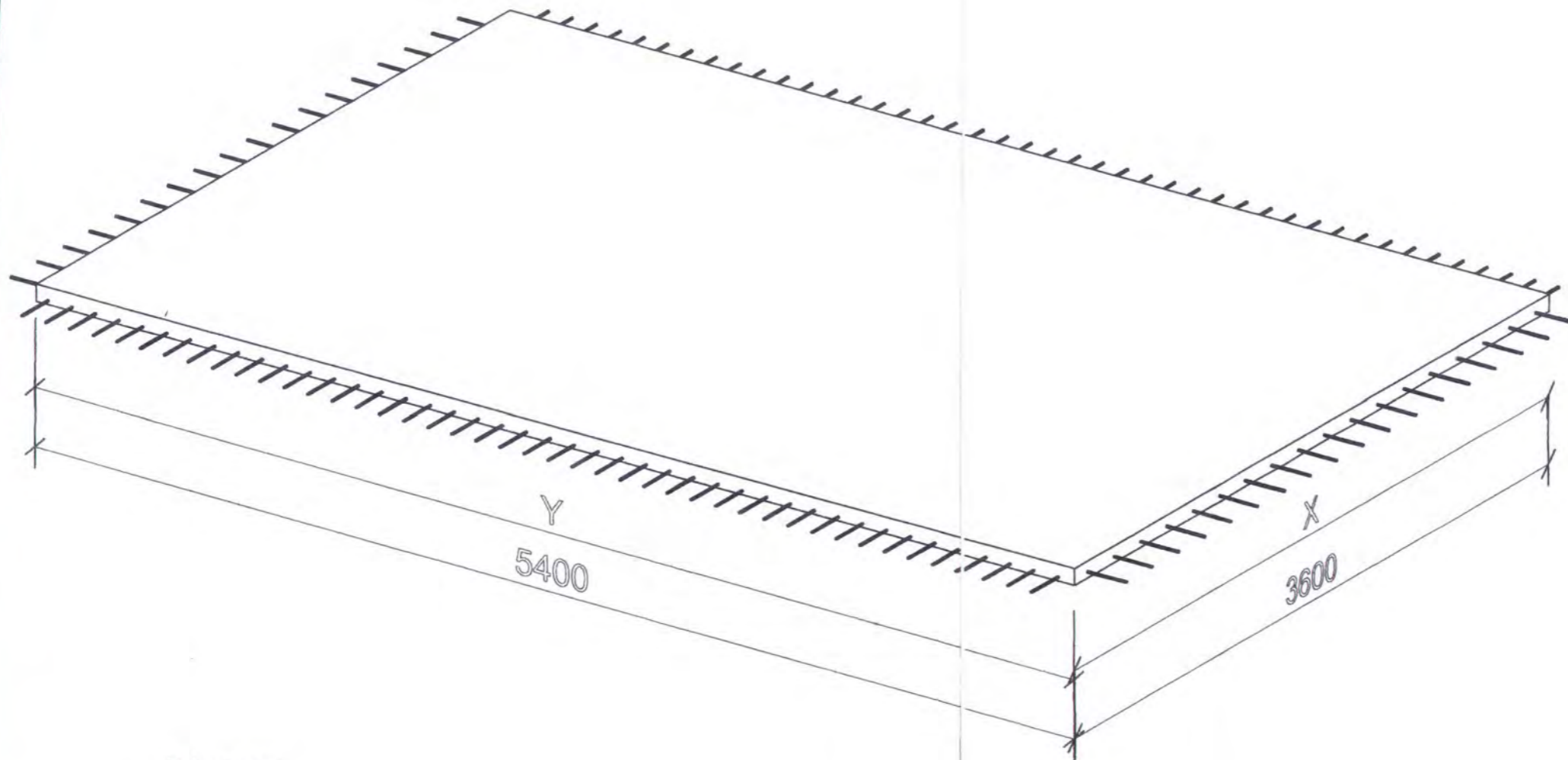
GAMBAR

3D VIEW PELAT  
3.6m X 5.4m

NO. GAMBAR

DISETUJUI

CATATAN



Keterangan :  
tebal pelat 8 cm  
tulangan X  $\varnothing$ 10 - 125  
tulangan Y  $\varnothing$ 10 - 200  
Panjang penyaluran 200 mm

3D VIEW PELAT 3.6m X 5.4m SEBELUM KOMPOSIT

Skala 1 : 25



JURUSAN TEKNIK SIPIL  
FTSP - ITS  
SURABAYA

JUDUL TUGAS

MODIFIKASI DAN  
PERENCANAAN GEDUNG  
PERKANTORAN PEMERINTAH  
DAERAH DENGAN SISTEM  
PRACETAK

DOSEN PEMBIMBING

Prof. Ir. PRIYO SUPROBO, MS, Ph.D

MAHASISWA

MUCHAMMAD ALI AFANDI  
3199 100 055

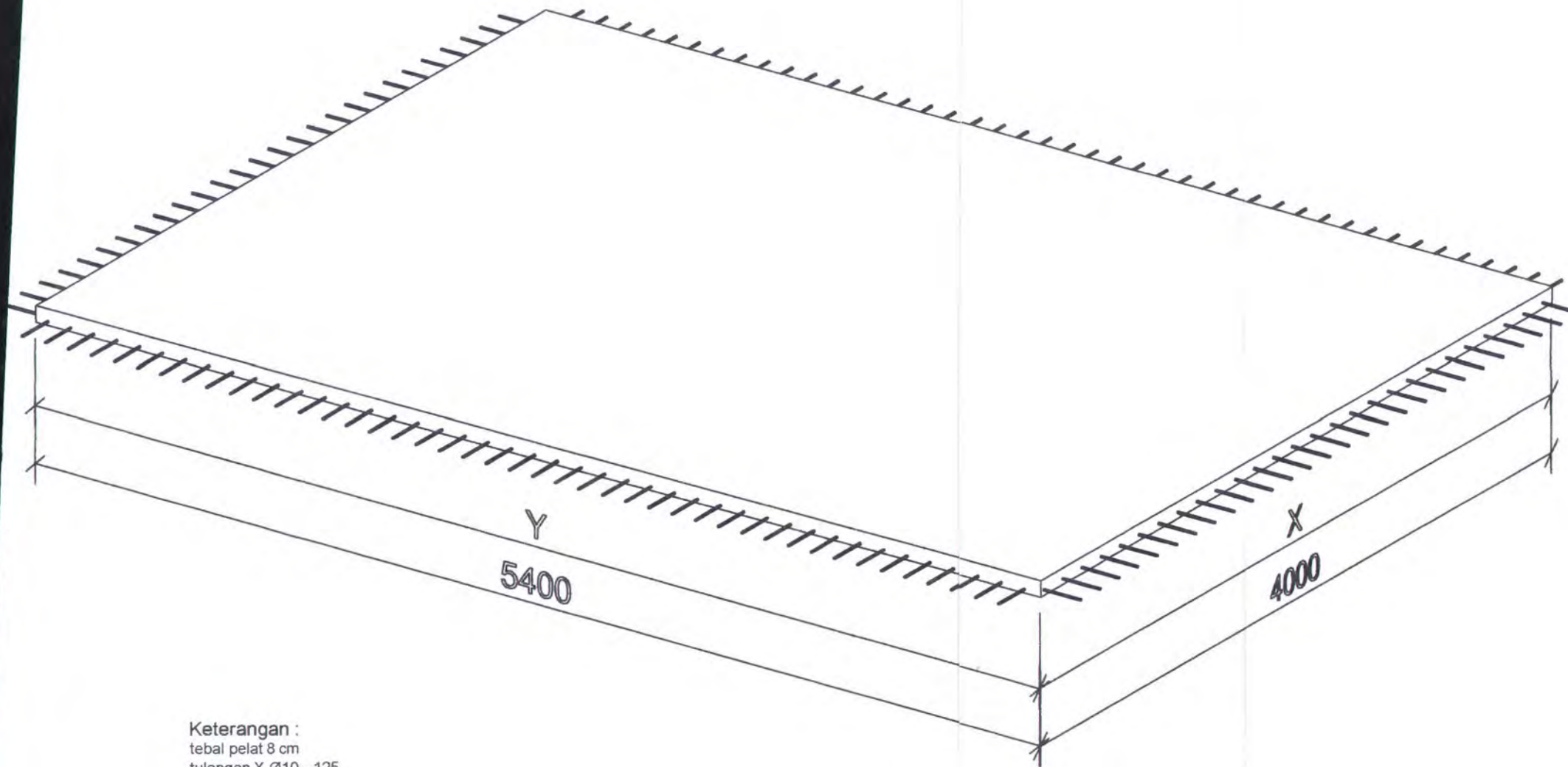
GAMBAR

3D VIEW PELAT  
4m X 5.4m

NO. GAMBAR

DISETUJUI

CATATAN



Keterangan :  
tebal pelat 8 cm  
tulangan X  $\varnothing$ 10 - 125  
tulangan Y  $\varnothing$ 10 - 150

3D VIEW PELAT 4m X 5.4m SEBELUM KOMPOSIT  
Skala 1 : 25





JURUSAN TEKNIK SIPIL  
FTSP - ITS  
SURABAYA

JUDUL TUGAS

MODIFIKASI DAN  
PERENCANAAN GEDUNG  
PERKANTORAN PEMERINTAH  
DAERAH DENGAN SISTEM  
PRACETAK

DOSEN PEMBIMBING

Prof. Ir. PRIYO SUPROBO, MS, Ph.D

MAHASISWA

MUCHAMMAD ALI AFANDI  
3199 100 055

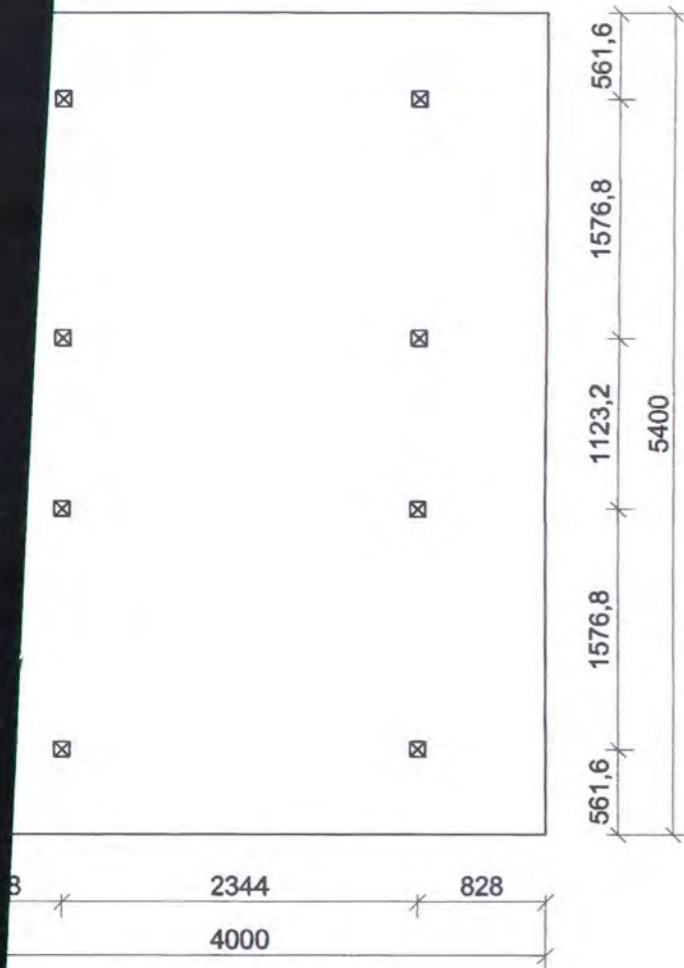
GAMBAR

LETAK TITIK  
ANGKAT

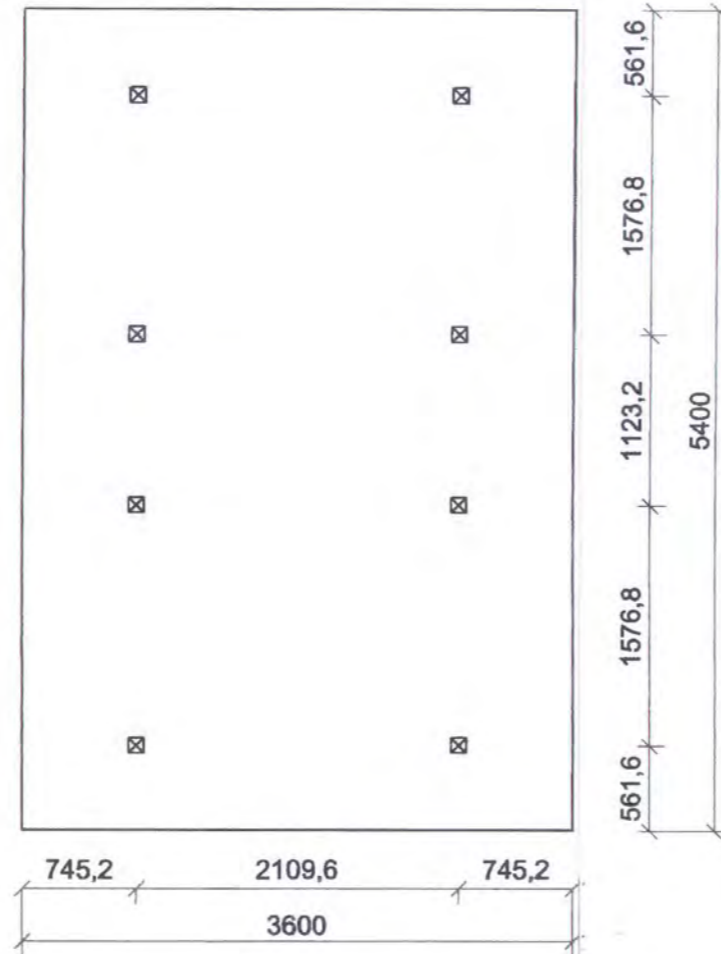
NO. GAMBAR

DISETUJUI

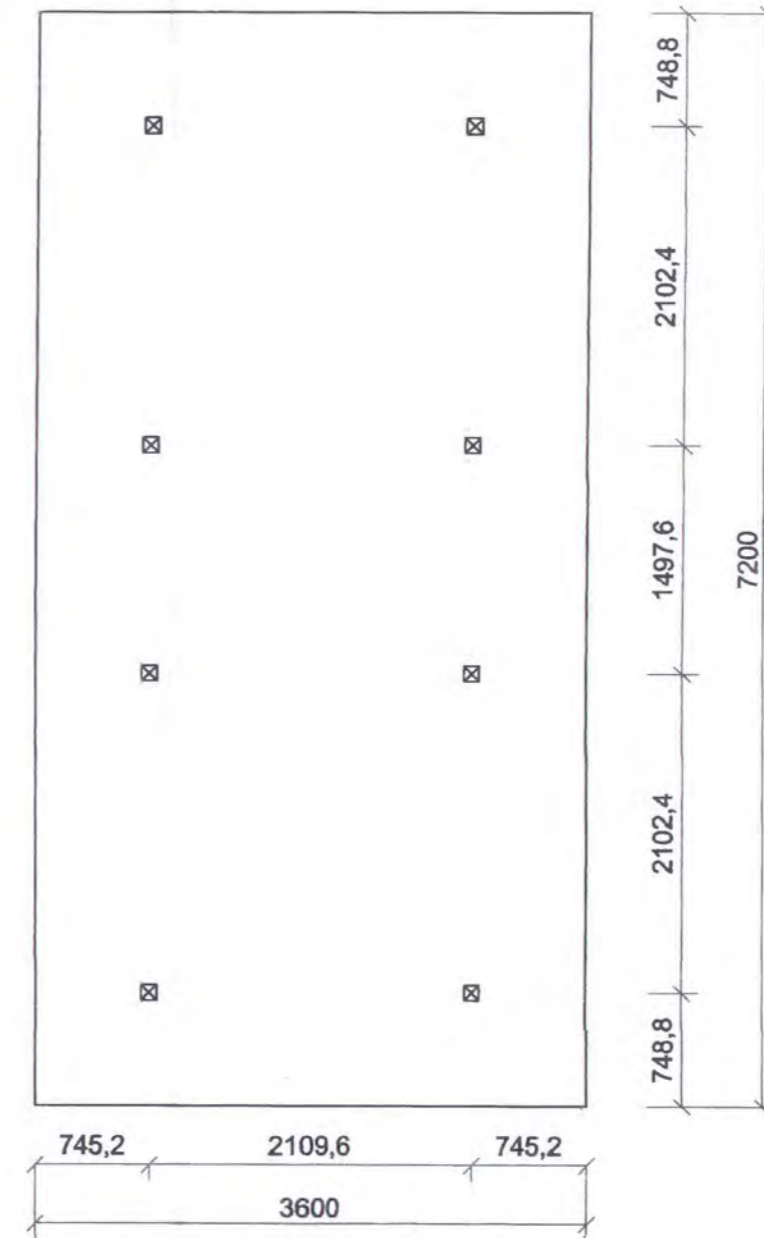
CATATAN



TITIK ANGKAT PELAT 4m X 5.4m  
Skala 1 : 50



TITIK ANGKAT PELAT 3.6m X 5.4m  
Skala 1 : 50



TITIK ANGKAT PELAT 3.6m X 7.2m  
Skala 1 : 50

Keterangan :  
Tul angkat = 1 kabel strand seven wire  $\varnothing \frac{1}{4}$  in  
fpu = 250 ksi





JURUSAN TEKNIK SIPIL  
FTSP - ITS  
SURABAYA

JUDUL TUGAS

MODIFIKASI DAN  
PERENCANAAN GEDUNG  
PERKANTORAN PEMERINTAH  
DAERAH DENGAN SISTEM  
PRACETAK

DOSEN PEMBIMBING

Prof. Ir. PRIYO SUPROBO, MS, Ph

MAHASISWA

MUCHAMMAD ALI AFANDI  
3199 100 055

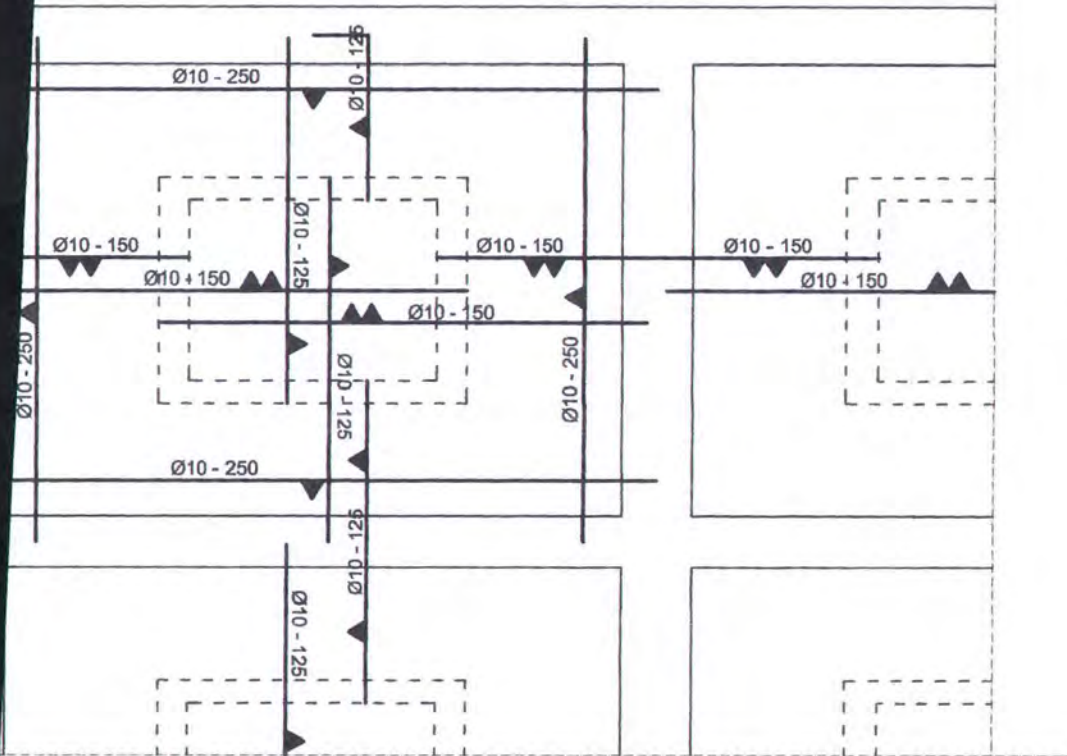
GAMBAR

TULANGAN PELAT  
(SETELAH  
KOMPOSIT)

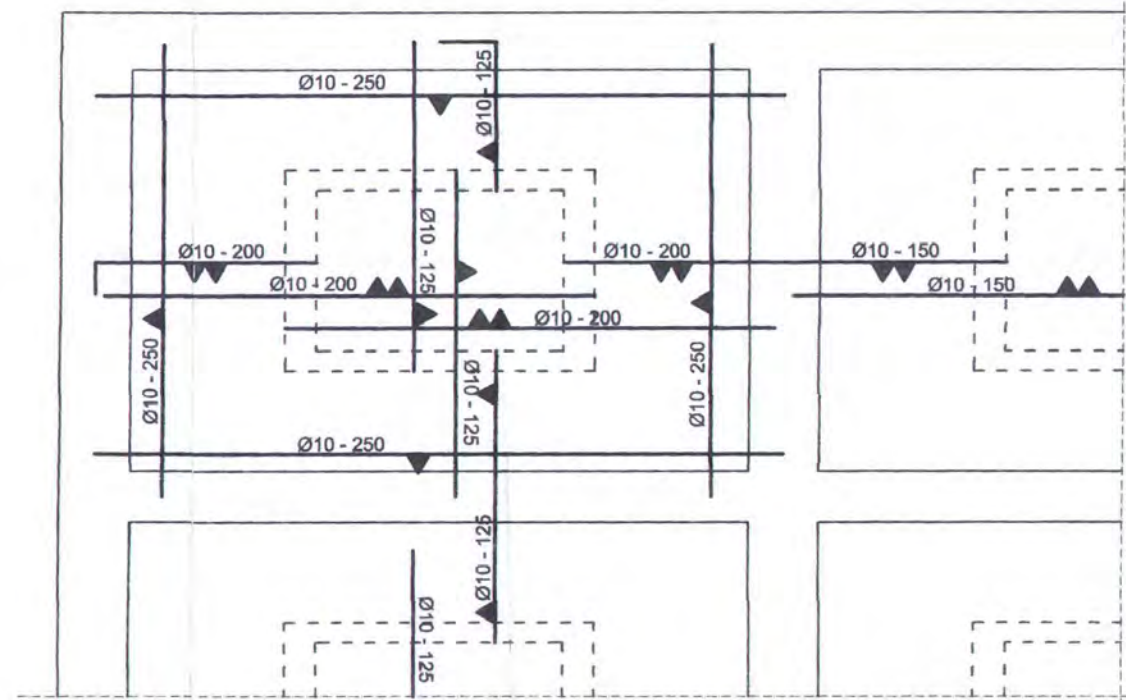
NO. GAMBAR

DISETUJUI

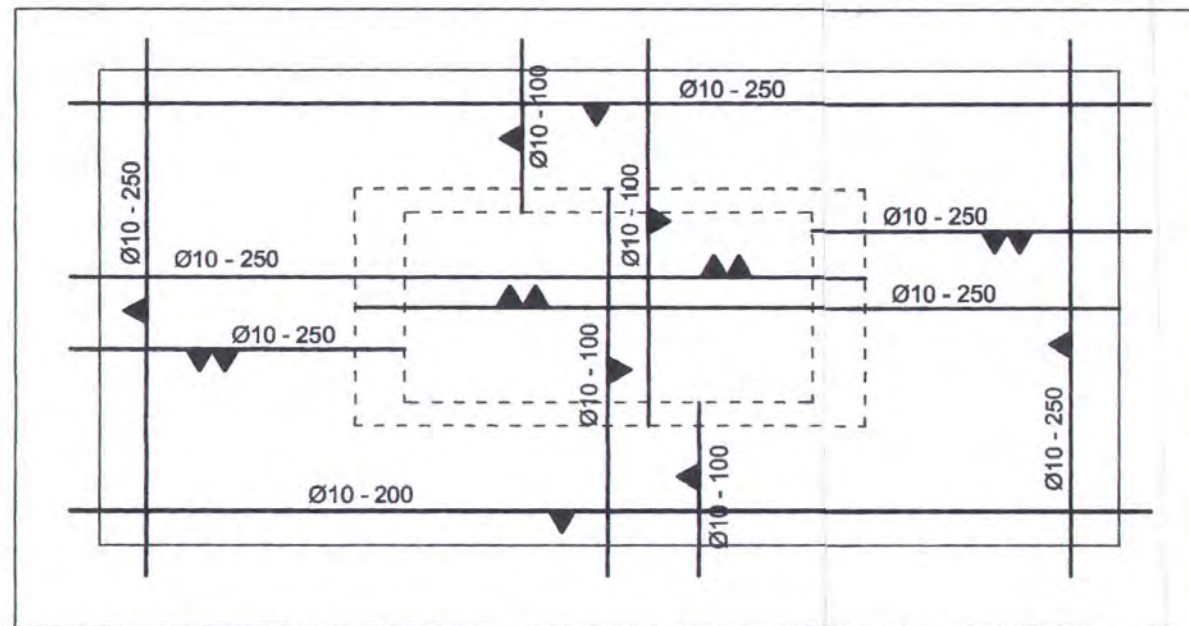
CATATAN



PELAT 4m X 5.4m  
Skala 1 : 60



PELAT 3.6m X 5.4m  
Skala 1 : 60



PELAT 3.6m X 7.2m  
Skala 1 : 50





JURUSAN TEKNIK SIPIL  
FTSP - ITS  
SURABAYA

JUDUL TUGAS

MODIFIKASI DAN  
PERENCANAAN GEDUNG  
PERKANTORAN PEMERINTAH  
DAERAH DENGAN SISTEM  
PRACETAK

DOSEN PEMBIMBING

Prof. Ir. PRIYO SUPROBO, MS, Ph.D

MAHASISWA

MUCHAMMAD ALI AFANDI  
3199 100 055

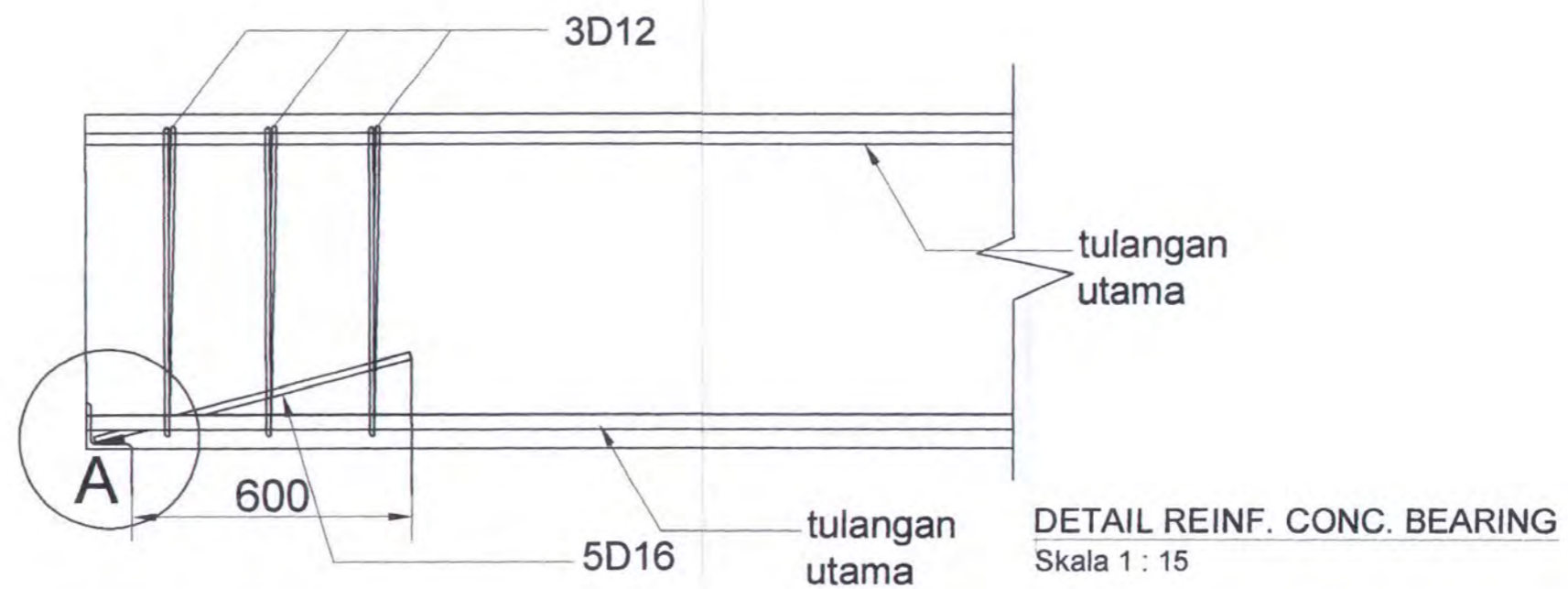
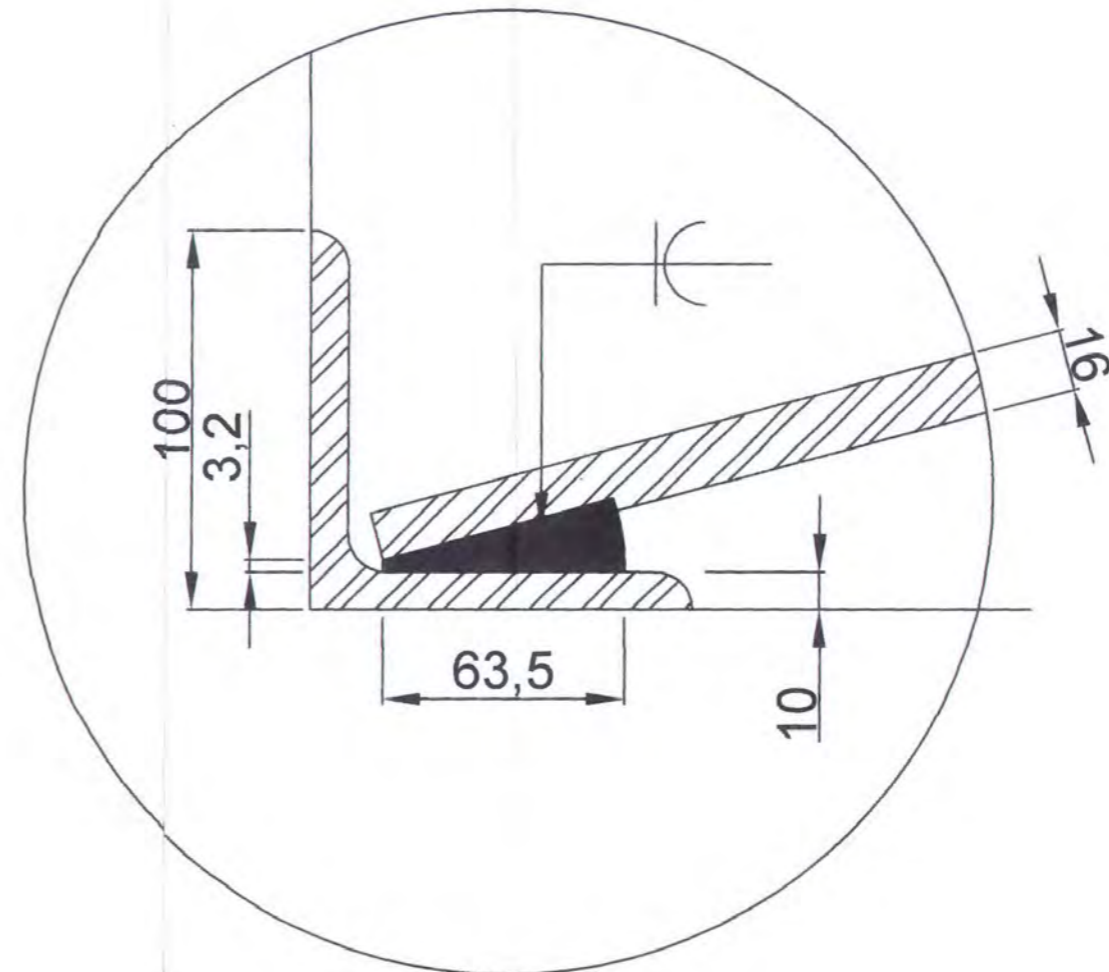
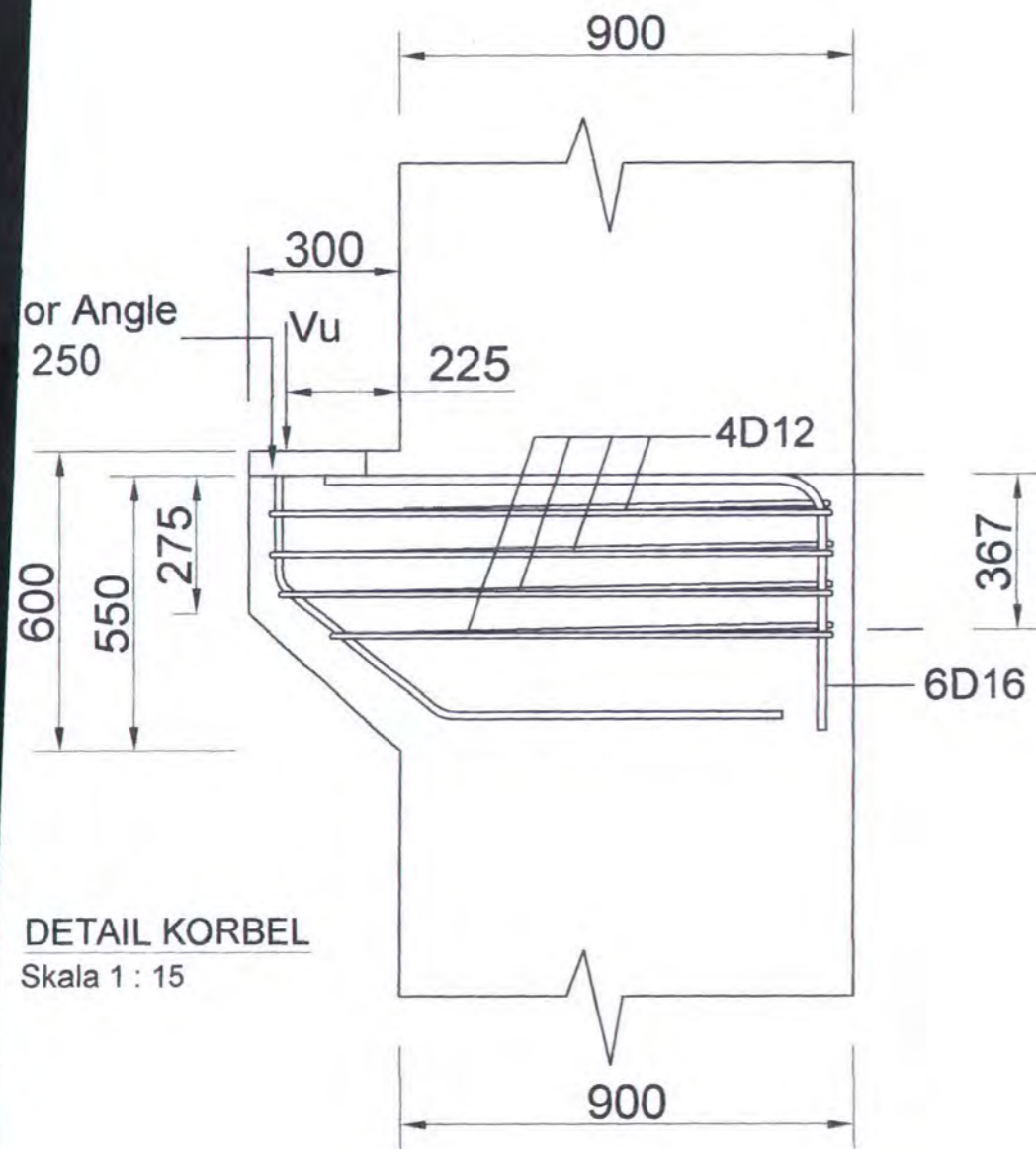
GAMBAR

PERKUATAN  
UJUNG BALOK &  
KOLOM

NO. GAMBAR

DISETUJUI

CATATAN







JURUSAN TEKNIK SIPIL  
FTSP - ITS  
SURABAYA

JUDUL TUGAS

MODIFIKASI DAN  
PERENCANAAN GEDUNG  
PERKANTORAN PEMERINTAH  
DAERAH DENGAN SISTEM  
PRACETAK

DOSEN PEMBIMBING

Prof. Ir. PRIYO SUPROBO, MS, Ph.D

MAHASISWA

MUCHAMMAD ALI AFANDI  
3199 100 055

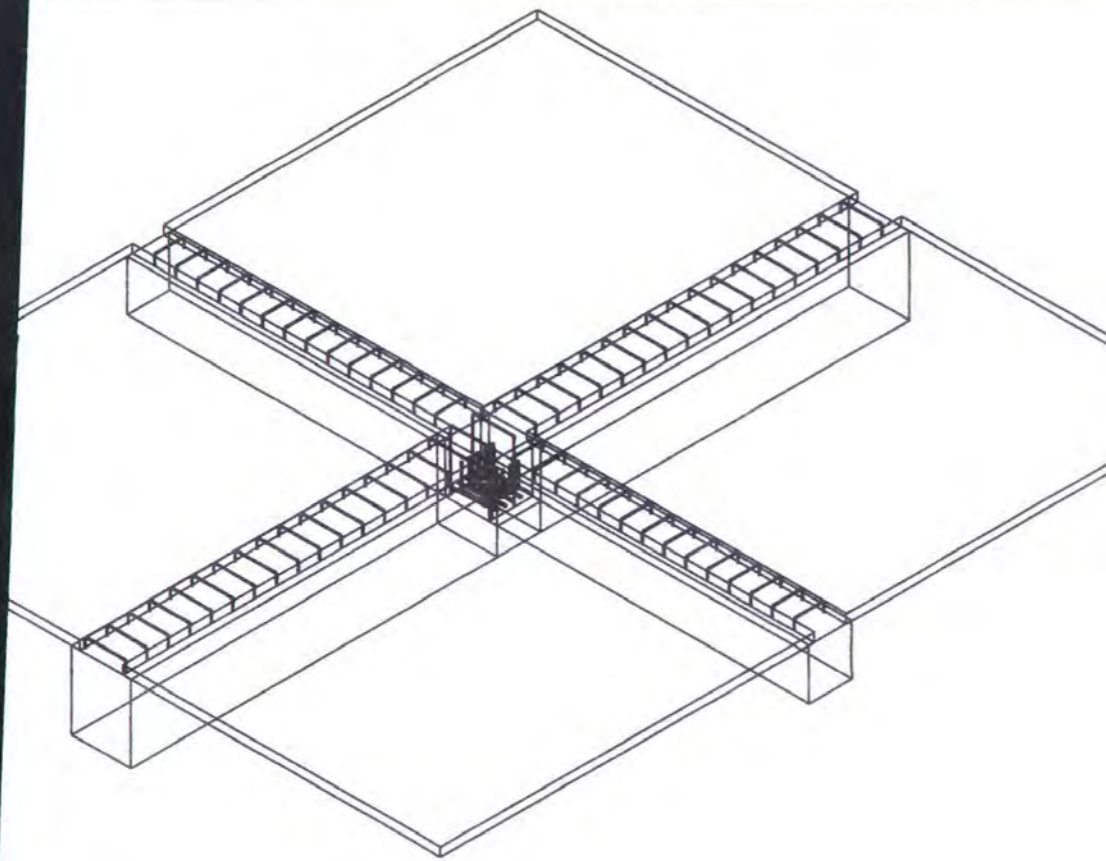
GAMBAR

SAMBUNGAN B.  
INDUK-B. ANAK

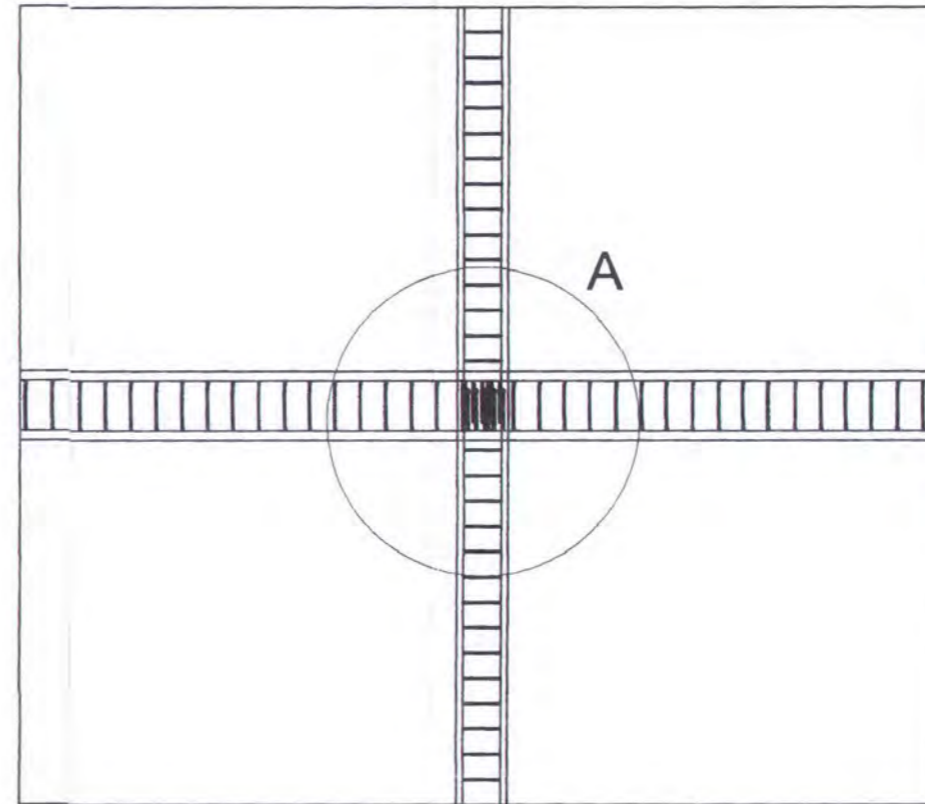
NO. GAMBAR

DISETUJUI

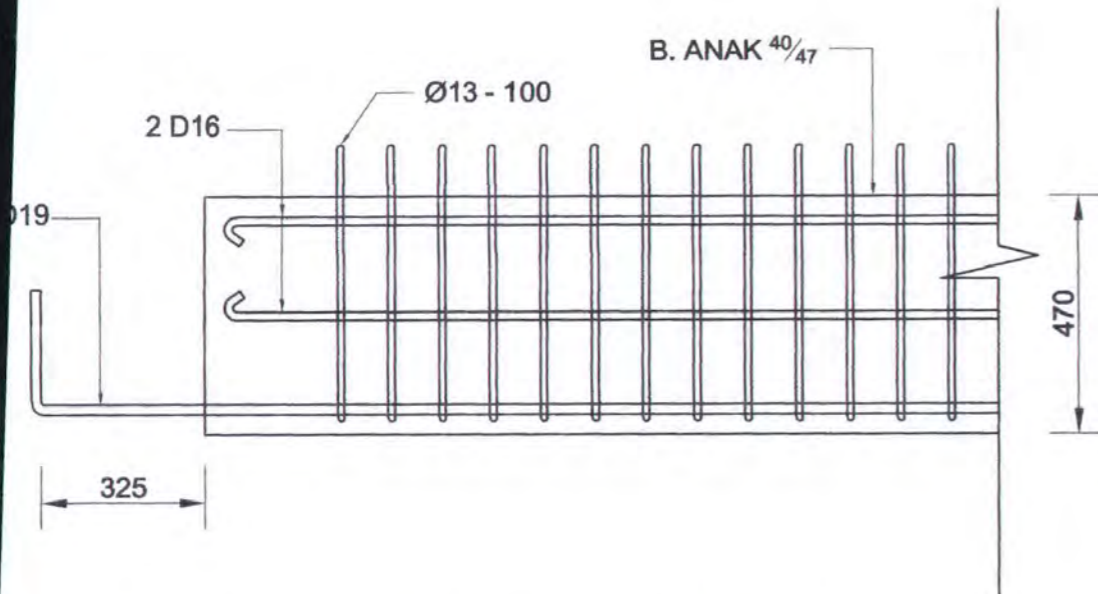
CATATAN



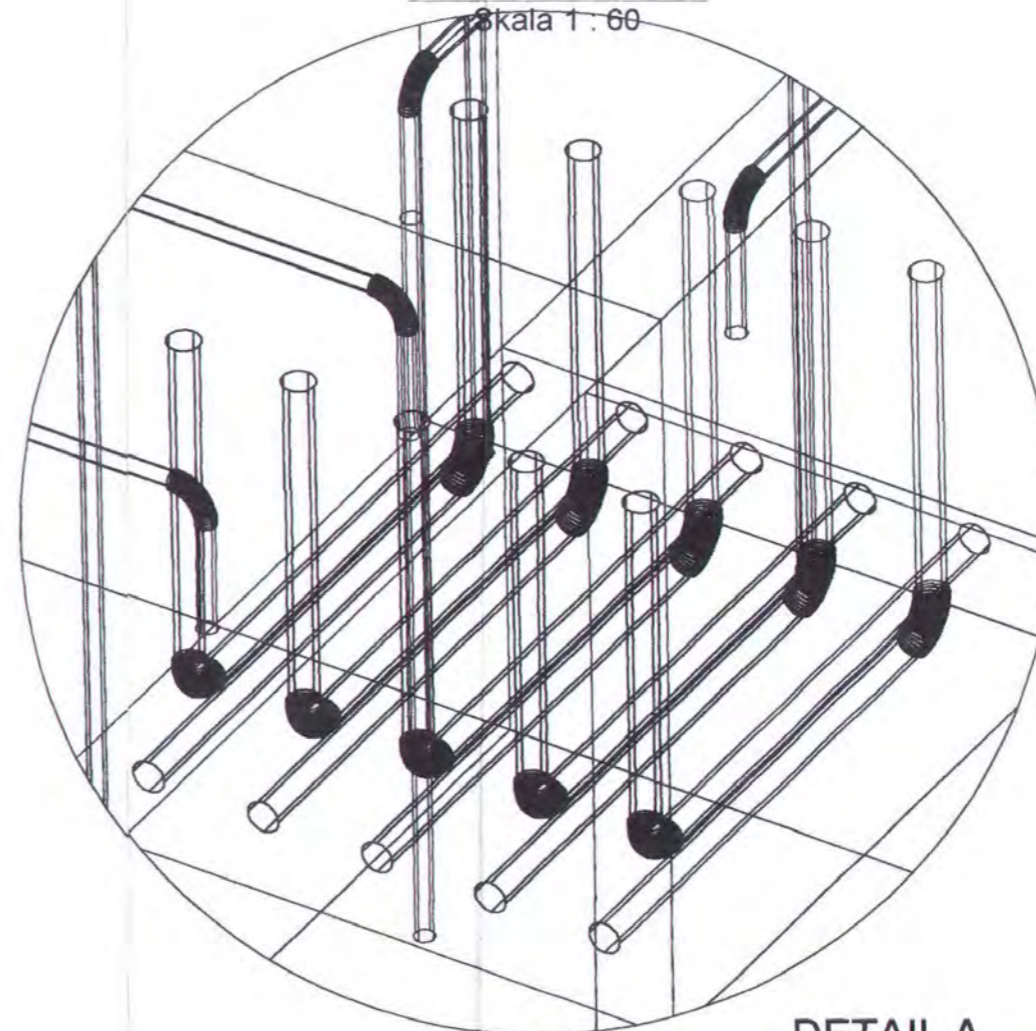
**3D VIEW**  
Skala 1 : 50



**TAMPAK ATAS**  
Skala 1 : 60



**PANJANG PENYALURAN B. ANAK**  
Skala 1 : 15



**DETAIL A**  
Skala 1 : 4





JURUSAN TEKNIK SIPIL  
FTSP - ITS  
SURABAYA

JUDUL TUGAS

MODIFIKASI DAN  
PERENCANAAN GEDUNG  
PERKANTORAN PEMERINTAH  
DAERAH DENGAN SISTEM  
PRACETAK

DOSEN PEMBIMBING

Prof. Ir. PRIYO SUPROBO, MS, Ph.D

MAHASISWA

MUCHAMMAD ALI AFANDI  
3199 100 055

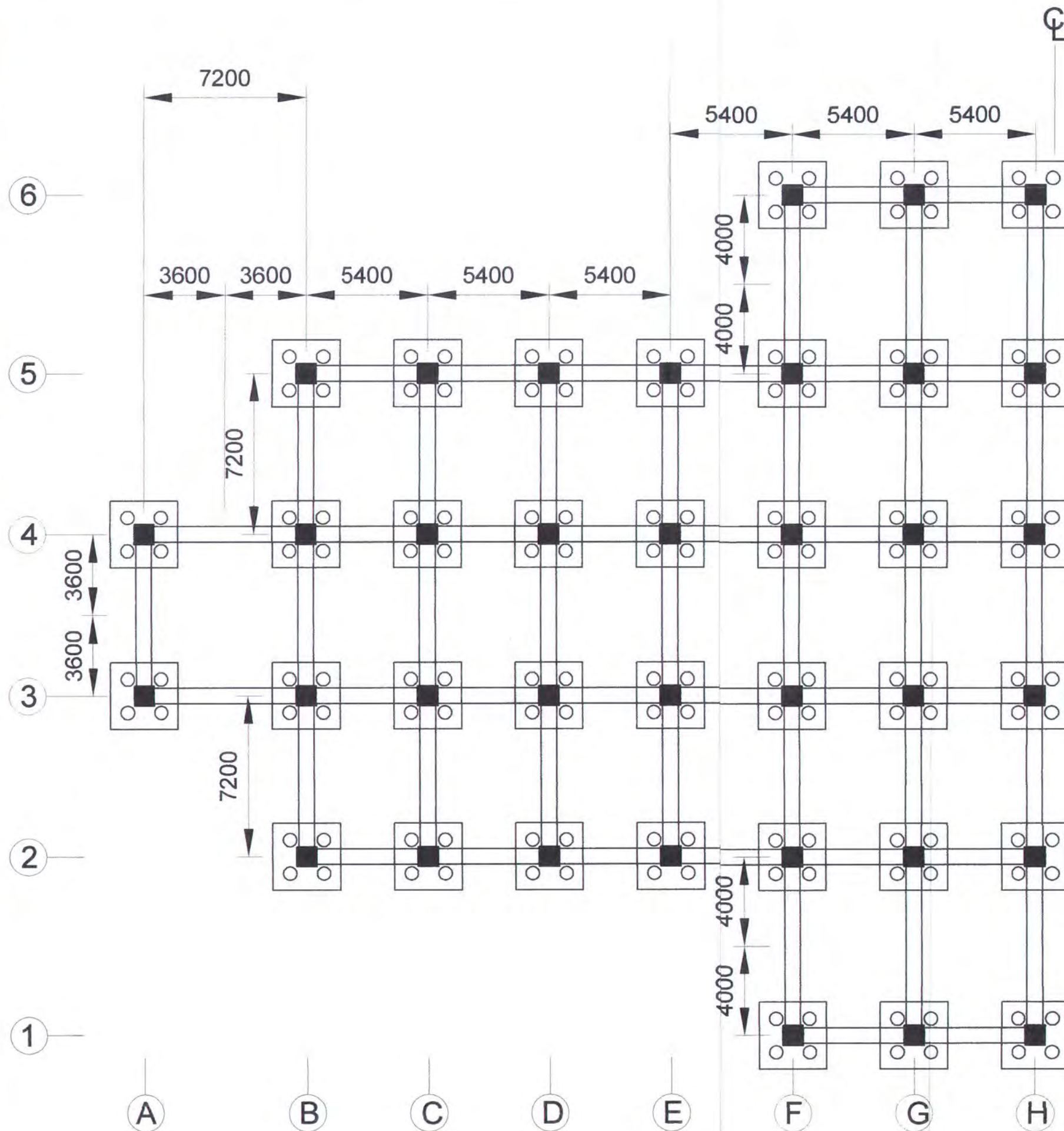
GAMBAR

DENAH PONDASI

NO. GAMBAR

DISETUJUI

CATATAN



**DENAH PONDASI**  
SKALA 1 : 200





JURUSAN TEKNIK SIPIL  
FTSP - ITS  
SURABAYA

JUDUL TUGAS AKHIR

MODIFIKASI DAN  
PERENCANAAN GEDUNG  
PERKANTORAN PEMERINTAH  
DAERAH DENGAN SISTEM  
PRACETAK

DOSEN PEMBIMBING

Prof. Ir. PRIYO SUPROBO, MS, Ph

MAHASISWA

MUCHAMMAD ALI AFANDI  
3199 100 055

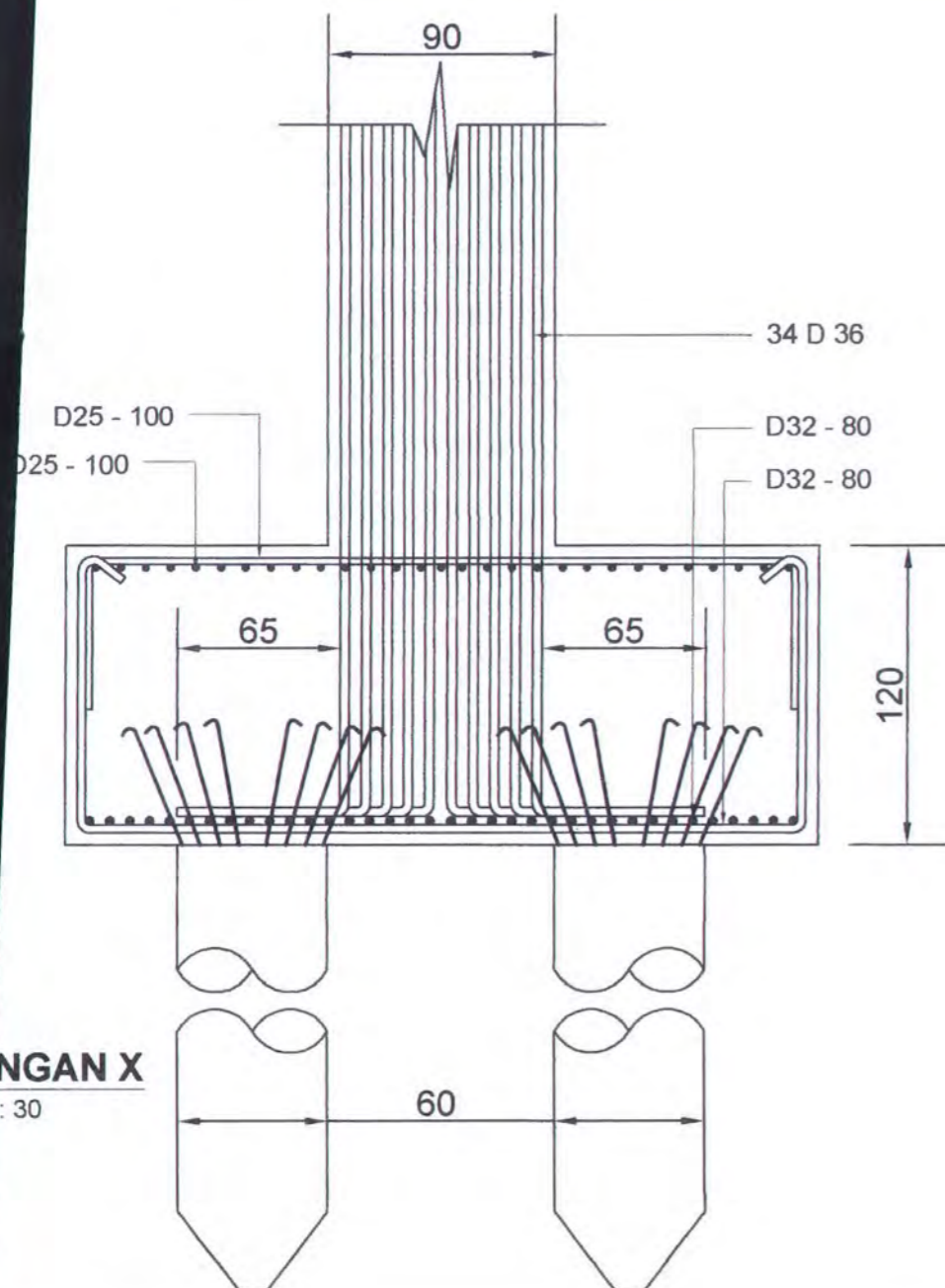
GAMBAR

DETAIL PENULANGAN  
POER

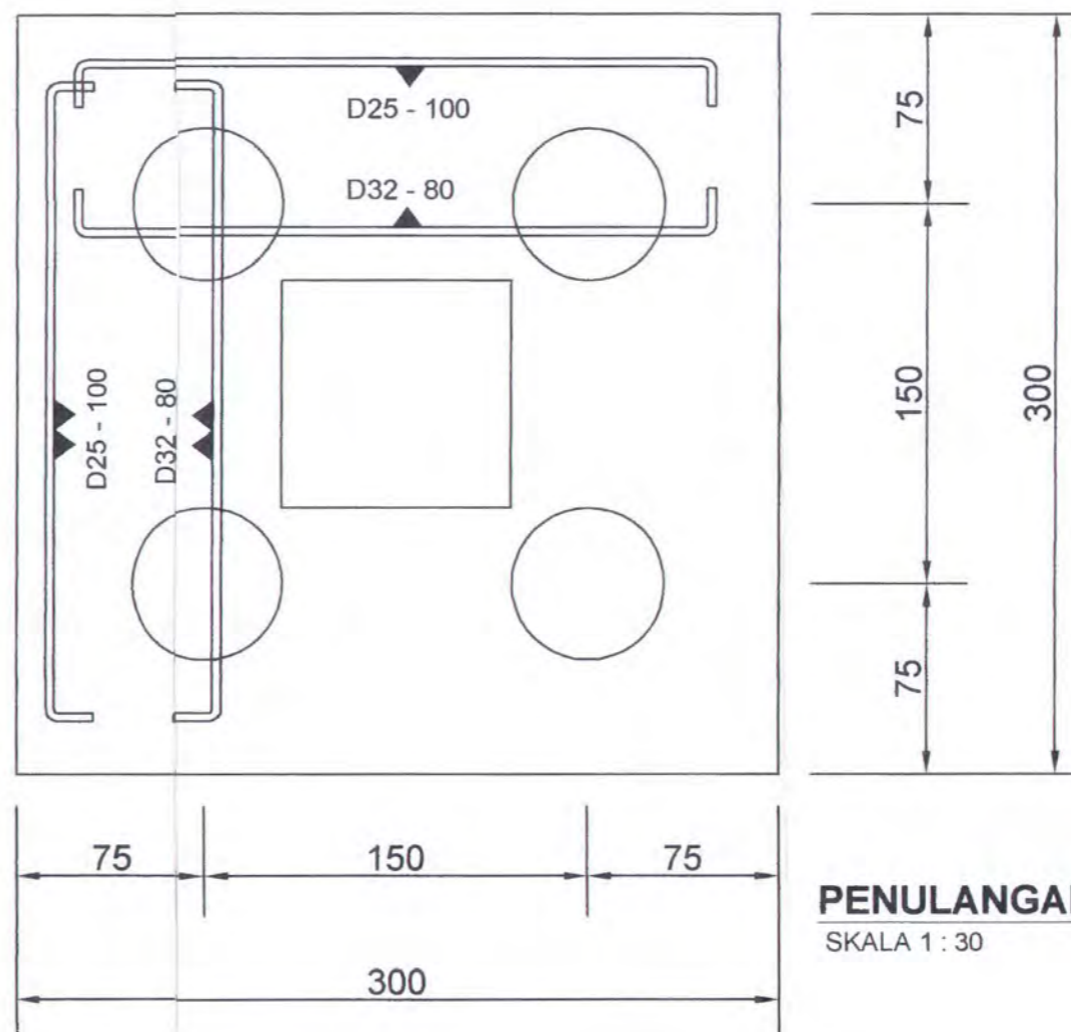
NO. GAMBAR

DISETUJUI

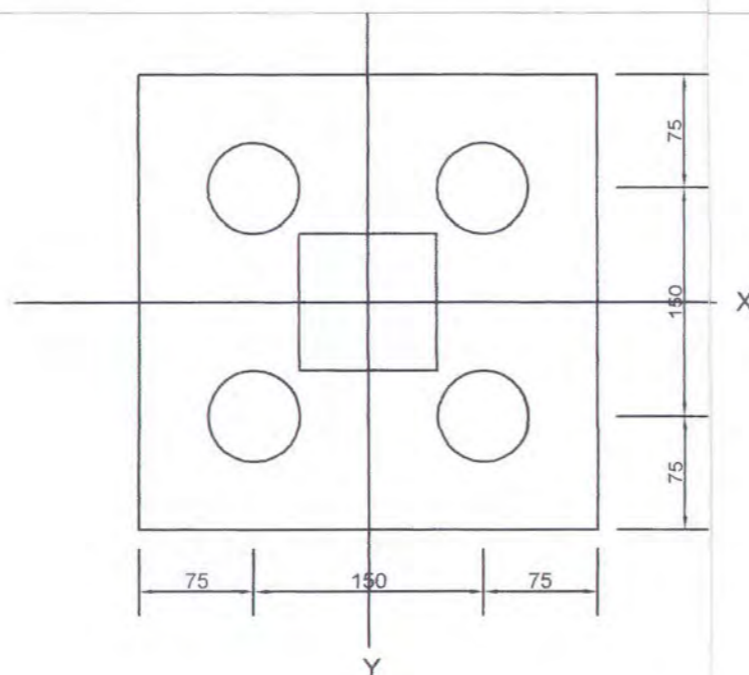
CATATAN



NGAN X  
: 30



**PENULANGAN POER**  
SKALA 1 : 30



**TAMPAK POER**  
SKALA 1 : 50





JURUSAN TEKNIK SIPIL  
FTSP - ITS  
SURABAYA

JUDUL TUGAS

MODIFIKASI DAN  
PERENCANAAN GEDUNG  
PERKANTORAN PEMERINTAH  
DAERAH DENGAN SISTEM  
PRACETAK

DOSEN PEMBIMBING

Prof. Ir. PRIYO SUPROBO, MS, Ph.D

MAHASISWA

MUCHAMMAD ALI AFANDI  
3199 100 055

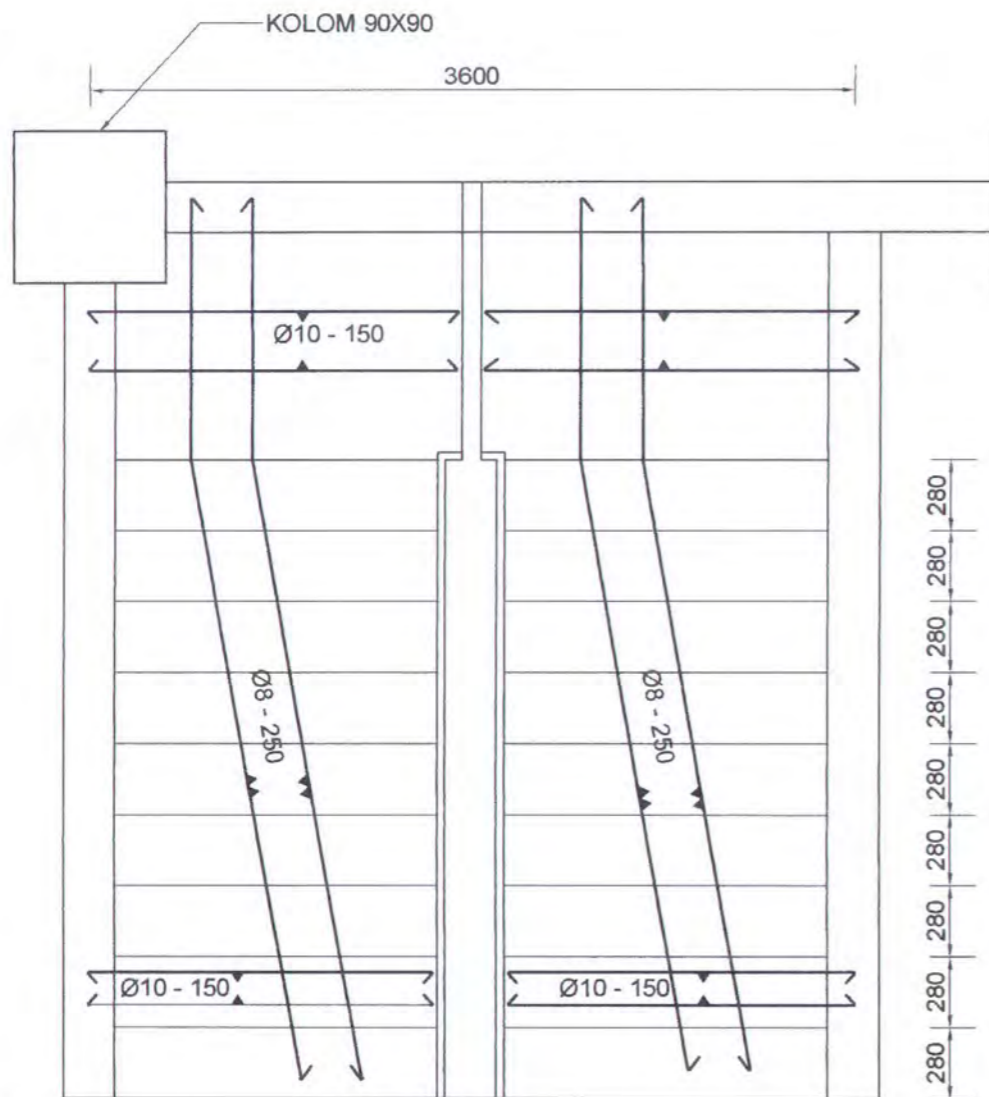
GAMBAR

PENULANGAN  
TANGGA

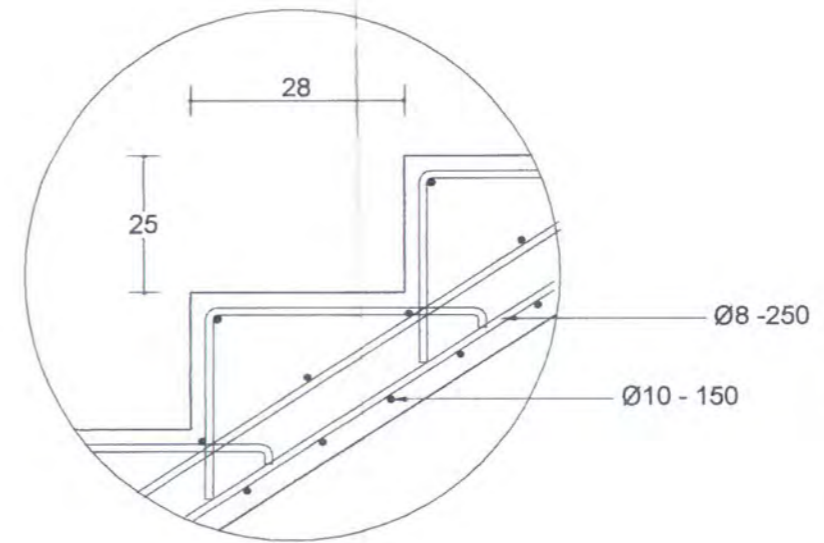
NO. GAMBAR

DISETUJUI

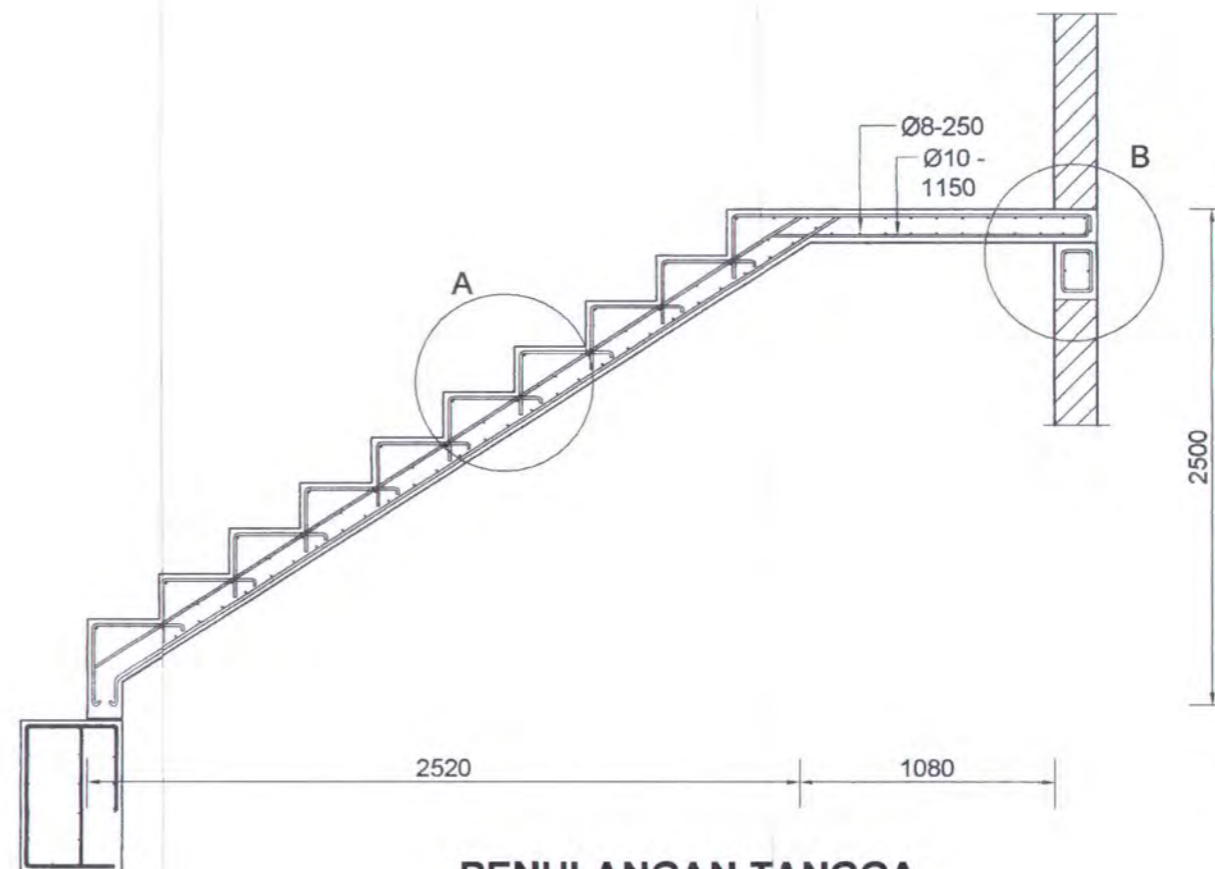
CATATAN



**DENAH TANGGA**  
SKALA 1 : 30



**DETAIL A**  
SKALA 1 : 10



**PENULANGAN TANGGA**  
SKALA 1 : 30





JURUSAN TEKNIK SIPIL  
FTSP - ITS  
SURABAYA

JUDUL TUGAS AKHIR

MODIFIKASI DAN  
PERENCANAAN GEDUNG  
PERKANTORAN PEMERINTAH  
DAERAH DENGAN SISTEM  
PRACETAK

DOSEN PEMBIMBING

Prof. Ir. PRIYO SUPROBO, MS, P

MAHASISWA

MUCHAMMAD ALI AFANDI  
3199 100 055

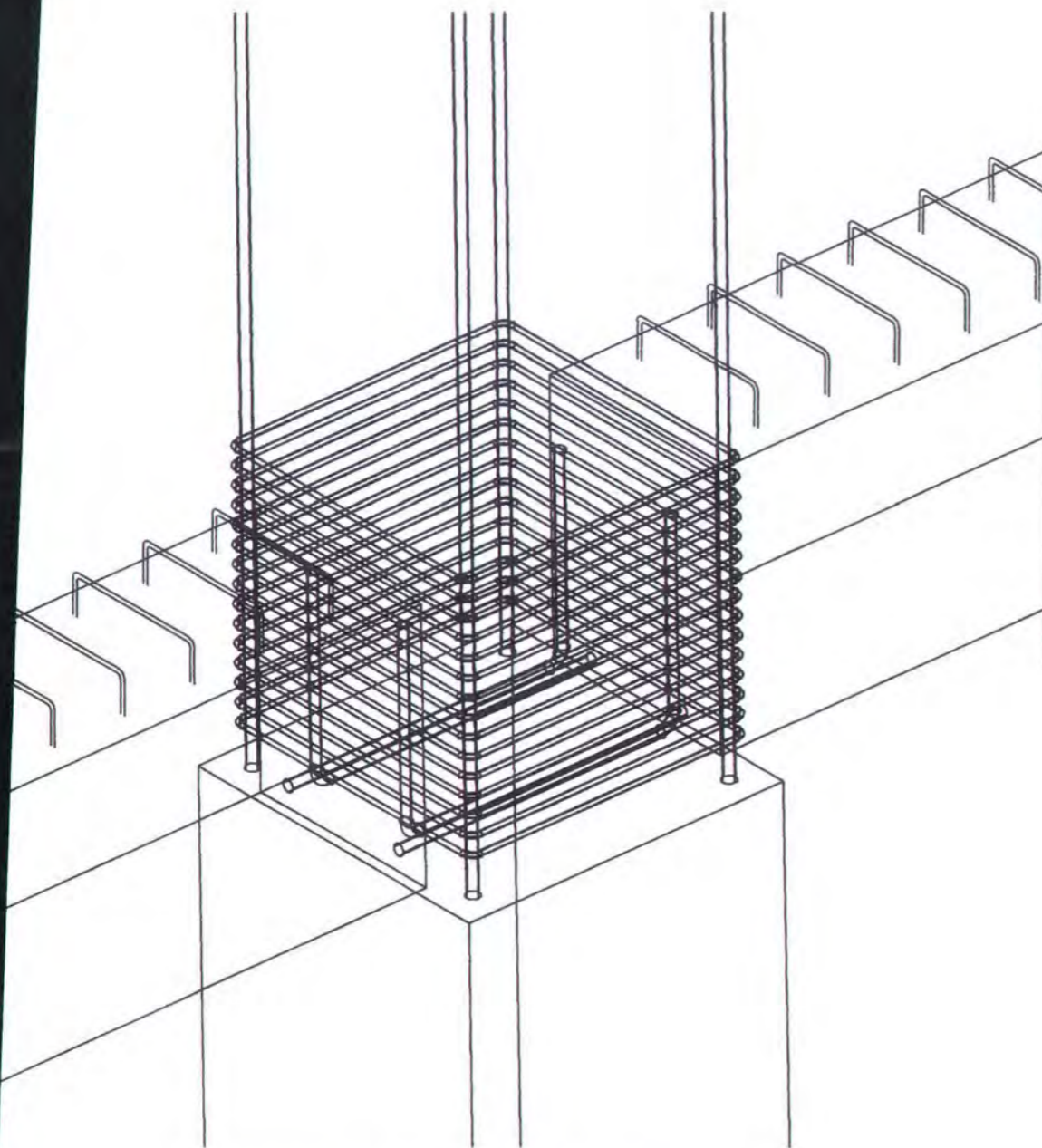
GAMBAR

BEAM COLUM JOINT

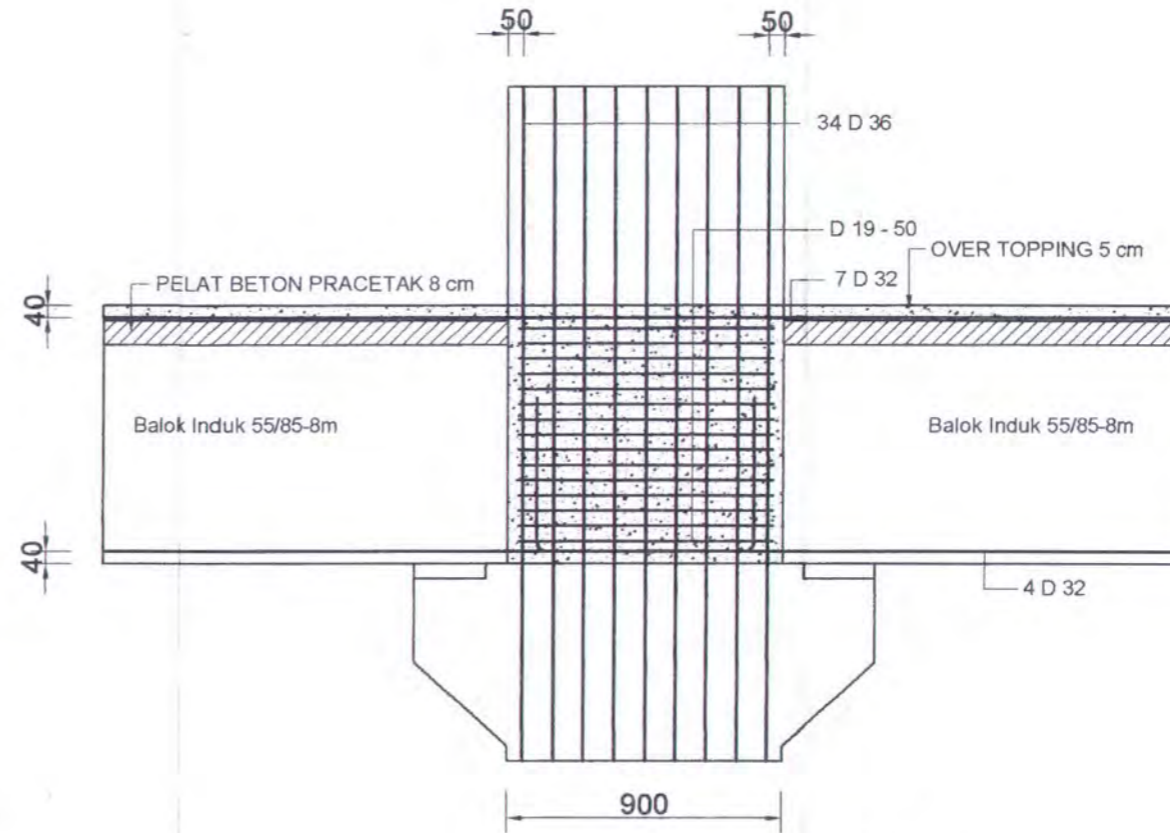
NO. GAMBAR

DISETUJUI

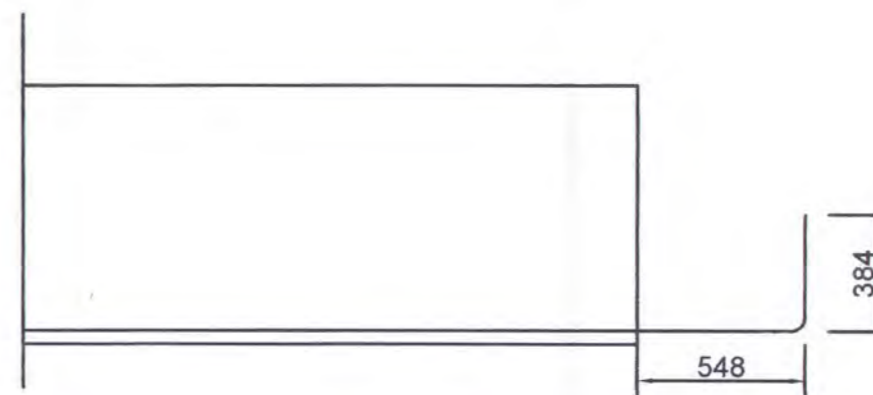
CATATAN



**BEAM COLUMN JOINT**  
SKALA 1 : 15



**BEAM COLUM JOINT**  
SKALA 1 : 25



**PANJANG PENYALURAN B. INDUK**  
SKALA 1 : 25





JURUSAN TEKNIK SIPIL  
FTSP - ITS  
SURABAYA

JUDUL TUGAS AKHIR

MODIFIKASI DAN  
PERENCANAAN GEDUNG  
PERKANTORAN PEMERINTAH  
DAERAH DENGAN SISTEM  
PRACETAK

DOSEN PEMBIMBING

Prof. Ir. PRIYO SUPROBO, MS, P

MAHASISWA

MUCHAMMAD ALI AFANDI  
3199 100 055

GAMBAR

PENULANGAN BALOK  
INDUK

NO. GAMBAR

DISETUJUI

CATATAN

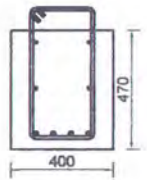
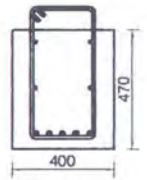
	LANTAI 14 (ATAP)		LANTAI 13 - 10		LANTAI 9 - 3		LANTAI 2 - 1			
	B.I $45/57$ - 7.2 m	B.I $45/57$ - 5.4 m	B.I $45/57$ - 7.2 m	B.I $45/57$ - 5.4 m	B.I $55/72$ - 7.2 m	B.I $45/57$ - 5.4 m	B.I $55/72$ - 7.2 m	B.I $45/57$ - 5.4 m	B.I $55/72$ - 8 m	B.I $45/57$ - 5.4 m
AS	2 D16	2 D16	2 D16	2 D16	2 D16	2 D16	2 D16	2 D16	2 D16	2 D16
GAH	2 D16	2 D16	2 D16	2 D16	2 D16	2 D16	2 D16	2 D16	2 D16	2 D16
WAH	4 D32	3 D32	5 D32	3 D32	4 D32	3 D32	4 D32	3 D32	4 D32	3 D32
ANG	D13 - 100	Ø10 - 175	D16 - 100	Ø10 - 175	D13 - 100	Ø10 - 175	D13 - 100	Ø10 - 175	D16 - 125	Ø10 - 175

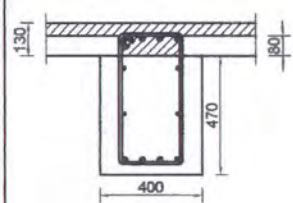
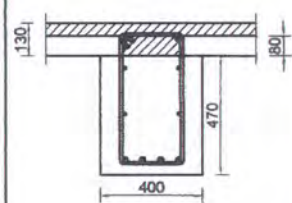
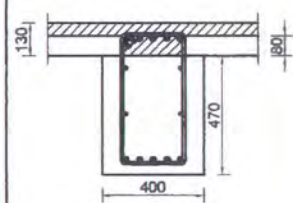
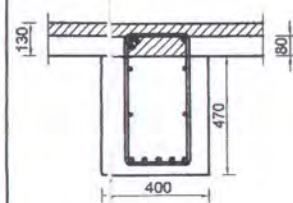
	LANTAI 14 (ATAP)		LANTAI 13 - 10		LANTAI 9 - 3		LANTAI 2 - 1			
	B.I $45/57$ - 7.2 m	B.I $45/57$ - 5.4 m	B.I $45/57$ - 7.2 m	B.I $45/57$ - 5.4 m	B.I $55/72$ - 7.2 m	B.I $45/57$ - 5.4 m	B.I $55/72$ - 7.2 m	B.I $45/57$ - 5.4 m	B.I $55/72$ - 8 m	B.I $45/57$ - 5.4 m
ATAS	2 D25	2 D25	2 D25	2 D25	2 D25	2 D25	2 D25	2 D25	2 D25	2 D25
TORSI	2 D16	2 D16	2 D16	2 D16	2 D16	2 D16	2 D16	2 D16	2 D16	2 D16
BAWAH	4 D32	3 D32	5 D32	3 D32	4 D32	3 D32	4 D32	3 D32	4 D32	3 D32
KANG	D13 - 100	Ø10 - 175	D16 - 100	Ø10 - 175	D13 - 100	Ø10 - 175	D13 - 100	Ø10 - 175	D16 - 125	Ø10 - 175

	LANTAI 14 (ATAP)		LANTAI 13 - 10		LANTAI 9 - 3		LANTAI 2 - 1			
	B.I $45/57$ - 7.2 m	B.I $45/57$ - 5.4 m	B.I $45/57$ - 7.2 m	B.I $45/57$ - 5.4 m	B.I $55/72$ - 7.2 m	B.I $45/57$ - 5.4 m	B.I $55/72$ - 7.2 m	B.I $45/57$ - 5.4 m	B.I $55/72$ - 8 m	B.I $45/57$ - 5.4 m
ATAS	5 D32	2 D32	5 D32	2 D32	7 D32	2 D32	7 D32	2 D32	7 D32	2 D32
TORSI	2 D16	2 D16	2 D16	2 D16	2 D16	2 D16	2 D16	2 D16	2 D16	2 D16
BAWAH	3 D32	2 D32	3 D32	2 D32	4 D32	2 D32	4 D32	2 D32	4 D32	2 D32
KANG	D13 - 100	Ø10 - 175	D16 - 100	Ø10 - 175	D13 - 100	Ø10 - 175	D13 - 100	Ø10 - 175	D16 - 125	Ø10 - 175

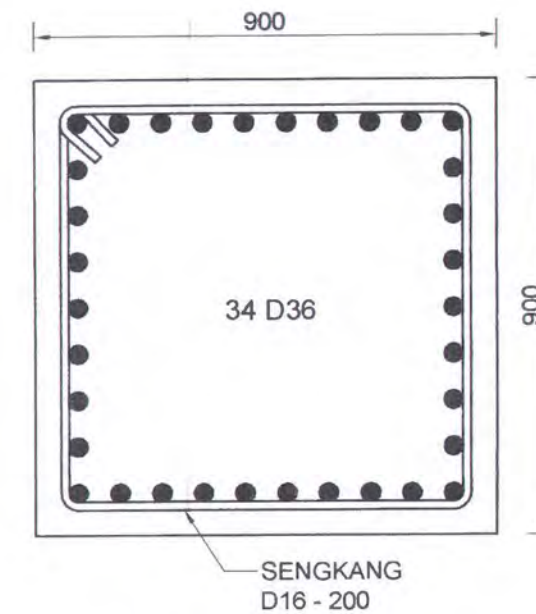
SKALA 1 : 40



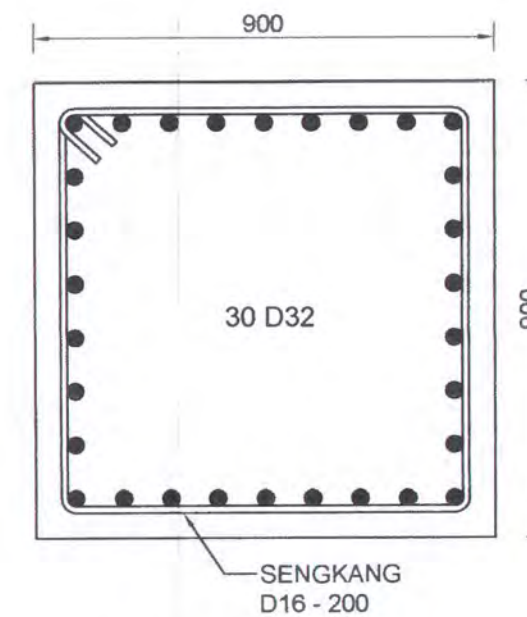
	B. A. $\frac{40}{47}$ - 5.4 m	B. A. $\frac{40}{47}$ - 7.2 m
<b>BALOK ANAK SEBELUM KOMPOSIT (LAPANGAN)</b>		
TUL. ATAS	2 D14	2 D16
TUL. TANGAH	2 D14	2 D16
TUL. BAWAH	4 D19	5 D19
SENGKANG	Ø12 - 125	Ø13 - 100

	B. A. $\frac{40}{47}$ - 5.4 m		B. A. $\frac{40}{47}$ - 7.2 m	
	TUMPUAN	LAPANGAN	TUMPUAN	LAPANGAN
<b>BALOK ANAK SESUDAH KOMPOSIT</b>				
TUL. ATAS	4 D19	2 D14	5 D19	2 D16
TUL. TORSI	2 D14	2 D14	2 D16	2 D16
TUL. BAWAH	4 D19	4 D19	5 D19	5 D19
SENGKANG	Ø12 - 125	Ø12 - 125	Ø13 - 100	Ø13 - 100

**BALOK ANAK**  
SKALA 1 : 30



**KOLOM LT. 1**  
SKALA 1 : 15



**KOLOM LT. 2 s/d 14**  
SKALA 1 : 15



JURUSAN TEKNIK SIPIL  
FTSP - ITS  
SURABAYA

JUDUL TUGAS AKHIR

MODIFIKASI DAN  
PERENCANAAN GEDUNG  
PERKANTORAN PEMERINTAH  
DAERAH DENGAN SISTEM  
PRACETAK

DOSEN PEMBIMBING

Prof. Ir. PRIYO SUPROBO, MS, Ph.D.

MAHASISWA

MUCHAMMAD ALI AFANDI  
3199 100 055

GAMBAR

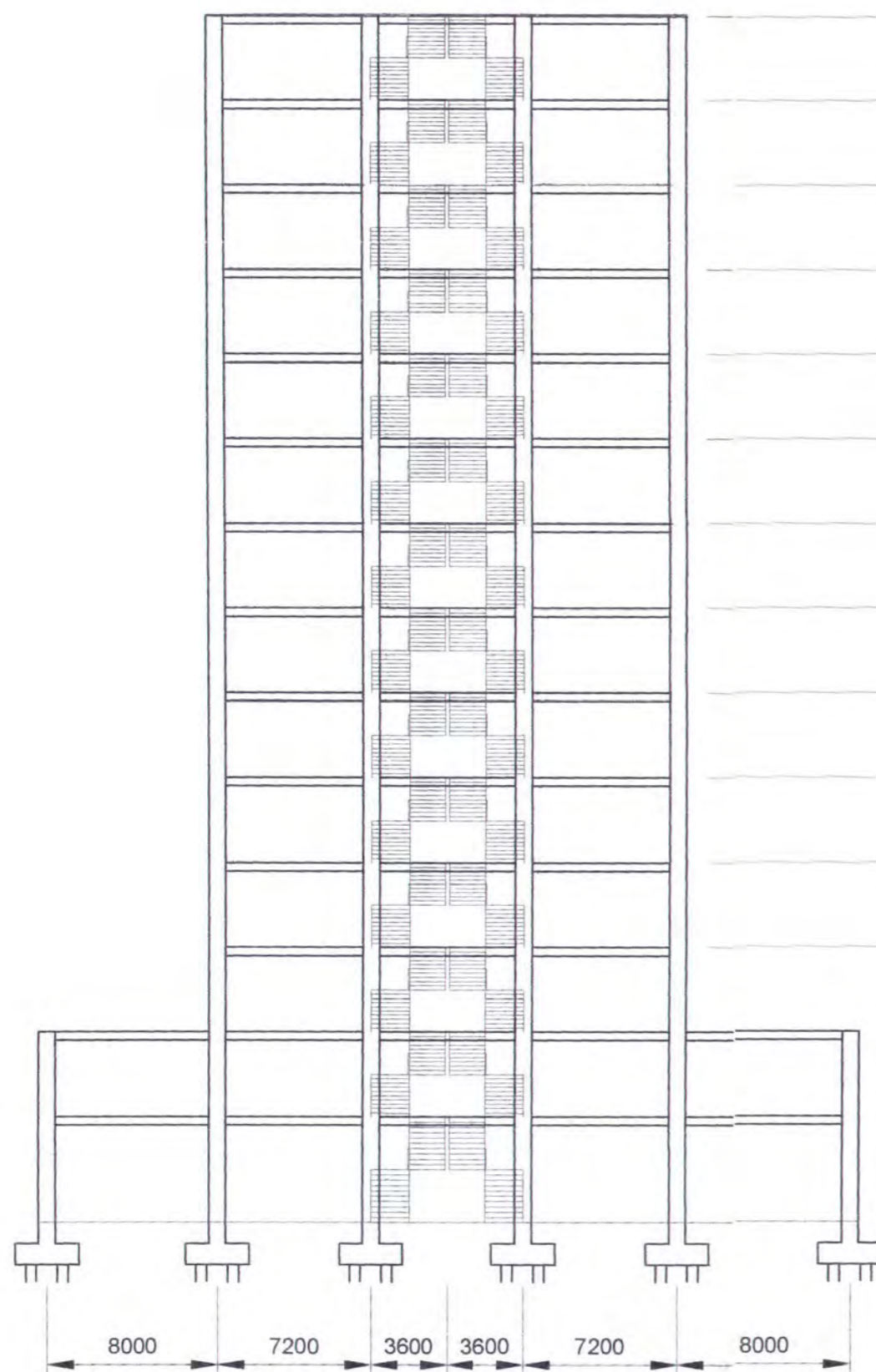
PENULANGAN BALOK  
ANAK & KOLOM

NO. GAMBAR

DISETUJUI

CATATAN





**POTONGAN MELINTANG**  
Skala 1 : 300

4000	+57.00 m	(Atap)
4000	+53.00 m	(Story 13)
4000	+49.00 m	(Story 12)
4000	+45.00 m	(Story 11)
4000	+41.00 m	(Story 10)
4000	+37.00 m	(Story 9)
4000	+33.00 m	(Story 8)
4000	+29.00 m	(Story 7)
4000	+25.00 m	(Story 6)
4000	+21.00 m	(Story 5)
4000	+17.00 m	(Story 4)
4000	+13.00 m	(Story 3)
4000	+9.00 m	(Story 2)
5000	+5.00 m	(Story 1)
	±0.00 m	(base floor)



JURUSAN TEKNIK SIPIL  
FTSP - ITS  
SURABAYA

JUDUL TUGAS

MODIFIKASI DAN  
PERENCANAAN GEDUNG  
PERKANTORAN PEMERINTAH  
DAERAH DENGAN SISTEM  
PRACETAK

DOSEN PEMBIMBING

Prof. Ir. PRIYO SUPROBO, MS, Ph.D

MAHASISWA

MUCHAMMAD ALI AFANDI  
3199 100 055

GAMBAR

POTONGAN  
MELINTANG

NO. GAMBAR

DISETUJUI

CATATAN





JURUSAN TEKNIK SIPIL  
FTSP - ITS  
SURABAYA

**JUDUL TUGAS**

MODIFIKASI DAN  
PERENCANAAN GEDUNG  
PERKANTORAN PEMERINTAH  
DAERAH DENGAN SISTEM  
PRACETAK

**DOSEN PEMBIMBING**

Prof. Ir. PRIYO SUPROBO, MS, Ph.D

**MAHASISWA**

MUCHAMMAD ALI AFANDI  
3199 100 055

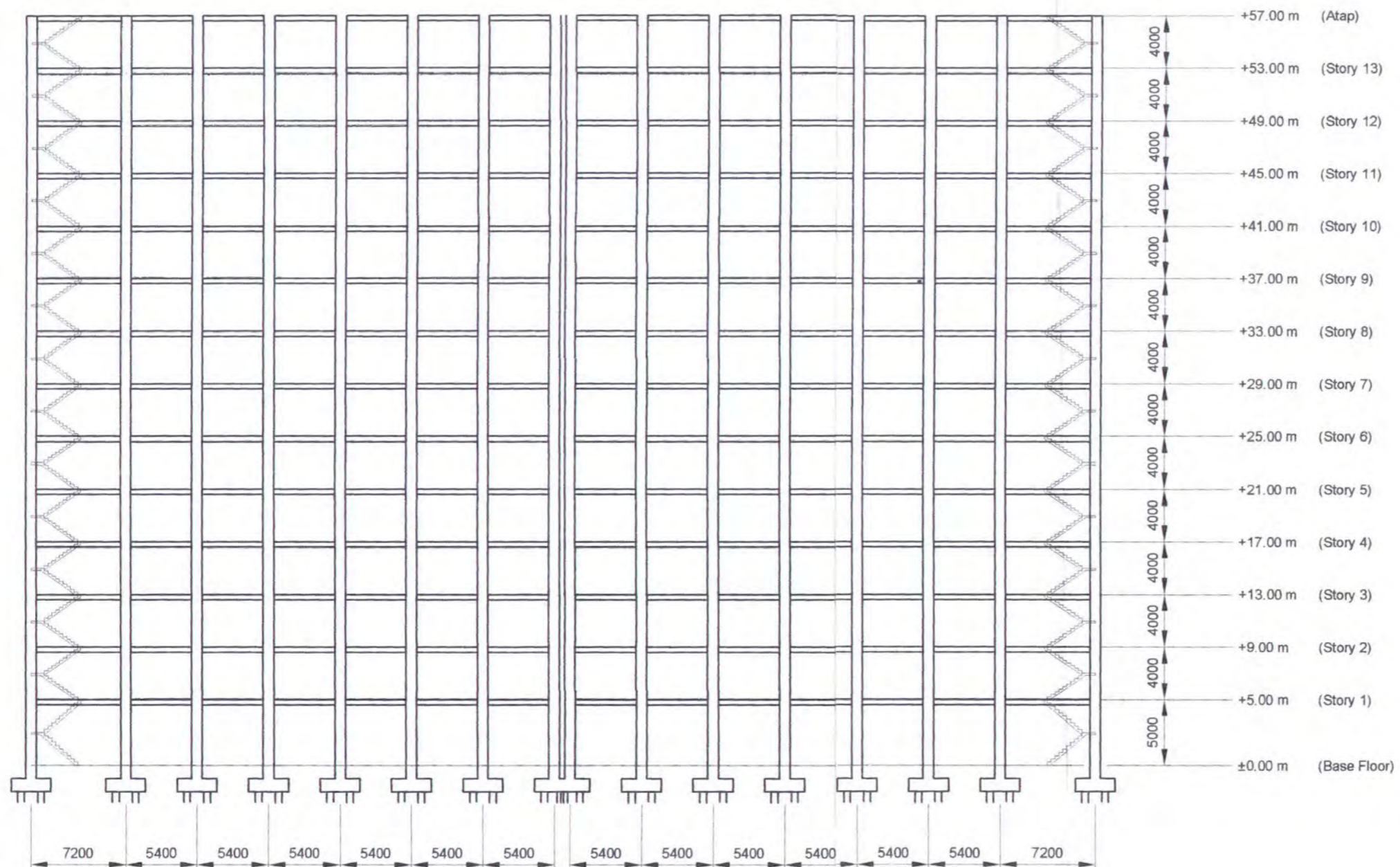
**GAMBAR**

**POTONGAN  
MEMANJANG**

**NO. GAMBAR**

**DISETUJUI**

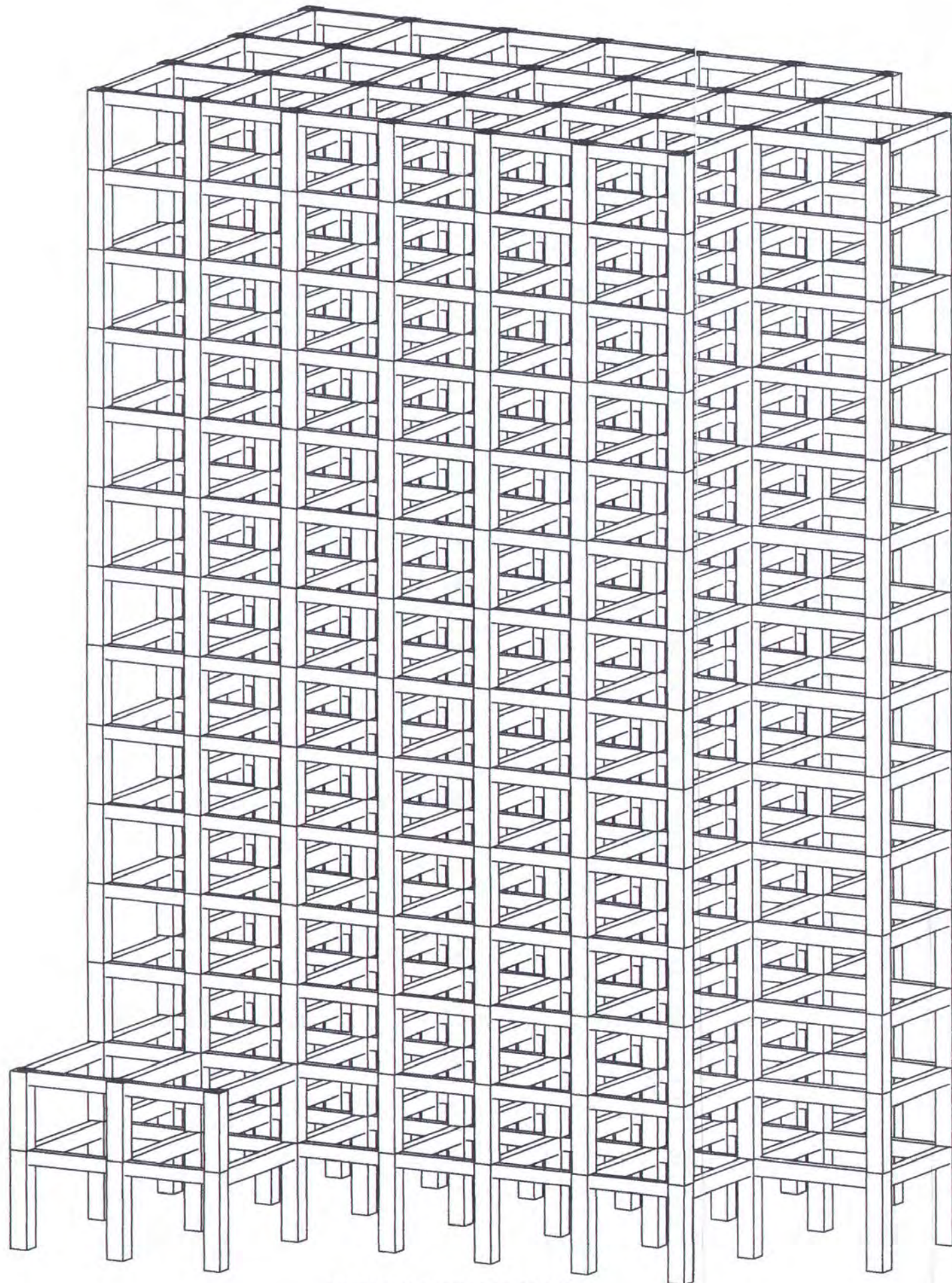
**CATATAN**



**POTONGAN MEMANJANG**

Skala 1 : 300





**PERMODELAN SRUKTUR**  
SKALA 1 : 250



JURUSAN TEKNIK SIPIL  
FTSP - ITS  
SURABAYA

JUDUL TUGAS

MODIFIKASI DAN  
PERENCANAAN GEDUNG  
PERKANTORAN PEMERINTAH  
DAERAH DENGAN SISTEM  
PRACETAK

DOSEN PEMBIMBING

Prof. Ir. PRIYO SUPROBO, MS, Ph.D

MAHASISWA

MUCHAMMAD ALI AFANDI  
3199 100 055

GAMBAR

PERMODELAN  
STRUKTUR

NO. GAMBAR

DISETUJUI

CATATAN





JURUSAN TEKNIK SIPIL  
FTSP - ITS  
SURABAYA

JUDUL TUGAS

MODIFIKASI DAN  
PERENCANAAN GEDUNG  
PERKANTORAN PEMERINTAH  
DAERAH DENGAN SISTEM  
PRACETAK

DOSEN PEMBIMBING

Prof. Ir. PRIYO SUPROBO, MS, Ph.D

MAHASISWA

MUCHAMMAD ALI AFANDI  
3199 100 055

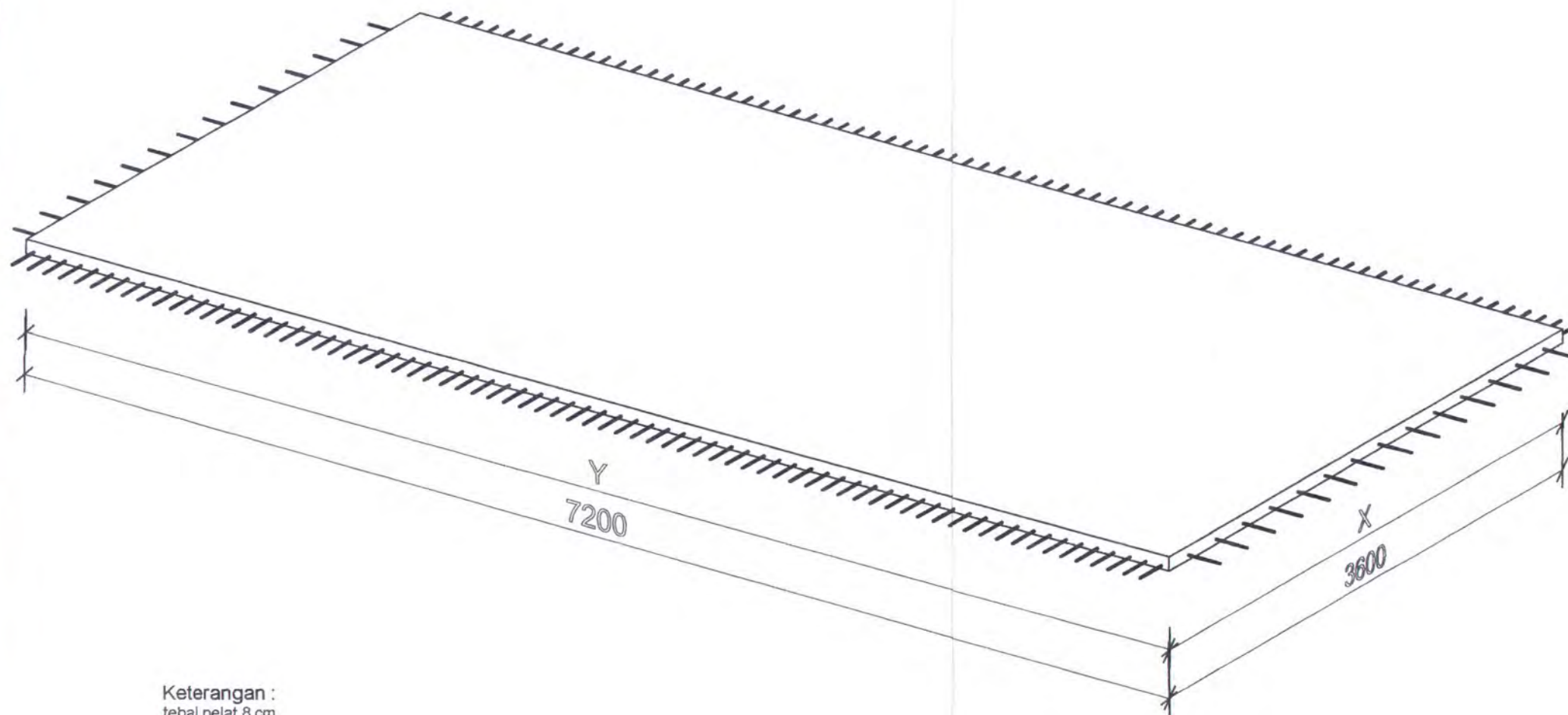
GAMBAR

3D VIEW PELAT  
3.6m X 7.2m

NO. GAMBAR

DISETUJUI

CATATAN



Keterangan :  
tebal pelat 8 cm  
tulangan X  $\varnothing$ 10 - 100  
tulangan Y  $\varnothing$ 10 - 250  
Panjang penyaluran 200 mm

3D VIEW PELAT 3.6m X 7.2m SEBELUM KOMPOSIT  
Skala 1 : 30



JURUSAN TEKNIK SIPIL  
FTSP - ITS  
SURABAYA

JUDUL TUGAS

MODIFIKASI DAN  
PERENCANAAN GEDUNG  
PERKANTORAN PEMERINTAH  
DAERAH DENGAN SISTEM  
PRACETAK

DOSEN PEMBIMBING

Prof. Ir. PRIYO SUPROBO, MS, Ph.D

MAHASISWA

MUCHAMMAD ALI AFANDI  
3199 100 055

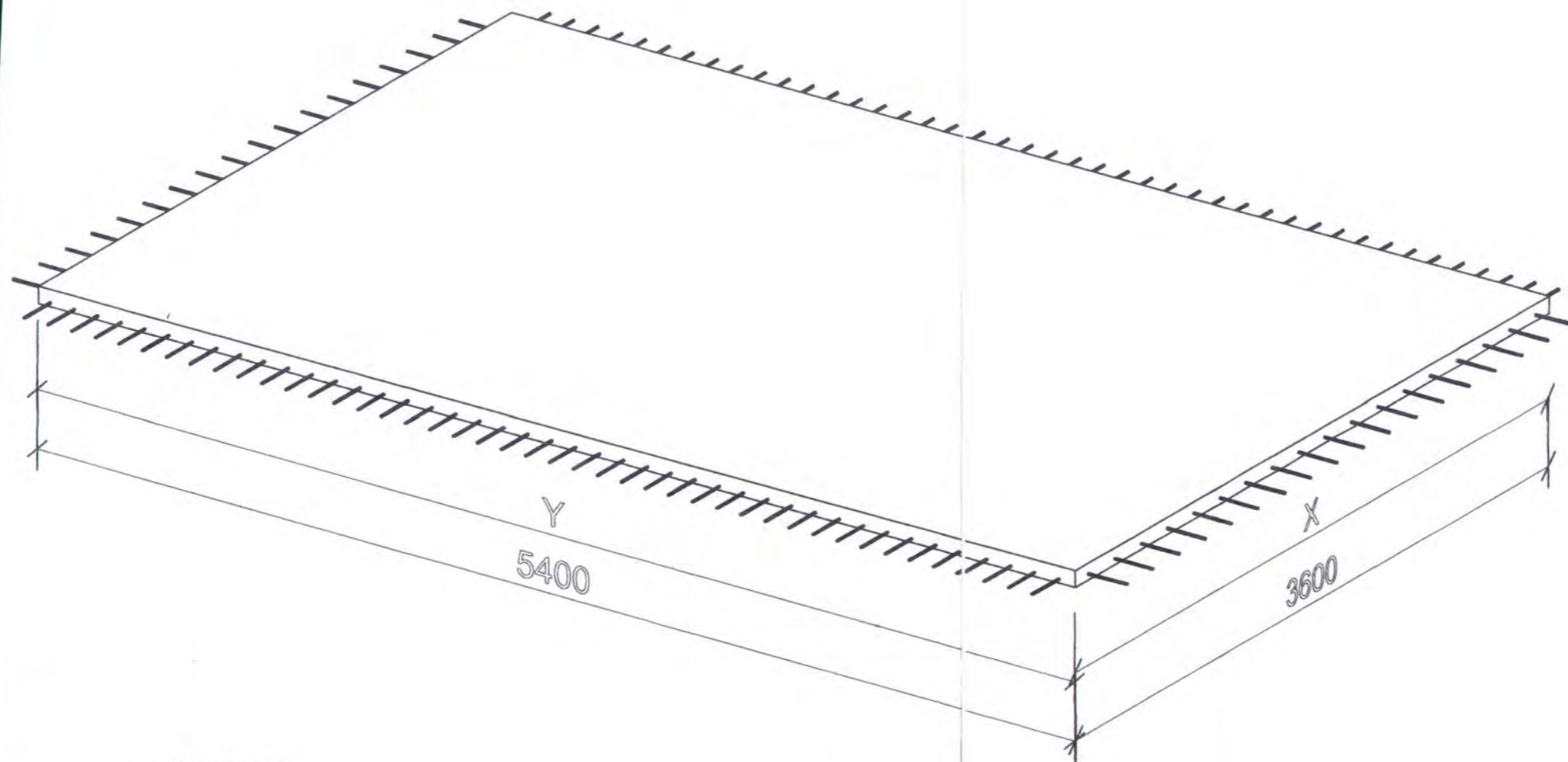
GAMBAR

3D VIEW PELAT  
3.6m X 5.4m

NO. GAMBAR

DISETUJUI

CATATAN



Keterangan :  
tebal pelat 8 cm  
tulangan X  $\varnothing$ 10 - 125  
tulangan Y  $\varnothing$ 10 - 200  
Panjang penyaluran 200 mm

3D VIEW PELAT 3.6m X 5.4m SEBELUM KOMPOSIT

Skala 1 : 25





JURUSAN TEKNIK SIPIL  
FTSP - ITS  
SURABAYA

JUDUL TUGAS

MODIFIKASI DAN  
PERENCANAAN GEDUNG  
PERKANTORAN PEMERINTAH  
DAERAH DENGAN SISTEM  
PRACETAK

DOSEN PEMBIMBING

Prof. Ir. PRIYO SUPROBO, MS, Ph.D

MAHASISWA

MUCHAMMAD ALI AFANDI  
3199 100 055

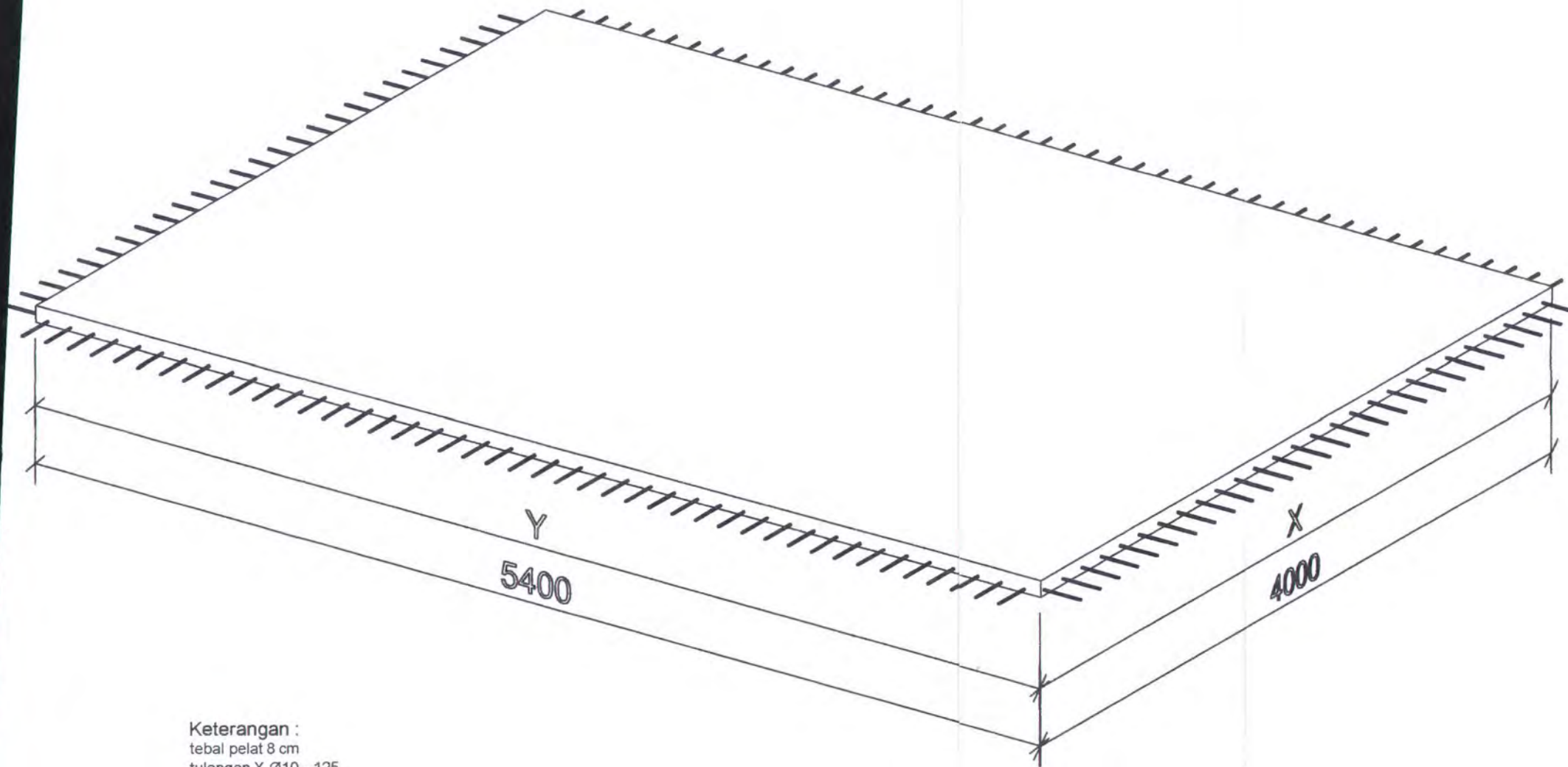
GAMBAR

3D VIEW PELAT  
4m X 5.4m

NO. GAMBAR

DISETUJUI

CATATAN



Keterangan :  
tebal pelat 8 cm  
tulangan X  $\varnothing$ 10 - 125  
tulangan Y  $\varnothing$ 10 - 150

**3D VIEW PELAT 4m X 5.4m SEBELUM KOMPOSIT**  
Skala 1 : 25



JURUSAN TEKNIK SIPIL  
FTSP - ITS  
SURABAYA

JUDUL TUGAS

MODIFIKASI DAN  
PERENCANAAN GEDUNG  
PERKANTORAN PEMERINTAH  
DAERAH DENGAN SISTEM  
PRACETAK

DOSEN PEMBIMBING

Prof. Ir. PRIYO SUPROBO, MS, Ph.D

MAHASISWA

MUCHAMMAD ALI AFANDI  
3199 100 055

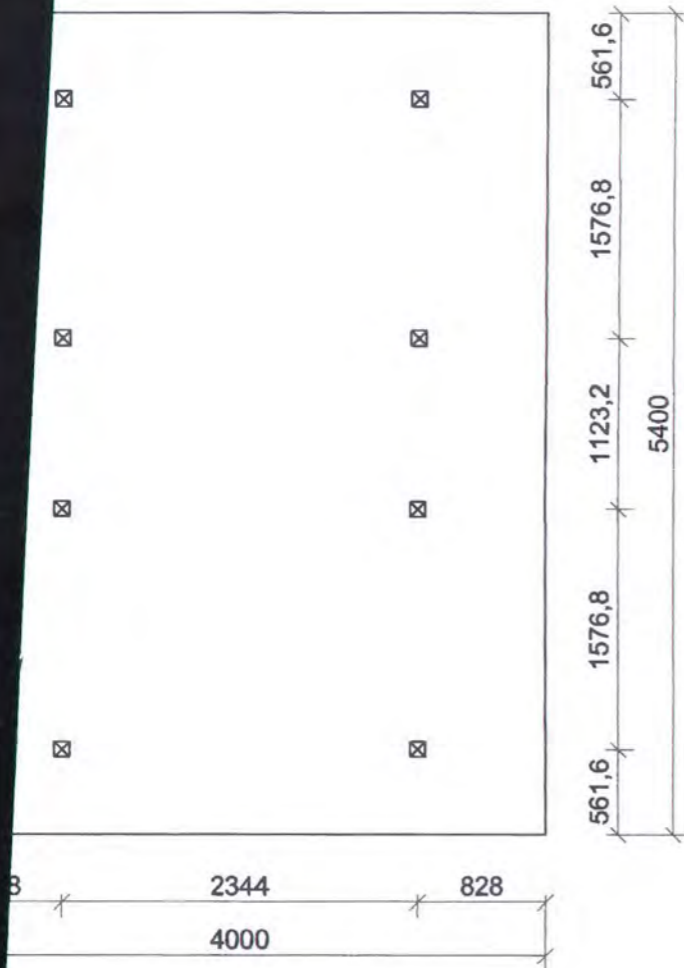
GAMBAR

LETAK TITIK  
ANGKAT

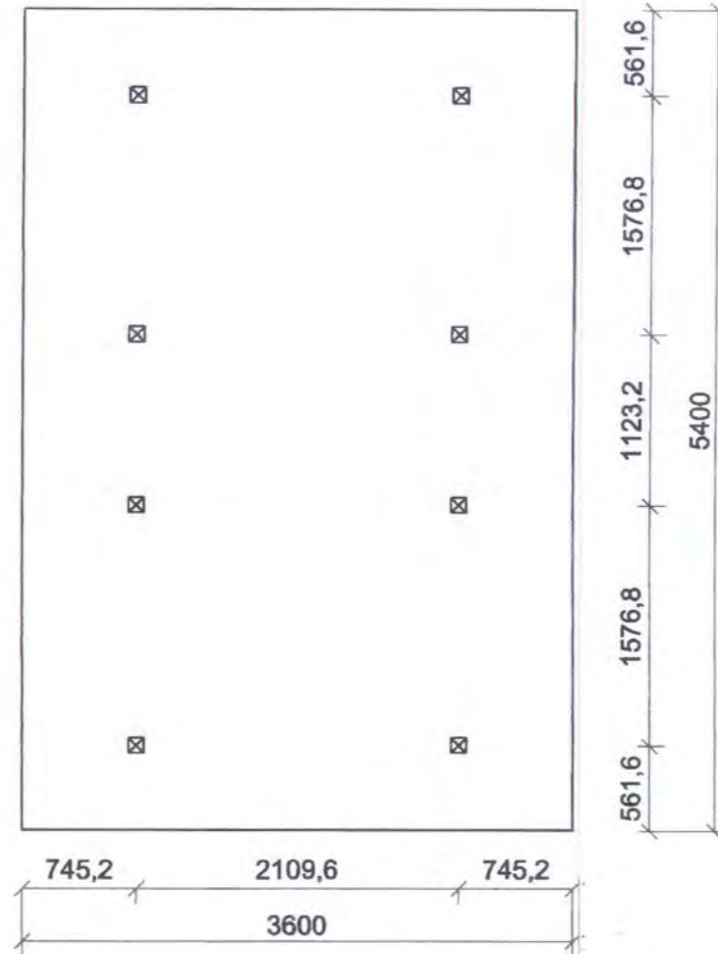
NO. GAMBAR

DISETUJUI

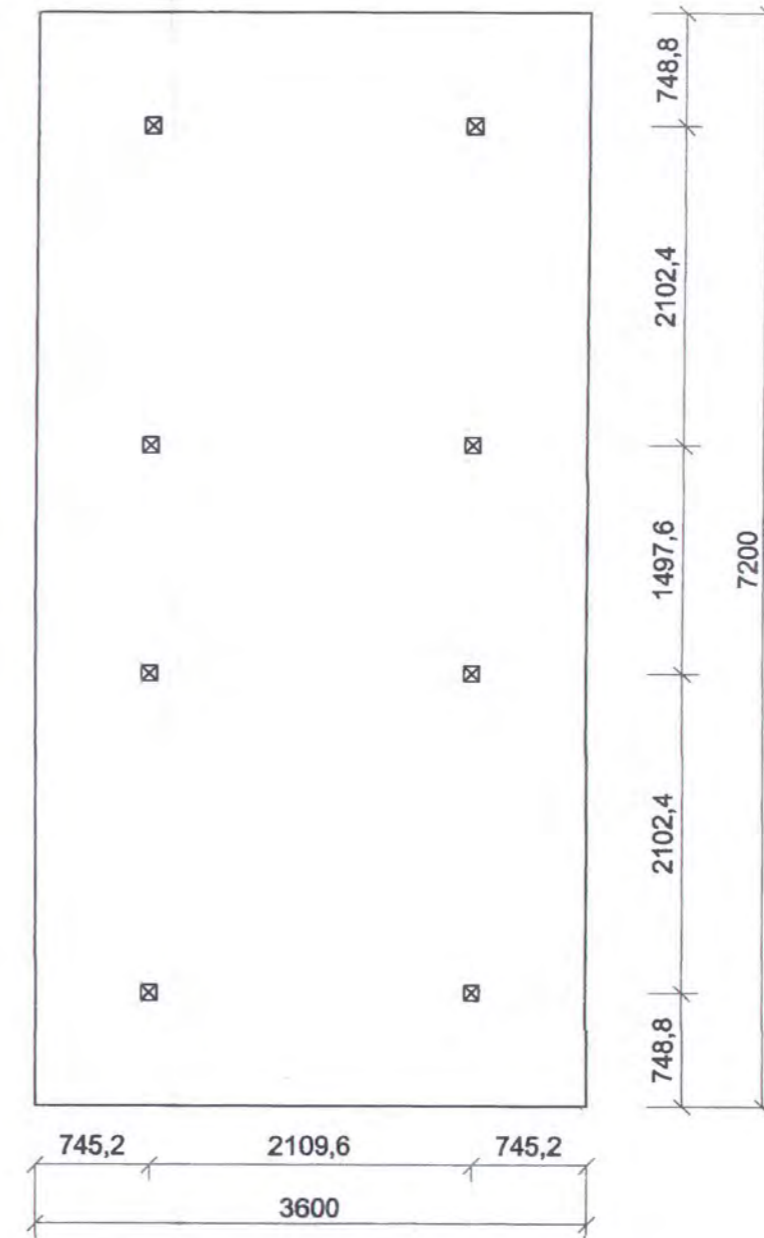
CATATAN



TITIK ANGKAT PELAT 4m X 5.4m  
Skala 1 : 50



TITIK ANGKAT PELAT 3.6m X 5.4m  
Skala 1 : 50



TITIK ANGKAT PELAT 3.6m X 7.2m  
Skala 1 : 50

Keterangan :  
Tul angkat = 1 kabel strand seven wire  $\varnothing \frac{1}{4}$  in  
fpu = 250 ksi





JURUSAN TEKNIK SIPIL  
FTSP - ITS  
SURABAYA

JUDUL TUGAS

MODIFIKASI DAN  
PERENCANAAN GEDUNG  
PERKANTORAN PEMERINTAH  
DAERAH DENGAN SISTEM  
PRACETAK

DOSEN PEMBIMBING

Prof. Ir. PRIYO SUPROBO, MS, Ph

MAHASISWA

MUCHAMMAD ALI AFANDI  
3199 100 055

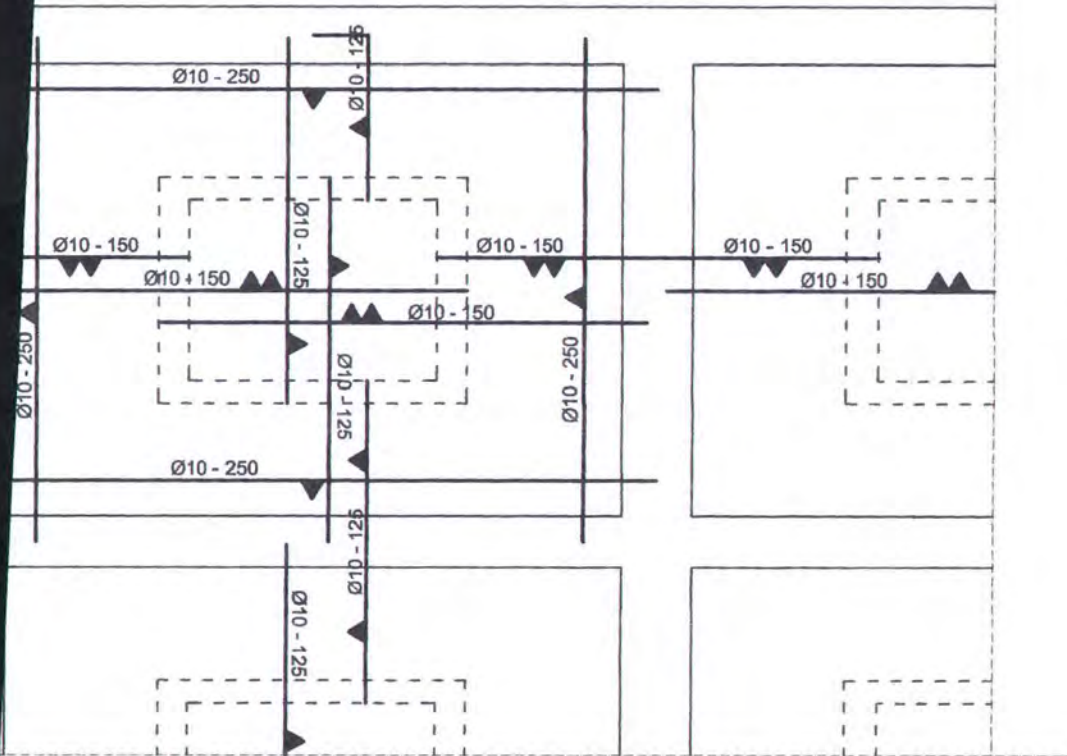
GAMBAR

TULANGAN PELAT  
(SETELAH  
KOMPOSIT)

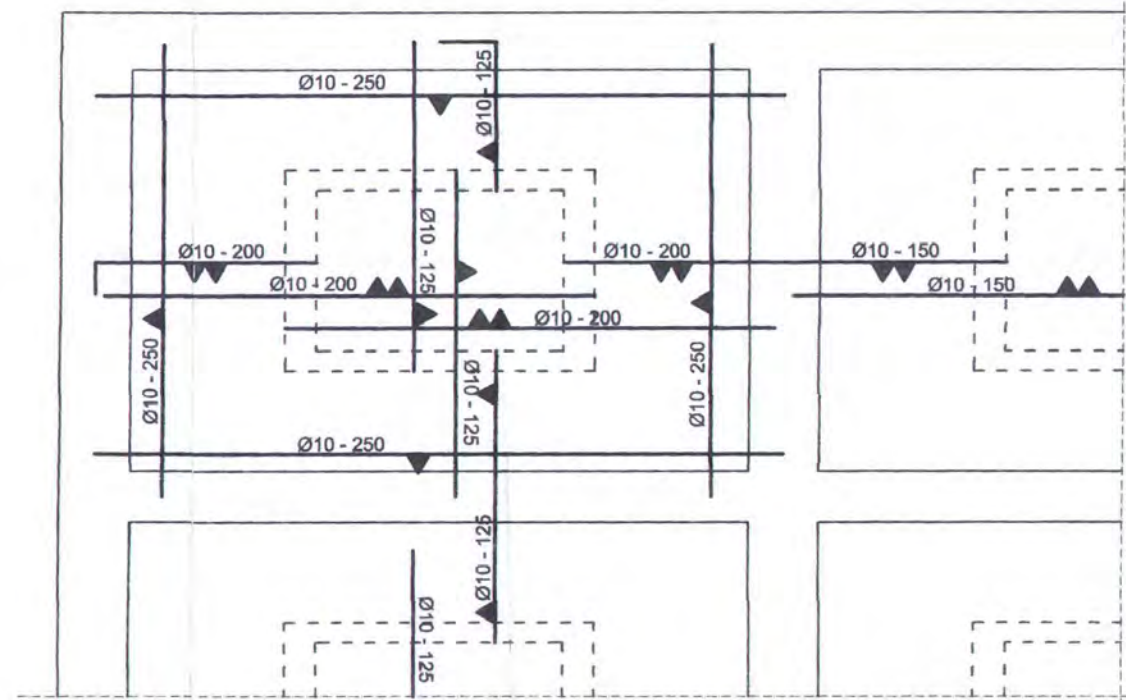
NO. GAMBAR

DISETUJUI

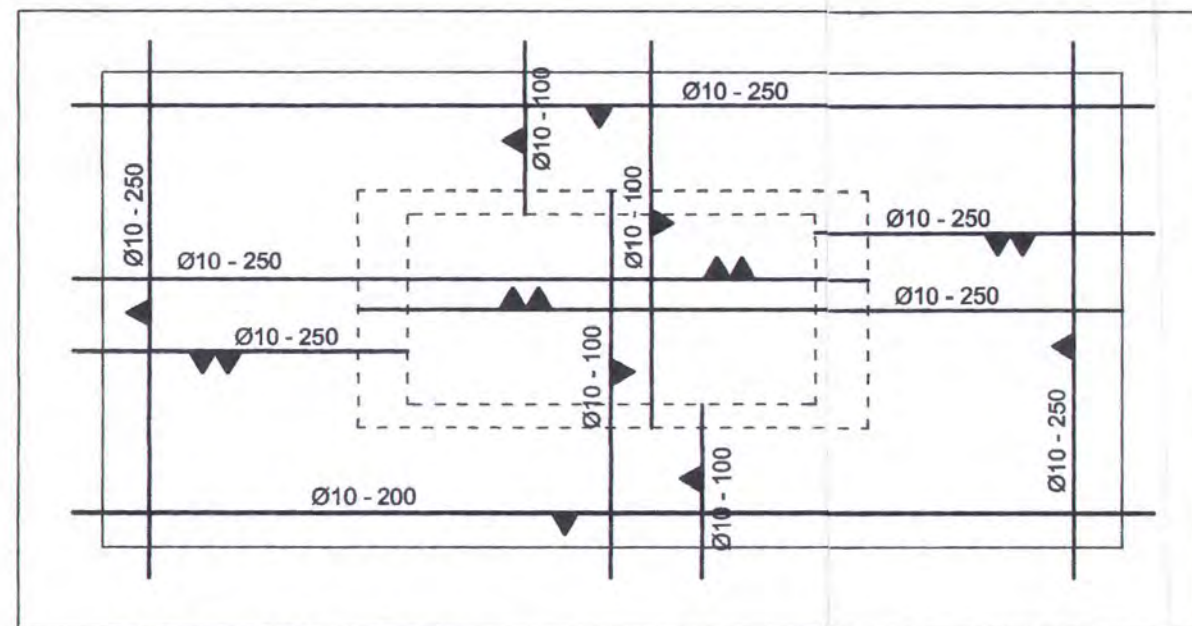
CATATAN



PELAT 4m X 5.4m  
Skala 1 : 60



PELAT 3.6m X 5.4m  
Skala 1 : 60



PELAT 3.6m X 7.2m  
Skala 1 : 50





JURUSAN TEKNIK SIPIL  
FTSP - ITS  
SURABAYA

JUDUL TUGAS

MODIFIKASI DAN  
PERENCANAAN GEDUNG  
PERKANTORAN PEMERINTAH  
DAERAH DENGAN SISTEM  
PRACETAK

DOSEN PEMBIMBING

Prof. Ir. PRIYO SUPROBO, MS, Ph.D

MAHASISWA

MUCHAMMAD ALI AFANDI  
3199 100 055

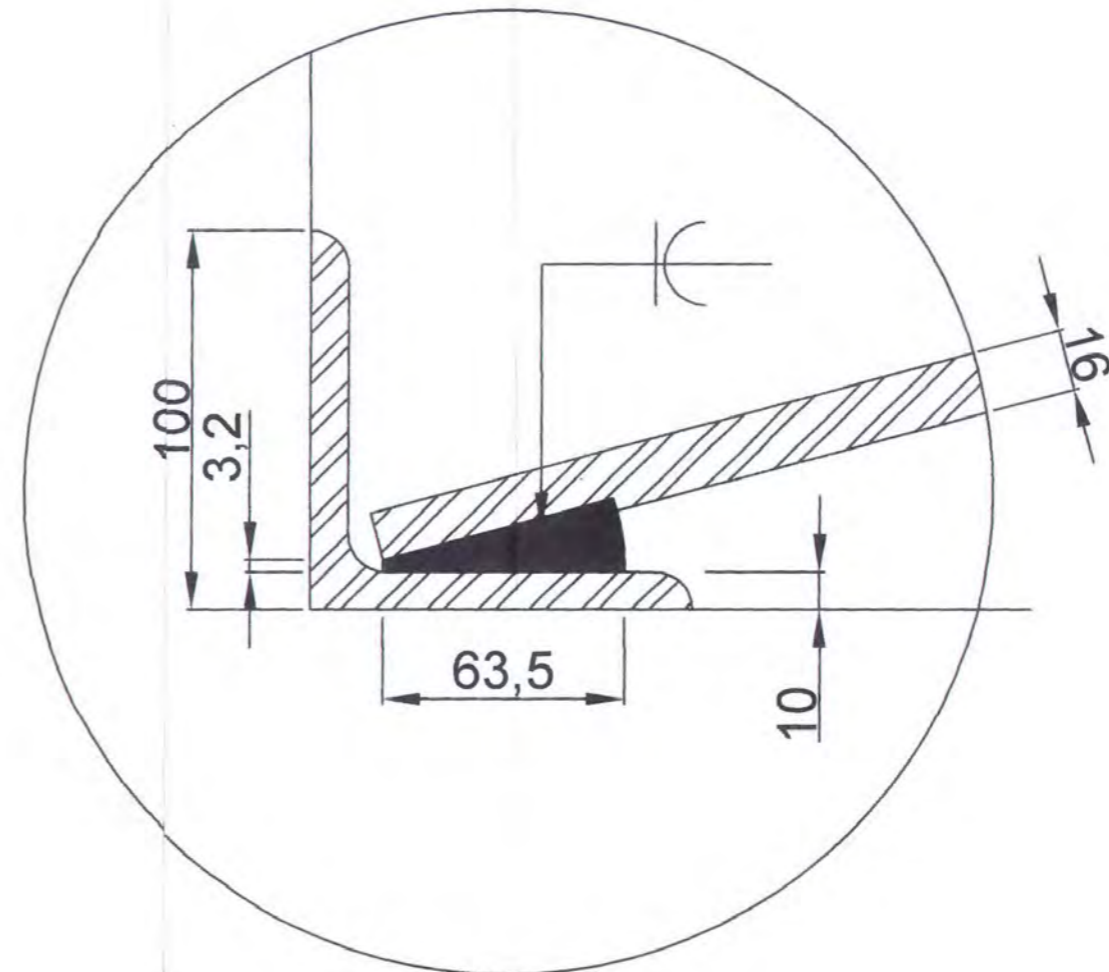
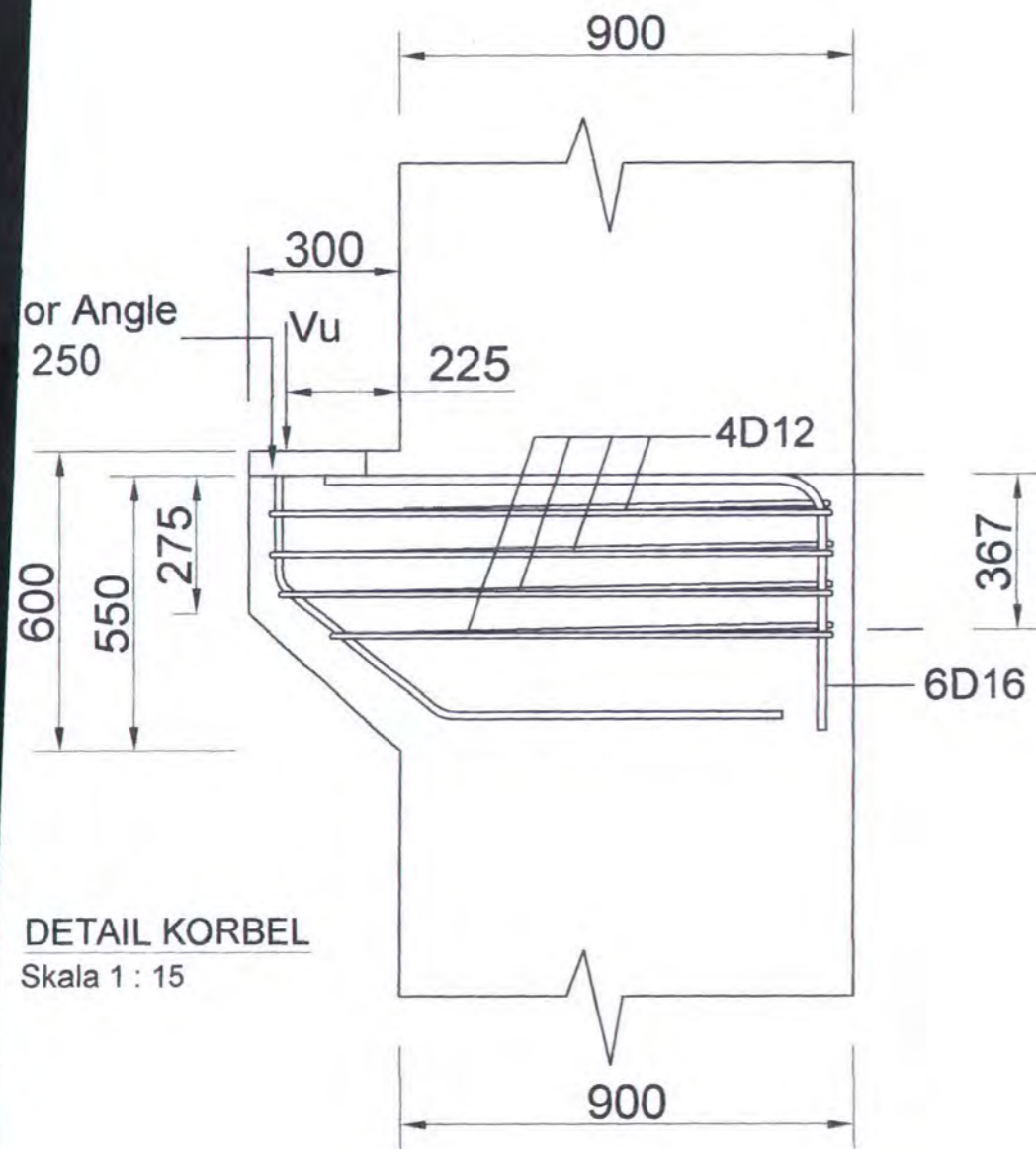
GAMBAR

PERKUATAN  
UJUNG BALOK &  
KOLOM

NO. GAMBAR

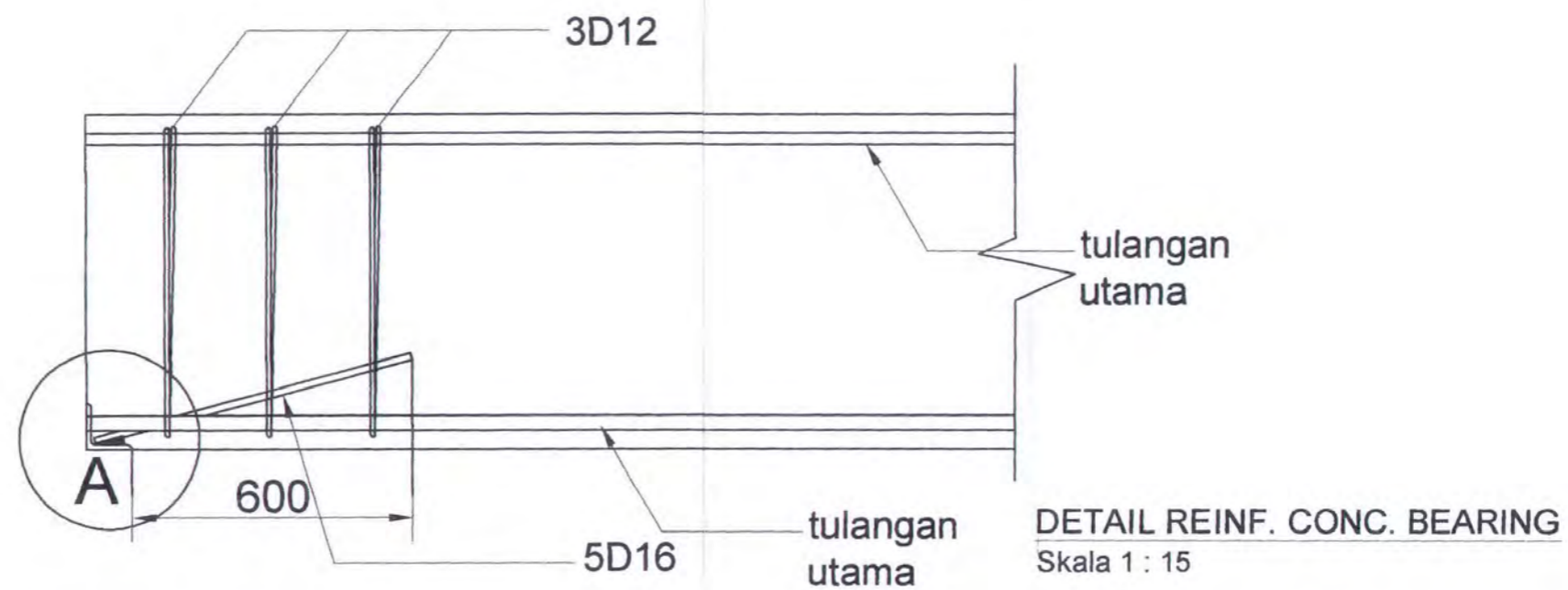
DISETUJUI

CATATAN



DETAIL KORBEL  
Skala 1 : 15

DETAIL PERKUATAN UJUNG BALOK  
Skala 1 : 2



DETAIL REINF. CONC. BEARING  
Skala 1 : 15





JURUSAN TEKNIK SIPIL  
FTSP - ITS  
SURABAYA

JUDUL TUGAS

MODIFIKASI DAN  
PERENCANAAN GEDUNG  
PERKANTORAN PEMERINTAH  
DAERAH DENGAN SISTEM  
PRACETAK

DOSEN PEMBIMBING

Prof. Ir. PRIYO SUPROBO, MS, Ph.D

MAHASISWA

MUCHAMMAD ALI AFANDI  
3199 100 055

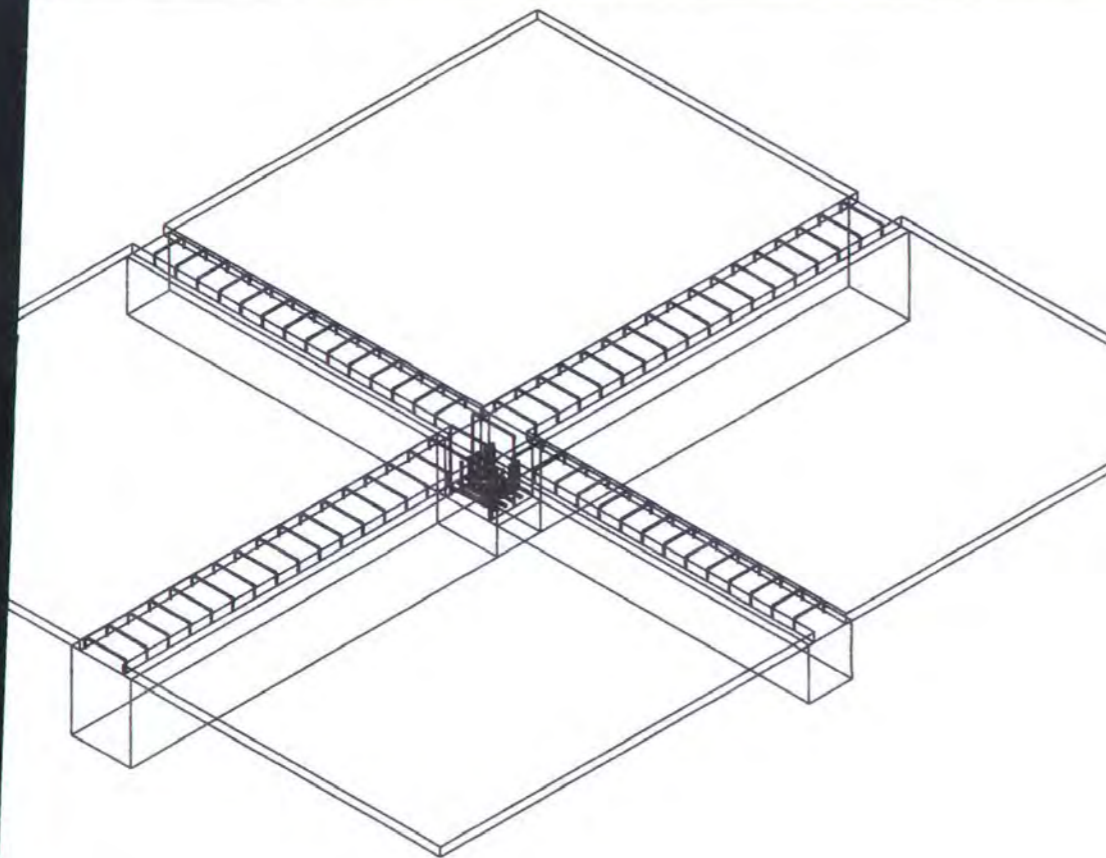
GAMBAR

SAMBUNGAN B.  
INDUK-B. ANAK

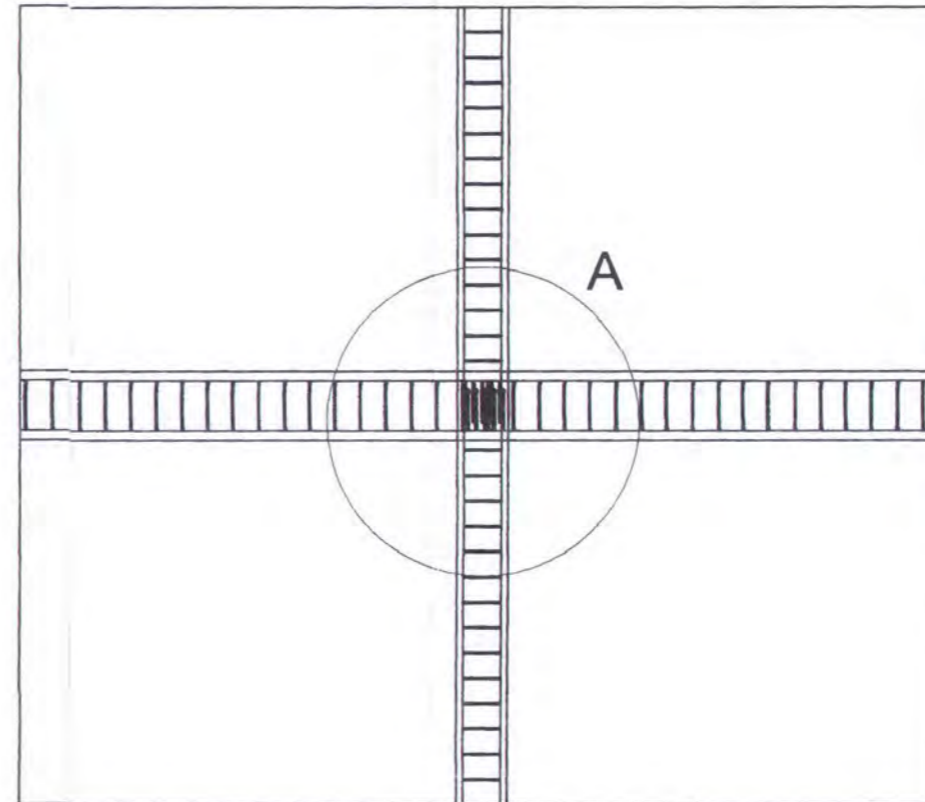
NO. GAMBAR

DISETUJUI

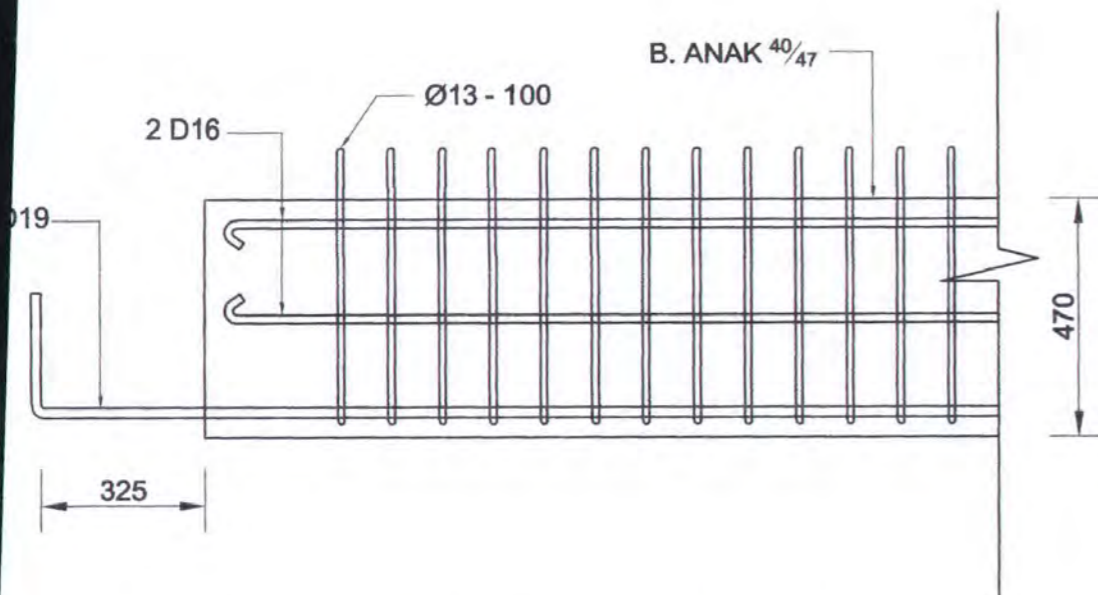
CATATAN



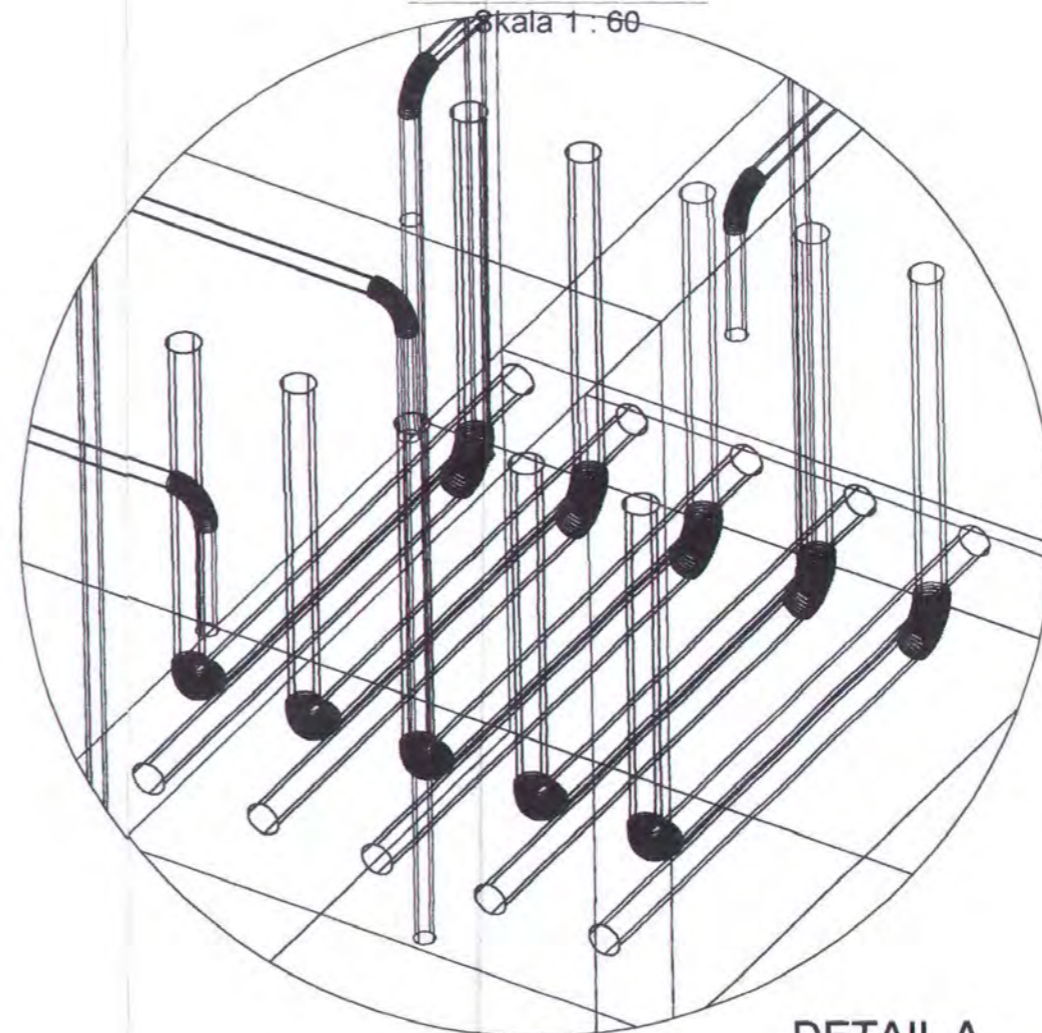
3D VIEW  
Skala 1 : 50



TAMPAK ATAS  
Skala 1 : 60



PANJANG PENYALURAN B. ANAK  
Skala 1 : 15



DETAIL A  
Skala 1 : 4





JURUSAN TEKNIK SIPIL  
FTSP - ITS  
SURABAYA

JUDUL TUGAS

MODIFIKASI DAN  
PERENCANAAN GEDUNG  
PERKANTORAN PEMERINTAH  
DAERAH DENGAN SISTEM  
PRACETAK

DOSEN PEMBIMBING

Prof. Ir. PRIYO SUPROBO, MS, Ph.D

MAHASISWA

MUCHAMMAD ALI AFANDI  
3199 100 055

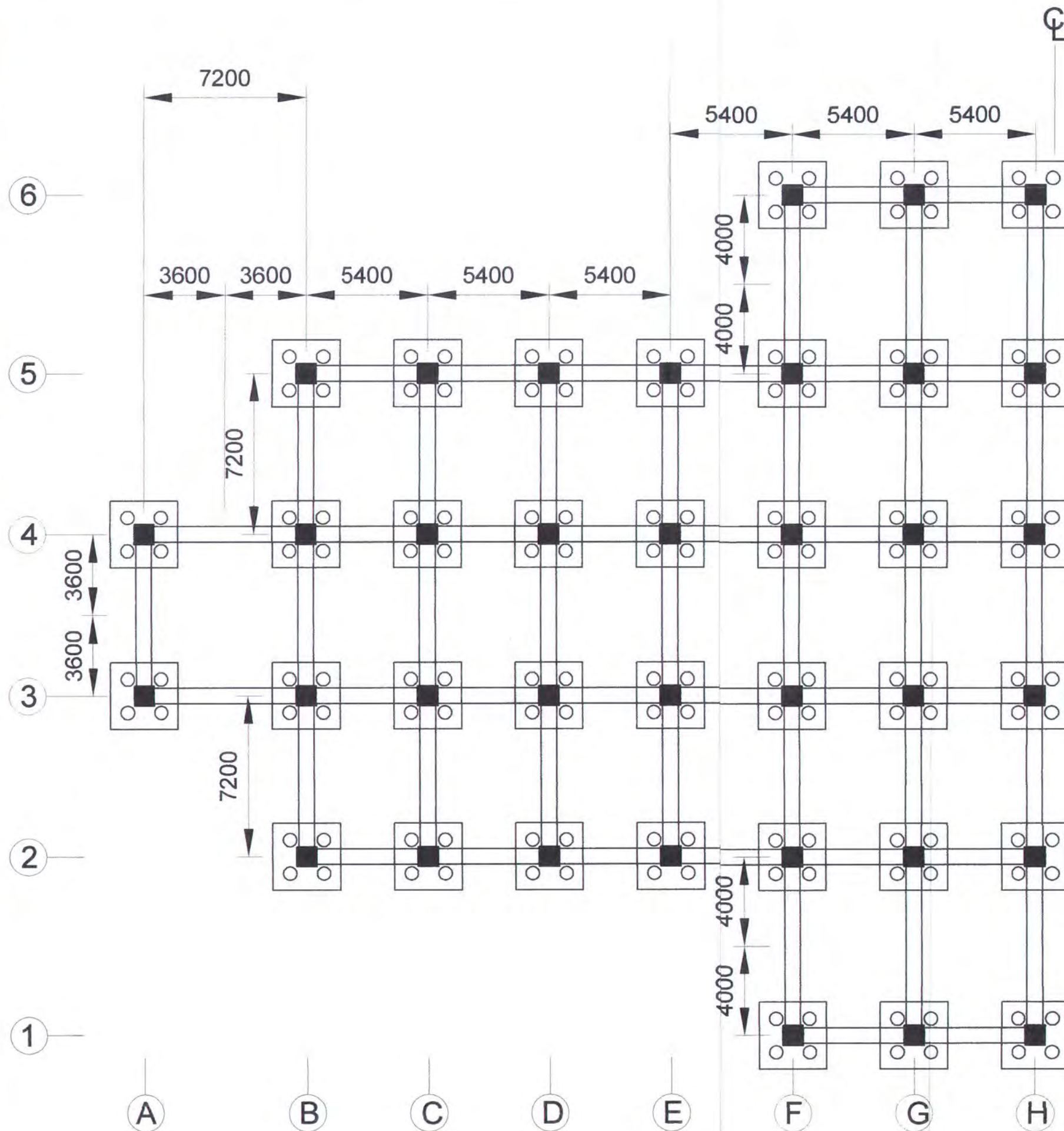
GAMBAR

DENAH PONDASI

NO. GAMBAR

DISETUJUI

CATATAN



**DENAH PONDASI**  
SKALA 1 : 200





JURUSAN TEKNIK SIPIL  
FTSP - ITS  
SURABAYA

JUDUL TUGAS AKHIR

MODIFIKASI DAN  
PERENCANAAN GEDUNG  
PERKANTORAN PEMERINTAH  
DAERAH DENGAN SISTEM  
PRACETAK

DOSEN PEMBIMBING

Prof. Ir. PRIYO SUPROBO, MS, Ph

MAHASISWA

MUCHAMMAD ALI AFANDI  
3199 100 055

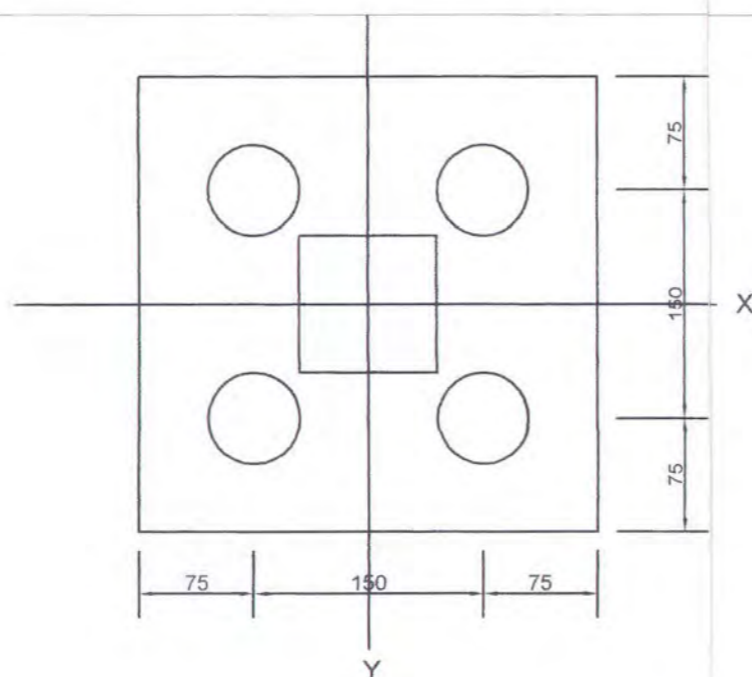
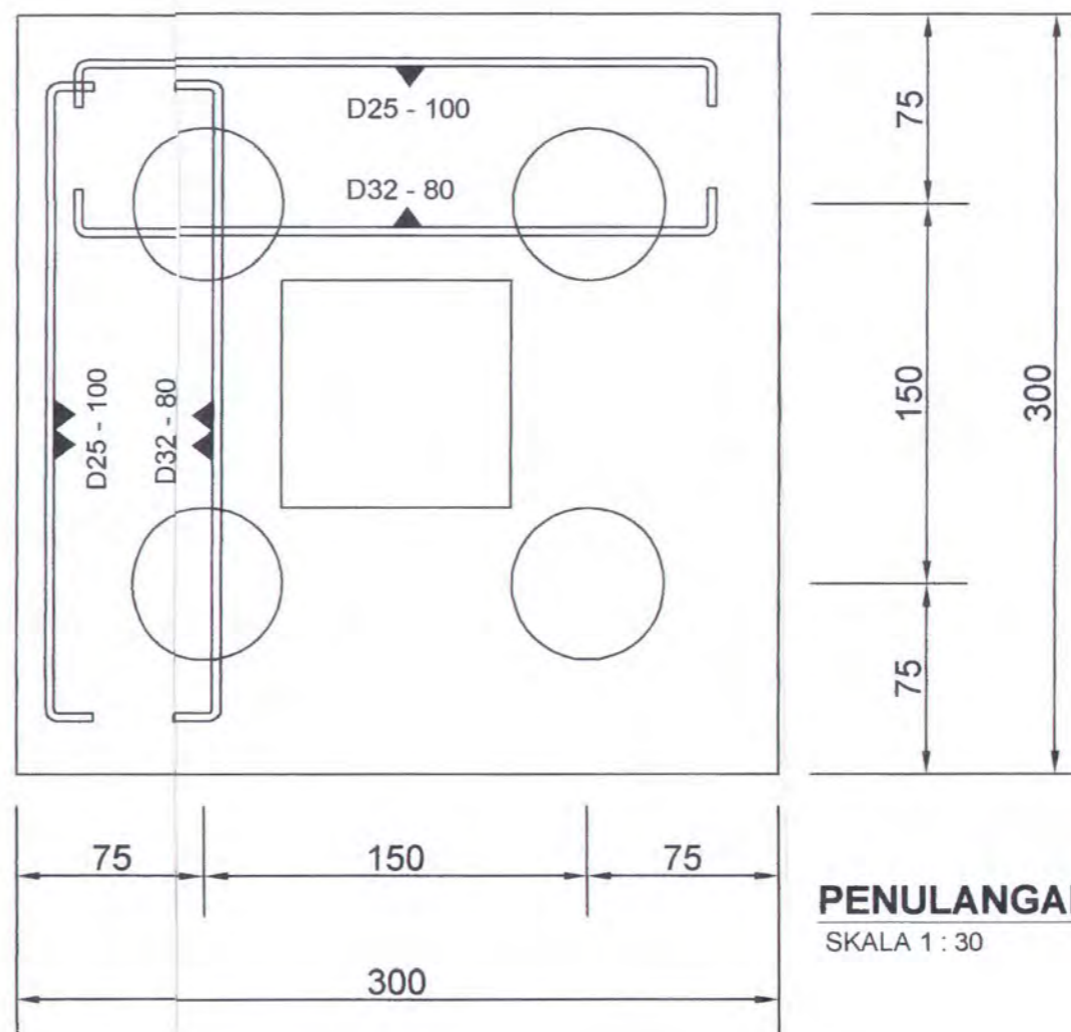
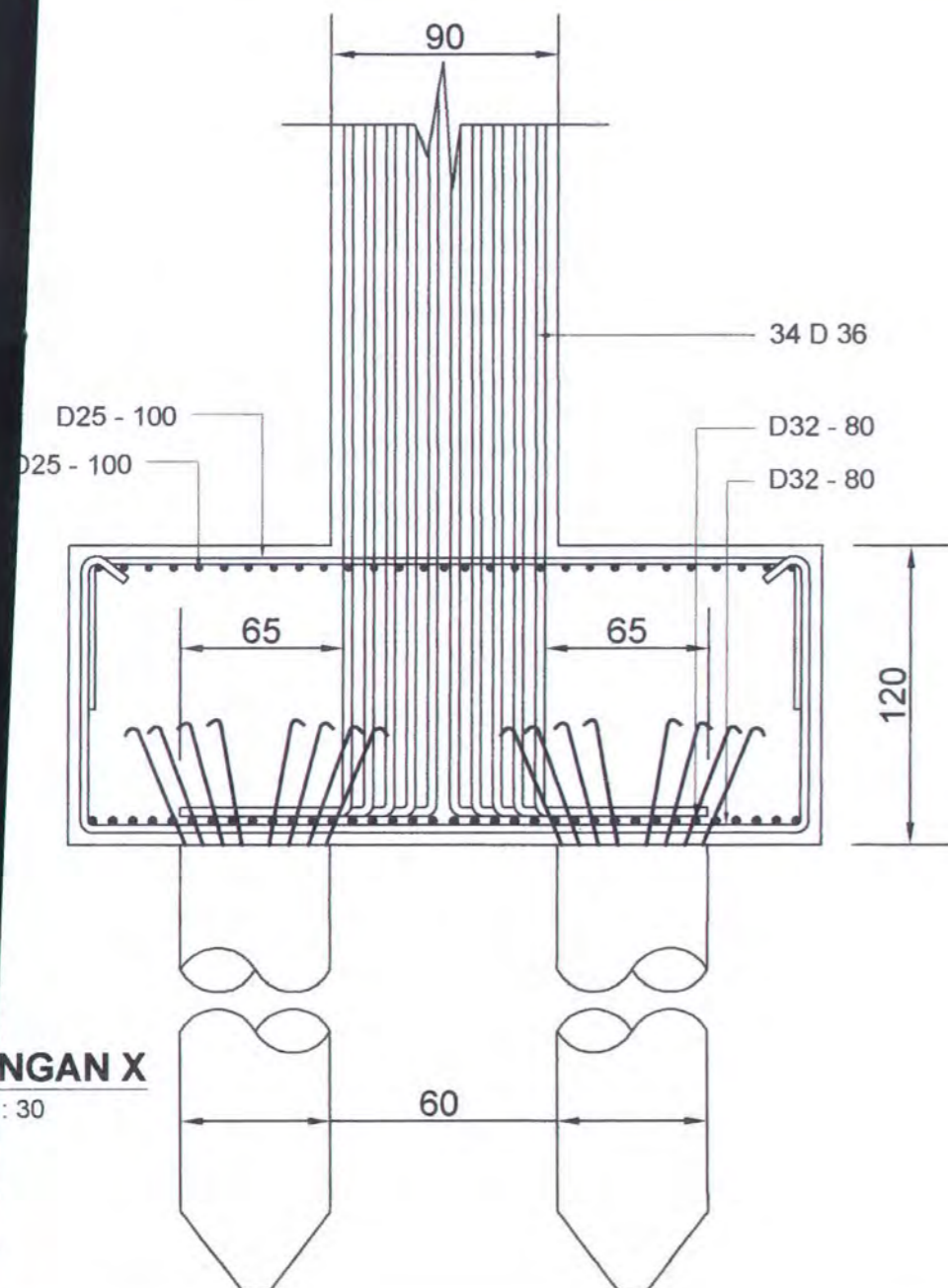
GAMBAR

DETAIL PENULANGAN  
POER

NO. GAMBAR

DISETUJUI

CATATAN







JURUSAN TEKNIK SIPIL  
FTSP - ITS  
SURABAYA

JUDUL TUGAS

MODIFIKASI DAN  
PERENCANAAN GEDUNG  
PERKANTORAN PEMERINTAH  
DAERAH DENGAN SISTEM  
PRACETAK

DOSEN PEMBIMBING

Prof. Ir. PRIYO SUPROBO, MS, Ph.D

MAHASISWA

MUCHAMMAD ALI AFANDI  
3199 100 055

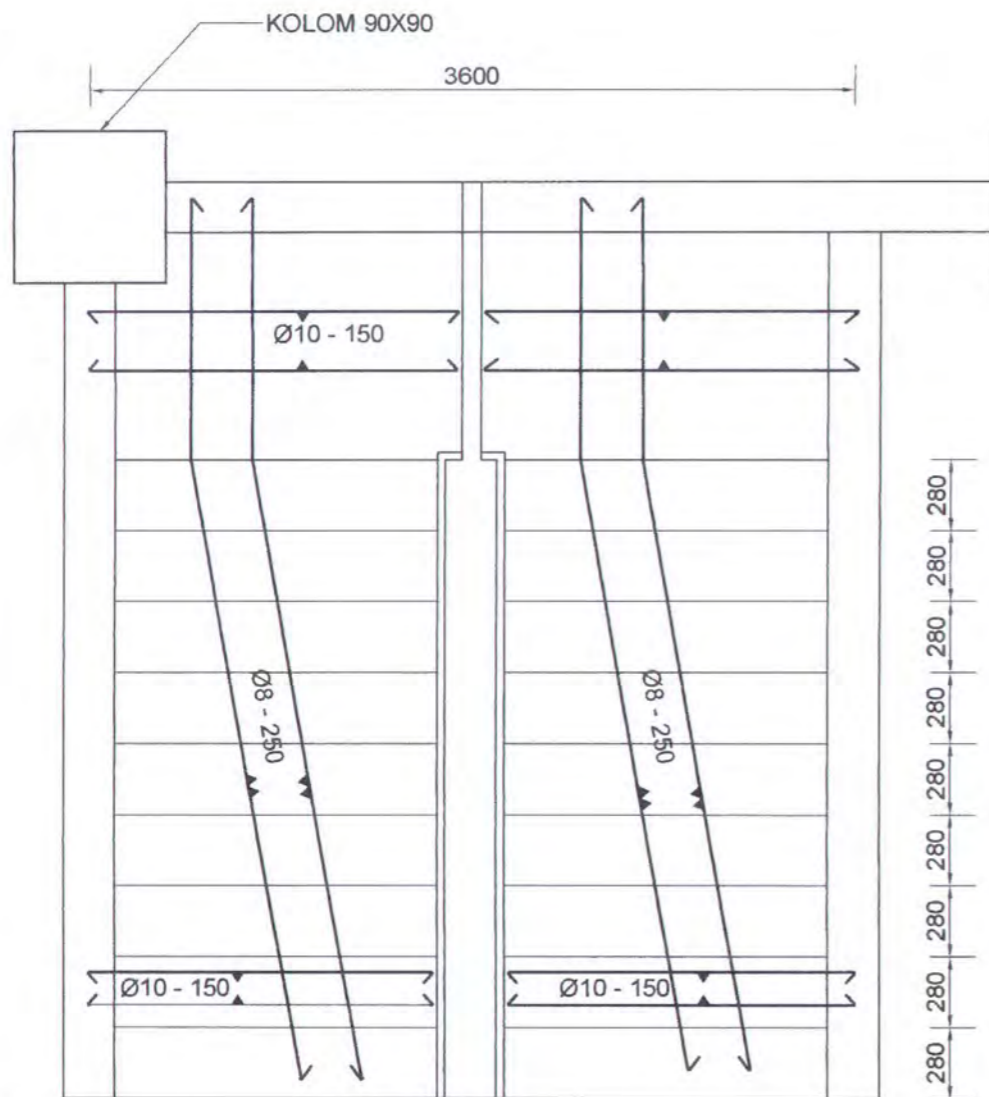
GAMBAR

PENULANGAN  
TANGGA

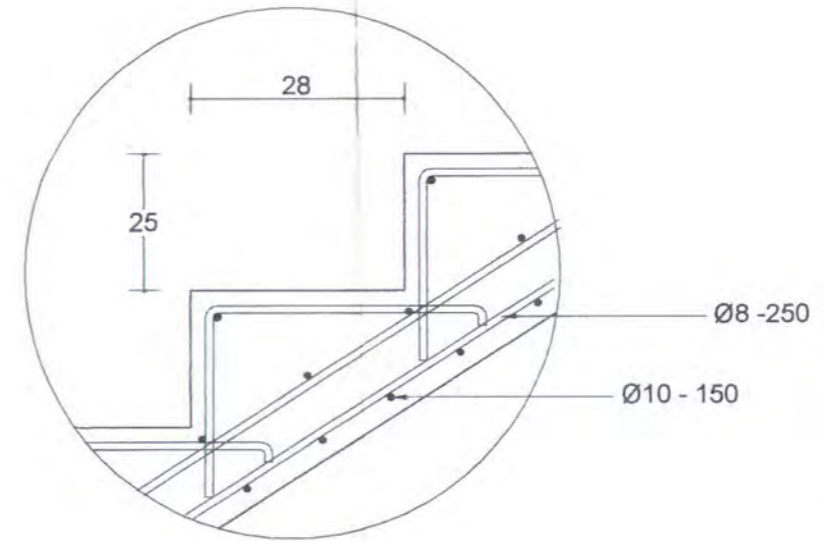
NO. GAMBAR

DISETUJUI

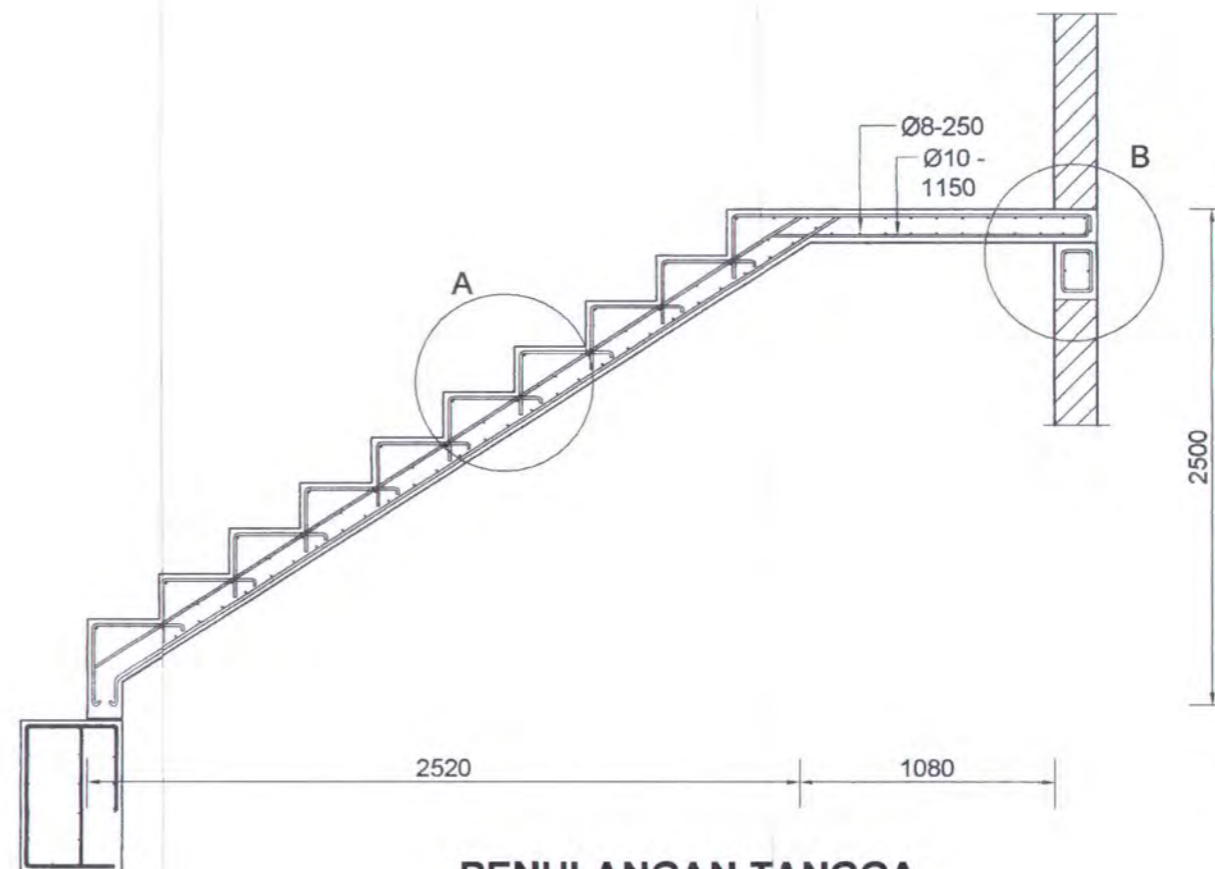
CATATAN



**DENAH TANGGA**  
SKALA 1 : 30



**DETAIL A**  
SKALA 1 : 10



**PENULANGAN TANGGA**  
SKALA 1 : 30





JURUSAN TEKNIK SIPIL  
FTSP - ITS  
SURABAYA

JUDUL TUGAS AKHIR

MODIFIKASI DAN  
PERENCANAAN GEDUNG  
PERKANTORAN PEMERINTAH  
DAERAH DENGAN SISTEM  
PRACETAK

DOSEN PEMBIMBING

Prof. Ir. PRIYO SUPROBO, MS, P

MAHASISWA

MUCHAMMAD ALI AFANDI  
3199 100 055

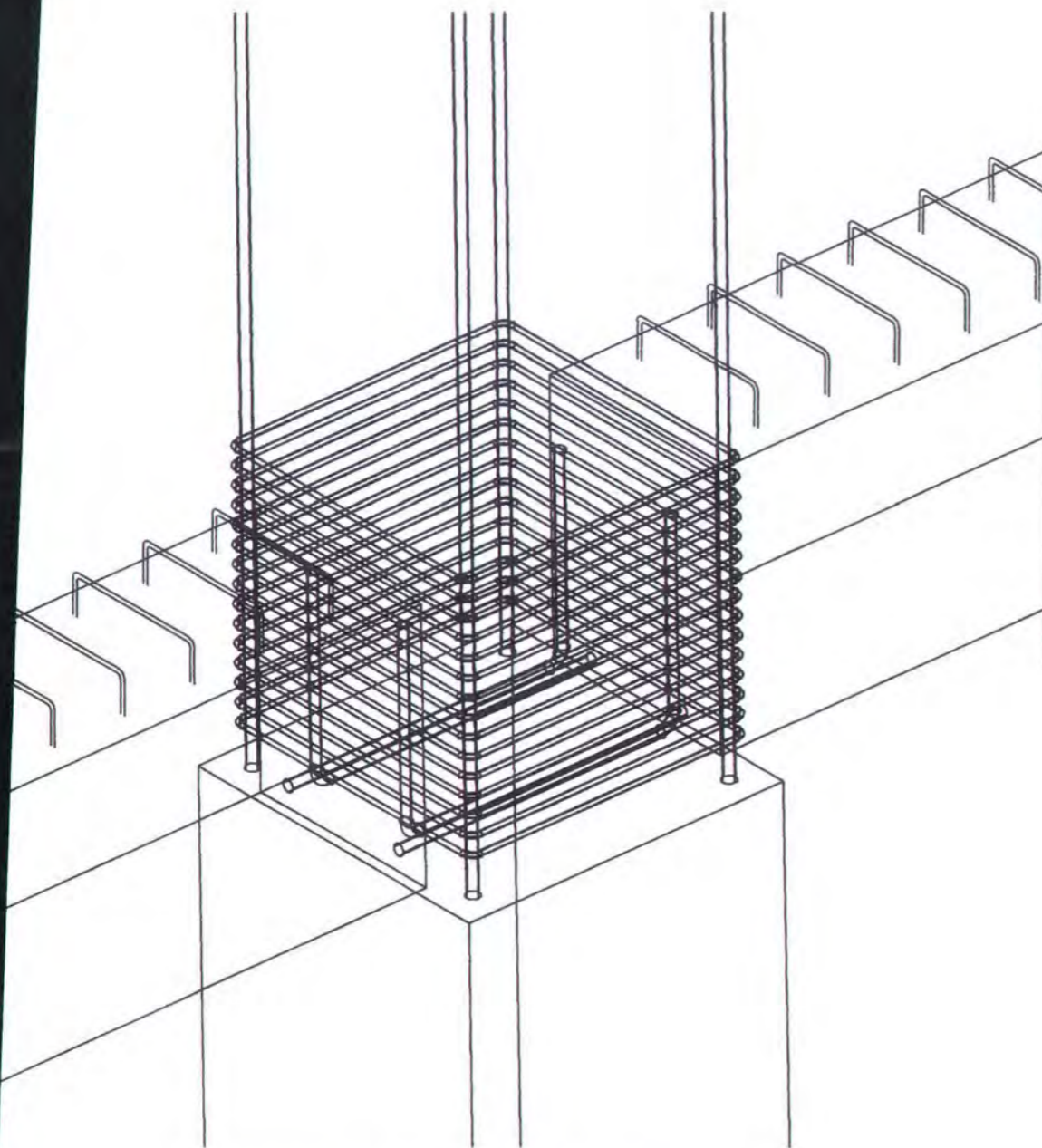
GAMBAR

BEAM COLUM JOINT

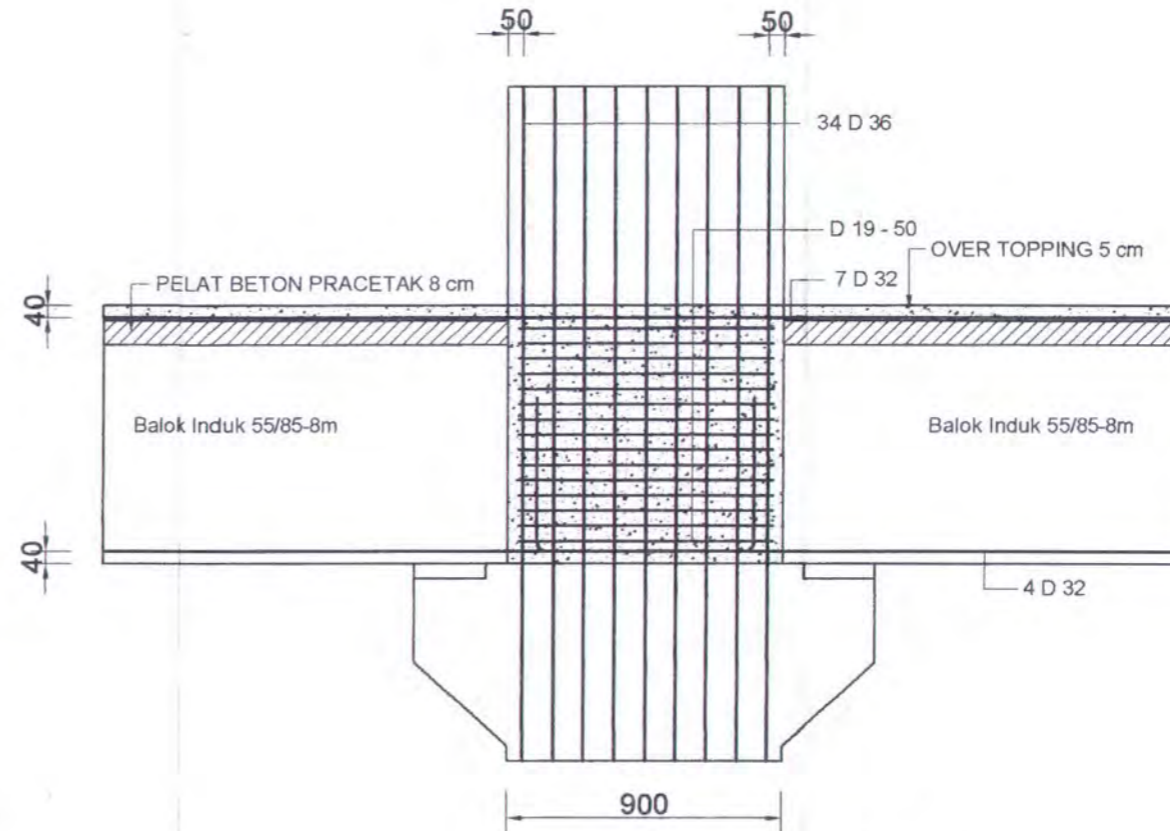
NO. GAMBAR

DISETUJUI

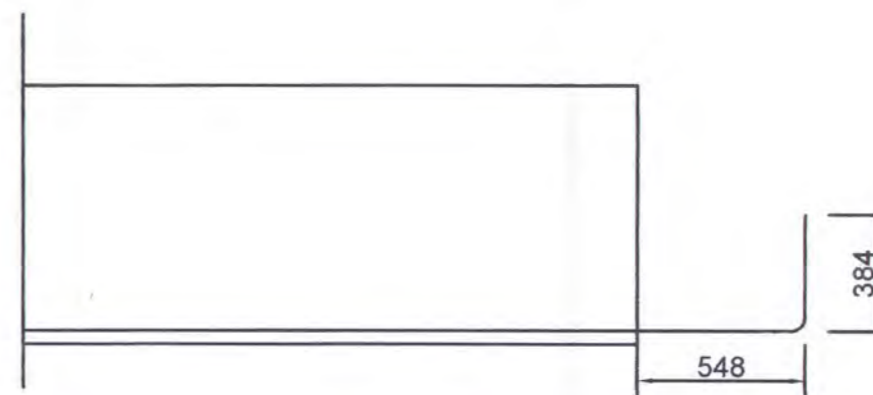
CATATAN



**BEAM COLUMN JOINT**  
SKALA 1 : 15



**BEAM COLUM JOINT**  
SKALA 1 : 25



**PANJANG PENYALURAN B. INDUK**  
SKALA 1 : 25





JURUSAN TEKNIK SIPIL  
FTSP - ITS  
SURABAYA

JUDUL TUGAS AKHIR

MODIFIKASI DAN  
PERENCANAAN GEDUNG  
PERKANTORAN PEMERINTAH  
DAERAH DENGAN SISTEM  
PRACETAK

DOSEN PEMBIMBING

Prof. Ir. PRIYO SUPROBO, MS, P

MAHASISWA

MUCHAMMAD ALI AFANDI  
3199 100 055

GAMBAR

PENULANGAN BALOK  
INDUK

NO. GAMBAR

DISETUJUI

CATATAN

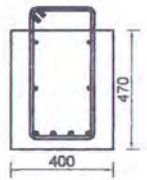
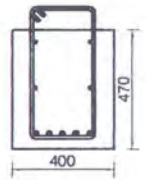
	LANTAI 14 (ATAP)		LANTAI 13 - 10		LANTAI 9 - 3		LANTAI 2 - 1			
	B.I $45/57$ - 7.2 m	B.I $45/57$ - 5.4 m	B.I $45/57$ - 7.2 m	B.I $45/57$ - 5.4 m	B.I $55/72$ - 7.2 m	B.I $45/57$ - 5.4 m	B.I $55/72$ - 7.2 m	B.I $45/57$ - 5.4 m	B.I $55/72$ - 8 m	B.I $45/57$ - 5.4 m
AS	2 D16	2 D16	2 D16	2 D16	2 D16	2 D16	2 D16	2 D16	2 D16	2 D16
GAH	2 D16	2 D16	2 D16	2 D16	2 D16	2 D16	2 D16	2 D16	2 D16	2 D16
WAH	4 D32	3 D32	5 D32	3 D32	4 D32	3 D32	4 D32	3 D32	4 D32	3 D32
ANG	D13 - 100	Ø10 - 175	D16 - 100	Ø10 - 175	D13 - 100	Ø10 - 175	D13 - 100	Ø10 - 175	D16 - 125	Ø10 - 175

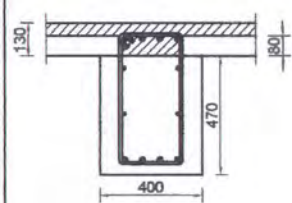
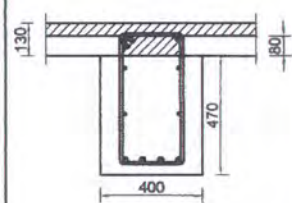
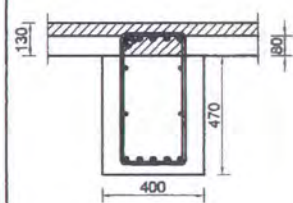
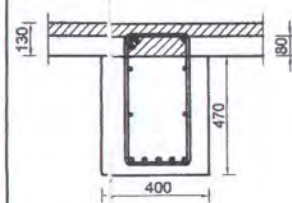
	LANTAI 14 (ATAP)		LANTAI 13 - 10		LANTAI 9 - 3		LANTAI 2 - 1			
	B.I $45/57$ - 7.2 m	B.I $45/57$ - 5.4 m	B.I $45/57$ - 7.2 m	B.I $45/57$ - 5.4 m	B.I $55/72$ - 7.2 m	B.I $45/57$ - 5.4 m	B.I $55/72$ - 7.2 m	B.I $45/57$ - 5.4 m	B.I $55/72$ - 8 m	B.I $45/57$ - 5.4 m
ATAS	2 D25	2 D25	2 D25	2 D25	2 D25	2 D25	2 D25	2 D25	2 D25	2 D25
TORSI	2 D16	2 D16	2 D16	2 D16	2 D16	2 D16	2 D16	2 D16	2 D16	2 D16
BAWAH	4 D32	3 D32	5 D32	3 D32	4 D32	3 D32	4 D32	3 D32	4 D32	3 D32
KANG	D13 - 100	Ø10 - 175	D16 - 100	Ø10 - 175	D13 - 100	Ø10 - 175	D13 - 100	Ø10 - 175	D16 - 125	Ø10 - 175

	LANTAI 14 (ATAP)		LANTAI 13 - 10		LANTAI 9 - 3		LANTAI 2 - 1			
	B.I $45/57$ - 7.2 m	B.I $45/57$ - 5.4 m	B.I $45/57$ - 7.2 m	B.I $45/57$ - 5.4 m	B.I $55/72$ - 7.2 m	B.I $45/57$ - 5.4 m	B.I $55/72$ - 7.2 m	B.I $45/57$ - 5.4 m	B.I $55/72$ - 8 m	B.I $45/57$ - 5.4 m
ATAS	5 D32	2 D32	5 D32	2 D32	7 D32	2 D32	7 D32	2 D32	7 D32	2 D32
TORSI	2 D16	2 D16	2 D16	2 D16	2 D16	2 D16	2 D16	2 D16	2 D16	2 D16
BAWAH	3 D32	2 D32	3 D32	2 D32	4 D32	2 D32	4 D32	2 D32	4 D32	2 D32
KANG	D13 - 100	Ø10 - 175	D16 - 100	Ø10 - 175	D13 - 100	Ø10 - 175	D13 - 100	Ø10 - 175	D16 - 125	Ø10 - 175

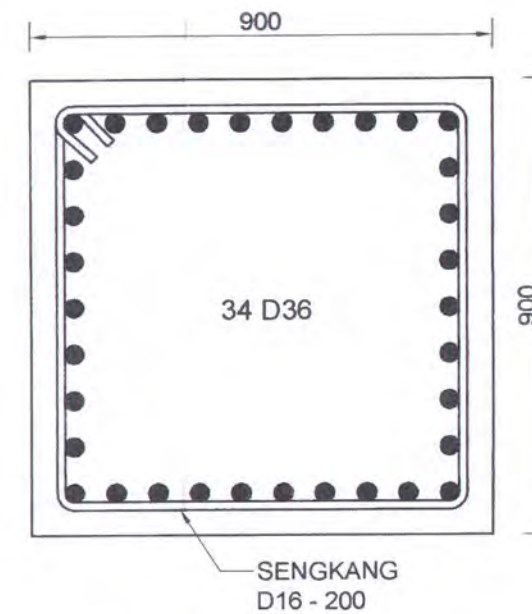
SKALA 1 : 40



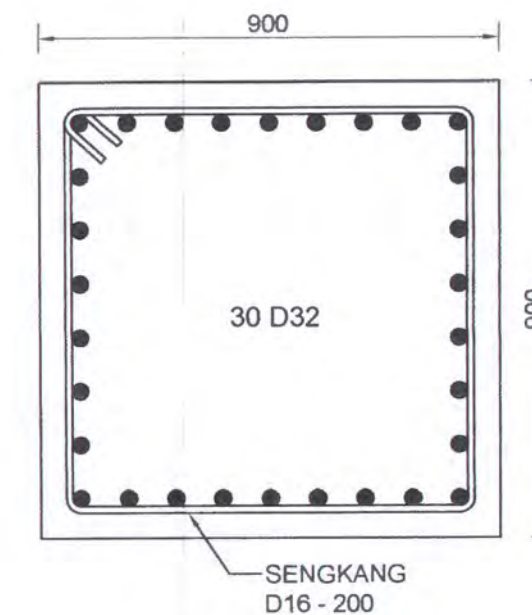
	B. A. $\frac{40}{47}$ - 5.4 m	B. A. $\frac{40}{47}$ - 7.2 m
<b>BALOK ANAK SEBELUM KOMPOSIT (LAPANGAN)</b>		
TUL. ATAS	2 D14	2 D16
TUL. TANGAH	2 D14	2 D16
TUL. BAWAH	4 D19	5 D19
SENGKANG	Ø12 - 125	Ø13 - 100

	B. A. $\frac{40}{47}$ - 5.4 m		B. A. $\frac{40}{47}$ - 7.2 m	
	TUMPUAN	LAPANGAN	TUMPUAN	LAPANGAN
<b>BALOK ANAK SESUDAH KOMPOSIT</b>				
TUL. ATAS	4 D19	2 D14	5 D19	2 D16
TUL. TORSI	2 D14	2 D14	2 D16	2 D16
TUL. BAWAH	4 D19	4 D19	5 D19	5 D19
SENGKANG	Ø12 - 125	Ø12 - 125	Ø13 - 100	Ø13 - 100

**BALOK ANAK**  
SKALA 1 : 30



**KOLOM LT. 1**  
SKALA 1 : 15



**KOLOM LT. 2 s/d 14**  
SKALA 1 : 15



JURUSAN TEKNIK SIPIL  
FTSP - ITS  
SURABAYA

JUDUL TUGAS AKHIR

MODIFIKASI DAN  
PERENCANAAN GEDUNG  
PERKANTORAN PEMERINTAH  
DAERAH DENGAN SISTEM  
PRACETAK

DOSEN PEMBIMBING

Prof. Ir. PRIYO SUPROBO, MS, Ph.D.

MAHASISWA

MUCHAMMAD ALI AFANDI  
3199 100 055

GAMBAR

PENULANGAN BALOK  
ANAK & KOLOM

NO. GAMBAR

DISETUJUI

CATATAN





JURUSAN TEKNIK SIPIL  
FTSP - ITS  
SURABAYA

JUDUL TUGAS

MODIFIKASI DAN  
PERENCANAAN GEDUNG  
PERKANTORAN PEMERINTAH  
DAERAH DENGAN SISTEM  
PRACETAK

DOSEN PEMBIMBING

Prof. Ir. PRIYO SUPROBO, MS, F

MAHASISWA

MUCHAMMAD ALI AFANDI  
3199 100 055

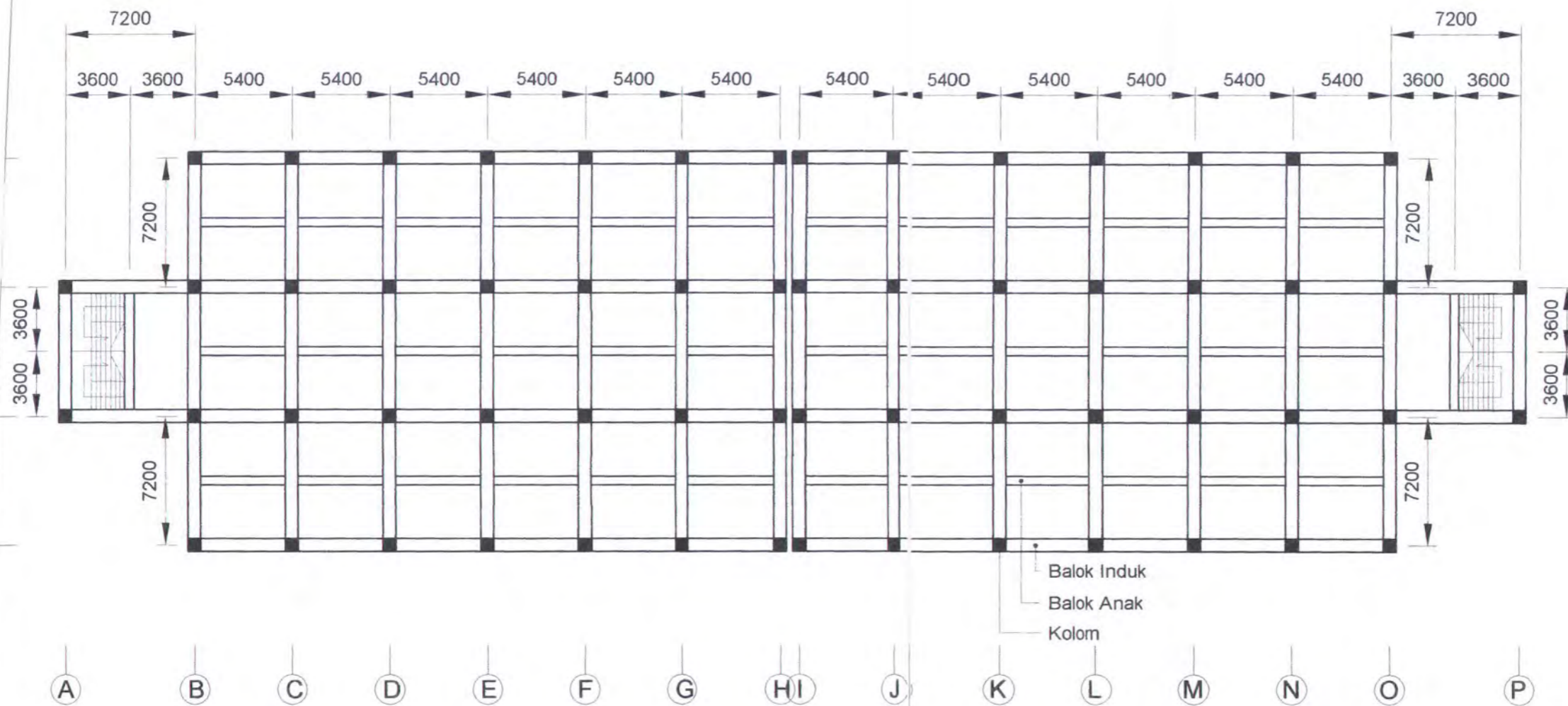
GAMBAR

DENAH Lt. 14

NO. GAMBAR

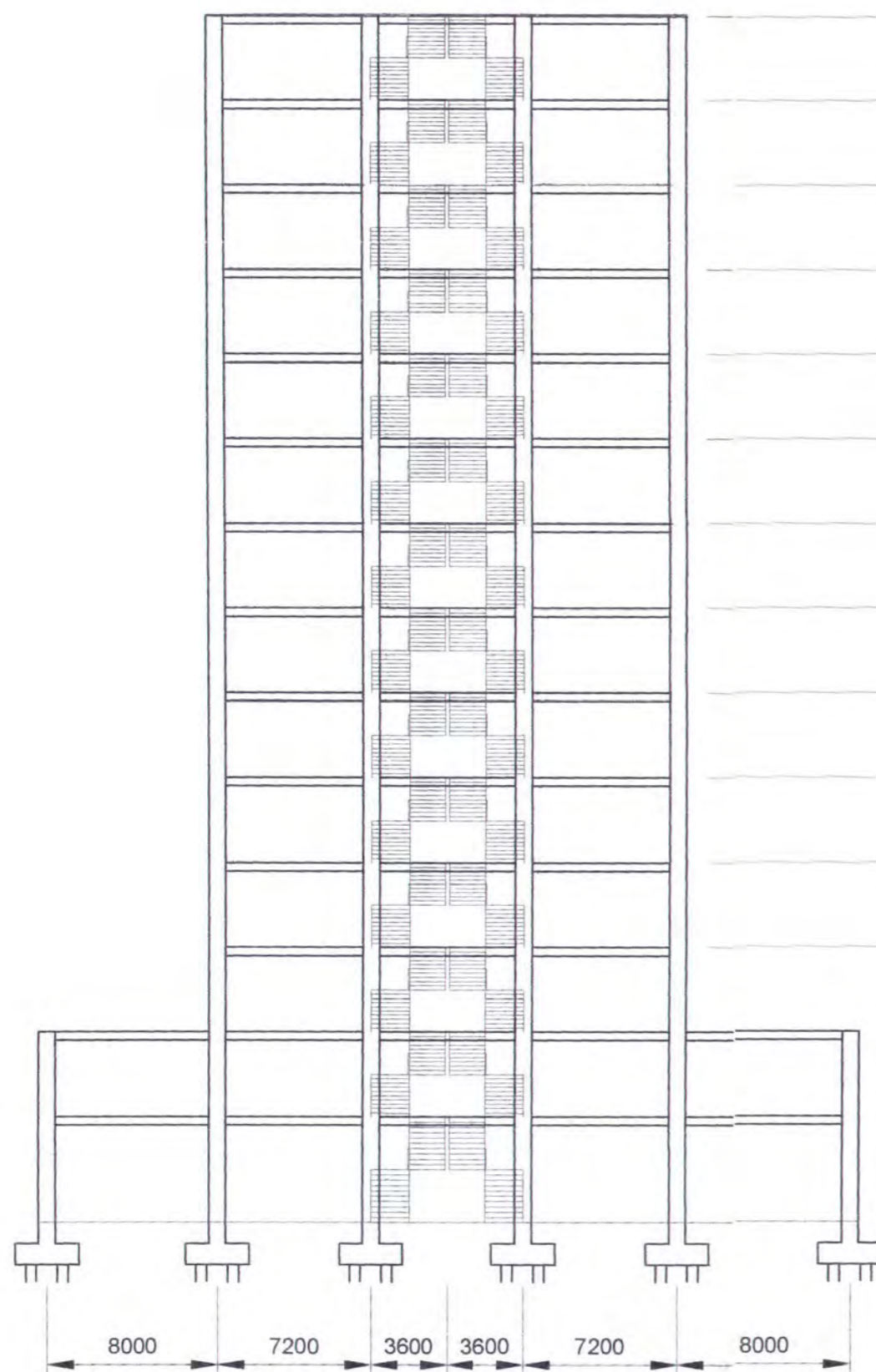
DISETUJUI

CATATAN

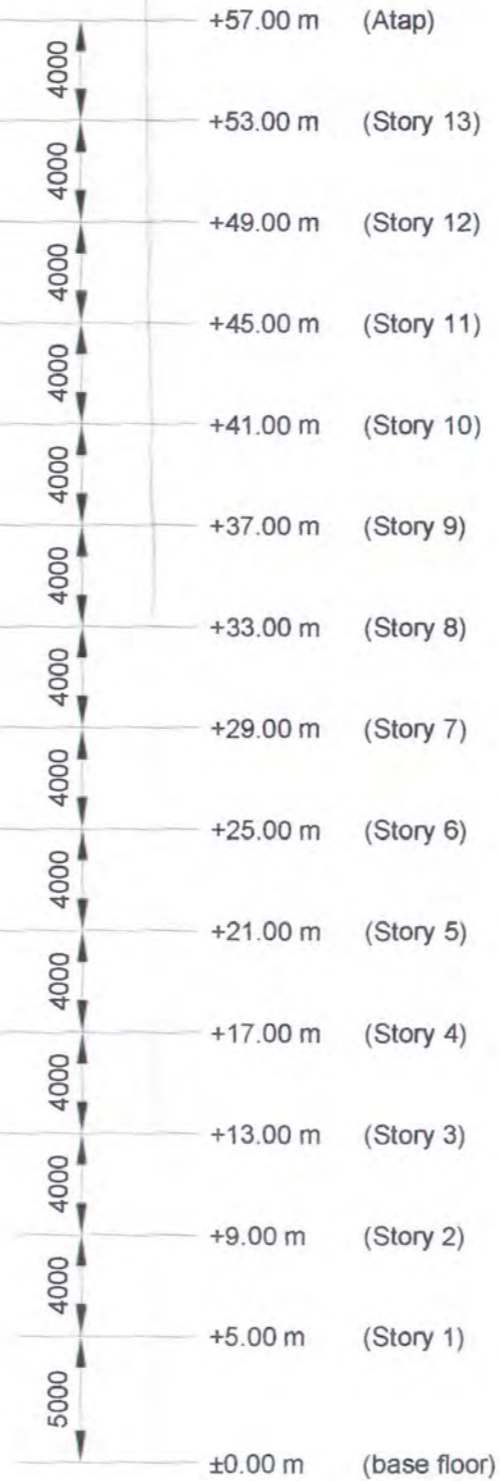


**DENAH PEMBALOKAN Lt. 14**  
Skala 1 : 300





**POTONGAN MELINTANG**  
Skala 1 : 300



JURUSAN TEKNIK SIPIL  
FTSP - ITS  
SURABAYA

JUDUL TUGAS

MODIFIKASI DAN  
PERENCANAAN GEDUNG  
PERKANTORAN PEMERINTAH  
DAERAH DENGAN SISTEM  
PRACETAK

DOSEN PEMBIMBING

Prof. Ir. PRIYO SUPROBO, MS, Ph.D

MAHASISWA

MUCHAMMAD ALI AFANDI  
3199 100 055

GAMBAR

POTONGAN  
MELINTANG

NO. GAMBAR

DISETUJUI

CATATAN





JURUSAN TEKNIK SIPIL  
FTSP - ITS  
SURABAYA

JUDUL TUGAS

MODIFIKASI DAN  
PERENCANAAN GEDUNG  
PERKANTORAN PEMERINTAH  
DAERAH DENGAN SISTEM  
PRACETAK

DOSEN PEMBIMBING

Prof. Ir. PRIYO SUPROBO, MS, Ph.D

MAHASISWA

MUCHAMMAD ALI AFANDI  
3199 100 055

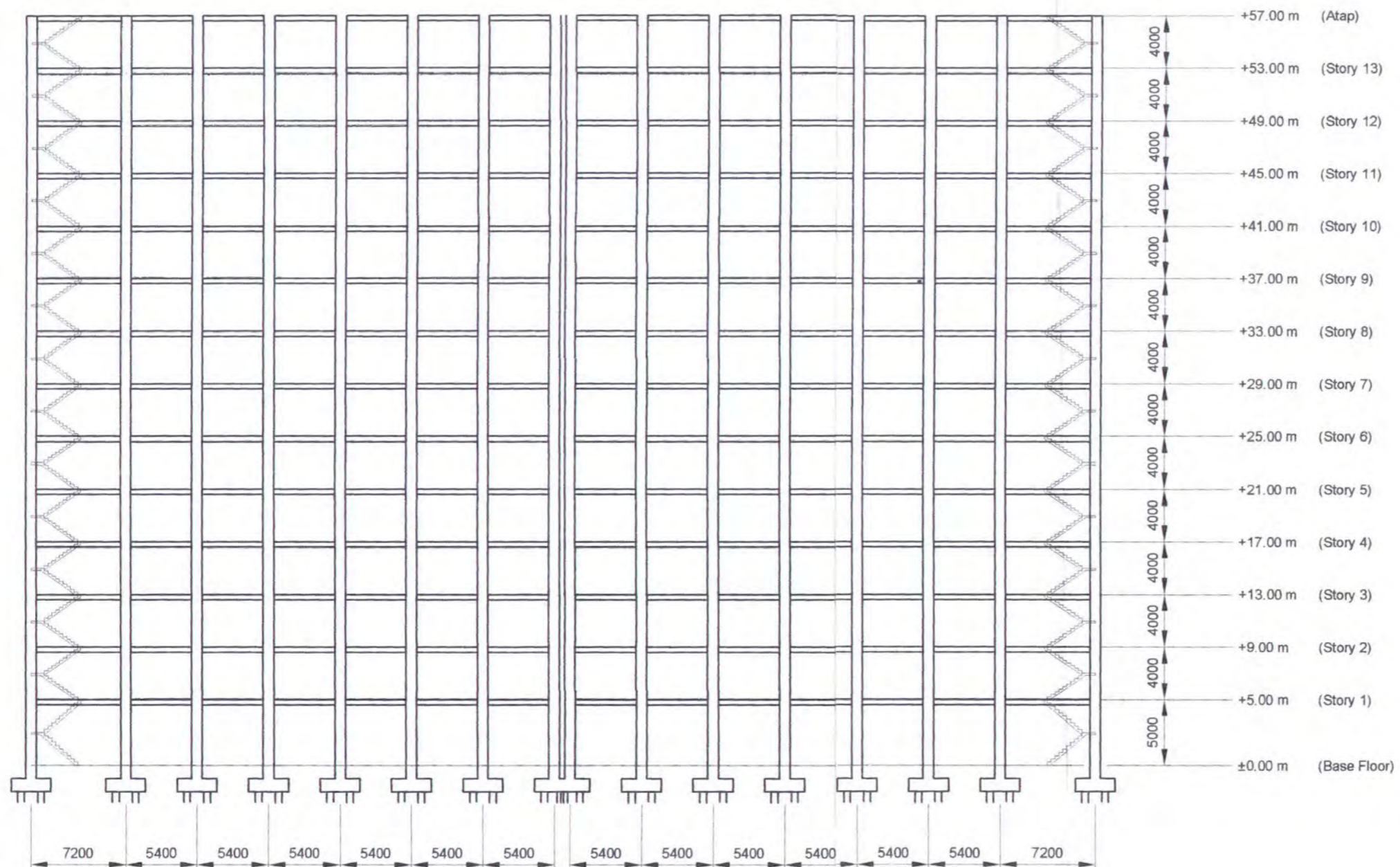
GAMBAR

POTONGAN  
MEMANJANG

NO. GAMBAR

DISETUJUI

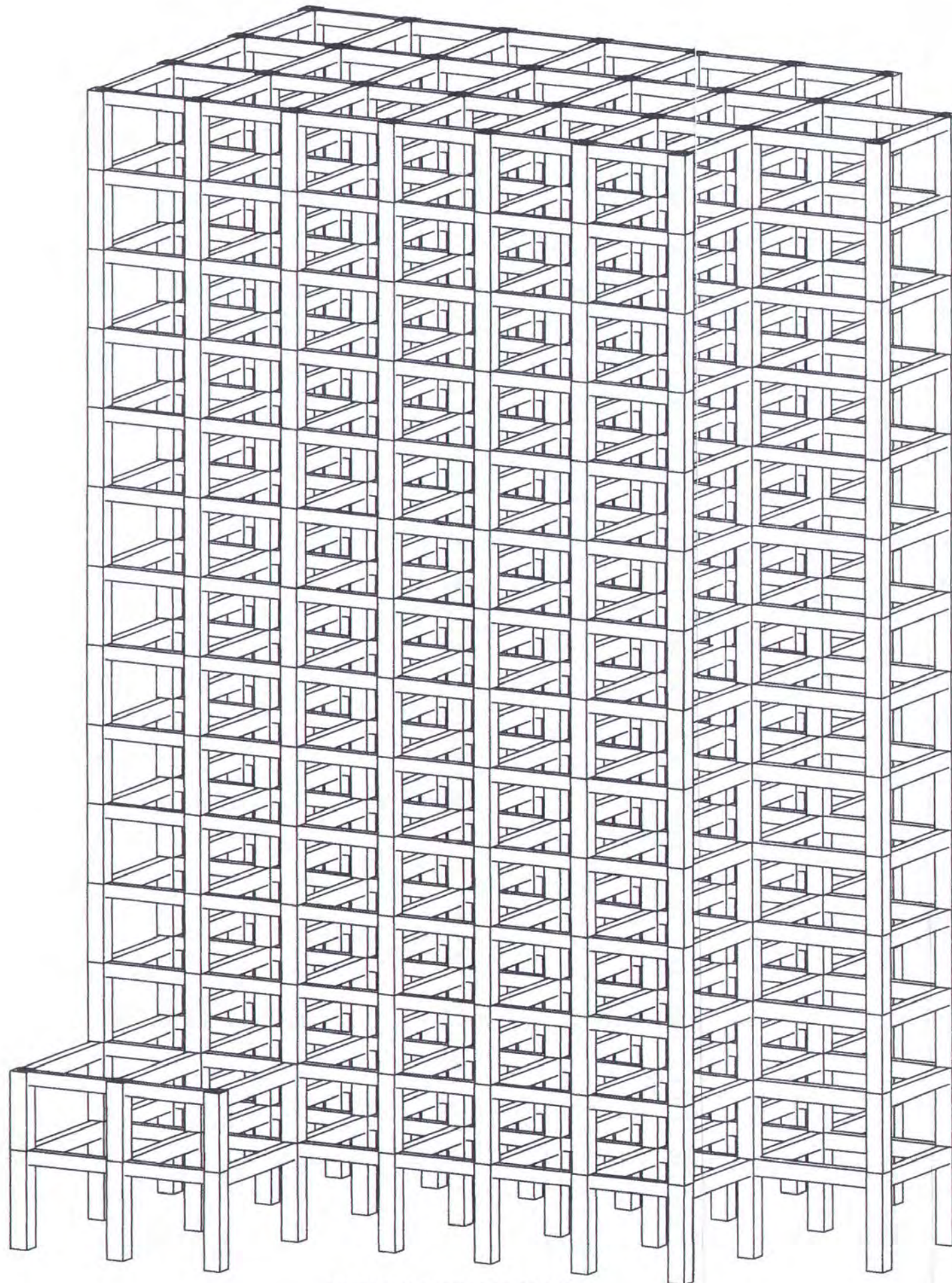
CATATAN



POTONGAN MEMANJANG

Skala 1 : 300





**PERMODELAN SRUKTUR**  
SKALA 1 : 250



JURUSAN TEKNIK SIPIL  
FTSP - ITS  
SURABAYA

JUDUL TUGAS

MODIFIKASI DAN  
PERENCANAAN GEDUNG  
PERKANTORAN PEMERINTAH  
DAERAH DENGAN SISTEM  
PRACETAK

DOSEN PEMBIMBING

Prof. Ir. PRIYO SUPROBO, MS, Ph.D

MAHASISWA

MUCHAMMAD ALI AFANDI  
3199 100 055

GAMBAR

PERMODELAN  
STRUKTUR

NO. GAMBAR

DISETUJUI

CATATAN





JURUSAN TEKNIK SIPIL  
FTSP - ITS  
SURABAYA

JUDUL TUGAS

MODIFIKASI DAN  
PERENCANAAN GEDUNG  
PERKANTORAN PEMERINTAH  
DAERAH DENGAN SISTEM  
PRACETAK

DOSEN PEMBIMBING

Prof. Ir. PRIYO SUPROBO, MS, Ph.D

MAHASISWA

MUCHAMMAD ALI AFANDI  
3199 100 055

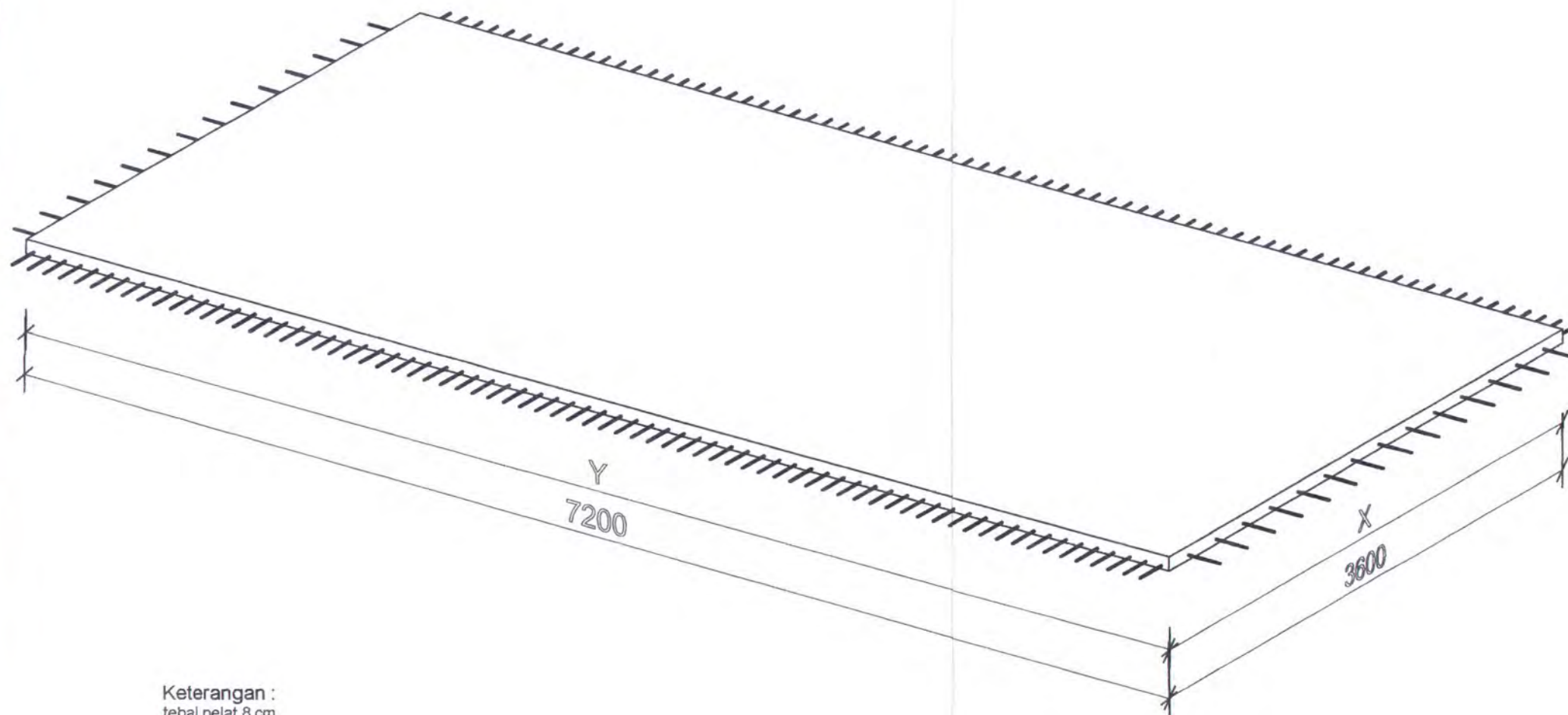
GAMBAR

3D VIEW PELAT  
3.6m X 7.2m

NO. GAMBAR

DISETUJUI

CATATAN



Keterangan :  
tebal pelat 8 cm  
tulangan X  $\varnothing$ 10 - 100  
tulangan Y  $\varnothing$ 10 - 250  
Panjang penyaluran 200 mm

3D VIEW PELAT 3.6m X 7.2m SEBELUM KOMPOSIT  
Skala 1 : 30





JURUSAN TEKNIK SIPIL  
FTSP - ITS  
SURABAYA

JUDUL TUGAS

MODIFIKASI DAN  
PERENCANAAN GEDUNG  
PERKANTORAN PEMERINTAH  
DAERAH DENGAN SISTEM  
PRACETAK

DOSEN PEMBIMBING

Prof. Ir. PRIYO SUPROBO, MS, Ph.D

MAHASISWA

MUCHAMMAD ALI AFANDI  
3199 100 055

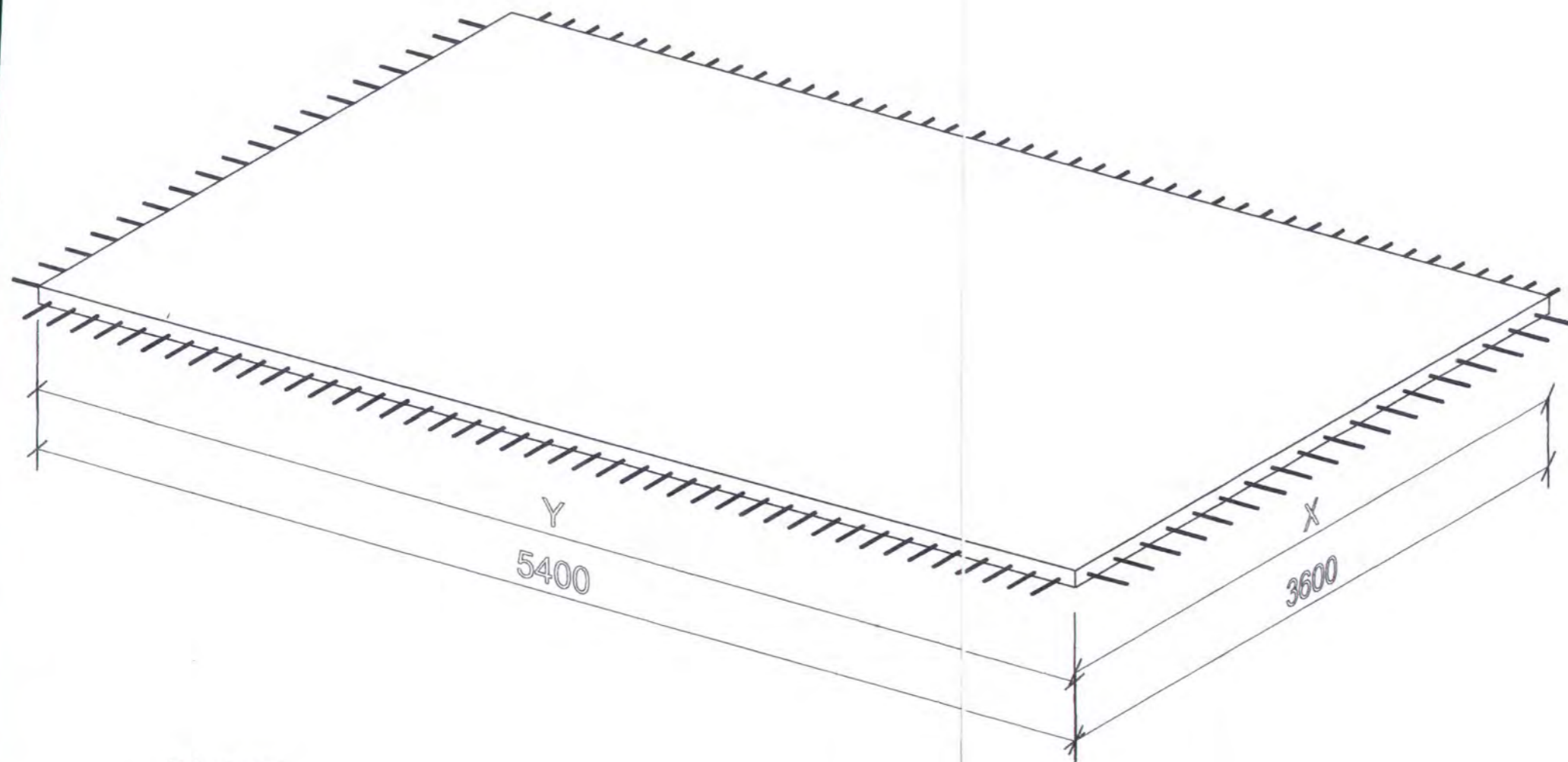
GAMBAR

3D VIEW PELAT  
3.6m X 5.4m

NO. GAMBAR

DISETUJUI

CATATAN



Keterangan :  
tebal pelat 8 cm  
tulangan X  $\varnothing 10 - 125$   
tulangan Y  $\varnothing 10 - 200$   
Panjang penyaluran 200 mm

3D VIEW PELAT 3.6m X 5.4m SEBELUM KOMPOSIT

Skala 1 : 25



JURUSAN TEKNIK SIPIL  
FTSP - ITS  
SURABAYA

JUDUL TUGAS

MODIFIKASI DAN  
PERENCANAAN GEDUNG  
PERKANTORAN PEMERINTAH  
DAERAH DENGAN SISTEM  
PRACETAK

DOSEN PEMBIMBING

Prof. Ir. PRIYO SUPROBO, MS, Ph.D

MAHASISWA

MUCHAMMAD ALI AFANDI  
3199 100 055

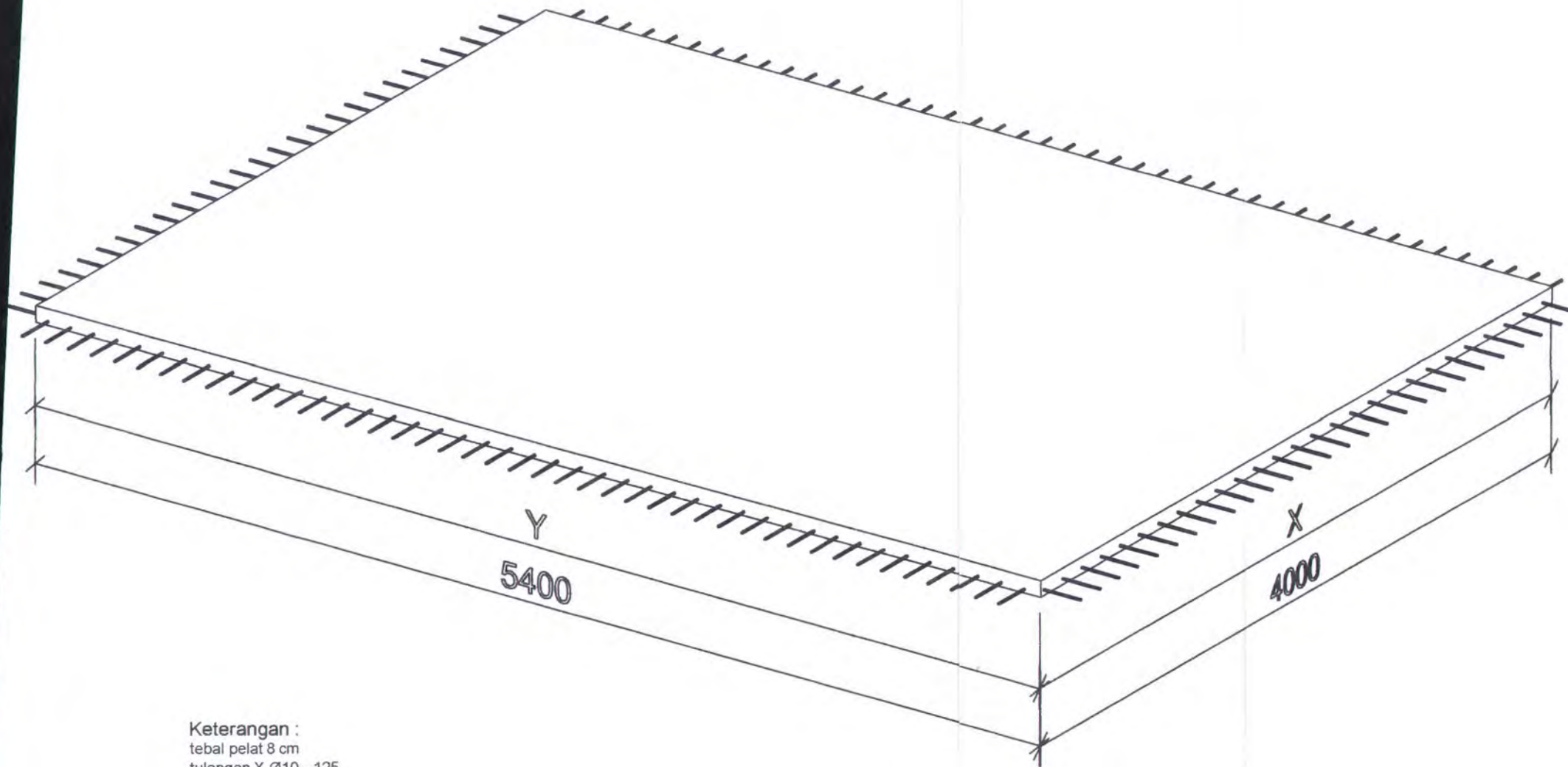
GAMBAR

3D VIEW PELAT  
4m X 5.4m

NO. GAMBAR

DISETUJUI

CATATAN



Keterangan :  
tebal pelat 8 cm  
tulangan X  $\varnothing$ 10 - 125  
tulangan Y  $\varnothing$ 10 - 150

**3D VIEW PELAT 4m X 5.4m SEBELUM KOMPOSIT**  
Skala 1 : 25





JURUSAN TEKNIK SIPIL  
FTSP - ITS  
SURABAYA

JUDUL TUGAS

MODIFIKASI DAN  
PERENCANAAN GEDUNG  
PERKANTORAN PEMERINTAH  
DAERAH DENGAN SISTEM  
PRACETAK

DOSEN PEMBIMBING

Prof. Ir. PRIYO SUPROBO, MS, Ph.D

MAHASISWA

MUCHAMMAD ALI AFANDI  
3199 100 055

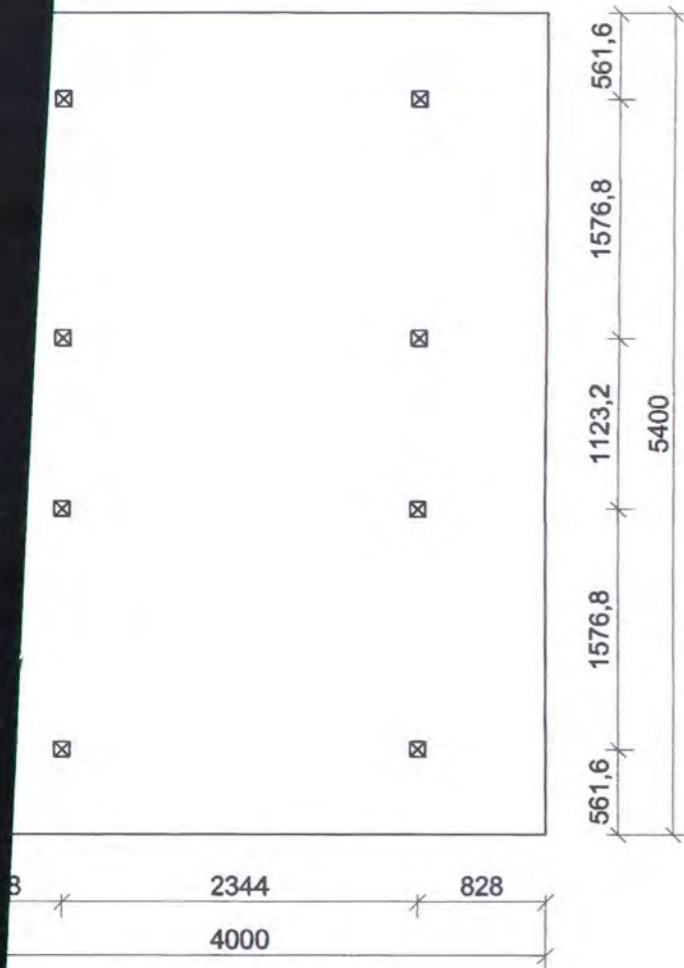
GAMBAR

LETAK TITIK  
ANGKAT

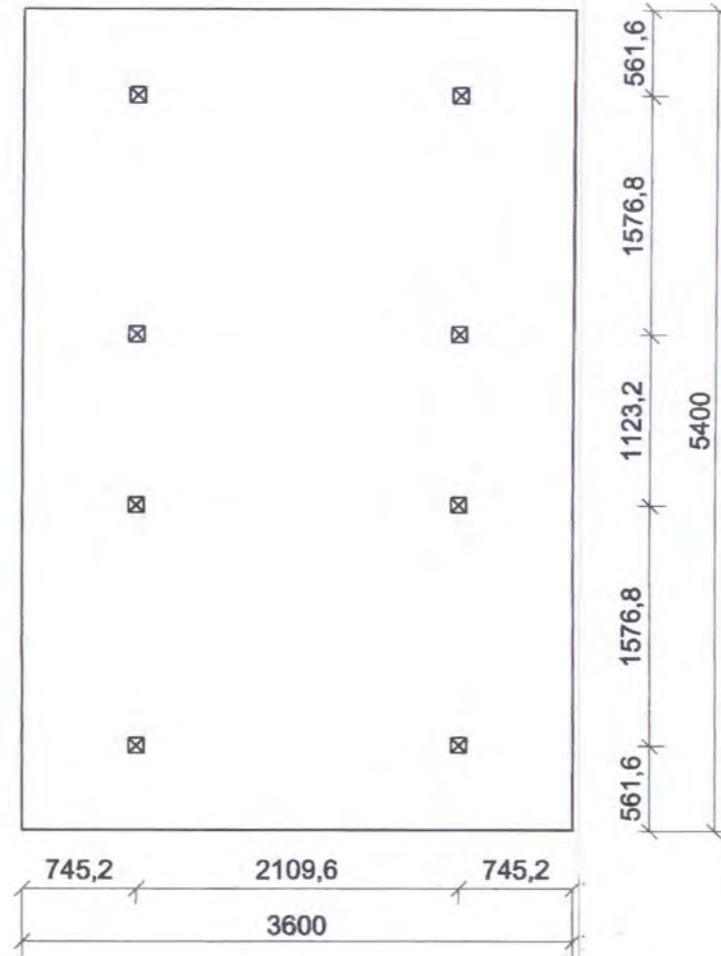
NO. GAMBAR

DISETUJUI

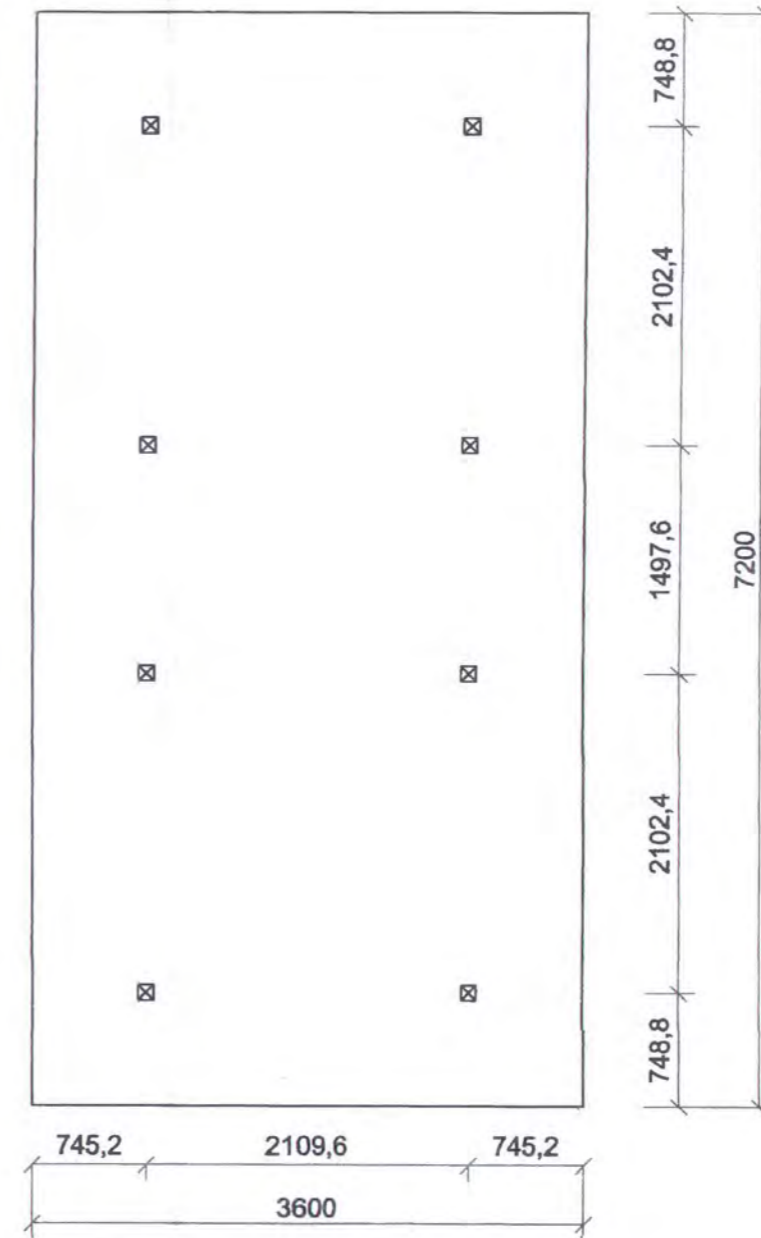
CATATAN



TITIK ANGKAT PELAT 4m X 5.4m  
Skala 1 : 50



TITIK ANGKAT PELAT 3.6m X 5.4m  
Skala 1 : 50



TITIK ANGKAT PELAT 3.6m X 7.2m  
Skala 1 : 50

Keterangan :  
Tul angkat = 1 kabel strand seven wire  $\varnothing \frac{1}{4}$  in  
fpu = 250 ksi





JURUSAN TEKNIK SIPIL  
FTSP - ITS  
SURABAYA

JUDUL TUGAS

MODIFIKASI DAN  
PERENCANAAN GEDUNG  
PERKANTORAN PEMERINTAH  
DAERAH DENGAN SISTEM  
PRACETAK

DOSEN PEMBIMBING

Prof. Ir. PRIYO SUPROBO, MS, Ph

MAHASISWA

MUCHAMMAD ALI AFANDI  
3199 100 055

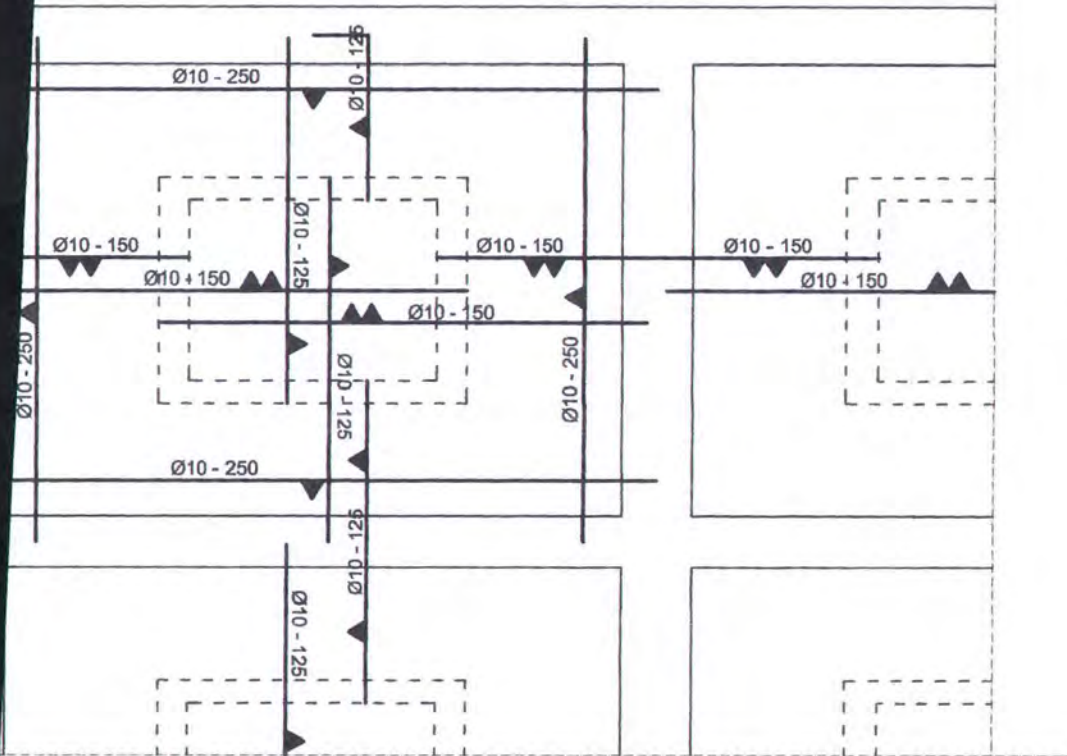
GAMBAR

TULANGAN PELAT  
(SETELAH  
KOMPOSIT)

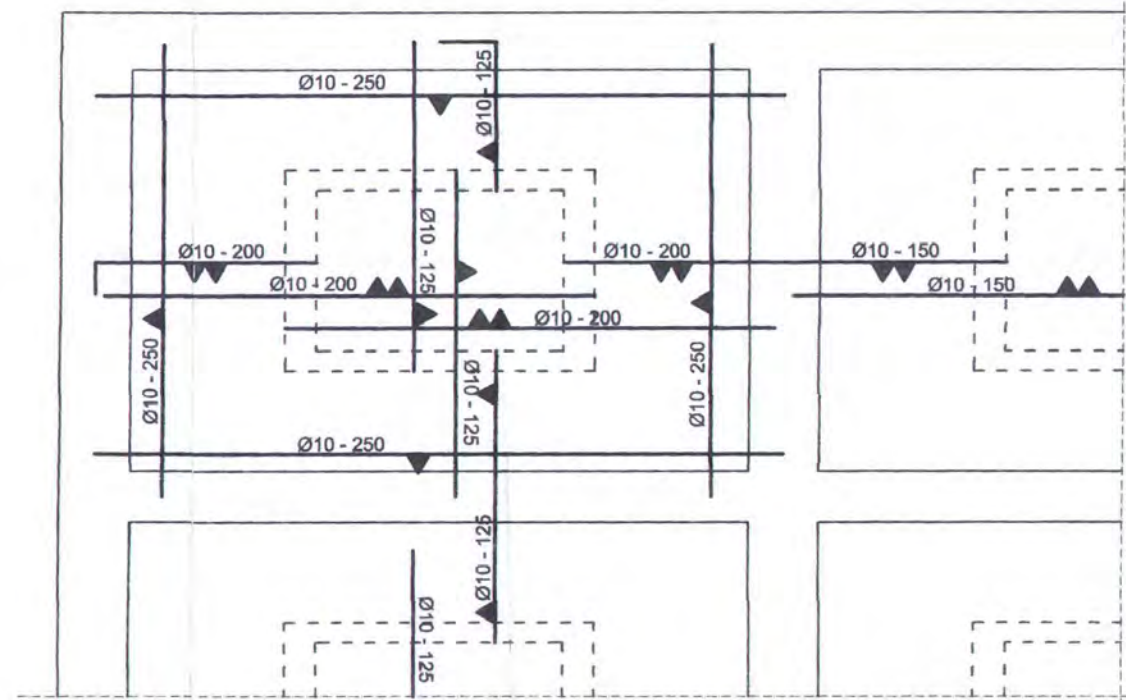
NO. GAMBAR

DISETUJUI

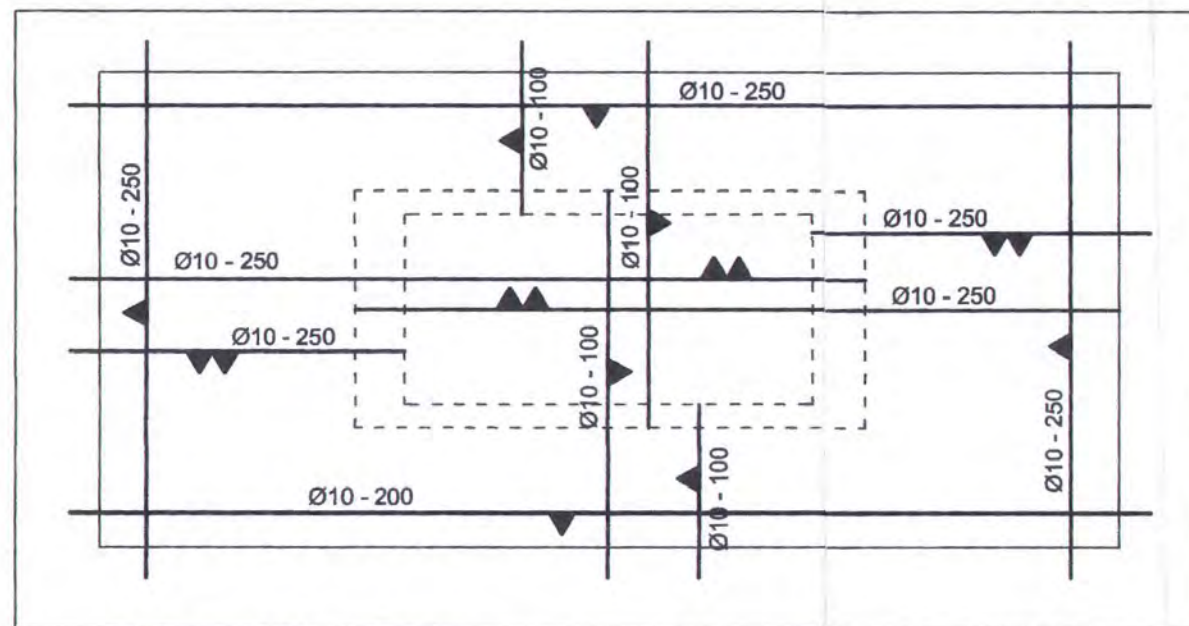
CATATAN



PELAT 4m X 5.4m  
Skala 1 : 60



PELAT 3.6m X 5.4m  
Skala 1 : 60



PELAT 3.6m X 7.2m  
Skala 1 : 50





JURUSAN TEKNIK SIPIL  
FTSP - ITS  
SURABAYA

JUDUL TUGAS

MODIFIKASI DAN  
PERENCANAAN GEDUNG  
PERKANTORAN PEMERINTAH  
DAERAH DENGAN SISTEM  
PRACETAK

DOSEN PEMBIMBING

Prof. Ir. PRIYO SUPROBO, MS, Ph.D

MAHASISWA

MUCHAMMAD ALI AFANDI  
3199 100 055

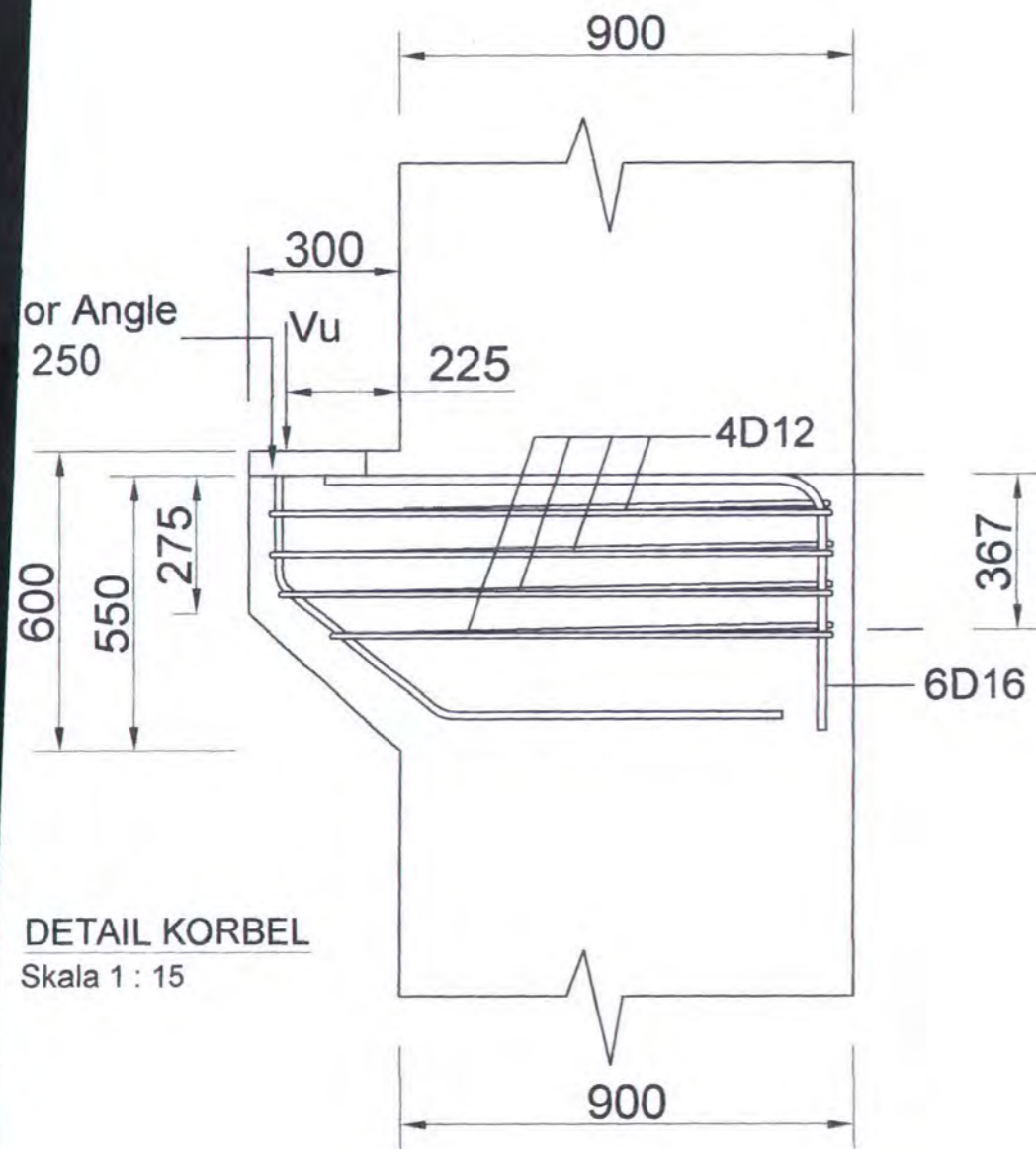
GAMBAR

PERKUATAN  
UJUNG BALOK &  
KOLOM

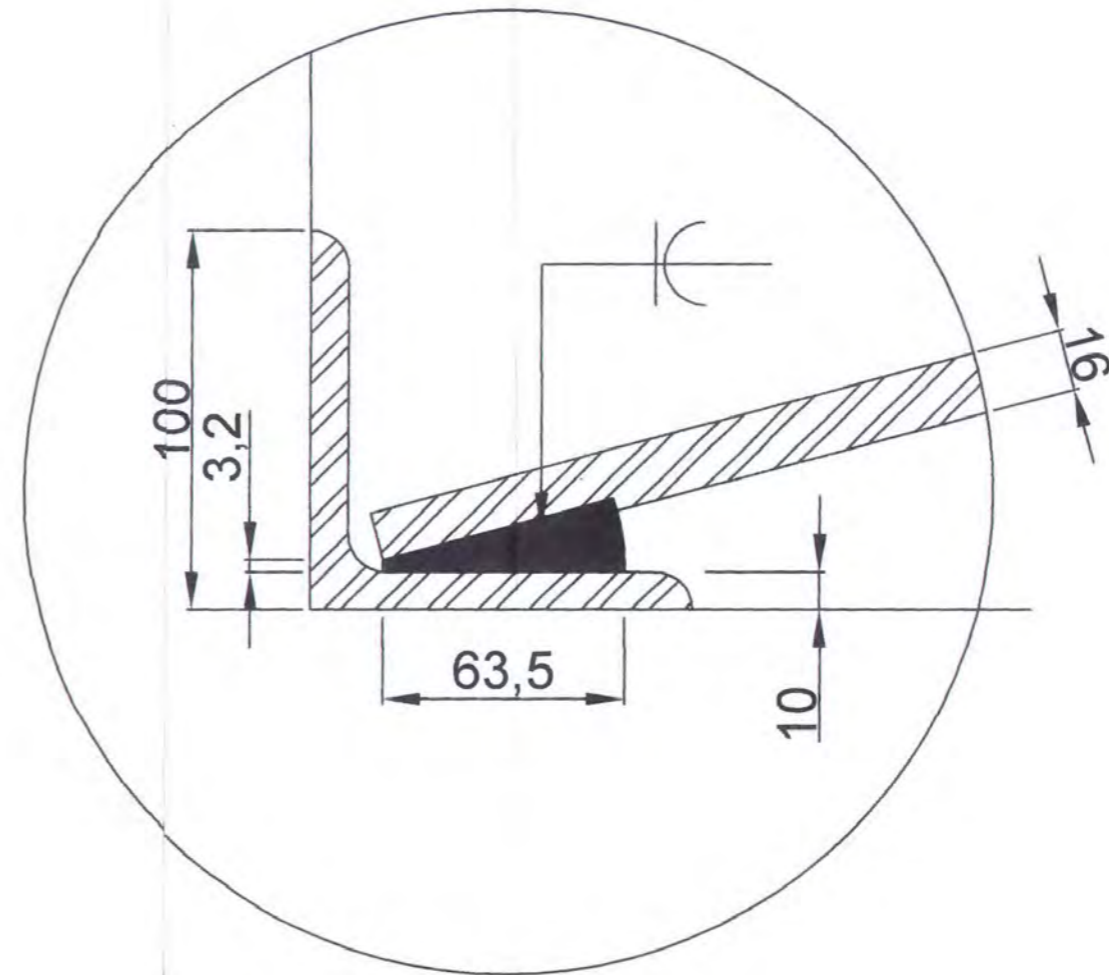
NO. GAMBAR

DISETUJUI

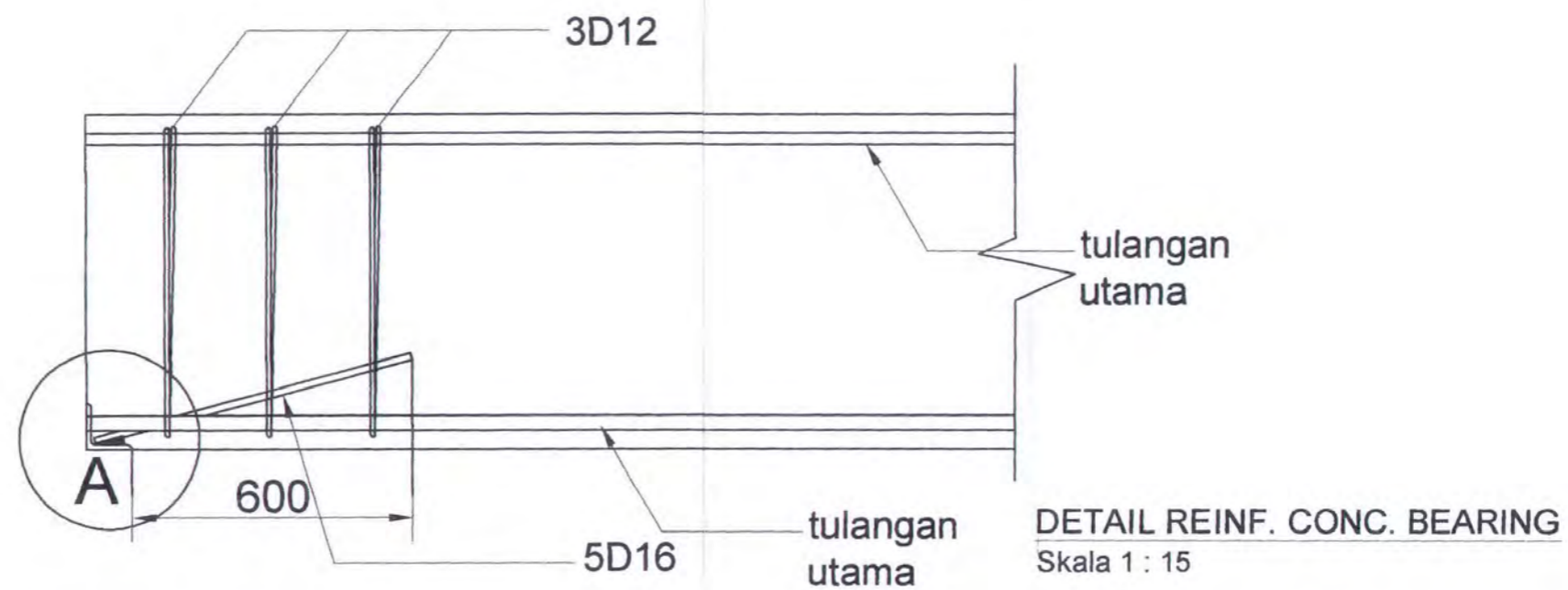
CATATAN



DETAIL KORBEL  
Skala 1 : 15



DETAIL PERKUATAN UJUNG BALOK  
Skala 1 : 2



DETAIL REINF. CONC. BEARING  
Skala 1 : 15





JURUSAN TEKNIK SIPIL  
FTSP - ITS  
SURABAYA

JUDUL TUGAS

MODIFIKASI DAN  
PERENCANAAN GEDUNG  
PERKANTORAN PEMERINTAH  
DAERAH DENGAN SISTEM  
PRACETAK

DOSEN PEMBIMBING

Prof. Ir. PRIYO SUPROBO, MS, Ph.D

MAHASISWA

MUCHAMMAD ALI AFANDI  
3199 100 055

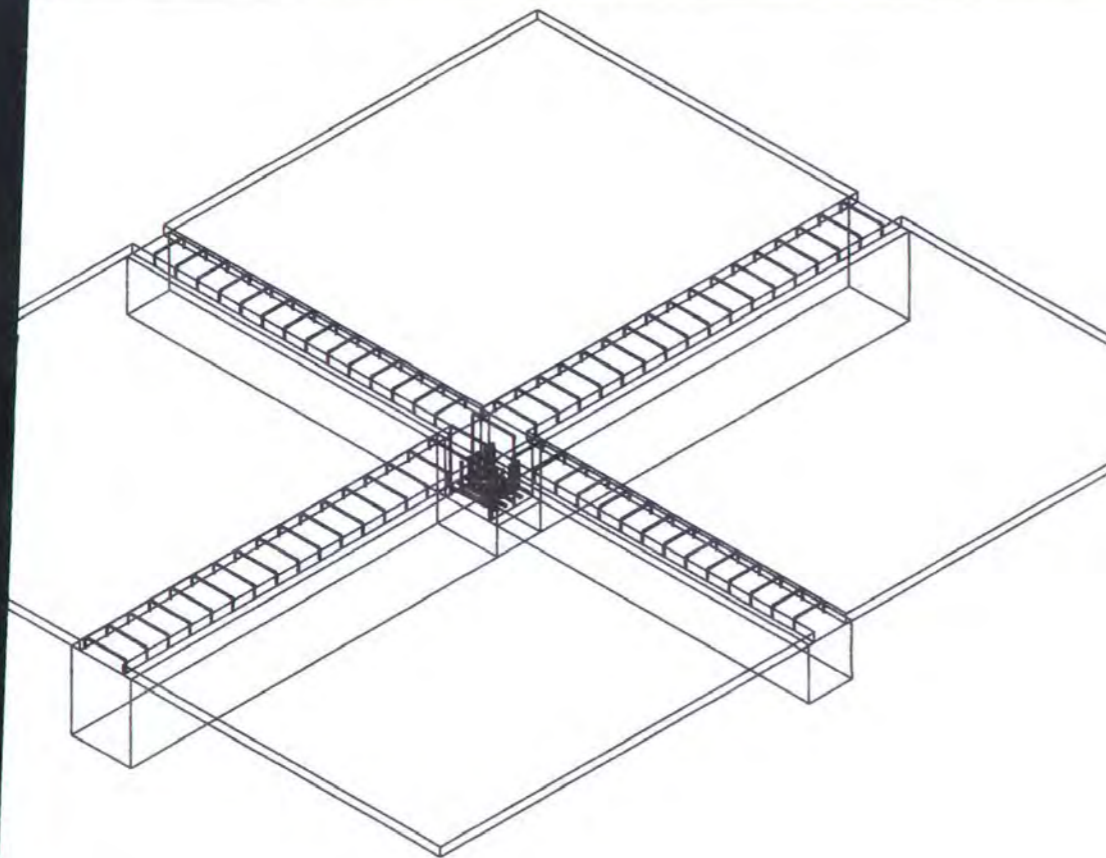
GAMBAR

SAMBUNGAN B.  
INDUK-B. ANAK

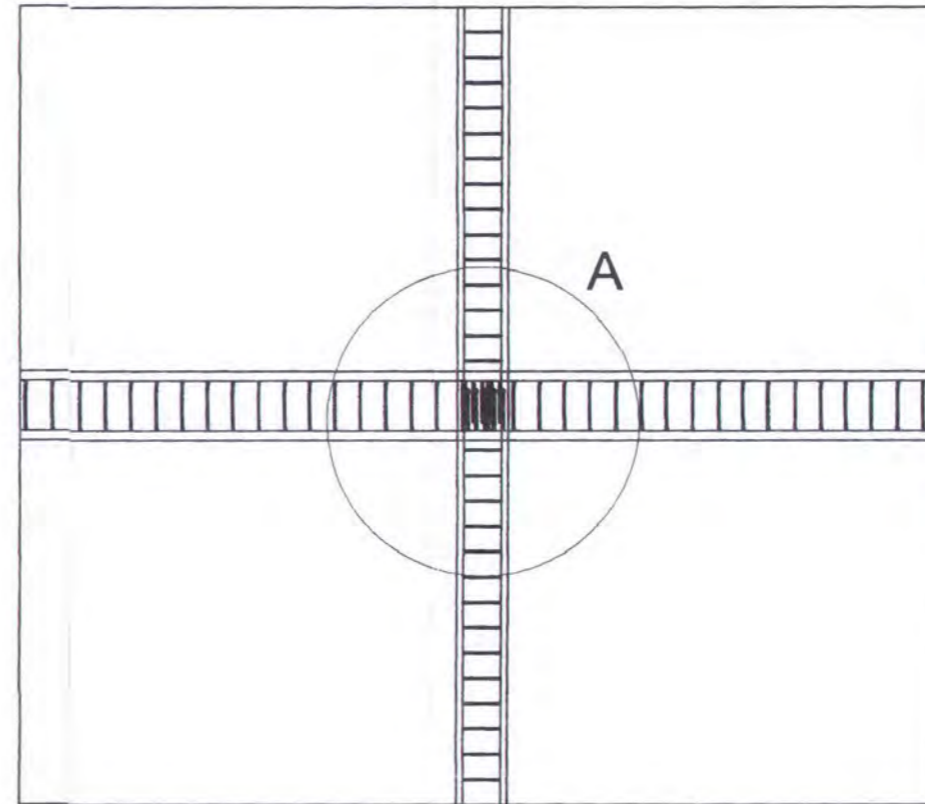
NO. GAMBAR

DISETUJUI

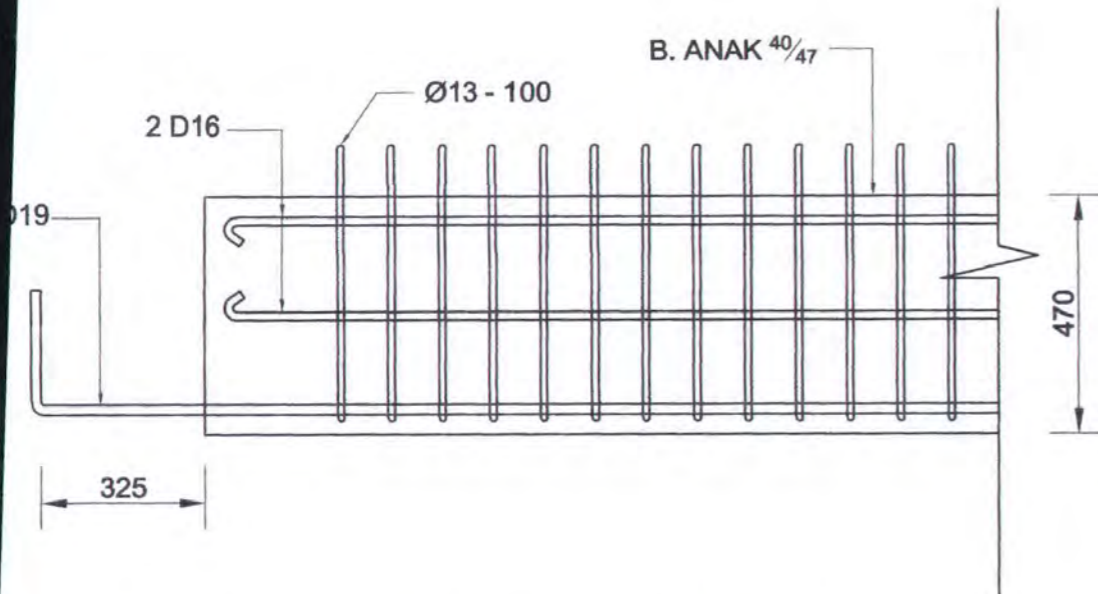
CATATAN



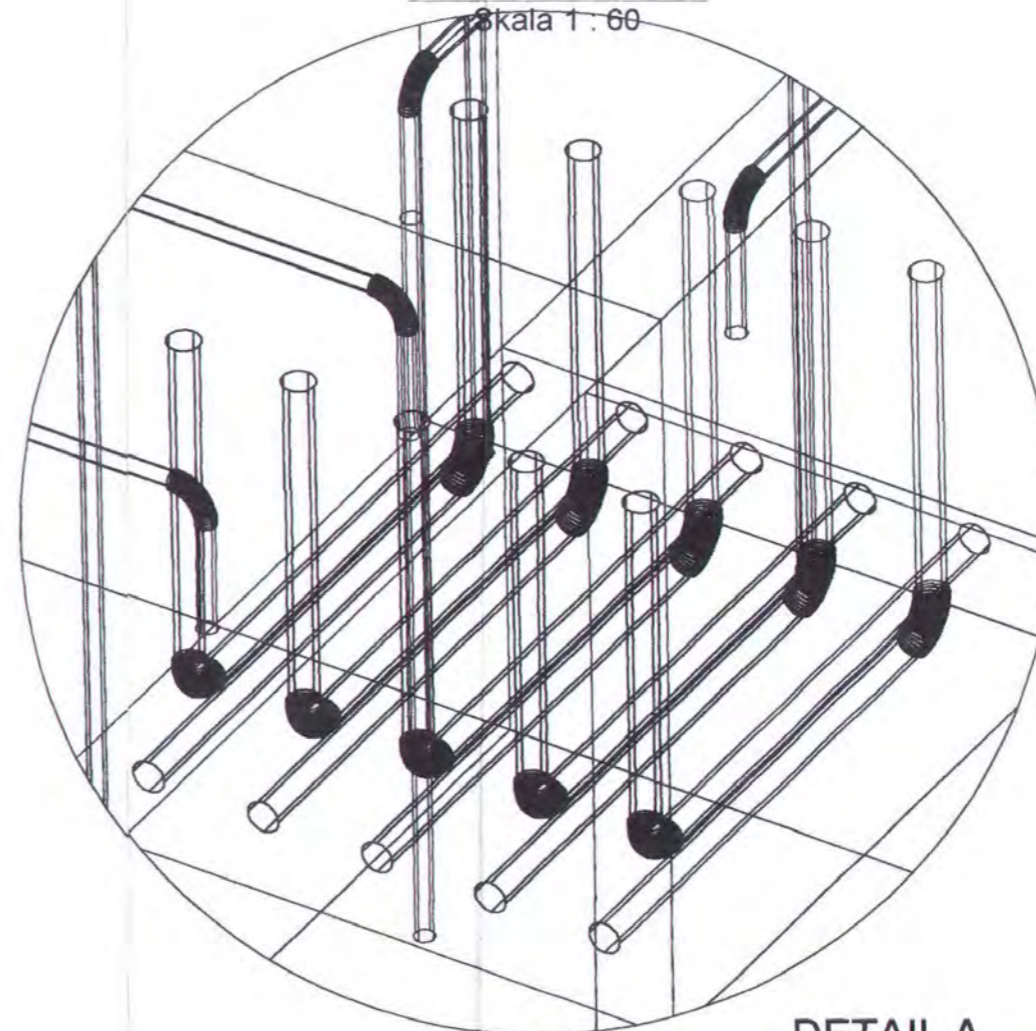
**3D VIEW**  
Skala 1 : 50



**TAMPAK ATAS**  
Skala 1 : 60



**PANJANG PENYALURAN B. ANAK**  
Skala 1 : 15



**DETAIL A**  
Skala 1 : 4





JURUSAN TEKNIK SIPIL  
FTSP - ITS  
SURABAYA

JUDUL TUGAS

MODIFIKASI DAN  
PERENCANAAN GEDUNG  
PERKANTORAN PEMERINTAH  
DAERAH DENGAN SISTEM  
PRACETAK

DOSEN PEMBIMBING

Prof. Ir. PRIYO SUPROBO, MS, Ph.D

MAHASISWA

MUCHAMMAD ALI AFANDI  
3199 100 055

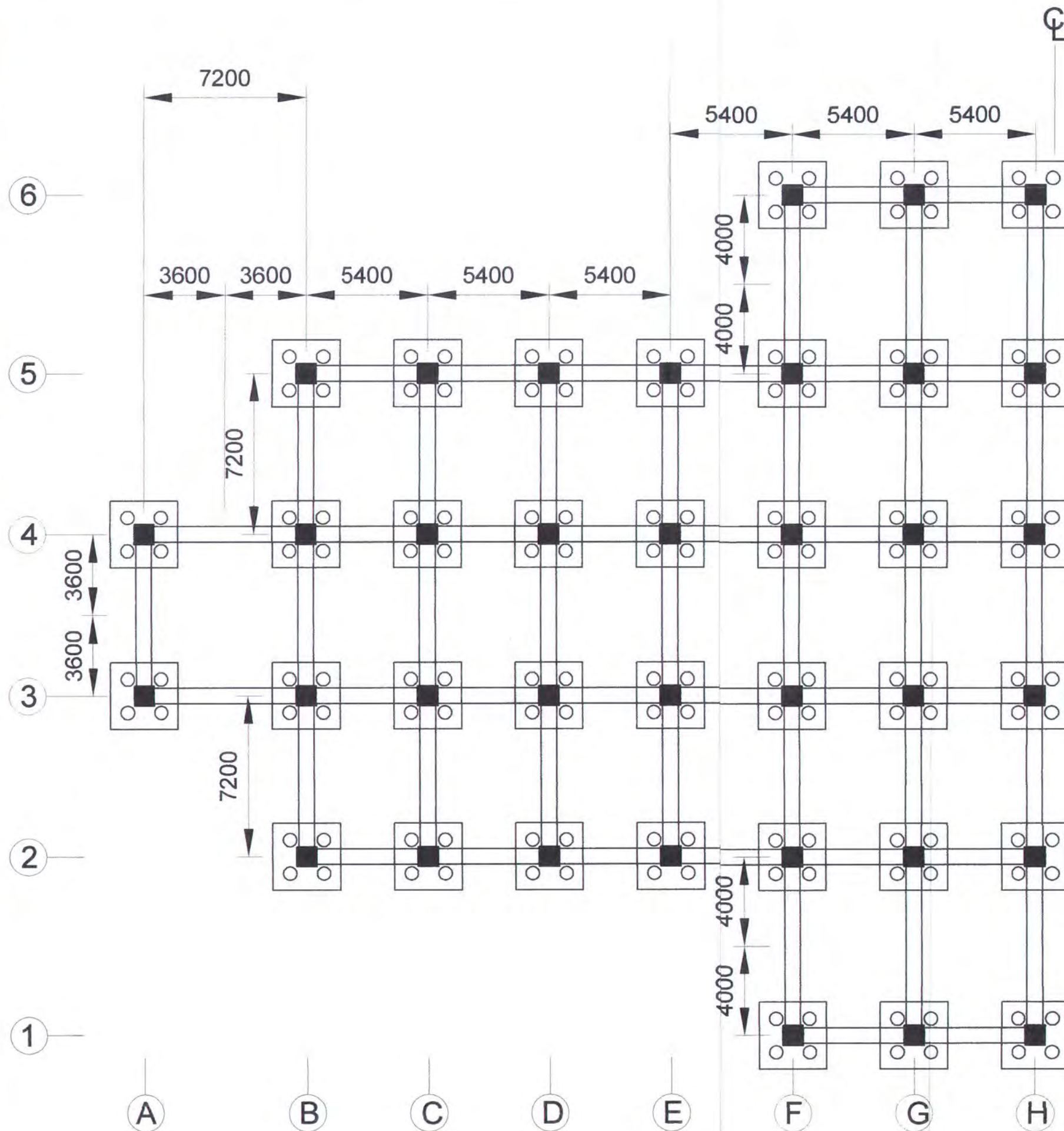
GAMBAR

DENAH PONDASI

NO. GAMBAR

DISETUJUI

CATATAN



**DENAH PONDASI**  
SKALA 1 : 200





JURUSAN TEKNIK SIPIL  
FTSP - ITS  
SURABAYA

JUDUL TUGAS AKHIR

MODIFIKASI DAN  
PERENCANAAN GEDUNG  
PERKANTORAN PEMERINTAH  
DAERAH DENGAN SISTEM  
PRACETAK

DOSEN PEMBIMBING

Prof. Ir. PRIYO SUPROBO, MS, Ph

MAHASISWA

MUCHAMMAD ALI AFANDI  
3199 100 055

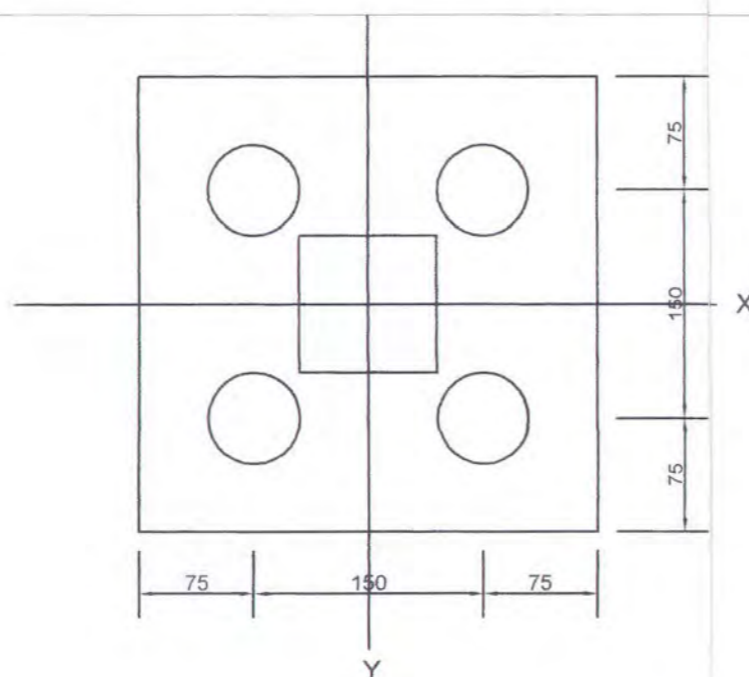
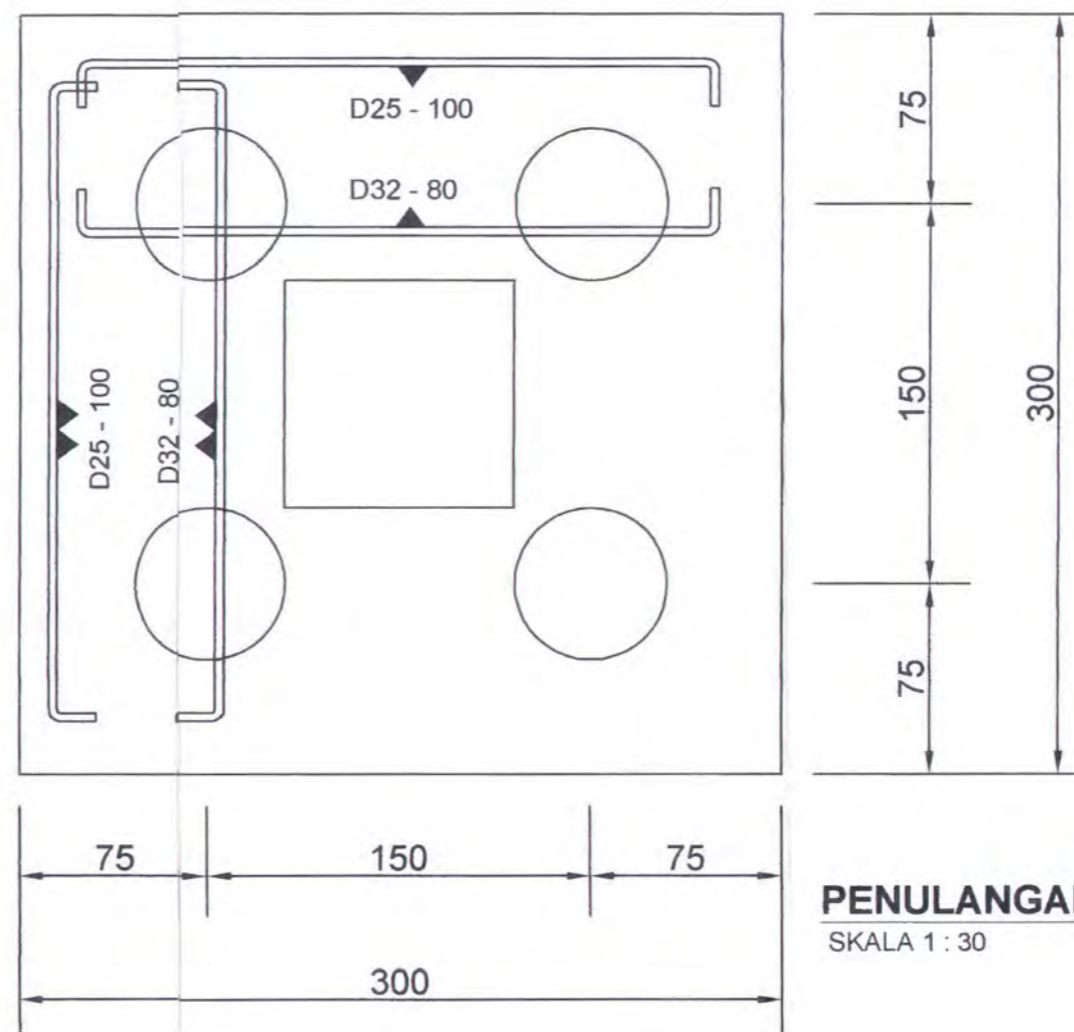
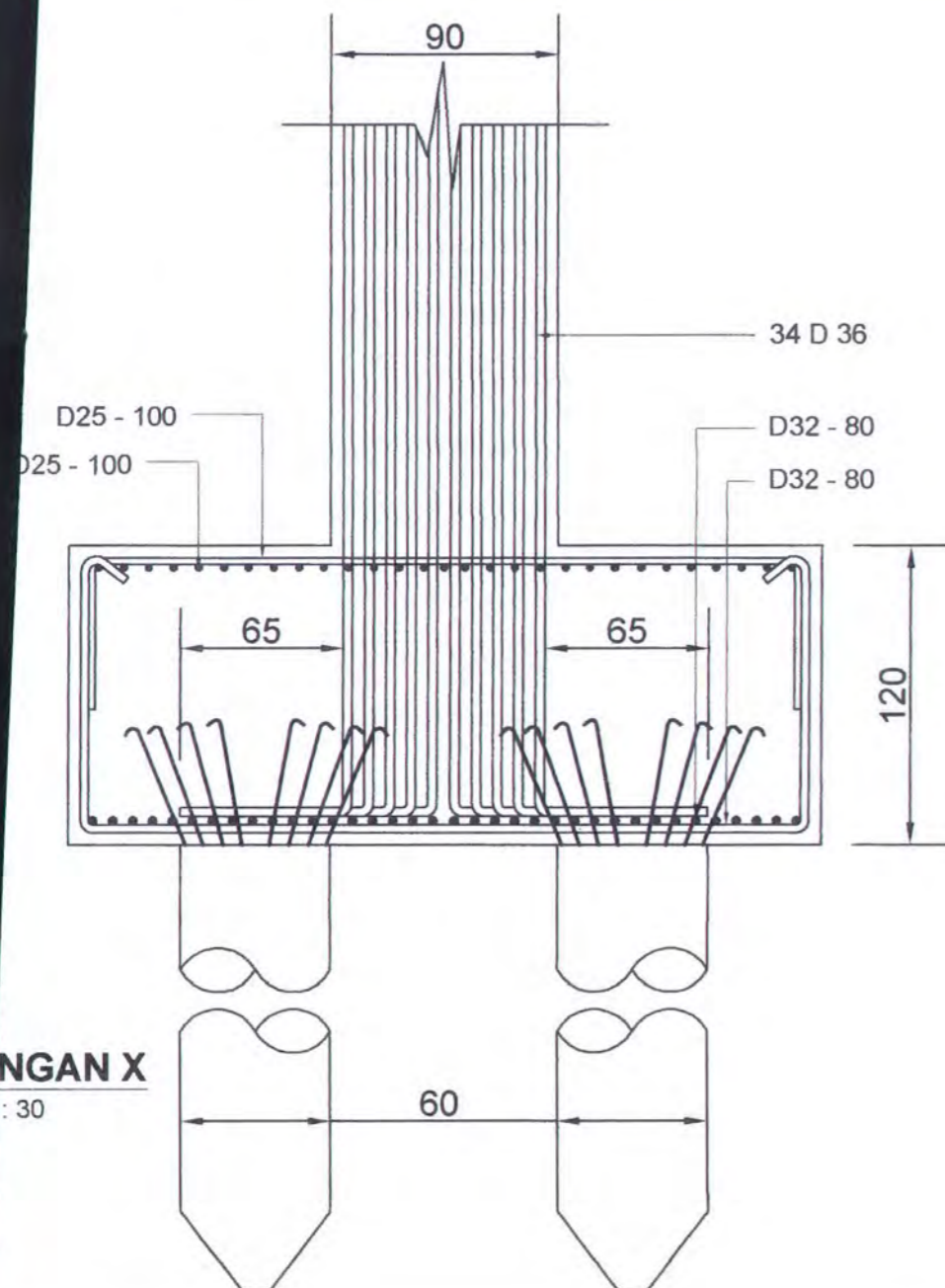
GAMBAR

DETAIL PENULANGAN  
POER

NO. GAMBAR

DISETUJUI

CATATAN







JURUSAN TEKNIK SIPIL  
FTSP - ITS  
SURABAYA

JUDUL TUGAS

MODIFIKASI DAN  
PERENCANAAN GEDUNG  
PERKANTORAN PEMERINTAH  
DAERAH DENGAN SISTEM  
PRACETAK

DOSEN PEMBIMBING

Prof. Ir. PRIYO SUPROBO, MS, Ph.D

MAHASISWA

MUCHAMMAD ALI AFANDI  
3199 100 055

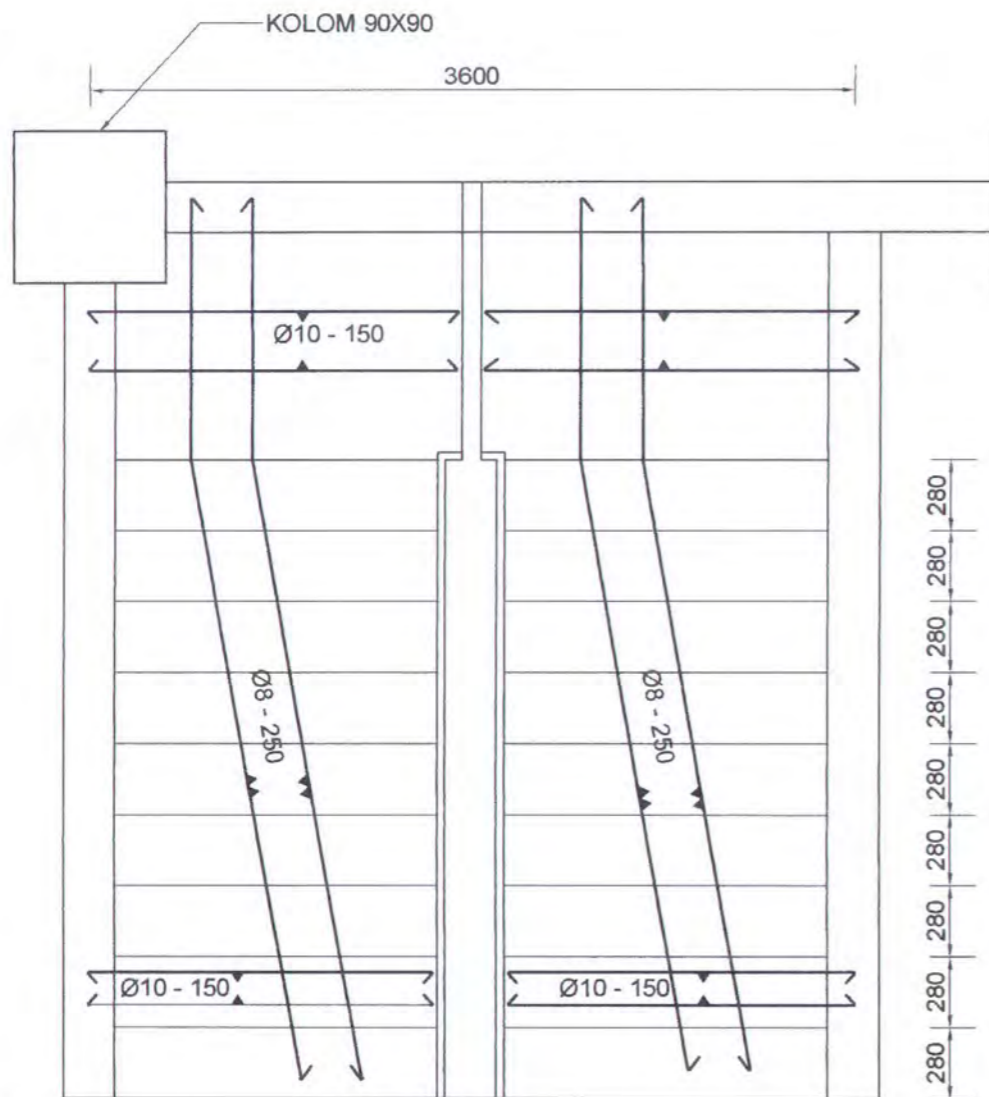
GAMBAR

PENULANGAN  
TANGGA

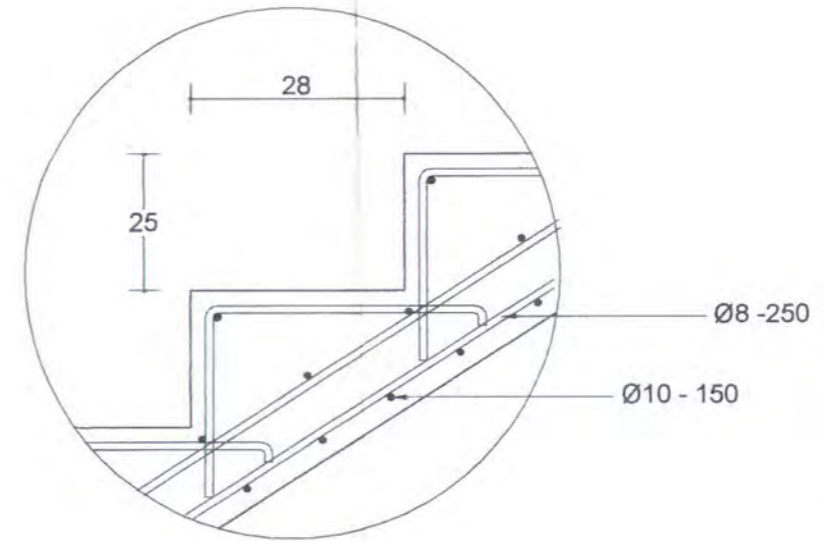
NO. GAMBAR

DISETUJUI

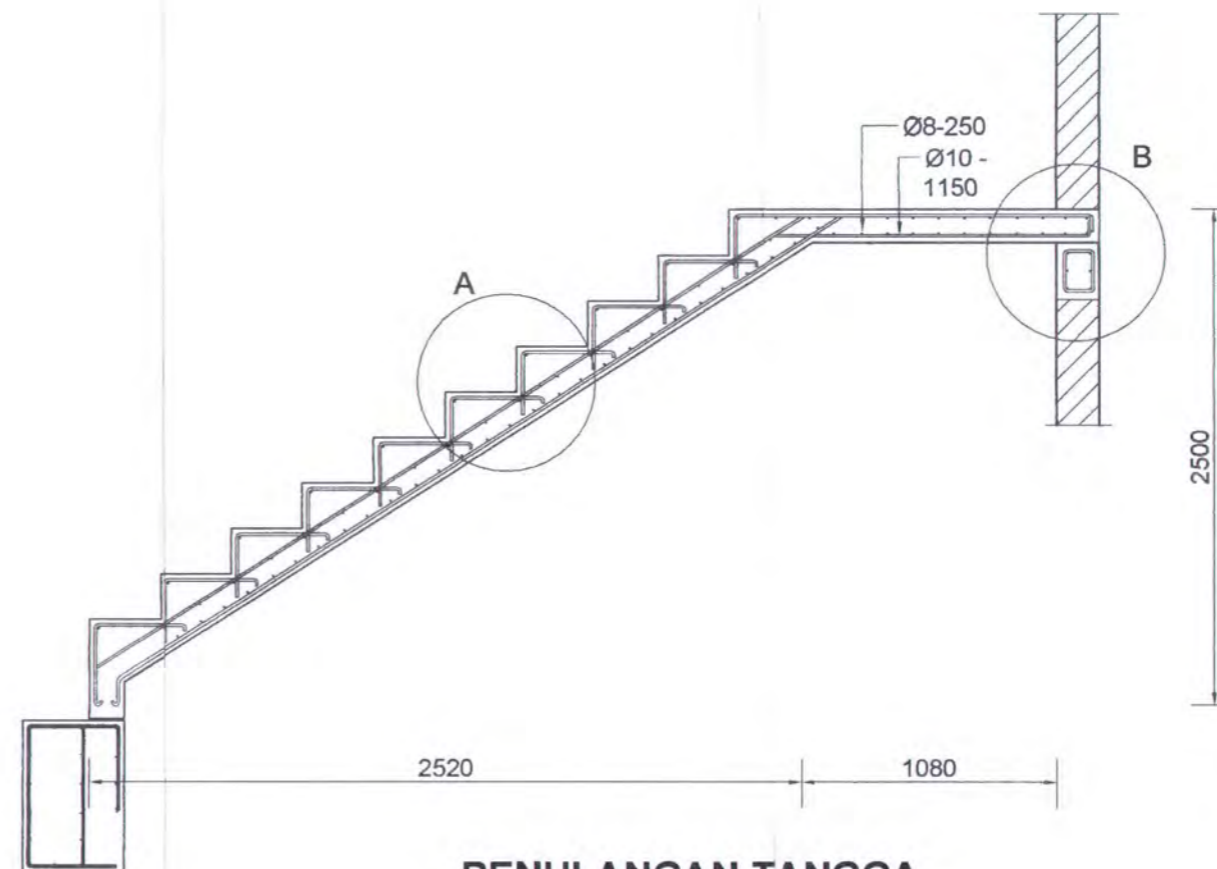
CATATAN



**DENAH TANGGA**  
SKALA 1 : 30



**DETAIL A**  
SKALA 1 : 10



**PENULANGAN TANGGA**  
SKALA 1 : 30





JURUSAN TEKNIK SIPIL  
FTSP - ITS  
SURABAYA

JUDUL TUGAS AKHIR

MODIFIKASI DAN  
PERENCANAAN GEDUNG  
PERKANTORAN PEMERINTAH  
DAERAH DENGAN SISTEM  
PRACETAK

DOSEN PEMBIMBING

Prof. Ir. PRIYO SUPROBO, MS, P

MAHASISWA

MUCHAMMAD ALI AFANDI  
3199 100 055

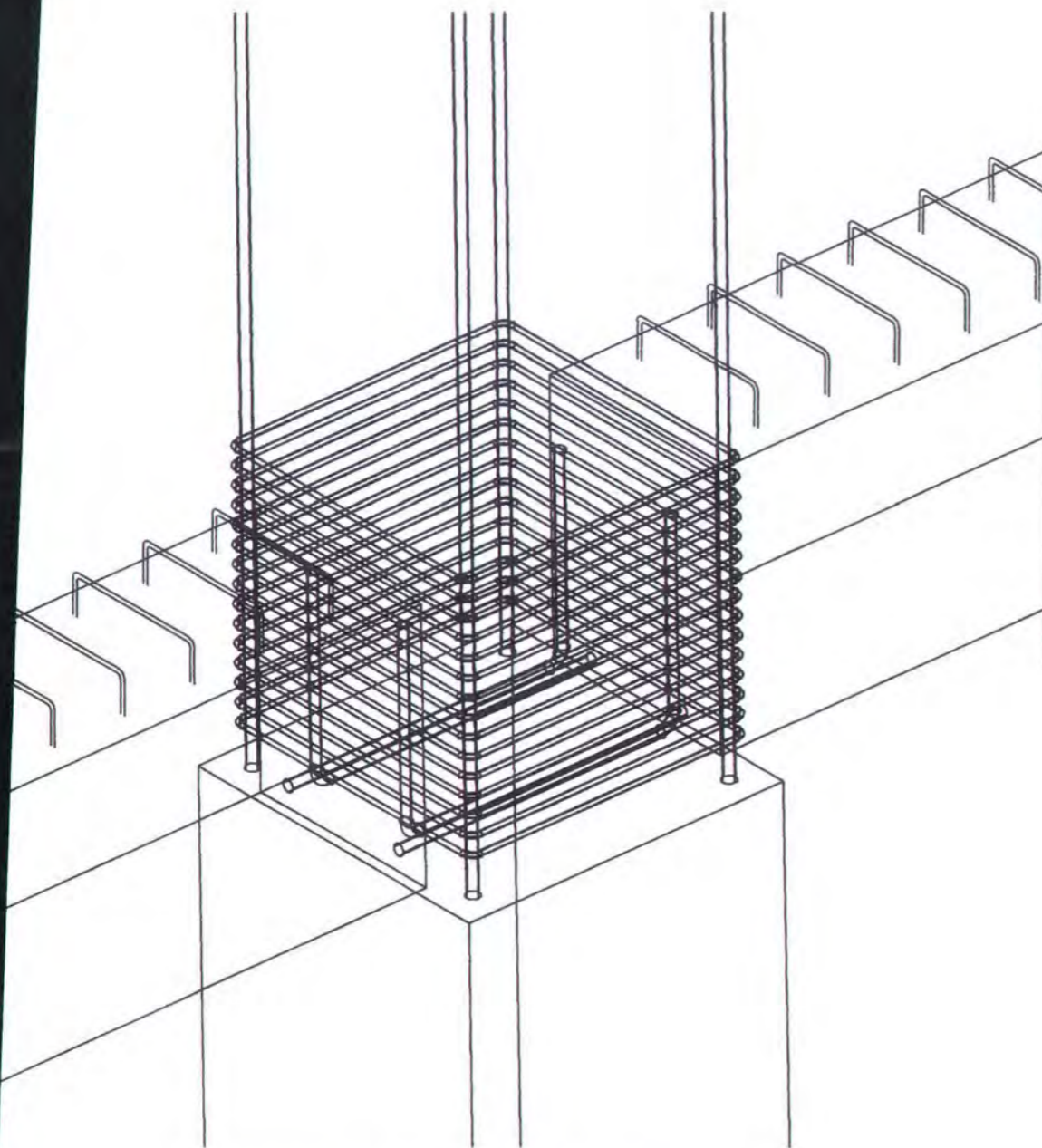
GAMBAR

BEAM COLUM JOINT

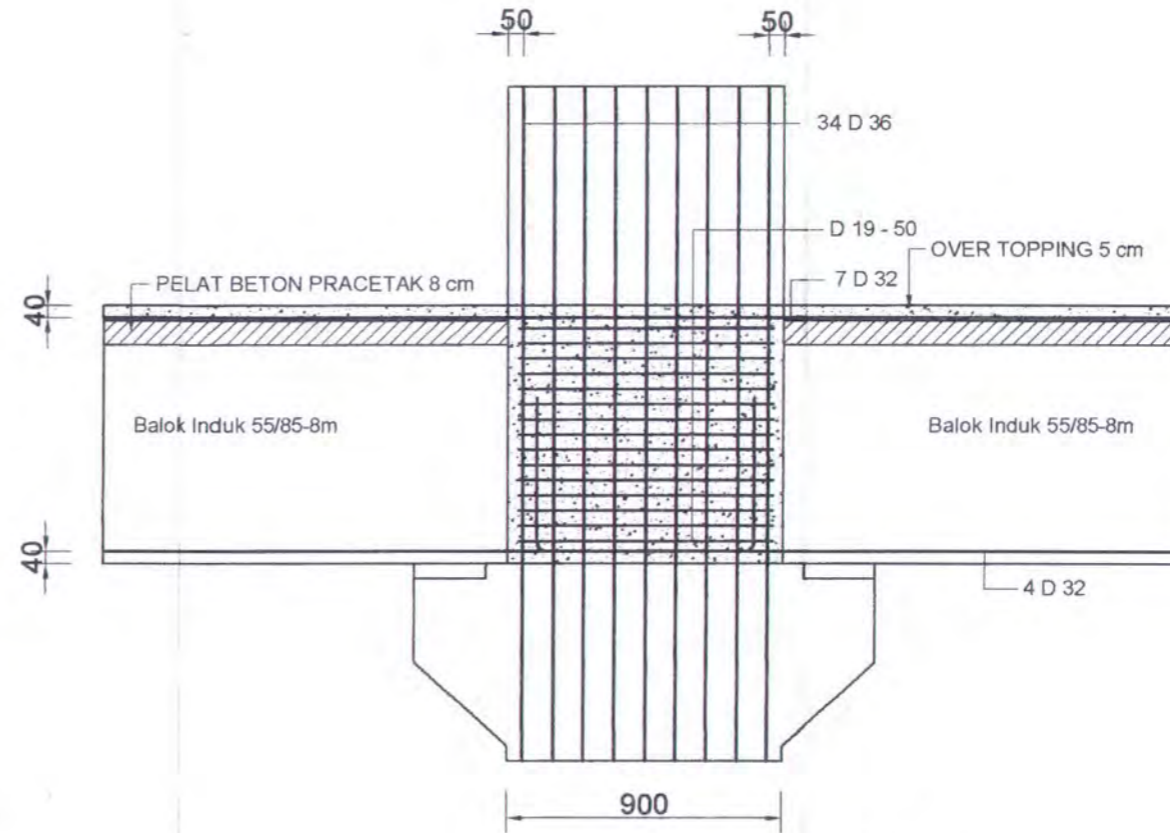
NO. GAMBAR

DISETUJUI

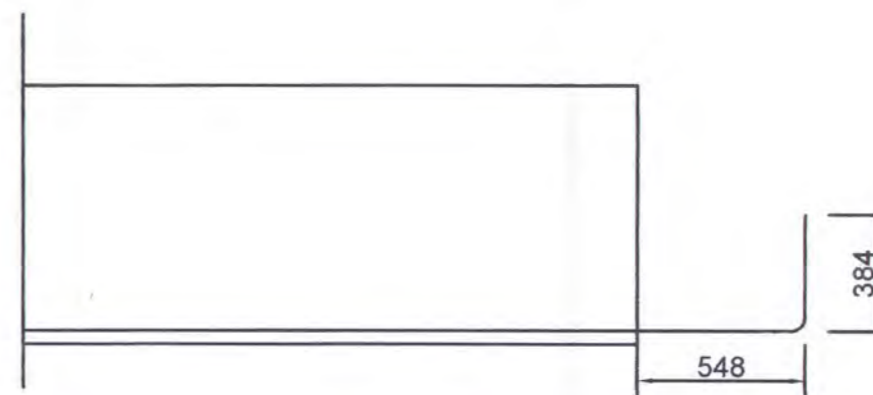
CATATAN



**BEAM COLUMN JOINT**  
SKALA 1 : 15



**BEAM COLUM JOINT**  
SKALA 1 : 25



**PANJANG PENYALURAN B. INDUK**  
SKALA 1 : 25





JURUSAN TEKNIK SIPIL  
FTSP - ITS  
SURABAYA

JUDUL TUGAS AKHIR

MODIFIKASI DAN  
PERENCANAAN GEDUNG  
PERKANTORAN PEMERINTAH  
DAERAH DENGAN SISTEM  
PRACETAK

DOSEN PEMBIMBING

Prof. Ir. PRIYO SUPROBO, MS, P

MAHASISWA

MUCHAMMAD ALI AFANDI  
3199 100 055

GAMBAR

PENULANGAN BALOK  
INDUK

NO. GAMBAR

DISETUJUI

CATATAN

	LANTAI 14 (ATAP)		LANTAI 13 - 10		LANTAI 9 - 3		LANTAI 2 - 1			
	B.I $45/57$ - 7.2 m	B.I $45/57$ - 5.4 m	B.I $45/57$ - 7.2 m	B.I $45/57$ - 5.4 m	B.I $55/72$ - 7.2 m	B.I $45/57$ - 5.4 m	B.I $55/72$ - 7.2 m	B.I $45/57$ - 5.4 m	B.I $55/72$ - 8 m	B.I $45/57$ - 5.4 m
AS	2 D16	2 D16	2 D16	2 D16	2 D16	2 D16	2 D16	2 D16	2 D16	2 D16
GAH	2 D16	2 D16	2 D16	2 D16	2 D16	2 D16	2 D16	2 D16	2 D16	2 D16
WAH	4 D32	3 D32	5 D32	3 D32	4 D32	3 D32	4 D32	3 D32	4 D32	3 D32
ANG	D13 - 100	Ø10 - 175	D16 - 100	Ø10 - 175	D13 - 100	Ø10 - 175	D13 - 100	Ø10 - 175	D16 - 125	Ø10 - 175

	LANTAI 14 (ATAP)		LANTAI 13 - 10		LANTAI 9 - 3		LANTAI 2 - 1			
	B.I $45/57$ - 7.2 m	B.I $45/57$ - 5.4 m	B.I $45/57$ - 7.2 m	B.I $45/57$ - 5.4 m	B.I $55/72$ - 7.2 m	B.I $45/57$ - 5.4 m	B.I $55/72$ - 7.2 m	B.I $45/57$ - 5.4 m	B.I $55/72$ - 8 m	B.I $45/57$ - 5.4 m
ATAS	2 D25	2 D25	2 D25	2 D25	2 D25	2 D25	2 D25	2 D25	2 D25	2 D25
TORSI	2 D16	2 D16	2 D16	2 D16	2 D16	2 D16	2 D16	2 D16	2 D16	2 D16
BAWAH	4 D32	3 D32	5 D32	3 D32	4 D32	3 D32	4 D32	3 D32	4 D32	3 D32
KANG	D13 - 100	Ø10 - 175	D16 - 100	Ø10 - 175	D13 - 100	Ø10 - 175	D13 - 100	Ø10 - 175	D16 - 125	Ø10 - 175

	LANTAI 14 (ATAP)		LANTAI 13 - 10		LANTAI 9 - 3		LANTAI 2 - 1			
	B.I $45/57$ - 7.2 m	B.I $45/57$ - 5.4 m	B.I $45/57$ - 7.2 m	B.I $45/57$ - 5.4 m	B.I $55/72$ - 7.2 m	B.I $45/57$ - 5.4 m	B.I $55/72$ - 7.2 m	B.I $45/57$ - 5.4 m	B.I $55/72$ - 8 m	B.I $45/57$ - 5.4 m
ATAS	5 D32	2 D32	5 D32	2 D32	7 D32	2 D32	7 D32	2 D32	7 D32	2 D32
TORSI	2 D16	2 D16	2 D16	2 D16	2 D16	2 D16	2 D16	2 D16	2 D16	2 D16
BAWAH	3 D32	2 D32	3 D32	2 D32	4 D32	2 D32	4 D32	2 D32	4 D32	2 D32
KANG	D13 - 100	Ø10 - 175	D16 - 100	Ø10 - 175	D13 - 100	Ø10 - 175	D13 - 100	Ø10 - 175	D16 - 125	Ø10 - 175

SKALA 1 : 40





JURUSAN TEKNIK SIPIL  
FTSP - ITS  
SURABAYA

JUDUL TUGAS

MODIFIKASI DAN  
PERENCANAAN GEDUNG  
PERKANTORAN PEMERINTAH  
DAERAH DENGAN SISTEM  
PRACETAK

DOSEN PEMBIMBING

Prof. Ir. PRIYO SUPROBO, MS, Ph.D

MAHASISWA

MUCHAMMAD ALI AFANDI  
3199 100 055

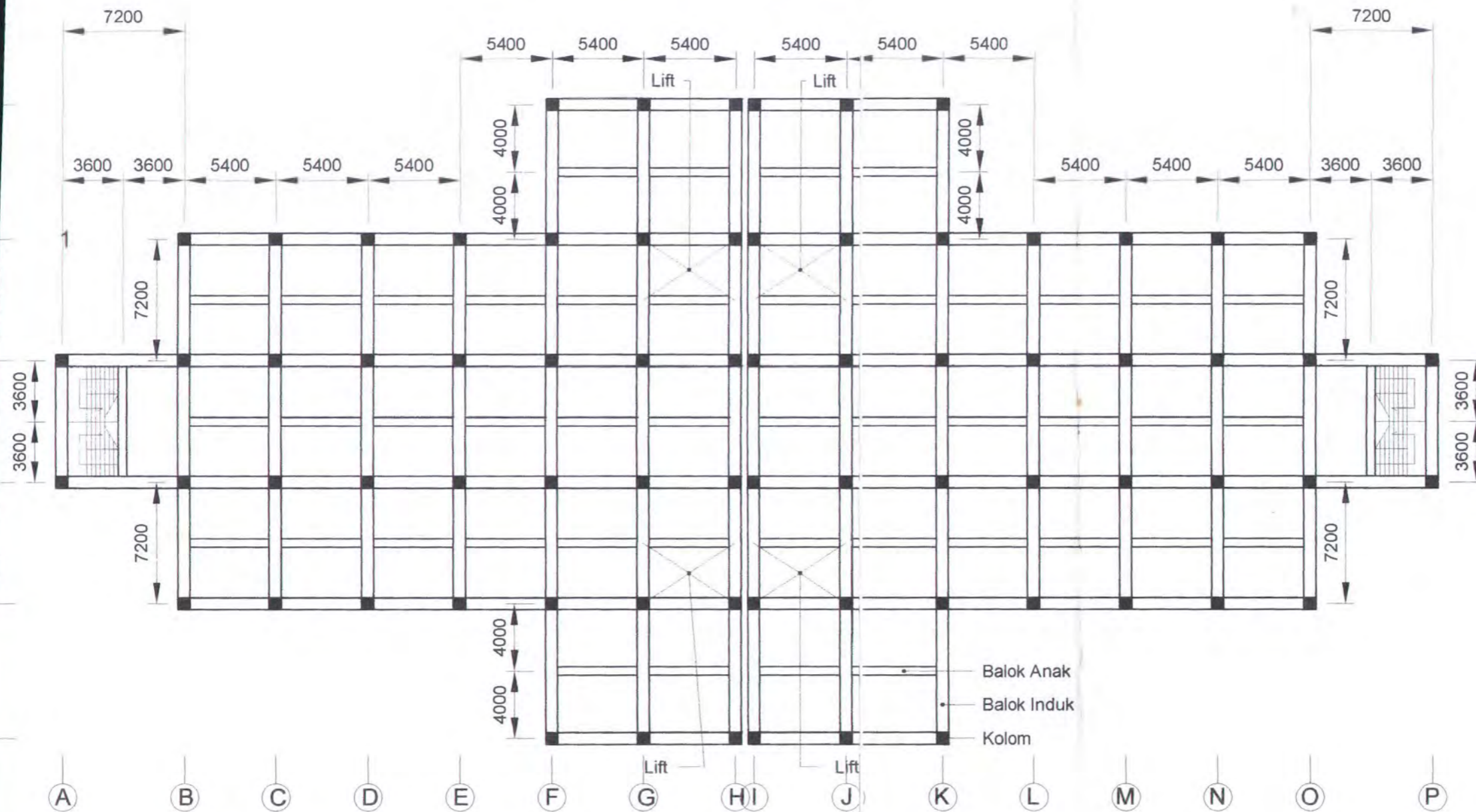
GAMBAR

DENAH Lt.1 & 2

NO. GAMBAR

DISETUJUI

CATATAN



**DENAH PEMBALOKAN Lt. 1 & 2**  
Skala 1 : 300





JURUSAN TEKNIK SIPIL  
FTSP - ITS  
SURABAYA

JUDUL TUGAS

MODIFIKASI DAN  
PERENCANAAN GEDUNG  
PERKANTORAN PEMERINTAH  
DAERAH DENGAN SISTEM  
PRACETAK

DOSEN PEMBIMBING

Prof. Ir. PRIYO SUPROBO, MS, F

MAHASISWA

MUCHAMMAD ALI AFANDI  
3199 100 055

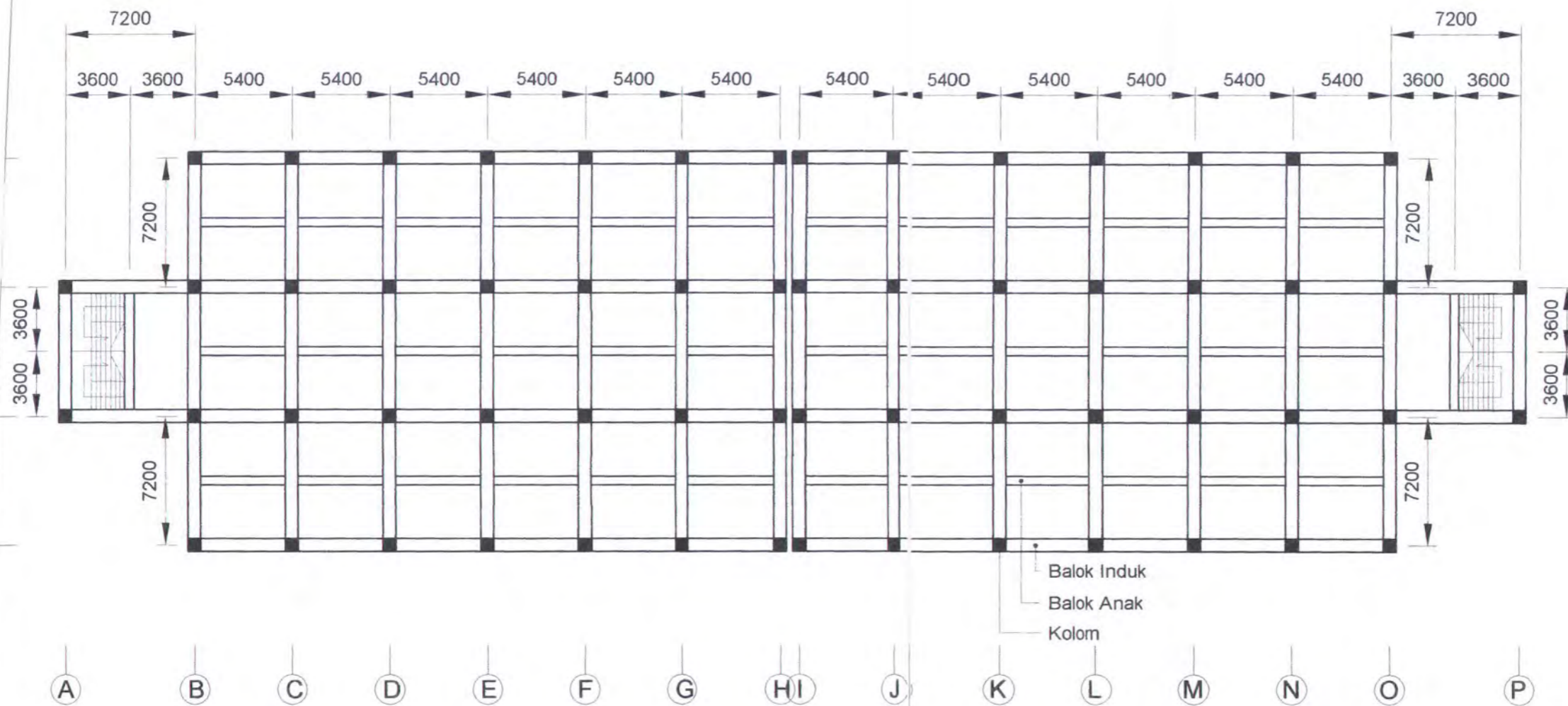
GAMBAR

DENAH Lt. 14

NO. GAMBAR

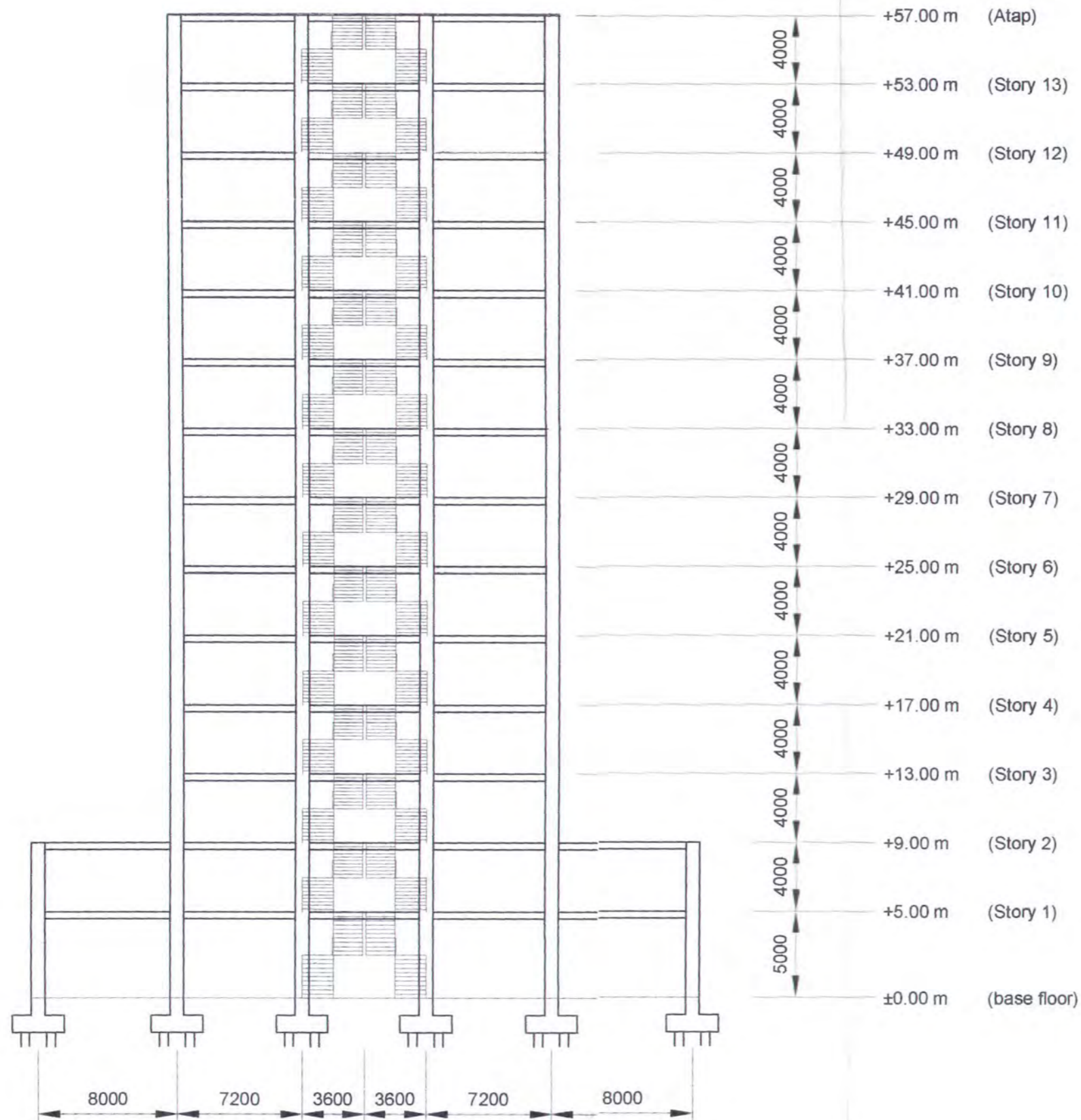
DISETUJUI

CATATAN



**DENAH PEMBALOKAN Lt. 14**  
Skala 1 : 300





**POTONGAN MELINTANG**  
Skala 1 : 300



JURUSAN TEKNIK SIPIL  
FTSP - ITS  
SURABAYA

JUDUL TUGAS

MODIFIKASI DAN  
PERENCANAAN GEDUNG  
PERKANTORAN PEMERINTAH  
DAERAH DENGAN SISTEM  
PRACETAK

DOSEN PEMBIMBING

Prof. Ir. PRIYO SUPROBO, MS, Ph.D

MAHASISWA

MUCHAMMAD ALI AFANDI  
3199 100 055

GAMBAR

POTONGAN  
MELINTANG

NO. GAMBAR

DISETUJUI

CATATAN





JURUSAN TEKNIK SIPIL  
FTSP - ITS  
SURABAYA

JUDUL TUGAS

MODIFIKASI DAN  
PERENCANAAN GEDUNG  
PERKANTORAN PEMERINTAH  
DAERAH DENGAN SISTEM  
PRACETAK

DOSEN PEMBIMBING

Prof. Ir. PRIYO SUPROBO, MS, Ph.D

MAHASISWA

MUCHAMMAD ALI AFANDI  
3199 100 055

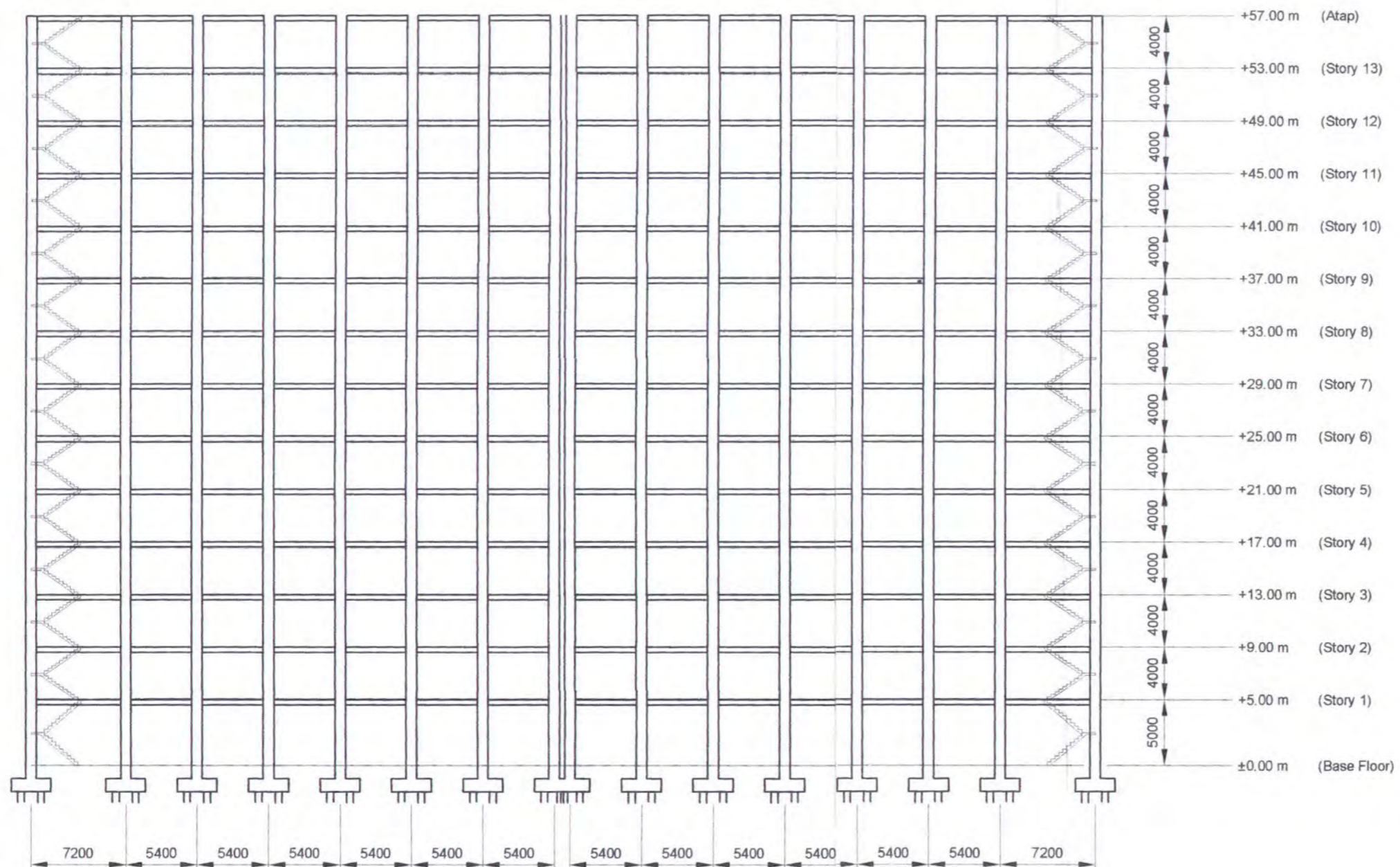
GAMBAR

POTONGAN  
MEMANJANG

NO. GAMBAR

DISETUJUI

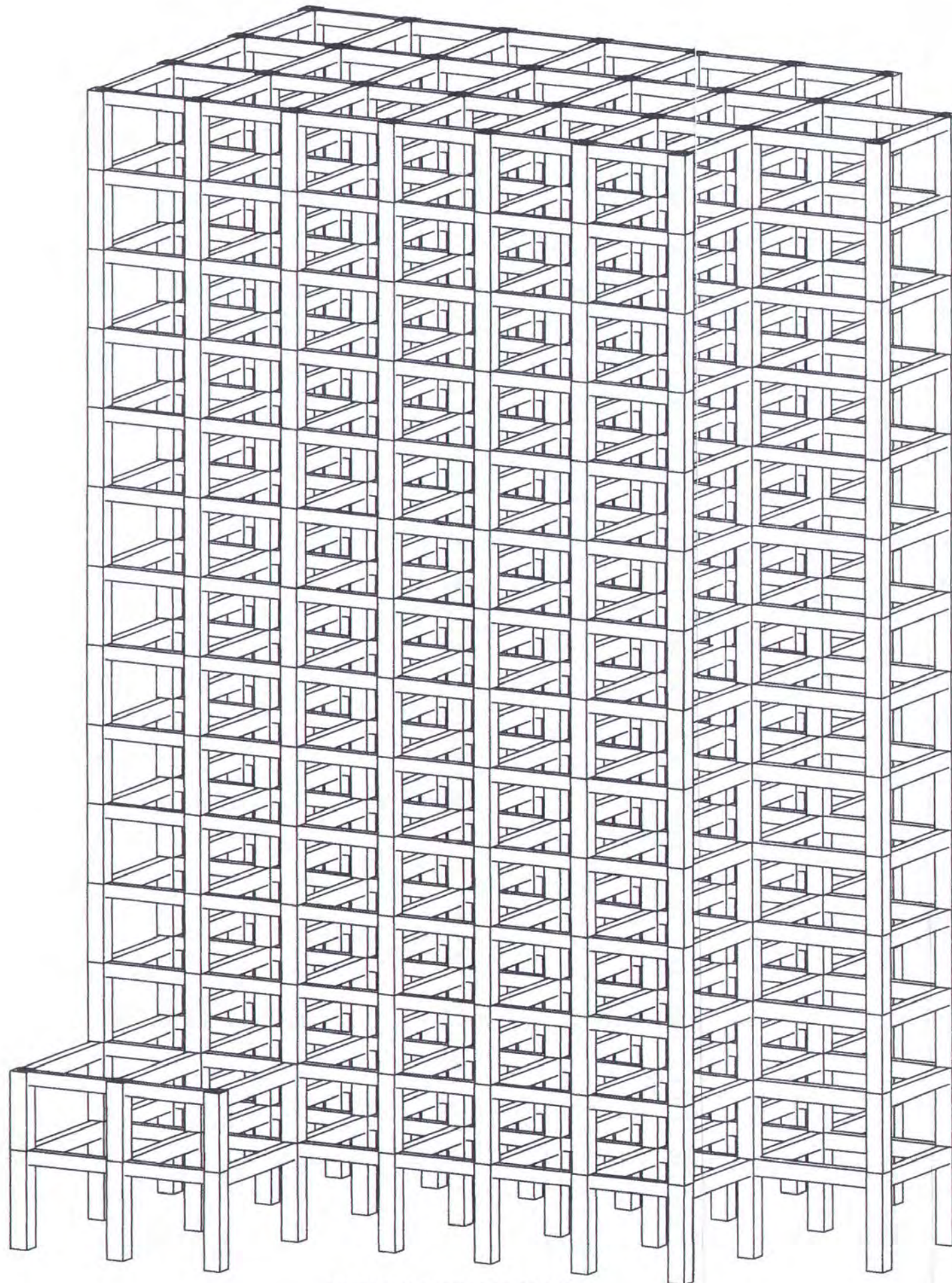
CATATAN



**POTONGAN MEMANJANG**

Skala 1 : 300





**PERMODELAN SRUKTUR**  
SKALA 1 : 250



JURUSAN TEKNIK SIPIL  
FTSP - ITS  
SURABAYA

JUDUL TUGAS

MODIFIKASI DAN  
PERENCANAAN GEDUNG  
PERKANTORAN PEMERINTAH  
DAERAH DENGAN SISTEM  
PRACETAK

DOSEN PEMBIMBING

Prof. Ir. PRIYO SUPROBO, MS, Ph.D

MAHASISWA

MUCHAMMAD ALI AFANDI  
3199 100 055

GAMBAR

PERMODELAN  
STRUKTUR

NO. GAMBAR

DISETUJUI

CATATAN





JURUSAN TEKNIK SIPIL  
FTSP - ITS  
SURABAYA

JUDUL TUGAS

MODIFIKASI DAN  
PERENCANAAN GEDUNG  
PERKANTORAN PEMERINTAH  
DAERAH DENGAN SISTEM  
PRACETAK

DOSEN PEMBIMBING

Prof. Ir. PRIYO SUPROBO, MS, Ph.D

MAHASISWA

MUCHAMMAD ALI AFANDI  
3199 100 055

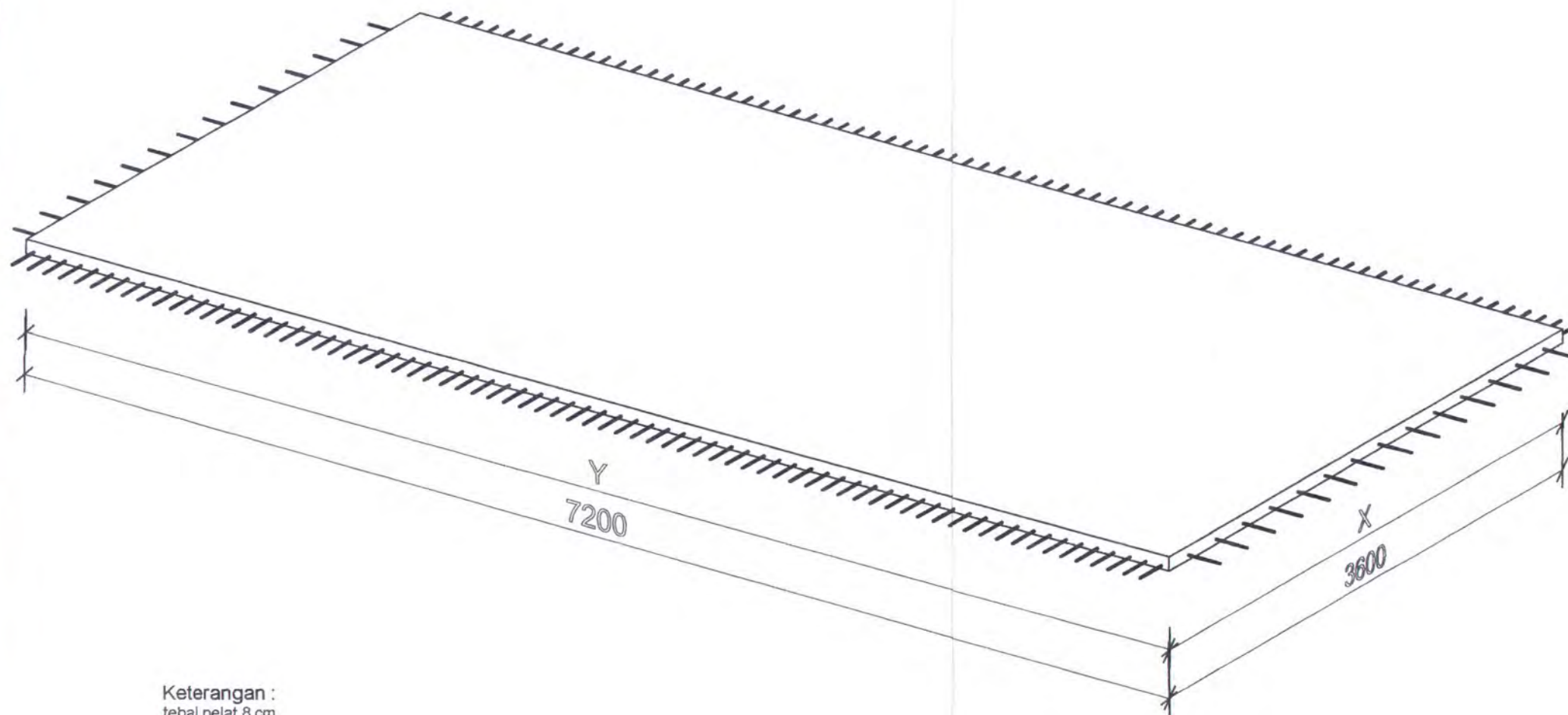
GAMBAR

3D VIEW PELAT  
3.6m X 7.2m

NO. GAMBAR

DISETUJUI

CATATAN



Keterangan :  
tebal pelat 8 cm  
tulangan X  $\varnothing 10 - 100$   
tulangan Y  $\varnothing 10 - 250$   
Panjang penyaluran 200 mm

3D VIEW PELAT 3.6m X 7.2m SEBELUM KOMPOSIT  
Skala 1 : 30



JURUSAN TEKNIK SIPIL  
FTSP - ITS  
SURABAYA

JUDUL TUGAS

MODIFIKASI DAN  
PERENCANAAN GEDUNG  
PERKANTORAN PEMERINTAH  
DAERAH DENGAN SISTEM  
PRACETAK

DOSEN PEMBIMBING

Prof. Ir. PRIYO SUPROBO, MS, Ph.D

MAHASISWA

MUCHAMMAD ALI AFANDI  
3199 100 055

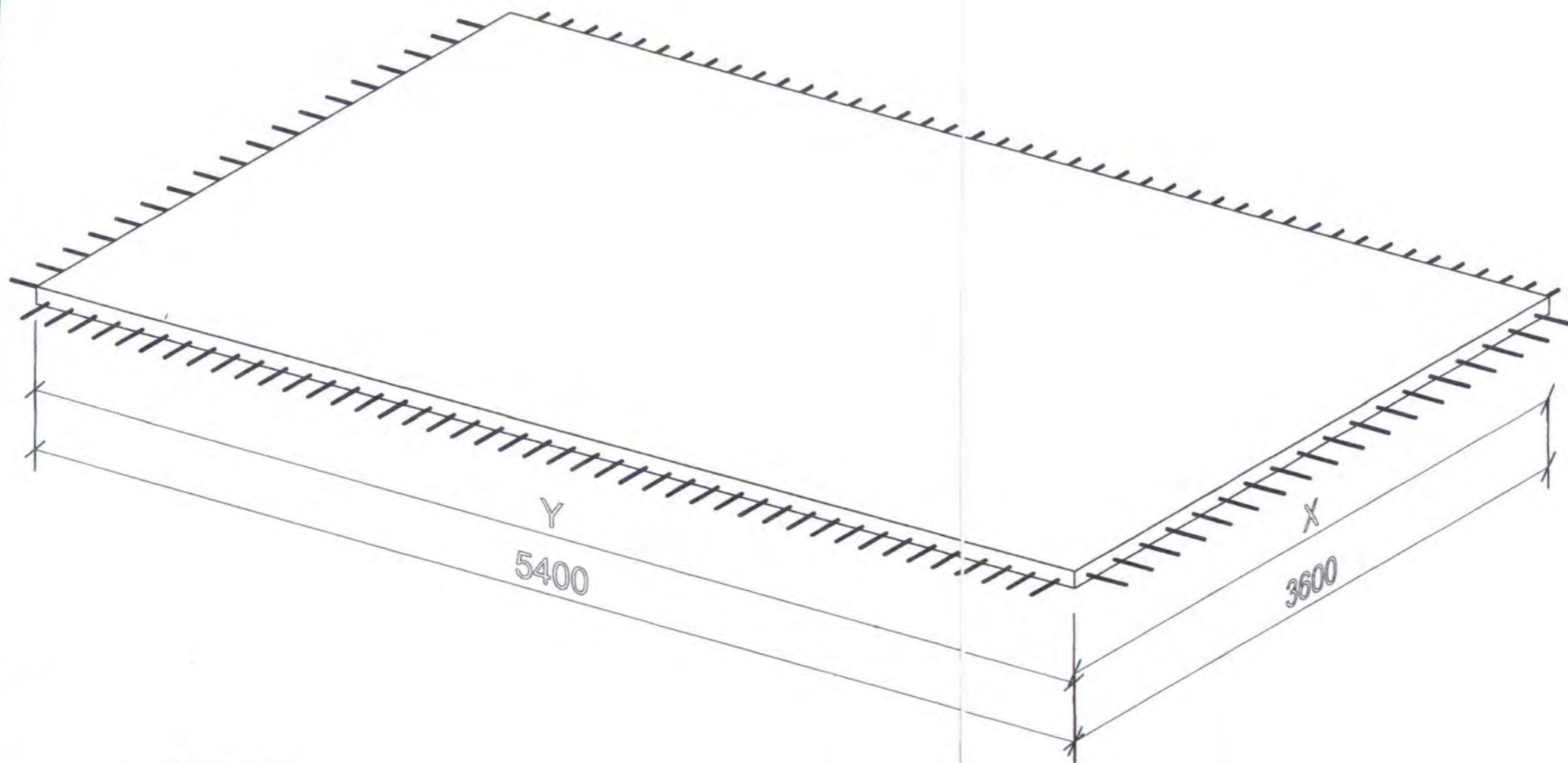
GAMBAR

3D VIEW PELAT  
3.6m X 5.4m

NO. GAMBAR

DISETUJUI

CATATAN



Keterangan :  
tebal pelat 8 cm  
tulangan X  $\varnothing 10 - 125$   
tulangan Y  $\varnothing 10 - 200$   
Panjang penyaluran 200 mm

3D VIEW PELAT 3.6m X 5.4m SEBELUM KOMPOSIT

Skala 1 : 25





JURUSAN TEKNIK SIPIL  
FTSP - ITS  
SURABAYA

JUDUL TUGAS

MODIFIKASI DAN  
PERENCANAAN GEDUNG  
PERKANTORAN PEMERINTAH  
DAERAH DENGAN SISTEM  
PRACETAK

DOSEN PEMBIMBING

Prof. Ir. PRIYO SUPROBO, MS, Ph.D

MAHASISWA

MUCHAMMAD ALI AFANDI  
3199 100 055

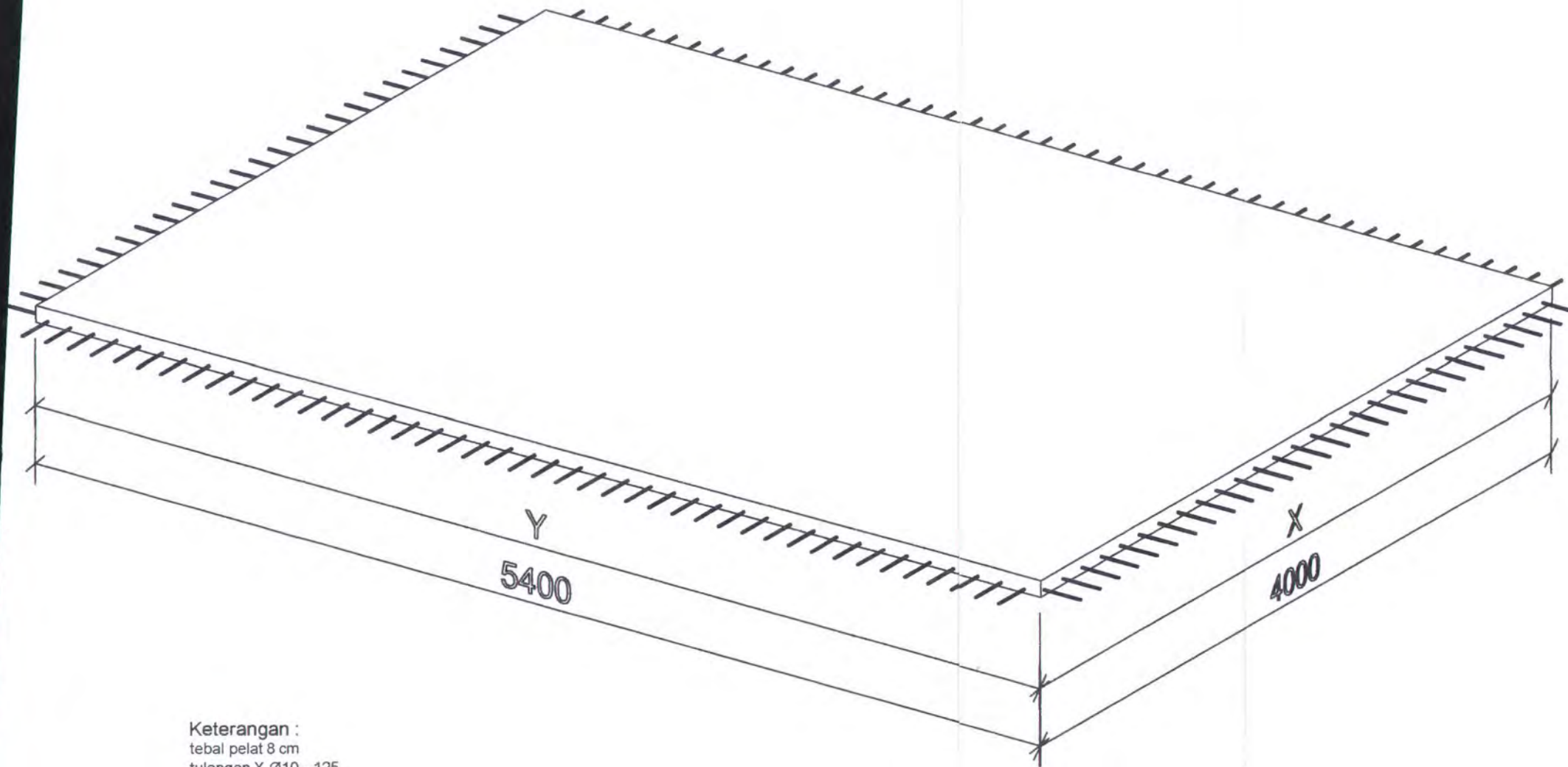
GAMBAR

3D VIEW PELAT  
4m X 5.4m

NO. GAMBAR

DISETUJUI

CATATAN



Keterangan :  
tebal pelat 8 cm  
tulangan X  $\varnothing$ 10 - 125  
tulangan Y  $\varnothing$ 10 - 150

**3D VIEW PELAT 4m X 5.4m SEBELUM KOMPOSIT**  
Skala 1 : 25



JURUSAN TEKNIK SIPIL  
FTSP - ITS  
SURABAYA

JUDUL TUGAS

MODIFIKASI DAN  
PERENCANAAN GEDUNG  
PERKANTORAN PEMERINTAH  
DAERAH DENGAN SISTEM  
PRACETAK

DOSEN PEMBIMBING

Prof. Ir. PRIYO SUPROBO, MS, Ph.D

MAHASISWA

MUCHAMMAD ALI AFANDI  
3199 100 055

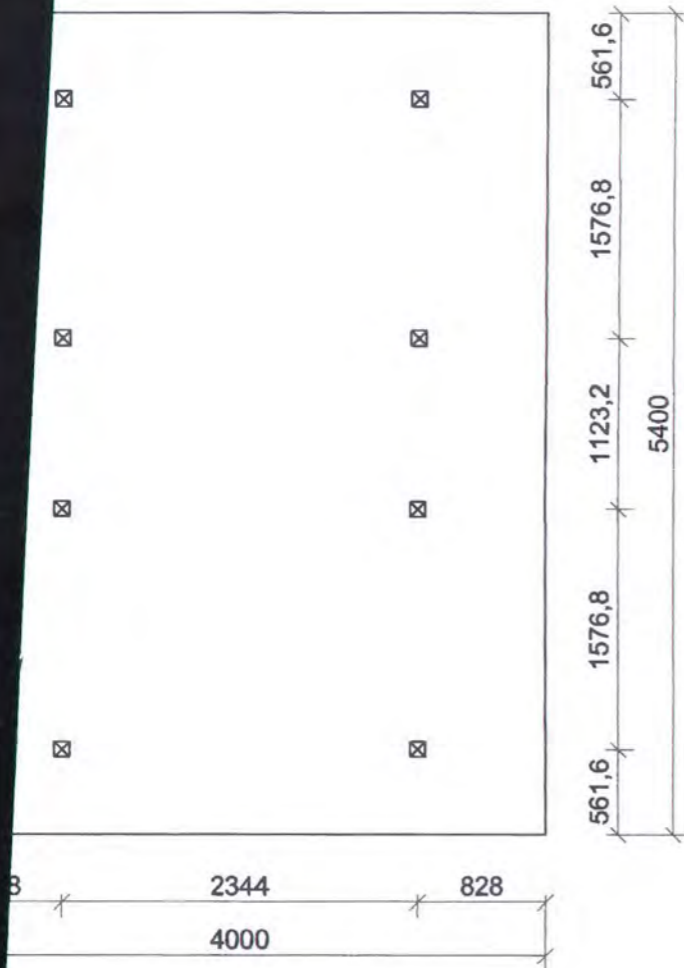
GAMBAR

LETAK TITIK  
ANGKAT

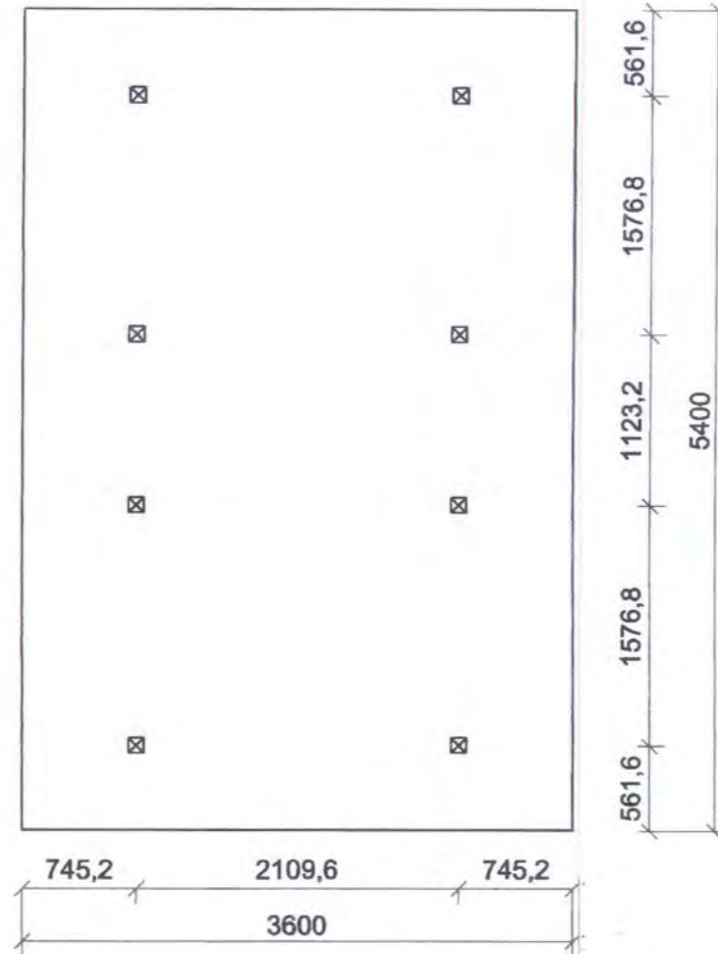
NO. GAMBAR

DISETUJUI

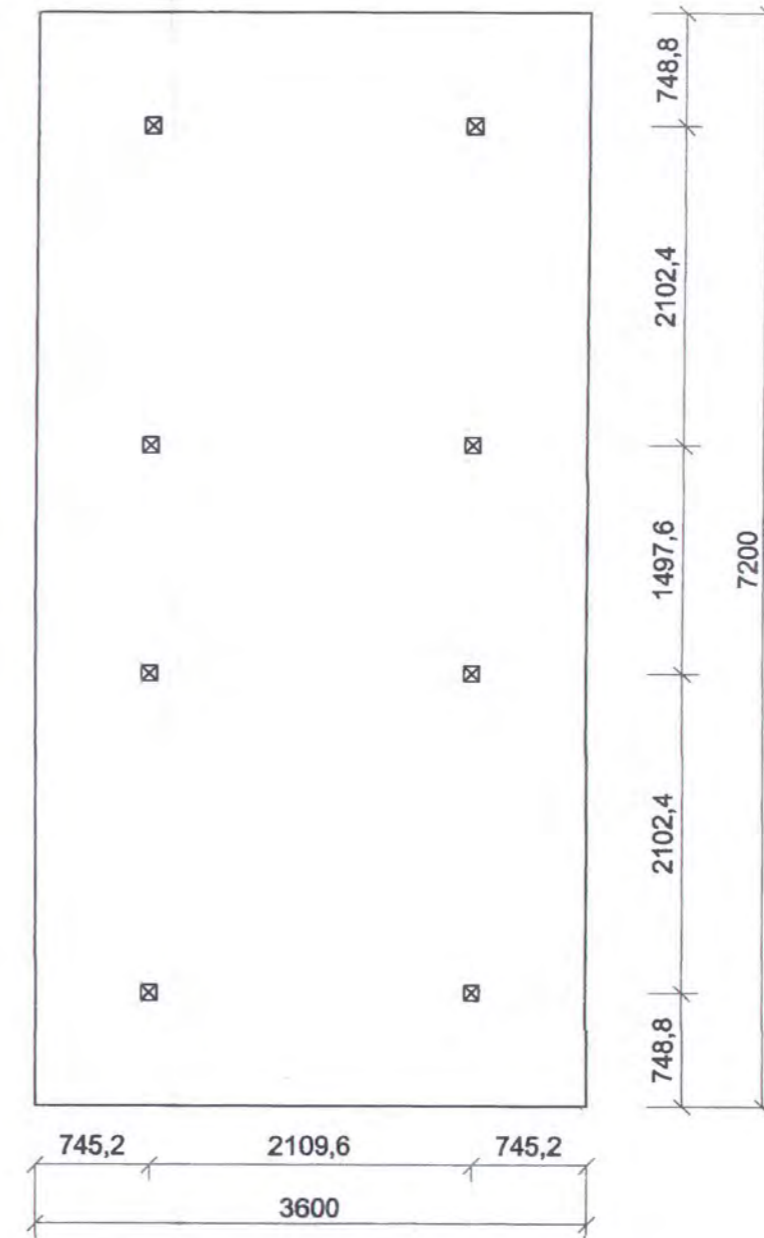
CATATAN



TITIK ANGKAT PELAT 4m X 5.4m  
Skala 1 : 50



TITIK ANGKAT PELAT 3.6m X 5.4m  
Skala 1 : 50



TITIK ANGKAT PELAT 3.6m X 7.2m  
Skala 1 : 50

Keterangan :  
Tul angkat = 1 kabel strand seven wire  $\varnothing \frac{1}{4}$  in  
fpu = 250 ksi





JURUSAN TEKNIK SIPIL  
FTSP - ITS  
SURABAYA

JUDUL TUGAS

MODIFIKASI DAN  
PERENCANAAN GEDUNG  
PERKANTORAN PEMERINTAH  
DAERAH DENGAN SISTEM  
PRACETAK

DOSEN PEMBIMBING

Prof. Ir. PRIYO SUPROBO, MS, Ph

MAHASISWA

MUCHAMMAD ALI AFANDI  
3199 100 055

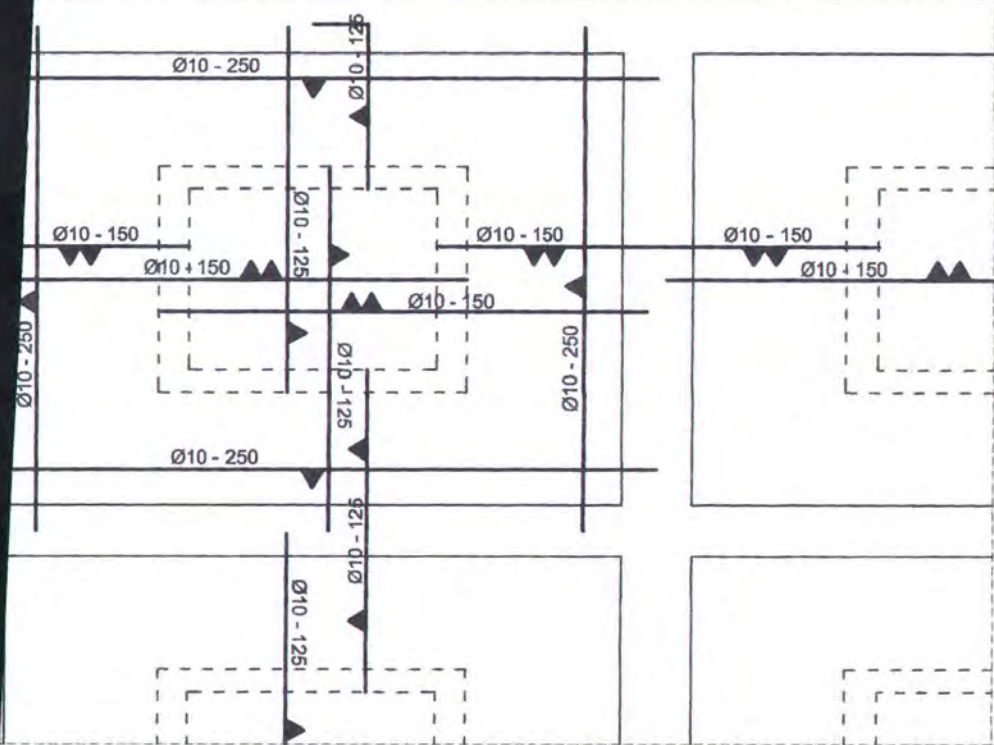
GAMBAR

TULANGAN PELAT  
(SETELAH  
KOMPOSIT)

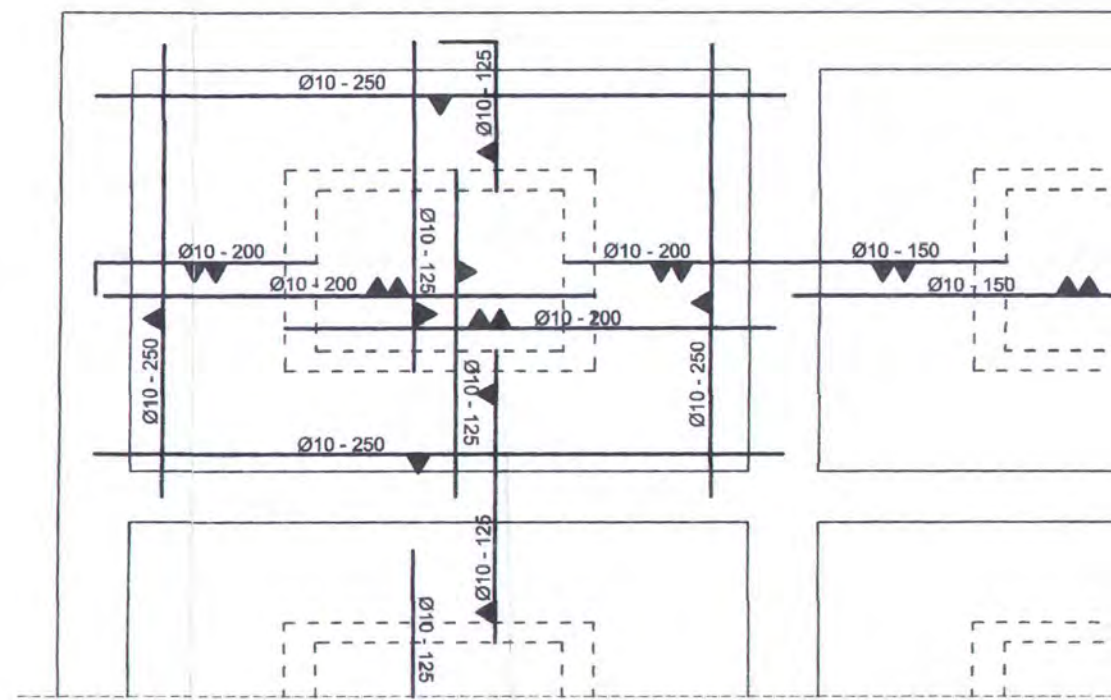
NO. GAMBAR

DISETUJUI

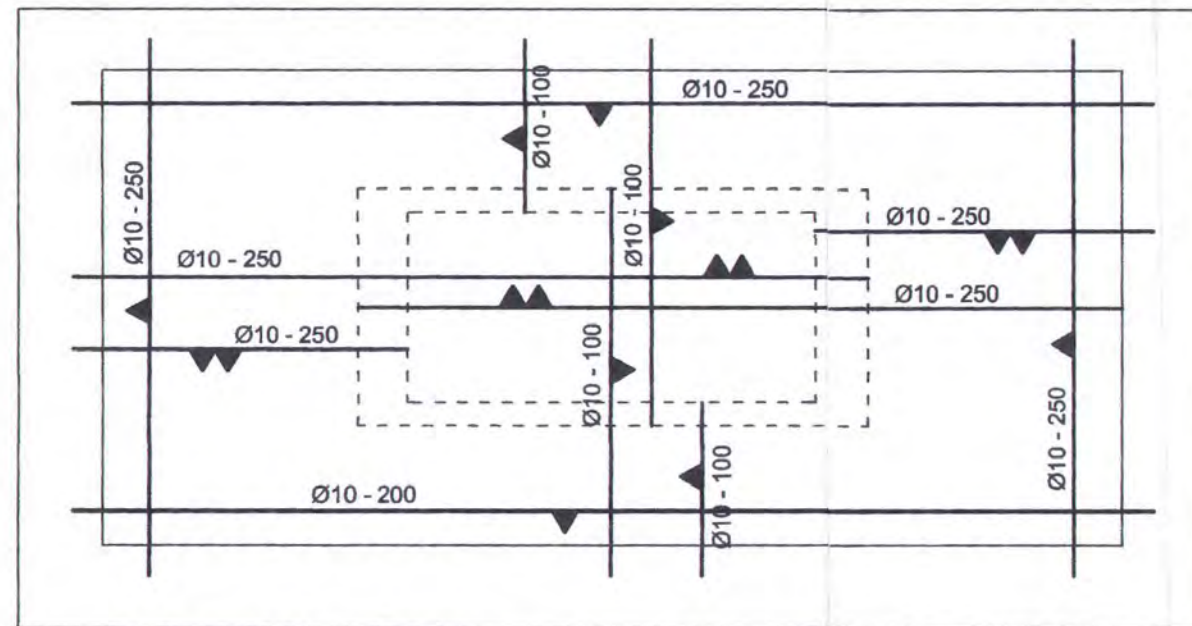
CATATAN



PELAT 4m X 5.4m  
Skala 1 : 60



PELAT 3.6m X 5.4m  
Skala 1 : 60



PELAT 3.6m X 7.2m  
Skala 1 : 50





JURUSAN TEKNIK SIPIL  
FTSP - ITS  
SURABAYA

JUDUL TUGAS

MODIFIKASI DAN  
PERENCANAAN GEDUNG  
PERKANTORAN PEMERINTAH  
DAERAH DENGAN SISTEM  
PRACETAK

DOSEN PEMBIMBING

Prof. Ir. PRIYO SUPROBO, MS, Ph.D

MAHASISWA

MUCHAMMAD ALI AFANDI  
3199 100 055

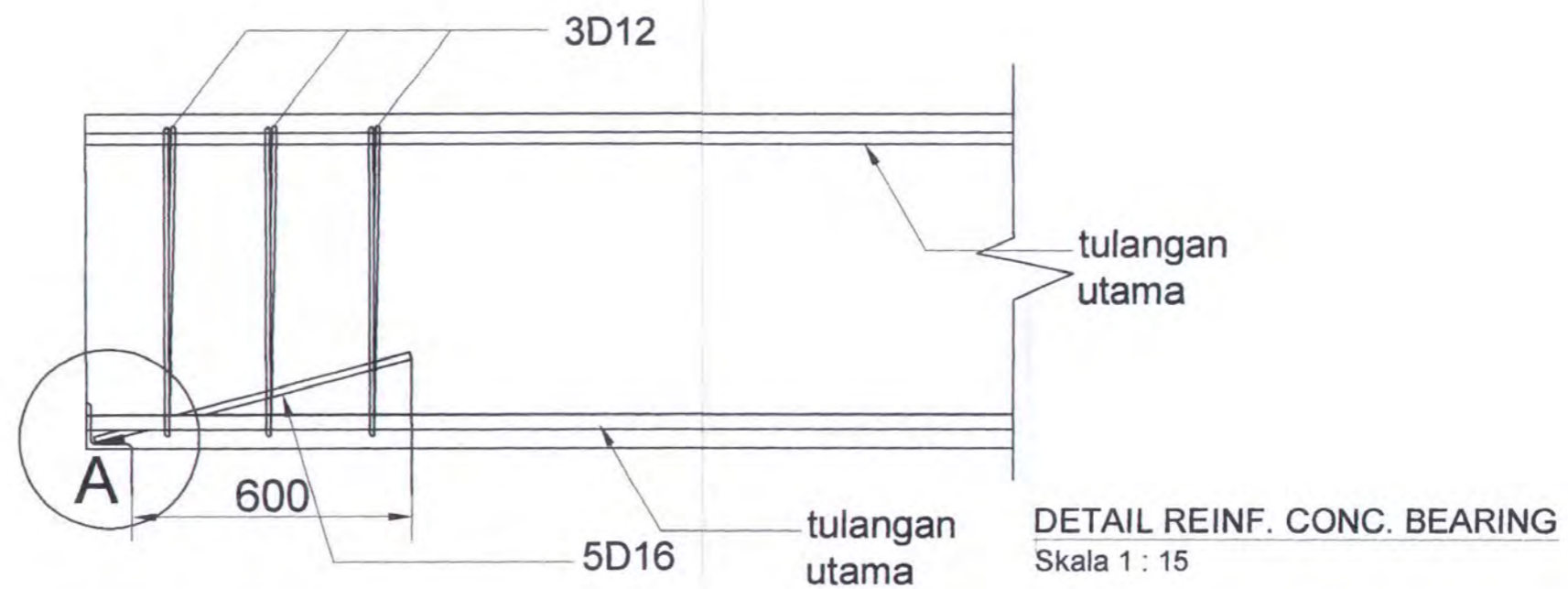
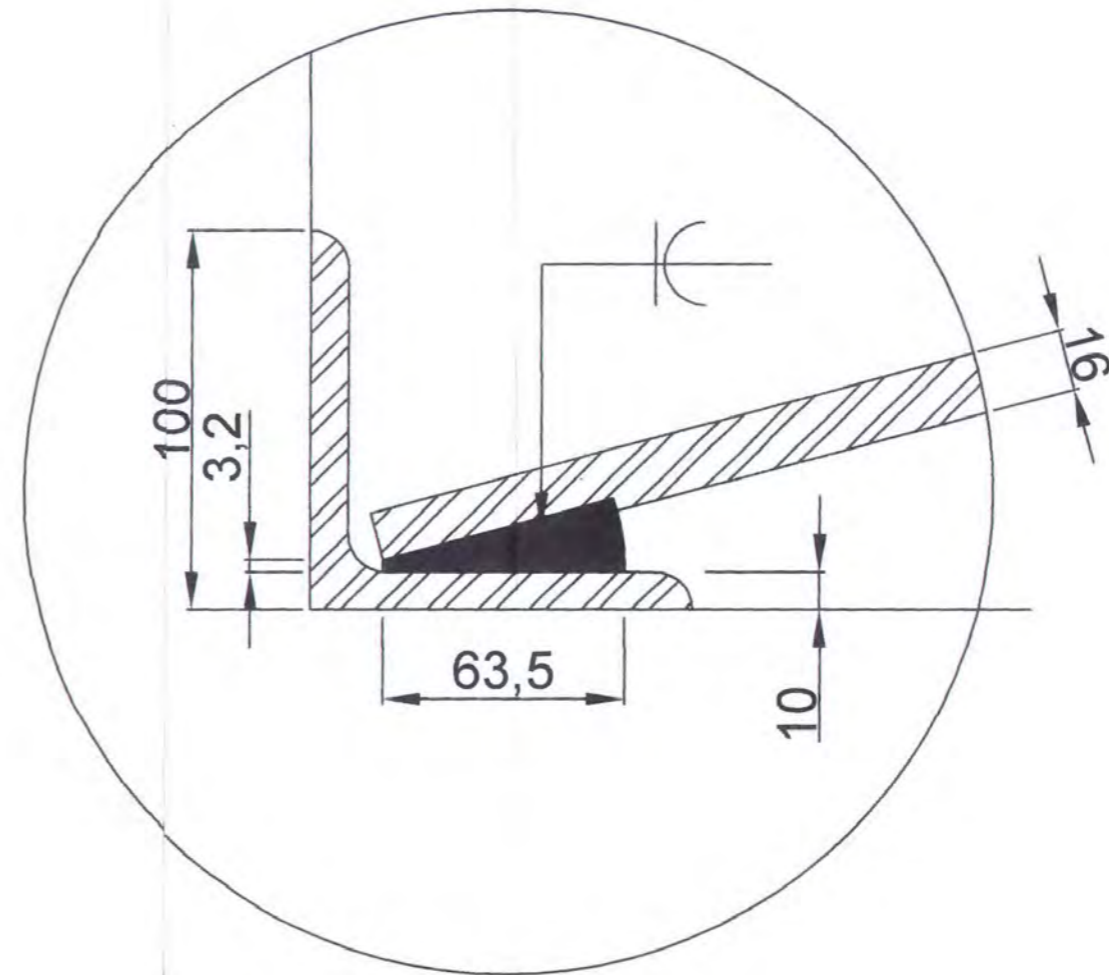
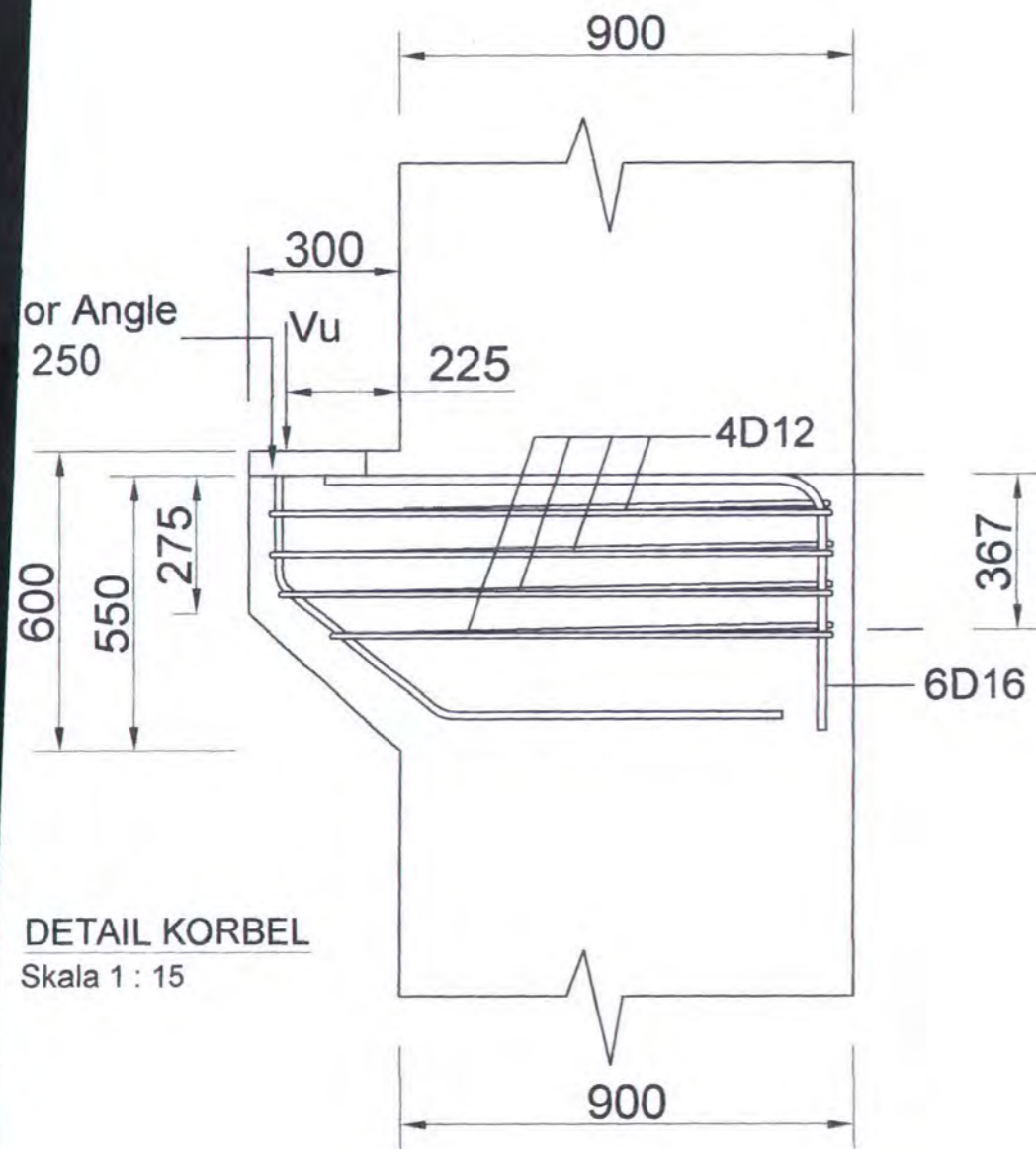
GAMBAR

PERKUATAN  
UJUNG BALOK &  
KOLOM

NO. GAMBAR

DISETUJUI

CATATAN







JURUSAN TEKNIK SIPIL  
FTSP - ITS  
SURABAYA

JUDUL TUGAS

MODIFIKASI DAN  
PERENCANAAN GEDUNG  
PERKANTORAN PEMERINTAH  
DAERAH DENGAN SISTEM  
PRACETAK

DOSEN PEMBIMBING

Prof. Ir. PRIYO SUPROBO, MS, Ph.D

MAHASISWA

MUCHAMMAD ALI AFANDI  
3199 100 055

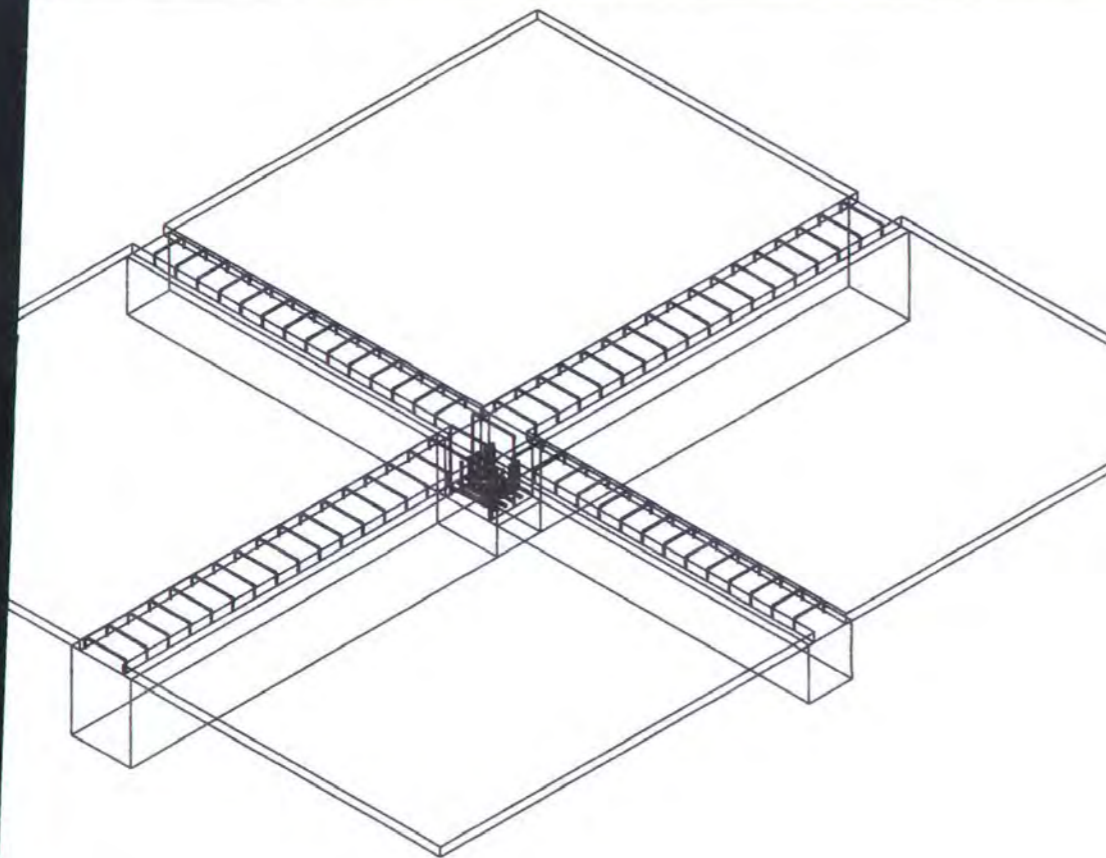
GAMBAR

SAMBUNGAN B.  
INDUK-B. ANAK

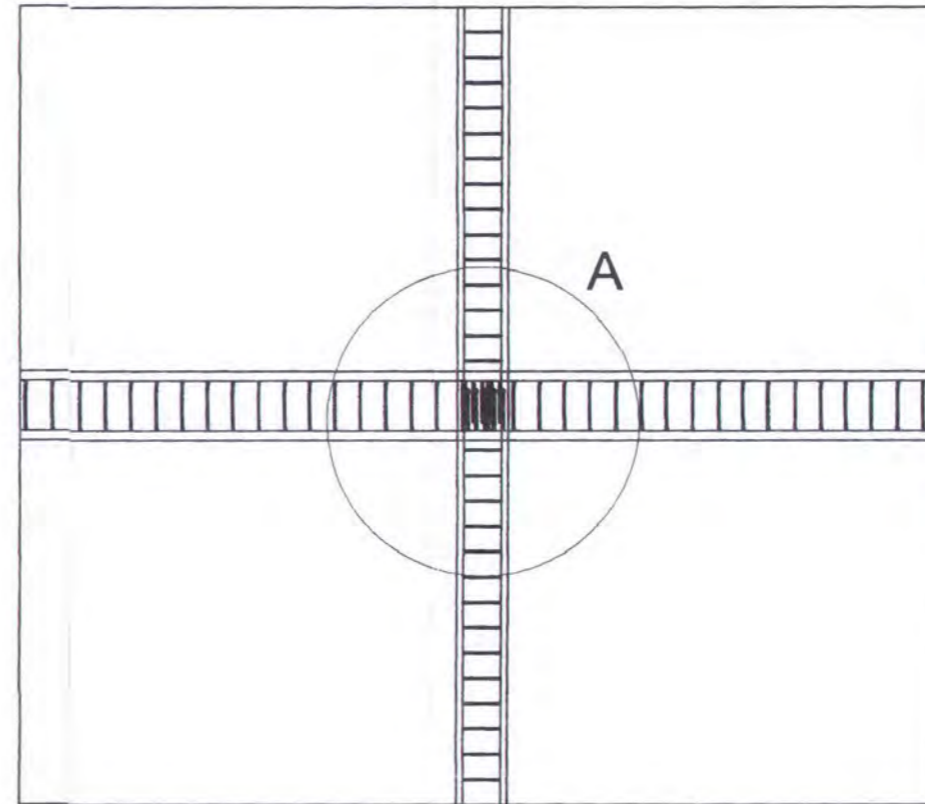
NO. GAMBAR

DISETUJUI

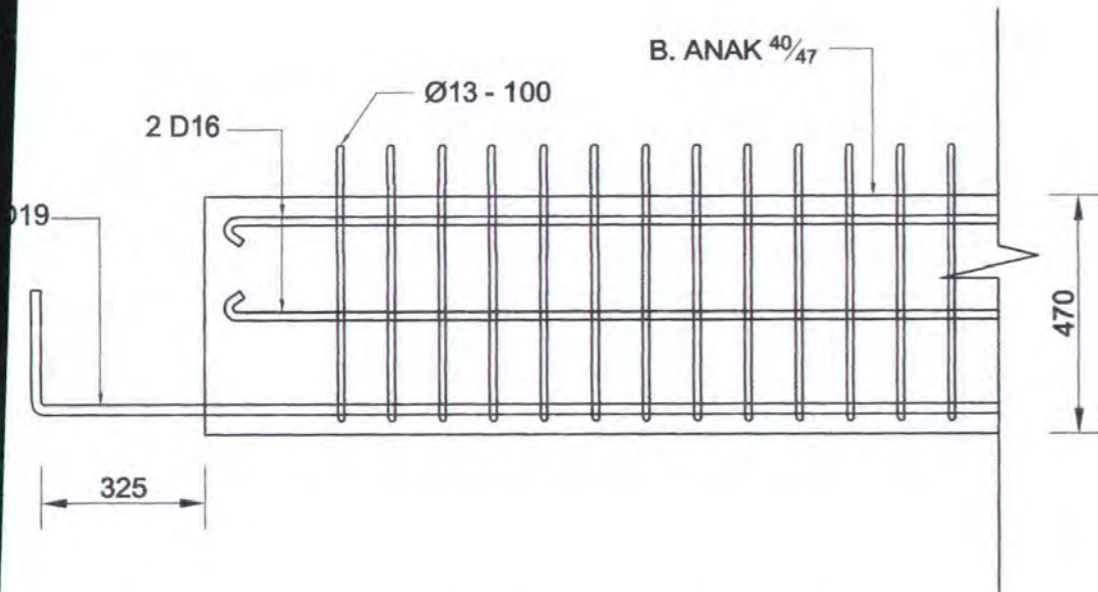
CATATAN



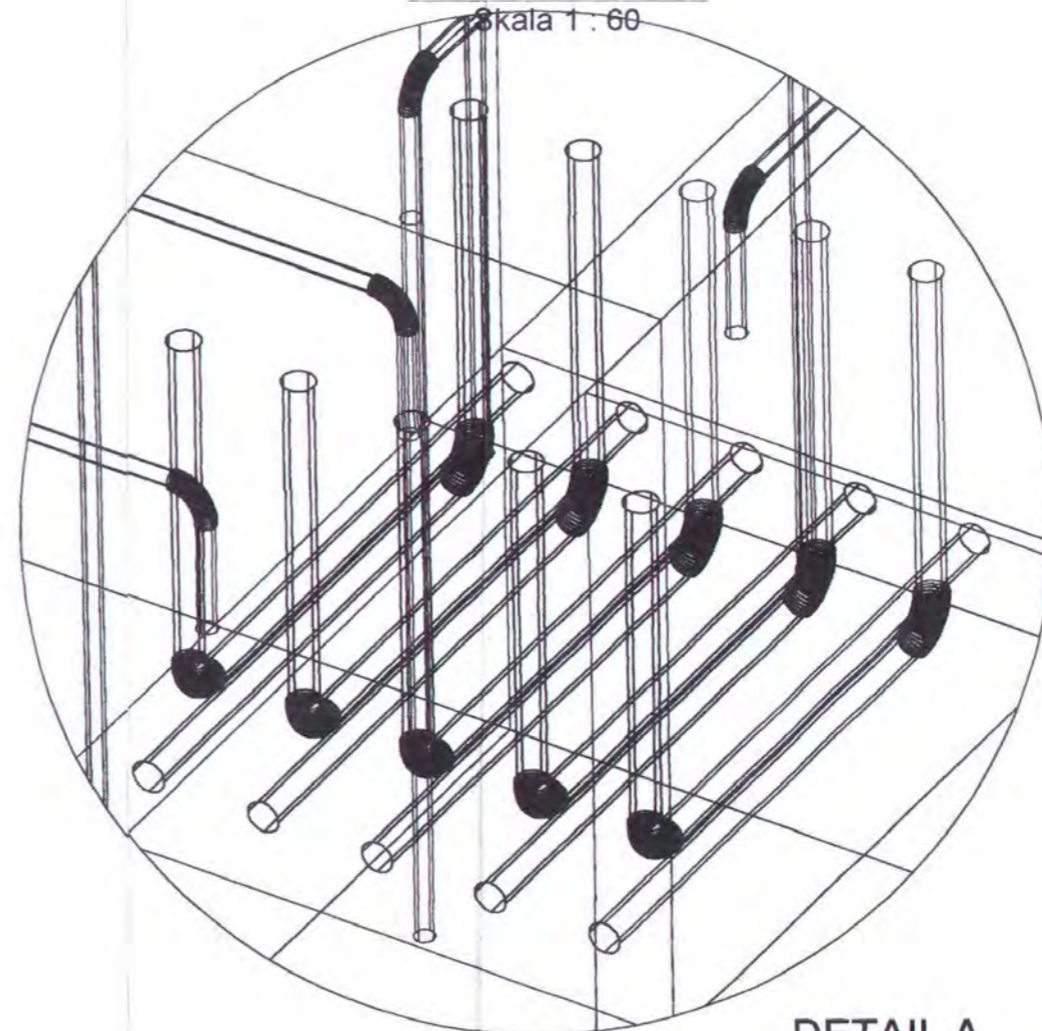
3D VIEW  
Skala 1 : 50



TAMPAK ATAS  
Skala 1 : 60



PANJANG PENYALURAN B. ANAK  
Skala 1 : 15



DETAIL A  
Skala 1 : 4





JURUSAN TEKNIK SIPIL  
FTSP - ITS  
SURABAYA

JUDUL TUGAS

MODIFIKASI DAN  
PERENCANAAN GEDUNG  
PERKANTORAN PEMERINTAH  
DAERAH DENGAN SISTEM  
PRACETAK

DOSEN PEMBIMBING

Prof. Ir. PRIYO SUPROBO, MS, Ph.D

MAHASISWA

MUCHAMMAD ALI AFANDI  
3199 100 055

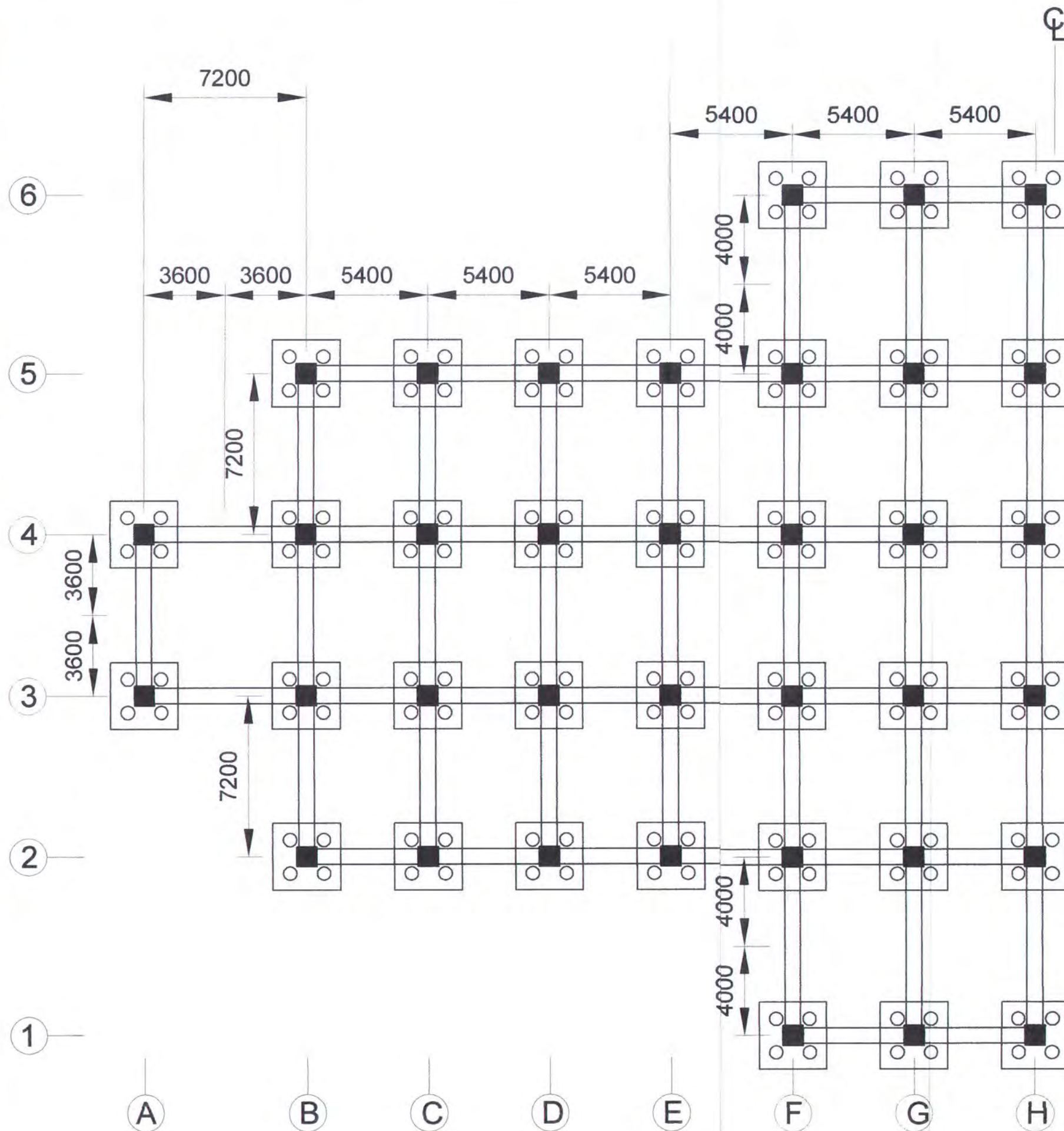
GAMBAR

DENAH PONDASI

NO. GAMBAR

DISETUJUI

CATATAN



**DENAH PONDASI**  
SKALA 1 : 200





JURUSAN TEKNIK SIPIL  
FTSP - ITS  
SURABAYA

JUDUL TUGAS AKHIR

MODIFIKASI DAN  
PERENCANAAN GEDUNG  
PERKANTORAN PEMERINTAH  
DAERAH DENGAN SISTEM  
PRACETAK

DOSEN PEMBIMBING

Prof. Ir. PRIYO SUPROBO, MS, Ph

MAHASISWA

MUCHAMMAD ALI AFANDI  
3199 100 055

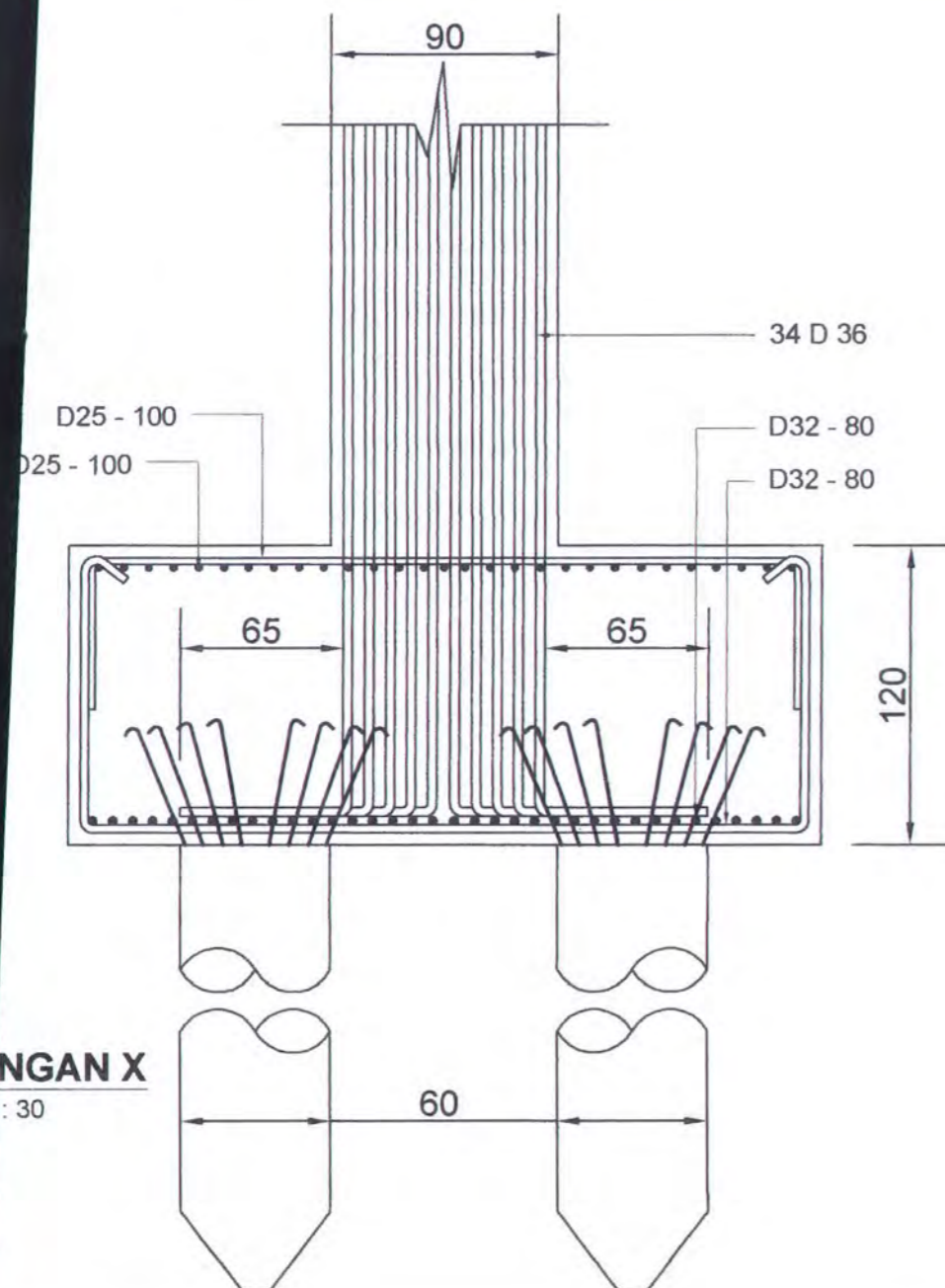
GAMBAR

DETAIL PENULANGAN  
POER

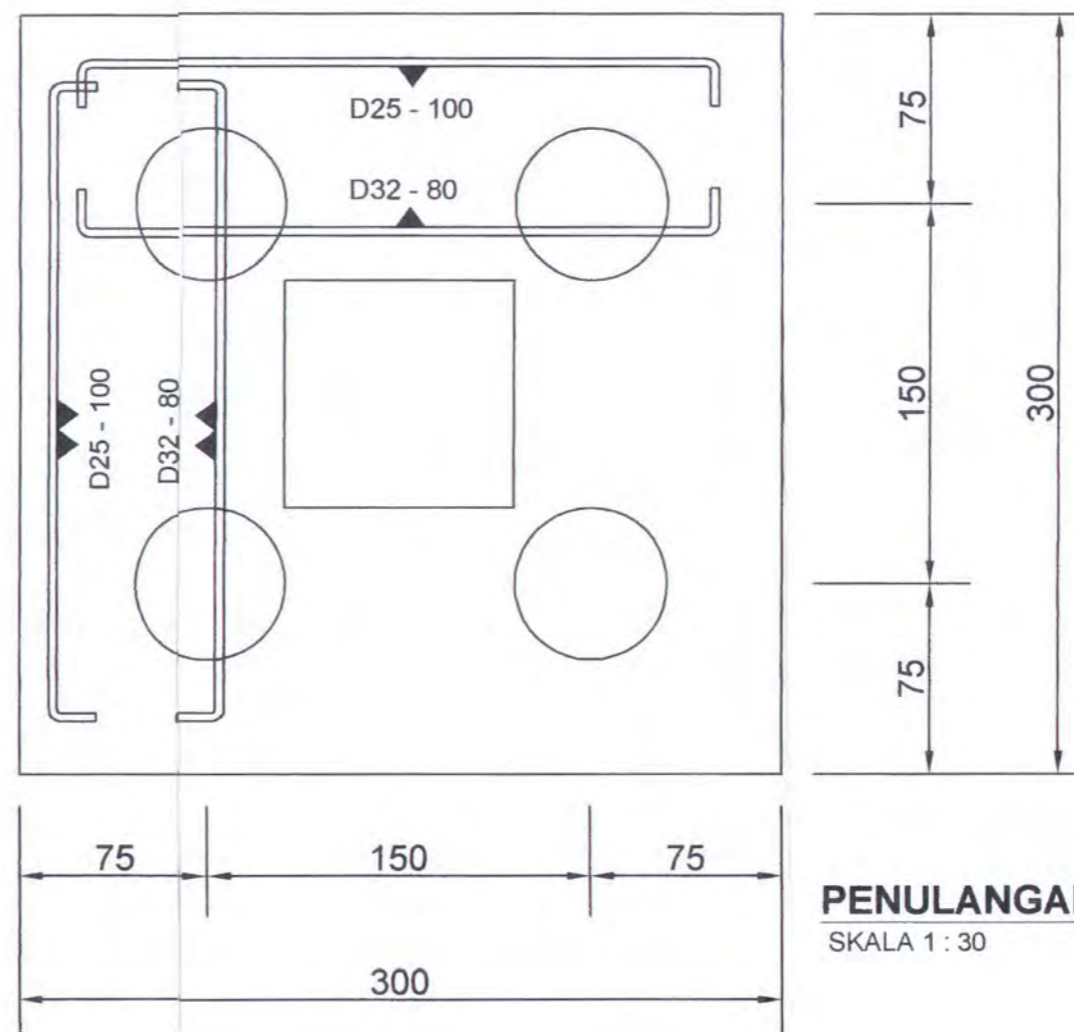
NO. GAMBAR

DISETUJUI

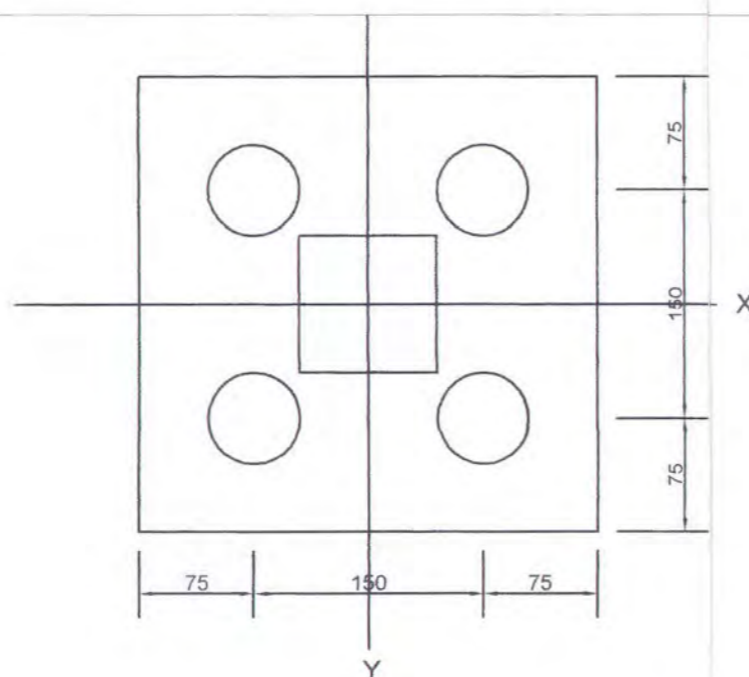
CATATAN



TAMPAK X  
SKALA 1 : 30



**PENULANGAN POER**  
SKALA 1 : 30



**TAMPAK POER**  
SKALA 1 : 50





JURUSAN TEKNIK SIPIL  
FTSP - ITS  
SURABAYA

JUDUL TUGAS

MODIFIKASI DAN  
PERENCANAAN GEDUNG  
PERKANTORAN PEMERINTAH  
DAERAH DENGAN SISTEM  
PRACETAK

DOSEN PEMBIMBING

Prof. Ir. PRIYO SUPROBO, MS, Ph.D

MAHASISWA

MUCHAMMAD ALI AFANDI  
3199 100 055

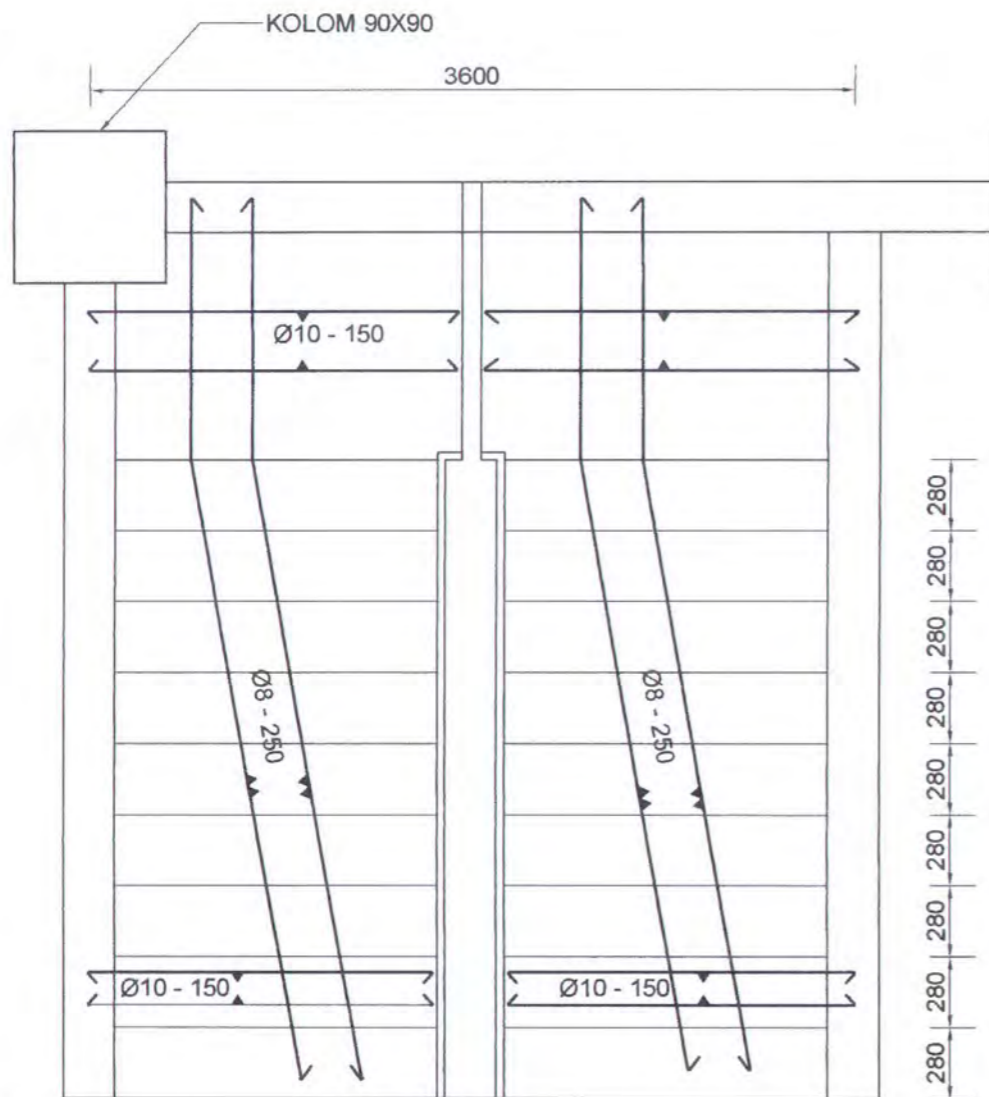
GAMBAR

PENULANGAN  
TANGGA

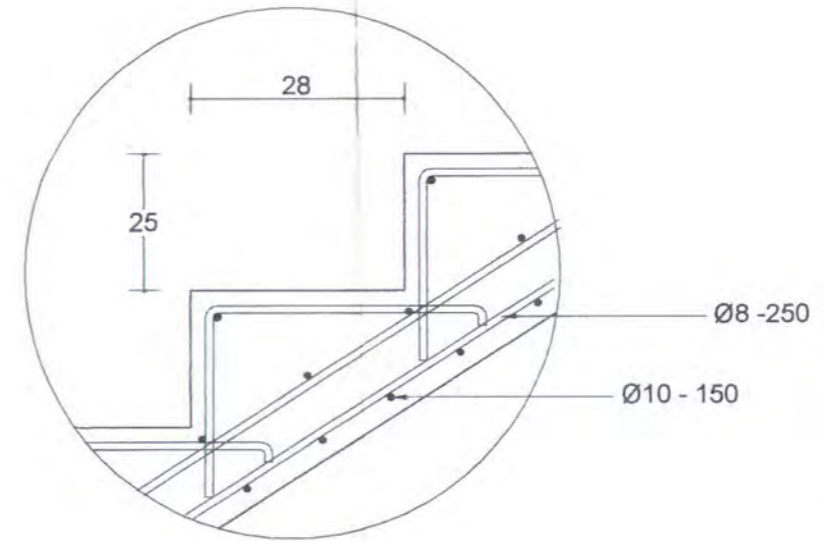
NO. GAMBAR

DISETUJUI

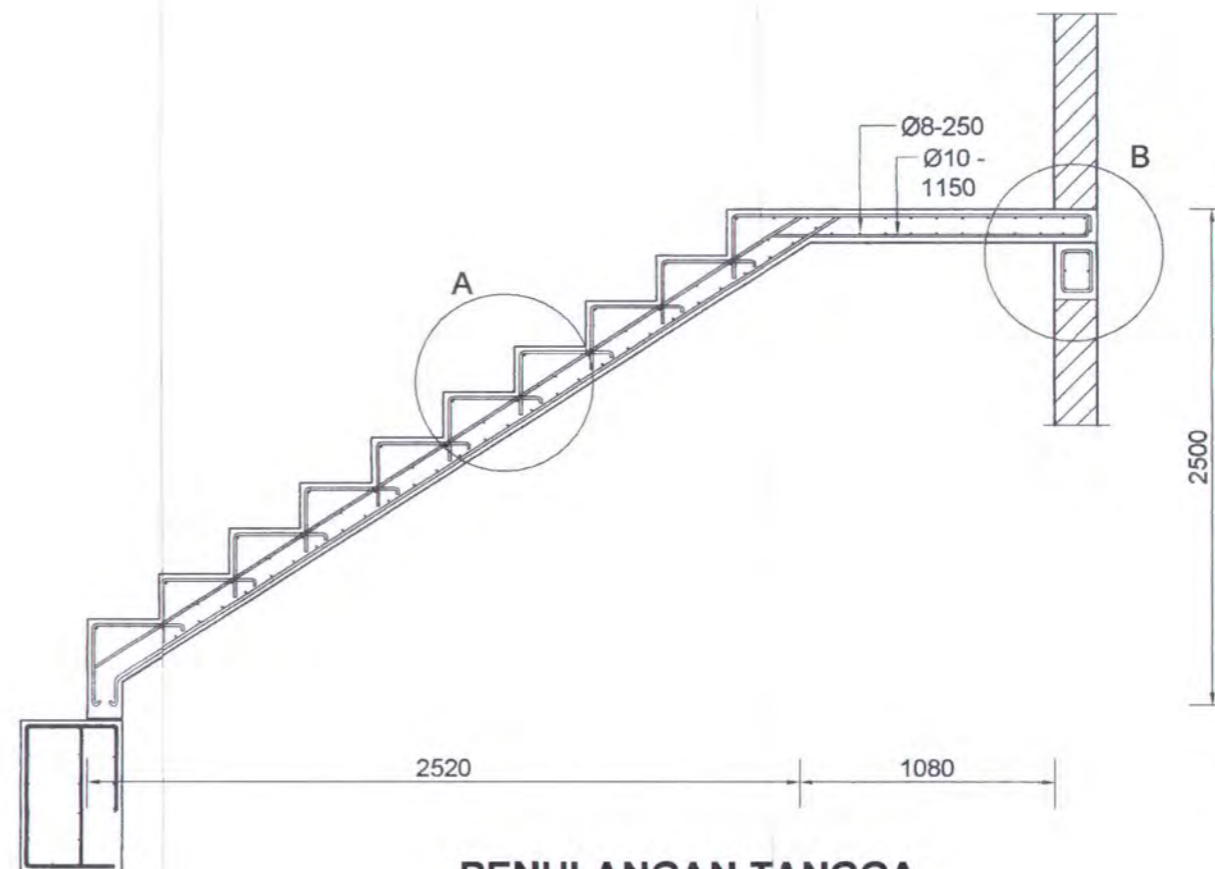
CATATAN



**DENAH TANGGA**  
SKALA 1 : 30



**DETAIL A**  
SKALA 1 : 10



**PENULANGAN TANGGA**  
SKALA 1 : 30





JURUSAN TEKNIK SIPIL  
FTSP - ITS  
SURABAYA

JUDUL TUGAS AKHIR

MODIFIKASI DAN  
PERENCANAAN GEDUNG  
PERKANTORAN PEMERINTAH  
DAERAH DENGAN SISTEM  
PRACETAK

DOSEN PEMBIMBING

Prof. Ir. PRIYO SUPROBO, MS, P

MAHASISWA

MUCHAMMAD ALI AFANDI  
3199 100 055

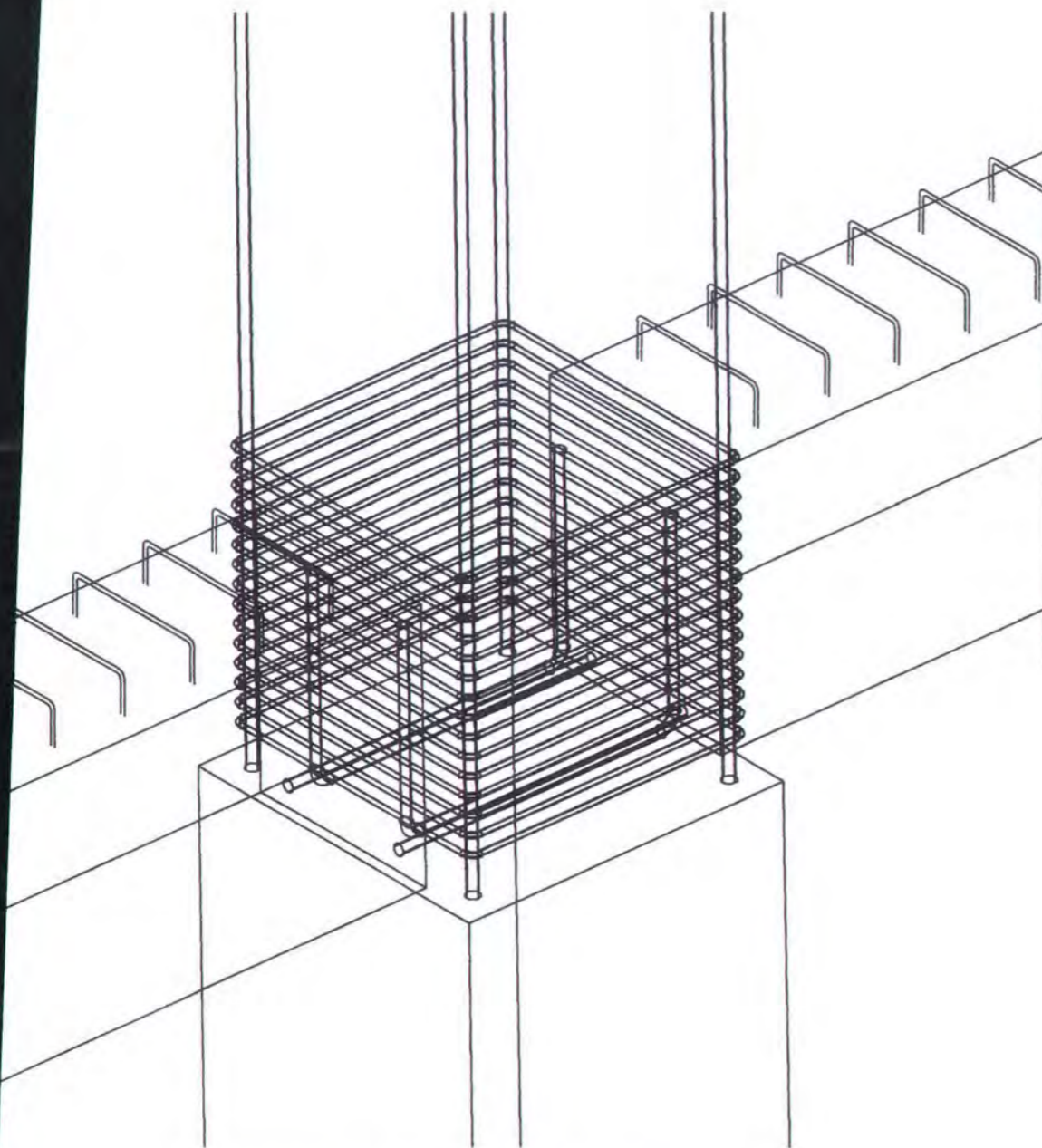
GAMBAR

BEAM COLUMN JOINT

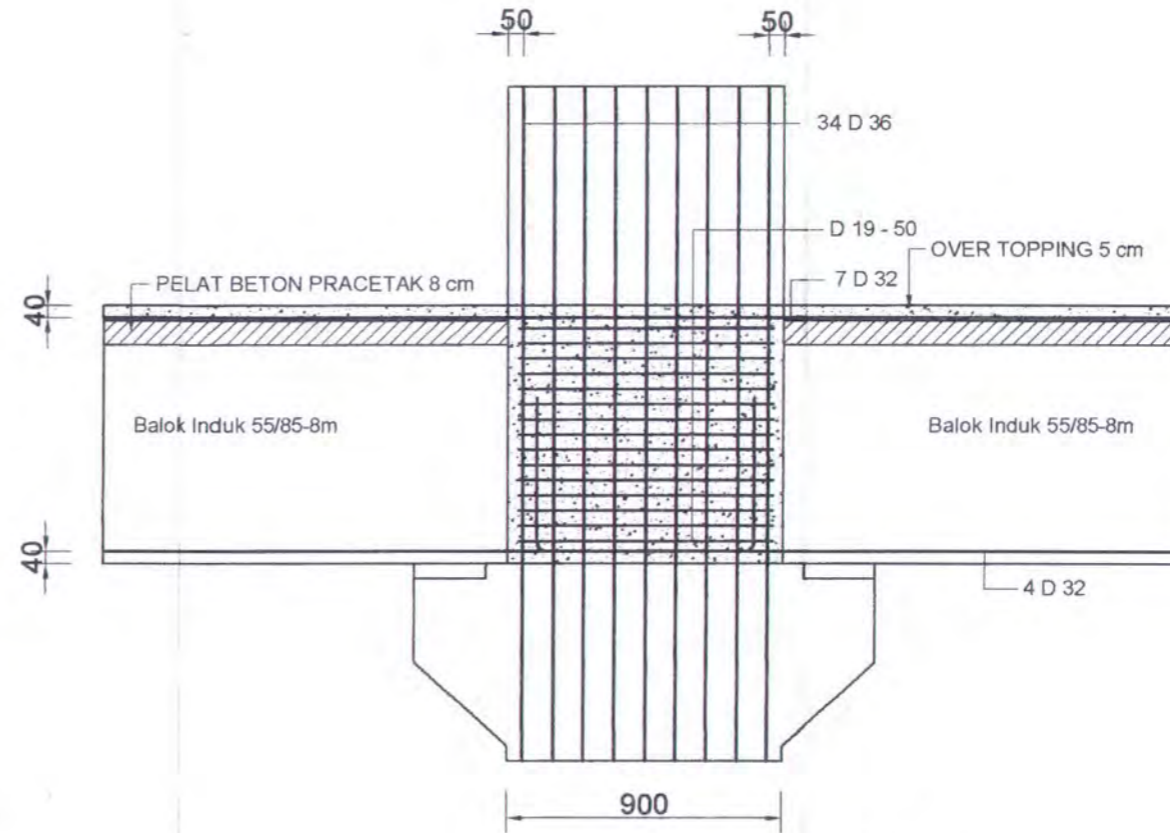
NO. GAMBAR

DISETUJUI

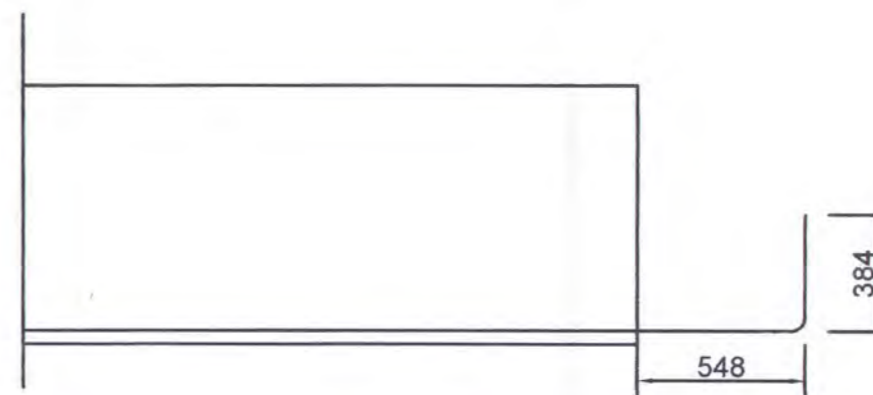
CATATAN



**BEAM COLUMN JOINT**  
SKALA 1 : 15



**BEAM COLUMN JOINT**  
SKALA 1 : 25



**PANJANG PENYALURAN B. INDUK**  
SKALA 1 : 25





JURUSAN TEKNIK SIPIL  
FTSP - ITS  
SURABAYA

JUDUL TUGAS AKHIR

MODIFIKASI DAN  
PERENCANAAN GEDUNG  
PERKANTORAN PEMERINTAH  
DAERAH DENGAN SISTEM  
PRACETAK

DOSEN PEMBIMBING

Prof. Ir. PRIYO SUPROBO, MS, P

MAHASISWA

MUCHAMMAD ALI AFANDI  
3199 100 055

GAMBAR

PENULANGAN BALOK  
INDUK

NO. GAMBAR

DISETUJUI

CATATAN

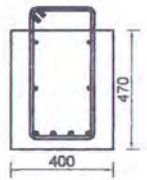
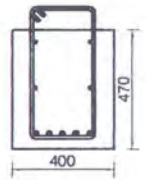
	LANTAI 14 (ATAP)		LANTAI 13 - 10		LANTAI 9 - 3		LANTAI 2 - 1			
	B.I $45/57$ - 7.2 m	B.I $45/57$ - 5.4 m	B.I $45/57$ - 7.2 m	B.I $45/57$ - 5.4 m	B.I $55/72$ - 7.2 m	B.I $45/57$ - 5.4 m	B.I $55/72$ - 7.2 m	B.I $45/57$ - 5.4 m	B.I $55/72$ - 8 m	B.I $45/57$ - 5.4 m
AS	2 D16	2 D16	2 D16	2 D16	2 D16	2 D16	2 D16	2 D16	2 D16	2 D16
GAH	2 D16	2 D16	2 D16	2 D16	2 D16	2 D16	2 D16	2 D16	2 D16	2 D16
WAH	4 D32	3 D32	5 D32	3 D32	4 D32	3 D32	4 D32	3 D32	4 D32	3 D32
ANG	D13 - 100	Ø10 - 175	D16 - 100	Ø10 - 175	D13 - 100	Ø10 - 175	D13 - 100	Ø10 - 175	D16 - 125	Ø10 - 175

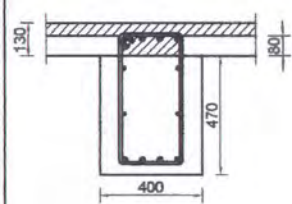
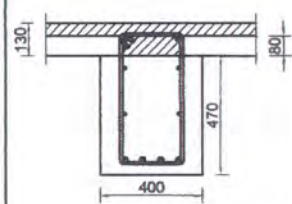
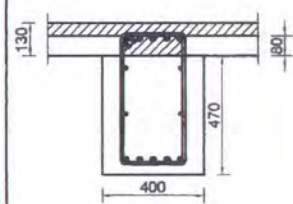
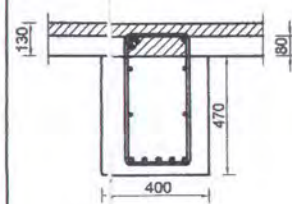
	LANTAI 14 (ATAP)		LANTAI 13 - 10		LANTAI 9 - 3		LANTAI 2 - 1			
	B.I $45/57$ - 7.2 m	B.I $45/57$ - 5.4 m	B.I $45/57$ - 7.2 m	B.I $45/57$ - 5.4 m	B.I $55/72$ - 7.2 m	B.I $45/57$ - 5.4 m	B.I $55/72$ - 7.2 m	B.I $45/57$ - 5.4 m	B.I $55/72$ - 8 m	B.I $45/57$ - 5.4 m
ATAS	2 D25	2 D25	2 D25	2 D25	2 D25	2 D25	2 D25	2 D25	2 D25	2 D25
TORSI	2 D16	2 D16	2 D16	2 D16	2 D16	2 D16	2 D16	2 D16	2 D16	2 D16
BAWAH	4 D32	3 D32	5 D32	3 D32	4 D32	3 D32	4 D32	3 D32	4 D32	3 D32
KANG	D13 - 100	Ø10 - 175	D16 - 100	Ø10 - 175	D13 - 100	Ø10 - 175	D13 - 100	Ø10 - 175	D16 - 125	Ø10 - 175

	LANTAI 14 (ATAP)		LANTAI 13 - 10		LANTAI 9 - 3		LANTAI 2 - 1			
	B.I $45/57$ - 7.2 m	B.I $45/57$ - 5.4 m	B.I $45/57$ - 7.2 m	B.I $45/57$ - 5.4 m	B.I $55/72$ - 7.2 m	B.I $45/57$ - 5.4 m	B.I $55/72$ - 7.2 m	B.I $45/57$ - 5.4 m	B.I $55/72$ - 8 m	B.I $45/57$ - 5.4 m
ATAS	5 D32	2 D32	5 D32	2 D32	7 D32	2 D32	7 D32	2 D32	7 D32	2 D32
TORSI	2 D16	2 D16	2 D16	2 D16	2 D16	2 D16	2 D16	2 D16	2 D16	2 D16
BAWAH	3 D32	2 D32	3 D32	2 D32	4 D32	2 D32	4 D32	2 D32	4 D32	2 D32
KANG	D13 - 100	Ø10 - 175	D16 - 100	Ø10 - 175	D13 - 100	Ø10 - 175	D13 - 100	Ø10 - 175	D16 - 125	Ø10 - 175

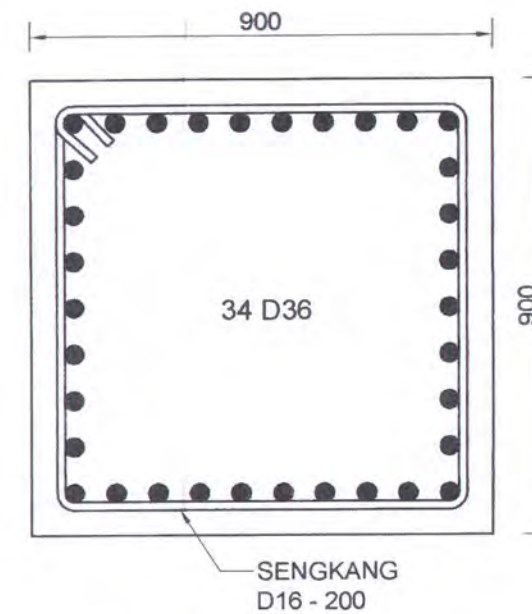
SKALA 1 : 40



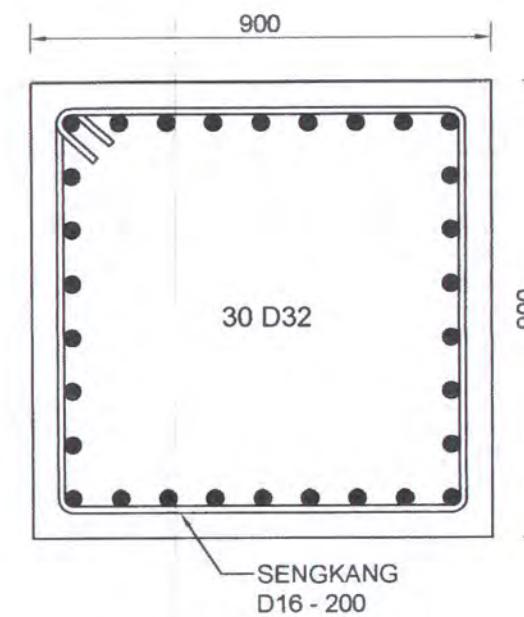
	B. A. $\frac{40}{47}$ - 5.4 m	B. A. $\frac{40}{47}$ - 7.2 m
<b>BALOK ANAK SEBELUM KOMPOSIT (LAPANGAN)</b>		
TUL. ATAS	2 D14	2 D16
TUL. TANGAH	2 D14	2 D16
TUL. BAWAH	4 D19	5 D19
SENGKANG	Ø12 - 125	Ø13 - 100

	B. A. $\frac{40}{47}$ - 5.4 m		B. A. $\frac{40}{47}$ - 7.2 m	
	TUMPUAN	LAPANGAN	TUMPUAN	LAPANGAN
<b>BALOK ANAK SESUDAH KOMPOSIT</b>				
TUL. ATAS	4 D19	2 D14	5 D19	2 D16
TUL. TORSI	2 D14	2 D14	2 D16	2 D16
TUL. BAWAH	4 D19	4 D19	5 D19	5 D19
SENGKANG	Ø12 - 125	Ø12 - 125	Ø13 - 100	Ø13 - 100

**BALOK ANAK**  
SKALA 1 : 30



**KOLOM LT. 1**  
SKALA 1 : 15



**KOLOM LT. 2 s/d 14**  
SKALA 1 : 15



JURUSAN TEKNIK SIPIL  
FTSP - ITS  
SURABAYA

JUDUL TUGAS AKHIR

MODIFIKASI DAN  
PERENCANAAN GEDUNG  
PERKANTORAN PEMERINTAH  
DAERAH DENGAN SISTEM  
PRACETAK

DOSEN PEMBIMBING

Prof. Ir. PRIYO SUPROBO, MS, Ph.D.

MAHASISWA

MUCHAMMAD ALI AFANDI  
3199 100 055

GAMBAR

PENULANGAN BALOK  
ANAK & KOLOM

NO. GAMBAR

DISETUJUI

CATATAN





JURUSAN TEKNIK SIPIL  
FTSP - ITS  
SURABAYA

JUDUL TUGAS

MODIFIKASI DAN  
PERENCANAAN GEDUNG  
PERKANTORAN PEMERINTAH  
DAERAH DENGAN SISTEM  
PRACETAK

DOSEN PEMBIMBING

Prof. Ir. PRIYO SUPROBO, MS, Ph.D

MAHASISWA

MUCHAMMAD ALI AFANDI  
3199 100 055

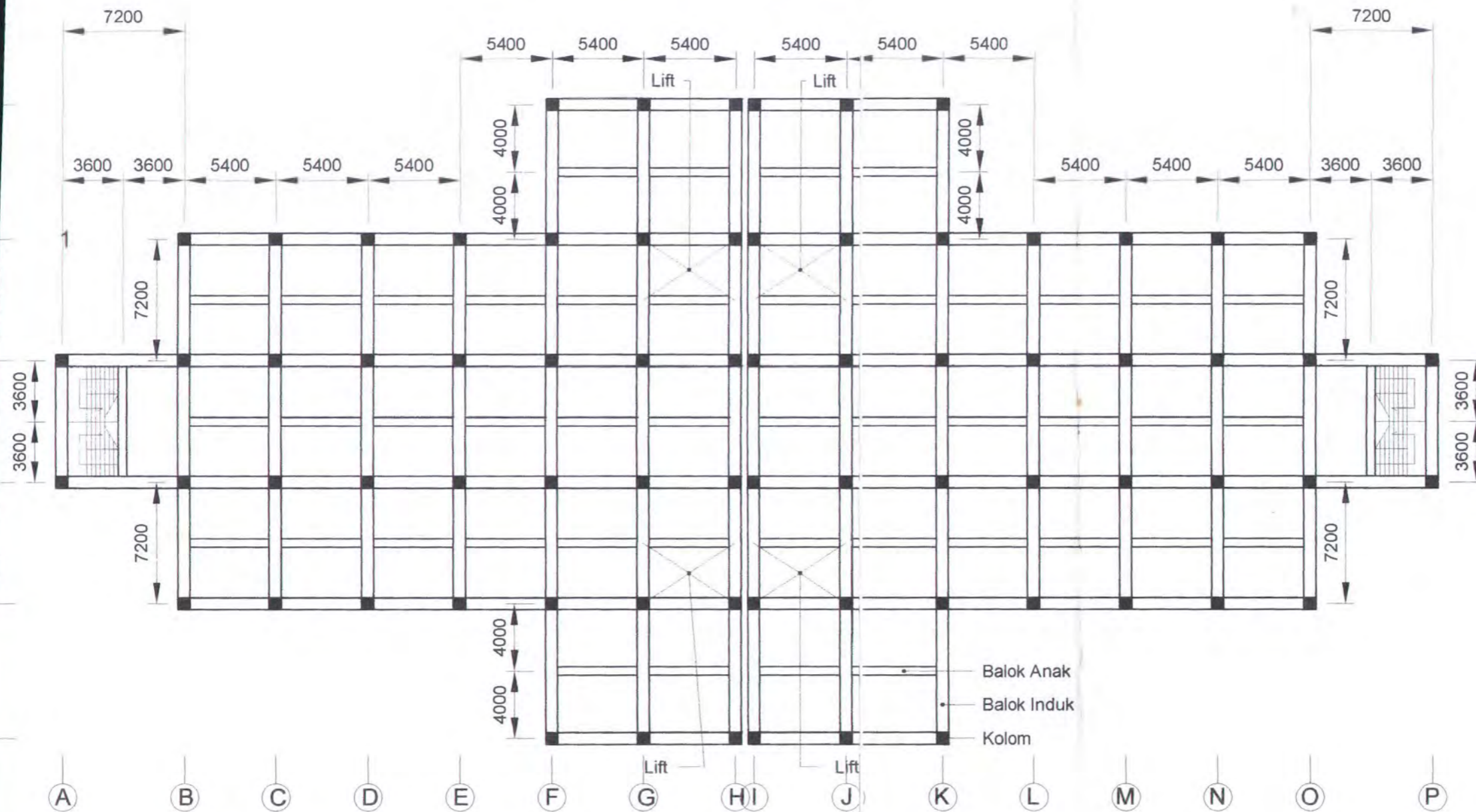
GAMBAR

DENAH Lt.1 & 2

NO. GAMBAR

DISETUJUI

CATATAN



**DENAH PEMBALOKAN Lt. 1 & 2**  
Skala 1 : 300





JURUSAN TEKNIK SIPIL  
FTSP - ITS  
SURABAYA

JUDUL TUGAS

MODIFIKASI DAN  
PERENCANAAN GEDUNG  
PERKANTORAN PEMERINTAH  
DAERAH DENGAN SISTEM  
PRACETAK

DOSEN PEMBIMBING

Prof. Ir. PRIYO SUPROBO, MS, F

MAHASISWA

MUCHAMMAD ALI AFANDI  
3199 100 055

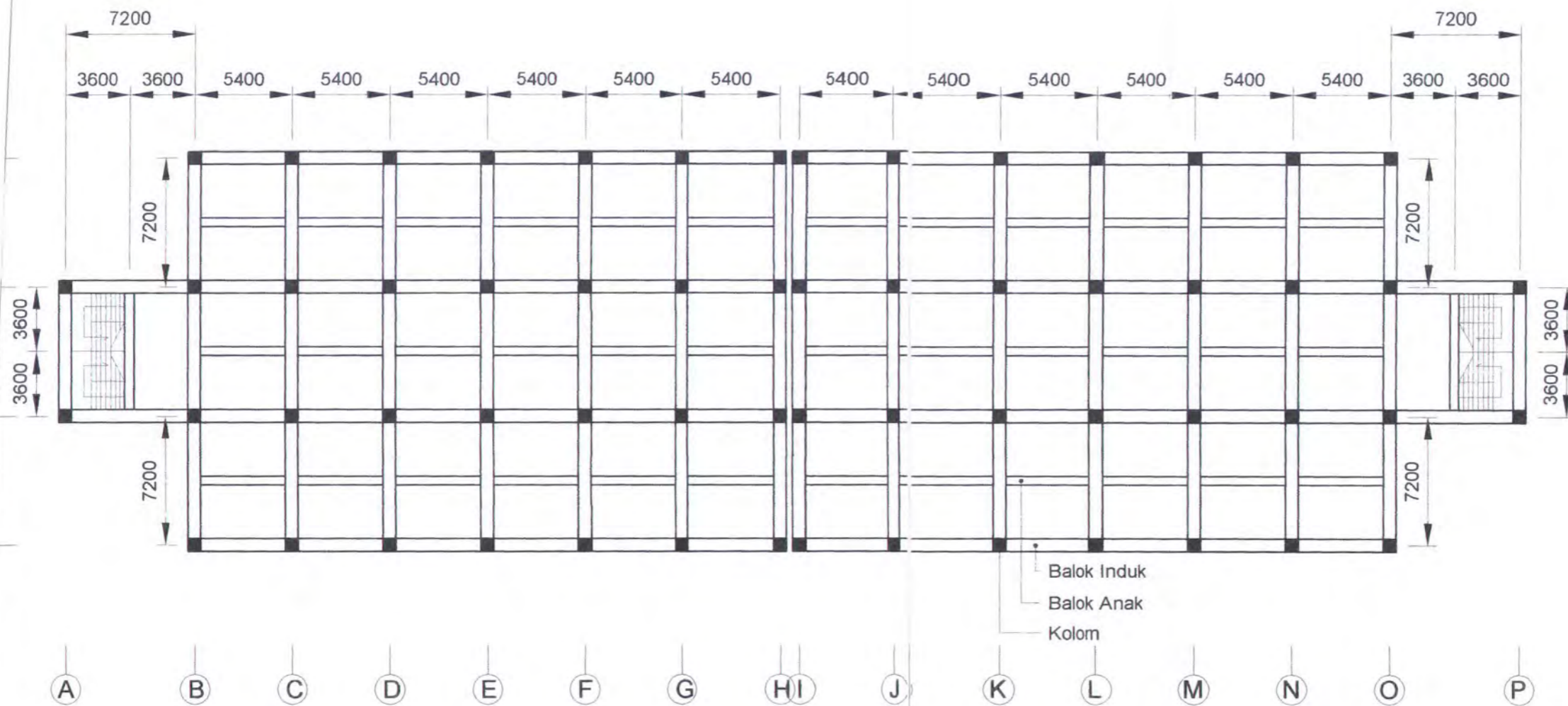
GAMBAR

DENAH Lt. 14

NO. GAMBAR

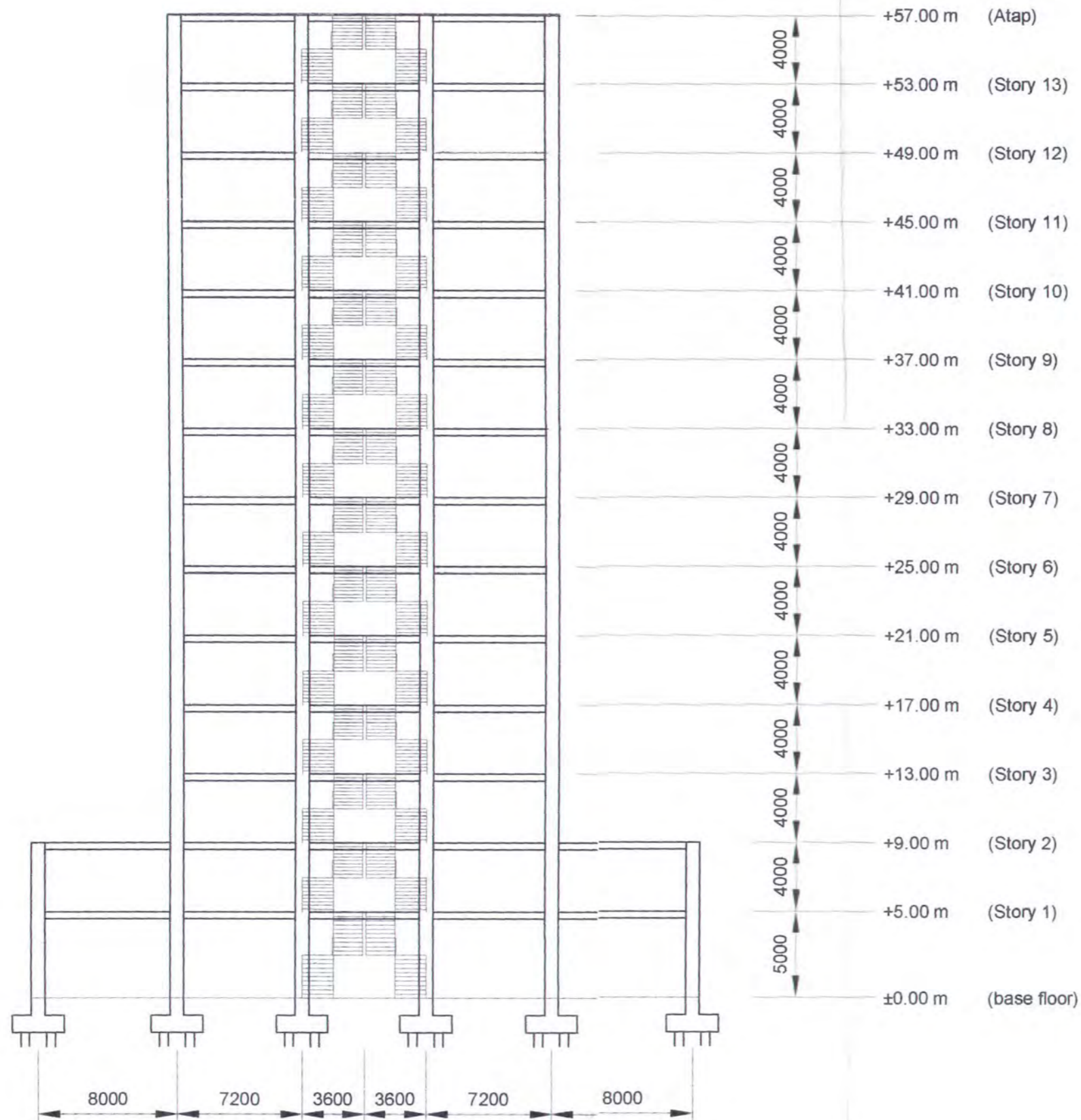
DISETUJUI

CATATAN



**DENAH PEMBALOKAN Lt. 14**  
Skala 1 : 300





- +57.00 m (Atap)
- +53.00 m (Story 13)
- +49.00 m (Story 12)
- +45.00 m (Story 11)
- +41.00 m (Story 10)
- +37.00 m (Story 9)
- +33.00 m (Story 8)
- +29.00 m (Story 7)
- +25.00 m (Story 6)
- +21.00 m (Story 5)
- +17.00 m (Story 4)
- +13.00 m (Story 3)
- +9.00 m (Story 2)
- +5.00 m (Story 1)
- ±0.00 m (base floor)



JURUSAN TEKNIK SIPIL  
FTSP - ITS  
SURABAYA

JUDUL TUGAS

MODIFIKASI DAN  
PERENCANAAN GEDUNG  
PERKANTORAN PEMERINTAH  
DAERAH DENGAN SISTEM  
PRACETAK

DOSEN PEMBIMBING

Prof. Ir. PRIYO SUPROBO, MS, Ph.D

MAHASISWA

MUCHAMMAD ALI AFANDI  
3199 100 055

GAMBAR

POTONGAN  
MELINTANG

NO. GAMBAR

DISETUJUI

CATATAN





JURUSAN TEKNIK SIPIL  
FTSP - ITS  
SURABAYA

**JUDUL TUGAS**

MODIFIKASI DAN  
PERENCANAAN GEDUNG  
PERKANTORAN PEMERINTAH  
DAERAH DENGAN SISTEM  
PRACETAK

**DOSEN PEMBIMBING**

Prof. Ir. PRIYO SUPROBO, MS, Ph.D

**MAHASISWA**

MUCHAMMAD ALI AFANDI  
3199 100 055

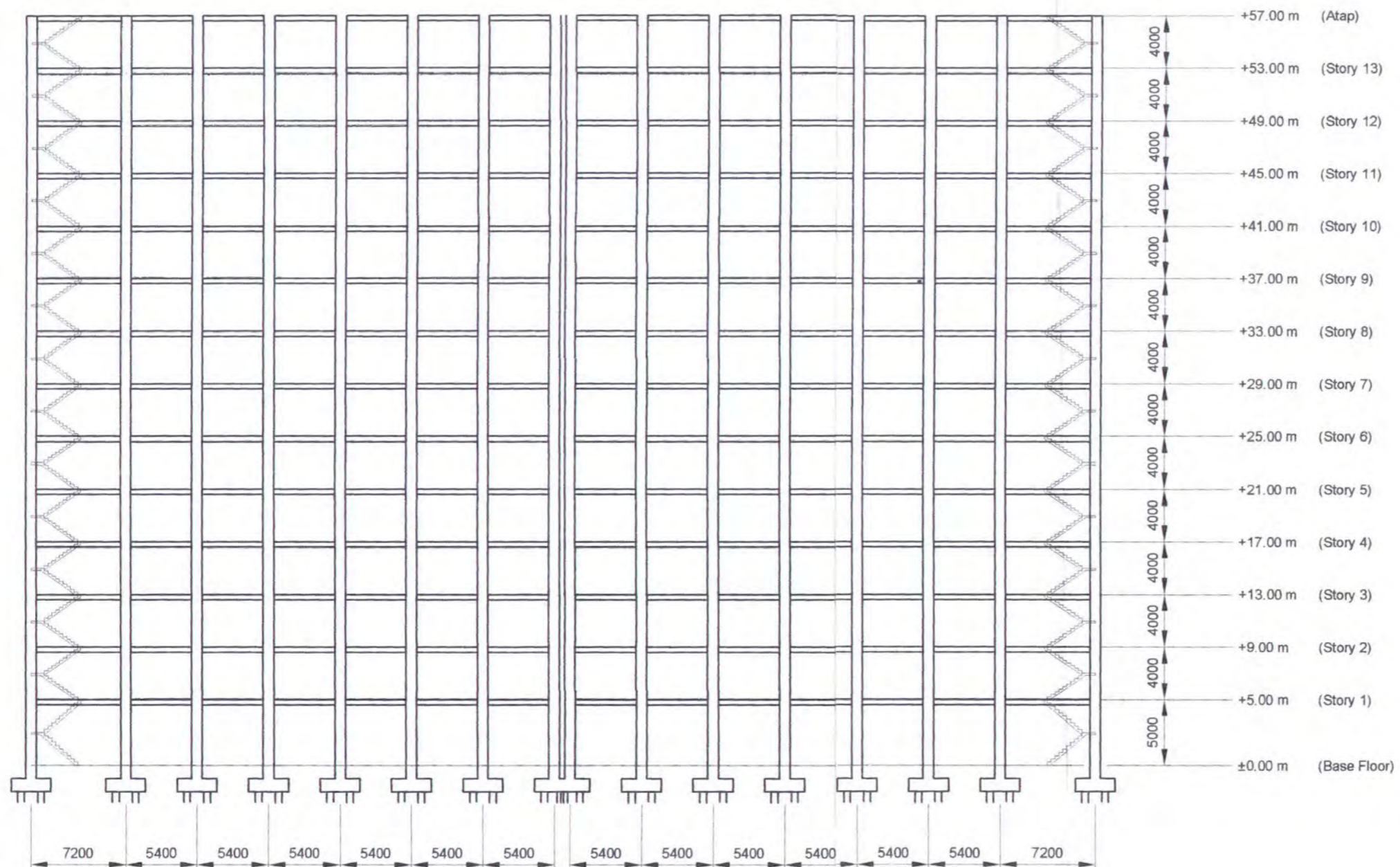
**GAMBAR**

**POTONGAN  
MEMANJANG**

**NO. GAMBAR**

**DISETUJUI**

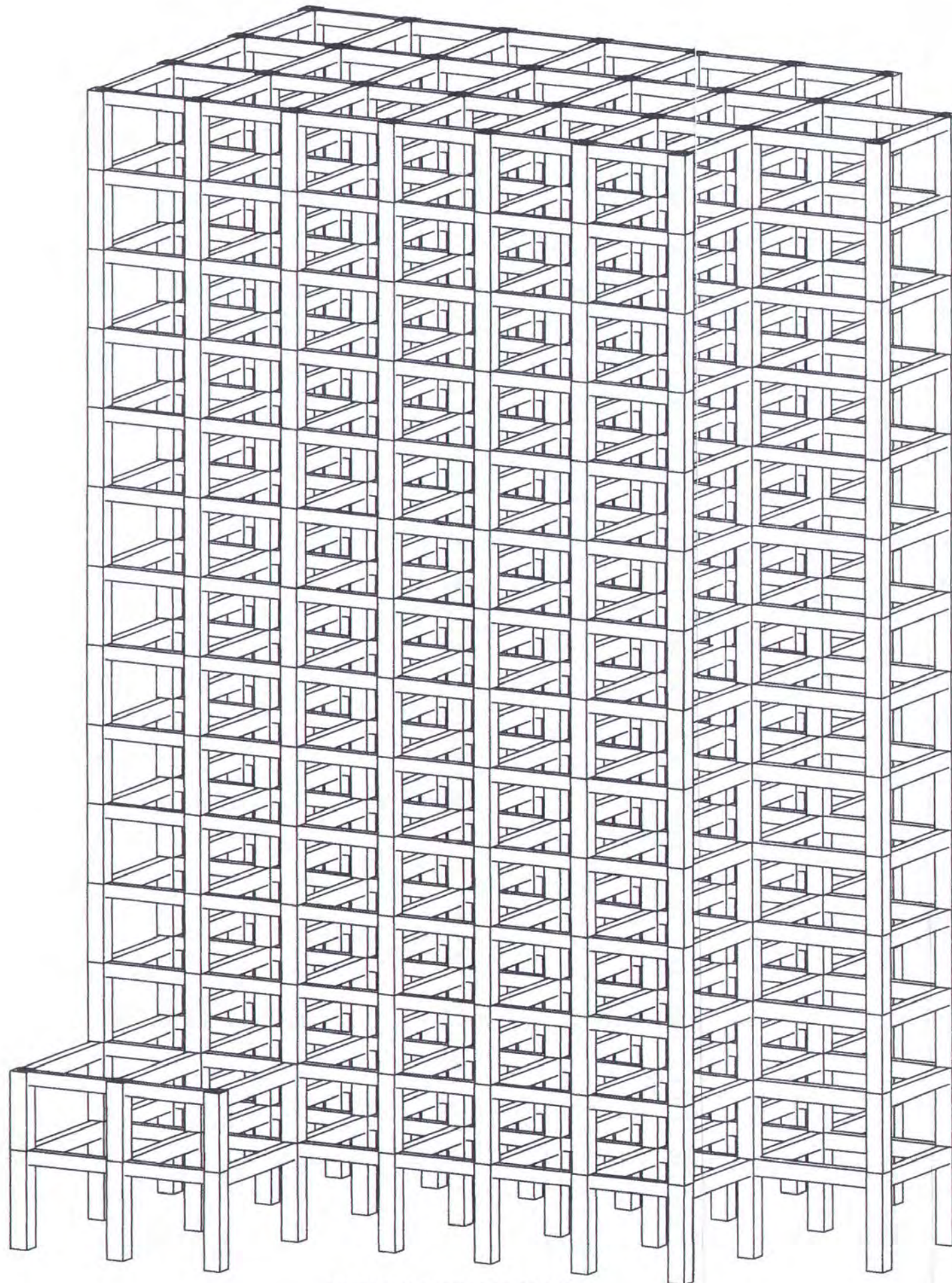
**CATATAN**



**POTONGAN MEMANJANG**

Skala 1 : 300





**PERMODELAN SRUKTUR**  
SKALA 1 : 250



JURUSAN TEKNIK SIPIL  
FTSP - ITS  
SURABAYA

JUDUL TUGAS

MODIFIKASI DAN  
PERENCANAAN GEDUNG  
PERKANTORAN PEMERINTAH  
DAERAH DENGAN SISTEM  
PRACETAK

DOSEN PEMBIMBING

Prof. Ir. PRIYO SUPROBO, MS, Ph.D

MAHASISWA

MUCHAMMAD ALI AFANDI  
3199 100 055

GAMBAR

PERMODELAN  
STRUKTUR

NO. GAMBAR

DISETUJUI

CATATAN





JURUSAN TEKNIK SIPIL  
FTSP - ITS  
SURABAYA

JUDUL TUGAS

MODIFIKASI DAN  
PERENCANAAN GEDUNG  
PERKANTORAN PEMERINTAH  
DAERAH DENGAN SISTEM  
PRACETAK

DOSEN PEMBIMBING

Prof. Ir. PRIYO SUPROBO, MS, Ph.D

MAHASISWA

MUCHAMMAD ALI AFANDI  
3199 100 055

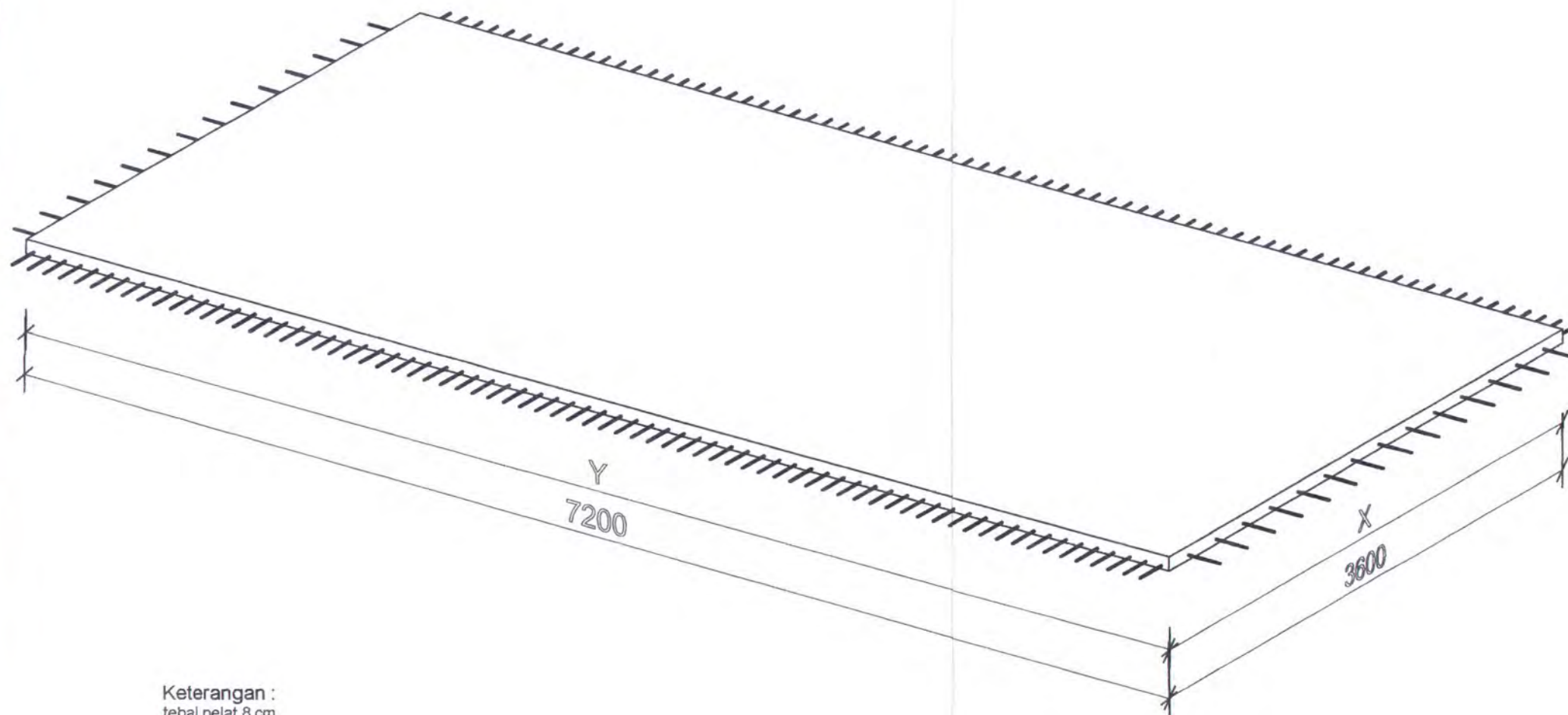
GAMBAR

3D VIEW PELAT  
3.6m X 7.2m

NO. GAMBAR

DISETUJUI

CATATAN



Keterangan :  
tebal pelat 8 cm  
tulangan X  $\varnothing$ 10 - 100  
tulangan Y  $\varnothing$ 10 - 250  
Panjang penyaluran 200 mm

3D VIEW PELAT 3.6m X 7.2m SEBELUM KOMPOSIT  
Skala 1 : 30



JURUSAN TEKNIK SIPIL  
FTSP - ITS  
SURABAYA

JUDUL TUGAS

MODIFIKASI DAN  
PERENCANAAN GEDUNG  
PERKANTORAN PEMERINTAH  
DAERAH DENGAN SISTEM  
PRACETAK

DOSEN PEMBIMBING

Prof. Ir. PRIYO SUPROBO, MS, Ph.D

MAHASISWA

MUCHAMMAD ALI AFANDI  
3199 100 055

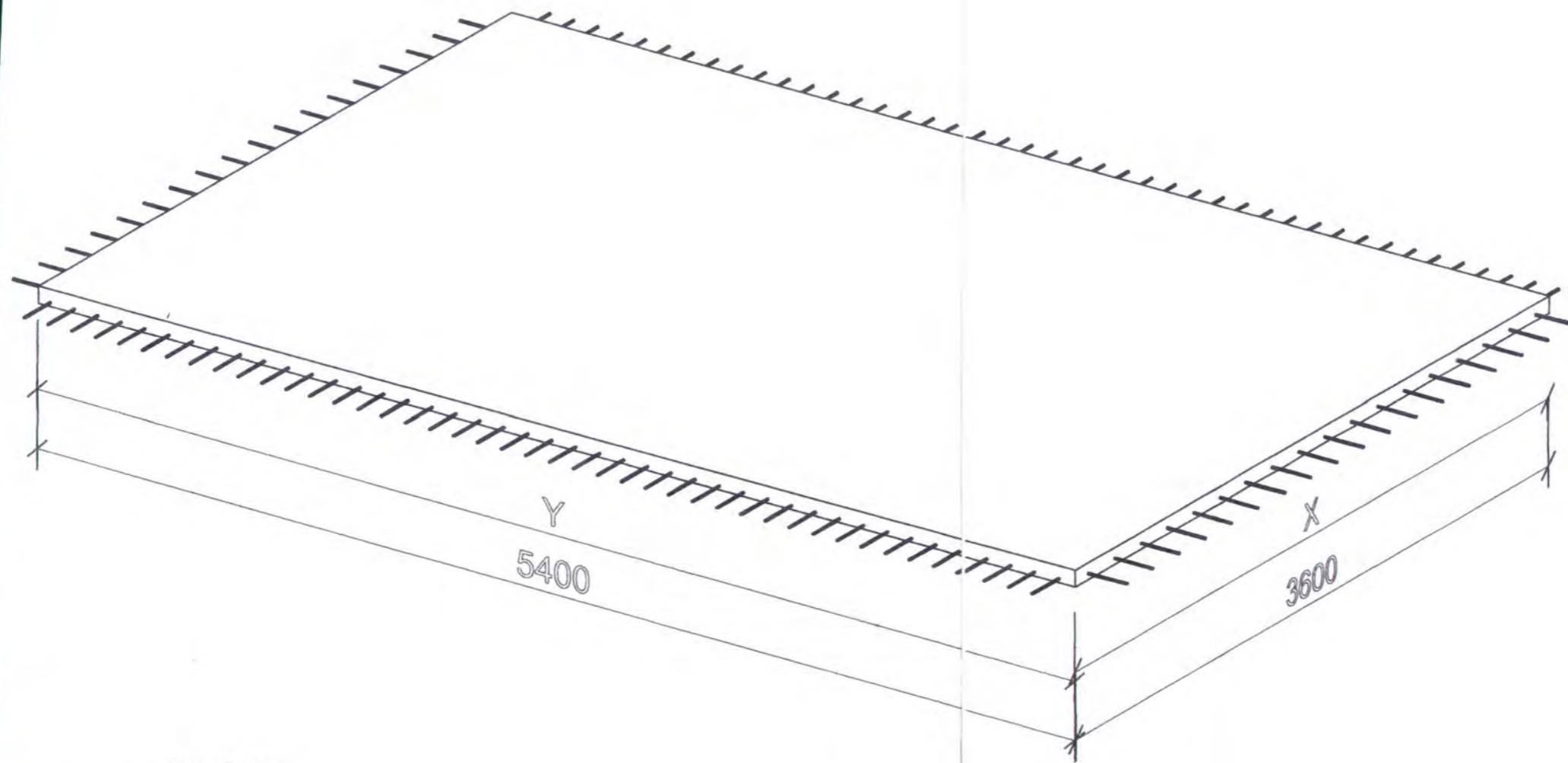
GAMBAR

3D VIEW PELAT  
3.6m X 5.4m

NO. GAMBAR

DISETUJUI

CATATAN



Keterangan :  
tebal pelat 8 cm  
tulangan X  $\varnothing$ 10 - 125  
tulangan Y  $\varnothing$ 10 - 200  
Panjang penyaluran 200 mm

3D VIEW PELAT 3.6m X 5.4m SEBELUM KOMPOSIT

Skala 1 : 25





JURUSAN TEKNIK SIPIL  
FTSP - ITS  
SURABAYA

JUDUL TUGAS

MODIFIKASI DAN  
PERENCANAAN GEDUNG  
PERKANTORAN PEMERINTAH  
DAERAH DENGAN SISTEM  
PRACETAK

DOSEN PEMBIMBING

Prof. Ir. PRIYO SUPROBO, MS, Ph.D

MAHASISWA

MUCHAMMAD ALI AFANDI  
3199 100 055

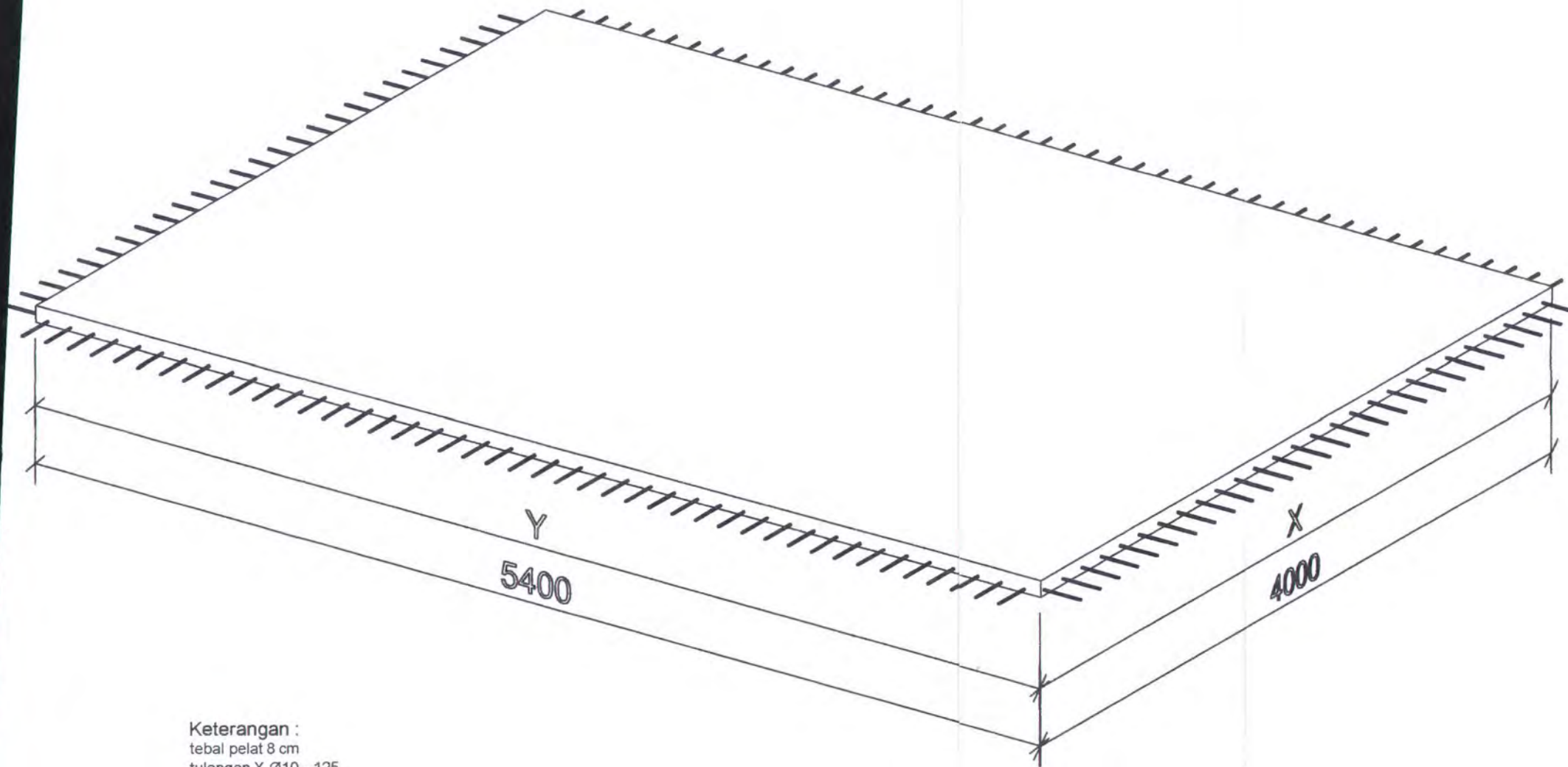
GAMBAR

3D VIEW PELAT  
4m X 5.4m

NO. GAMBAR

DISETUJUI

CATATAN



Keterangan :  
tebal pelat 8 cm  
tulangan X  $\varnothing$ 10 - 125  
tulangan Y  $\varnothing$ 10 - 150

**3D VIEW PELAT 4m X 5.4m SEBELUM KOMPOSIT**  
Skala 1 : 25



JURUSAN TEKNIK SIPIL  
FTSP - ITS  
SURABAYA

JUDUL TUGAS

MODIFIKASI DAN  
PERENCANAAN GEDUNG  
PERKANTORAN PEMERINTAH  
DAERAH DENGAN SISTEM  
PRACETAK

DOSEN PEMBIMBING

Prof. Ir. PRIYO SUPROBO, MS, Ph.D

MAHASISWA

MUCHAMMAD ALI AFANDI  
3199 100 055

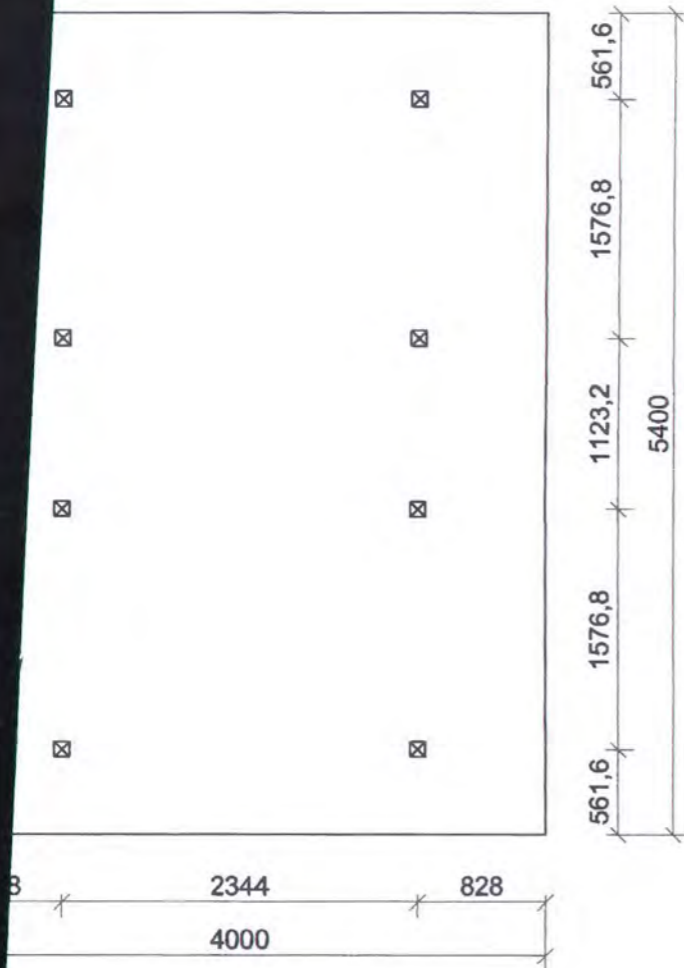
GAMBAR

LETAK TITIK  
ANGKAT

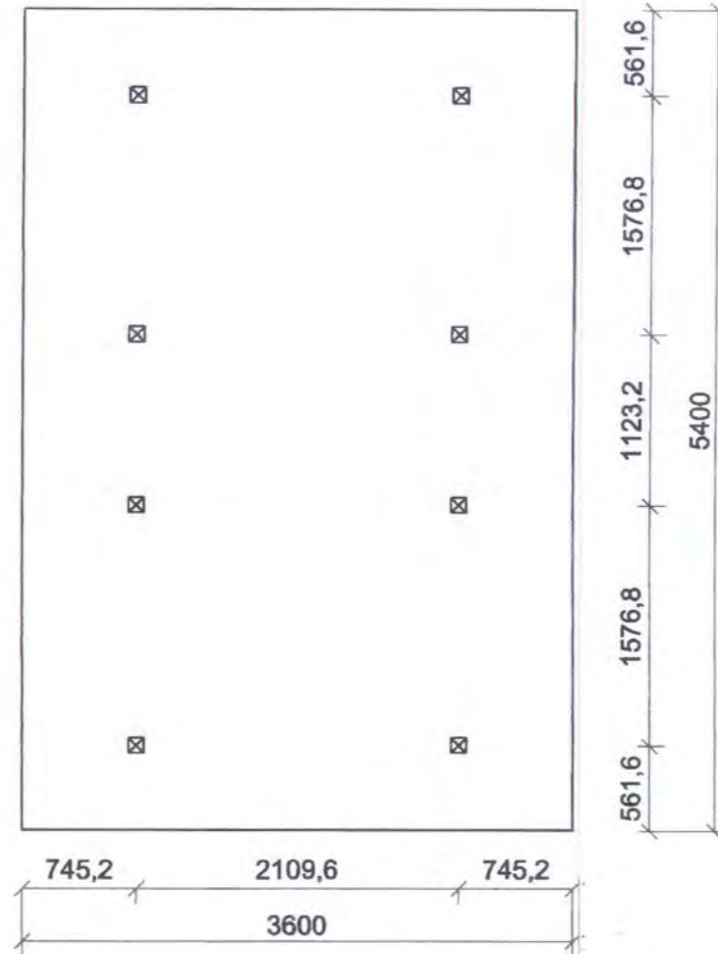
NO. GAMBAR

DISETUJUI

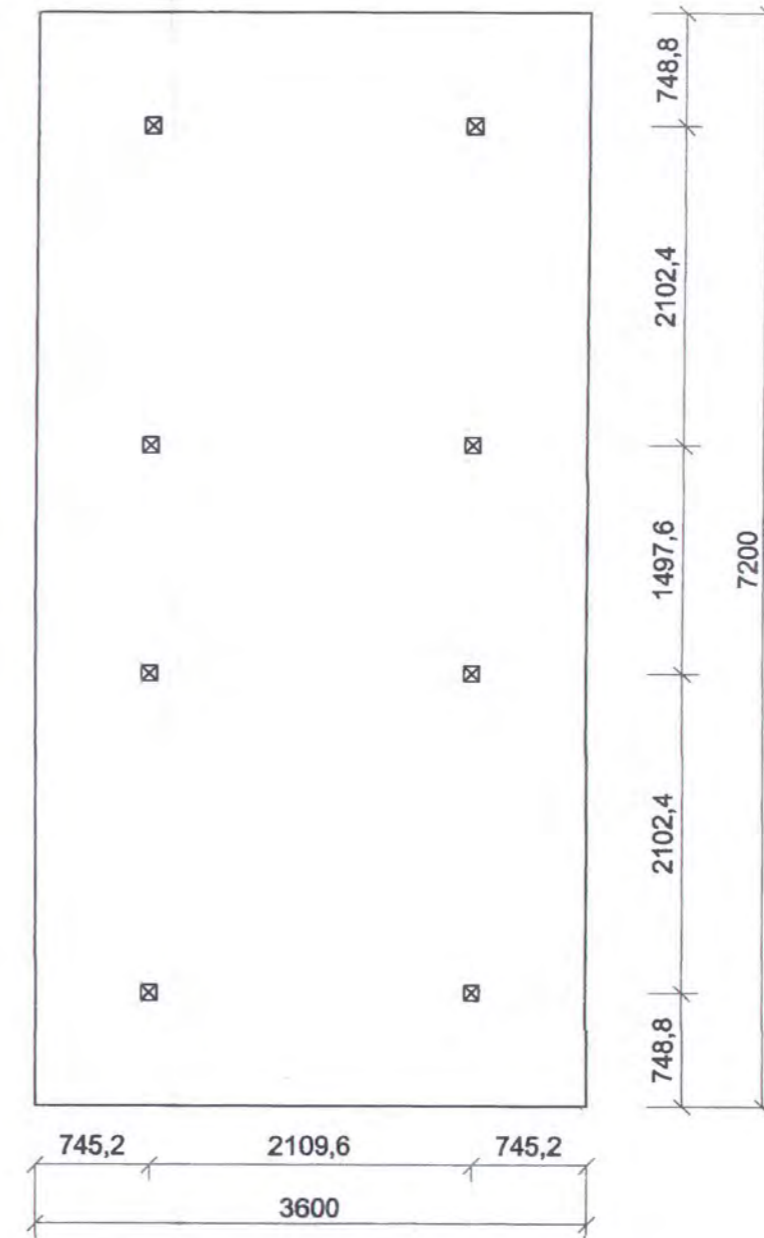
CATATAN



TITIK ANGKAT PELAT 4m X 5.4m  
Skala 1 : 50



TITIK ANGKAT PELAT 3.6m X 5.4m  
Skala 1 : 50



TITIK ANGKAT PELAT 3.6m X 7.2m  
Skala 1 : 50

Keterangan :  
Tul angkat = 1 kabel strand seven wire  $\varnothing \frac{1}{4}$  in  
fpu = 250 ksi





JURUSAN TEKNIK SIPIL  
FTSP - ITS  
SURABAYA

JUDUL TUGAS

MODIFIKASI DAN  
PERENCANAAN GEDUNG  
PERKANTORAN PEMERINTAH  
DAERAH DENGAN SISTEM  
PRACETAK

DOSEN PEMBIMBING

Prof. Ir. PRIYO SUPROBO, MS, Ph

MAHASISWA

MUCHAMMAD ALI AFANDI  
3199 100 055

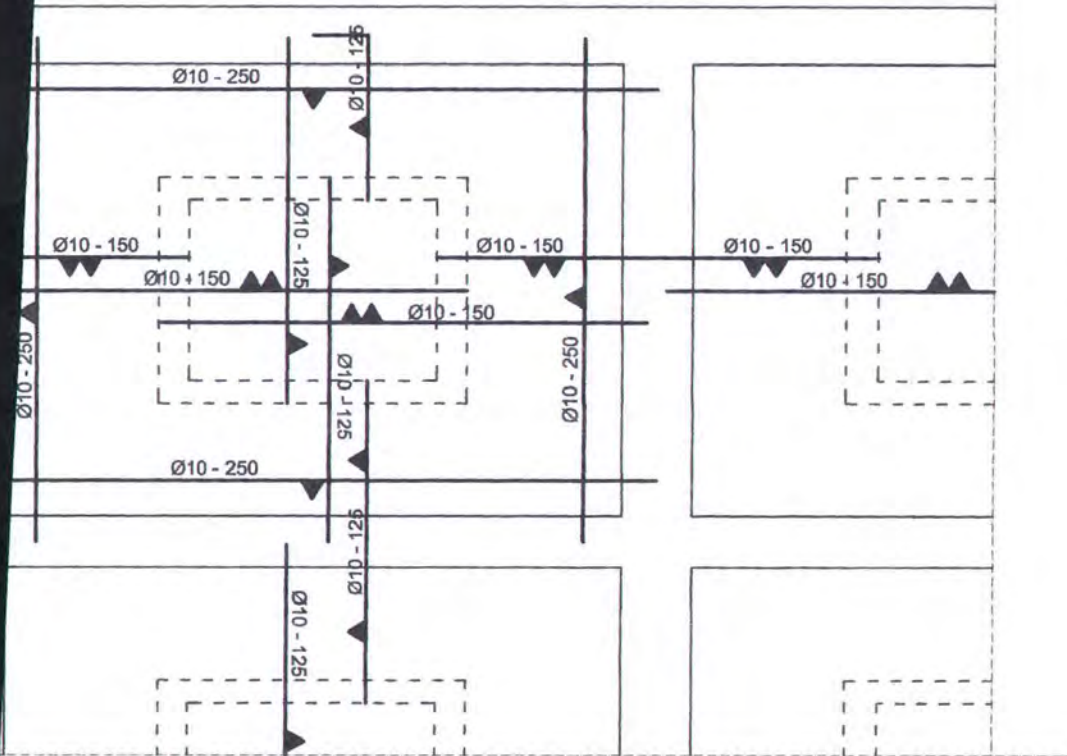
GAMBAR

TULANGAN PELAT  
(SETELAH  
KOMPOSIT)

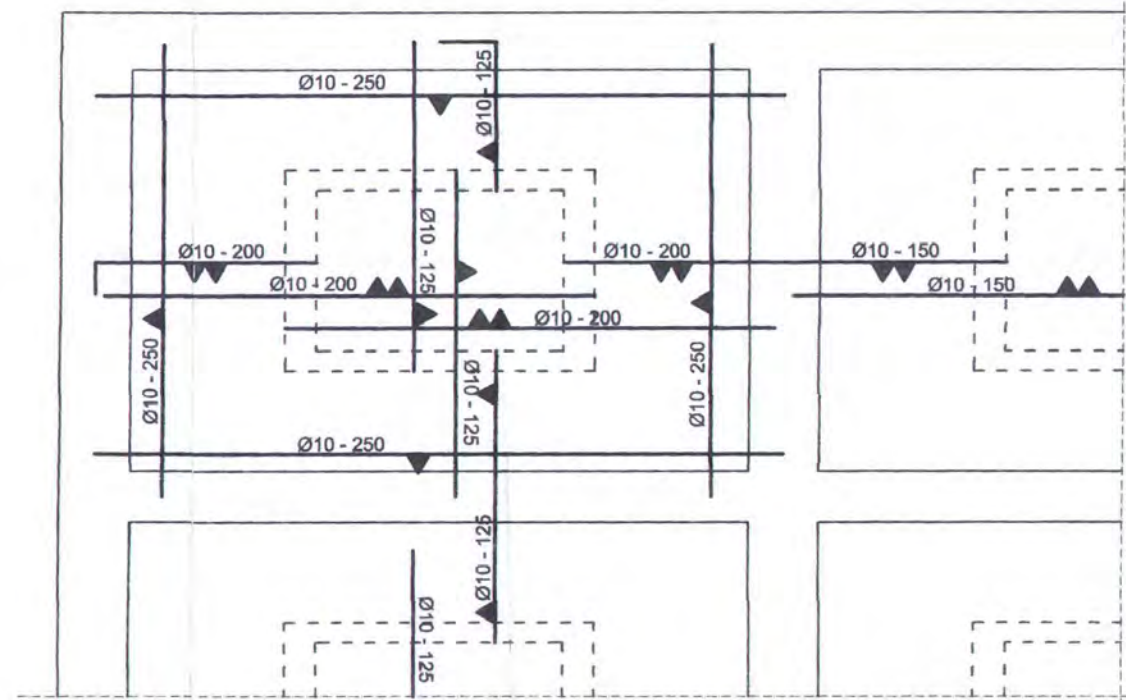
NO. GAMBAR

DISETUJUI

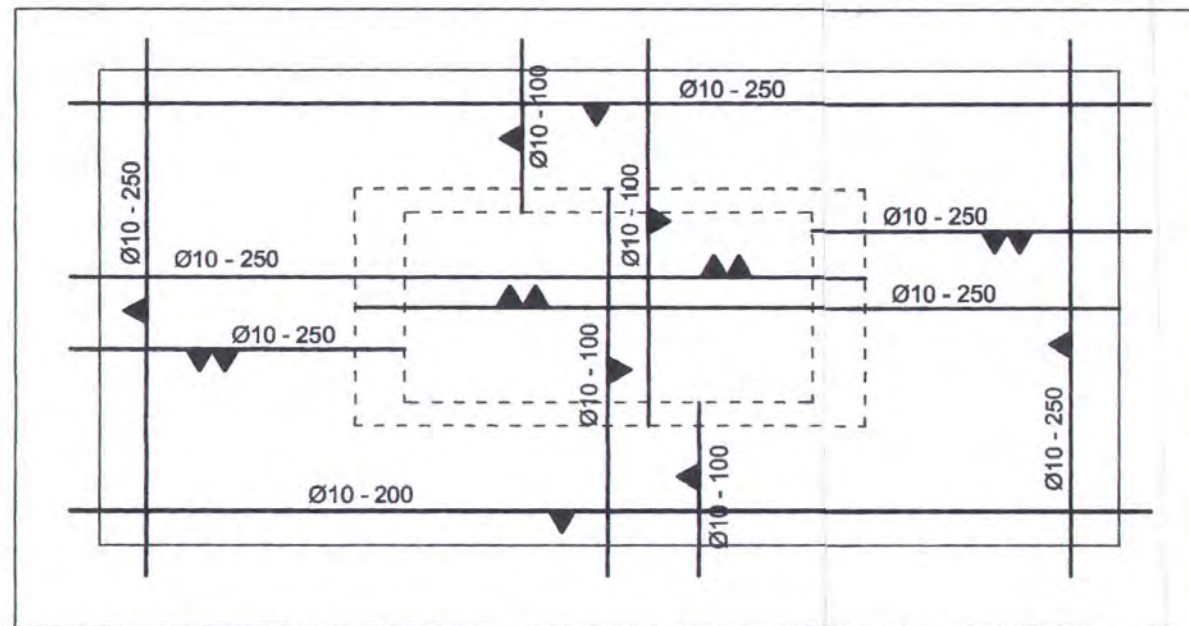
CATATAN



PELAT 4m X 5.4m  
Skala 1 : 60



PELAT 3.6m X 5.4m  
Skala 1 : 60



PELAT 3.6m X 7.2m  
Skala 1 : 50





JURUSAN TEKNIK SIPIL  
FTSP - ITS  
SURABAYA

JUDUL TUGAS

MODIFIKASI DAN  
PERENCANAAN GEDUNG  
PERKANTORAN PEMERINTAH  
DAERAH DENGAN SISTEM  
PRACETAK

DOSEN PEMBIMBING

Prof. Ir. PRIYO SUPROBO, MS, Ph.D

MAHASISWA

MUCHAMMAD ALI AFANDI  
3199 100 055

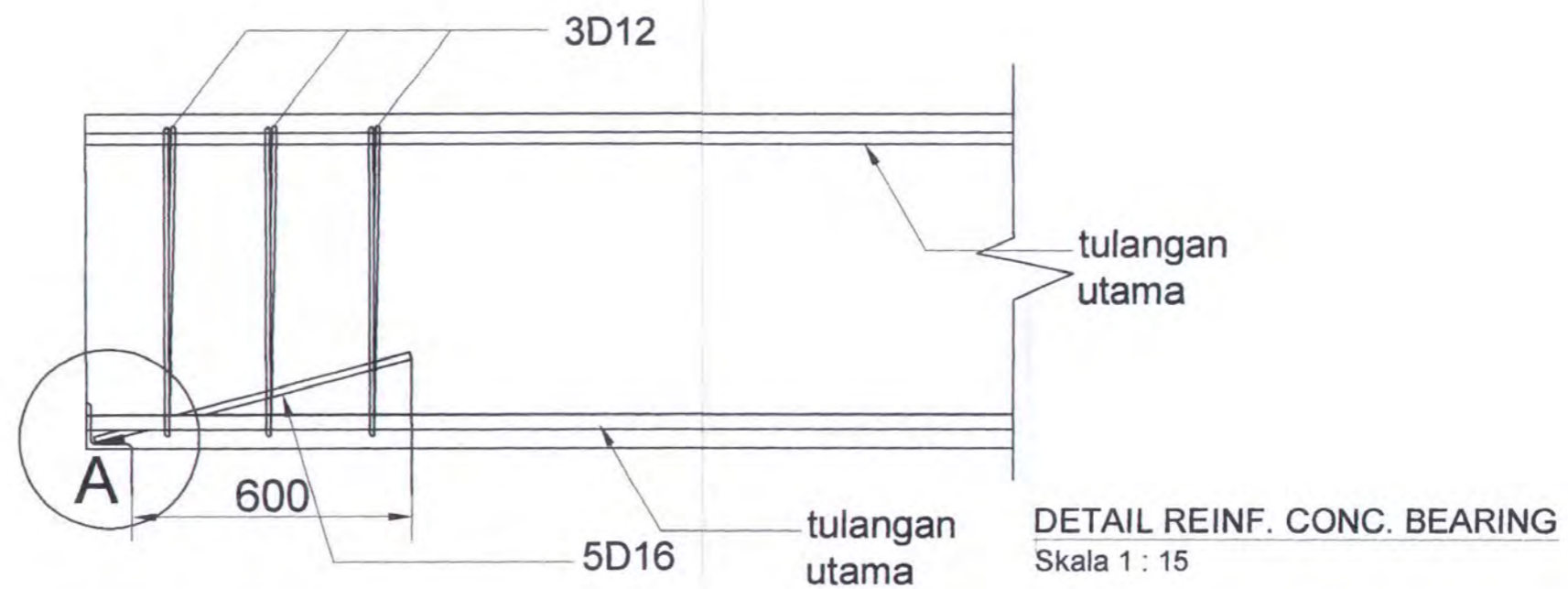
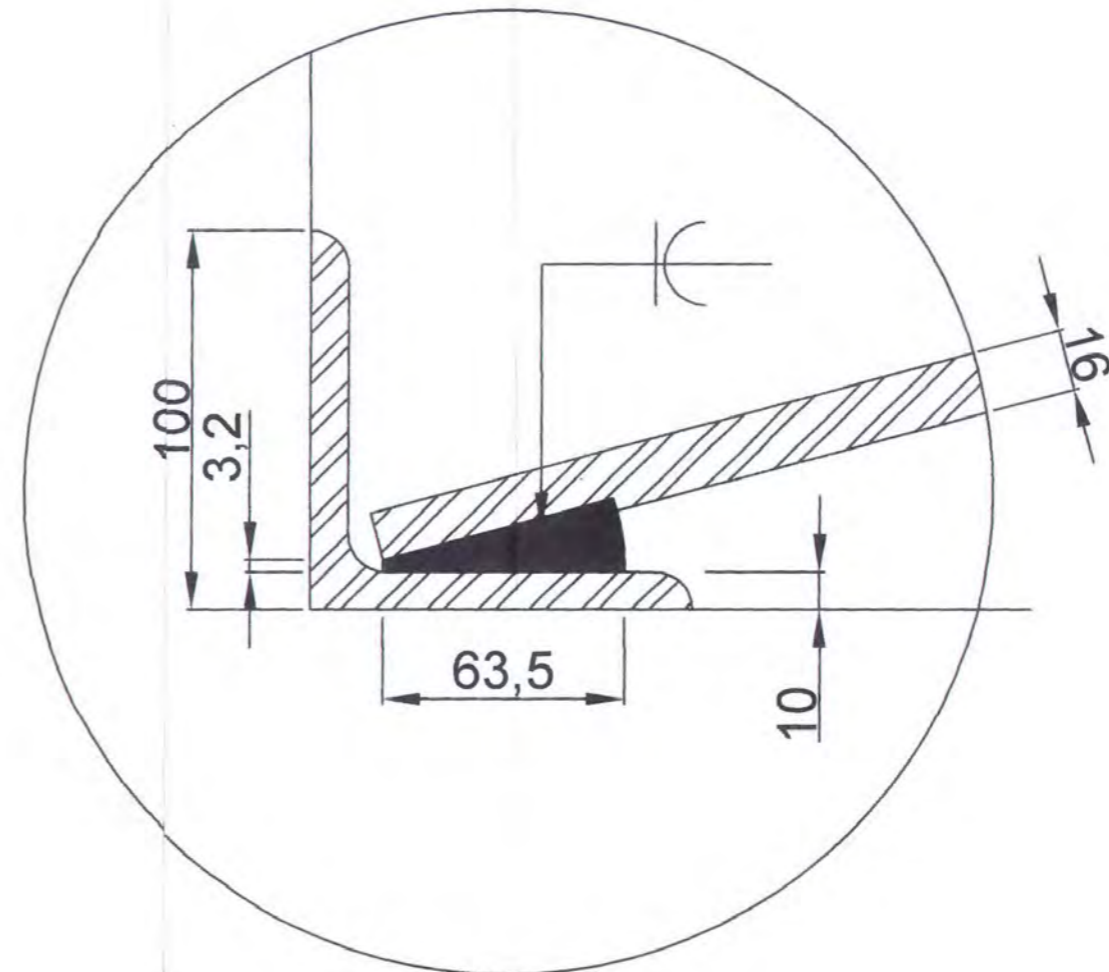
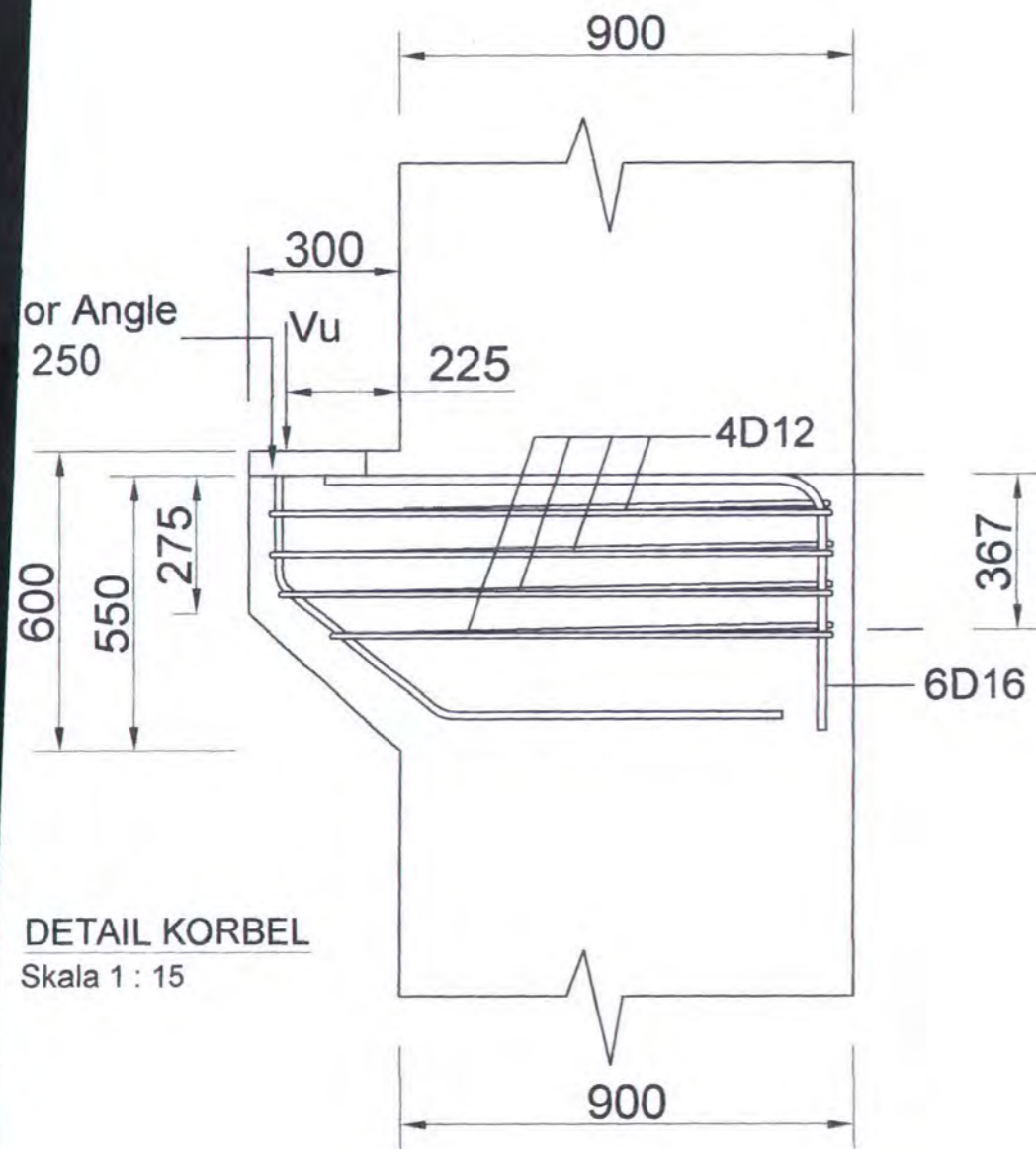
GAMBAR

PERKUATAN  
UJUNG BALOK &  
KOLOM

NO. GAMBAR

DISETUJUI

CATATAN







JURUSAN TEKNIK SIPIL  
FTSP - ITS  
SURABAYA

JUDUL TUGAS

MODIFIKASI DAN  
PERENCANAAN GEDUNG  
PERKANTORAN PEMERINTAH  
DAERAH DENGAN SISTEM  
PRACETAK

DOSEN PEMBIMBING

Prof. Ir. PRIYO SUPROBO, MS, Ph.D

MAHASISWA

MUCHAMMAD ALI AFANDI  
3199 100 055

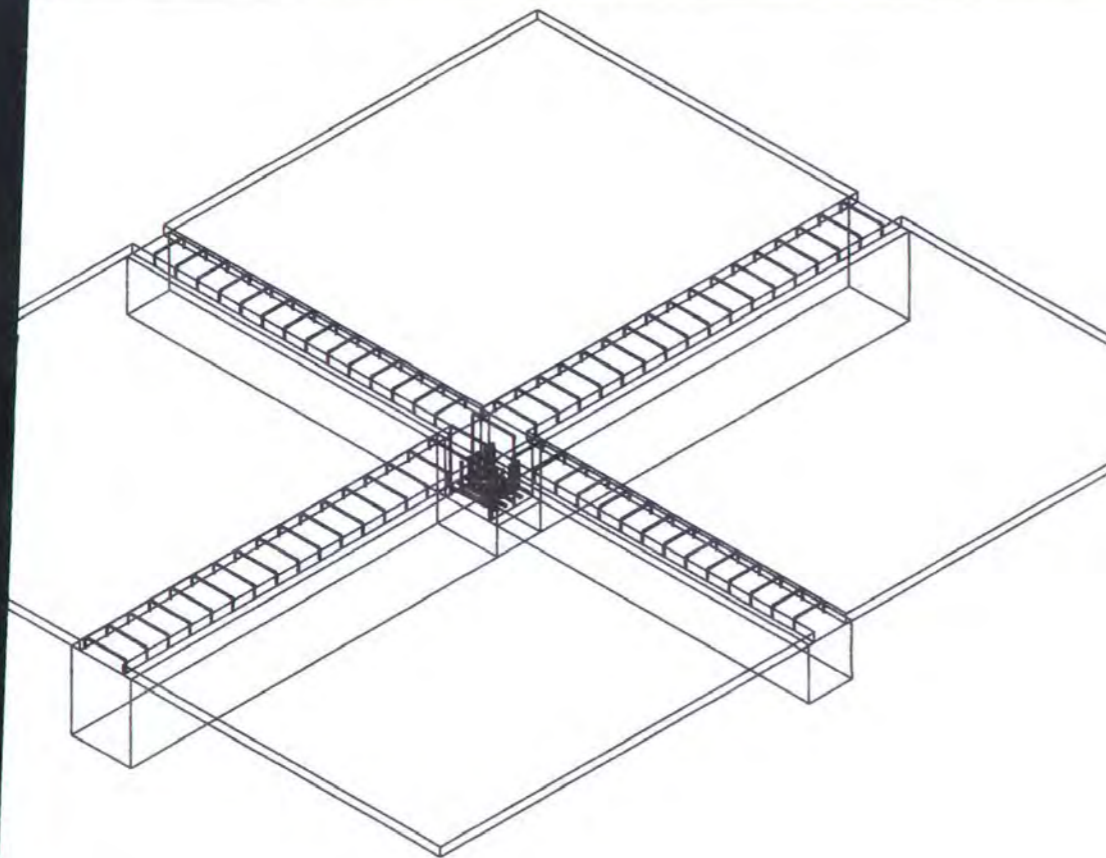
GAMBAR

SAMBUNGAN B.  
INDUK-B. ANAK

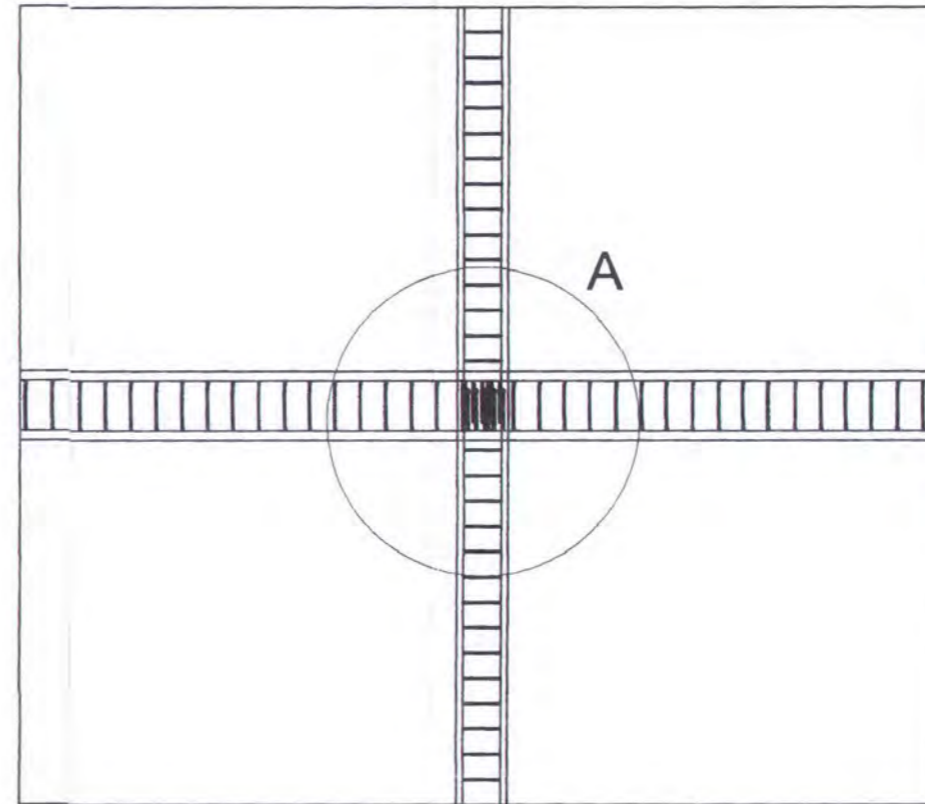
NO. GAMBAR

DISETUJUI

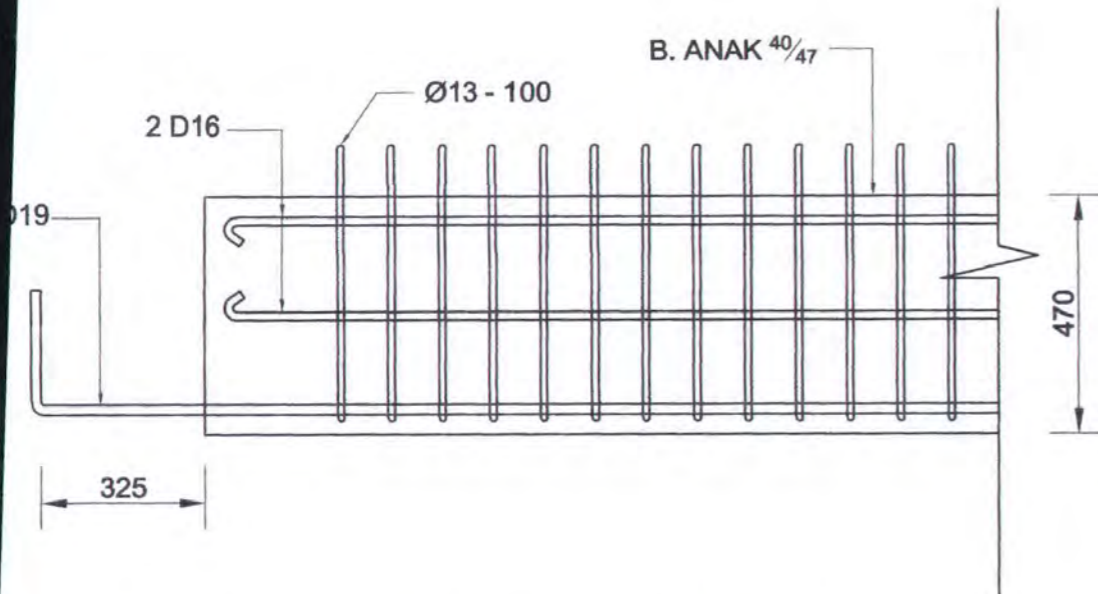
CATATAN



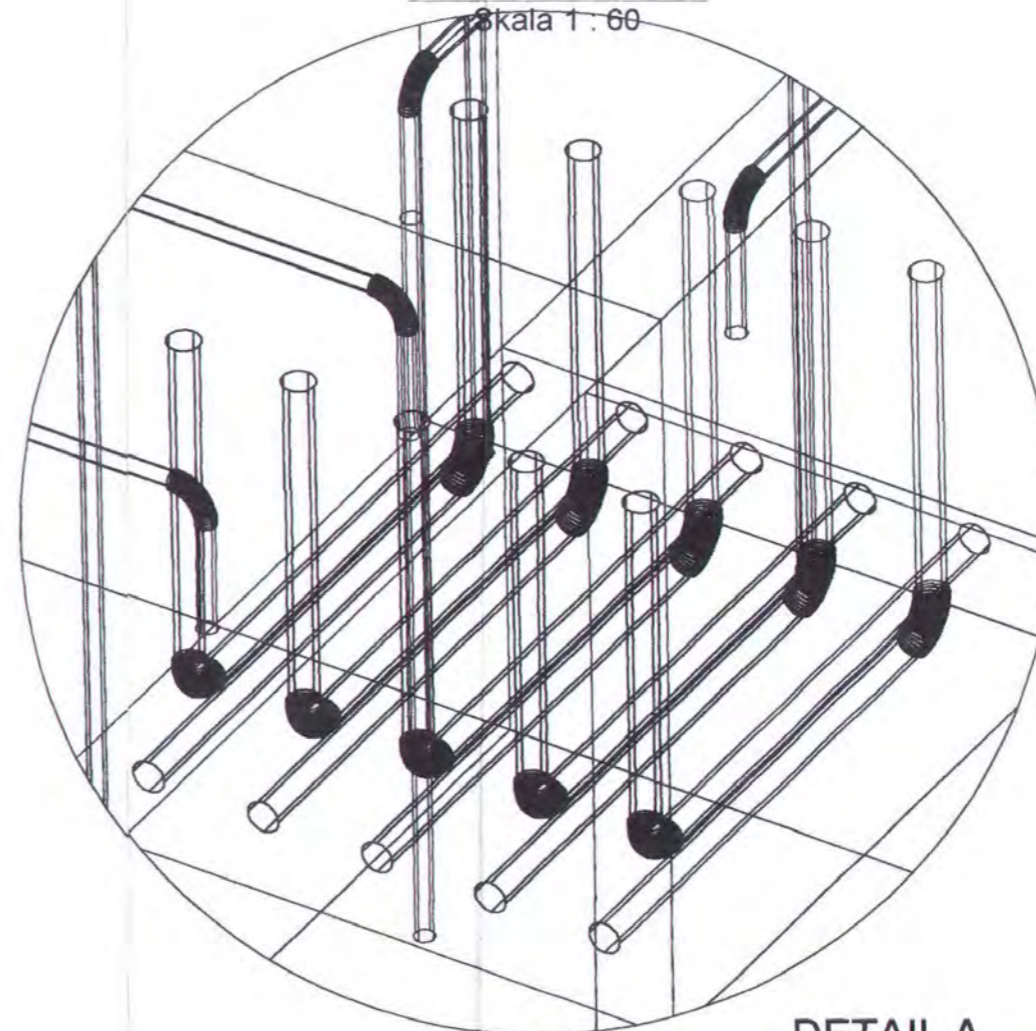
**3D VIEW**  
Skala 1 : 50



**TAMPAK ATAS**  
Skala 1 : 60



**PANJANG PENYALURAN B. ANAK**  
Skala 1 : 15



**DETAIL A**  
Skala 1 : 4





JURUSAN TEKNIK SIPIL  
FTSP - ITS  
SURABAYA

JUDUL TUGAS

MODIFIKASI DAN  
PERENCANAAN GEDUNG  
PERKANTORAN PEMERINTAH  
DAERAH DENGAN SISTEM  
PRACETAK

DOSEN PEMBIMBING

Prof. Ir. PRIYO SUPROBO, MS, Ph.D

MAHASISWA

MUCHAMMAD ALI AFANDI  
3199 100 055

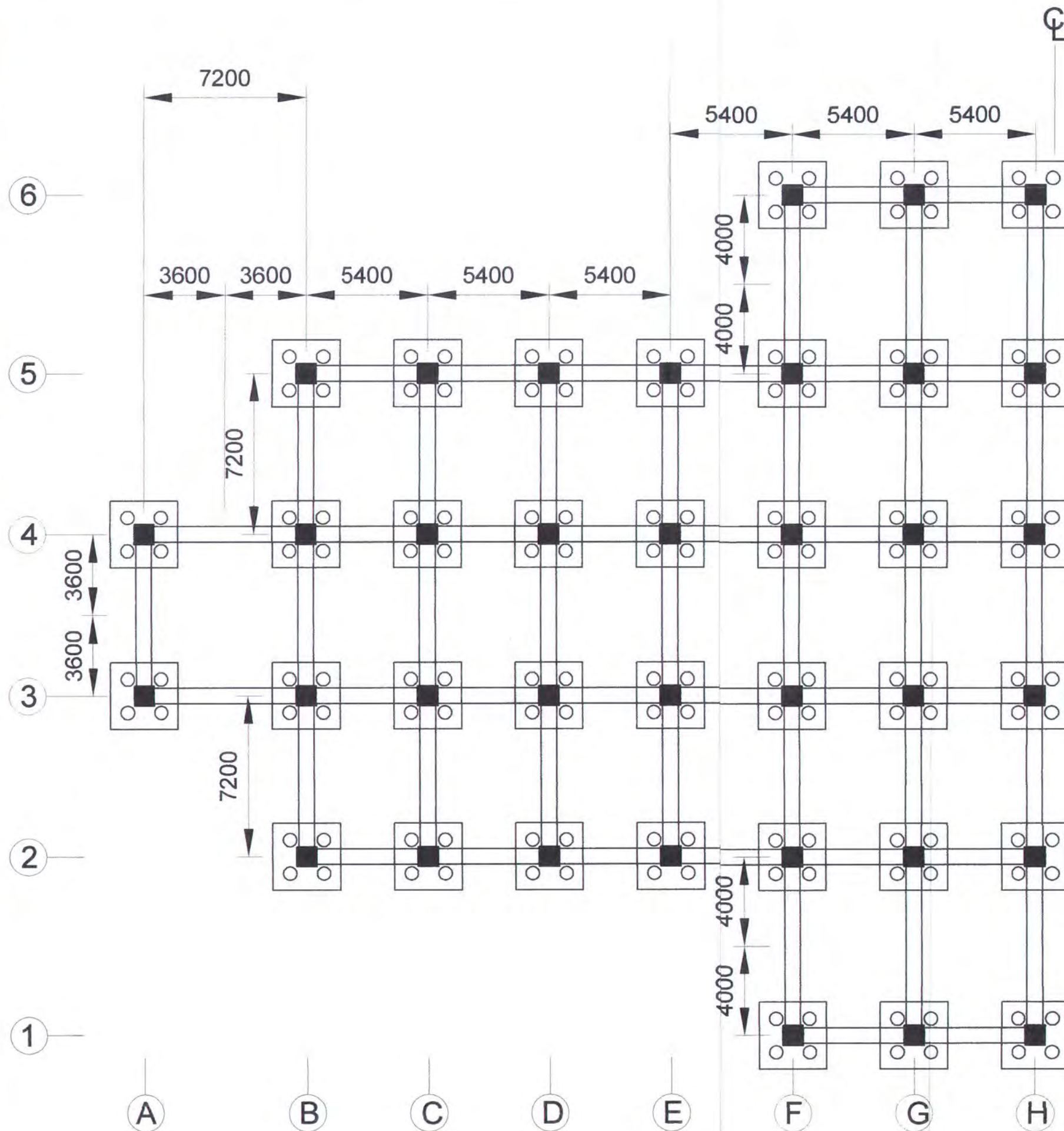
GAMBAR

DENAH PONDASI

NO. GAMBAR

DISETUJUI

CATATAN







JURUSAN TEKNIK SIPIL  
FTSP - ITS  
SURABAYA

JUDUL TUGAS AKHIR

MODIFIKASI DAN  
PERENCANAAN GEDUNG  
PERKANTORAN PEMERINTAH  
DAERAH DENGAN SISTEM  
PRACETAK

DOSEN PEMBIMBING

Prof. Ir. PRIYO SUPROBO, MS, Ph

MAHASISWA

MUCHAMMAD ALI AFANDI  
3199 100 055

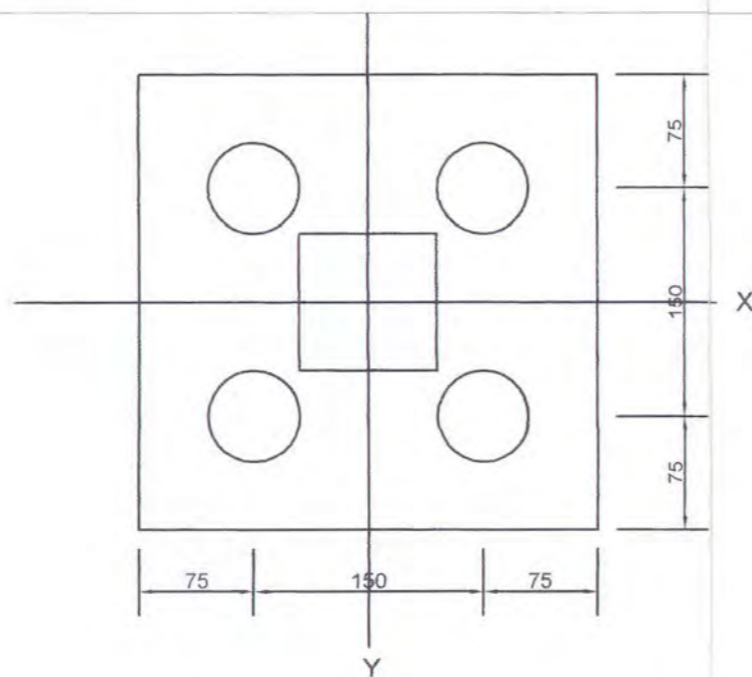
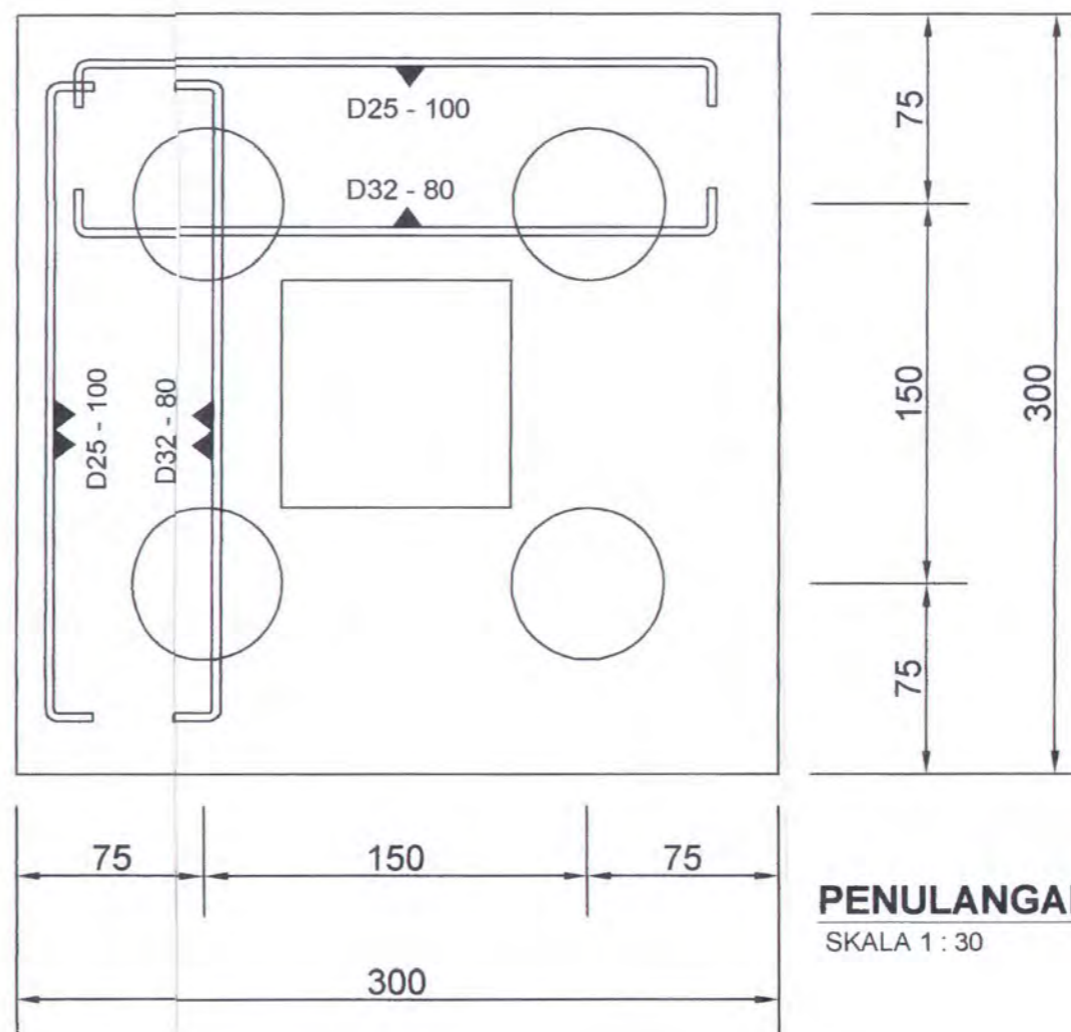
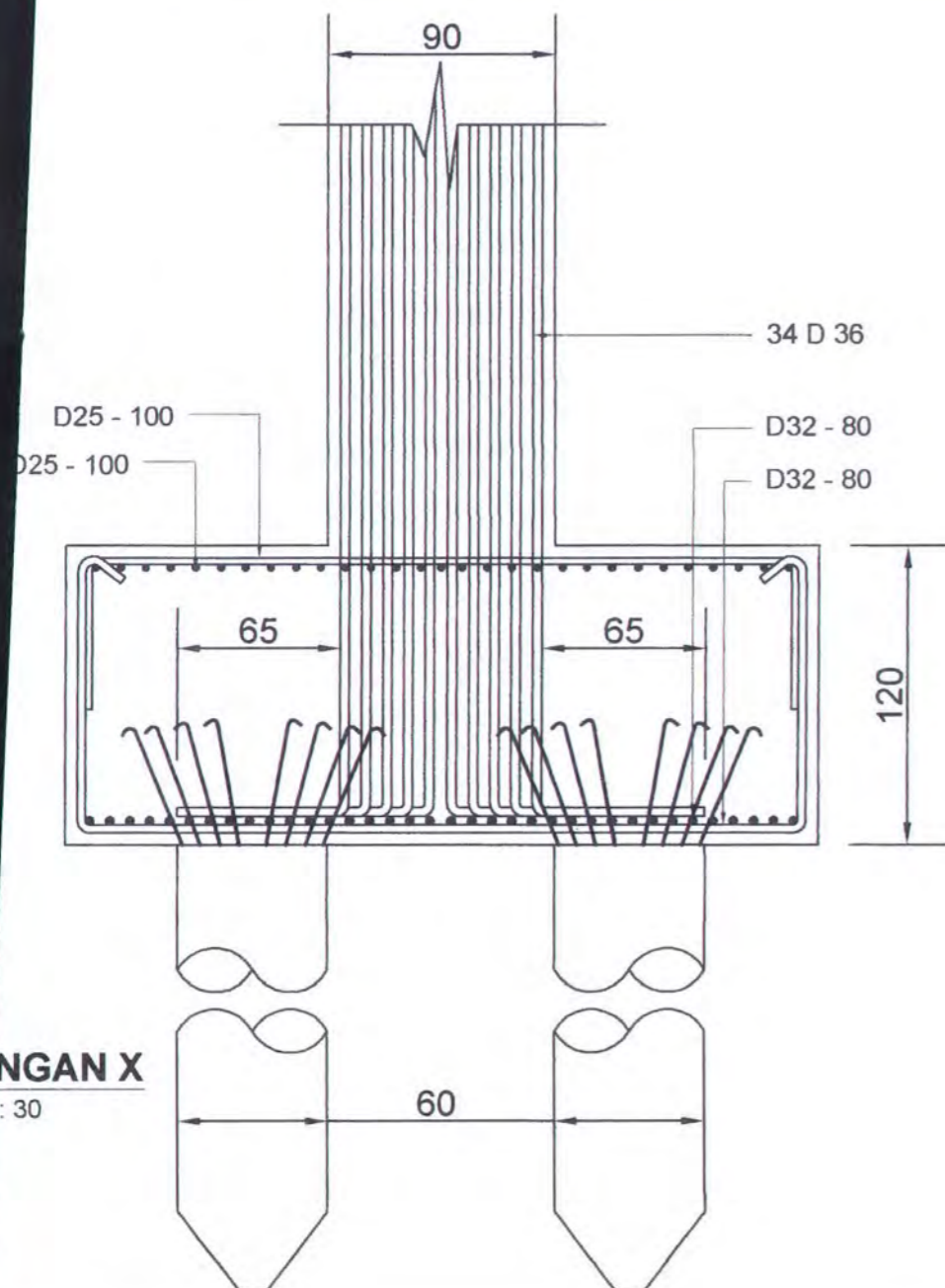
GAMBAR

DETAIL PENULANGAN  
POER

NO. GAMBAR

DISETUJUI

CATATAN







JURUSAN TEKNIK SIPIL  
FTSP - ITS  
SURABAYA

JUDUL TUGAS

MODIFIKASI DAN  
PERENCANAAN GEDUNG  
PERKANTORAN PEMERINTAH  
DAERAH DENGAN SISTEM  
PRACETAK

DOSEN PEMBIMBING

Prof. Ir. PRIYO SUPROBO, MS, Ph.D

MAHASISWA

MUCHAMMAD ALI AFANDI  
3199 100 055

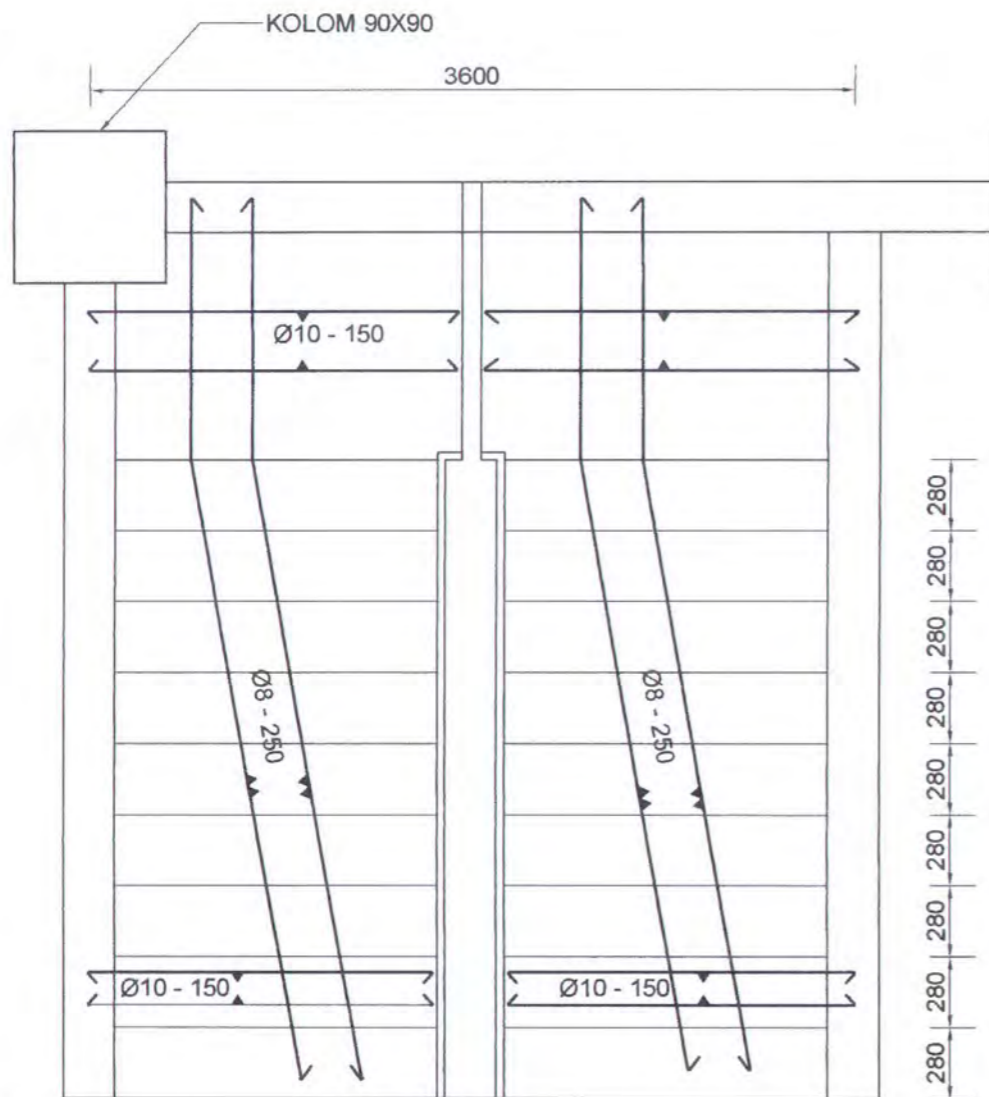
GAMBAR

PENULANGAN  
TANGGA

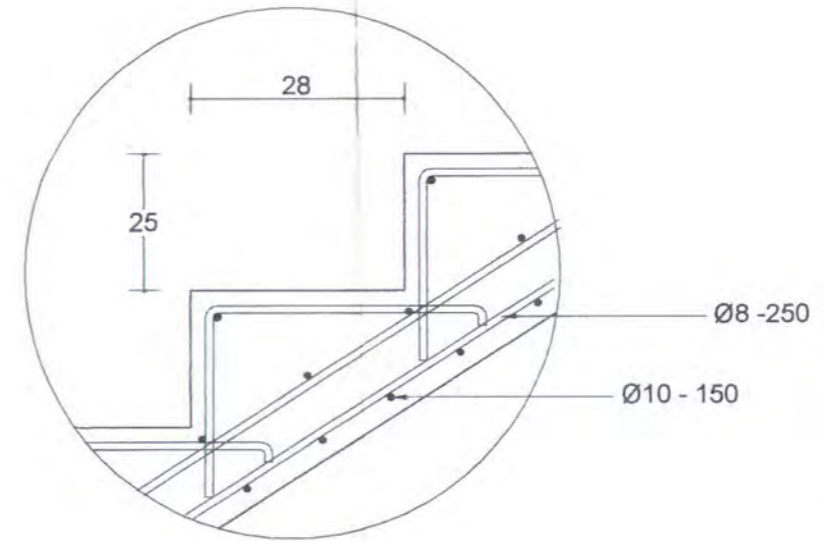
NO. GAMBAR

DISETUJUI

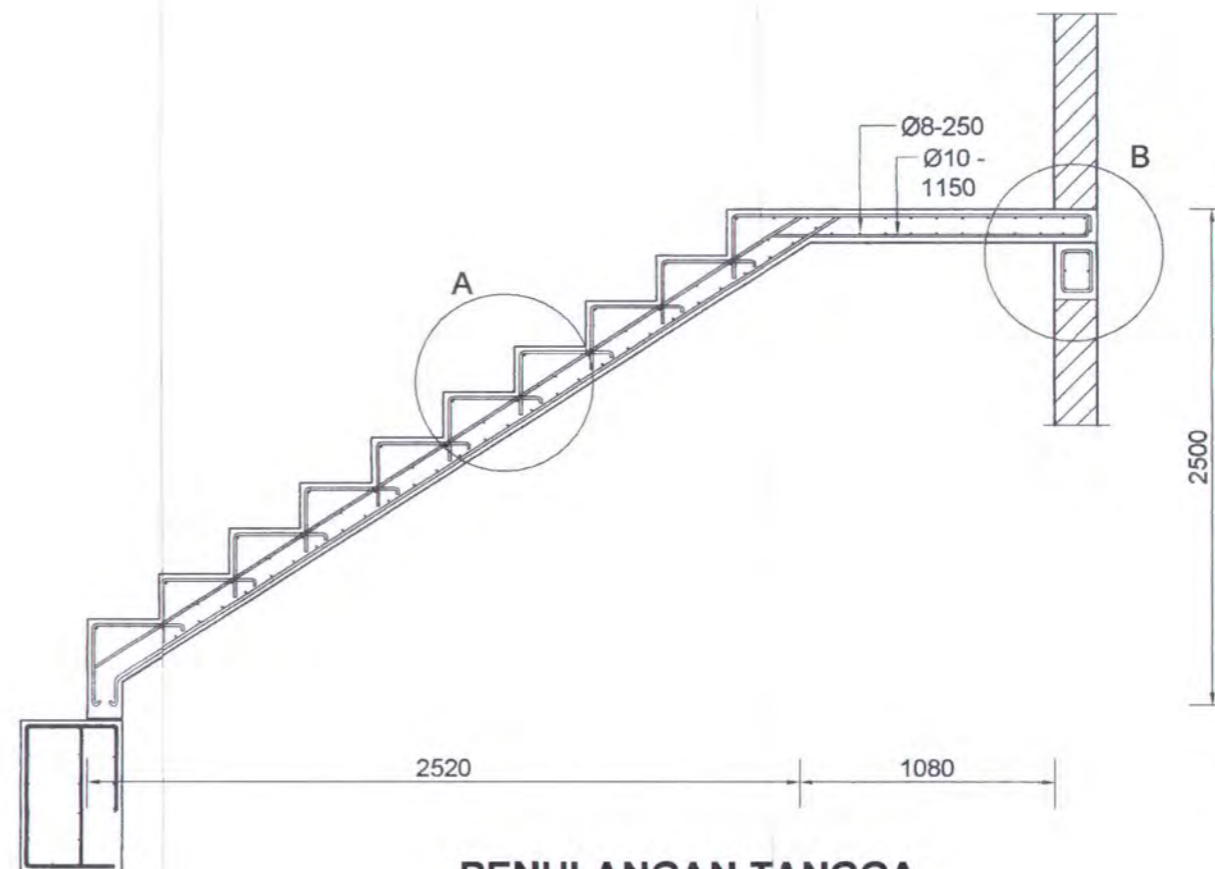
CATATAN



**DENAH TANGGA**  
SKALA 1 : 30



**DETAIL A**  
SKALA 1 : 10



**PENULANGAN TANGGA**  
SKALA 1 : 30





JURUSAN TEKNIK SIPIL  
FTSP - ITS  
SURABAYA

JUDUL TUGAS AKHIR

MODIFIKASI DAN  
PERENCANAAN GEDUNG  
PERKANTORAN PEMERINTAH  
DAERAH DENGAN SISTEM  
PRACETAK

DOSEN PEMBIMBING

Prof. Ir. PRIYO SUPROBO, MS, P

MAHASISWA

MUCHAMMAD ALI AFANDI  
3199 100 055

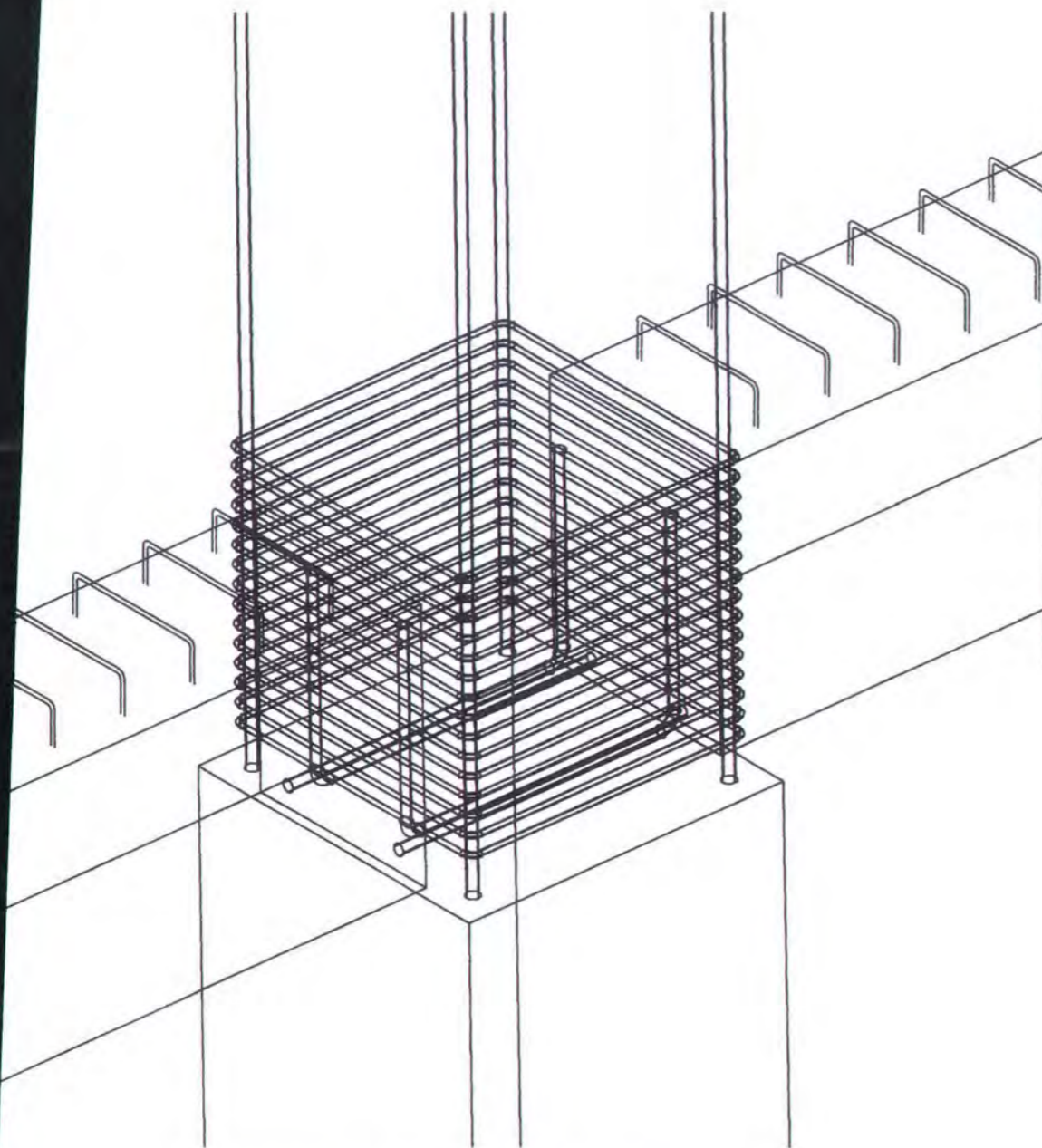
GAMBAR

BEAM COLUM JOINT

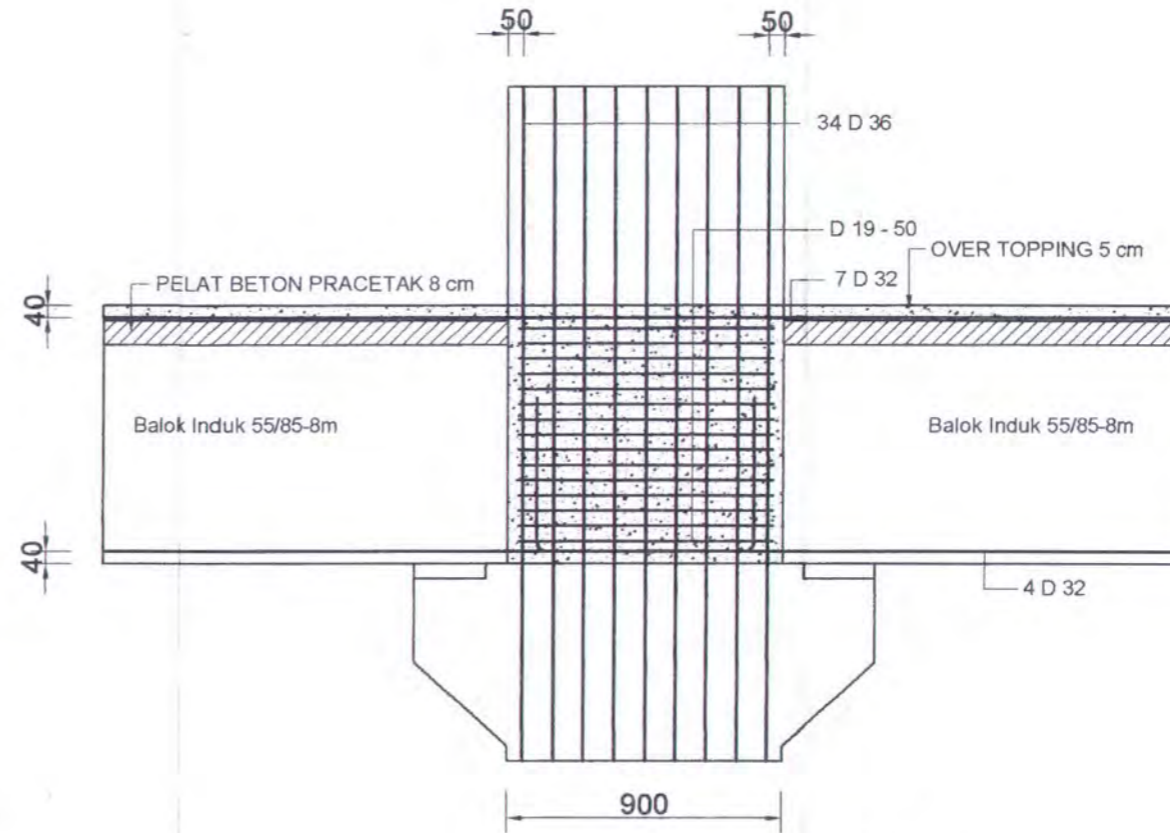
NO. GAMBAR

DISETUJUI

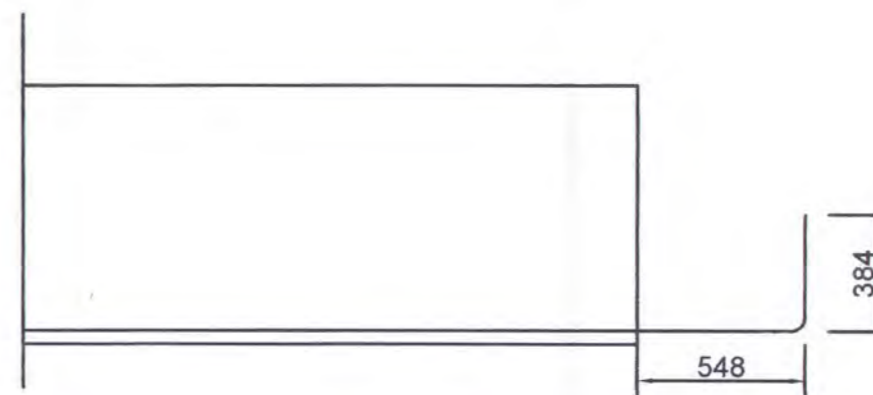
CATATAN



**BEAM COLUMN JOINT**  
SKALA 1 : 15



**BEAM COLUM JOINT**  
SKALA 1 : 25



**PANJANG PENYALURAN B. INDUK**  
SKALA 1 : 25





JURUSAN TEKNIK SIPIL  
FTSP - ITS  
SURABAYA

JUDUL TUGAS AKHIR

MODIFIKASI DAN  
PERENCANAAN GEDUNG  
PERKANTORAN PEMERINTAH  
DAERAH DENGAN SISTEM  
PRACETAK

DOSEN PEMBIMBING

Prof. Ir. PRIYO SUPROBO, MS, P

MAHASISWA

MUCHAMMAD ALI AFANDI  
3199 100 055

GAMBAR

PENULANGAN BALOK  
INDUK

NO. GAMBAR

DISETUJUI

CATATAN

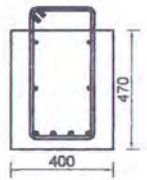
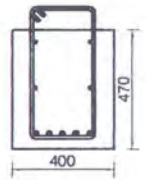
	LANTAI 14 (ATAP)		LANTAI 13 - 10		LANTAI 9 - 3		LANTAI 2 - 1			
	B.I $45/57$ - 7.2 m	B.I $45/57$ - 5.4 m	B.I $45/57$ - 7.2 m	B.I $45/57$ - 5.4 m	B.I $55/72$ - 7.2 m	B.I $45/57$ - 5.4 m	B.I $55/72$ - 7.2 m	B.I $45/57$ - 5.4 m	B.I $55/72$ - 8 m	B.I $45/57$ - 5.4 m
AS	2 D16	2 D16	2 D16	2 D16	2 D16	2 D16	2 D16	2 D16	2 D16	2 D16
GAH	2 D16	2 D16	2 D16	2 D16	2 D16	2 D16	2 D16	2 D16	2 D16	2 D16
WAH	4 D32	3 D32	5 D32	3 D32	4 D32	3 D32	4 D32	3 D32	4 D32	3 D32
ANG	D13 - 100	Ø10 - 175	D16 - 100	Ø10 - 175	D13 - 100	Ø10 - 175	D13 - 100	Ø10 - 175	D16 - 125	Ø10 - 175

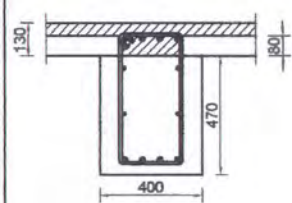
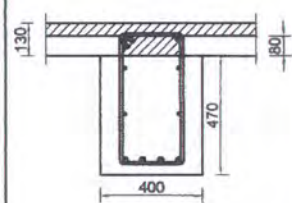
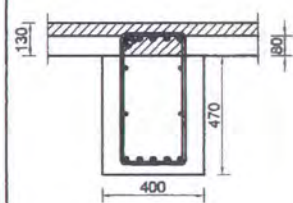
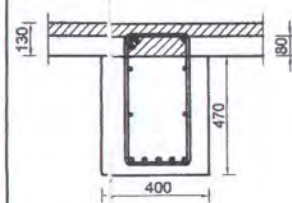
	LANTAI 14 (ATAP)		LANTAI 13 - 10		LANTAI 9 - 3		LANTAI 2 - 1			
	B.I $45/57$ - 7.2 m	B.I $45/57$ - 5.4 m	B.I $45/57$ - 7.2 m	B.I $45/57$ - 5.4 m	B.I $55/72$ - 7.2 m	B.I $45/57$ - 5.4 m	B.I $55/72$ - 7.2 m	B.I $45/57$ - 5.4 m	B.I $55/72$ - 8 m	B.I $45/57$ - 5.4 m
ATAS	2 D25	2 D25	2 D25	2 D25	2 D25	2 D25	2 D25	2 D25	2 D25	2 D25
TORSI	2 D16	2 D16	2 D16	2 D16	2 D16	2 D16	2 D16	2 D16	2 D16	2 D16
BAWAH	4 D32	3 D32	5 D32	3 D32	4 D32	3 D32	4 D32	3 D32	4 D32	3 D32
KANG	D13 - 100	Ø10 - 175	D16 - 100	Ø10 - 175	D13 - 100	Ø10 - 175	D13 - 100	Ø10 - 175	D16 - 125	Ø10 - 175

	LANTAI 14 (ATAP)		LANTAI 13 - 10		LANTAI 9 - 3		LANTAI 2 - 1			
	B.I $45/57$ - 7.2 m	B.I $45/57$ - 5.4 m	B.I $45/57$ - 7.2 m	B.I $45/57$ - 5.4 m	B.I $55/72$ - 7.2 m	B.I $45/57$ - 5.4 m	B.I $55/72$ - 7.2 m	B.I $45/57$ - 5.4 m	B.I $55/72$ - 8 m	B.I $45/57$ - 5.4 m
ATAS	5 D32	2 D32	5 D32	2 D32	7 D32	2 D32	7 D32	2 D32	7 D32	2 D32
TORSI	2 D16	2 D16	2 D16	2 D16	2 D16	2 D16	2 D16	2 D16	2 D16	2 D16
BAWAH	3 D32	2 D32	3 D32	2 D32	4 D32	2 D32	4 D32	2 D32	4 D32	2 D32
KANG	D13 - 100	Ø10 - 175	D16 - 100	Ø10 - 175	D13 - 100	Ø10 - 175	D13 - 100	Ø10 - 175	D16 - 125	Ø10 - 175

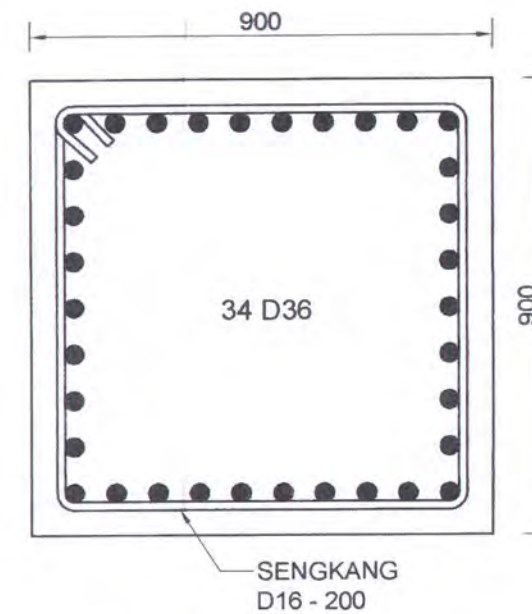
SKALA 1 : 40



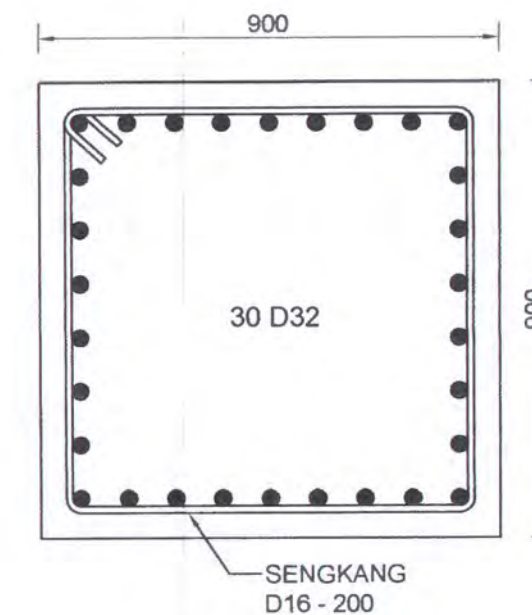
	B. A. $\frac{40}{47}$ - 5.4 m	B. A. $\frac{40}{47}$ - 7.2 m
<b>BALOK ANAK SEBELUM KOMPOSIT (LAPANGAN)</b>		
TUL. ATAS	2 D14	2 D16
TUL. TANGAH	2 D14	2 D16
TUL. BAWAH	4 D19	5 D19
SENGKANG	Ø12 - 125	Ø13 - 100

	B. A. $\frac{40}{47}$ - 5.4 m		B. A. $\frac{40}{47}$ - 7.2 m	
	TUMPUAN	LAPANGAN	TUMPUAN	LAPANGAN
<b>BALOK ANAK SESUDAH KOMPOSIT</b>				
TUL. ATAS	4 D19	2 D14	5 D19	2 D16
TUL. TORSI	2 D14	2 D14	2 D16	2 D16
TUL. BAWAH	4 D19	4 D19	5 D19	5 D19
SENGKANG	Ø12 - 125	Ø12 - 125	Ø13 - 100	Ø13 - 100

**BALOK ANAK**  
SKALA 1 : 30



**KOLOM LT. 1**  
SKALA 1 : 15



**KOLOM LT. 2 s/d 14**  
SKALA 1 : 15



JURUSAN TEKNIK SIPIL  
FTSP - ITS  
SURABAYA

JUDUL TUGAS AKHIR

MODIFIKASI DAN  
PERENCANAAN GEDUNG  
PERKANTORAN PEMERINTAH  
DAERAH DENGAN SISTEM  
PRACETAK

DOSEN PEMBIMBING

Prof. Ir. PRIYO SUPROBO, MS, Ph.D.

MAHASISWA

MUCHAMMAD ALI AFANDI  
3199 100 055

GAMBAR

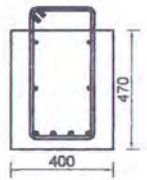
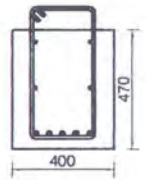
PENULANGAN BALOK  
ANAK & KOLOM

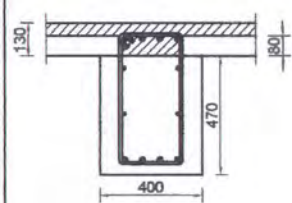
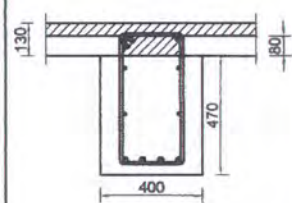
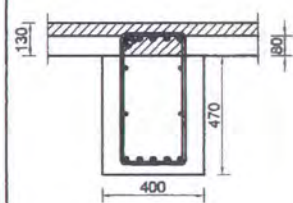
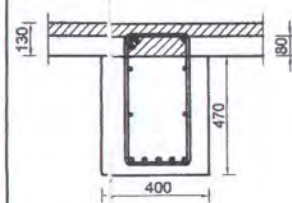
NO. GAMBAR

DISETUJUI

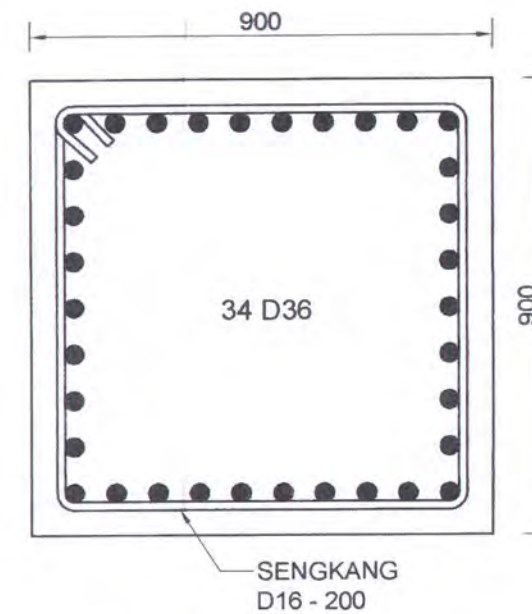
CATATAN



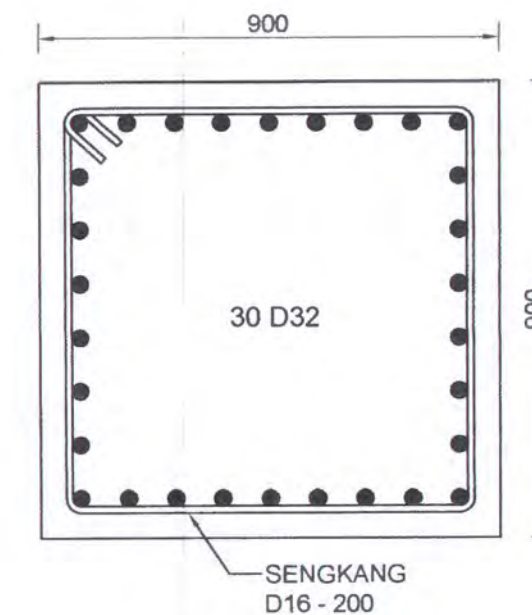
	B. A. $\frac{40}{47}$ - 5.4 m	B. A. $\frac{40}{47}$ - 7.2 m
<b>BALOK ANAK SEBELUM KOMPOSIT (LAPANGAN)</b>		
TUL. ATAS	2 D14	2 D16
TUL. TANGAH	2 D14	2 D16
TUL. BAWAH	4 D19	5 D19
SENGKANG	Ø12 - 125	Ø13 - 100

	B. A. $\frac{40}{47}$ - 5.4 m		B. A. $\frac{40}{47}$ - 7.2 m	
	TUMPUAN	LAPANGAN	TUMPUAN	LAPANGAN
<b>BALOK ANAK SESUDAH KOMPOSIT</b>				
TUL. ATAS	4 D19	2 D14	5 D19	2 D16
TUL. TORSI	2 D14	2 D14	2 D16	2 D16
TUL. BAWAH	4 D19	4 D19	5 D19	5 D19
SENGKANG	Ø12 - 125	Ø12 - 125	Ø13 - 100	Ø13 - 100

**BALOK ANAK**  
SKALA 1 : 30



**KOLOM LT. 1**  
SKALA 1 : 15



**KOLOM LT. 2 s/d 14**  
SKALA 1 : 15



JURUSAN TEKNIK SIPIL  
FTSP - ITS  
SURABAYA

JUDUL TUGAS AKHIR

MODIFIKASI DAN  
PERENCANAAN GEDUNG  
PERKANTORAN PEMERINTAH  
DAERAH DENGAN SISTEM  
PRACETAK

DOSEN PEMBIMBING

Prof. Ir. PRIYO SUPROBO, MS, Ph.D.

MAHASISWA

MUCHAMMAD ALI AFANDI  
3199 100 055

GAMBAR

PENULANGAN BALOK  
ANAK & KOLOM

NO. GAMBAR

DISETUJUI

CATATAN





JURUSAN TEKNIK SIPIL  
FTSP - ITS  
SURABAYA

JUDUL TUGAS

MODIFIKASI DAN  
PERENCANAAN GEDUNG  
PERKANTORAN PEMERINTAH  
DAERAH DENGAN SISTEM  
PRACETAK

DOSEN PEMBIMBING

Prof. Ir. PRIYO SUPROBO, MS, Ph.D

MAHASISWA

MUCHAMMAD ALI AFANDI  
3199 100 055

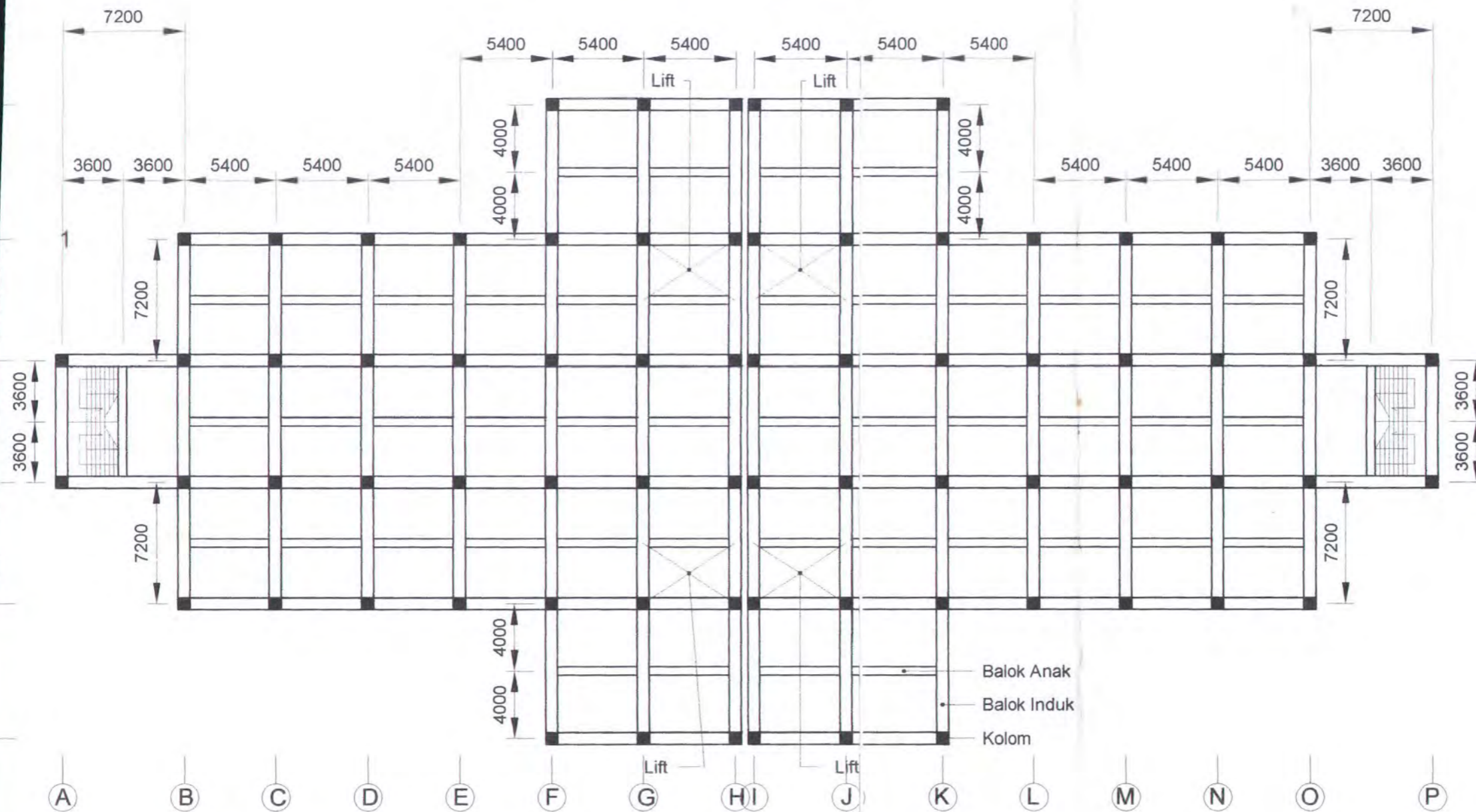
GAMBAR

DENAH Lt.1 & 2

NO. GAMBAR

DISETUJUI

CATATAN



**DENAH PEMBALOKAN Lt. 1 & 2**  
Skala 1 : 300





JURUSAN TEKNIK SIPIL  
FTSP - ITS  
SURABAYA

JUDUL TUGAS

MODIFIKASI DAN  
PERENCANAAN GEDUNG  
PERKANTORAN PEMERINTAH  
DAERAH DENGAN SISTEM  
PRACETAK

DOSEN PEMBIMBING

Prof. Ir. PRIYO SUPROBO, MS, F

MAHASISWA

MUCHAMMAD ALI AFANDI  
3199 100 055

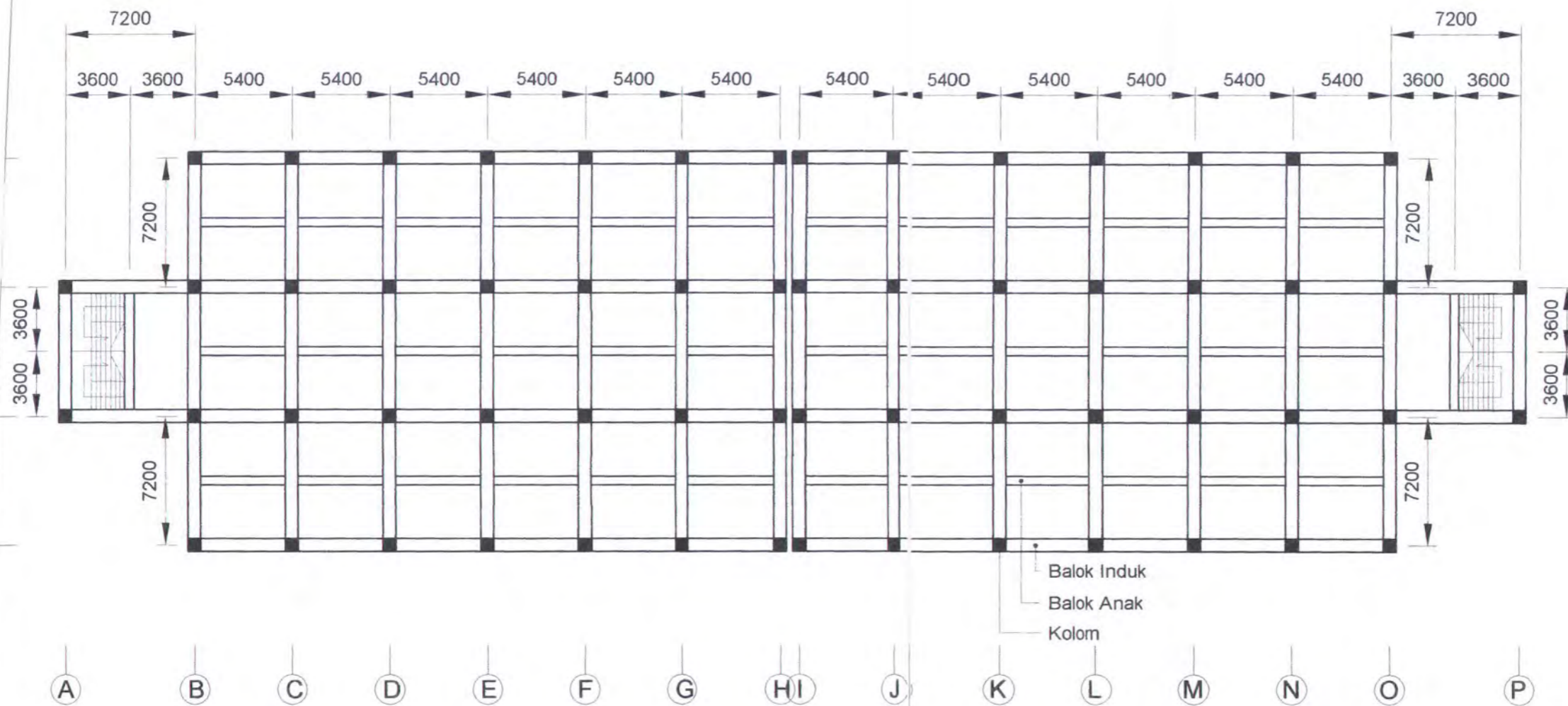
GAMBAR

DENAH Lt. 14

NO. GAMBAR

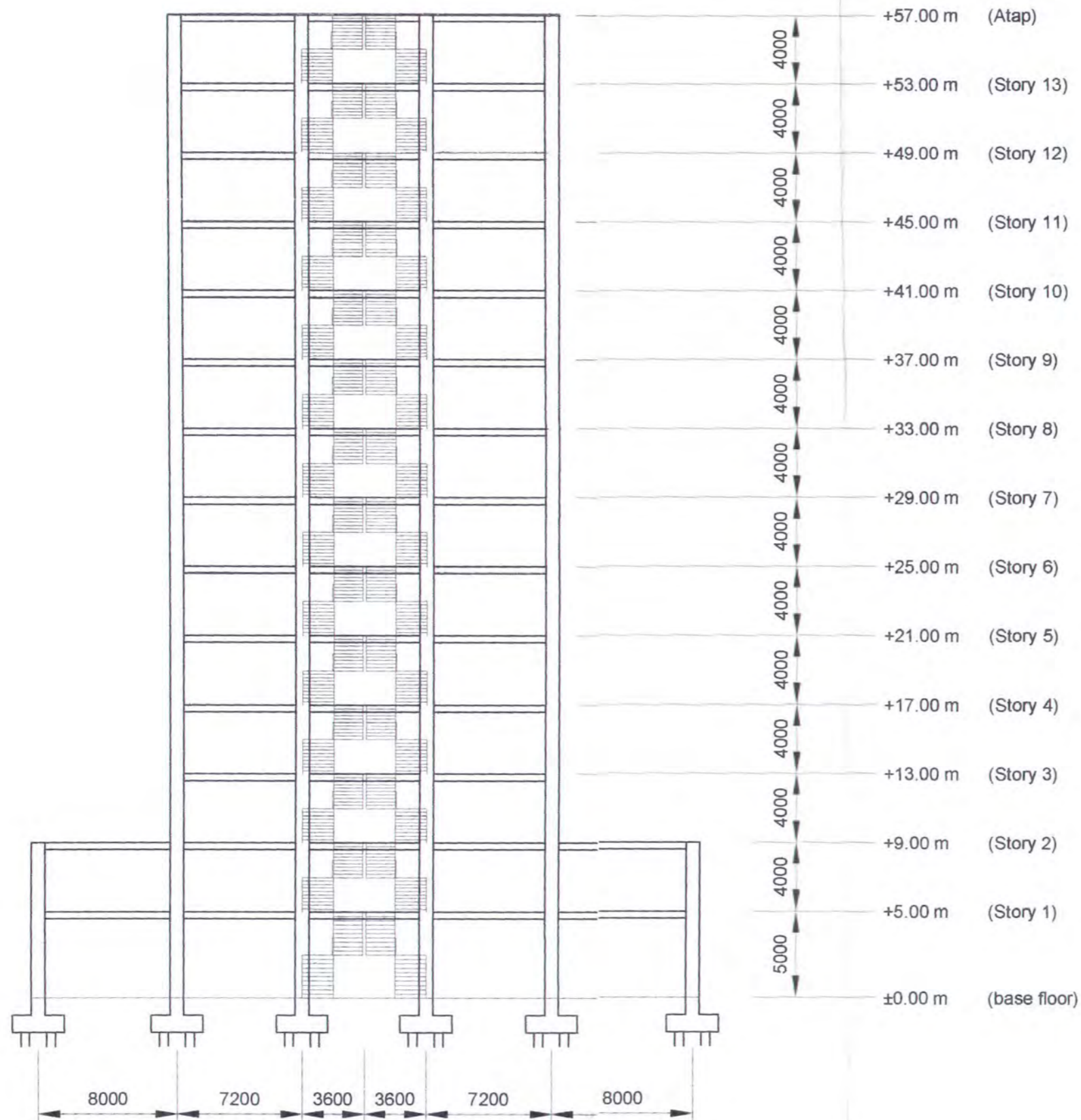
DISETUJUI

CATATAN



DENAH PEMBALOKAN Lt. 14  
Skala 1 : 300





**POTONGAN MELINTANG**  
Skala 1 : 300



JURUSAN TEKNIK SIPIL  
FTSP - ITS  
SURABAYA

JUDUL TUGAS

MODIFIKASI DAN  
PERENCANAAN GEDUNG  
PERKANTORAN PEMERINTAH  
DAERAH DENGAN SISTEM  
PRACETAK

DOSEN PEMBIMBING

Prof. Ir. PRIYO SUPROBO, MS, Ph.D

MAHASISWA

MUCHAMMAD ALI AFANDI  
3199 100 055

GAMBAR

POTONGAN  
MELINTANG

NO. GAMBAR

DISETUJUI

CATATAN





JURUSAN TEKNIK SIPIL  
FTSP - ITS  
SURABAYA

**JUDUL TUGAS**

MODIFIKASI DAN  
PERENCANAAN GEDUNG  
PERKANTORAN PEMERINTAH  
DAERAH DENGAN SISTEM  
PRACETAK

**DOSEN PEMBIMBING**

Prof. Ir. PRIYO SUPROBO, MS, Ph.D

**MAHASISWA**

MUCHAMMAD ALI AFANDI  
3199 100 055

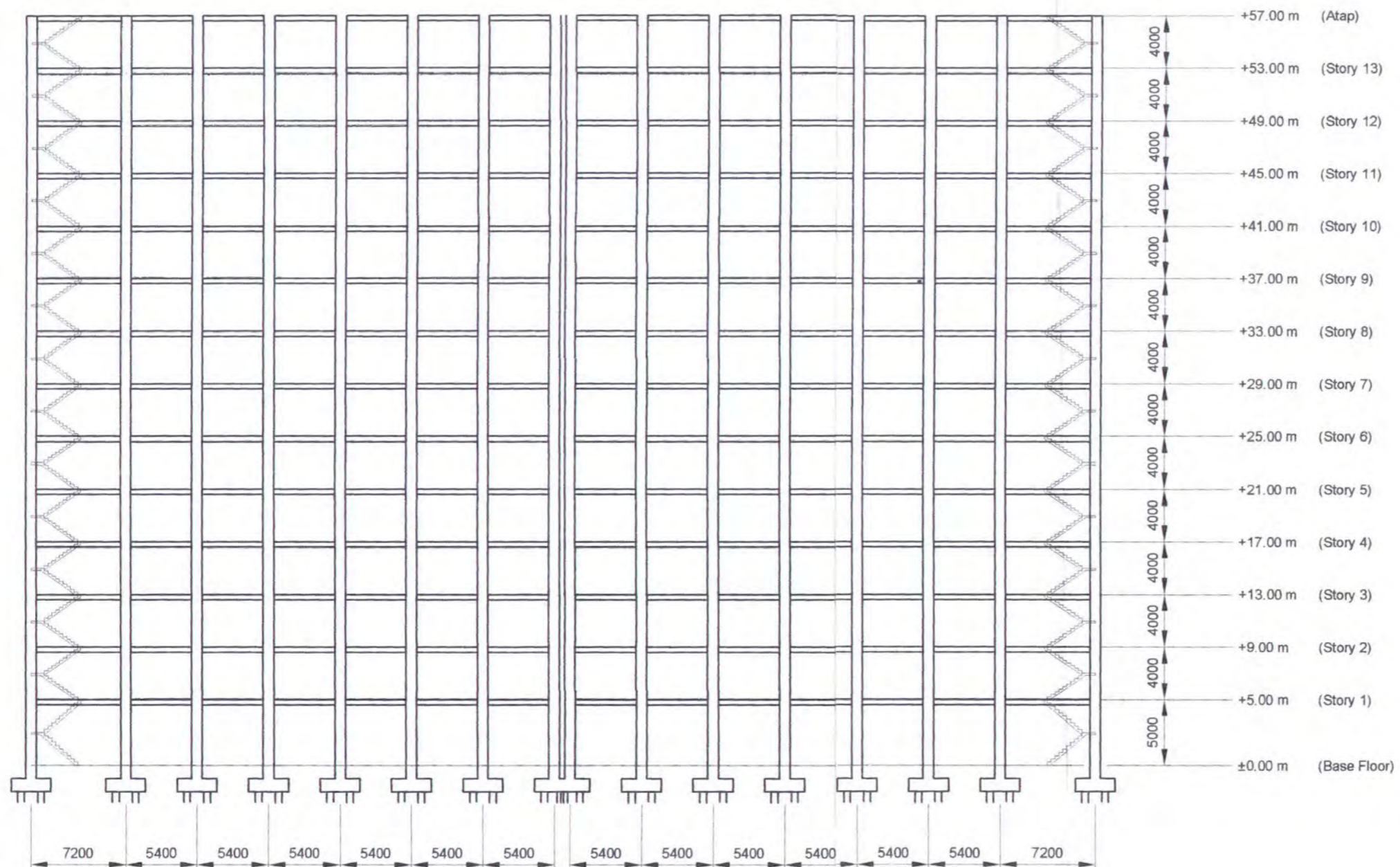
**GAMBAR**

**POTONGAN  
MEMANJANG**

**NO. GAMBAR**

**DISETUJUI**

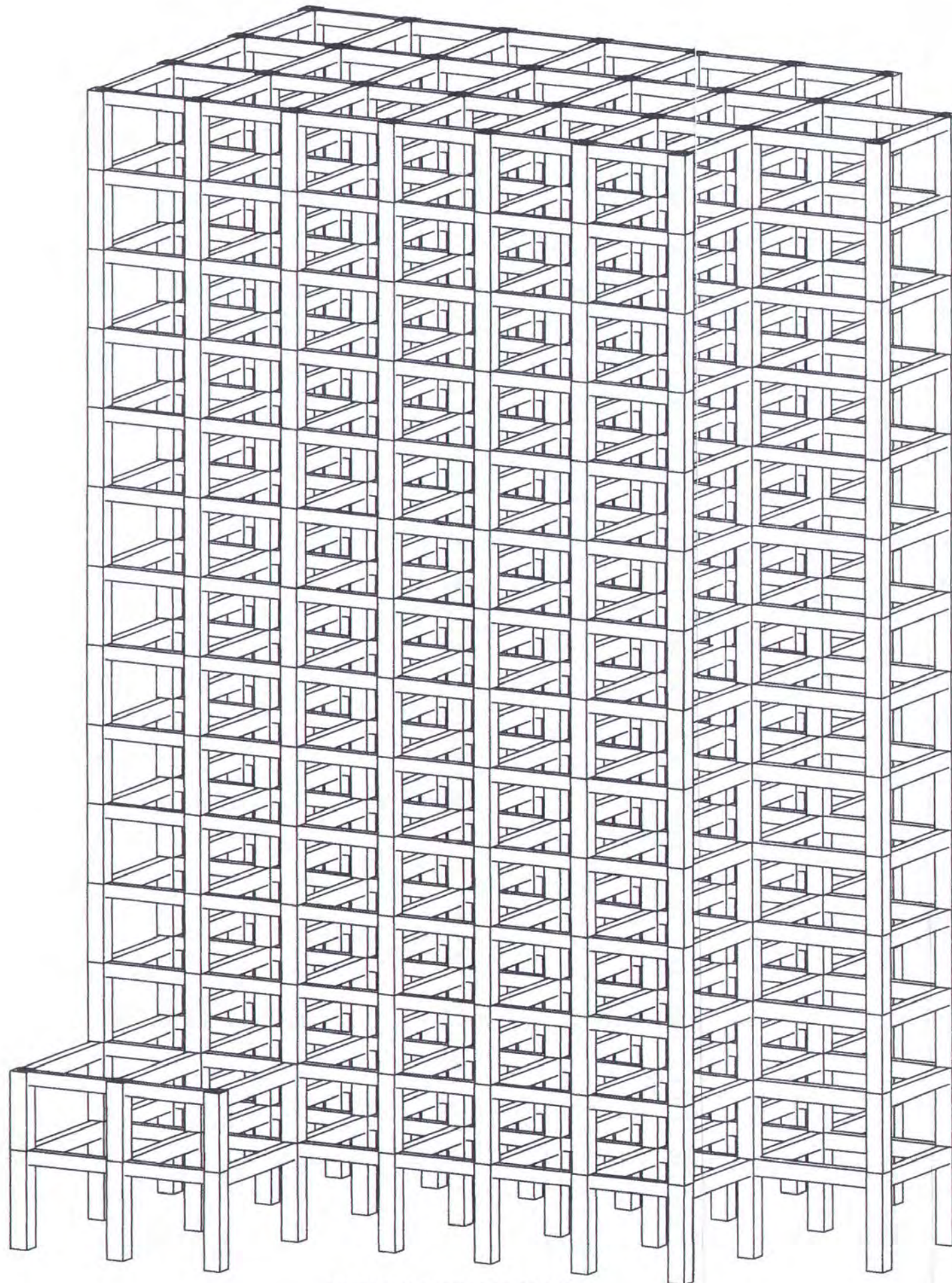
**CATATAN**



**POTONGAN MEMANJANG**

Skala 1 : 300





**PERMODELAN SRUKTUR**  
SKALA 1 : 250



JURUSAN TEKNIK SIPIL  
FTSP - ITS  
SURABAYA

JUDUL TUGAS

MODIFIKASI DAN  
PERENCANAAN GEDUNG  
PERKANTORAN PEMERINTAH  
DAERAH DENGAN SISTEM  
PRACETAK

DOSEN PEMBIMBING

Prof. Ir. PRIYO SUPROBO, MS, Ph.D

MAHASISWA

MUCHAMMAD ALI AFANDI  
3199 100 055

GAMBAR

PERMODELAN  
STRUKTUR

NO. GAMBAR

DISETUJUI

CATATAN





JURUSAN TEKNIK SIPIL  
FTSP - ITS  
SURABAYA

JUDUL TUGAS

MODIFIKASI DAN  
PERENCANAAN GEDUNG  
PERKANTORAN PEMERINTAH  
DAERAH DENGAN SISTEM  
PRACETAK

DOSEN PEMBIMBING

Prof. Ir. PRIYO SUPROBO, MS, Ph.D

MAHASISWA

MUCHAMMAD ALI AFANDI  
3199 100 055

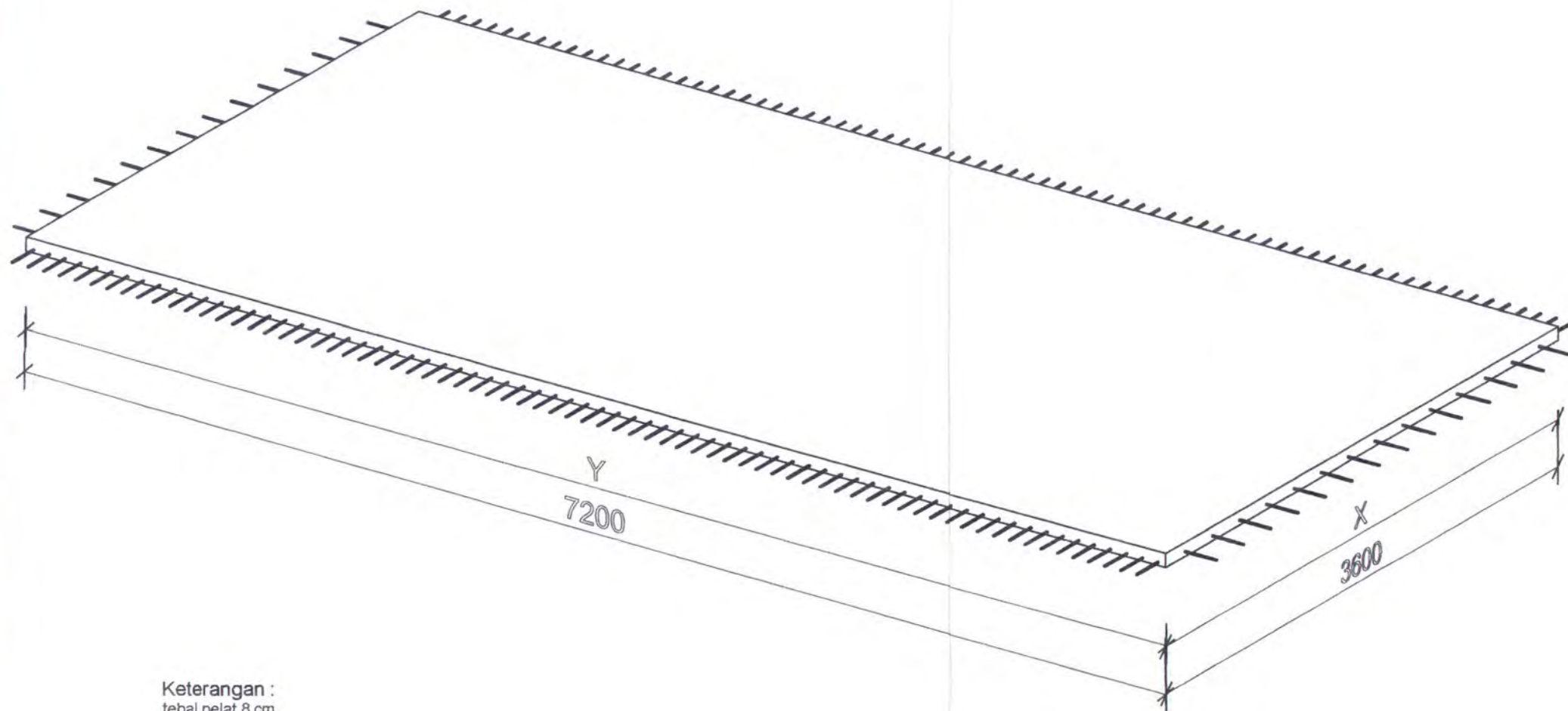
GAMBAR

3D VIEW PELAT  
3.6m X 7.2m

NO. GAMBAR

DISETUJUI

CATATAN



Keterangan :  
tebal pelat 8 cm  
tulangan X  $\varnothing$ 10 - 100  
tulangan Y  $\varnothing$ 10 - 250  
Panjang penyaluran 200 mm

3D VIEW PELAT 3.6m X 7.2m SEBELUM KOMPOSIT  
Skala 1 : 30





JURUSAN TEKNIK SIPIL  
FTSP - ITS  
SURABAYA

JUDUL TUGAS

MODIFIKASI DAN  
PERENCANAAN GEDUNG  
PERKANTORAN PEMERINTAH  
DAERAH DENGAN SISTEM  
PRACETAK

DOSEN PEMBIMBING

Prof. Ir. PRIYO SUPROBO, MS, Ph.D

MAHASISWA

MUCHAMMAD ALI AFANDI  
3199 100 055

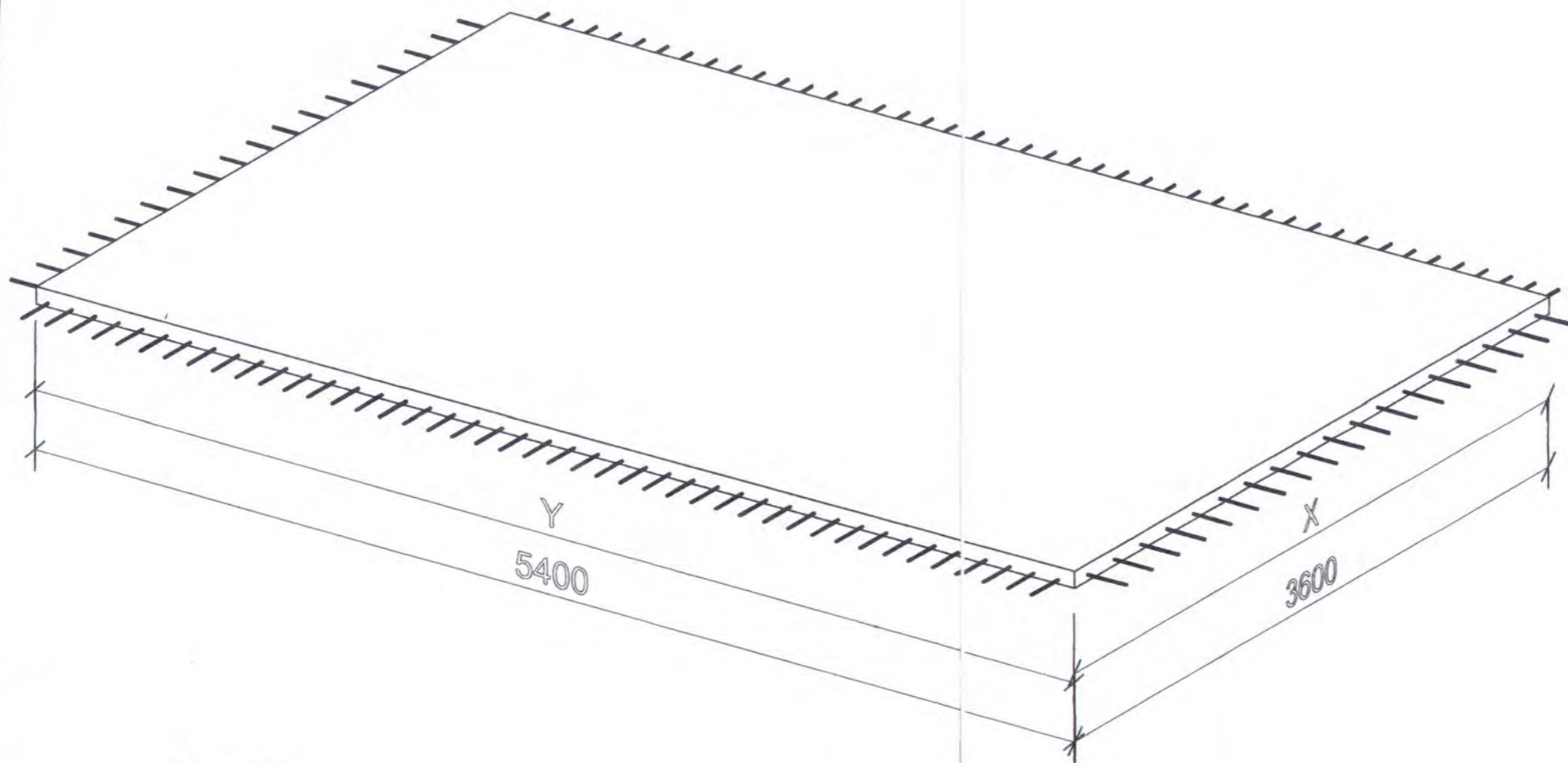
GAMBAR

3D VIEW PELAT  
3.6m X 5.4m

NO. GAMBAR

DISETUJUI

CATATAN



Keterangan :  
tebal pelat 8 cm  
tulangan X  $\varnothing$ 10 - 125  
tulangan Y  $\varnothing$ 10 - 200  
Panjang penyaluran 200 mm

3D VIEW PELAT 3.6m X 5.4m SEBELUM KOMPOSIT

Skala 1 : 25



JURUSAN TEKNIK SIPIL  
FTSP - ITS  
SURABAYA

JUDUL TUGAS

MODIFIKASI DAN  
PERENCANAAN GEDUNG  
PERKANTORAN PEMERINTAH  
DAERAH DENGAN SISTEM  
PRACETAK

DOSEN PEMBIMBING

Prof. Ir. PRIYO SUPROBO, MS, Ph.D

MAHASISWA

MUCHAMMAD ALI AFANDI  
3199 100 055

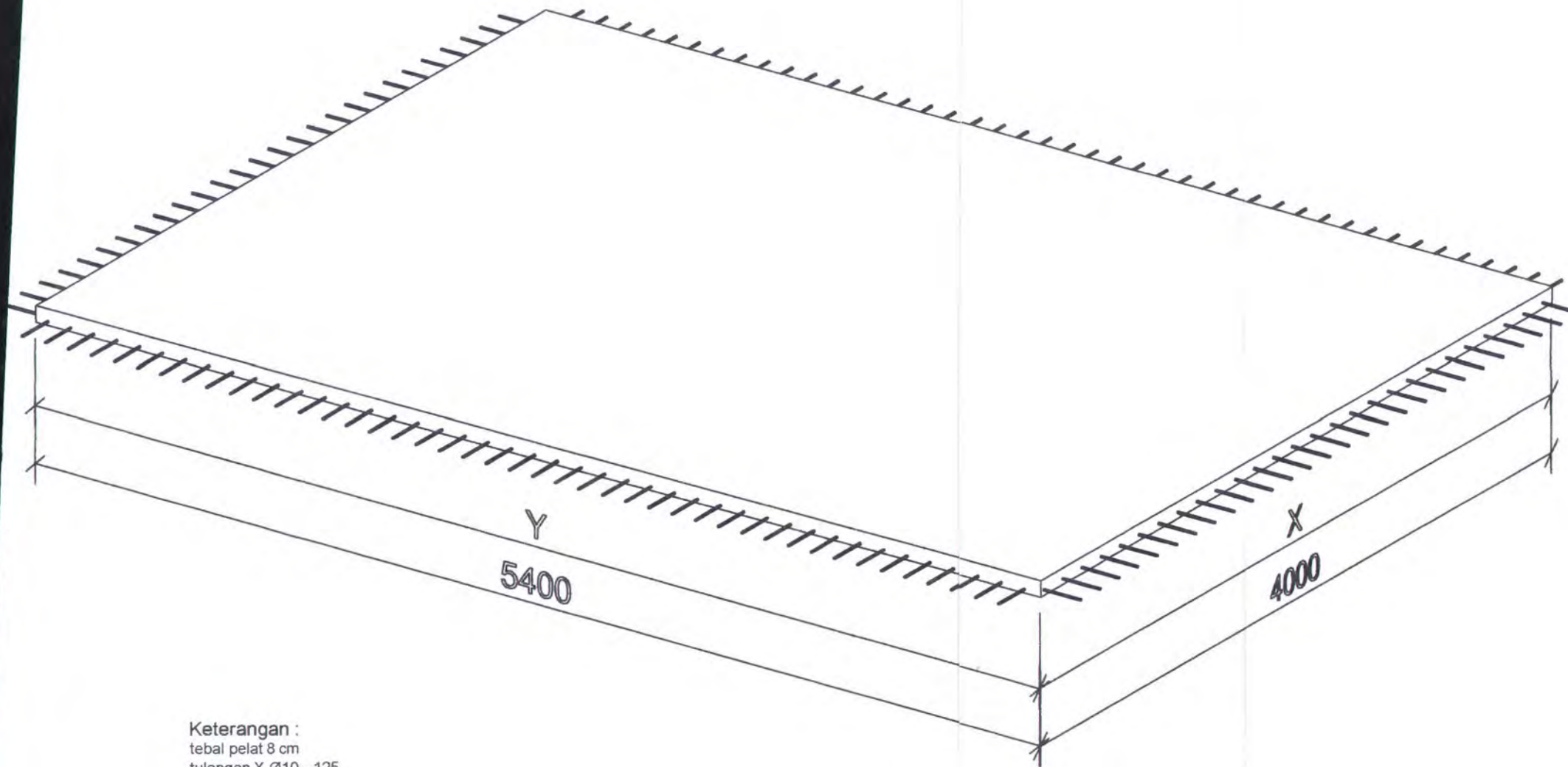
GAMBAR

3D VIEW PELAT  
4m X 5.4m

NO. GAMBAR

DISETUJUI

CATATAN



Keterangan :  
tebal pelat 8 cm  
tulangan X  $\varnothing$ 10 - 125  
tulangan Y  $\varnothing$ 10 - 150

**3D VIEW PELAT 4m X 5.4m SEBELUM KOMPOSIT**  
Skala 1 : 25





JURUSAN TEKNIK SIPIL  
FTSP - ITS  
SURABAYA

JUDUL TUGAS

MODIFIKASI DAN  
PERENCANAAN GEDUNG  
PERKANTORAN PEMERINTAH  
DAERAH DENGAN SISTEM  
PRACETAK

DOSEN PEMBIMBING

Prof. Ir. PRIYO SUPROBO, MS, Ph.D

MAHASISWA

MUCHAMMAD ALI AFANDI  
3199 100 055

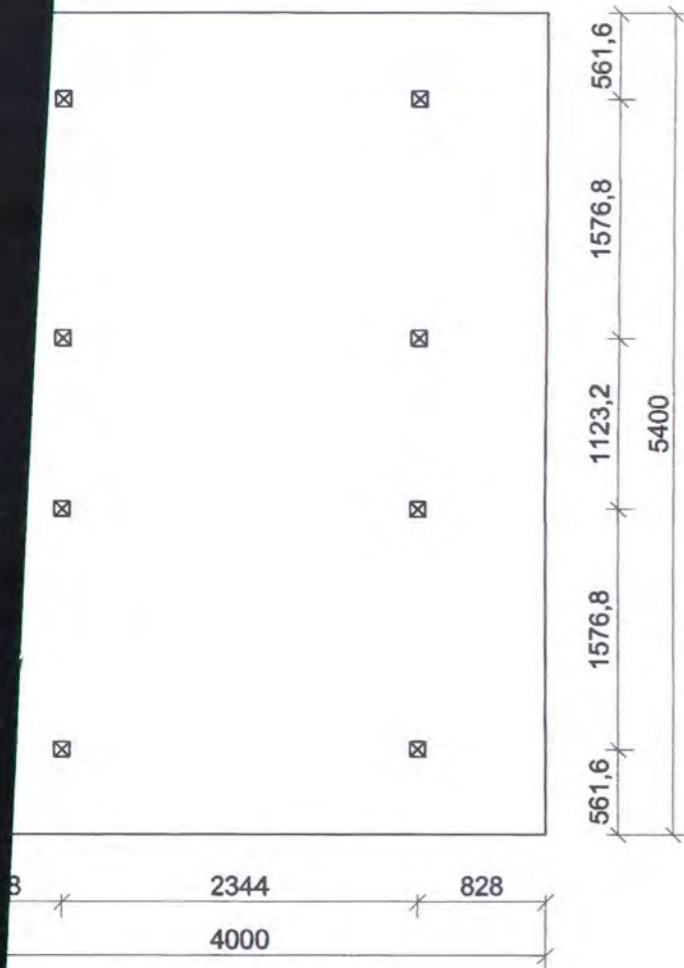
GAMBAR

LETAK TITIK  
ANGKAT

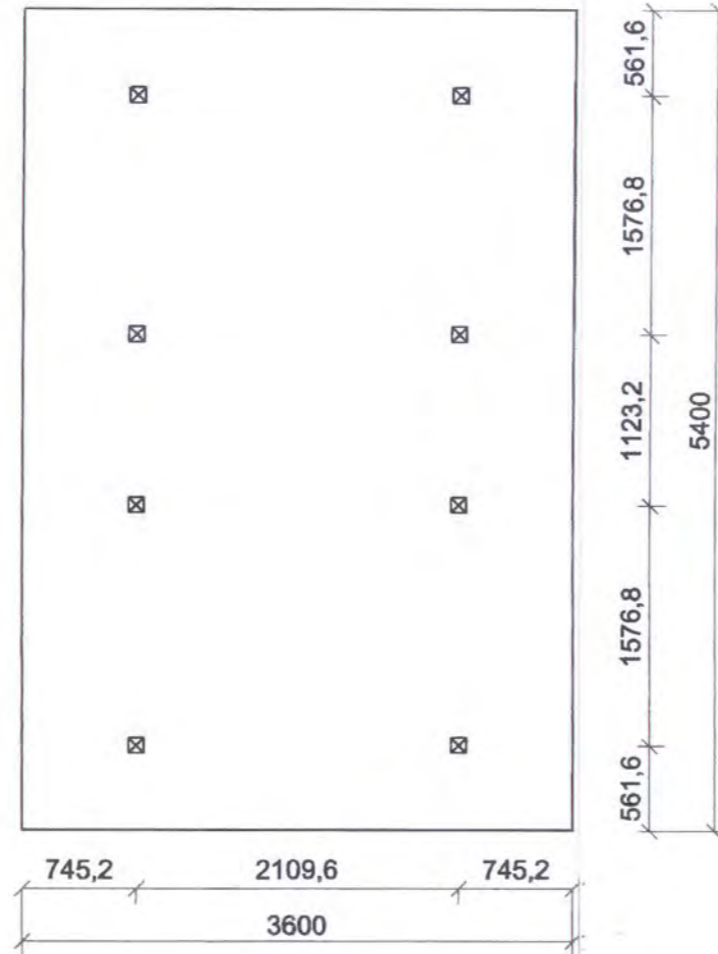
NO. GAMBAR

DISETUJUI

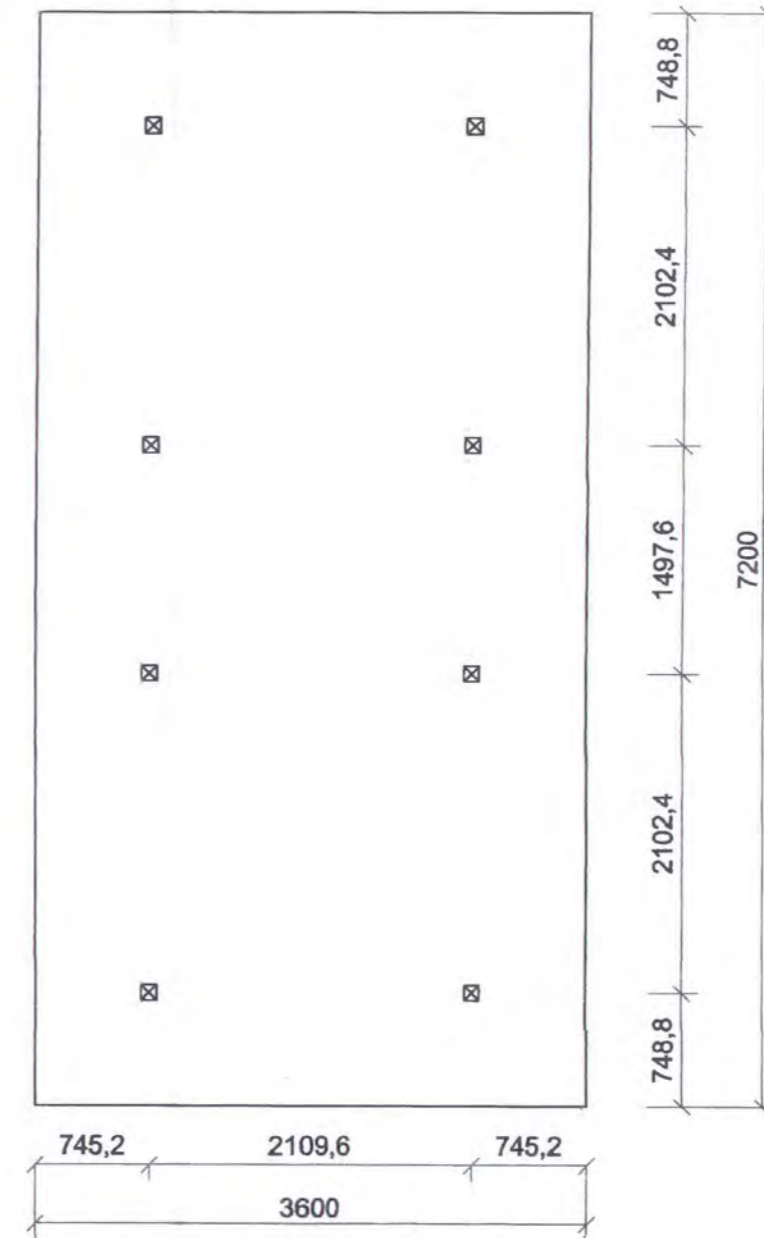
CATATAN



TITIK ANGKAT PELAT 4m X 5.4m  
Skala 1 : 50



TITIK ANGKAT PELAT 3.6m X 5.4m  
Skala 1 : 50



TITIK ANGKAT PELAT 3.6m X 7.2m  
Skala 1 : 50

Keterangan :  
Tul angkat = 1 kabel strand seven wire  $\varnothing \frac{1}{4}$  in  
fpu = 250 ksi





JURUSAN TEKNIK SIPIL  
FTSP - ITS  
SURABAYA

JUDUL TUGAS

MODIFIKASI DAN  
PERENCANAAN GEDUNG  
PERKANTORAN PEMERINTAH  
DAERAH DENGAN SISTEM  
PRACETAK

DOSEN PEMBIMBING

Prof. Ir. PRIYO SUPROBO, MS, Ph

MAHASISWA

MUCHAMMAD ALI AFANDI  
3199 100 055

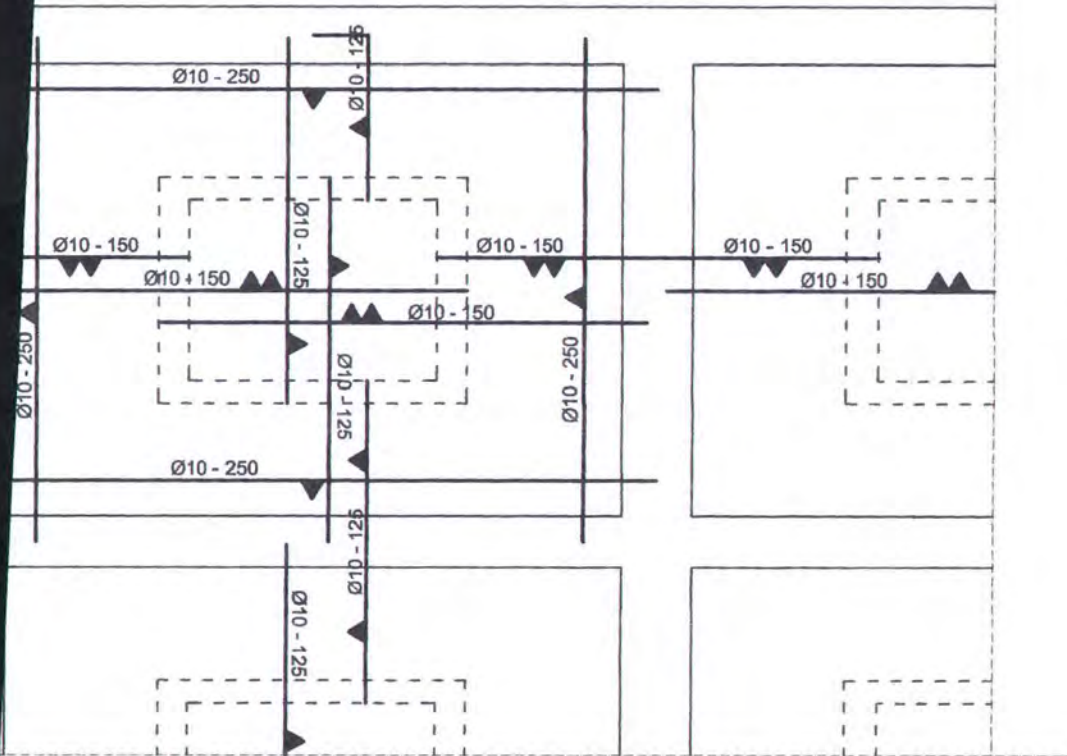
GAMBAR

TULANGAN PELAT  
(SETELAH  
KOMPOSIT)

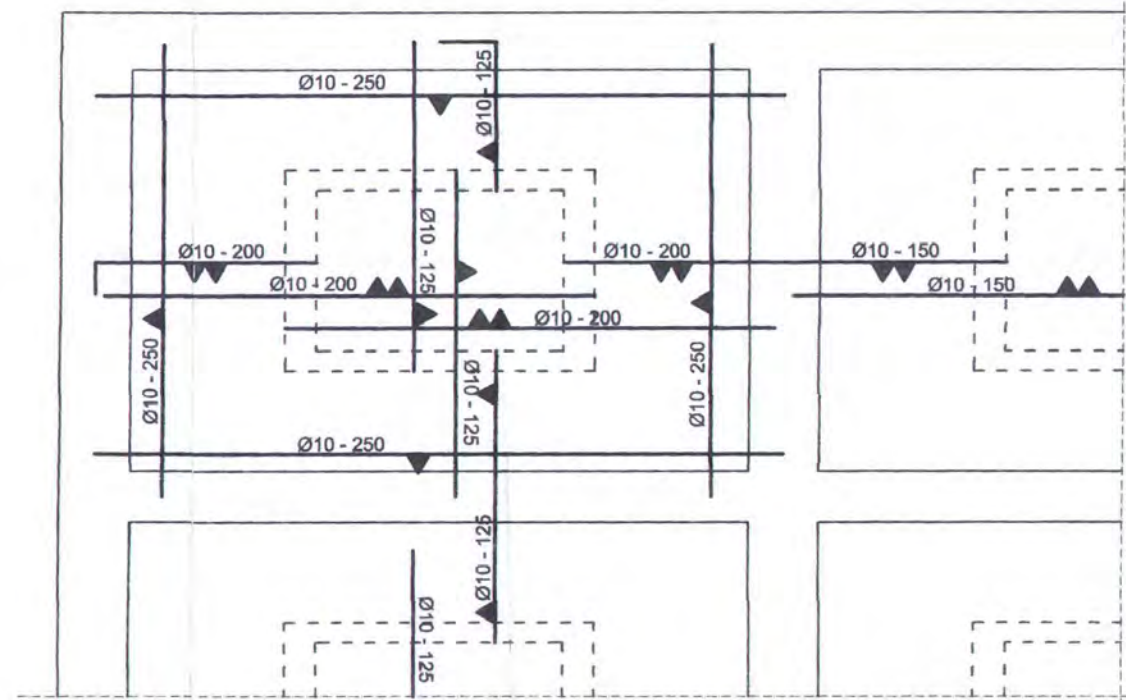
NO. GAMBAR

DISETUJUI

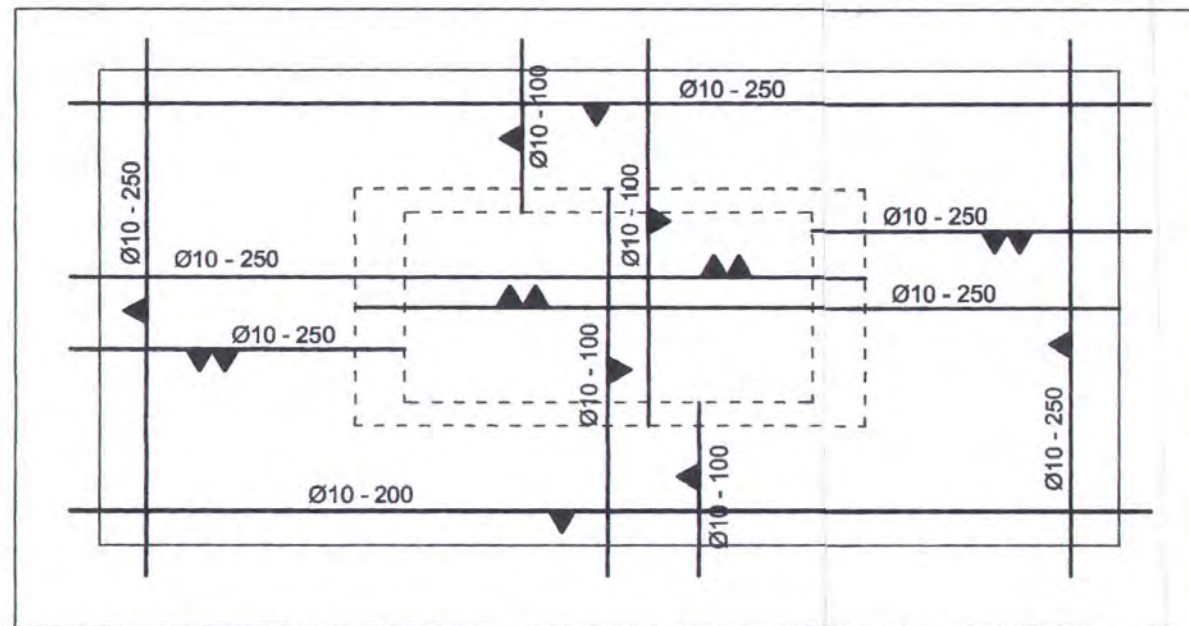
CATATAN



PELAT 4m X 5.4m  
Skala 1 : 60



PELAT 3.6m X 5.4m  
Skala 1 : 60



PELAT 3.6m X 7.2m  
Skala 1 : 50





JURUSAN TEKNIK SIPIL  
FTSP - ITS  
SURABAYA

JUDUL TUGAS

MODIFIKASI DAN  
PERENCANAAN GEDUNG  
PERKANTORAN PEMERINTAH  
DAERAH DENGAN SISTEM  
PRACETAK

DOSEN PEMBIMBING

Prof. Ir. PRIYO SUPROBO, MS, Ph.D

MAHASISWA

MUCHAMMAD ALI AFANDI  
3199 100 055

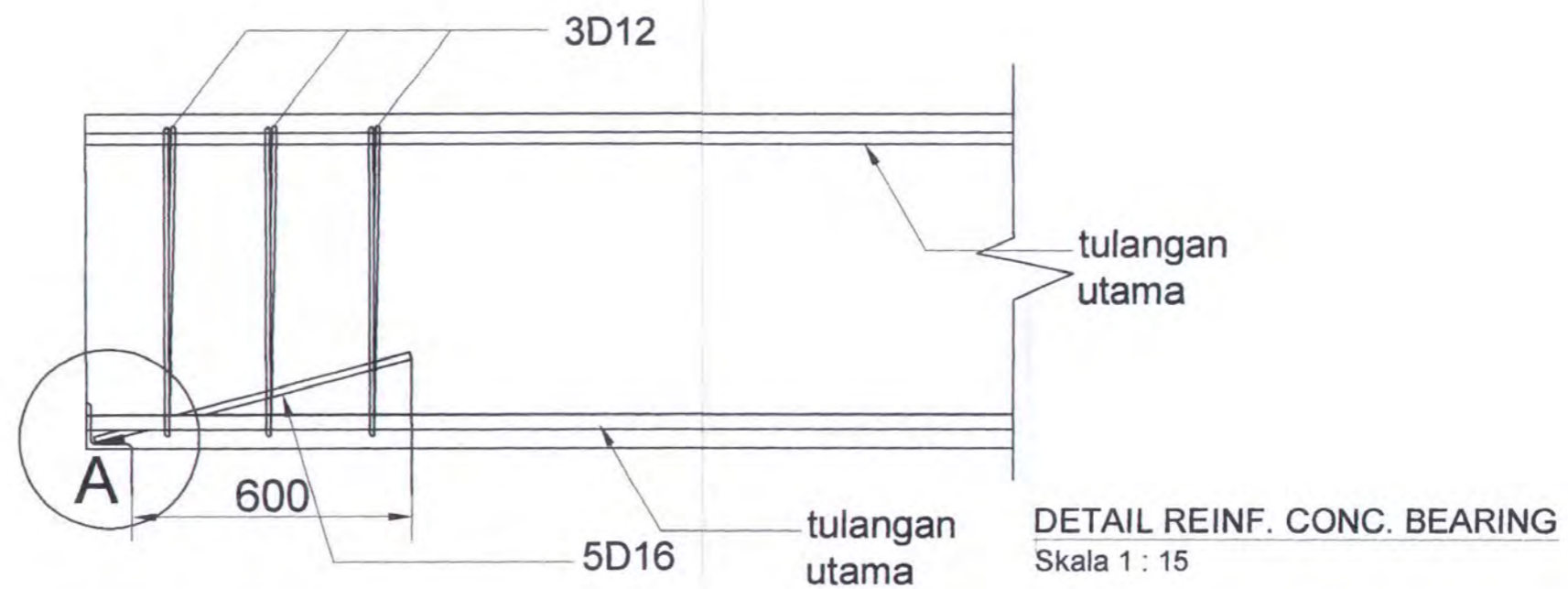
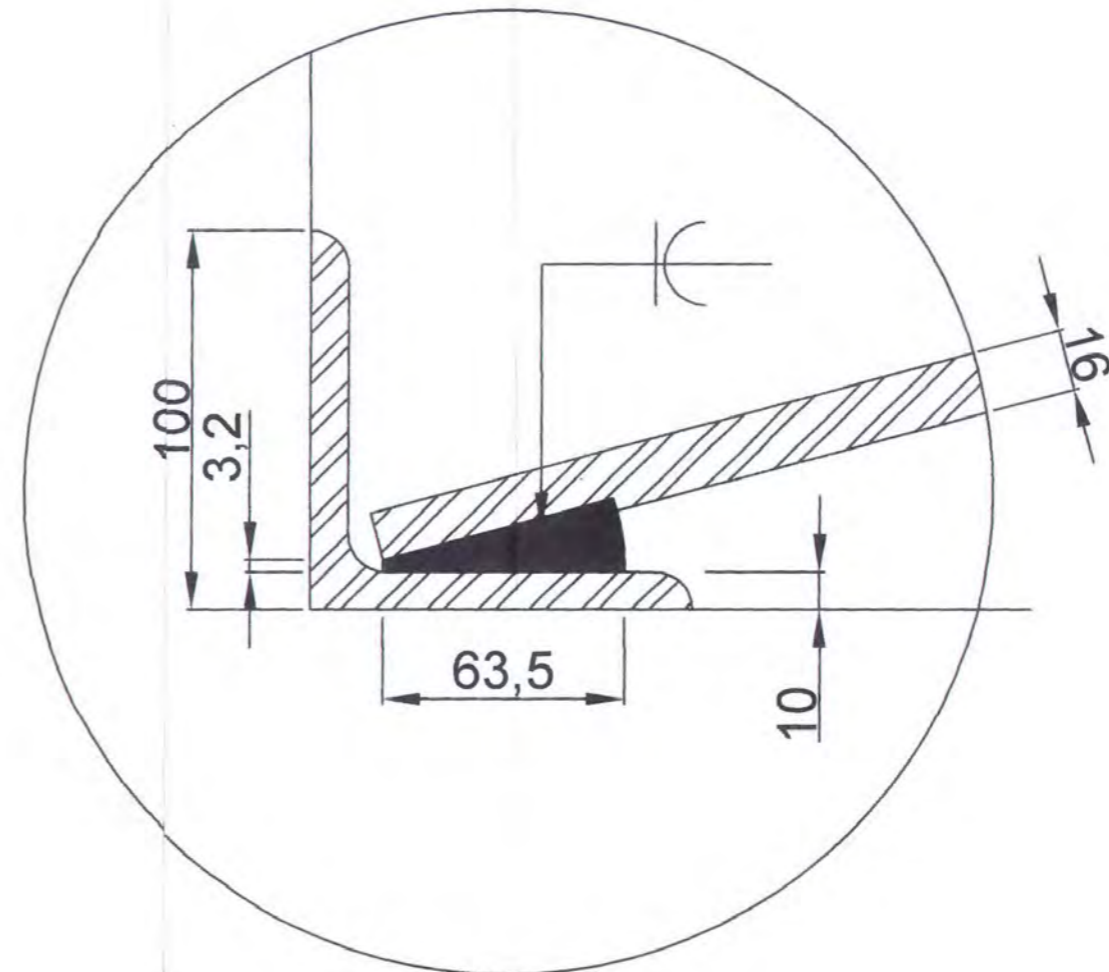
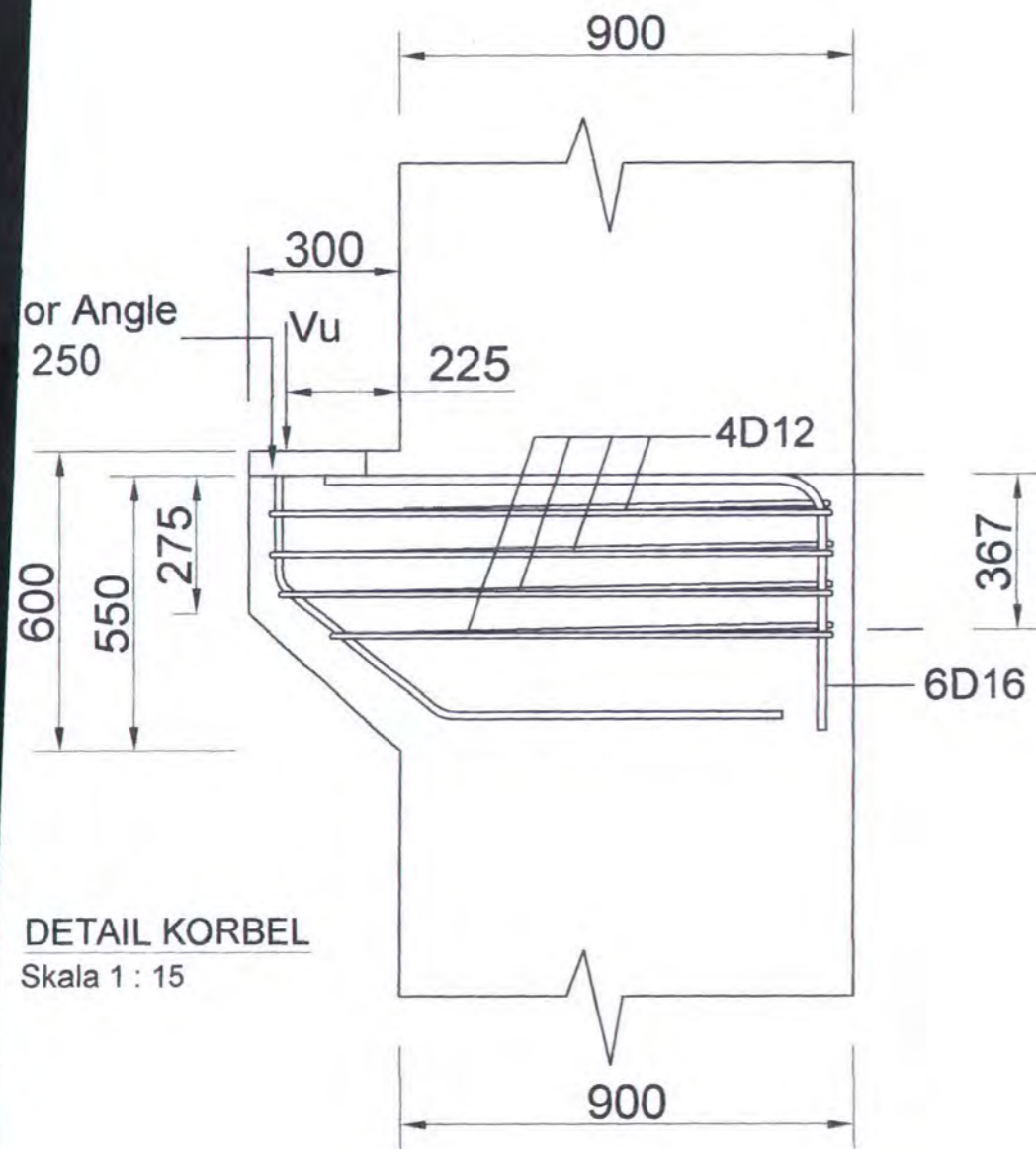
GAMBAR

PERKUATAN  
UJUNG BALOK &  
KOLOM

NO. GAMBAR

DISETUJUI

CATATAN







JURUSAN TEKNIK SIPIL  
FTSP - ITS  
SURABAYA

JUDUL TUGAS

MODIFIKASI DAN  
PERENCANAAN GEDUNG  
PERKANTORAN PEMERINTAH  
DAERAH DENGAN SISTEM  
PRACETAK

DOSEN PEMBIMBING

Prof. Ir. PRIYO SUPROBO, MS, Ph.D

MAHASISWA

MUCHAMMAD ALI AFANDI  
3199 100 055

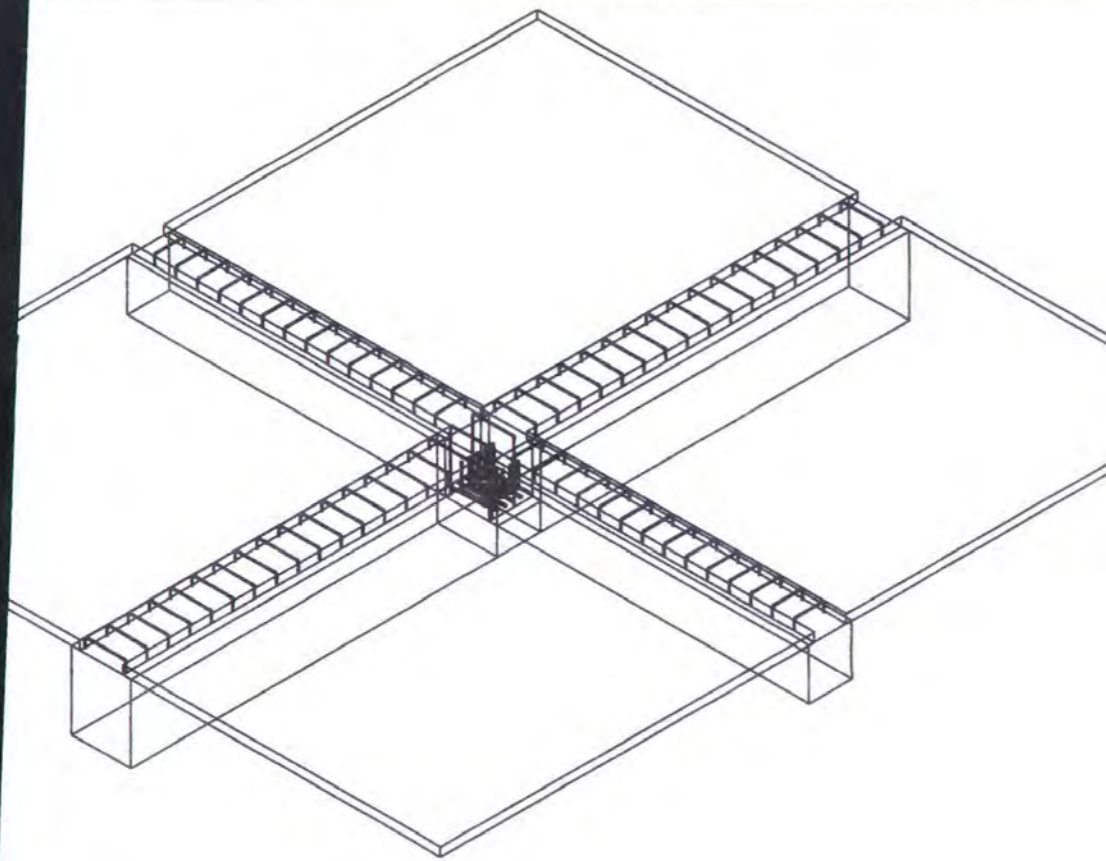
GAMBAR

SAMBUNGAN B.  
INDUK-B. ANAK

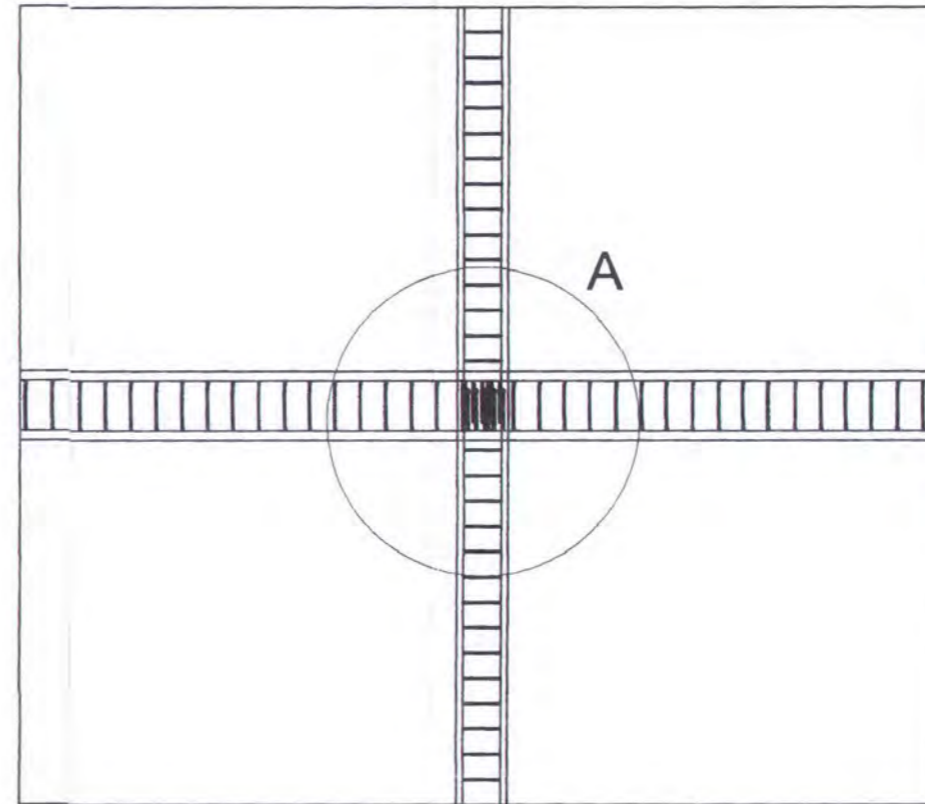
NO. GAMBAR

DISETUJUI

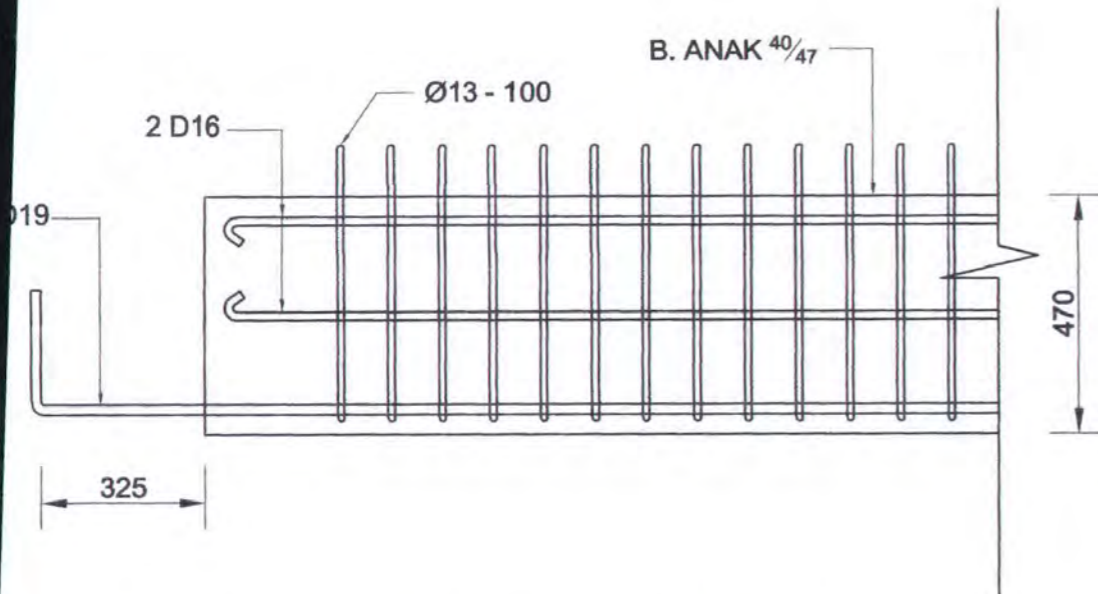
CATATAN



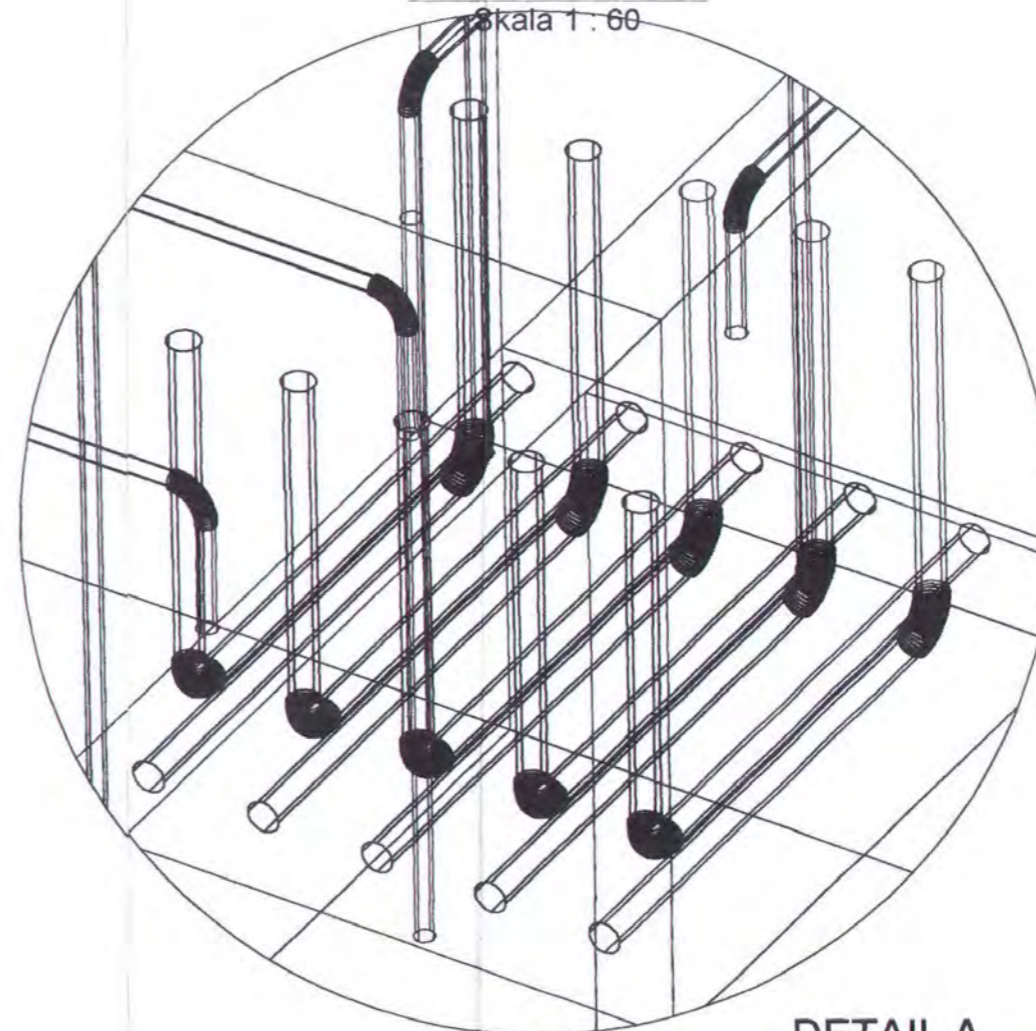
**3D VIEW**  
Skala 1 : 50



**TAMPAK ATAS**  
Skala 1 : 60



**PANJANG PENYALURAN B. ANAK**  
Skala 1 : 15



**DETAIL A**  
Skala 1 : 4





JURUSAN TEKNIK SIPIL  
FTSP - ITS  
SURABAYA

JUDUL TUGAS

MODIFIKASI DAN  
PERENCANAAN GEDUNG  
PERKANTORAN PEMERINTAH  
DAERAH DENGAN SISTEM  
PRACETAK

DOSEN PEMBIMBING

Prof. Ir. PRIYO SUPROBO, MS, Ph.D

MAHASISWA

MUCHAMMAD ALI AFANDI  
3199 100 055

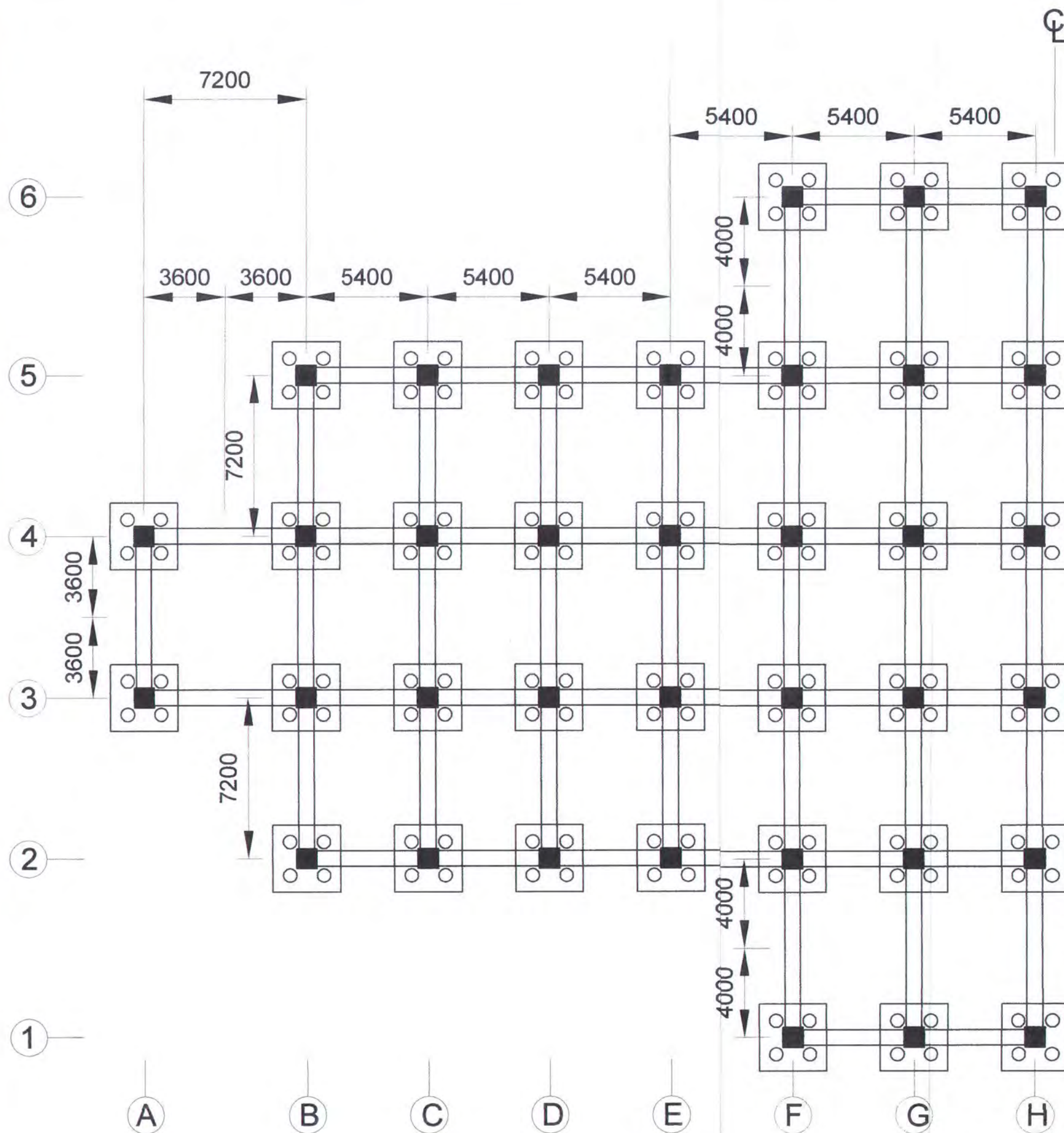
GAMBAR

DENAH PONDASI

NO. GAMBAR

DISETUJUI

CATATAN



**DENAH PONDASI**  
SKALA 1 : 200





JURUSAN TEKNIK SIPIL  
FTSP - ITS  
SURABAYA

JUDUL TUGAS AKHIR

MODIFIKASI DAN  
PERENCANAAN GEDUNG  
PERKANTORAN PEMERINTAH  
DAERAH DENGAN SISTEM  
PRACETAK

DOSEN PEMBIMBING

Prof. Ir. PRIYO SUPROBO, MS, Ph

MAHASISWA

MUCHAMMAD ALI AFANDI  
3199 100 055

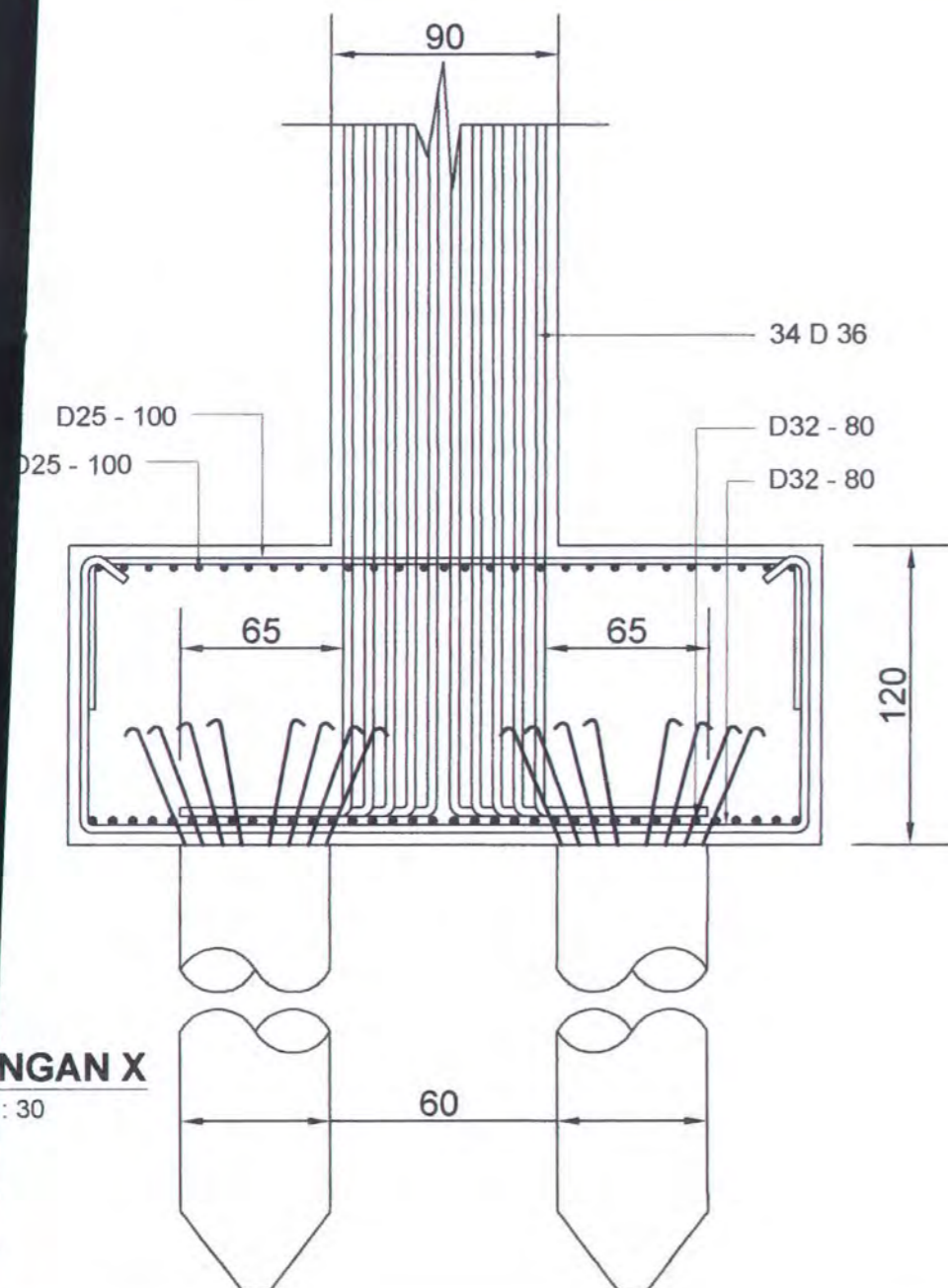
GAMBAR

DETAIL PENULANGAN  
POER

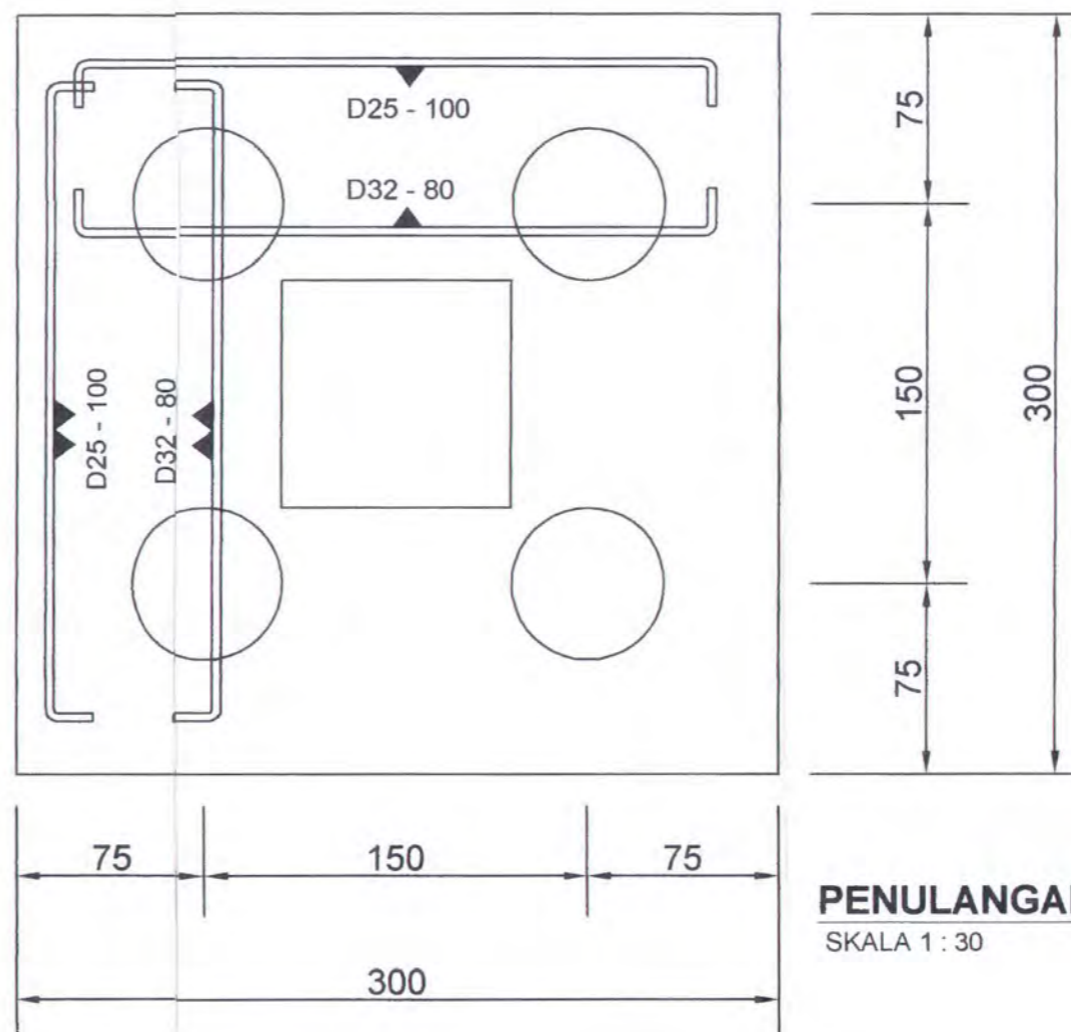
NO. GAMBAR

DISETUJUI

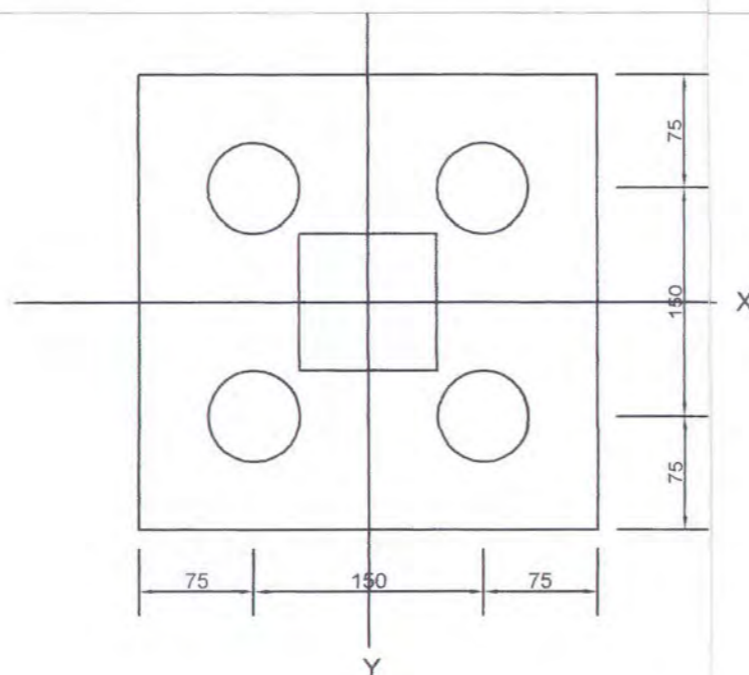
CATATAN



TAMPAK X  
SKALA 1 : 30



**PENULANGAN POER**  
SKALA 1 : 30



**TAMPAK POER**  
SKALA 1 : 50





JURUSAN TEKNIK SIPIL  
FTSP - ITS  
SURABAYA

JUDUL TUGAS

MODIFIKASI DAN  
PERENCANAAN GEDUNG  
PERKANTORAN PEMERINTAH  
DAERAH DENGAN SISTEM  
PRACETAK

DOSEN PEMBIMBING

Prof. Ir. PRIYO SUPROBO, MS, Ph.D

MAHASISWA

MUCHAMMAD ALI AFANDI  
3199 100 055

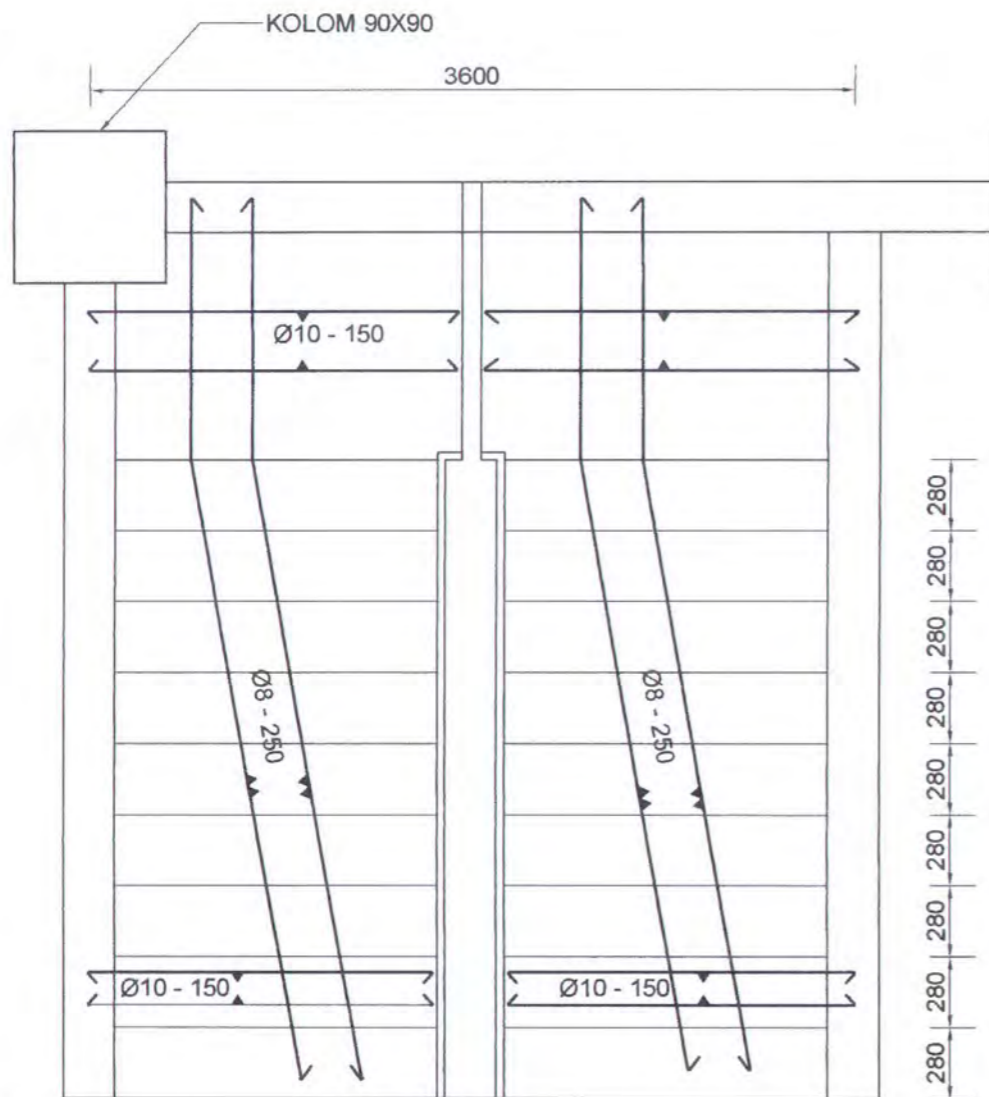
GAMBAR

PENULANGAN  
TANGGA

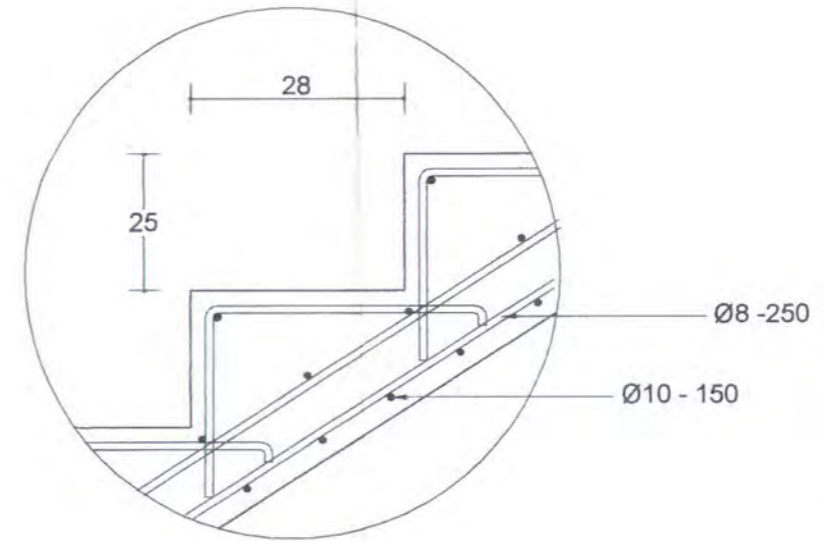
NO. GAMBAR

DISETUJUI

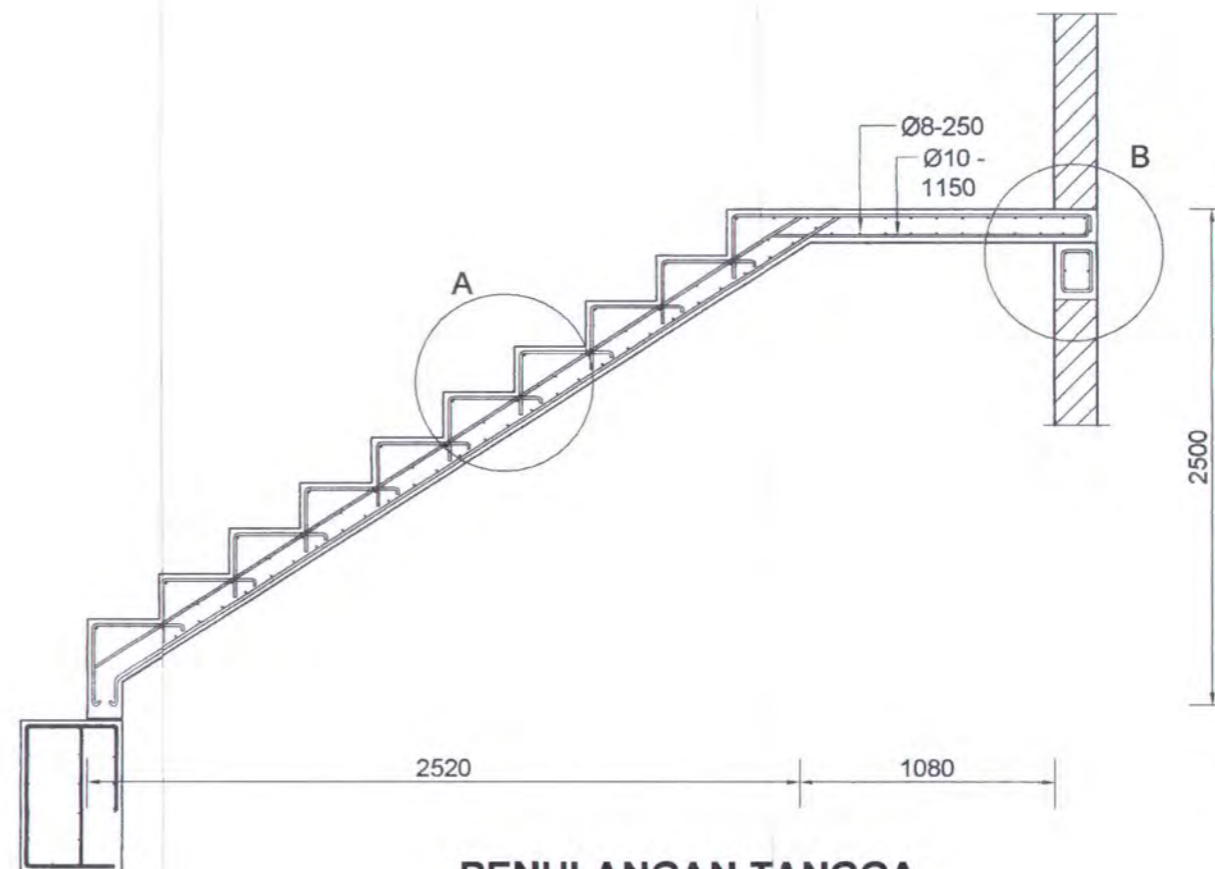
CATATAN



**DENAH TANGGA**  
SKALA 1 : 30



**DETAIL A**  
SKALA 1 : 10



**PENULANGAN TANGGA**  
SKALA 1 : 30





JURUSAN TEKNIK SIPIL  
FTSP - ITS  
SURABAYA

JUDUL TUGAS AKHIR

MODIFIKASI DAN  
PERENCANAAN GEDUNG  
PERKANTORAN PEMERINTAH  
DAERAH DENGAN SISTEM  
PRACETAK

DOSEN PEMBIMBING

Prof. Ir. PRIYO SUPROBO, MS, P

MAHASISWA

MUCHAMMAD ALI AFANDI  
3199 100 055

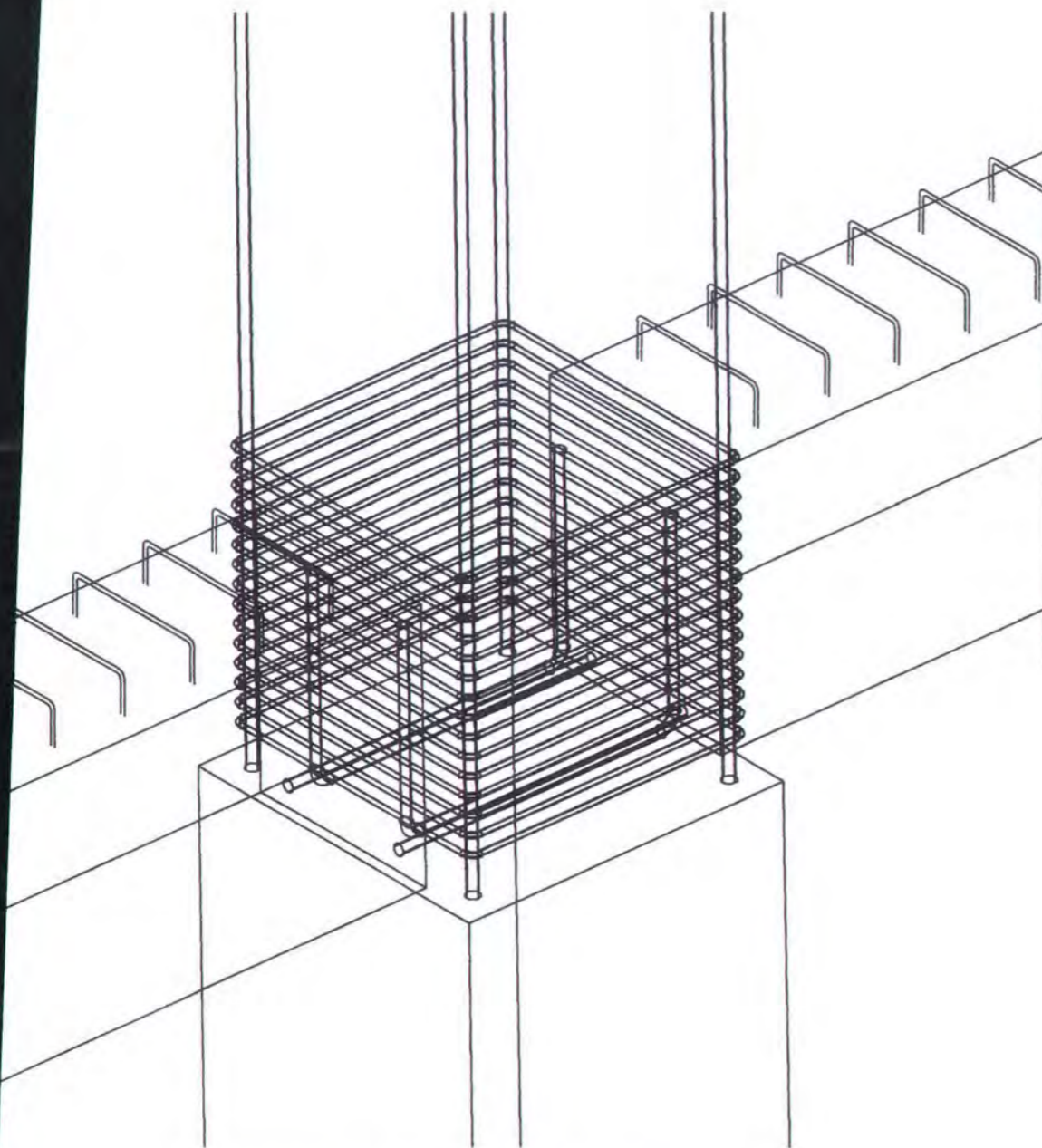
GAMBAR

BEAM COLUM JOINT

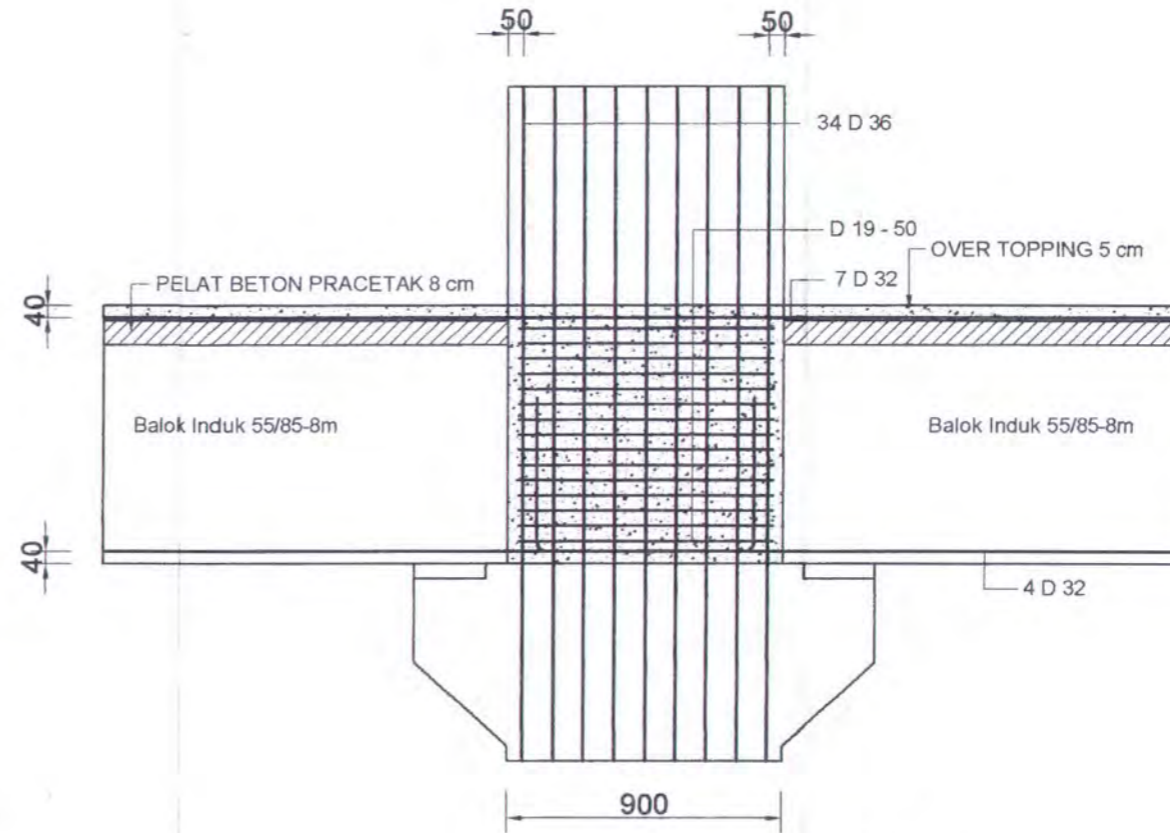
NO. GAMBAR

DISETUJUI

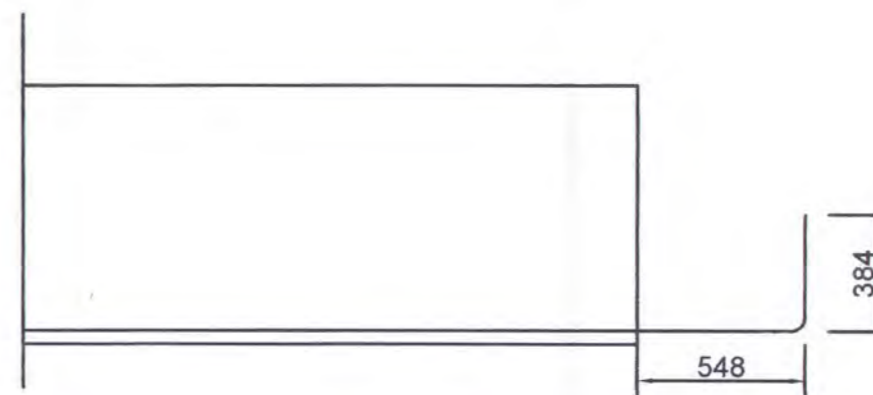
CATATAN



**BEAM COLUMN JOINT**  
SKALA 1 : 15



**BEAM COLUM JOINT**  
SKALA 1 : 25



**PANJANG PENYALURAN B. INDUK**  
SKALA 1 : 25





JURUSAN TEKNIK SIPIL  
FTSP - ITS  
SURABAYA

JUDUL TUGAS AKHIR

MODIFIKASI DAN  
PERENCANAAN GEDUNG  
PERKANTORAN PEMERINTAH  
DAERAH DENGAN SISTEM  
PRACETAK

DOSEN PEMBIMBING

Prof. Ir. PRIYO SUPROBO, MS, P

MAHASISWA

MUCHAMMAD ALI AFANDI  
3199 100 055

GAMBAR

PENULANGAN BALOK  
INDUK

NO. GAMBAR

DISETUJUI

CATATAN

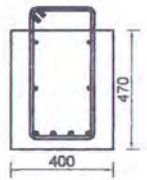
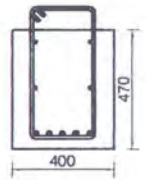
	LANTAI 14 (ATAP)		LANTAI 13 - 10		LANTAI 9 - 3		LANTAI 2 - 1			
	B.I $45/57$ - 7.2 m	B.I $45/57$ - 5.4 m	B.I $45/57$ - 7.2 m	B.I $45/57$ - 5.4 m	B.I $55/72$ - 7.2 m	B.I $45/57$ - 5.4 m	B.I $55/72$ - 7.2 m	B.I $45/57$ - 5.4 m	B.I $55/72$ - 8 m	B.I $45/57$ - 5.4 m
AS	2 D16	2 D16	2 D16	2 D16	2 D16	2 D16	2 D16	2 D16	2 D16	2 D16
GAH	2 D16	2 D16	2 D16	2 D16	2 D16	2 D16	2 D16	2 D16	2 D16	2 D16
WAH	4 D32	3 D32	5 D32	3 D32	4 D32	3 D32	4 D32	3 D32	4 D32	3 D32
ANG	D13 - 100	Ø10 - 175	D16 - 100	Ø10 - 175	D13 - 100	Ø10 - 175	D13 - 100	Ø10 - 175	D16 - 125	Ø10 - 175

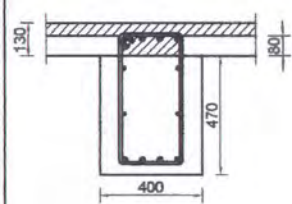
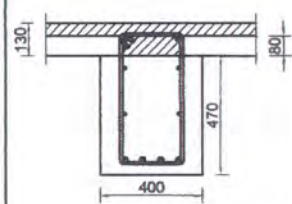
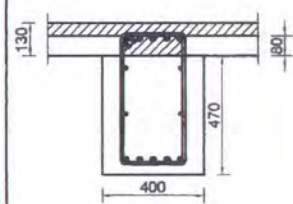
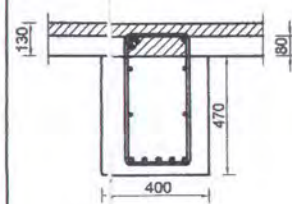
	LANTAI 14 (ATAP)		LANTAI 13 - 10		LANTAI 9 - 3		LANTAI 2 - 1			
	B.I $45/57$ - 7.2 m	B.I $45/57$ - 5.4 m	B.I $45/57$ - 7.2 m	B.I $45/57$ - 5.4 m	B.I $55/72$ - 7.2 m	B.I $45/57$ - 5.4 m	B.I $55/72$ - 7.2 m	B.I $45/57$ - 5.4 m	B.I $55/72$ - 8 m	B.I $45/57$ - 5.4 m
ATAS	2 D25	2 D25	2 D25	2 D25	2 D25	2 D25	2 D25	2 D25	2 D25	2 D25
TORSI	2 D16	2 D16	2 D16	2 D16	2 D16	2 D16	2 D16	2 D16	2 D16	2 D16
BAWAH	4 D32	3 D32	5 D32	3 D32	4 D32	3 D32	4 D32	3 D32	4 D32	3 D32
KANG	D13 - 100	Ø10 - 175	D16 - 100	Ø10 - 175	D13 - 100	Ø10 - 175	D13 - 100	Ø10 - 175	D16 - 125	Ø10 - 175

	LANTAI 14 (ATAP)		LANTAI 13 - 10		LANTAI 9 - 3		LANTAI 2 - 1			
	B.I $45/57$ - 7.2 m	B.I $45/57$ - 5.4 m	B.I $45/57$ - 7.2 m	B.I $45/57$ - 5.4 m	B.I $55/72$ - 7.2 m	B.I $45/57$ - 5.4 m	B.I $55/72$ - 7.2 m	B.I $45/57$ - 5.4 m	B.I $55/72$ - 8 m	B.I $45/57$ - 5.4 m
ATAS	5 D32	2 D32	5 D32	2 D32	7 D32	2 D32	7 D32	2 D32	7 D32	2 D32
TORSI	2 D16	2 D16	2 D16	2 D16	2 D16	2 D16	2 D16	2 D16	2 D16	2 D16
BAWAH	3 D32	2 D32	3 D32	2 D32	4 D32	2 D32	4 D32	2 D32	4 D32	2 D32
KANG	D13 - 100	Ø10 - 175	D16 - 100	Ø10 - 175	D13 - 100	Ø10 - 175	D13 - 100	Ø10 - 175	D16 - 125	Ø10 - 175

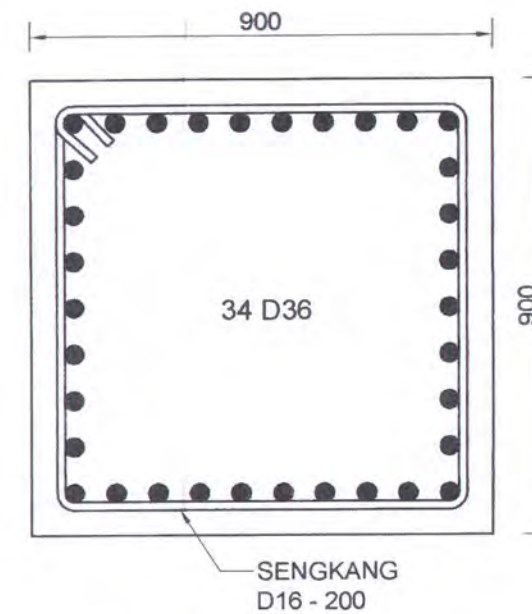
SKALA 1 : 40



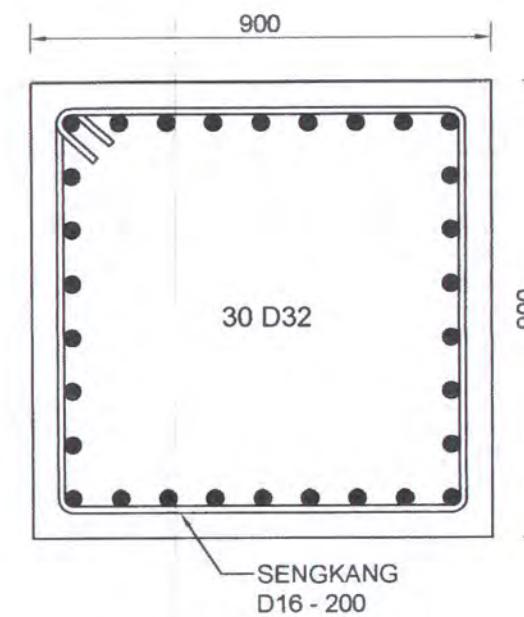
	B. A. $\frac{40}{47}$ - 5.4 m	B. A. $\frac{40}{47}$ - 7.2 m
<b>BALOK ANAK SEBELUM KOMPOSIT (LAPANGAN)</b>		
TUL. ATAS	2 D14	2 D16
TUL. TANGAH	2 D14	2 D16
TUL. BAWAH	4 D19	5 D19
SENGKANG	Ø12 - 125	Ø13 - 100

	B. A. $\frac{40}{47}$ - 5.4 m		B. A. $\frac{40}{47}$ - 7.2 m	
	TUMPUAN	LAPANGAN	TUMPUAN	LAPANGAN
<b>BALOK ANAK SESUDAH KOMPOSIT</b>				
TUL. ATAS	4 D19	2 D14	5 D19	2 D16
TUL. TORSI	2 D14	2 D14	2 D16	2 D16
TUL. BAWAH	4 D19	4 D19	5 D19	5 D19
SENGKANG	Ø12 - 125	Ø12 - 125	Ø13 - 100	Ø13 - 100

**BALOK ANAK**  
SKALA 1 : 30



**KOLOM LT. 1**  
SKALA 1 : 15



**KOLOM LT. 2 s/d 14**  
SKALA 1 : 15



JURUSAN TEKNIK SIPIL  
FTSP - ITS  
SURABAYA

JUDUL TUGAS AKHIR

MODIFIKASI DAN  
PERENCANAAN GEDUNG  
PERKANTORAN PEMERINTAH  
DAERAH DENGAN SISTEM  
PRACETAK

DOSEN PEMBIMBING

Prof. Ir. PRIYO SUPROBO, MS, Ph.D.

MAHASISWA

MUCHAMMAD ALI AFANDI  
3199 100 055

GAMBAR

PENULANGAN BALOK  
ANAK & KOLOM

NO. GAMBAR

DISETUJUI

CATATAN





JURUSAN TEKNIK SIPIL  
FTSP - ITS  
SURABAYA

JUDUL TUGAS

MODIFIKASI DAN  
PERENCANAAN GEDUNG  
PERKANTORAN PEMERINTAH  
DAERAH DENGAN SISTEM  
PRACETAK

DOSEN PEMBIMBING

Prof. Ir. PRIYO SUPROBO, MS, Ph.D

MAHASISWA

MUCHAMMAD ALI AFANDI  
3199 100 055

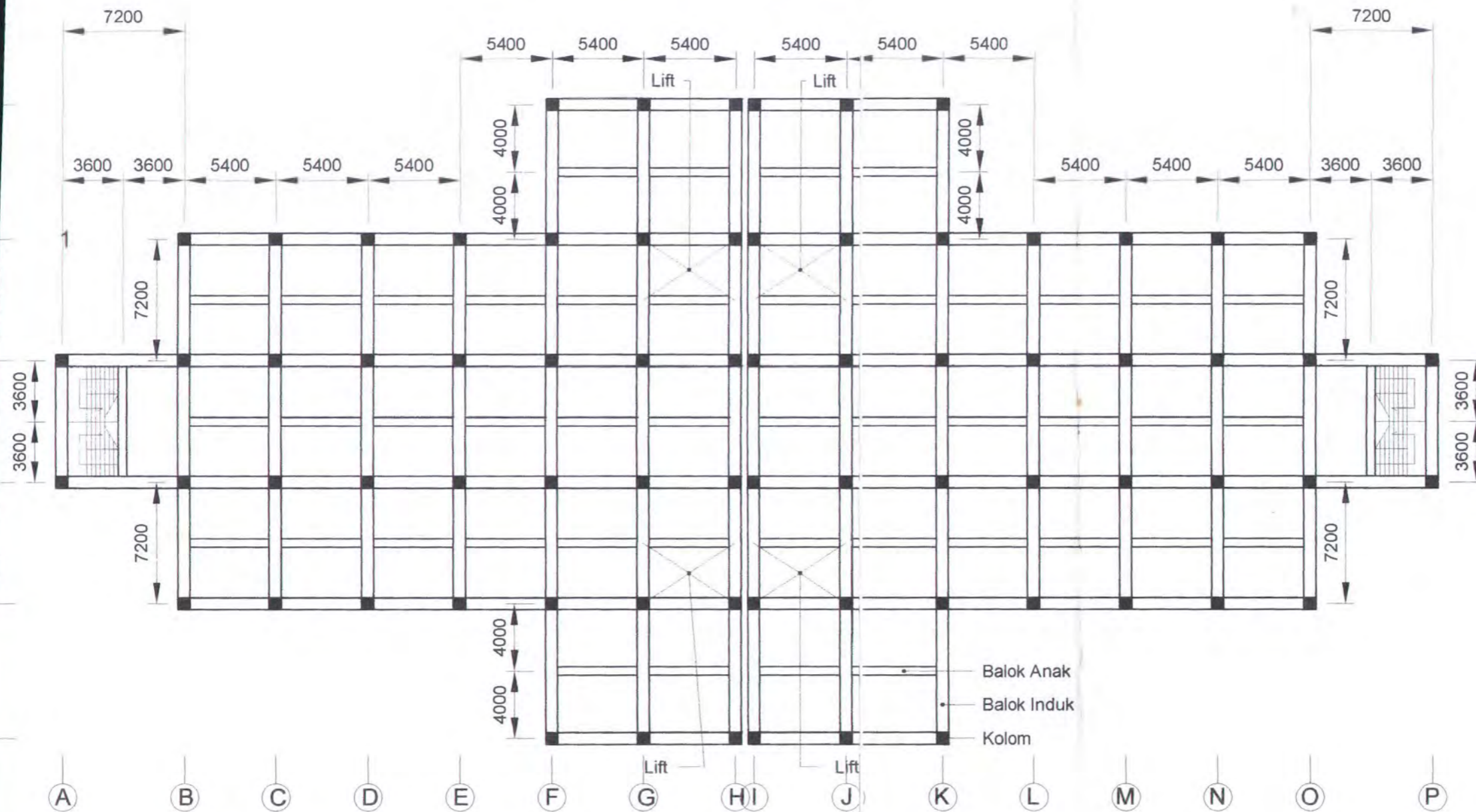
GAMBAR

DENAH Lt.1 & 2

NO. GAMBAR

DISETUJUI

CATATAN



**DENAH PEMBALOKAN Lt. 1 & 2**  
Skala 1 : 300





JURUSAN TEKNIK SIPIL  
FTSP - ITS  
SURABAYA

JUDUL TUGAS

MODIFIKASI DAN  
PERENCANAAN GEDUNG  
PERKANTORAN PEMERINTAH  
DAERAH DENGAN SISTEM  
PRACETAK

DOSEN PEMBIMBING

Prof. Ir. PRIYO SUPROBO, MS, F

MAHASISWA

MUCHAMMAD ALI AFANDI  
3199 100 055

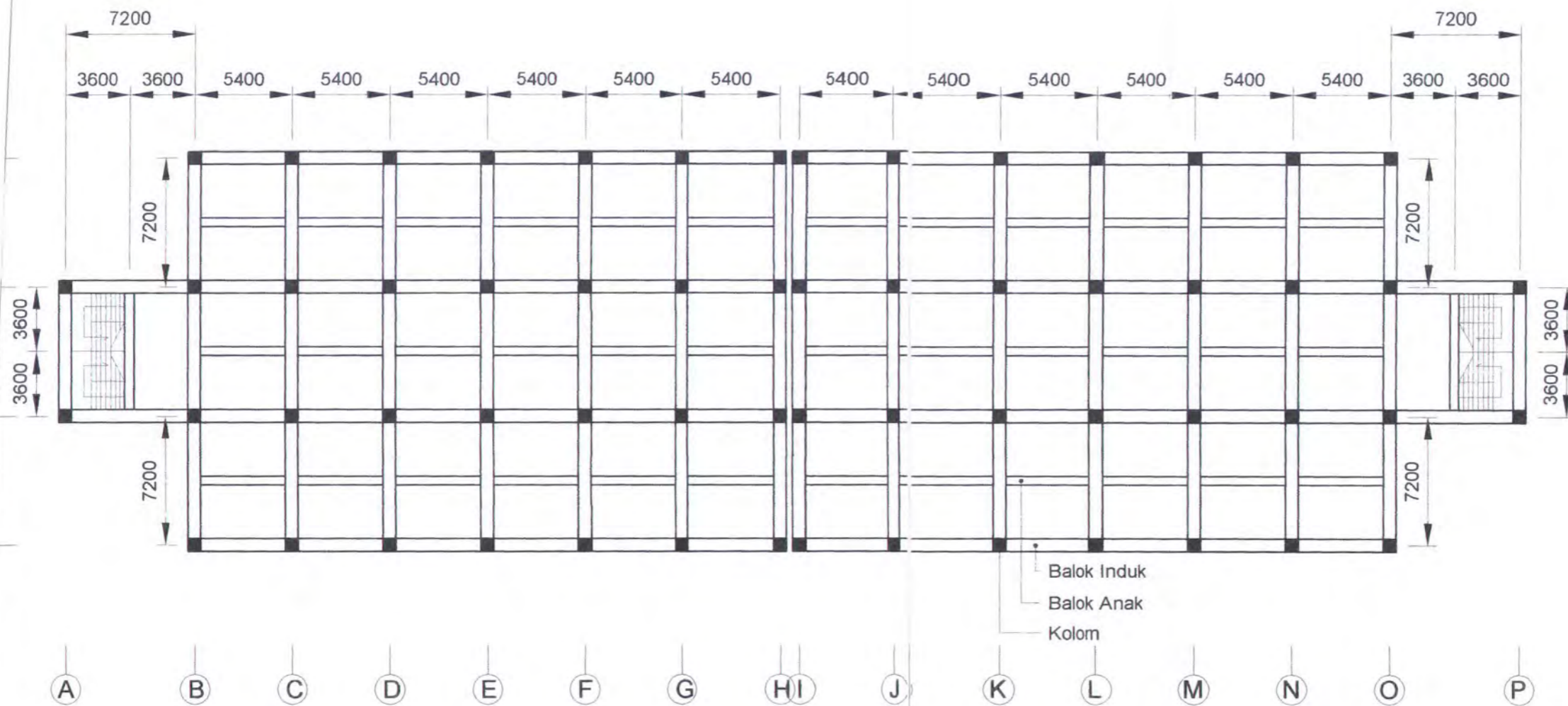
GAMBAR

DENAH Lt. 14

NO. GAMBAR

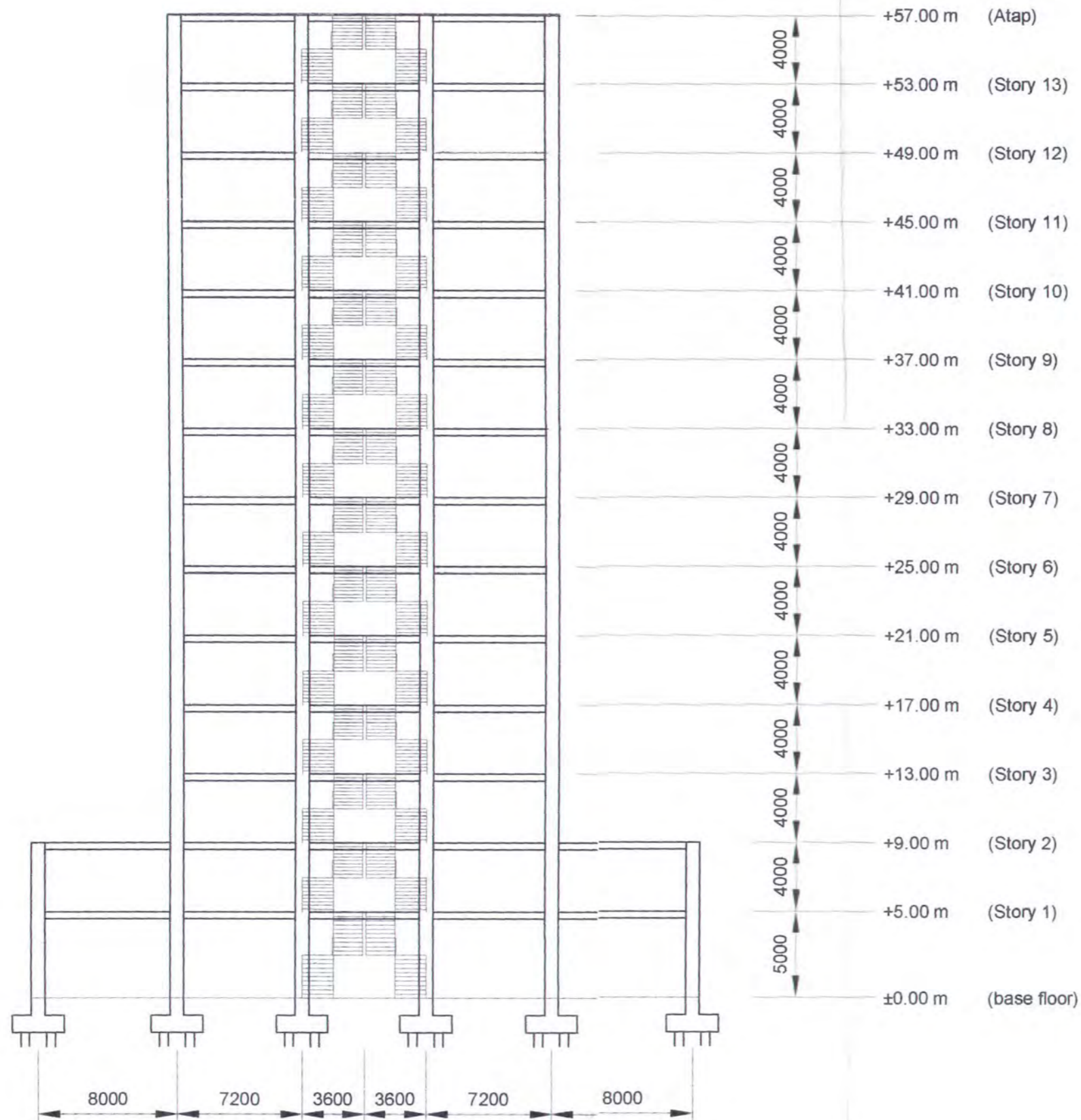
DISETUJUI

CATATAN



**DENAH PEMBALOKAN Lt. 14**  
Skala 1 : 300





**POTONGAN MELINTANG**  
Skala 1 : 300



JURUSAN TEKNIK SIPIL  
FTSP - ITS  
SURABAYA

JUDUL TUGAS

MODIFIKASI DAN  
PERENCANAAN GEDUNG  
PERKANTORAN PEMERINTAH  
DAERAH DENGAN SISTEM  
PRACETAK

DOSEN PEMBIMBING

Prof. Ir. PRIYO SUPROBO, MS, Ph.D

MAHASISWA

MUCHAMMAD ALI AFANDI  
3199 100 055

GAMBAR

POTONGAN  
MELINTANG

NO. GAMBAR

DISETUJUI

CATATAN





JURUSAN TEKNIK SIPIL  
FTSP - ITS  
SURABAYA

**JUDUL TUGAS**

MODIFIKASI DAN  
PERENCANAAN GEDUNG  
PERKANTORAN PEMERINTAH  
DAERAH DENGAN SISTEM  
PRACETAK

**DOSEN PEMBIMBING**

Prof. Ir. PRIYO SUPROBO, MS, Ph.D

**MAHASISWA**

MUCHAMMAD ALI AFANDI  
3199 100 055

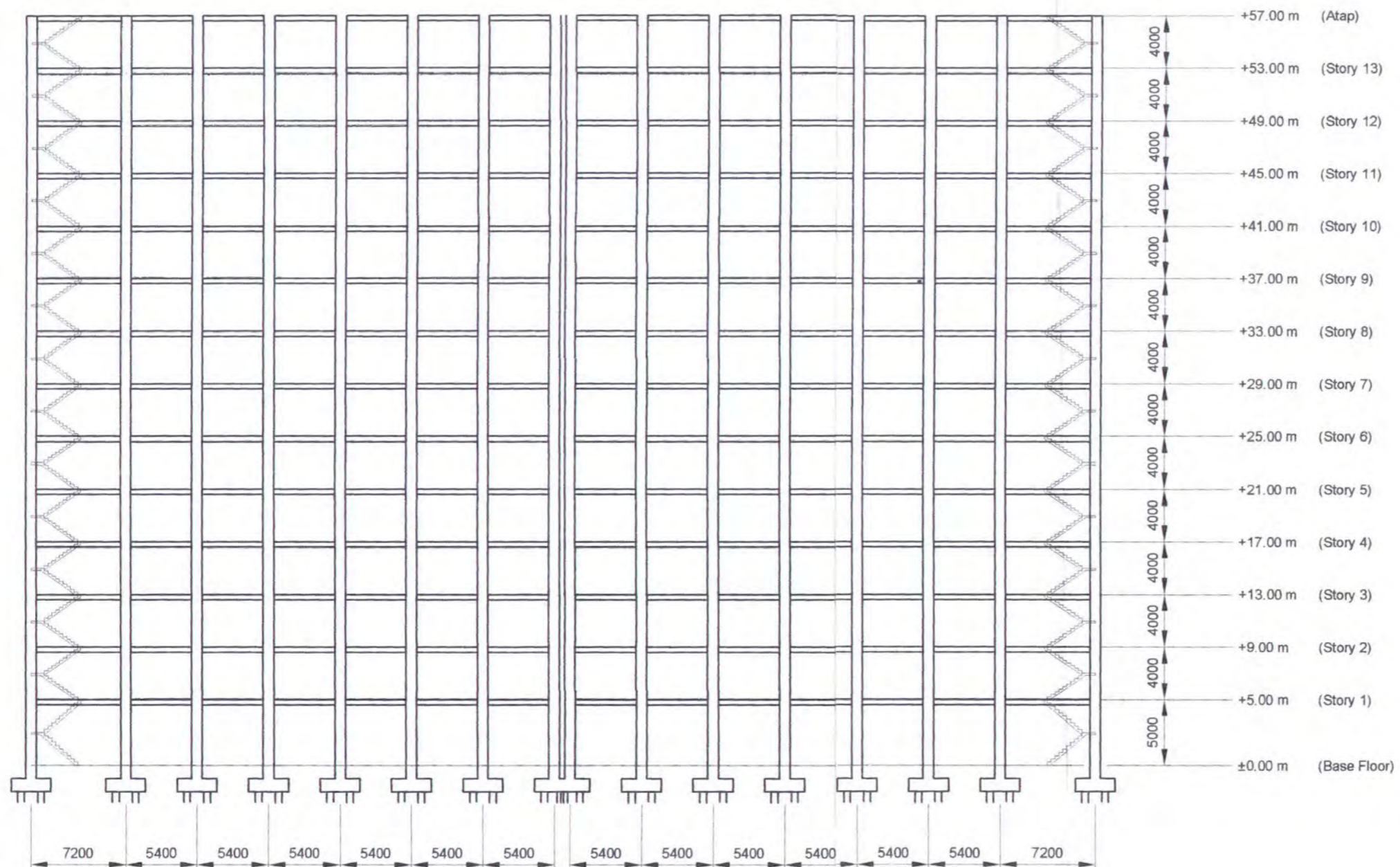
**GAMBAR**

**POTONGAN  
MEMANJANG**

**NO. GAMBAR**

**DISETUJUI**

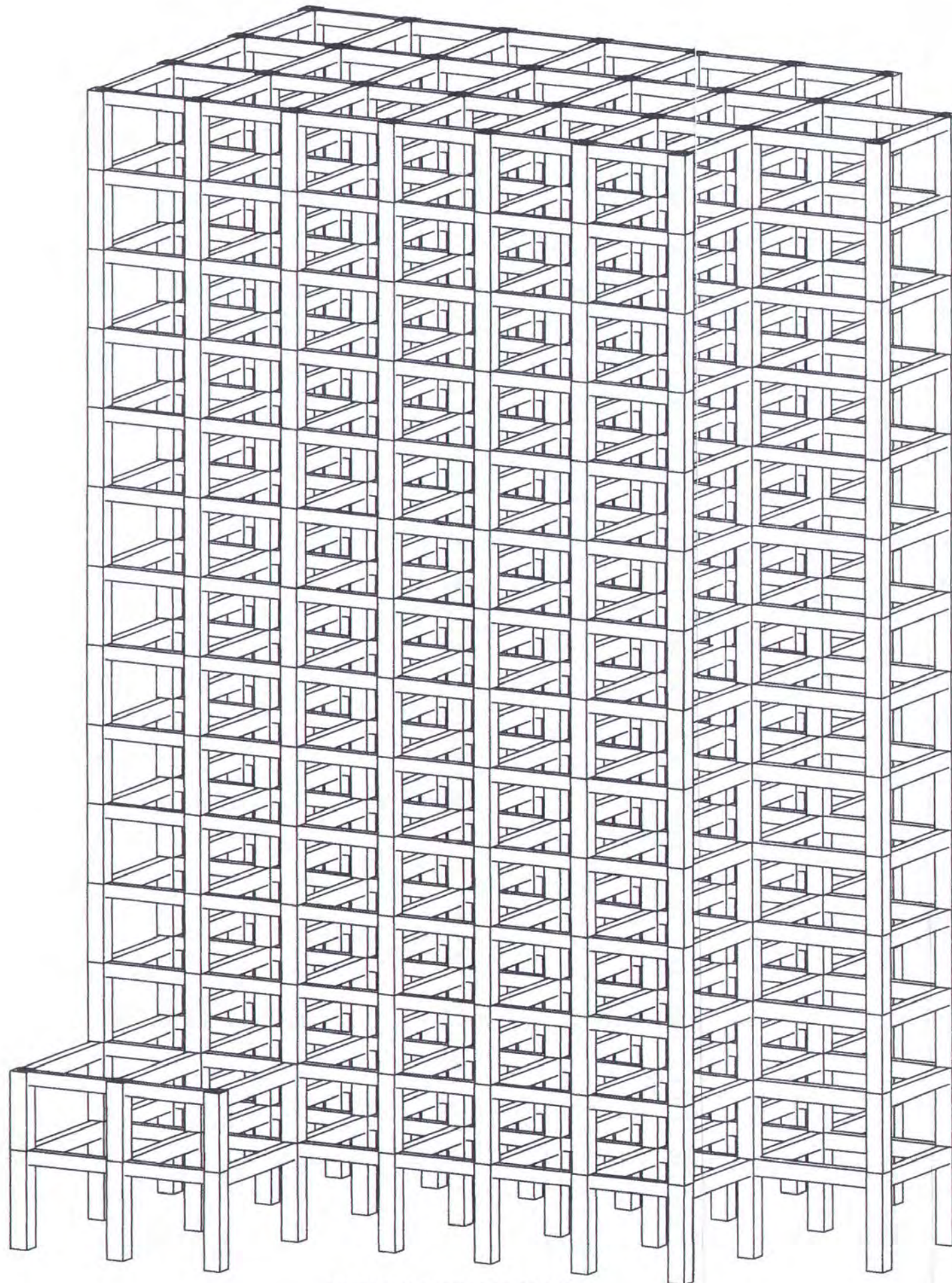
**CATATAN**



**POTONGAN MEMANJANG**

Skala 1 : 300





**PERMODELAN SRUKTUR**  
SKALA 1 : 250



JURUSAN TEKNIK SIPIL  
FTSP - ITS  
SURABAYA

JUDUL TUGAS

MODIFIKASI DAN  
PERENCANAAN GEDUNG  
PERKANTORAN PEMERINTAH  
DAERAH DENGAN SISTEM  
PRACETAK

DOSEN PEMBIMBING

Prof. Ir. PRIYO SUPROBO, MS, Ph.D

MAHASISWA

MUCHAMMAD ALI AFANDI  
3199 100 055

GAMBAR

PERMODELAN  
STRUKTUR

NO. GAMBAR

DISETUJUI

CATATAN





JURUSAN TEKNIK SIPIL  
FTSP - ITS  
SURABAYA

JUDUL TUGAS

MODIFIKASI DAN  
PERENCANAAN GEDUNG  
PERKANTORAN PEMERINTAH  
DAERAH DENGAN SISTEM  
PRACETAK

DOSEN PEMBIMBING

Prof. Ir. PRIYO SUPROBO, MS, Ph.D

MAHASISWA

MUCHAMMAD ALI AFANDI  
3199 100 055

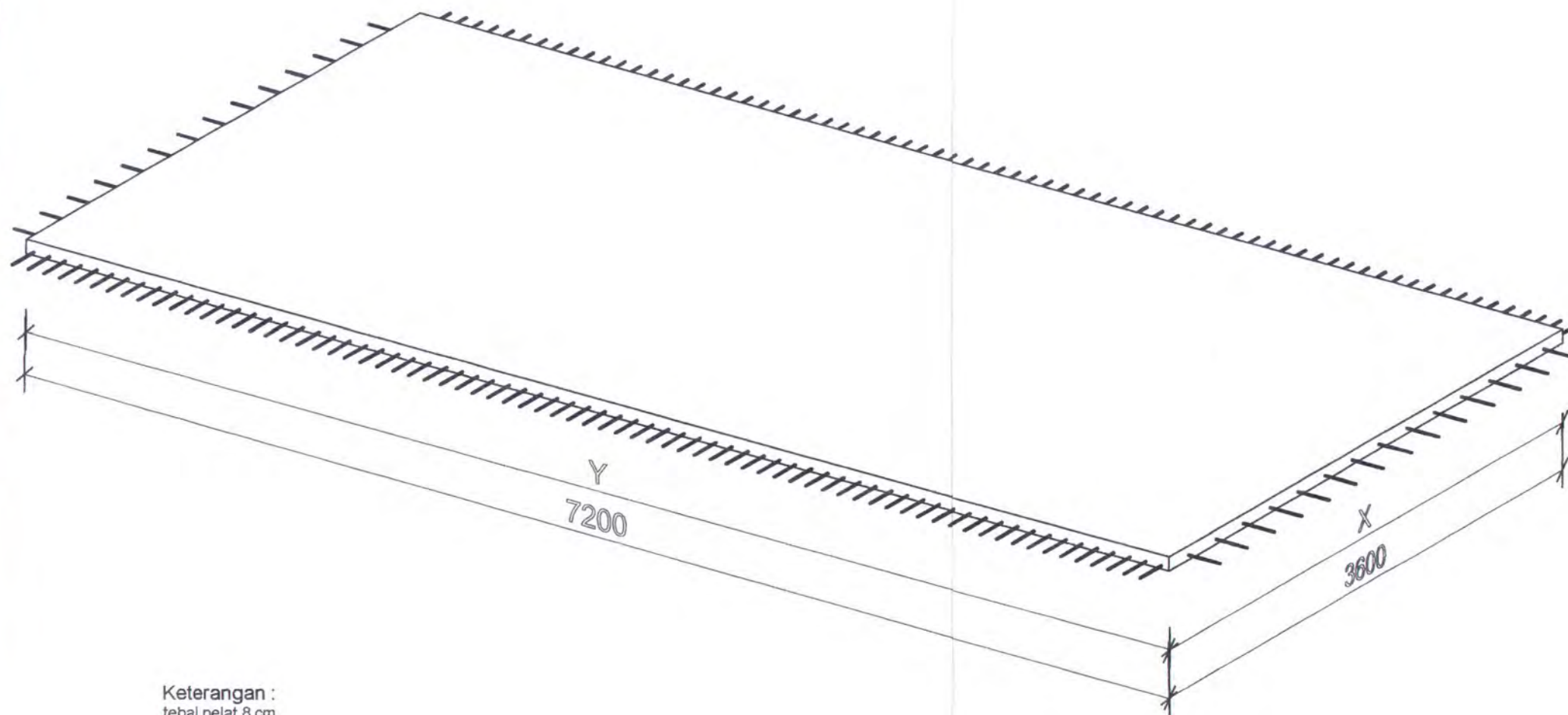
GAMBAR

3D VIEW PELAT  
3.6m X 7.2m

NO. GAMBAR

DISETUJUI

CATATAN



Keterangan :  
tebal pelat 8 cm  
tulangan X  $\varnothing$ 10 - 100  
tulangan Y  $\varnothing$ 10 - 250  
Panjang penyaluran 200 mm

3D VIEW PELAT 3.6m X 7.2m SEBELUM KOMPOSIT

Skala 1 : 30





JURUSAN TEKNIK SIPIL  
FTSP - ITS  
SURABAYA

JUDUL TUGAS

MODIFIKASI DAN  
PERENCANAAN GEDUNG  
PERKANTORAN PEMERINTAH  
DAERAH DENGAN SISTEM  
PRACETAK

DOSEN PEMBIMBING

Prof. Ir. PRIYO SUPROBO, MS, Ph.D

MAHASISWA

MUCHAMMAD ALI AFANDI  
3199 100 055

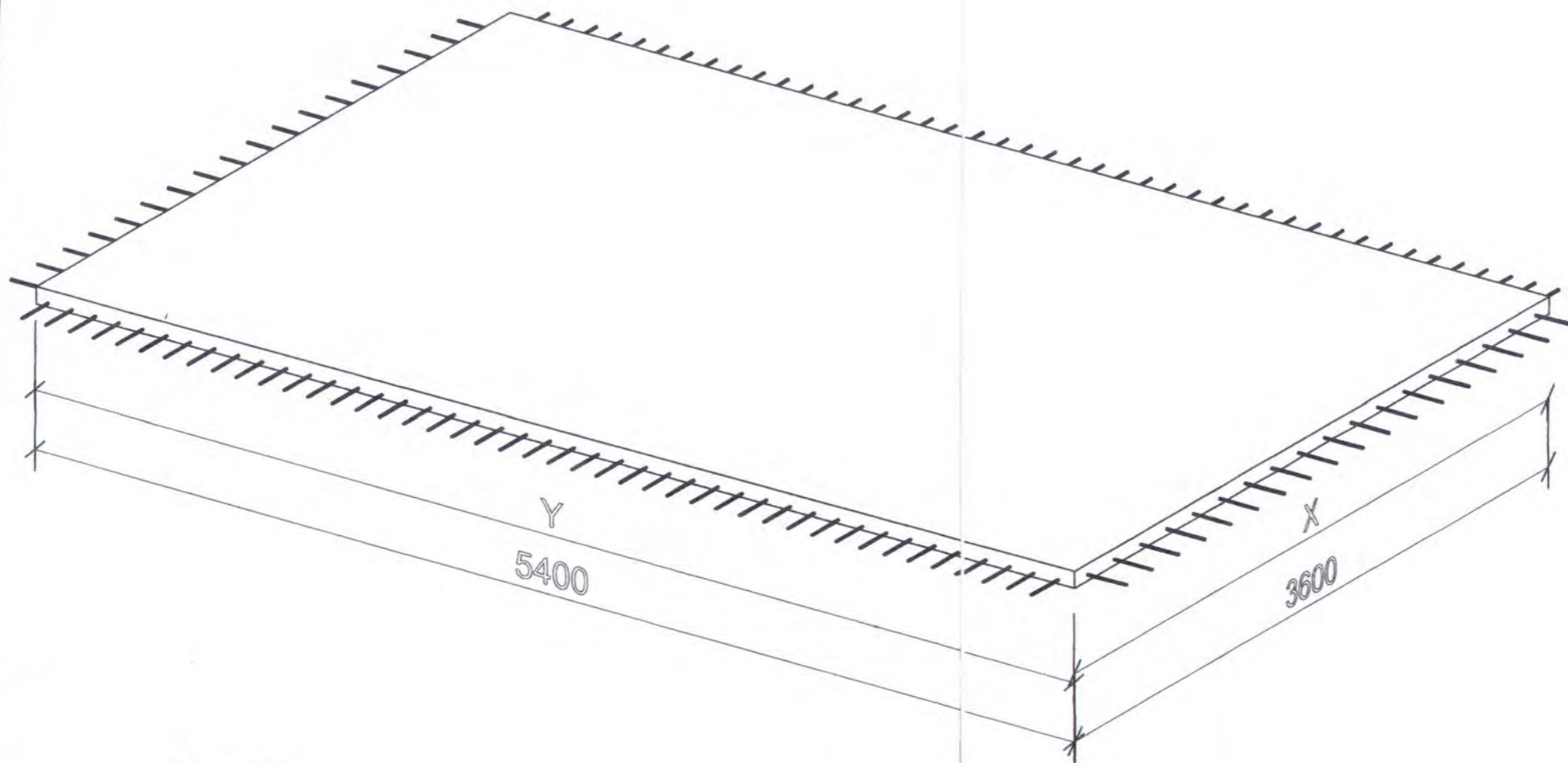
GAMBAR

3D VIEW PELAT  
3.6m X 5.4m

NO. GAMBAR

DISETUJUI

CATATAN



Keterangan :  
tebal pelat 8 cm  
tulangan X  $\varnothing 10 - 125$   
tulangan Y  $\varnothing 10 - 200$   
Panjang penyaluran 200 mm

3D VIEW PELAT 3.6m X 5.4m SEBELUM KOMPOSIT

Skala 1 : 25



JURUSAN TEKNIK SIPIL  
FTSP - ITS  
SURABAYA

JUDUL TUGAS

MODIFIKASI DAN  
PERENCANAAN GEDUNG  
PERKANTORAN PEMERINTAH  
DAERAH DENGAN SISTEM  
PRACETAK

DOSEN PEMBIMBING

Prof. Ir. PRIYO SUPROBO, MS, Ph.D

MAHASISWA

MUCHAMMAD ALI AFANDI  
3199 100 055

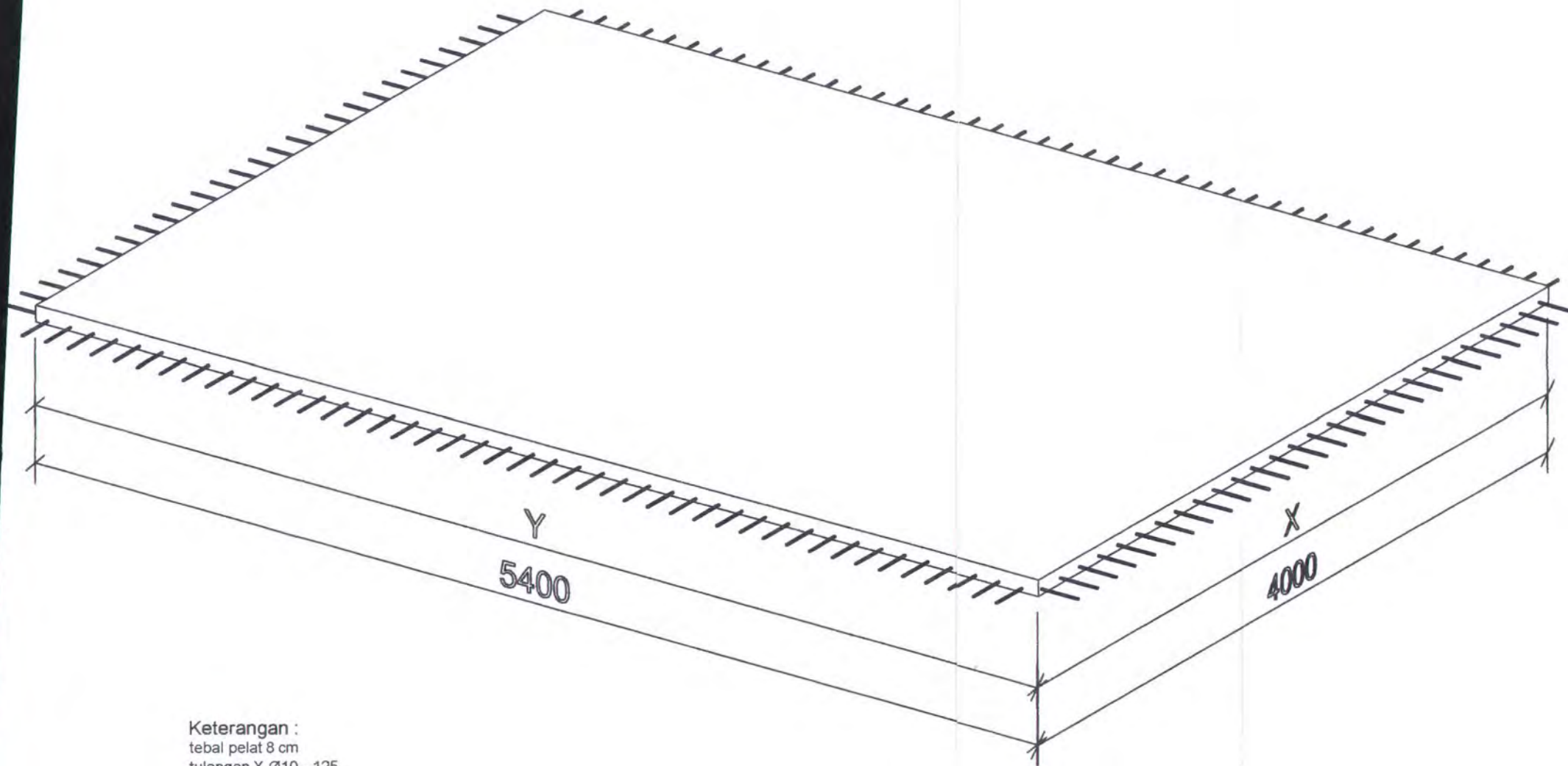
GAMBAR

3D VIEW PELAT  
4m X 5.4m

NO. GAMBAR

DISETUJUI

CATATAN



Keterangan :  
tebal pelat 8 cm  
tulangan X  $\varnothing$ 10 - 125  
tulangan Y  $\varnothing$ 10 - 150

**3D VIEW PELAT 4m X 5.4m SEBELUM KOMPOSIT**  
Skala 1 : 25





JURUSAN TEKNIK SIPIL  
FTSP - ITS  
SURABAYA

JUDUL TUGAS

MODIFIKASI DAN  
PERENCANAAN GEDUNG  
PERKANTORAN PEMERINTAH  
DAERAH DENGAN SISTEM  
PRACETAK

DOSEN PEMBIMBING

Prof. Ir. PRIYO SUPROBO, MS, Ph.D

MAHASISWA

MUCHAMMAD ALI AFANDI  
3199 100 055

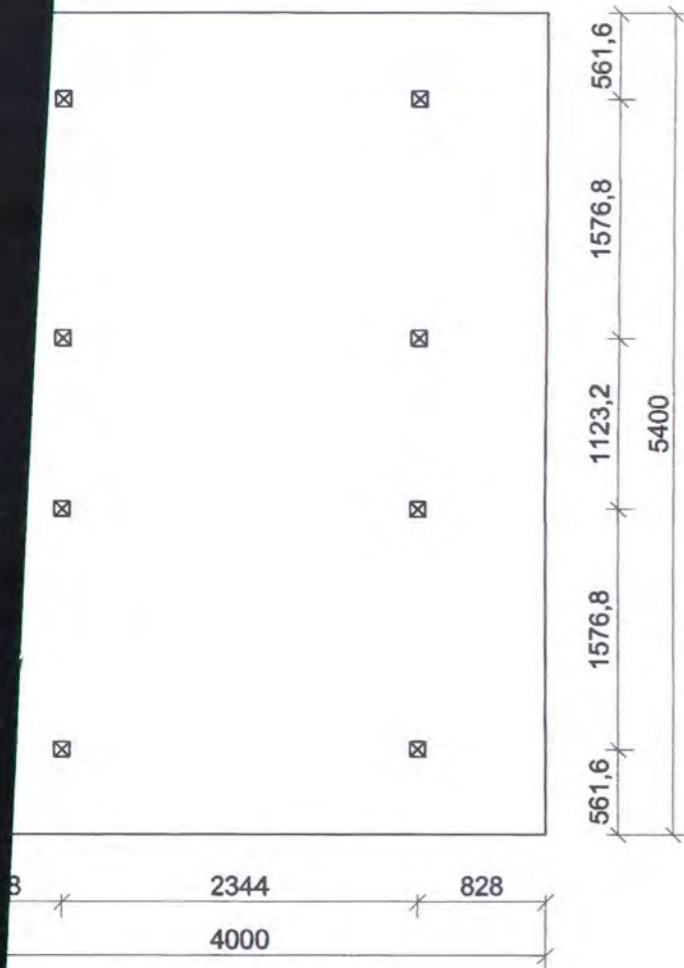
GAMBAR

LETAK TITIK  
ANGKAT

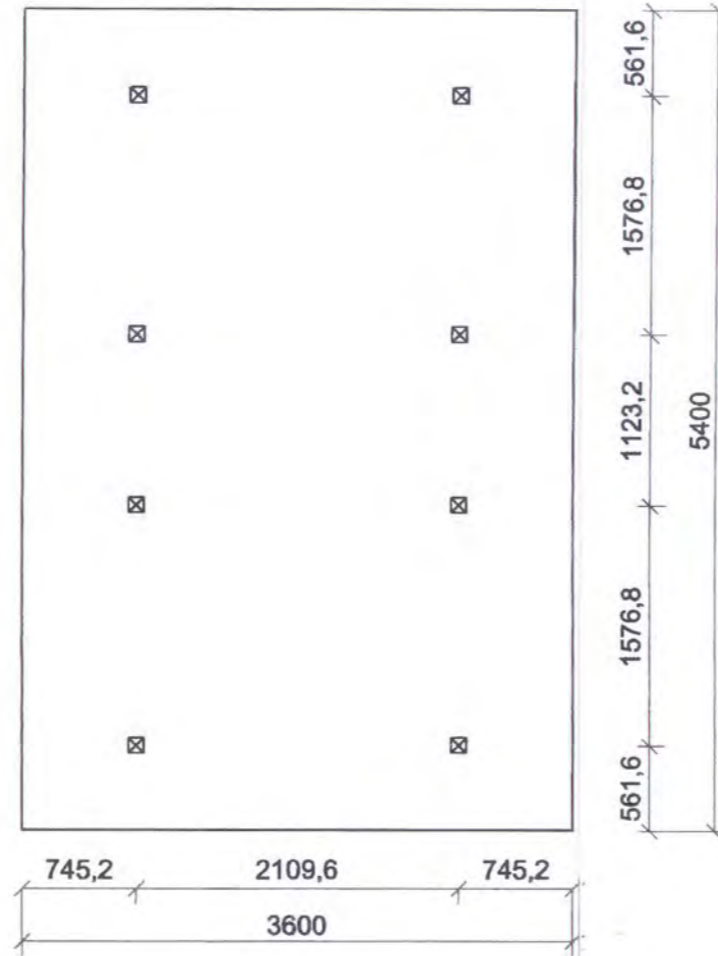
NO. GAMBAR

DISETUJUI

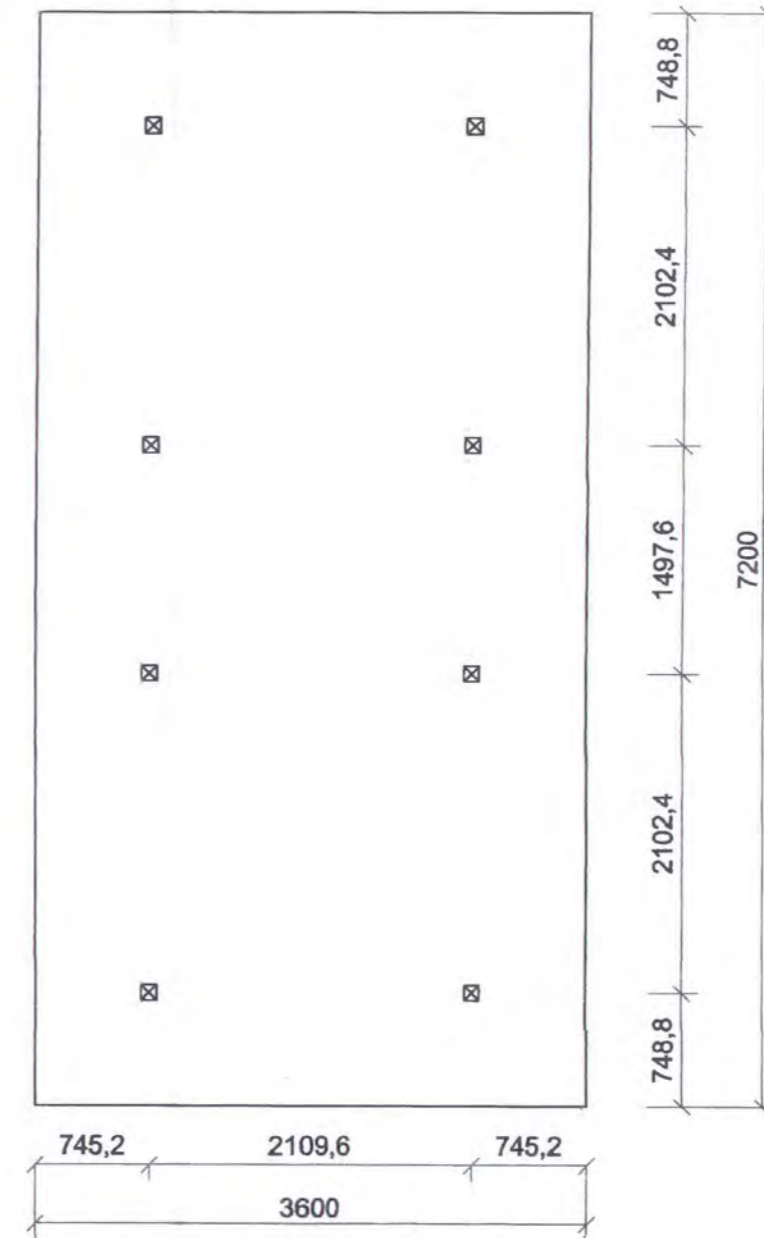
CATATAN



TITIK ANGKAT PELAT 4m X 5.4m  
Skala 1 : 50



TITIK ANGKAT PELAT 3.6m X 5.4m  
Skala 1 : 50



TITIK ANGKAT PELAT 3.6m X 7.2m  
Skala 1 : 50

Keterangan :  
Tul angkat = 1 kabel strand seven wire  $\varnothing \frac{1}{4}$  in  
fpu = 250 ksi





JURUSAN TEKNIK SIPIL  
FTSP - ITS  
SURABAYA

JUDUL TUGAS

MODIFIKASI DAN  
PERENCANAAN GEDUNG  
PERKANTORAN PEMERINTAH  
DAERAH DENGAN SISTEM  
PRACETAK

DOSEN PEMBIMBING

Prof. Ir. PRIYO SUPROBO, MS, Ph

MAHASISWA

MUCHAMMAD ALI AFANDI  
3199 100 055

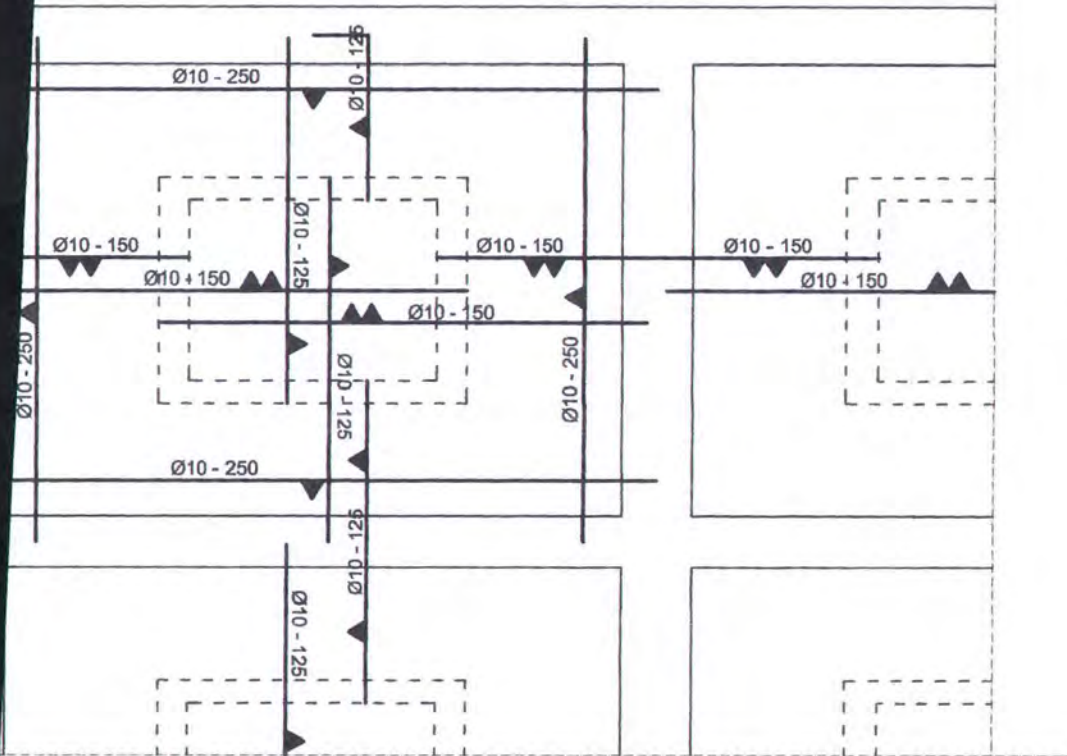
GAMBAR

TULANGAN PELAT  
(SETELAH  
KOMPOSIT)

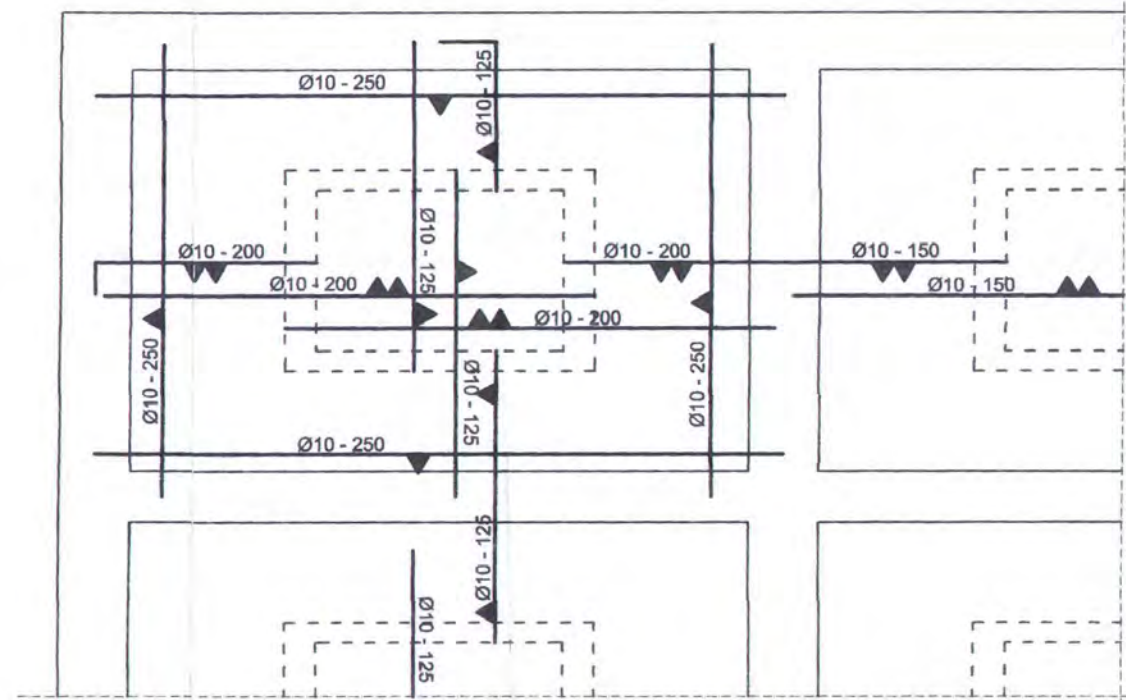
NO. GAMBAR

DISETUJUI

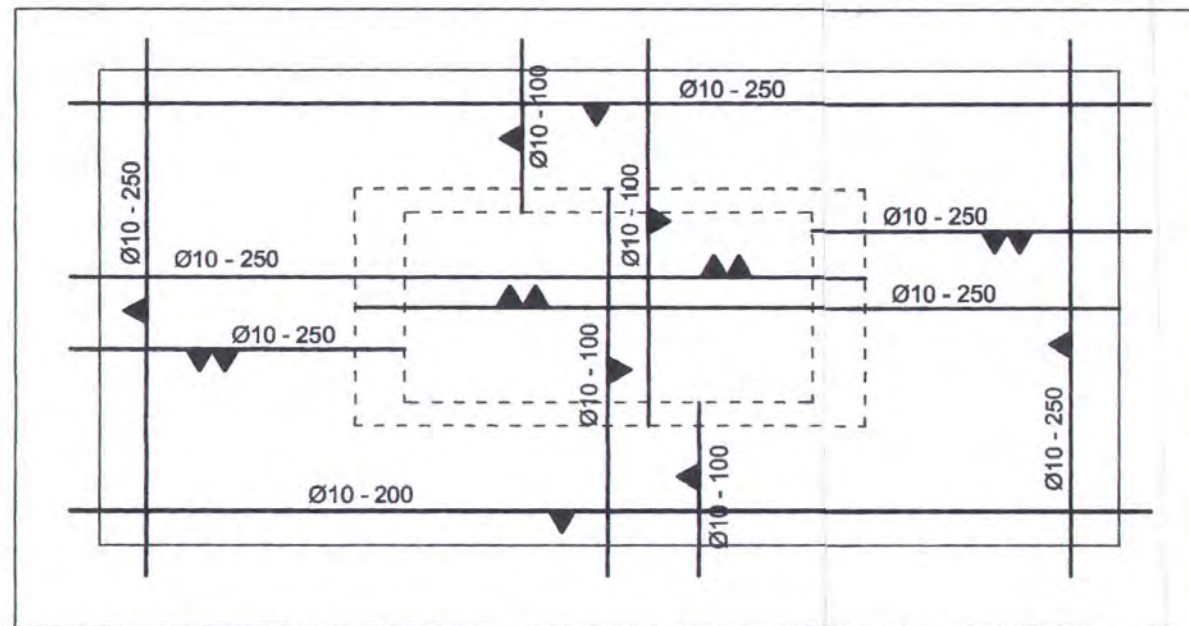
CATATAN



PELAT 4m X 5.4m  
Skala 1 : 60



PELAT 3.6m X 5.4m  
Skala 1 : 60



PELAT 3.6m X 7.2m  
Skala 1 : 50





JURUSAN TEKNIK SIPIL  
FTSP - ITS  
SURABAYA

JUDUL TUGAS

MODIFIKASI DAN  
PERENCANAAN GEDUNG  
PERKANTORAN PEMERINTAH  
DAERAH DENGAN SISTEM  
PRACETAK

DOSEN PEMBIMBING

Prof. Ir. PRIYO SUPROBO, MS, Ph.D

MAHASISWA

MUCHAMMAD ALI AFANDI  
3199 100 055

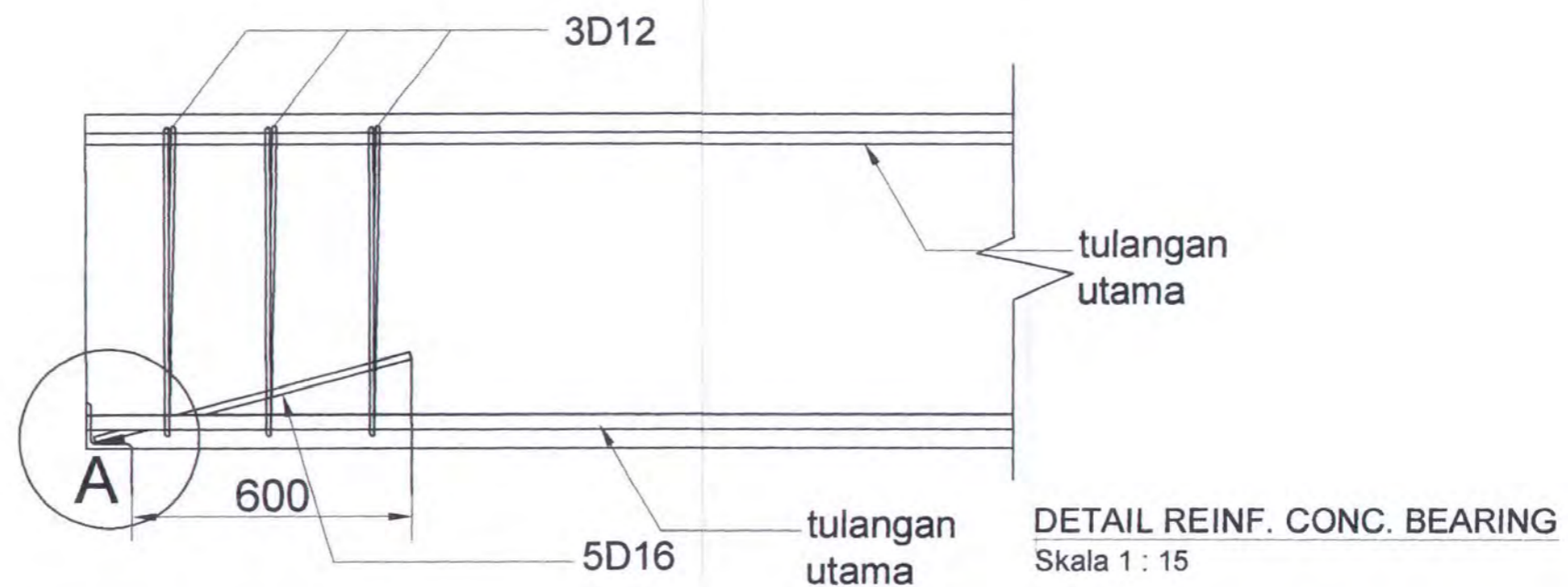
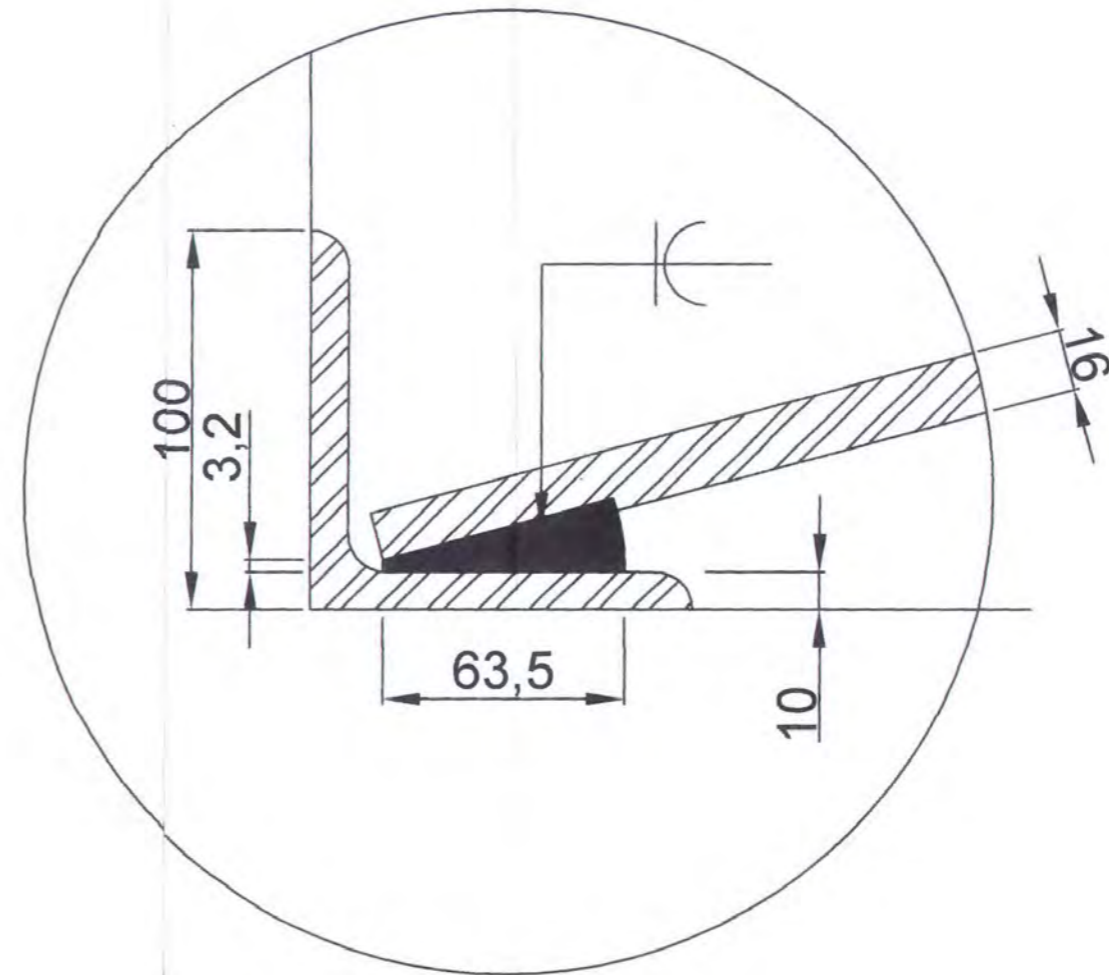
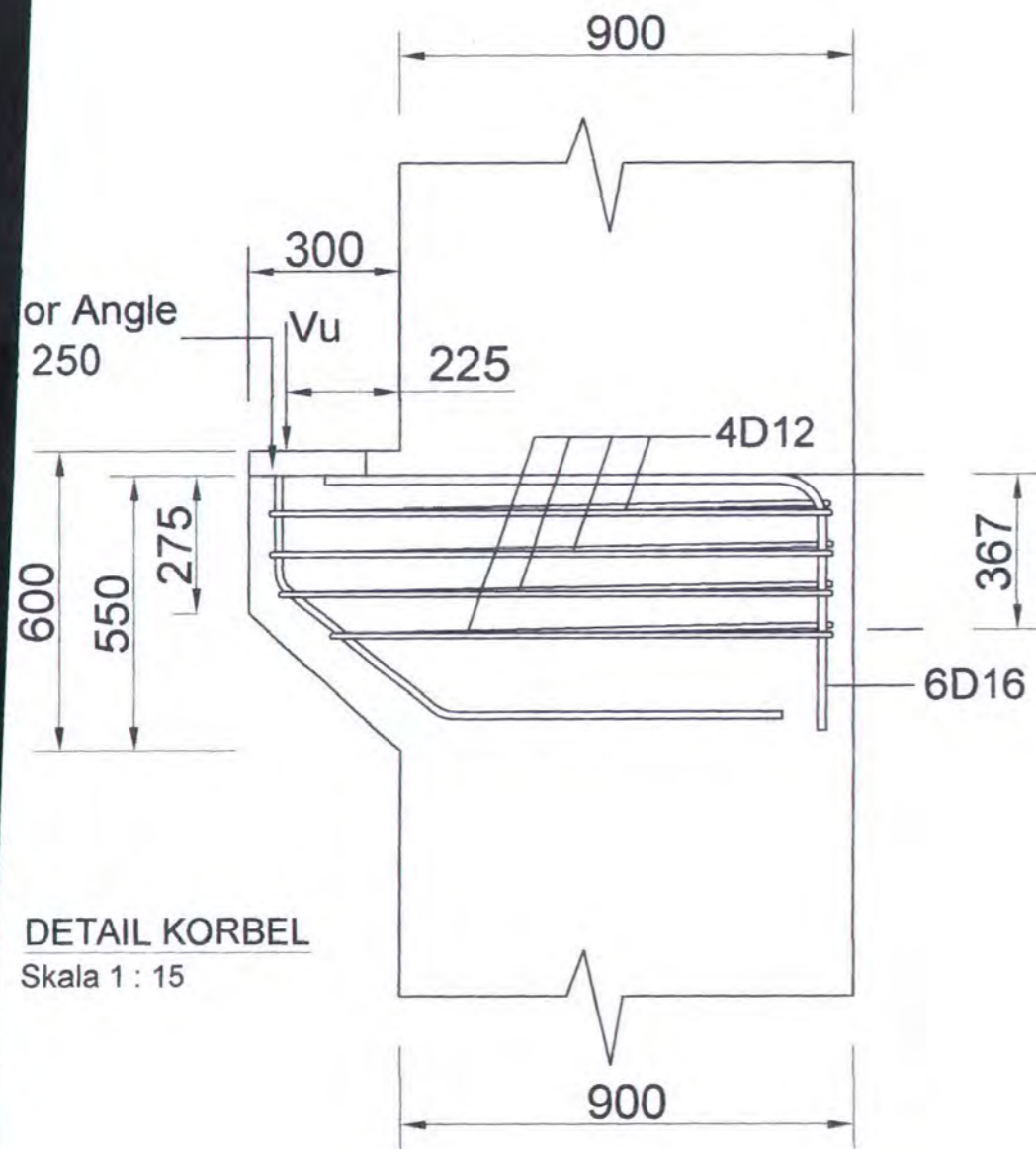
GAMBAR

PERKUATAN  
UJUNG BALOK &  
KOLOM

NO. GAMBAR

DISETUJUI

CATATAN







JURUSAN TEKNIK SIPIL  
FTSP - ITS  
SURABAYA

JUDUL TUGAS

MODIFIKASI DAN  
PERENCANAAN GEDUNG  
PERKANTORAN PEMERINTAH  
DAERAH DENGAN SISTEM  
PRACETAK

DOSEN PEMBIMBING

Prof. Ir. PRIYO SUPROBO, MS, Ph.D

MAHASISWA

MUCHAMMAD ALI AFANDI  
3199 100 055

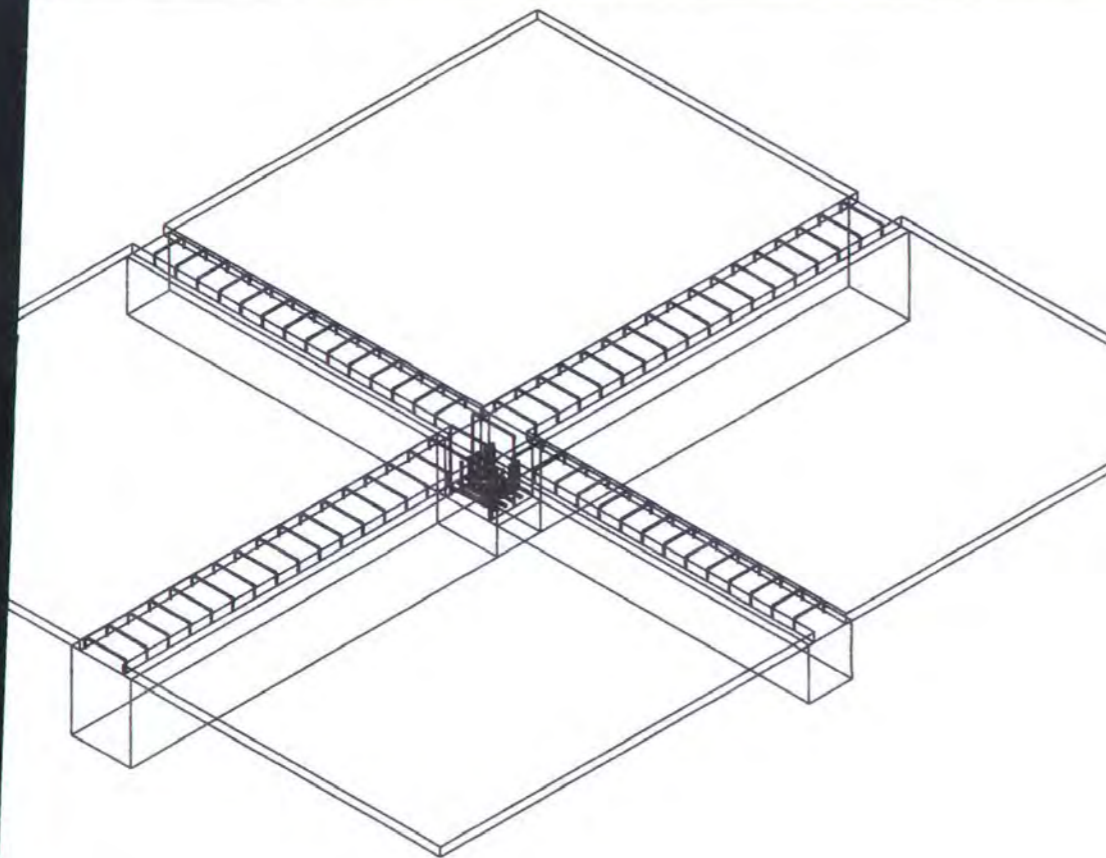
GAMBAR

SAMBUNGAN B.  
INDUK-B. ANAK

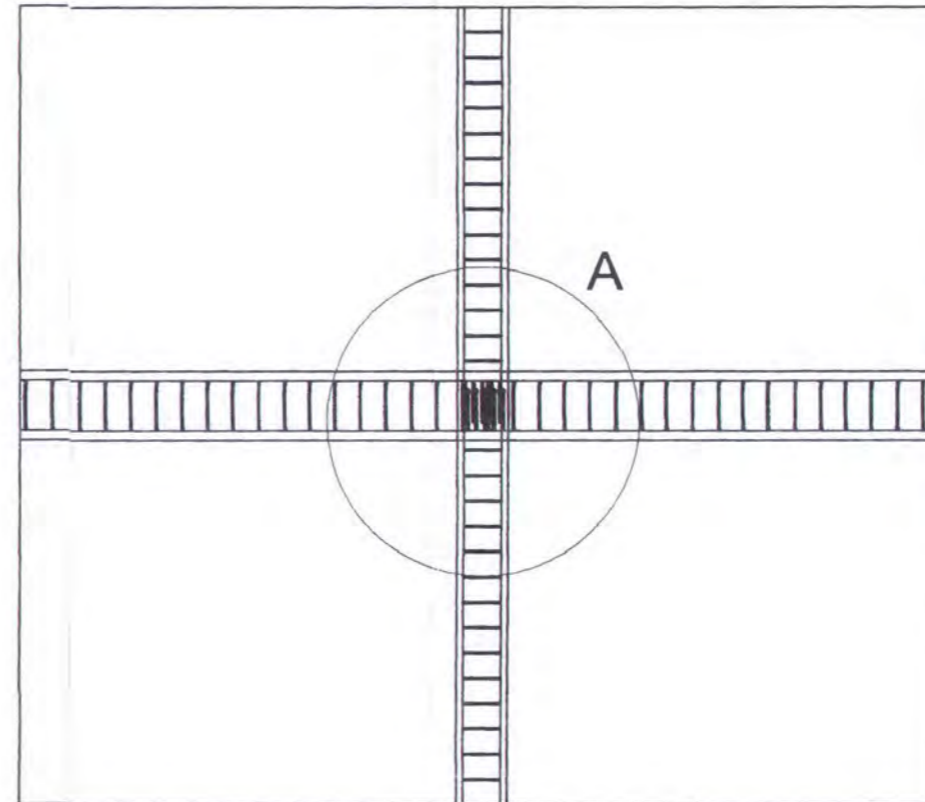
NO. GAMBAR

DISETUJUI

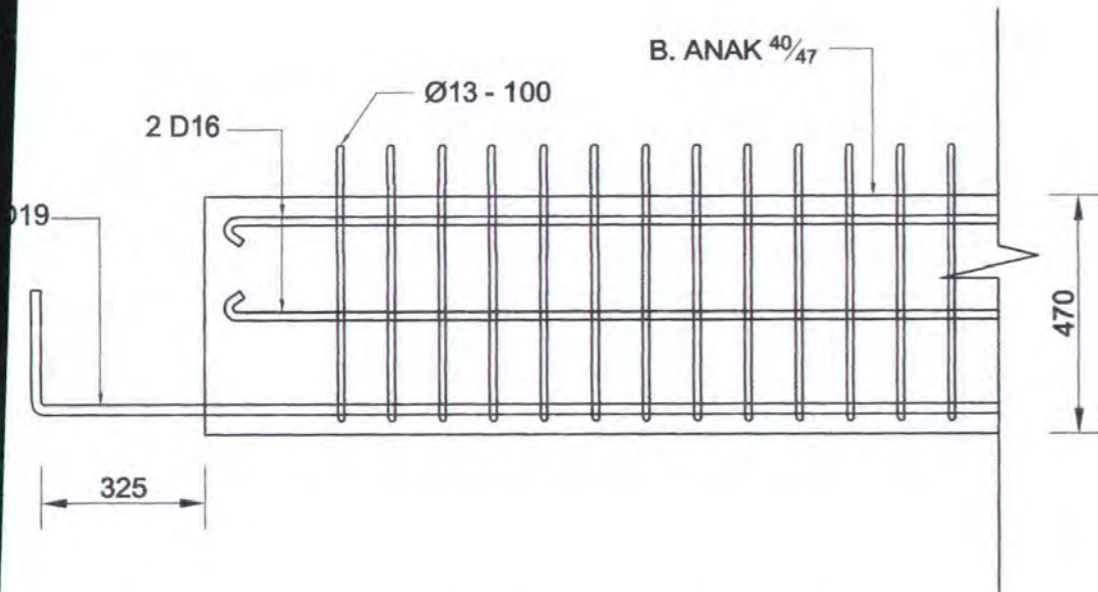
CATATAN



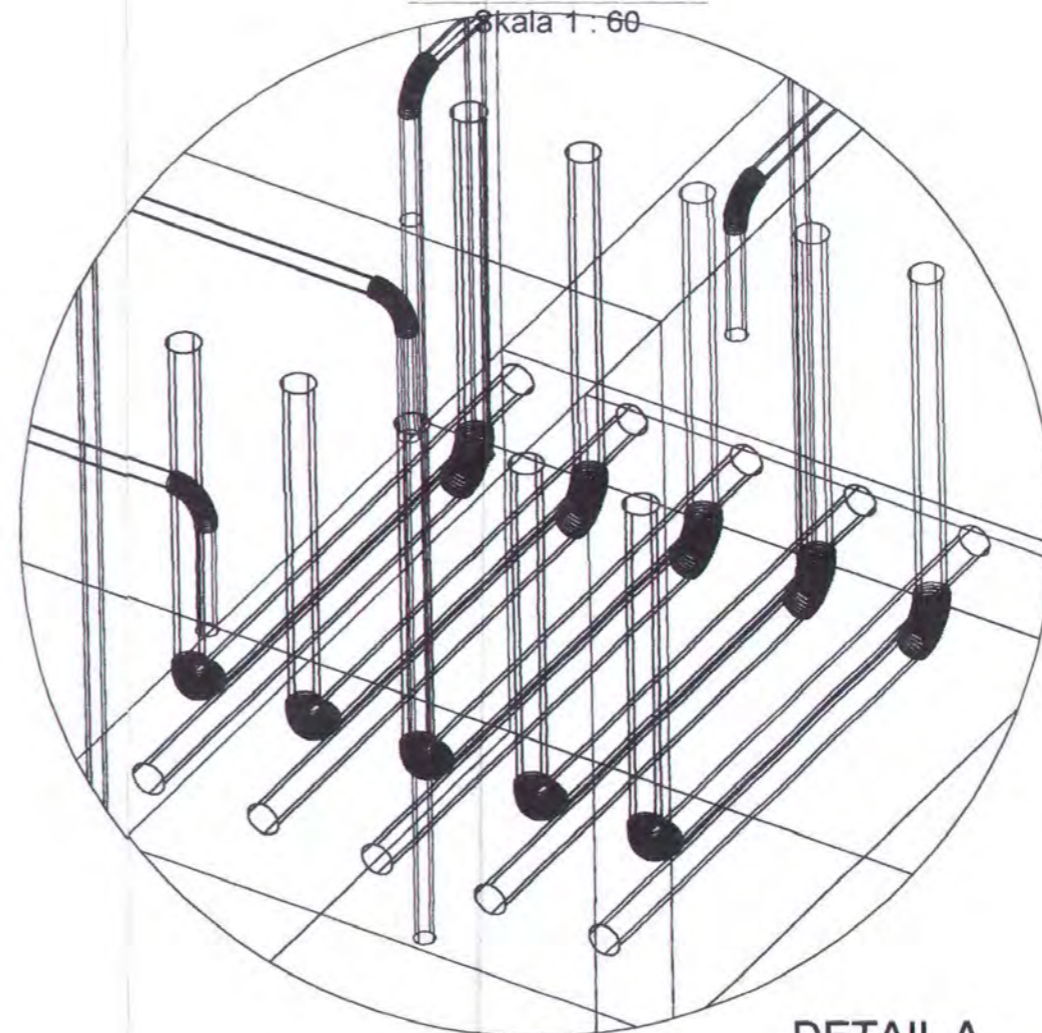
**3D VIEW**  
Skala 1 : 50



**TAMPAK ATAS**  
Skala 1 : 60



**PANJANG PENYALURAN B. ANAK**  
Skala 1 : 15



**DETAIL A**  
Skala 1 : 4





JURUSAN TEKNIK SIPIL  
FTSP - ITS  
SURABAYA

JUDUL TUGAS

MODIFIKASI DAN  
PERENCANAAN GEDUNG  
PERKANTORAN PEMERINTAH  
DAERAH DENGAN SISTEM  
PRACETAK

DOSEN PEMBIMBING

Prof. Ir. PRIYO SUPROBO, MS, Ph.D

MAHASISWA

MUCHAMMAD ALI AFANDI  
3199 100 055

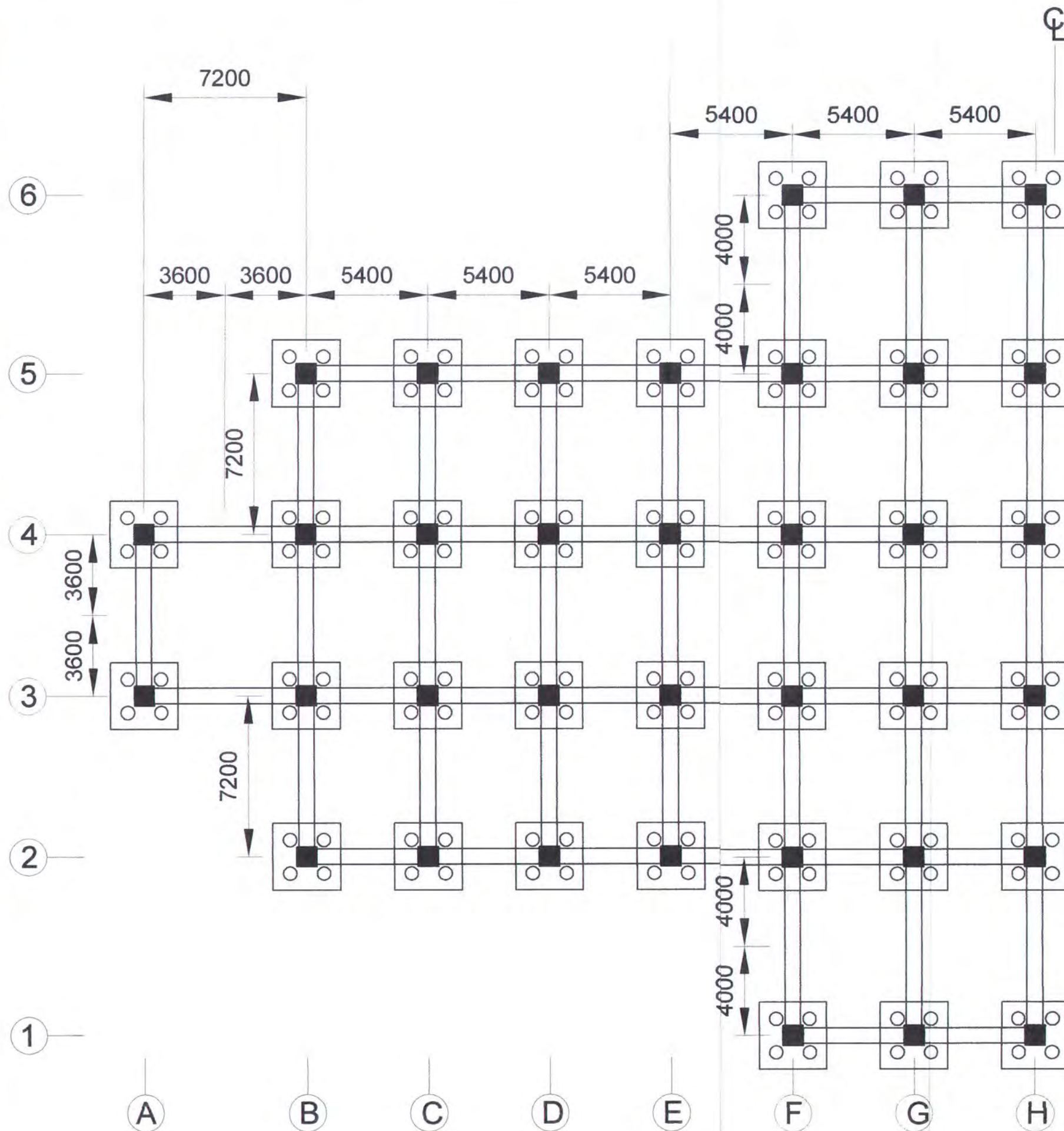
GAMBAR

DENAH PONDASI

NO. GAMBAR

DISETUJUI

CATATAN



**DENAH PONDASI**  
SKALA 1 : 200





JURUSAN TEKNIK SIPIL  
FTSP - ITS  
SURABAYA

JUDUL TUGAS AKHIR

MODIFIKASI DAN  
PERENCANAAN GEDUNG  
PERKANTORAN PEMERINTAH  
DAERAH DENGAN SISTEM  
PRACETAK

DOSEN PEMBIMBING

Prof. Ir. PRIYO SUPROBO, MS, Ph

MAHASISWA

MUCHAMMAD ALI AFANDI  
3199 100 055

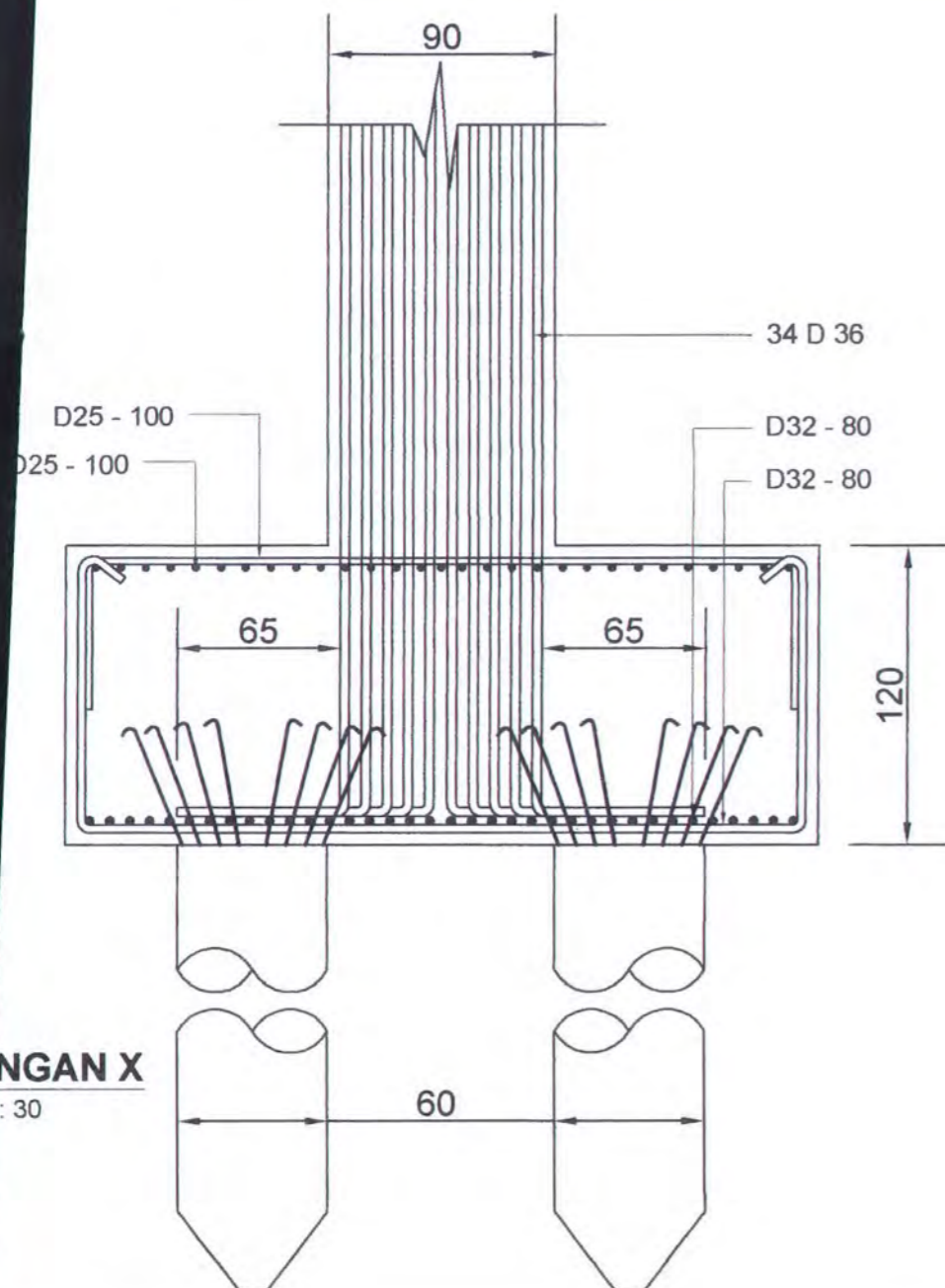
GAMBAR

DETAIL PENULANGAN  
POER

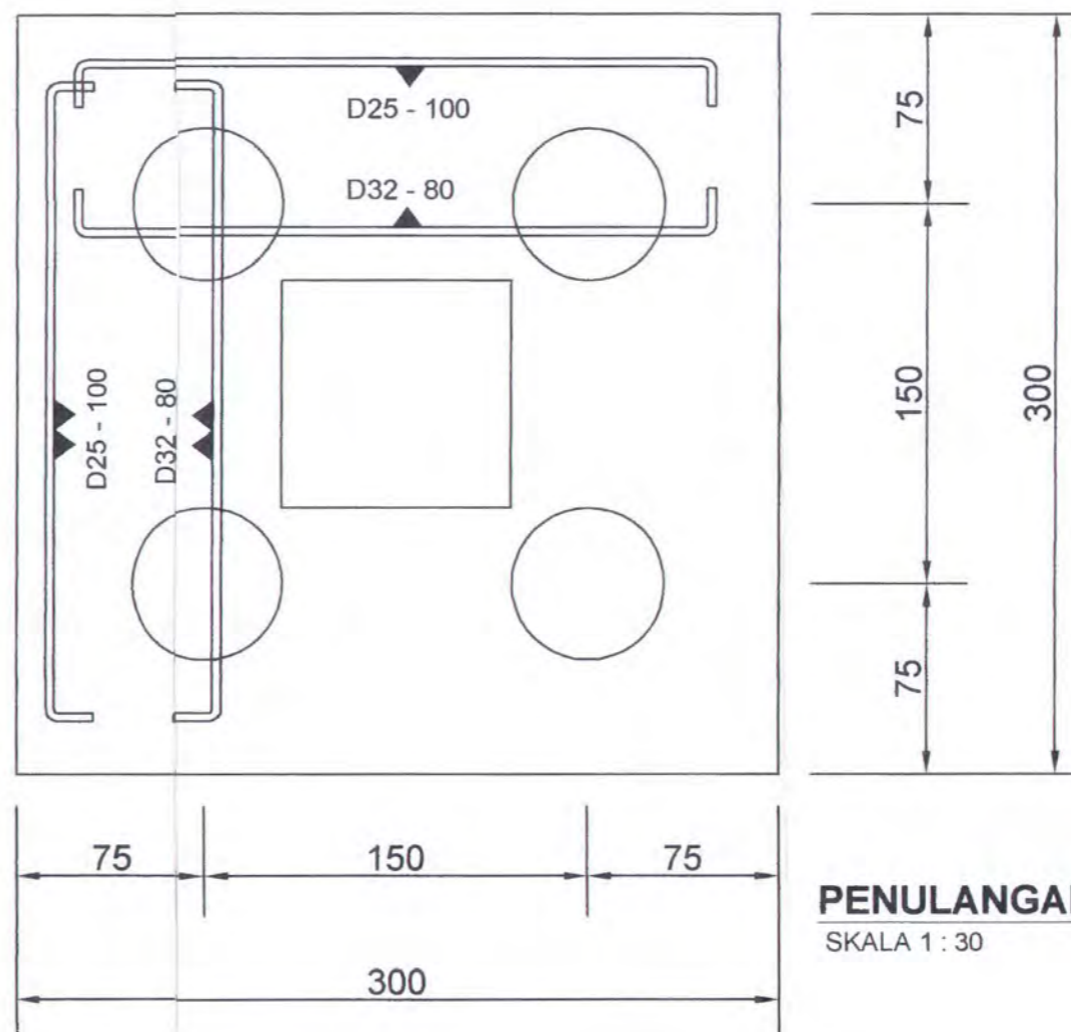
NO. GAMBAR

DISETUJUI

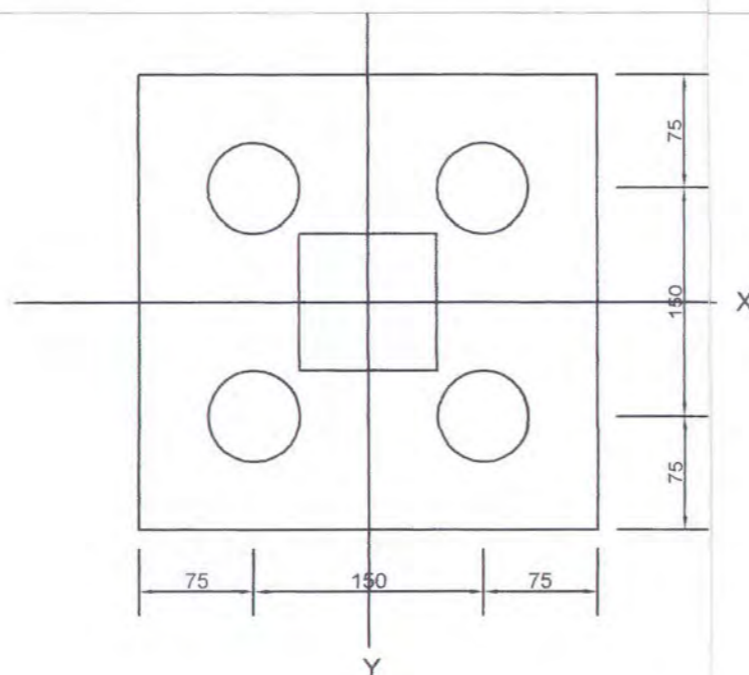
CATATAN



TAMPAN X  
SKALA 1 : 30



**PENULANGAN POER**  
SKALA 1 : 30



**TAMPAK POER**  
SKALA 1 : 50





JURUSAN TEKNIK SIPIL  
FTSP - ITS  
SURABAYA

JUDUL TUGAS

MODIFIKASI DAN  
PERENCANAAN GEDUNG  
PERKANTORAN PEMERINTAH  
DAERAH DENGAN SISTEM  
PRACETAK

DOSEN PEMBIMBING

Prof. Ir. PRIYO SUPROBO, MS, Ph.D

MAHASISWA

MUCHAMMAD ALI AFANDI  
3199 100 055

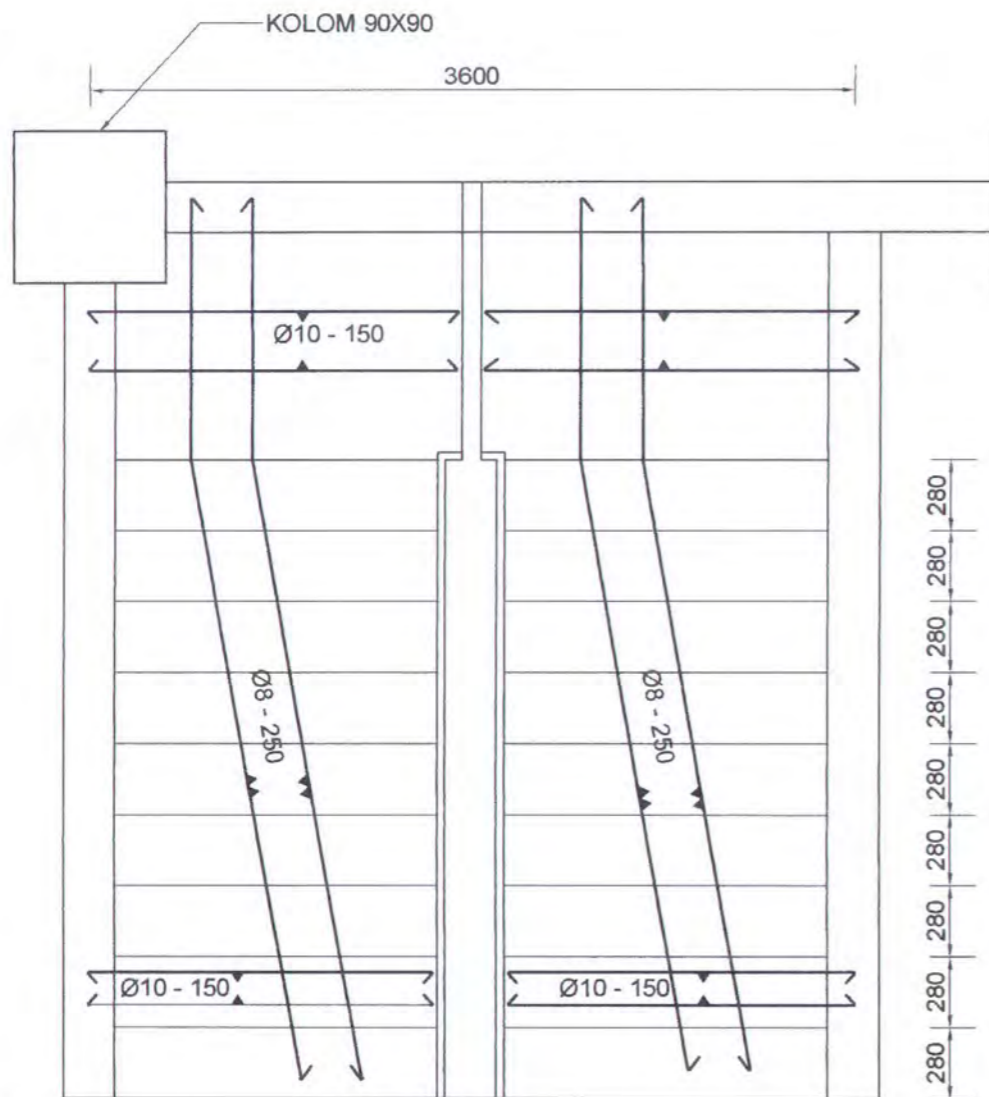
GAMBAR

PENULANGAN  
TANGGA

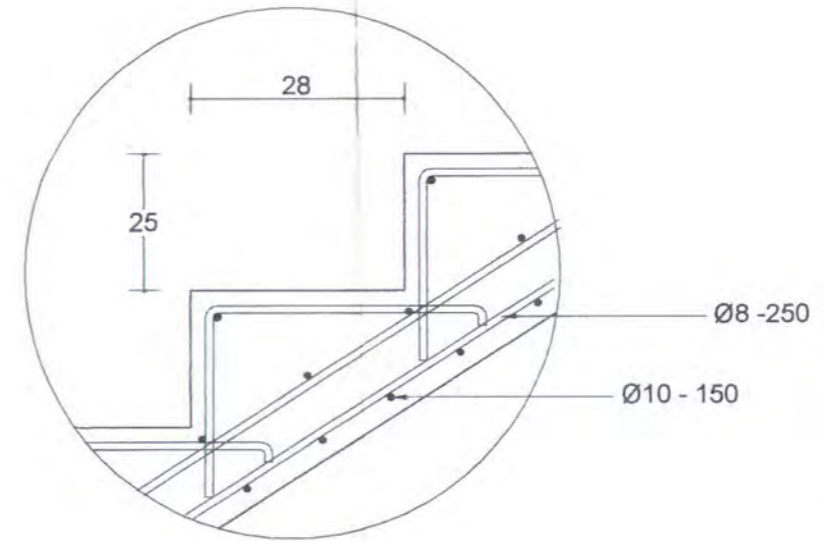
NO. GAMBAR

DISETUJUI

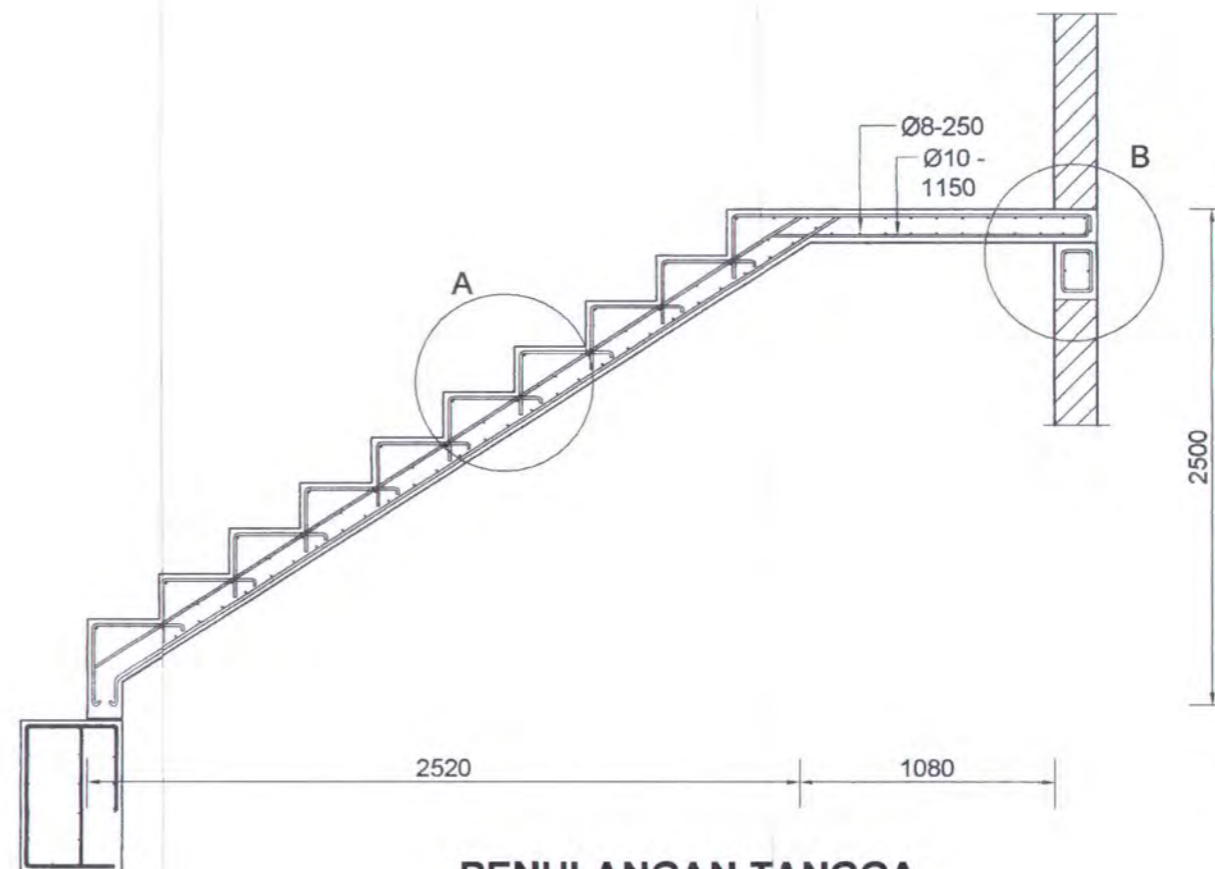
CATATAN



**DENAH TANGGA**  
SKALA 1 : 30



**DETAIL A**  
SKALA 1 : 10



**PENULANGAN TANGGA**  
SKALA 1 : 30





JURUSAN TEKNIK SIPIL  
FTSP - ITS  
SURABAYA

JUDUL TUGAS AKHIR

MODIFIKASI DAN  
PERENCANAAN GEDUNG  
PERKANTORAN PEMERINTAH  
DAERAH DENGAN SISTEM  
PRACETAK

DOSEN PEMBIMBING

Prof. Ir. PRIYO SUPROBO, MS, P

MAHASISWA

MUCHAMMAD ALI AFANDI  
3199 100 055

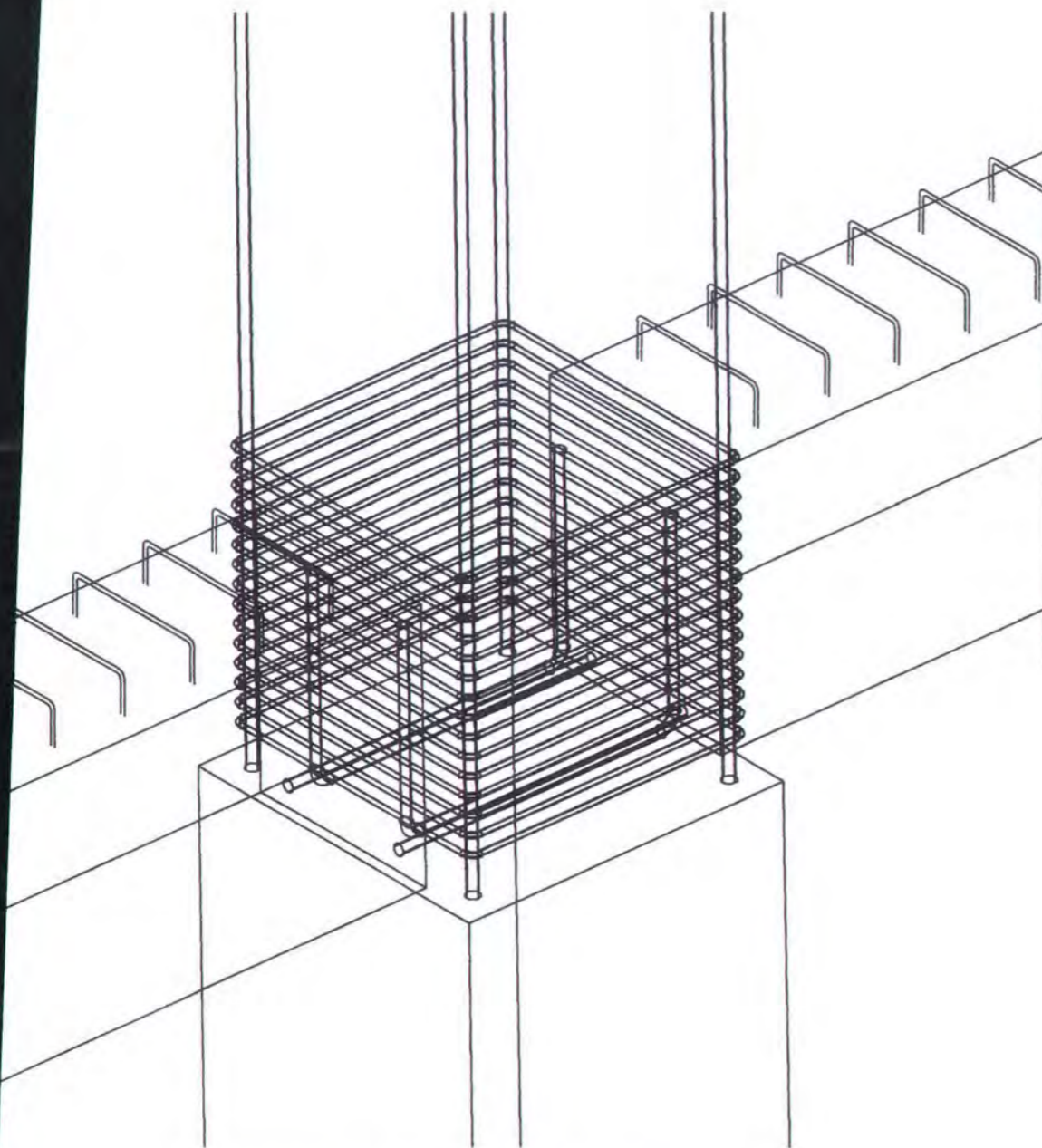
GAMBAR

BEAM COLUMN JOINT

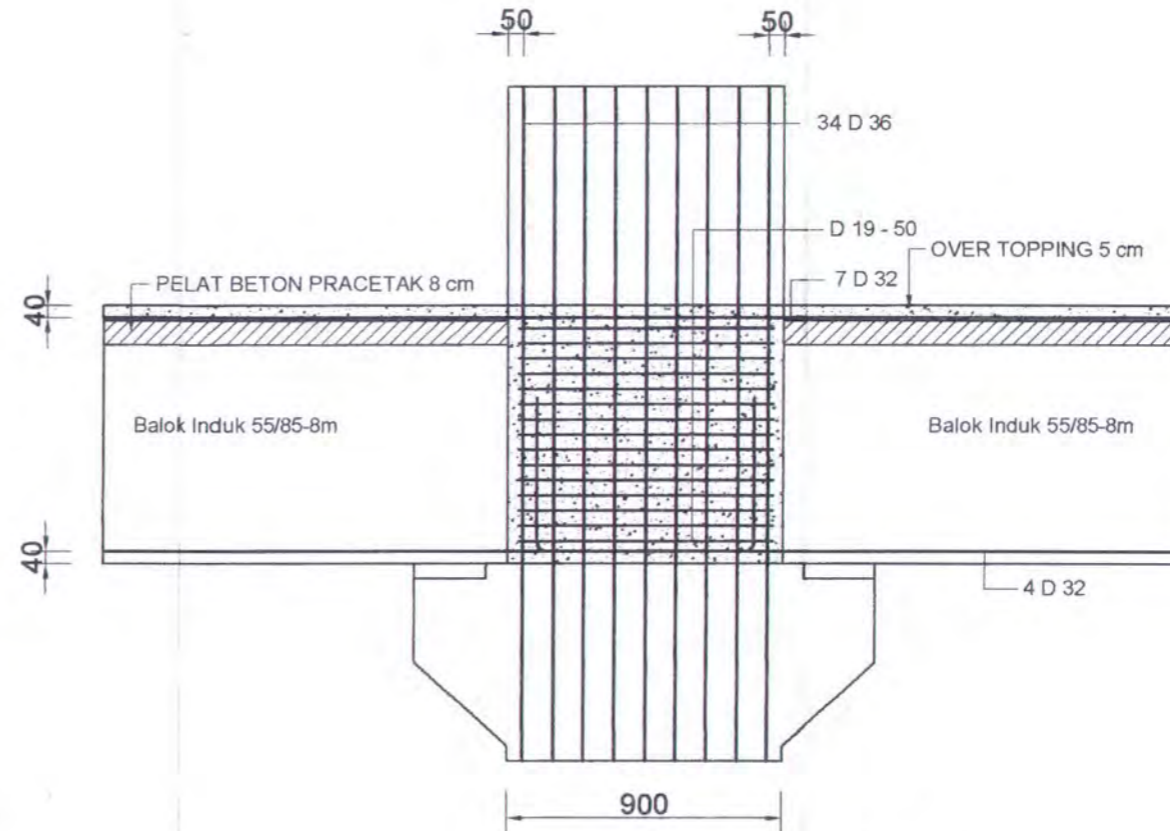
NO. GAMBAR

DISETUJUI

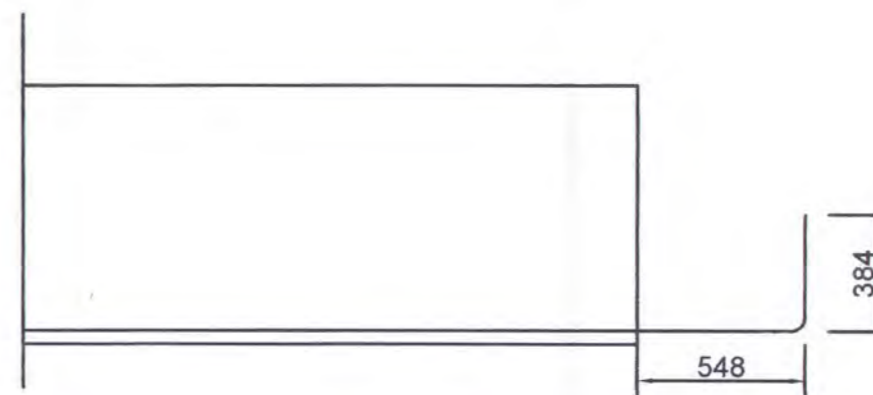
CATATAN



**BEAM COLUMN JOINT**  
SKALA 1 : 15



**BEAM COLUMN JOINT**  
SKALA 1 : 25



**PANJANG PENYALURAN B. INDUK**  
SKALA 1 : 25





JURUSAN TEKNIK SIPIL  
FTSP - ITS  
SURABAYA

JUDUL TUGAS AKHIR

MODIFIKASI DAN  
PERENCANAAN GEDUNG  
PERKANTORAN PEMERINTAH  
DAERAH DENGAN SISTEM  
PRACETAK

DOSEN PEMBIMBING

Prof. Ir. PRIYO SUPROBO, MS, P

MAHASISWA

MUCHAMMAD ALI AFANDI  
3199 100 055

GAMBAR

PENULANGAN BALOK  
INDUK

NO. GAMBAR

DISETUJUI

CATATAN

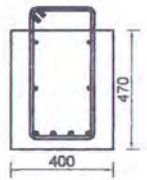
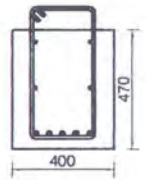
	LANTAI 14 (ATAP)		LANTAI 13 - 10		LANTAI 9 - 3		LANTAI 2 - 1			
	B.I $45/57$ - 7.2 m	B.I $45/57$ - 5.4 m	B.I $45/57$ - 7.2 m	B.I $45/57$ - 5.4 m	B.I $55/72$ - 7.2 m	B.I $45/57$ - 5.4 m	B.I $55/72$ - 7.2 m	B.I $45/57$ - 5.4 m	B.I $55/72$ - 8 m	B.I $45/57$ - 5.4 m
AS	2 D16	2 D16	2 D16	2 D16	2 D16	2 D16	2 D16	2 D16	2 D16	2 D16
GAH	2 D16	2 D16	2 D16	2 D16	2 D16	2 D16	2 D16	2 D16	2 D16	2 D16
WAH	4 D32	3 D32	5 D32	3 D32	4 D32	3 D32	4 D32	3 D32	4 D32	3 D32
ANG	D13 - 100	Ø10 - 175	D16 - 100	Ø10 - 175	D13 - 100	Ø10 - 175	D13 - 100	Ø10 - 175	D16 - 125	Ø10 - 175

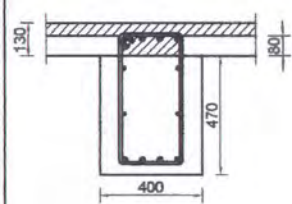
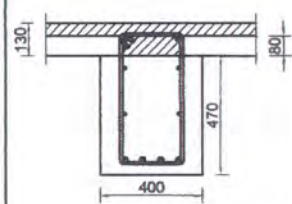
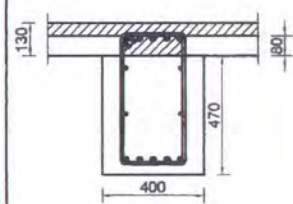
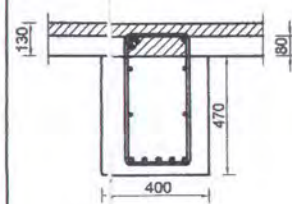
	LANTAI 14 (ATAP)		LANTAI 13 - 10		LANTAI 9 - 3		LANTAI 2 - 1			
	B.I $45/57$ - 7.2 m	B.I $45/57$ - 5.4 m	B.I $45/57$ - 7.2 m	B.I $45/57$ - 5.4 m	B.I $55/72$ - 7.2 m	B.I $45/57$ - 5.4 m	B.I $55/72$ - 7.2 m	B.I $45/57$ - 5.4 m	B.I $55/72$ - 8 m	B.I $45/57$ - 5.4 m
ATAS	2 D25	2 D25	2 D25	2 D25	2 D25	2 D25	2 D25	2 D25	2 D25	2 D25
TORSI	2 D16	2 D16	2 D16	2 D16	2 D16	2 D16	2 D16	2 D16	2 D16	2 D16
BAWAH	4 D32	3 D32	5 D32	3 D32	4 D32	3 D32	4 D32	3 D32	4 D32	3 D32
KANG	D13 - 100	Ø10 - 175	D16 - 100	Ø10 - 175	D13 - 100	Ø10 - 175	D13 - 100	Ø10 - 175	D16 - 125	Ø10 - 175

	LANTAI 14 (ATAP)		LANTAI 13 - 10		LANTAI 9 - 3		LANTAI 2 - 1			
	B.I $45/57$ - 7.2 m	B.I $45/57$ - 5.4 m	B.I $45/57$ - 7.2 m	B.I $45/57$ - 5.4 m	B.I $55/72$ - 7.2 m	B.I $45/57$ - 5.4 m	B.I $55/72$ - 7.2 m	B.I $45/57$ - 5.4 m	B.I $55/72$ - 8 m	B.I $45/57$ - 5.4 m
ATAS	5 D32	2 D32	5 D32	2 D32	7 D32	2 D32	7 D32	2 D32	7 D32	2 D32
TORSI	2 D16	2 D16	2 D16	2 D16	2 D16	2 D16	2 D16	2 D16	2 D16	2 D16
BAWAH	3 D32	2 D32	3 D32	2 D32	4 D32	2 D32	4 D32	2 D32	4 D32	2 D32
KANG	D13 - 100	Ø10 - 175	D16 - 100	Ø10 - 175	D13 - 100	Ø10 - 175	D13 - 100	Ø10 - 175	D16 - 125	Ø10 - 175

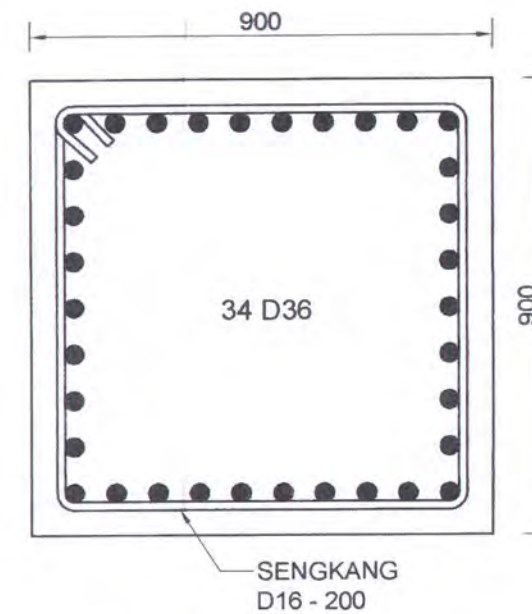
SKALA 1 : 40



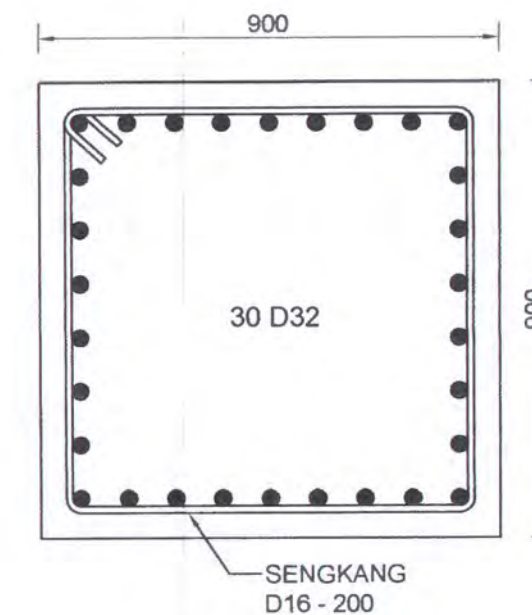
	B. A. $\frac{40}{47}$ - 5.4 m	B. A. $\frac{40}{47}$ - 7.2 m
<b>BALOK ANAK SEBELUM KOMPOSIT (LAPANGAN)</b>		
TUL. ATAS	2 D14	2 D16
TUL. TANGAH	2 D14	2 D16
TUL. BAWAH	4 D19	5 D19
SENGKANG	Ø12 - 125	Ø13 - 100

	B. A. $\frac{40}{47}$ - 5.4 m		B. A. $\frac{40}{47}$ - 7.2 m	
	TUMPUAN	LAPANGAN	TUMPUAN	LAPANGAN
<b>BALOK ANAK SESUDAH KOMPOSIT</b>				
TUL. ATAS	4 D19	2 D14	5 D19	2 D16
TUL. TORSI	2 D14	2 D14	2 D16	2 D16
TUL. BAWAH	4 D19	4 D19	5 D19	5 D19
SENGKANG	Ø12 - 125	Ø12 - 125	Ø13 - 100	Ø13 - 100

**BALOK ANAK**  
SKALA 1 : 30



**KOLOM LT. 1**  
SKALA 1 : 15



**KOLOM LT. 2 s/d 14**  
SKALA 1 : 15



JURUSAN TEKNIK SIPIL  
FTSP - ITS  
SURABAYA

JUDUL TUGAS AKHIR

MODIFIKASI DAN  
PERENCANAAN GEDUNG  
PERKANTORAN PEMERINTAH  
DAERAH DENGAN SISTEM  
PRACETAK

DOSEN PEMBIMBING

Prof. Ir. PRIYO SUPROBO, MS, Ph.D.

MAHASISWA

MUCHAMMAD ALI AFANDI  
3199 100 055

GAMBAR

PENULANGAN BALOK  
ANAK & KOLOM

NO. GAMBAR

DISETUJUI

CATATAN