



# **REDESAIN GEDUNG APARTEMEN THE PINNACLE EMPAT LANTAI JALAN PANDANARAN SEMARANG**

## **TUGAS AKHIR**

Diajukan sebagai salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar Ahli Madya

Program Studi Diploma III Teknik Sipil

Oleh

Ade Tias Istiqomah

5111312003

**JURUSAN TEKNIK SIPIL**

**FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG**

**2015**

## HALAMAN PENGESAHAN

Laporan Tugas Akhir dengan judul "Redesain Gedung Apartemen The Pinnacle Empat Lantai Jalan Pandanaran Semarang" oleh :


Nama : Ade Tias Istiqomah


NIM : 5111312003

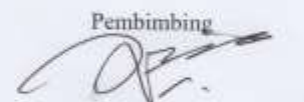
Telah dipertahankan dihadapan sidang penguji Tugas Akhir Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang.

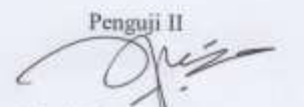
Hari : Rabu

Tanggal : 26 Agustus 2015

  
Penguji I  
Drs. Sucipto, M.T.,  
NIP. 19630101 1991 02 1 001

  
Ketua Jurusan  
Drs. Sucipto, M.T.  
NIP. 19630101 1991 02 1 001

  
Pembimbing  
Aris Widodo, S.Pd, M.T.  
NIP. 19710207 199903 1 001

  
Penguji II  
Aris Widodo, S.Pd, M.T.  
NIP. 19710207 199903 1 001

  
Ketua Program Studi  
Endah Kanti Pangestuti, S.T., M.T.  
NIP. 19720709 1998 03 2 003

Mengetahui

Dekan Fakultas Teknik UNNES

  
Drs. M. Harlanu, M.Pd.  
NIP. 19660215 1991 02 1 001



## MOTTO

1. “Sesungguhnya ilmu pengetahuan menempatkan orang nya kepada kedudukan terhormat dan mulia (tinggi). Ilmu pengetahuan adalah keindahan bagi ahlinya di dunia dan di akhirat”. (*H.R Ar-Rabii*)
2. Pendidikan merupakan perlengkapan paling baik untuk hari tua. (*Aristoteles*)
3. Mustahil adalah bagi mereka yang tidak pernah mencoba. (*Jim Goodwin*)
4. Berusahalah untuk tidak menjadi manusia yang berhasil tapi berusahalah menjadi manusia yang berguna. (*Einstein*)
5. “Apa yang kita tanam itulah yang kita tunai. Karena curahan hujan tidak memilih apakah pohon apel atau hanya semak belukar” (*Wira Sagala*)
6. “Orang – orang hebat di bidang apapun bukan baru bekerja karena mereka terinspirasi, namun mereka terinspirasi karena mereka lebih suka bekerja. Mereka tidak menya – nyiakan waktu untuk menunggu inspirasi “ (**Ernest Newman**)
7. “Orang – orang yang sukses telah belajar membuat diri mereka melakukan hal yang harus dikerjakan ketika hal itu memang harus dikerjakan, entah mereka menyukainya atau tidak “ (**Aldus Huxley**)
8. Banyak kegagalan dalamhidup ini dikarenakan orang – orang tidak menyadari betapa dekatnya mereka dengan keberhasilan saat mereka menyerah” (**Thomas Alva Edison**)

## **PERSEMBAHAN**

Tiada yang maha pengasih dan maha penyayang selain Engkau Ya Allah. Syukur Alhamdulillah berkat rahmat dan karunia-Mu, saya bisa menyelesaikan Tugas Akhir ini. Tugas Akhir ini saya persembahkan untuk:

1. Orang tuaku, keempat adekku (ratna, hilal, dika dan amel), keluarga tersayang yang selalu mendoakan, memberikan semangat dan dukungan yang tiada terbatas dalam penyelesaian Tugas Akhirku.
2. Dosen-dosen yang telah menjadi orang tua keduaku, yang namanya tak bisa ku sebutkan satu persatu, terimakasih telah memberikan ilmunya dan motivasi untukku.
3. Dosen pembimbing, Bapak Aris Widodo S,Pd. M.T, yang selalu memberikan semangat dan motivasi untuk selalu fokus menyelesaikan Tugas Akhir dan ilmu beliau yang sangatlah bermanfaat untukku.
4. Untuk sahabat-sahabatku dan teman-teman seperjuanganku khususnya D3 Teknik Sipil angkatan 2012 yang tak bisa ku sebutkan satu persatu, terimakasih untuk kebersamaan kita di kampus maupun di luar, untuk doa, semangat dan motivasi kalian. Semoga selalu terjaga pertemanan kita sampai kapanpun.

## ABSTRAK

Ade Tias Istiqomah

2015

Redesain Pembangunan Gedung Apartemen The Pinnacle Empat Lantai Jalan Pandanaran

Aris Widodo, S.Pd M.T

D3 Teknik Sipil – Teknik Sipil - Fakultas Teknik Sipil

Universitas Negeri Semarang

Perencanaan struktur bangunan gedung bertingkat merupakan salah satu prosedur dalam membangun suatu bangunan. Tahapan ini merupakan tahapan yang penting agar hasil dari bangunan yang telah dibuat dapat berfungsi dengan baik, serta menimbulkan rasa aman bagi penggunaannya. Tidak semua orang dapat merencanakan struktur bangunan. Oleh karena itu dengan menyusun Tugas Akhir ini penulis diharap mampu merencanakan perencanaan bangunan gedung, mulai dari struktur bawah hingga struktur atas.

Perencanaan gedung dengan mendesain ulang bangunan gedung, untuk memenuhi suatu perencanaan struktur dari sebuah bangunan gedung bertingkat yang sudah ada kemudian di desain ulang dengan perencanaan sesuai dengan peraturan-peraturan yang berlaku di Indonesia. Metode yang digunakan adalah dengan metode observasi untuk memperoleh data yang berhubungan dengan analisa yang dibahas, metode diskriptif didapatkan dari buku-buku yang mempelajari tentang contoh-contoh analisa yang digunakan dalam perhitungan struktur seperti analisa software SAP 2010, metode bimbingan yang dilakukan dengan dosen mengenai masalah yang dibahas untuk mendapatkan petunjuk dalam pembuatan Tugas Akhir.

Pada “Redesain Pembangunan Gedung Apartemen The Pinnacle Empat Lantai Jalan Pandanaran“ didesain sesuai dengan Dasar – Dasar Perencanaan Beton Bertulang ( SKSNI T15-1991-03 ), dan apabila data yang dibutuhkan telah diperoleh dan sudah diolah maka akan didapat hasil berupa dimensi struktur yang dipakai dalam perencanaan pembangunan gedung tersebut. Mulai dari dimensi sloof, ring balk, kolom, balok, plat lantai, tangga, pondasi hingga pada dimensi struktur atap yang akan dipakai. Perencanaan struktur atap menggunakan konstruksi baja profil siku 80.80.14, 75.75.10 serta 50.50.5, dengan menggunakan sambungan baut. Penutup atap menggunakan atap zincalium. Pondasi menggunakan pondasi tiang pancang, dan pada plat lantai menggunakan sistem plat dua arah dengan ketebalan 15 cm tipikal untuk seluruh tingkat. Struktur utama portal didesain dengan menggunakan beton dengan  $f'c = 30$  MPa dan mutu baja  $f_y = 240$  MPa.

Kata kunci : *Pembangunan Apartemen The Pinnacle Jalan Pandanaran, Struktur*

## **KATA PENGANTAR**

Puji syukur saya panjatkan kehadiran Tuhan Yang Maha Esa yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya sehingga saya dapat menyelesaikan dan menyusun Tugas Akhir dengan judul REDESAIN PEMBANGUNAN GEDUNG APARTEMEN THE PINNACLE EMPAT LANTAI JALAN PANDANARAN.

Tugas Akhir ini merupakan salah satu mata kuliah yang wajib ditempuh oleh semua mahasiswa Program Studi Diploma III Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang.

Dalam Tugas Akhir ini penyusun dibantu oleh banyak pihak oleh karena itu melalui kesempatan ini penyusun menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Fathur Rokhman, M.Hum., selaku Rektor Universitas Negeri Semarang
2. Bapak Drs. M. Harlanu M.Pd, selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang
3. Bapak Drs. Sucipto, M.T. selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang.
4. Ibu Endah Kanti Pangestuti, S.T.,M.T. selaku Ketua Program Studi Diploma III Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang .
5. Bapak Diharto, S.T.,M.Si selaku Sekretaris Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang.
6. Bapak Aris Widodo,S.Pd,M.T. selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir.

7. Bapak Drs. M. Pujo Siswoyo, M.Pd. selaku Dosen Wali angkatan 2012 Program Studi Diploma III Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang.
8. Semua Dosen pengajar Program Studi Diploma III Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang.
9. Keluarga besarku (Bapak dan Mama tercinta), yang telah mendukungku dalam menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini.
10. Rekan-rekan Teknik Sipil angkatan 2012 Program Studi Diploma III Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang.
11. Serta semua pihak yang tak dapat penulis sebutkan satu persatu di sini yang telah membantu kelancaran proses penyusunan laporan Tugas Akhir ini.

Penyusun menyadari bahwa Tugas Akhir ini masih jauh dari sempurna hal ini disebabkan karena keterbatasan pengetahuan penyusun. Oleh karena itu penyusun mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun demi kesempurnaan laporan ini dan semoga dapat bermanfaat bagi insan teknik sipil khususnya dan semua pihak pada umumnya.

Semarang, 2015

Penyusun

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	i
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	ii
<b>HALAMAN MOTTO</b> .....	iii
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN</b> .....	iv
<b>ABSTRAK</b> .....	v
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	vi
<b>DAFTAR ISI</b> .....	viii
<b>HALAMAN DAFTAR TABEL</b> .....	xiii
<b>HALAMAN DAFTAR GAMBAR</b> .....	xiv
<b>BAB I    PENDAHULUAN</b>	
1.1 Judul Tugas Akhir .....	1
1.2 Deskripsi Proyek .....	1
1.3 Latar Belakang .....	1
1.4 Pembatasan Masalah .....	3
1.5 Rumusan Masalah .....	3
1.6 Tujuan dan Manfaat .....	4
1.7 Sistematika Penulisan Tugas Akhir .....	4
<b>BAB II    DASAR PERENCANAAN</b>	
2.1 Uraian Umum .....	6
2.2 Peraturan Perencanaan .....	7
2.3 Jenis Material .....	7
2.4 Pembebanan Struktur .....	9
2.5 Tuntutan dan Ketentuan Umum Perencanaan .....	22



2.6	Perencanaan Struktur .....	26
-----	----------------------------	----

### **BAB III PERENCANAAN STRUKTUR**

3.1	Perencanaan Struktur Atap	
3.1.1	Ketentuan Umum .....	47
3.1.2	Data Teknis Perencanaan Struktur Atap .....	48
3.1.2.1	Kuda - kuda .....	48
3.1.2.2	Panjang Batang.....	48
3.1.3.	Perencanaan Gording .....	53
3.1.3.1	Analisa Pembebanan pada Gording .....	53
3.1.4	Perencanaan Pembebanan pada Kuda-kuda.....	60
3.1.5	Perhitungan Dimensi Batang.....	63
3.1.5.1	Perhitungan Batang Tekan .....	48
3.1.5.2	Perhitungan Batang Tarik.....	76
3.1.6	Perhitungan Plat Buhul.....	88
3.1.6.1	Profil I.....	88
3.2	Perencanaan Struktur Tangga.....	92
3.2.1	Ketentuan Umum .....	92
3.2.2	Data Teknis Perencanaan Struktur Tangga .....	92
3.2.2.1	Perencanaan Tangga .....	93
3.2.3	Perhitungan Tangga .....	95
3.2.3.1	Menentukan Tebal Plat .....	96
3.2.3.2	Pembebanan Tangga.....	96
3.2.4	Perhitungan Momen .....	97
3.2.4.1	Perhitungan Tulangan .....	99
3.2.4.2	Pemilihan Tulangan.....	105
3.2.4.3	Pemeriksaan Lebar Retak.....	106
3.3	Perencanaan Plat Lantai .....	107

3.3.1	Ketentuan Umum .....	107
3.3.2	Diagram Alir Untuk Menghitung Plat.....	107
3.3.3	Estimasi Pembebanan.....	108
3.3.4	Perhitungan Plat Lantai 1,2,3 dan 4 .....	108
3.3.5	Pembebanan Plat Lantai 1,2,3 dan 4.....	110
3.3.6	Analisa Statika.....	111
3.3.6.1	Penentuan Tinggi Efektif.....	112
3.3.6.2	Perhitungan Plat Lantai Dua Arah.....	114
3.3.6.3	Periksa Lebar Retak.....	129
3.4	Perencanaan Portal .....	130
3.4.1	Ketentuan Umum .....	130
3.4.2	Langkah-langkah Analisa SAP 2000 .....	130
3.4.3	Diagram Alir untuk Perencanaan Portal.....	134
3.4.3.1	Perencanaan Balok, Kolom, dan Sloof.....	135
3.4.4	Penulangan Balok Struktur.....	136
3.4.5	Penulangan Sloof.....	144
3.4.6	Penulangan Ring Balk.....	146
3.4.7	Penulangan Kolom.....	149
3.5	Perencanaan Pondasi .....	151
3.5.1	Dasar Perencanaan .....	151
3.5.2	Data Pondasi Tiang Pancang.....	151
3.5.3	Daya Dukung.....	151
3.5.4	Perhitungan Daya Pikul Tiang .....	151
3.5.5	Menghitung Kapasitas Ijin tiang.....	153
3.5.6	Kontrol Geser Pons.....	155
3.5.7	Penulangan Pile Cap.....	157

## **BAB IV RENCANA KERJA dan SYARAT**

4.1	Lingkup Pekerjaan .....	159
4.1.1	Pekerjaan Galian Tanah .....	160
4.1.2	Pekerjaan Urugan dan Pematatan .....	161
4.1.3	Pekerjaan Urugan Pasir Urug / Sirtu Padat .....	165
4.1.4	Pekerjaan Lantai Kerja .....	167
4.1.5	Pekerjaan Acuan / Bekisting .....	168
4.1.6	Pekerjaan Beton Bertulang .....	173
4.1.7	Pekerjaan Konstruksi Baja .....	196
4.1.8	Pekerjaan Pembersihan, Pembongkaran kembali .....	201

## **BAB V PENUTUP**

5.1	Kesimpulan .....	202
5.2	Saran .....	204

## **DAFTAR PUSTAKA**

## **LAMPIRAN**

## DAFTAR TABEL

2.1	Elemen dan Mutu Beton .....	7
2.2	Elemen dan mutu Betob .....	8
2.3	Kategori Risiko Bangunan Gedung .....	15
2.4	Koefisien yang Membatasi Struktur .....	21
2.5	Penentuan Tebal Minimum Balok Non Prategang .....	35
3.1	Panjang Batang .....	53
3.2	Momen Akibat Kombinasi Pembebanan .....	57
3.3	Syarat-Syarat Lendutan .....	58
3.4	Data Besarnya Gaya Batang .....	69
3.5	Pemilihan Tulangan .....	107

## DAFTAR GAMBAR

2.1	Upaya Pembatasan Simpangan.....	22
3.1	Perencanaan Gording .....	54
3.2	Hasil Analisis Run .....	63
3.3	Pengecekan Batang Profil Baja pada Kuda-Kuda .....	64
3.4	Profil 80.80 .....	70
3.5	Profil 50.50.5 .....	73
3.6	Profil 80.80.14 .....	77
3.7	Profil 50.50.5 .....	81
3.8	Profil 75.75.10 .....	85
3.9	Potongan Profil .....	88
3.10	Denah Tangga.....	94
3.11	Potongan Tangga .....	95
3.12	Diagram Alir Untuk Menghitung Plat .....	108
3.13	Denah Plat Lantai .....	109
3.14	Potongan Plat.....	113
3.15	Penulangan Plat .....	130
3.16	Beban Mati pada Portal .....	132
3.17	Beban Hidup pada Portal .....	133
3.18	Beban Merata akibat Dinding.....	133
3.19	Beban terpusat akibat Kuda-kuda.....	134
3.20	Hasil Analisa SAP 2000 .....	132
3.21	Diagram Alir Perencanaan Portal .....	135
3.22	Tampilan Portal .....	136
3.23	Portal Memanjang.....	136

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Judul Tugas Akhir**

“REDESAIN BANGUNAN APARTEMEN THE PINNACLE EMPAT LANTAI JALAN PANDANARAN”

### **1.2 Deskripsi Proyek**

Redesain Bangunan Apartemen The Pinnacle Empat Lantai, merupakan fungsi dari Bangunan Apartemen and Condotel The Pinnacle yang memiliki 22 lantai dan memiliki basement, tinggi 69 meter tiap lantai nya memiliki tinggi 3 meter, berfungsi sebagai bangunan apartemen, bangunan condotel, dan area parkir pada lantai 1 sampai lantai 5 dan dengan atap dak. Pada Redesain Bangunan Apartemen The Pinnacle 4 lantai, dengan tinggi 14,8 meter, di fungsikan hanya untuk Bangunan Apartemen pada lantai 2 sampai lantai 4, dan area parkir sebagian di lantai 1, selain difungsikan sebagai area parkir, juga di fungsikan sebagai tempat resepsionis, gallery atm, green café, mushollah, tempat istirahat, dan menggunakan rancangan atap kuda-kuda baja.

### **1.3 Latar Belakang**

Kota Semarang sebagai ibukota provinsi Jawa Tengah memiliki tingkat pertumbuhan ekonomi yang sangat pesat. Hal ini membuat banyak orang

tertarik untuk bekerja dan mencari nafkah di kota Semarang, dan juga menarik minat orang di luar kota Semarang untuk menuntut ilmu di kota ini.

Pertumbuhan rata-rata penduduk kota Semarang setiap tahunnya semakin bertambah dikarenakan angka kelahiran melebihi angka kematian dan angka penduduk yang datang melebihi angka penduduk yang pergi.

Peningkatan jumlah penduduk berimbas pula pada peningkatan permintaan akan tempat tinggal. Akan tetapi, jumlah lahan yang tersedia tidak memungkinkan lagi untuk pembangunan secara horizontal. Solusinya adalah membangun rumah tinggal secara vertikal dan bangunan yang tepat adalah sebuah apartemen.

Apartemen adalah suatu kompleks hunian yang berdiri sendiri (Chiara, 1980), suatu ruang atau rangkaian ruang yang dilengkapi dengan fasilitas serta perlengkapan rumah tangga dan digunakan sebagai tempat tinggal (Harris; 1975; 20). Sehingga dapat disimpulkan definisi apartemen adalah sebuah bangunan bertingkat yang terdiri beberapa unit yang berupa tempat tinggal, yang terdiri dari kamar duduk, kamar tidur, kamar mandi, dapur, dsb.

Apartemen merupakan salah satu variasi jenis hunian yang diminati oleh masyarakat terutama yang tinggal di kota-kota besar. Jika dahulu rumah biasa (*landed house*) menjadi primadona pilihan tempat tinggal, kini kecenderungan itu sedikit demi sedikit mulai bergeser. Hal ini bukan disebabkan oleh faktor tren, melainkan timbul masalah permukiman di perkotaan yang kian pelik. Oleh sebab itulah, apartemen yang merupakan hunian vertikal menjadi alternatif yang layak bagi pengembang perumahan di

wilayah pusat kota untuk dapat memenuhi kebutuhan masyarakat terhadap tempat tinggal.

Bagi masyarakat kota, tinggal di apartemen sebenarnya bukanlah hal istimewa. Tinggal di apartemen sama seperti tinggal di kompleks perumahan, bahkan fasilitas yang tersediapun hampir sama. Yang menjadi perbedaan adalah bentuknya, apartemen berbentuk vertikal sehingga penggunaan lahan lebih efisien dan merupakan solusi yang paling ideal untuk menyelesaikan masalah permukiman di kota (Akmal, 2007).

#### **1.4 Pembatasan Masalah**

Pembatasan masalah dalam penyusunan Tugas Akhir adalah :

1. Menjelaskan perencanaan struktur bangunan apartemen empat lantai pada perencanaan struktur atap baja.
2. Menjelaskan perencanaan struktur bangunan apartemen empat lantai pada perencanaan struktur portal beton.
3. Menguraikan Rancangan Anggaran Biaya dan menjelaskan rencana kerja dan syarat-syarat.

#### **1.5 Rumusan Masalah**

Bagaimana perancangan struktur yang sesuai dengan kriteria desain struktur yang aman dan memenuhi syarat pada Perencanaan Redesain Bangunan Apartemen The Pinnacle empat lantai.



## **1.6 Tujuan dan Manfaat**

Adapun tujuan dan manfaat dari penyusunan redesain gedung apartemen the pinnacle, adalah :

1. Untuk persyaratan mata kuliah Tugas Akhir.
2. Menerapkan, mengembangkan, ilmu yang sudah didapat selama perkuliahan, dan menambah wawasan, ilmu pengetahuan dalam bidang Teknik Sipil pada khususnya.
3. Merencanakan gedung apartemen yang menyediakan kebutuhan akan tempat tinggal yang memadai, dan lengkap dengan berbagai fasilitas-fasilitas penunjang, serta memberikan kenyamanan dan keamanan pada penghuni bangunan dan sesuai dengan daya beli masyarakatnya.

## **1.7 Sistematika Penulisan Tugas Akhir**

Untuk memberikan gambaran yang jelas dan mempermudah dalam pembahasan pada uraian, maka laporan Tugas Akhir disusun dengan sistematika penulisan sebagai berikut :

### **BAB I : PENDAHULUAN**

Bab ini berisikan tentang nama proyek, deskripsi proyek, latar belakang, pembatasan masalah, rumusan masalah, tujuan dan manfaat, dan sistematika penulisan Tugas Akhir.

## **BAB II : DASAR PERENCANAAN STRUKTUR**

Bab ini berisikan tentang uraian umum, peraturan perencanaan, jenis material, pembebanan struktur, perencanaan struktur dan tuntutan ketentuan umum perencanaan.

## **BAB III : PERHITUNGAN STRUKTUR**

Bab ini berisikan tentang system struktur atas dan struktur bawah. Struktur atas diantaranya struktur atap, tangga, plat lantai, kolom, dan balok, dan struktur bawah yaitu pondasi, dengan *software* analisis dan desain struktur.

## **BAB VI : RENCANA KERJA DAN SYARAT-SYARAT**

Bab ini berisi tentang pekerjaan struktur, pekerjaan arsitek, dan penutup.

## **BAB V : PENUTUP**

Bab ini berisi tentang kesimpulan dan saran dari keseluruhan pelaksanaan.

## **BAB II**

### **DASAR PERENCANAAN STRUKTUR**

#### **2.1. Uraian Umum**

Struktur dalam bangunan merupakan sarana untuk menyalurkan beban yang diakibatkan penggunaan dan atau kehadiran bangunan di atas tanah dan tujuan utama dari struktur adalah memberikan kekuatan pada suatu bangunan. Struktur bangunan dipengaruhi oleh beban mati (*dead load*) berupa berat sendiri, beban hidup (*live load*) berupa beban akibat penggunaan ruangan dan beban khusus seperti penurunan pondasi, tekanan tanah atau air, pengaruh temperatur dan beban akibat gempa.

Struktur bangunan terdiri dari struktur bawah (pondasi) dan struktur atas (struktur portal dan rangka kuda-kuda), mempertimbangkan beberapa aspek yaitu diantaranya :

1. Persyaratan kondisi lapangan
2. Persyaratan terhadap peraturan
3. Persyaratan fungsi bangunan
4. Kemudahan pelaksanaan
5. Struktur yang baik
6. Pertimbangan efisiensi

Suatu beban yang bertambah dan berkurang menurut waktu secara berkala disebut beban goyang, beban ini sangat berbahaya apabila periode penggoyangannya berimpit dengan periode struktur dan apabila

menimbulkan lendutan, lendutan yang melampaui batas yang direncanakan dapat merusak stuktur bangunan tersebut.

## 2.2 Peraturan Perencanaan

Peraturan yang digunakan dalam mendesain struktur gedung Apartemen The Pinnacle adalah sebagai berikut :

1. Peraturan Pembebanan Indonesia untuk Gedung 1983
2. Persyaratan beton struktural untuk bangunan gedung, SNI 2847:2013.
3. Tata Cara Perhitungan Struktur Beton untuk Bangunan Gedung, SNI 03-2847-2002.
4. Beban minimum untuk perencanaan bangunan gedung dan struktur lain, SNI 1727:2012
5. Tata Cara Perancangan untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung, SNI 1726-2012.

## 2.3. Jenis Material

Untuk material beton bertulang, digunakan material beton dengan berat jenis adalah  $2400 \text{ kg/m}^3$ . Mutu beton ( $f_c'$ ) adalah berdasarkan kekuatan silinder tekan umur 28 hari seperti pada Tabel 2.1 berikut ini.

**Tabel 2.1.** *Elemen dan mutu beton*

<b>Elemen</b>	<b>Mutu</b>
<i>Pile</i>	$f_c' = 50 \text{ Mpa}$
Pile cap dan <i>Sloof</i>	$f_c' = 30 \text{ Mpa}$

Balok, Kolom, Pelat	$f_c' = 30 \text{ Mpa}$
---------------------	-------------------------

Sedangkan untuk mutu tulangan adalah disajikan pada Tabel 2.2 berikut ini.

**Tabel 2.2.** *Elemen dan mutu tulangan*

<b>Elemen</b>	<b>Mutu</b>	<b>Notasi</b>	<b>Tegangan Leleh</b>
Tulangan Utama – <i>Pile Cap</i> , Balok dan Kolom	BJTD 39 <i>(Deformed)</i>	D	$f_y = 390 \text{ Mpa}$
Tulangan Sengkang – <i>Pile Cap</i> , Balok dan Kolom	BJTD 30 <i>(Deformed)</i>	D	$f_y = 300 \text{ Mpa}$
Tulangan Pelat	BJTP 24 <i>(Deformed)</i>	Ø	$f_y = 3240 \text{ Mpa}$

#### 2.4. Pembebanan Struktur

Beban rencana yang bekerja pada struktur meliputi:

##### 1. Beban Mati

Beban mati adalah beban-beban yang bekerja vertikal ke bawah pada struktur dan mempunyai karakteristik bangunan, seperti misalnya penutup lantai, alat mekanis, dan partisi. Berat dari elemen-elemen ini pada umumnya dapat ditentukan dengan mudah

dengan derajat ketelitian cukup tinggi. Untuk menghitung besarnya beban mati suatu elemen dilakukan dengan meninjau berat satuan material tersebut berdasarkan volume elemen. Beban mati ini kemudian diaplikasikan ke model struktur menjadi beban titik dan beban merata pada elemen frame.

- Beton bertulang =  $2400 \text{ kg/m}^3$
- Tanah =  $1700 - 2000 \text{ kg/m}^3$

Berat dari beberapa komponen bangunan dapat ditentukan sebagai berikut :

- Plafon dan penggantung =  $20 \text{ kg/m}^2$
- Adukan/spesi lantai per cm tebal =  $21 \text{ kg/m}^2$
- Penutup lantai/ubin per cm tebal =  $24 \text{ kg/m}^2$
- Pasangan bata setengah batu =  $250 \text{ kg/m}^2$

Beban Lift : sesuai berat lift x faktor kejut =  $W_{\text{lift}} \times 2,0$

$W_{\text{lift}}$  dari spesifikasi desain ME

Diatas roof biasanya ada beban sbb :

- Water tank :  $q = V/A$ , Berat dari spesifikasi desain ME
- Chiller, Boiler, Cooling Tower : Berat dari spesifikasi desain ME

Beban mati dalam perencanaan redesain bangunan apartemen sebesar  $150 \text{ kg/m}^2$ .

## 2. Beban Hidup

Beban hidup adalah beban yang bisa ada atau tidak ada pada struktur untuk suatu waktu yang diberikan. Meskipun dapat berpindah-pindah, beban hidup masih dapat dikatakan bekerja secara perlahan-lahan pada struktur. Beban yang diakibatkan oleh hunian atau penggunaan (*occupancy loads*) adalah beban hidup. Yang termasuk ke dalam beban penggunaan adalah berat manusia, perabot, barang yang disimpan, dan sebagainya. Beban yang diakibatkan oleh salju atau air hujan, juga termasuk ke dalam beban hidup. Semua beban hidup mempunyai karakteristik dapat berpindah atau bergerak.

Besarnya beban hidup terbagi merata ekuivalen yang harus diperhitungkan pada struktur bangunan gedung, pada umumnya dapat ditentukan berdasarkan standar yang berlaku. Beban hidup untuk bangunan gedung adalah :

- Sekolah, ruang kuliah, kantor, toko, hotel, = 250 kg/m<sup>2</sup>
- Koridor, tangga/bordes = 300 kg/m<sup>2</sup>
- Gedung Pertemuan = 400 kg/m<sup>2</sup>
- Panggung dengan penonton berdiri = 500 kg/m<sup>2</sup>
- Beban Arsip/Gudang ditentukan sendiri min. =400 kg/m<sup>2</sup>
- Parkir pada lantai semi basement = 800 kg/m<sup>2</sup>

Reduksi beban dapat dilakukan dengan mengalikan beban hidup dengan suatu koefisien reduksi yang nilainya tergantung pada penggunaan bangunan. Besarnya koefisien reduksi beban hidup untuk perencanaan portal, ditentukan sebagai berikut :

- Tempat pertemuan umum, tempat ibadah, bioskop,  
restoran, ruang dansa, ruang pertunjukan = 0,90
- Gedung perkantoran : kantor, bank = 0,60
- Gedung perdagangan dan ruang penyimpanan:  
toko, toserba, pasar, gudang, ruang arsip, perpustakaan= 0,80
- Tempat kendaraan : garasi, gedung parkir = 0,90

Beban hidup dalam perencanaan redesain bangunan apartemen sebesar  $250\text{kg/m}^2$ .

### **3. Beban Angin**

Beban angin adalah semua beban yang bekerja pada gedung atau bagian gedung yang disebabkan oleh selisih dalam tekanan udara. Beban angin ditentukan dengan menganggap adanya tekanan positif dan tekanan negatif ( hisapan ), yang bekerja tegak lurus pada bidang yang ditinjau.

Besarnya tekanan positif dan negatif dan negatif yang dinyatakan tiup dengan koefisien – koefisien angin. Tekan tiup harus diambil minimum  $25\text{ kg/m}^2$ , kecuali untuk bangunan –



bangunan berikut : daerah di laut dan tepi laut sampai sejauh 5 km dari tepi pantai. Pada daerah tersebut tekanan hisap diambil minimum 40 kg/m<sup>2</sup>, (PMI 1970 ).

Sedangkan koefisien angin untuk gedung tertutup :

Angin tekan untuk  $\alpha < 65^\circ$ , dikalikan koefisien (  $0,02 \alpha - 0,4$  ).

Di belakang angin( angin hisap ) untuk semua  $\alpha$ , dikalikan koefisien -0,4.

#### **4. Beban Gempa**

Persyaratan struktur bangunan tahan gempa adalah kemungkinan terjadinya risiko kerusakan pada bangunan merupakan hal yang dapat diterima, tetapi keruntuhan total (*collapse*) dari struktur yang dapat mengakibatkan terjadinya korban yang banyak harus dihindari. Di dalam standar gempa yang baru dicantumkan bahwa, untuk perencanaan struktur bangunan terhadap pengaruh gempa digunakan Gempa Rencana. Gempa Rencana adalah gempa yang peluang atau risiko terjadinya dalam periode umur rencana bangunan 50 tahun adalah 10% ( $R_N = 10\%$ ), atau gempa yang periode ulangnya adalah 500 tahun ( $T_R = 500$  tahun). Dengan menggunakan Gempa Rencana ini, struktur dapat dianalisis secara elastis untuk mendapatkan gaya-gaya dalam yang berupa momen lentur, gaya geser, gaya normal, dan puntir atau torsi yang bekerja pada tiap-

tiap elemen struktur. Gaya-gaya dalam ini setelah dikombinasikan dengan gaya-gaya dalam yang diakibatkan oleh beban mati dan beban hidup, kemudian digunakan untuk mendimensi penampang dari elemen struktur berdasarkan metode LRFD (*Load Resistance Factor Design*) sesuai dengan standar desain yang berlaku.

Besarnya beban Gempa Nominal yang digunakan untuk perencanaan struktur ditentukan oleh tiga hal, yaitu

- Besarnya Gempa Rencana;
- Tingkat daktilitas yang dimiliki struktur; dan
- Nilai faktor tahanan lebih yang terkandung di dalam struktur.

Berdasarkan pedoman gempa yang berlaku di Indonesia yaitu Tata Cara Perancangan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung (SNI 1726-2012) dan Aplikasi SNI Gempa 1726:2012, besarnya beban gempa horisontal ( $V$ ) yang bekerja pada struktur bangunan, ditentukan menurut persamaan:

$$V = C_s \cdot W = \frac{S_a \cdot I_e}{R} \cdot W \quad \dots\dots\dots (3.1)$$

Dengan,

$S_a$  = Spektrum respon percepatan desain ( $g$ );

$I_e$  = Faktor keutamaan gempa;

$R$  = Koefisien modifikasi respons;

$W$  = Kombinasi dari beban mati dan beban hidup yang direduksi (kN).

Besarnya koefisien reduksi beban hidup untuk perhitungan  $W_t$ , ditentukan sebagai berikut;

- Perumahan / penghunian : rumah tinggal, asrama, hotel, rumah sakit = 0,30
- Gedung pendidikan : sekolah, ruang kuliah = 0,50
- Tempat pertemuan umum, tempat ibadah, bioskop, restoran, ruang dansa, ruang pertunjukan = 0,50
- Gedung perkantoran : kantor, bank = 0,30
- Gedung perdagangan dan ruang penyimpanan, toko, toserba, pasar, gudang, ruang arsip, perpustakaan = 0,80
- Tempat kendaraan : garasi, gedung parkir = 0,50
- Bangunan industri : pabrik, bengkel = 0,90

**a. Menentukan Kategori Risiko Struktur Bangunan (I-IV) dan Faktor Keutamaan ( $I_e$ )**

Untuk berbagai kategori risiko struktur bangunan gedung dan non gedung sesuai tabel 3.3 pengaruh gempa rencana terhadapnya harus dikalikan dengan suatu faktor keutamaan ( $I_e$ )

**Tabel 2.3.** *Kategori risiko bangunan gedung dan non gedung untuk beban gempa*

<b>Jenis pemanfaatan</b>	<b>Katego ri risiko</b>
<p>Gedung dan non gedung yang memiliki risiko rendah terhadap jiwa manusia pada saat terjadi kegagalan, termasuk, tapi tidak dibatasi untuk, antara lain:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Fasilitas pertanian, perkebunan, peternakan, dan perikanan</li> <li>- Fasilitas sementara</li> <li>- Gudang penyimpanan</li> <li>- Rumah jaga dan struktur kecil lainnya</li> </ul>	I
<p>Semua gedung dan struktur lain, kecuali yang termasuk dalam kategori risiko I,III,IV, termasuk, tapi tidak dibatasi untuk:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Perumahan; rumah ruko dan kantor</li> <li>- Pasar</li> <li>- Gedung perkantoran</li> <li>- Gedung apartemen/rumah susun</li> <li>- Pusat perbelanjaan/<i>mall</i></li> <li>- Bangunan industri</li> <li>- Fasilitas manufaktur</li> </ul>	II

- Pabrik	
<p>Gedung dan non gedung yang memiliki risiko tinggi terhadap jiwa manusia pada saat terjadi kegagalan, termasuk, tapi tidak dibatasi untuk:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Bioskop</li> <li>- Gedung pertemuan</li> <li>- Stadion</li> <li>- Fasilitas kesehatan yang tidak memiliki unit bedah dan unit gawat darurat</li> <li>- Fasilitas penitipan anak</li> <li>- Penjara</li> <li>- Bangunan untuk orang jompo</li> </ul> <p>Gedung dan non gedung, tidak termasuk kategori risiko IV, yang memiliki potensi untuk menyebabkan dampak ekonomi yang besar dan/atau gangguan massal terhadap kehidupan masyarakat sehari-hari bila terjadi kegagalan, termasuk, tapi tidak dibatasi untuk:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Pusat pembangkit listrik biasa</li> <li>- Fasilitas penanganan air</li> <li>- Fasilitas penanganan limbah</li> <li>- Pusat telekomunikasi</li> </ul>	III

<p>Gedung dan non gedung, tidak termasuk kategori risiko IV, (termasuk, tetapi tidak dibatasi untuk fasilitas manufaktur, proses, penanganan, penyimpanan, penggunaan atau tempat pembuangan bahan bakar berbahaya, bahan kimia berbahaya, limbah berbahaya, atau bahan yang mudah meledak) yang mengandung bahan beracun atau peledak di mana jumlah kandungan bahannya melebihi nilai batas yang disyaratkan oleh instansi yang berwenang dan cukup menimbulkan bahaya bagi masyarakat jika terjadi kebocoran.</p>	
<p>Gedung dan non gedung yang ditunjukkan sebagai fasilitas yang penting, termasuk, tetapi tidak dibatasi untuk:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Bangunan-bangunan monumental</li> <li>- Gedung sekolah dan fasilitas pendidikan</li> <li>- Rumah sakit dan fasilitas kesehatan lainnya yang memiliki fasilitas bedah dan unit gawat darurat</li> <li>- Fasilitas pemadam kebakaran, ambulans, dan kantor polisi, serta garasi kendaraan darurat</li> <li>- Tempat perlindungan terhadap gempa bumi, angin badai, dan tempat perlindungan darurat lainnya</li> </ul>	IV

<ul style="list-style-type: none"> <li>- Fasilitas kesiapan darurat, komunikasi, pusat operasi dan fasilitas lainnya untuk tanggap darurat</li> <li>- Pusat pembangkit energi dan fasilitas publik lainnya yang dibutuhkan pada saat keadaan darurat</li> <li>- Struktur tambahan (termasuk telekomunikasi, tangki penyimpanan bahan bakar, menara pendingin, struktur stasiun listrik, tangki air pemadam kebakaran atau struktur rumah atau struktur pendukung air atau material atau peralatan pemadam kebakaran) yang disyaratkan untuk beroperasi pada saat keadaan darurat.</li> <li>- Gedung dan non gedung yang dibutuhkan untuk mempertahankan fungsi struktur bangunan lain yang masuk ke dalam kategori risiko IV.</li> </ul>	
--	--

#### **b. Persyaratan Kekakuan Struktur**

Dalam perencanaan struktur bangunan gedung terhadap pengaruh Gempa Rencana, pengaruh keretakan beton pada unsur-unsur struktur dari beton bertulang, beton pratekan dan baja komposit harus diperhitungkan terhadap kekakuannya. Untuk itu, momen inersia penampang unsur struktur dapat ditentukan sebesar momen inersia penampang utuh dikalikan

dengan suatu persentase efektifitas penampang kolom dan balok rangka beton bertulang terbuka adalah 75%.

Pemakaian struktur bangunan gedung yang terlalu fleksibel sebaiknya dihindari dengan membatasi nilai waktu getar fundamentalnya. Pembatasan waktu getar fundamental dari suatu struktur gedung dimaksudkan untuk:

- untuk mencegah Pengaruh P-Delta yang berlebihan;
- untuk mencegah simpangan antar-tingkat yang berlebihan pada taraf pembebanan gempa yang menyebabkan pelelehan pertama, yaitu untuk menjamin kenyamanan penghunian dan membatasi kemungkinan terjadinya kerusakan struktur akibat pelelehan baja dan peretakan beton yang berlebihan, maupun kerusakan non-struktural.
- untuk mencegah simpangan antar-tingkat yang berlebihan pada taraf pembebanan gempa maksimum, yaitu untuk membatasi kemungkinan terjadinya keruntuhan struktur yang menelan korban jiwa manusia;
- untuk mencegah kekuatan (kapasitas) struktur terpasang yang terlalu rendah, mengingat struktur gedung dengan waktu getar fundamental yang panjang menyerap beban gempa yang rendah (terlihat dari Diagram Spektrum Respons), sehingga gaya internal



yang terjadi di dalam unsur-unsur struktur menghasilkan kekuatan terpasang yang rendah.

Menurut SNI Gempa 2002, pembatasan waktu getar alami fundamental dari struktur bangunan gedung tergantung dari banyaknya jumlah tingkat ( $n$ ) serta koefisien  $\zeta$  untuk Wilayah Gempa dimana struktur bangunan gedung tersebut didirikan. Pembatasan waktu getar alami fundamental ( $T$ ) dari struktur bangunan gedung ditentukan sebagai berikut:

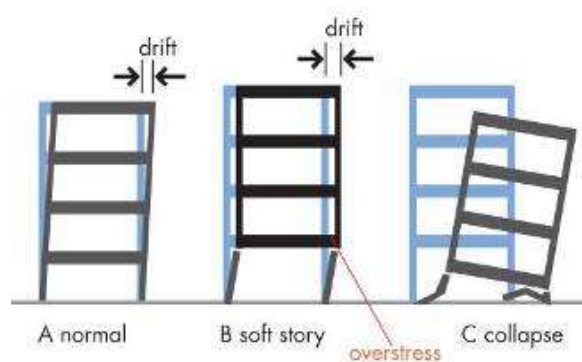
$$T < \zeta n$$

Dimana koefisien  $\zeta$  ditetapkan menurut Tabel 2.4.

**Tabel 2.4.** Koefisien  $\zeta$  yang membatasi waktu getar alami fundamental struktur

Wilayah Gempa	$\zeta$
1	0,20
2	0,19
3	0,18
4	0,17
5	0,16
6	0,15

Kinerja batas layan struktur bangunan gedung ditentukan oleh simpangan antar-tingkat akibat pengaruh gempa seperti pada Gambar 3.5. yang bertujuan untuk membatasi terjadinya pelelehan baja dan peretakan beton yang berlebihan, di samping untuk mencegah kerusakan non-struktural dan ketidaknyamanan penghuni. Untuk memenuhi persyaratan kinerja batas layan struktur bangunan gedung, dalam segala hal simpangan antar-tingkat yang dihitung dari simpangan struktur tidak boleh melampaui  $\delta_1 = 0,03/R$  kali tinggi tingkat yang bersangkutan, atau  $\delta_2 = 30$  mm, bergantung yang mana yang nilainya terkecil.



**Gambar 2.1.** Upaya pembatasan simpanga

## 2.5. Tuntutan dan Ketentuan Umum Perencanaan

Perencanaan pembangunan Apartemen The Pinnacle diharuskan memenuhi beberapa tuntutan dan ketentuan perencanaan, sehingga konstruksi bangunan tersebut sesuai yang diharapkan, dan tidak terjadi kesimpangsiuran dalam bentuk fisiknya.

Adapun tuntutan dan ketentuan perencanaan tersebut sebagai berikut :

### 1. Harus memenuhi persyaratan teknis

Dalam setiap pembangunan harus memperhatikan persyaratan teknis yaitu bangunan yang didirikan harus aman, kuat dan kokoh untuk menerima beban yang dipikulnya baik itu beban sendiri gedung maupun beban yang berasal dari luar seperti beban hidup, beban angin, dan beban gempa. Bila persyaratan teknis tersebut tidak diperhitungkan maka akan membahayakan orang yang berada di dalam bangunan dan juga bisa merusak bangunan itu sendiri. Jadi dalam perencanaan harus berpedoman pada peraturan – peraturan yang berlaku dan harus memenuhi persyaratan teknis yang ada.

## **2. Harus memenuhi persyaratan ekonomis**

Dalam setiap pembangunan, persyaratan ekonomis juga harus diperhitungkan agar tidak ada aktivitas – aktivitas yang mengakibatkan membengkaknya biaya pembangunan sehingga akan menimbulkan kerugian bagi pihak kontraktor. Persyaratan ekonomis ini bisa dicapai dengan adanya penyusunan *time schedule* yang tepat, pemilihan bahan – bahan bangunan yang digunakan dan pengaturan serta pengarahan tenaga kerja yang professional. Dengan pengaturan biaya dan waktu pekerjaan secara tepat diharapkan bisa menghasilkan bangunan yang berkualitas tanpa menimbulkan pemborosan.

## **3. Harus memenuhi persyaratan aspek fungsional**

Dalam persyaratan aspek fungsional, hal ini berkaitan dengan penggunaan ruang. Biasanya hal tersebut akan mempengaruhi penggunaan bentang elemen struktur yang digunakan.

#### **4. Harus memenuhi persyaratan estetika**

Dalam persyaratan estetika, agar bangunan terkesan menarik dan indah maka bangunan harus direncanakan dengan memperhatikan kaidah – kaidah estetika. Namun persyaratan estetika ini harus dikoordinasikan dengan persyaratan teknis yang ada untuk menghasilkan bangunan yang kuat, kokoh, aman, indah dan menarik. Jadi, dalam sebuah perencanaan bangunan harus diperhitungkan pula segi artistik bangunan tersebut.

#### **5. Harus memenuhi persyaratan aspek lingkungan**

Setiap proses pembangunan harus memperhatikan aspek lingkungan karena hal ini sangat berpengaruh dalam kelancaran dan kelangsungan bangunan baik dalam jangka pendek (waktu selama proses pembangunan) maupun jangka panjang (pasca pembangunan). Persyaratan aspek lingkungan ini dilakukan dengan mengadakan analisis terhadap dampak lingkungan di sekitar bangunan tersebut berdiri. Diharapkan dengan terpenuhinya aspek lingkungan ini dapat ditekan seminimal mungkin dampak negatif dan kerugian bagi lingkungan dengan berdirinya apartemen, ini harus memenuhi aspek ketersediaan bahan di pasaran.

Untuk memudahkan dalam mendapatkan bahan – bahan yang dibutuhkan maka harus diperhatikan pula tentang aspek ketersediaan bahan di pasaran. Dengan kata lain sedapat mungkin bahan – bahan

yang direncanakan akan dapat dipakai dalam proyek tersebut ada dan lazim di pasaran sehingga mudah di dapat.

Selain tuntutan dan ketentuan untuk perencanaan, juga harus diperhatikan adanya azas – azas perencanaan yaitu antara lain :

## **6. Pengendalian biaya**

Pengendalian biaya dalam suatu pekerjaan konstruksi dimaksudkan untuk nya pengeluaran yang berlebihan sehingga sesuai dengan perhitungan Rencana Anggaran Biaya (RAB) yang telah ditetapkan. Biaya pelaksanaan harus dapat ditekan sekecil mungkin tanpa mengurangi kualitas dan kuantitas pekerjaan. Dalam hal ini erat kaitannya dengan pemenuhan persyaratan ekonomis.

### **a. Pengendalian mutu**

Pengendalian mutu dimaksudkan agar pekerjaan yang dihasilkan sesuai dengan persyaratan yang telah ditetapkan dalam Rencana Kerja dan Syarat-syarat (RKS). Kegiatan pengendalian mutu tersebut dimulai dari pengawasan pengukuran lahan, pengujian tanah di lapangan menggunakan alat sondir dan boring serta uji tekan beton. Mutu dikendalikan oleh pabrik pembuatnya. Selain itu juga diperlukan pengawasan pada saat bangunan tersebut sudah mulai digunakan, apakah telah sesuai dengan yang diharapkan atau belum.

### **b. Pengendalian waktu**

Pengendalian waktu pelaksanaan pekerjaan dalam suatu proyek bertujuan agar proyek tersebut dapat diselesaikan sesuai dengan *time schedule* yang telah ditetapkan. Untuk itu dalam perencanaan pekerjaan harus dilakukan penjadwalan pekerjaan dengan teliti agar tidak terjadi keterlambatan waktu penyelesaian proyek.

**c. Pengendalian tenaga kerja**

Pengendalian tenaga kerja sangat diperlukan untuk mendapatkan hasil pekerjaan yang baik sesuai jadwal. Pengendalian dilakukan oleh pengawas secara terus menerus maupun berkala. Dari pengawasan tersebut dapat diketahui kemajuan dan keterlambatan pekerjaan yang diakibatkan kurangnya tenaga kerja menurunnya efisiensi kerja yang berlebihan. Jumlah tenaga kerja juga harus dikendalikan untuk menghindari terjadinya penumpukan pekerjaan yang menyebabkan tidak efisienya pekerjaan tersebut serta dapat menyebabkan terjadinya pemborosan material dan biaya.

**2.6. Perencanaan Struktur**

Tahapan perencanaan struktur pada redesain apartemen adalah melakukan perancangan ulang komponen struktur terdiri dari pelat, kolom, dan balok. Acuan yang dapat digunakan dalam perancangan awal antara lain SNI Beton, ACI 318, dan beberapa rumus yang sudah digunakan.

**1. Perencanaan Atap**

1. Pada perencanaan atap ini, beban yang bekerja adalah :
  - Beban mati

- Beban hidup
  - Beban angin
2. Asumsi perletakan
    - Tumpuan sebelah kiri adalah Sendi
    - Tumpuan sebelah kanan adalah Rol
  3. Analisa tampang menggunakan peraturan **SNI 03 – 1729 – 2002.**
  4. Perhitungan desain profil kuda – kuda.

Dan untuk perhitungan dimensi profil rangka kuda – kuda :

a. Batang tarik

- Kondisi leleh (brutto)

$$A_g = \frac{P}{\phi \cdot f_y} \quad \phi = 0,90$$

- Kondisi fraktur (netto)

$$A_e = \frac{P}{\phi \cdot f_u} \quad \phi = 0,75$$

$$A_n = \frac{A_e}{U} \quad U = 0,85$$

- Cek geser blok :

$$\phi P > P$$

- Cek kelangsingan :

$$\lambda < 240$$

b. Batang tekan

- Dicoba  $\pi_c = 1$

$$\pi_c = \frac{\lambda}{\pi} \sqrt{\frac{fy}{E}}$$

Apabila :

$$\lambda \leq 0,25 \quad \rightarrow \quad \omega = 1$$

$$0,25 < \lambda_c < 1 \rightarrow \quad \omega = \frac{1,43}{1,6 - 0,67 \lambda_c}$$

$$\lambda_c \geq 1,2 \quad \rightarrow \quad \omega = 1,25 \cdot \lambda_c^2$$

Sumber : *Perencanaan Struktur Baja dengan Metode LRFD*

$$Nu = Ag \cdot \frac{fy}{\omega}$$

- Cek kelangsingan :

$$\lambda < 240$$

## 2. Perencanaan Tangga

1. Pembebanan :
  - a. Beban mati : 150 kg/m<sup>2</sup>
  - b. Beban hidup : 250 kg/m<sup>2</sup>
  - c. Beban gempa
2. Asumsi perletakan : jepit
3. Analisa struktur menggunakan Tabel 14 "Dasar – dasar Perencanaan Beton Bertulang".



4. Analisa tampang menggunakan **SKSNI T15-1991-03**.

Pemasangan tulangan lentur disyaratkan sebagai berikut :

1. Jarak minimum tulangan sengkang 25 mm.
2. Jarak maksimum tulangan sengkang 240 mm atau 2h.
3. Penulangan lentur dihitung analisa tulangan tunggal dengan langkah – langkah sebagai berikut :

$$d_x = h - p - \frac{1}{2} \emptyset$$

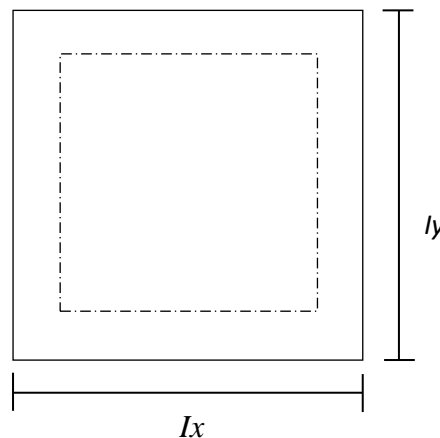
$$d_y = h - p - \frac{1}{2} \emptyset - \emptyset$$

Untuk  $f_c \leq 30$  Mpa, maka digunakan  $\beta_1 = 0,85$ .

$$\rho_b = \frac{0,85 \cdot f_c}{f_y} \beta \times \left( \frac{600}{600 + f_y} \right)$$

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

$$\rho_{min} = \frac{1,4}{f_y} (\text{SK SNI T - 15 - 1991 - 03})$$



Dengan asumsi jepit elastis pada 4 sisi, maka :  $\frac{I_x}{I_y}$  .Momen –

momen ditentukan sesuai dengan Tabel 14 buku “Dasar-dasar

Perencanaan Beton Bertulang” pada  $\frac{I_x}{I_y} = 1,2$  untuk kasus II didapat

momen – momen sebagai berikut :

➤ Momen lapangan arah x :

$$M_{lx} = 0,001 \cdot qU \cdot (Lx^2) \cdot C$$

➤ Momen lapangan arah y :

$$M_{ly} = 0,001 \cdot qU \cdot (Lx^2) \cdot C$$

➤ Momen tumpuan arah y :

$$M_{ty} = 0,001 \cdot qU \cdot (Lx^2) \cdot C$$

➤ Momen jepit tak terduga arah x :

$$M_{tix} = \frac{1}{2} \cdot M_{lx}$$

➤ Momen jepit tak terduga arah y :

$$M_{tiy} = \frac{1}{2} \cdot M_{ly}$$

➤ Penulangan :

$$\rho = \frac{Mu}{0,9 \cdot fy \cdot b \cdot dx^2}$$

➤ Luas tampang tulangan :

$$A_s \text{ rencana} = \rho_{\min} \cdot b \cdot d \cdot 106$$

$\rho_{\min} < \rho < \rho_{\max} \rightarrow$  tulangan tunggal

$\rho < \rho_{\min} \rightarrow$  dipakai  $\rho_{\min} = 0,0058$

$\rho > \rho_{\max} \rightarrow$  tulangan rangkap

### 3. Perencanaan Plat Lantai

Perencanaan komponen pelat dijelaskan pada SNI Beton. Pada SNI Beton dijelaskan bahwa jenis pelat terdiri dari pelat satu arah dan pelat dua arah yang dibedakan berdasarkan perbandingan panjang sisi terpendek dengan panjang sisi terpanjangnya. Pelat satu arah merupakan pelat dengan perbandingan panjang sisi terpendek dan terpanjangnya tidak lebih dari 0,5, sedangkan pelat dua arah lebih dari 0,5. Perbandingan panjang sisi pada pelat mempengaruhi distribusi beban yang diterima pelat. Pada pelat satu arah beban hanya didistribusikan ke salah satu arah, horizontal saja atau vertikal saja, sedangkan pelat dua arah mengalami distribusi beban di kedua arah. Sistem perencanaan tulangan pada dasarnya dibagi menjadi 2 macam yaitu :

1. Sistem perencanaan pelat dengan tulangan pokok satu arah (selanjutnya disebut : pelat satu arah/ *one way slab*)
2. Sistem perencanaan pelat dengan tulangan pokok dua arah (disebut pelat dua arah/*two way slab*)
3. Perencanaan plat lantai dalam perhitungan :
5. Pembebanan :
  - d. Beban mati :  $150 \text{ kg/m}^2$
  - e. Beban hidup :  $250 \text{ kg/m}^2$
  - f. Beban gempa

6. Asumsi perletakan : jepit penuh
7. Analisa struktur menggunakan Tabel 14“Dasar – dasar Perencanaan Beton Bertulang”.
8. Analisa tampang menggunakan **SKSNI T15-1991-03**.

Pemasangan tulangan lentur disyaratkan sebagai berikut :

4. Jarak minimum tulangan sengkang 25 mm.
5. Jarak maksimum tulangan sengkang 240 mm atau 2h.
6. Penulangan lentur dihitung analisa tulangan tunggal dengan langkah – langkah sebagai berikut :

$$dx = h - p - \frac{1}{2} \emptyset$$

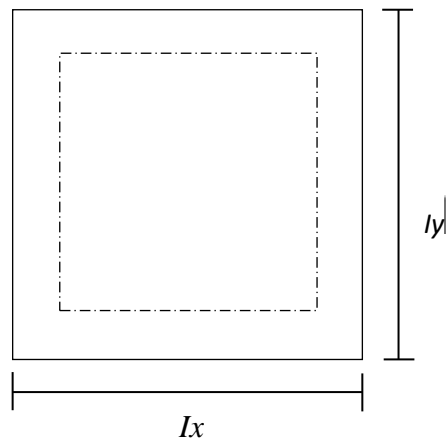
$$dy = h - p - \frac{1}{2} \emptyset - \emptyset$$

Untuk  $f_c \leq 30$  Mpa, maka digunakan  $\beta_1 = 0,85$ .

$$\rho_b = \frac{0,85 \cdot f_c}{f_y} \beta \times \left( \frac{600}{600 + f_y} \right)$$

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

$$\rho_{min} = \frac{1,4}{f_y} (\text{SK SNI T - 15 - 1991 - 03})$$



Dengan asumsi jepit elastis pada 4 sisi, maka :  $\frac{I_x}{I_y}$ . Momen – momen ditentukan sesuai dengan Tabel 14 buku “Dasar-dasar Perencanaan Beton Bertulang” pada  $\frac{I_x}{I_y} = 1,2$  untuk kasus II didapat momen – momen sebagai berikut :

➤ Momen lapangan arah x :

$$M_{lx} = 0,001 \cdot qU \cdot (Lx^2) \cdot C$$

➤ Momen lapangan arah y :

$$M_{ly} = 0,001 \cdot qU \cdot (Lx^2) \cdot C$$

➤ Momen tumpuan arah y :

$$M_{ty} = 0,001 \cdot qU \cdot (Lx^2) \cdot C$$

➤ Momen jepit tak terduga arah x :

$$M_{tix} = \frac{1}{2} \cdot M_{lx}$$

➤ Momen jepit tak terduga arah y :

$$M_{tiy} = \frac{1}{2} \cdot M_{ly}$$

➤ Penulangan :

$$\rho = \frac{Mu}{0,9 \cdot fy \cdot b \cdot dx^2}$$

➤ Luas tampang tulangan :

$$As \text{ rencana} = \rho_{\min} \cdot b \cdot d \cdot 10^6$$

$\rho_{\min} < \rho < \rho_{\max}$  → tulangan tunggal

$\rho < \rho_{\min}$  → dipakai  $\rho_{\min} = 0,0058$

$\rho > \rho_{\max}$  → tulangan rangkap

#### a. Perancangan Plat Satu Arah

*Konstruksi pelat satu arah.* Pelat dengan tulangan pokok satu arah ini akan dijumpai jika pelat beton lebih dominan menahan beban yang berupa momen lentur pada bentang satu arah saja. Contoh pelat satu arah adalah pelat kantilever (luifel) dan pelat yang ditumpu oleh 2 tumpuan.

Karena momen lentur hanya bekerja pada 1 arah saja, yaitu searah bentang L, maka tulangan pokok juga dipasang 1 arah yang searah bentang L tersebut. Untuk menjaga agar kedudukan tulangan pokok (pada saat pengecoran beton) tidak berubah dari tempat semula maka dipasang pula tulangan tambahan yang arahnya tegak lurus tulangan pokok. Tulangan tambahan ini lazim disebut : *tulangan bagi*.

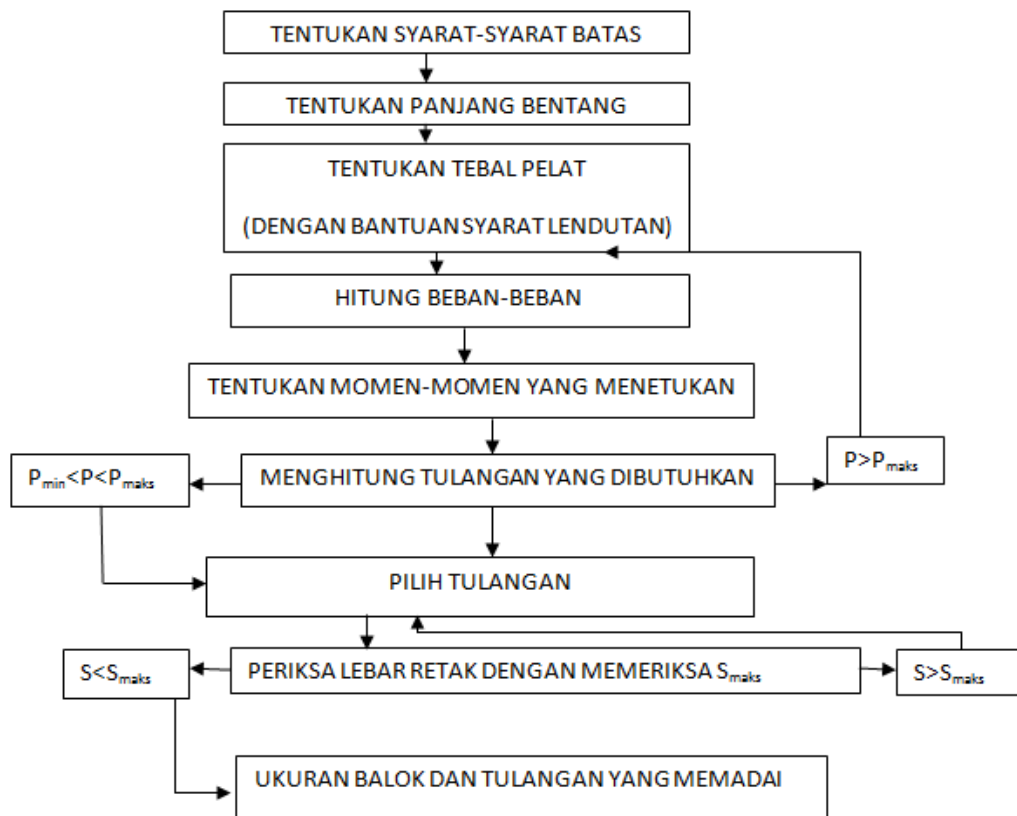
Kedudukan tulangan pokok dan tulangan bagi selalu bersilangan tegak lurus, tulangan pokok dipasang dekat dengan tepi luar beton,

sedangkan tulangan bagi dipasang di bagian dalamnya dan menempel pada tulangan pokok. Tepat pada lokasi persilangan tersebut, kedua tulangan diikat kuat dengan *kawat binddraad*. Fungsi tulangan bagi, selain memperkuat kedudukan tulangan pokok, juga sebagai tulangan untuk menahan retak beton akibat susut dan perbedaan suhu beton.

Diagram alir untuk menghitung pelat satu arah, bila syarat-syarat batas panjang bentang dan distribusi momen diketahui, maka tulangan pelat yang diperlukan dapat dihitung. Untuk pelat yang sederhana berlaku rumus 3.2.1 yang tercantum dalam SKSNI T15-1991-03 Pasal 3.2.2

$$W_U = 1,2 W_D + 1,6 W_L$$

Factor beban terkait dalam perhitungan. Selanjutnya momen lapangan dan momen tumpuan didapat dari Tabel 12, maka tulangan yang diperlukan dapat dihitung dengan menggunakan tabel berkaitan.



**Tabel 2.5.** Penentuan Tebal Minimum Balok Non-Prategang atau Pelat Satu Arah Bila Lendutan Tidak Dihitung

Komponen struktur	Tebal minimum, h			
	Dua tumpuan sederhana	Satu ujung menerus	Kedua ujung menerus	Kantilever
	Komponen yang tidak menahan atau tidak disatukan dengan partisi atau konstruksi lain yang mungkin akan rusak oleh lendutan yang besar			
Pelat masif	L/20	L/24	L/28	L/10



satu arah				
Balok atau pelat rusuk satu arah	L/16	L/18,5	L/21	L/8
Catatan: Nilai di atas berlaku untuk tulangan BJTD 40. Untuk $f_y$ selain 400 Mpa, nilai harus dikalikan dengan $(0,4 + f_y/700)$				

#### b. Perancangan Plat Dua Arah

Konstruksi pelat 2 arah. Pelat dengan tulangan pokok 2 arah ini akan dijumpai jika pelat beton menahan beban yang berupa momen lentur pada bentang 2 arah. Contoh pelat 2 arah adalah pelat yang ditumpu oleh 4 sisi yang saling sejajar.

Karena momen lentur bekerja pada 2 arah, yaitu searah dengan bentang ( $l_x$ ) dan bentang ( $l_y$ ), maka tulangan pokok juga dipasang pada 2 arah yang saling tegak lurus (bersilangan), sehingga tidak perlu tulangan lagi. Tetapi pada pelat di daerah tumpuan hanya bekerja momen lentur 1 arah saja, sehingga untuk daerah tumpuan ini tetap dipasang tulangan pokok dan bagi, seperti terlihat pada gambar dibawah. Bentang ( $l_y$ ) selalu dipilih  $>$  atau  $=$  ( $l_x$ ), tetapi momennya  $M_{ly}$  selalu  $<$  atau  $=$   $M_{lx}$ , sehingga tulangan arah ( $l_x$ ) (momen yang besar) dipasang di dekat tepi luar.

Menurut SNI Beton, penentuan tebal pelat dua arah bergantung pada nilai  $\alpha$ . Untuk menentukan nilai  $\alpha$ , digunakan persamaan 3.1 sampai 3.3.

$$\alpha = \frac{4 \times E_{cb} \times I_b \div l}{4 \times E_{cs} \times I_s \div l} \dots\dots\dots (3.8)$$

Penentuan tebal pelat untuk  $0,2 \leq \alpha \leq 2$ :

$$t = \frac{L_n \times (0,8 + \frac{f_y}{1500})}{36 + 5 \times \beta \times (\alpha - 0,2)} \dots\dots\dots (3.9)$$

Penentuan tebal pelat untuk  $\alpha > 2$ :

$$t = \frac{L_n \times (0,8 + \frac{f_y}{1500})}{36 + 9\beta} \dots\dots\dots (3.10)$$

dengan  $t$  merupakan tebal pelat minimum tanpa balok interior,  $E_{cb}$  merupakan modulus elastisitas pelat beton,  $E_{cs}$  merupakan modulus elastisitas balok beton,  $I_b$  merupakan momen inersia balok tak retak,  $I_s$  merupakan momen inersia pelat tak retak,  $L_n$  merupakan bentang bersih di arah bentang panjang (diukur dari muka ke muka kolom), dan  $\beta$  merupakan perbandingan jarak antar kolom terpanjang dengan jarak antar kolom terpendek.

#### 4. Perancangan Balok

Pada perencanaan tulangan balok di samping beban-beban pada balok ternyata ukuran dan syarat-syarat tumpuan pun perlu diketahui juga.

Tumpuan akan dianggap kaku, yaitu tidak dapat berdeformasi, sehingga hanya tiga syarat-syarat tumpuan yang dipertimbangkan :

- a. Tumpuan bebas (sederhana)
- b. Tumpuan terjepit penuh
- c. Tumpuan terjepit sebagian

Balok sederhana yang ditumpu bebas dapat mengalami perputaran sudut pada perletakan. Balok dikatakan terjepit penuh bila terdapat jepitan penuh, sehingga rotasi tidak mungkin terjadi. Tumpuan terjepit sebagian (parsial) adalah suatu keadaan diantara dua situasi tersebut yang memungkinkan tumpuan ini dapat sedikit berotasi. Bila sebuah balok secara teoritis dianggap tertumpu bebas, tetapi jenis tumpuan ini memungkinkan terjadinya jepitan tek terduga, maka harus dipertimbangkan dengan adanya momen jepit tak terduga.

Momen ini membutuhkan tulangan dan besar momen tersebut selalu dianggap sepertiga dari momen lentur yang bekerja pada bentang yang berbatasan.

Distribusi gaya dalam balok yang ditumpu pada beberapa perletakan dapat dihitung dengan teori elastisitas linier. Momen yang menentukan dapat ditentukan menurut SKSNI T15-1991-03. Semua bentang harus diperhitungkan dengan 1,2 wd. Momen tumpuan yang menentukan harus diperhitungkan dengan bagian sebelah kiri dan kanan tumpuan yang ditentukan serta diperbesar

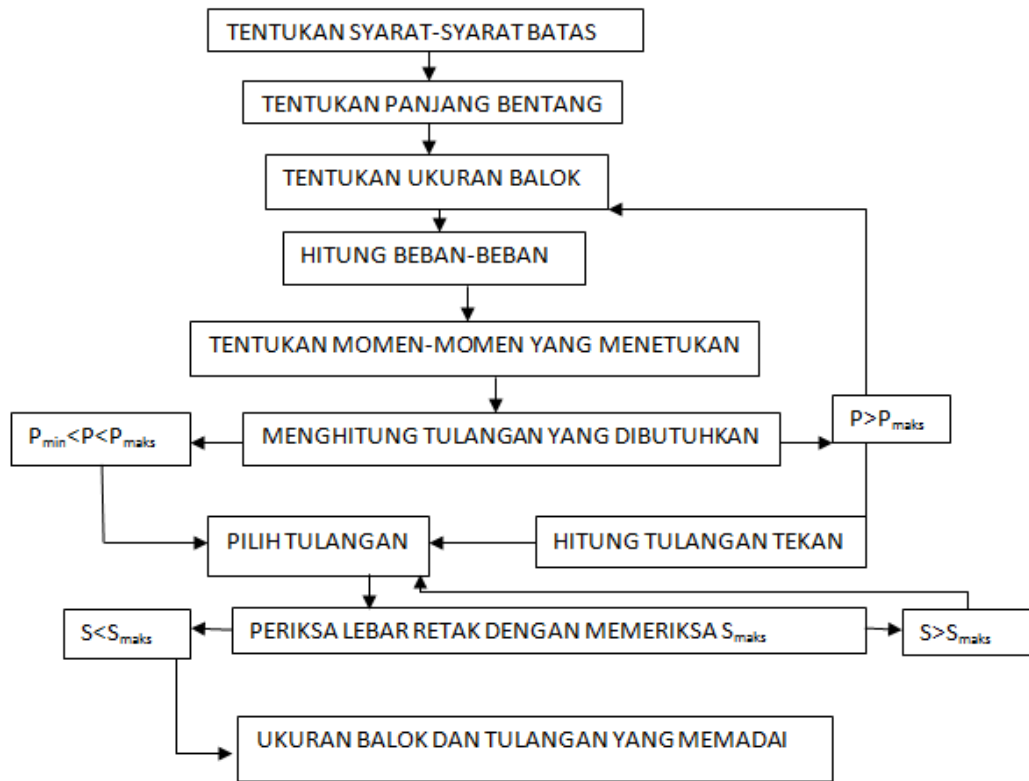
dengan beban hidup sebesar 1,6 wl. Untuk seluruh lapangan , momen lapangan yang menentukan harus diperhitngkan dengan 1,2 wd dan berseloang 1,6 wl.

Diagram alir untuk menghitung tulangan balok, bila syarat-syarat batas, panjang bentang dan distribusi momen telah diketahui maka tulangan balok yang diperlukan dapat dihitung. Oleh karena itu, ukuran balok penampang harus diketahui pula.

Bertentangan dengan pelat syarat-syarat kelangsingan balok yang diberikan pada Tabel 10 sering tidak menentukan. Balok didimensikan dengan persyaratan tinggi minimum akan menghasilkan persentase penulangan yang angat tinggi atau dapat menimbulkan masalah yang berkaitan dengan penampang tegangan geseer akibat gaya lintang.

Secara umum, ukuran balok cukup diperkirakan dengan  $h=1/10$  sampai  $1/15l$ . nilai global ini berlaku untuk balok yang kedua tepinya ditumpu bebas dan besarnya  $1/10l$  ( $h_{min}$  menurut Tabel 10 adalah  $1/16l$  atau  $1/21l$ , bergantung pada  $f_y$ ). Sedangkan untuk balok yang kedua ujungnya menerus pada tumpuan berlaku  $1/15l$  ( $h_{min}$  menurut Tabel 10 adalah  $1/21l$  atau  $1/28l$ , bergantung pada  $f_y$  ). Pemilihan lebar balok sangat tergantung dari besarnya gaya lintang. Seringkali dengan mengambil  $b=1/2$  sampai  $2/3h$  ternyata cukup memadai. Urutan tahapan-tahapan perhitungan tulangan balok yang diperlukan untuk melawan momen lentur, secara garis

besar identik dengan perhitungan tulangan pelat. Tahapan-tahapan berurutan dalam diagram alir pada gambar dibawah ini.



Analisa perhitungan :

1. Pembebanan :

- a. Beban mati :  $150 \text{ kg/m}^2$ .
- b. Beban hidup :  $250 \text{ kg/m}^2$ .
- c. Beban gempa

2. Asumsi perletakkan : jepit – jepit.

3. Analisa struktur pada perencanaan atap ini menggunakan program **SAP 2000 V.10**

4. Analisa tampang menggunakan peraturan SNI 03 – 2847 – 2002.

- Perhitungan tulangan lentur :

$$Mn = \frac{Mu}{\phi}$$

- Dimana,  $\phi = 0,80$

$$m = \frac{fy}{0,85 \cdot f'c}$$

$$Rn = \frac{Mn}{b \cdot d^2}$$

$$\rho = \frac{1}{m} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot m \cdot Rn}{fy}} \right)$$

$$\rho_b = \frac{0,85 \cdot f'c}{fy} \cdot \beta \cdot \left( \frac{600}{600 + fy} \right)$$

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

$$\rho_{min} = \frac{1,4}{f'y}$$

$$\rho_{min} < \rho < \rho_{maks} \quad \rightarrow \text{tulangan tunggal}$$

$$\rho < \rho_{min} \quad \rightarrow \text{dipakai } \rho_{min} = \frac{1,4}{f'y}$$

$$\rho > \rho_{maks} \quad \rightarrow \text{tulangan rangkap}$$

- Perhitungan tulangan geser :

$$\phi = 0,60$$

$$V_c = \frac{1}{6} x \sqrt{f' c . b . d}$$

$$\emptyset . V_c = 0,6 x V_c$$

$$\emptyset . V_c \leq V_u$$

( perlu tulangan geser )

$$V_u < \emptyset . V_c$$

( tidak perlu tulangan geser )

$$V_s \text{ perlu} = V_u - V_c$$

( pilih tulangan terpasang )

$$V_s \text{ ada} = \frac{A_v . f_y . d}{s}$$

( pakai  $V_s$  perlu )

Tetapi jika terjadi  $V_u < \emptyset . V_c$  , maka harus selalu dipasang tulangan geser minimum, kecuali untuk :

1. Pelat dan pondasi telapak.
2. Konstruksi pelat perusuk.
3. Balok dengan tinggi total yang tidak lebih dari nilai terbesar diantara 250 mm; 2,5 kali tebal sayap atau 0,5 kali lebar badan.

## 5. Perencanaan Kolom

Sebuah kolom adalah suatu komponen struktur yang diberi beban tekan sentries atau beban tekan sentries. Dilihat dari segi perencanaan ternyata sebuah kolom pendel (yaitu kolom yang bersendi pada setiap ujung) dari komponen, struktur tekan merupakan contoh yang paling

mudah ditinjau., karena pada dasarnya kolom ini hanya mengalami gaya-gaya normal (aksial). Dengan demikian kolom adalah sebuah komponen struktur yang mendapat beban tekan sentries.

Dasar-dasar anggapan dalam perhitungan suatu penampang beton yang diberi beban lentur dan beban aksial, pada prinsipnya sesuai dengan dasar-dasar anggapan dalam perhitungan perencanaan terhadap beban lentur murni.

1. Beton tidak dapat melawan tegangan tarik
2. Perpanjangan atau perpendekan yang terjadi dalam beton serta tulangan dianggap berbanding lurus dengan jaraknya terhadap garis netral.
4. Diagram tegangan-regangan beton dan baja SKSNI Pasal 3.3.2.
5. Analisa perhitungan
  1. Pembebanan :
    - a. Beban mati : 150 kg/m<sup>2</sup>
    - b. Beban hidup : 250 kg/m<sup>2</sup>.
    - c. Beban gempa
  2. Asumsi perletakan
    - a. Jepit pada kaki portal.
    - b. Bebas pada titik yang lain.
  3. Analisa struktur pada perencanaan ini menggunakan program

**SAP 2000 V.10**



4. Analisa tampang menggunakan peraturan **SNI 03 – 2847 – 2002**.

Perhitungan besar eksentrisitas maksimum :

$$e_o \frac{M_1}{M_2} > e_o \text{ min}$$

- Menentukan momen yang diperbesar :

$$\psi_A = \psi_B = \frac{\sum \left( \frac{El_k}{l_k} \right)}{\sum \left( \frac{El_b}{l_b} \right)}$$

- Didapt  $k$  dari nomogram

$$kl_u = k \cdot lk$$

$$r = 0,3 \cdot h$$

$$\frac{kl_u}{r} < 34 - 12 \left( \frac{m_1}{m_2} \right)$$

- Menentukan tulangan penampang kolom

$$\frac{Pu}{\phi \cdot A_{gr} \cdot 0.85 \cdot fc} > 0,1$$

$$\frac{e_1}{h}$$

$$\left( \frac{Pu}{\phi \cdot A_{gr} \cdot 0.85 \cdot fc} \right) \left( \frac{e_1}{h} \right)$$

Dari buku grafik untuk kolom dengan tulangan pada seluruh sisi buku “Dasar Perencanaan Beton Bertulang” gambar 9.9 didapat :

$r$  dari  $f_c$  dan  $\beta$

$$\rho = 0,01 A_{st}$$

## 6. Perencanaan Pondasi

Digunakan pondasi tiang pancang dengan bentuk bulat berdiameter 50

$$\text{Keliling} = 2\pi r, \text{ Luas penampang} = \pi r^2$$

- Perhitungan Daya Pikul Tiang

$$P_{\text{tiang}} = \frac{(q_c \times A_p)}{3} + \frac{(t_f \times A_s)}{5}$$

- $P_{\text{MAX}} = \frac{\sum v}{n} \pm \frac{\sum M_x * Y_{\text{max}}}{n_y * \sum y^2} \pm \frac{\sum M_y * X_{\text{max}}}{n_x * \sum x^2} < P_{\text{tiang}}$

- Kontrol Geser Pons

$$t = \frac{P}{\pi \cdot h \cdot (h + d)}$$

$$T_{\text{ijin}} = 0,65 \sqrt{f_c}$$

- Penulangan pile cap

$$\rho = \frac{Mu}{\phi \cdot b \cdot d^2}$$

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

- Mencari nilai  $\rho$

$$\rho_b = \frac{0,85 \cdot f_c}{f_y} \cdot \beta \cdot \left( \frac{600}{600 + f_y} \right)$$

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

$$\rho_{min} = \frac{1,4}{f' y}$$

$$\rho_{min} < \rho < \rho_{maks} \quad \rightarrow \text{tulangan tunggal}$$

$$\rho < \rho_{min} \quad \rightarrow \text{dipakai } \rho_{min} = \frac{1,4}{f' y}$$

$$\rho > \rho_{maks} \quad \rightarrow \text{tulangan rangkap}$$

## **BAB III**

### **PERENCANAAN STRUKTUR**

#### **3.1 PERENCANAAN STRUKTUR ATAP**

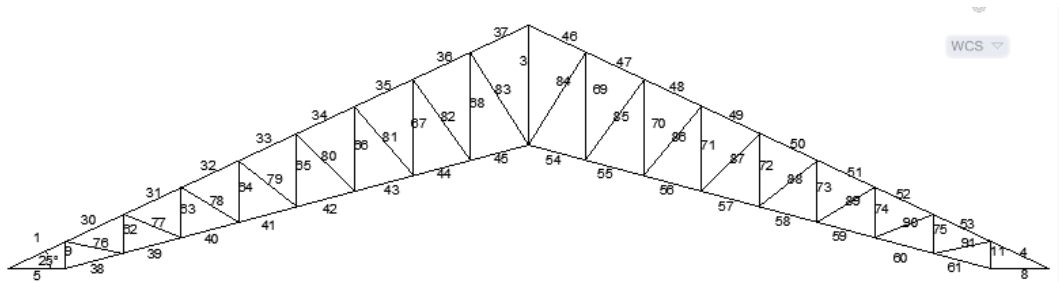
##### **3.1.1 Ketentuan Umum**

Atap merupakan bagian dari suatu bangunan yang berfungsi sebagai penutup seluruh ruangan yang ada dibawahnya terhadap pengaruh panas, debu, hujan, angin, atau untuk keperluan perlindungan. Bentuk atap berpengaruh terhadap keindahan suatu bangunan dan pemilihan tipe atap hendaknya disesuaikan dengan iklim setempat, tampak yang dikehendaki oleh arsitek, biaya yang tersedia, dan material yang mudah didapat. Kontruksi atap yang digunakan adalah rangka atap kuda – kuda. Rangka atap kuda – kuda adalah suatu susunan rangka batang yang berfungsi untuk mendukung beban atap termasuk juga berat sendiri dan sekaligus memberikan bentuk pada atap. Pada dasarnya kontruksi kuda – kuda terdiri dari rangkaian batang yang membentuk segitiga, dengan mempertimbangkan berat atap serta penutup atap, maka kontruksi kuda – kuda akan berbeda satu sama lain. Setiap susunan rangka batang haruslah merupakan satu kesatuan bentuk yang kokoh yang nantinya mampu memikul beban yang bekerja padanya tanpa mengalami perubahan. Beban – beban tersebut antara lain beban hidup yang berasal dari berat pekerja, beban mati yang berasal dari berat kuda – kuda dan beban angin. Struktur rangka atap kuda – kuda direncanakan menggunakan

baja siku sama kaki, gording direncanakan menggunakan baja profil light lip channels dan penutup atap di rencanakan menggunakan atap zinalium.

### 3.1.2 Data Teknis Perencanaan Struktur Atap

#### 3.1.2.1 Kuda - kuda



- Bentang kuda – kuda (L) : 27 m
- Tinggi kuda – kuda (h) : 6,295 m
- Jarak kuda – kuda (Jk) : 6 m
- Jarak gording (Jg) : 1,655 m
- Kemiringan atap ( $\alpha$ ) :  $25^\circ$
- Penutup atap : atap zinalium
- Berat genteng (Wgb) :  $10 \text{ kg/m}^2$
- Mutu baja : Bj 37
- Tegangan baja ( $\sigma$ ) :  $1600 \text{ kg/cm}^2$
- Modulus elastisitas baja (E) :  $2,10 \times 10^6 \text{ kg/cm}^2$
- Spesifikasi kuda – kuda
- Kuda – kuda : 2L 80.80.14, 2L 75.75.10 dan 2L 50.50.5  
 Profil baja 2L 80.80.14
- Berat (Wkk) : 16,1 kg/m

- $W_x = W_y$  : 20,8 cm<sup>3</sup>
- $I_x = I_y$  : 115 cm<sup>4</sup>
- $i_x = i_y$  : 2,36 cm

### 3.1.2.2 Panjang Batang

- Batang Bawah
  - Batang Bawah 38-45 dan 54-61  

$$\text{Panjang} = \frac{1,500}{\cos 15^\circ} = 1,553 \text{ m}$$
  - Batang Horizontal 5 dan 8  

$$\text{Panjang} = 1,500 \text{ m}$$
  - Batang Atas 1,4,30-37 dan 46-53  

$$\text{Panjang} = \frac{1,500}{\cos 25^\circ} = 1,655 \text{ m}$$
- Batang Vertikal
  - Batang 9 = 11  

$$\text{Panjang} = 1,500 \times \text{tg } 25 = 0,699 \text{ m}$$
  - Batang 62 = 75  

$$\text{Panjang} = 2,138 \times \text{tg } 25 = 0,997 \text{ m}$$
  - Batang 63 = 74  

$$\text{Panjang} = 2,776 \times \text{tg } 25 = 1,294 \text{ m}$$
  - Batang 64 = 73

$$\text{Panjang} = 3,414 \times \text{tg } 25 = 1,592 \text{ m}$$

- Batang 65 = 72

$$\text{Panjang} = 4,052 \times \text{tg } 25 = 1,889 \text{ m}$$

- Batang 66 = 71

$$\text{Panjang} = 4,690 \times \text{tg } 25 = 2,187 \text{ m}$$

- Batang 67 = 70

$$\text{Panjang} = 5,328 \times \text{tg } 25 = 2,484 \text{ m}$$

- Batang 68 = 69

$$\text{Panjang} = 5,966 \times \text{tg } 25 = 2,782 \text{ m}$$

- Batang 3

$$\text{Panjang} = 6,604 \times \text{tg } 25 = 3,079 \text{ m}$$

• Batang Diagonal

- Batang 76 = 91

$$\text{Panjang} = \frac{1,500}{\cos 11^\circ} = 1,528 \text{ m}$$

- Batang 77 = 90

$$\text{Panjang} = \frac{1,500}{\cos 22^\circ} = 1,618 \text{ m}$$

- Batang 78 = 89

$$\text{Panjang} = \frac{1,500}{\cos 31^\circ} = 1,750 \text{ m}$$

- Batang 79 = 88

$$\text{Panjang} = \frac{1,500}{\cos 38^\circ} = 1,904 \text{ m}$$

- Batang 80 = 87

$$\text{Panjang} = \frac{1,500}{\cos 45^\circ} = 2,121 \text{ m}$$

- Batang 81 = 86

$$\text{Panjang} = \frac{1,500}{\cos 50^\circ} = 2,334 \text{ m}$$

- Batang 82 = 85

$$\text{Panjang} = \frac{1,500}{\cos 54^\circ} = 2,552 \text{ m}$$

- Batang 83 = 84

$$\text{Panjang} = \frac{1,500}{\cos 58^\circ} = 2,831 \text{ m}$$

No Btg	Panjang Batang (m)	No Btg	Panjang Batang (m)	No Btg	Panjang Batang (m)
1	1,655	46	1,655	69	2,782
3	3,079	47	1,655	70	2,484
4	1,655	48	1,655	71	2,187
5	1,500	49	1,655	72	1,889



8	1,500	50	1,655	73	1,592
9	0,699	51	1,655	74	1,294
11	0,699	52	1,655	75	0,997
30	1,655	53	1,655	76	1,528
31	1,655	54	1,553	77	1,618
32	1,655	55	1,553	78	1,750
33	1,655	56	1,553	79	1,904
34	1,655	57	1,553	80	2,121
35	1,655	58	1,553	81	2,334
36	1,655	59	1,553	82	2,552
37	1,655	60	1,553	83	2,831
38	1,553	61	1,553	84	2,831
39	1,553	62	0,997	85	2,552
40	1,553	63	1,294	86	2,334
41	1,553	64	1,592	87	2,121
42	1,553	65	1,889	88	1,904

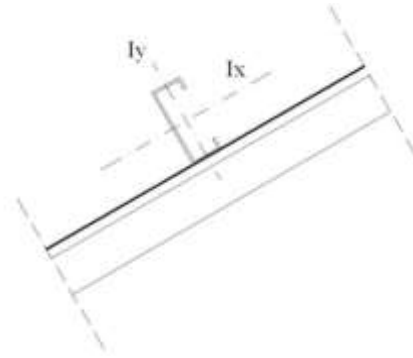
43	1,553	66	2,187	89	1,750
44	1,553	67	2,484	90	1,618
45	1,553	68	2,782	91	1,528
PANJANG TOTAL BATANG					121,843

Tabel 3.1 *Panjang Batang*

### 3.1.3 Perencanaan Gording

#### 3.1.3.1 Analisa Pembebanan pada Gording

- Berat atap zincalium ( $W_{zinc}$ ) :  $10 \text{ kg/m}^2$
- Jarak kuda – kuda ( $J_k$ ) : 6 m
- Jarak gording ( $J_g$ ) : 1,655 m
- Kemiringan atap ( $\alpha$ ) :  $25^\circ$
- Spesifikasi Gording (Dari Tabel Profil Konstruksi Baja)
  - Gording : C 125.50.20.4,5
  - Berat ( $W_{gd}$ ) : 8,32 kg/m
  - $W_x$  :  $38,0 \text{ cm}^3$
  - $W_y$  :  $10,1 \text{ cm}^3$
  - $I_x$  :  $238 \text{ cm}^4$
  - $I_y$  :  $33,5 \text{ cm}^4$
  - $i_x$  : 4,74 cm
  - $i_y$  : 1,78 cm



Gambar 3.1 Perencanaan Gording

- Beban pada gording ( $q_{g1}$ ) =  $W_{zinc} \cdot J_g$ 

$$= 10 \cdot 1,655$$

$$= 16,55 \text{ kg/m}$$

$$= 16,55 \times 10^{-2} \text{ kg/cm}$$
- Beban pada gording ( $q_g$ ) =  $W_{gd} + q_{g1}$ 

$$= 8,32 + 16,55$$

$$= 24,87 \text{ kg/m}$$

$$= 24,87 \times 10^{-2} \text{ kg/cm}$$
- Beban braching ( $q_b$ ) =  $10\% \cdot q_g$ 

$$= 10\% \cdot 24,87$$

$$= 2,487 \text{ kg/m}$$

$$= 2,487 \times 10^{-2} \text{ kg/cm}$$
- Beban total pada gording ( $q_{gtot}$ ) =  $q_g + q_b$ 

$$= 24,87 + 2,487$$

$$= 27,357 \text{ kg/m}$$

$$= 27,357 \times 10^{-2} \text{ kg/cm}$$
- $q_x = q_{gtot} \cdot \cos\alpha$ 

$$= 27,357 \cdot \cos 25^\circ$$

$$= 24,794 \text{ kg/m}$$

$$= 24,794 \times 10^{-2} \text{ kg/cm}$$

$$\circ q_y = q_{\text{gtot}} \cdot \sin\alpha$$

$$= 27,357 \cdot \sin 25^\circ$$

$$= 11,562 \text{ kg/m}$$

$$= 11,562 \times 10^{-2} \text{ kg/cm}$$

$$\circ P_x = P \cdot \cos\alpha$$

$$= 100 \cdot \cos 25^\circ$$

$$= 90,631 \text{ kg}$$

$$\circ P_y = P \cdot \sin\alpha$$

$$= 100 \cdot \sin 25^\circ$$

$$= 42,262 \text{ kg}$$

### 3 Momen yang terjadi pada gording

#### a. Momen akibat beban mati

$$\begin{aligned} \bullet M_{x_{DL}} &= 1/8 \cdot q_{\text{gtot}} \cdot \cos\alpha \cdot (Jk)^2 \\ &= 1/8 \cdot 27,357 \cdot \cos 25^\circ \cdot (6)^2 \\ &= 111,57 \text{ kgm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \bullet M_{y_{DL}} &= 1/8 \cdot q_{\text{gtot}} \cdot \sin\alpha \cdot (Jk/2)^2 \\ &= 1/8 \cdot 27,357 \cdot \sin 25^\circ \cdot (6/2)^2 \\ &= 13,007 \text{ kgm} \end{aligned}$$

#### b. Momen akibat beban hidup karena beban pekerja

$$\begin{aligned} \bullet M_{x_{LL}} &= 1/4 \cdot P \cdot \cos\alpha \cdot Jk \\ &= 1/4 \cdot 100 \cdot \cos 25^\circ \cdot 6 \end{aligned}$$

$$= 135.95 \text{ kgm}$$

- $M_{yLL} = \frac{1}{4} \cdot P \cdot \sin \alpha \cdot Jk/2$ 

$$= \frac{1}{4} \cdot 100 \cdot \sin 25^\circ \cdot 6/2$$

$$= 31,696 \text{ kgm}$$

c. Momen akibat beban angin

Menurut PMI 1970 pasal 4.3.b koefisien angin tekan =  $(+0,02\alpha - 0,4)$ ,  
dimana  $\alpha = 25^\circ$

- $W_{atkn} = (+0,02\alpha - 0,4) \cdot W_{ang} \cdot Jg$ 

$$= ((+0,02 \cdot 25^\circ) - 0,4) \cdot 25 \cdot 1,655$$

$$= -24.825 \text{ kgm}$$

Momen yang terjadi akibat beban angin tekan:

$$M_{atkn} = 1/8 \cdot W_{atkn} \cdot (Jk)^2$$

$$= 1/8 \cdot (-4,137) \cdot (6)^2$$

$$= -111.71 \text{ kgm}$$

Menurut PMI 1970 pasal 4.3.b koefisien angin hisap pada sudut kemiringan  $\alpha < 65^\circ = (-0,4)$

- $W_{ahsp} = (-0,4) \cdot W_{ang} \cdot Jg$ 

$$= (-0,4) \cdot 25 \cdot 1,655$$

$$= -99.3 \text{ kgm}$$

Momen yang terjadi akibat beban angin hisap:

$$M_{ahsp} = 1/8 \cdot W_{ahsp} \cdot (Jk)^2$$

$$= 1/8 \cdot (-16,55) \cdot (6)^2$$

$$= -446,85 \text{ kgm}$$

Tabel 3.2 Kombinasi Momen yang Terjadi pada Gording

Momen (M)	Momen Beban Mati (M <sub>DL</sub> )	Momen Beban Hidup (M <sub>LL</sub> )	Momen Beban Angin Tekan (M <sub>atkn</sub> )	Momen Beban Angin Hisap (M <sub>ahsp</sub> )	Momen Tetap (M <sub>DL</sub> + M <sub>LL</sub> )	Momen Sementara (M <sub>DL</sub> + M <sub>LL</sub> ) +M <sub>atkn</sub>
M <sub>x</sub> (kgm)	111,57	135,95	-111.71	-446.85	247,52	359,23
M <sub>y</sub> (kgm)	13,007	31.696	0	0	44,703	44,703

#### 4 Kontrol tegangan pada gording

$$\begin{aligned}
 \sigma_{ytb} &= \frac{M_x}{W_x} + \frac{M_y}{W_y} \\
 &= \frac{35923}{38} + \frac{4470}{10,1} \\
 &= 945,342 + 442,574 \\
 &= 1387,916 \text{ kg/cm}^2
 \end{aligned}$$

$$\text{Syarat } \sigma_{ytb} \leq \sigma_{tkn}$$

$$1387,916 \text{ kg/cm}^2 \leq 1600 \text{ kg/cm}^2 \quad (\text{OK})$$

#### 5 Kontrol lendutan pada gording

Syarat – syarat lendutan maksimum berdasarkan PPBBGI 1987 sebagai berikut.

Tabel 3.3 Syarat – Syarat Lendutan

No	Kondisi Pembebanan	Lendutan max
1	DL+LL	Jk/250
2	LL	Jk/500
3		25 mm

a. Check terhadap syarat 1

$$\begin{aligned} \bullet f_{ijin} &= Jk/250 \\ &= 600/250 \\ &= 2,4 \text{ cm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \bullet f_x &= \frac{5 \cdot q_x \cdot Jk^4}{384 \cdot E \cdot I_x} + \frac{P_x \cdot Jk^3}{48 \cdot E \cdot I_x} \\ &= \frac{5 \cdot 24,794 \cdot 10^{-2} \cdot 600^4}{384 \cdot 2,1 \cdot 10^6 \cdot 283} + \frac{90,631 \cdot 600^3}{48 \cdot 2,1 \cdot 10^6 \cdot 283} \\ &= 1,653 \text{ cm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \bullet f_y &= \frac{5 \cdot q_y \cdot (Jk/2)^4}{384 \cdot E \cdot I_y} + \frac{P_x \cdot (Jk/2)^3}{48 \cdot E \cdot I_y} \\ &= \frac{5 \cdot 11,562 \cdot 10^{-2} \cdot (\frac{600}{2})^4}{384 \cdot 2,1 \cdot 10^6 \cdot 33,5} + \frac{90,631 \cdot (\frac{600}{2})^3}{48 \cdot 2,1 \cdot 10^6 \cdot 33,5} \\ &= 0,051 \text{ cm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \bullet f_{max} &= \sqrt{(f_x)^2 + (f_y)^2} \\ &= \sqrt{(0,154)^2 + (0,053)^2} \\ &= 1,73 \text{ cm} \end{aligned}$$

Syarat  $f_{max} \leq f_{ijin}$

$$1,73 \text{ cm} \leq 2,4 \text{ cm} \quad (\text{OK})$$

b. Check terhadap syarat 2

$$\begin{aligned}\bullet \delta_{ijin} &= Jk/500 \\ &= 600/500 \\ &= 1,2 \text{ cm}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\bullet \delta_x &= \frac{P \cdot \sin \alpha \cdot (Jk/2)^3}{48 \cdot E \cdot I_y} \\ &= \frac{100 \cdot \sin 25^\circ \cdot (600/2)^3}{48 \cdot 2,1 \cdot 10^6 \cdot 33,5} \\ &= 0,338 \text{ cm}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\bullet \delta_y &= \frac{P \cdot \cos \alpha \cdot Jk^3}{48 \cdot E \cdot I_x} \\ &= \frac{100 \cdot \cos 25^\circ \cdot 600^3}{48 \cdot 2,1 \cdot 10^6 \cdot 283} \\ &= 0,816 \text{ cm}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\bullet \delta_{max} &= \sqrt{(\delta_x)^2 + (\delta_y)^2} \\ &= \sqrt{(0,338)^2 + (0,816)^2} \\ &= 0,883 \text{ cm}\end{aligned}$$

$$\text{Syarat } \delta_{max} \leq \delta_{ijin}$$

$$0,883 \text{ cm} \leq 1,2 \text{ cm} \quad (\text{OK})$$

c. Check terhadap syarat 3

$$\begin{aligned}\delta_{max} &= \sqrt{(\delta_x)^2 + (\delta_y)^2} \\ &= \sqrt{(0,338)^2 + (0,816)^2} \\ &= 0,883 \text{ cm} \\ &= 8,83 \text{ mm}\end{aligned}$$

$$\text{Syarat } \delta_{max} \leq 25 \text{ mm}$$



$$8,83 \text{ mm} \leq 25 \text{ mm} \quad (\text{OK})$$

Jadi baja profil light lip channels 125.50.20.4,5 memenuhi syarat tegangan dan lendutan maka baja profil light lip channels 125.50.20.4,5 dapat digunakan sebagai gording.

### 3.1.4 .Perencanaan Pembebanan pada Kuda – Kuda

a. Analisa pembebanan akibat beban mati (DL) pada titik buhul

- Beban atap ( $q_a$ ) =  $Jg \cdot Wa \cdot Jk$ 

$$= 1,655 \cdot 10 \cdot 6$$

$$= 99,3 \text{ kg}$$
- Beban gording ( $q_g$ ) =  $Wgd \cdot Jk$ 

$$= 8,32 \cdot 6$$

$$= 49,92 \text{ kg}$$
- Berat kuda – kuda asumsi ( $q_k$ ) = bentang kuda – kuda .  $2Wkk$ 

$$= 6 \cdot 2 \cdot 16,1$$

$$= 193,2 \text{ kg}$$
- Berat plafond & penggantung ( $q_{pf}$ ) =  $Wpf \cdot Jk$ 

$$= 18 \cdot 6 \cdot 1,655$$

$$= 178,74 \text{ kg}$$
- Berat braching ( $q_b$ ) =  $10\% \cdot q_k$ 

$$= 10\% \cdot 193,2$$

$$= 19,32 \text{ kg}$$
- Beban Mati ( $DL_1$ ) =  $q_a + q_g + q_k + q_b$ 

$$= 99,3 + 49,92 + 193,2 + 19,32$$

$$= 361,74 \text{ kg}$$

- Beban Mati ( $DL_2$ )  $= q_{pf} + q_k$   
 $= 178,74 + 193,2$   
 $= 371,94 \text{ kg}$

b. Analisa pembebanan akibat beban hidup (LL) pada atap

Menurut PMI pasal 3.2.(3) beban hidup pada atap adalah 100 kg

Beban hidup (LL) = 100 kg

$$= 1 \text{ KN}$$

c. Analisa pembebanan akibat tekanan angin (W)

Tekanan angin gunung ( $W_{ang}$ ) =  $25 \text{ kg/m}^2$ , menurut PMI 1970 pasal

4.3.b koefisien angin tekan dengan sudut kemiringan  $\alpha < 65^\circ = (+0,02\alpha - 0,4)$ , dimana  $\alpha = 25^\circ$

- Koefisien tekanan angin tekan ( $c_1$ )  $= (+0,02\alpha - 0,4)$   
 $= ((+0,02 \cdot 25^\circ) - 0,4)$   
 $= 0,1$

- Angin tekan ( $W_{tkn}$ )  $= W_{ang} \cdot c_1 \cdot J_g \cdot J_k$   
 $= 25 \cdot 0,1 \cdot 1,655 \cdot 6$   
 $= 24,825 \text{ kg}$

Proyeksi beban angin tekan (untuk data input SAP pada sudut  $25^\circ$ )

sebagai berikut:

- Arah x  $= W_{tkn} \cdot \cos \alpha$   
 $= 24,825 \cdot \cos 25^\circ$

$$= 22,499 \text{ kg}$$

- Arah z =  $W_{tkn} \cdot \sin \alpha$   
 $= 24,825 \cdot \sin 25^\circ$   
 $= 10,491 \text{ kg}$

menurut PMI 1970 pasal 4.3.b koefisien angin hisap dengan sudut kemiringan  $\alpha < 65^\circ = (-0,4)$ , dimana  $\alpha = 25^\circ$

- Koefisien angin hisap ( $c_2$ ) = -0,4
- Angin hisap ( $W_{hsp}$ ) =  $W_{ang} \cdot c_2 \cdot J_g \cdot J_k$   
 $= 25 \cdot (-0,4) \cdot 1,655 \cdot 6$   
 $= -99,3 \text{ kg}$

Proyeksi beban angin tekan (untuk data input SAP pada sudut  $25^\circ$ ) sebagai berikut:

- Arah x =  $W_{hsp} \cdot \cos \alpha$   
 $= (-99,3) \cdot \cos 25^\circ$   
 $= -89,996 \text{ kg}$
- Arah z =  $W_{hsp} \cdot \sin \alpha$   
 $= (-99,3) \cdot \sin 25^\circ$   
 $= -41,966 \text{ kg}$

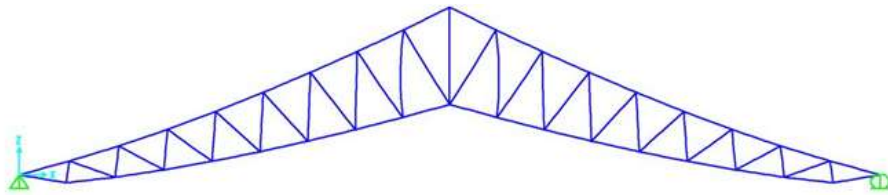
### 3.1.5 Perhitungan Dimensi Batang

Perhitungan mekanika dilakukan untuk mengetahui reaksi pembebanan yang terjadi pada kuda – kuda. Setelah mengetahui berat beban mati, beban hidup dan beban angin langkah selanjutnya adalah menganalisis pembebanan melalui program SAP 2000 v10 (Structur Analysis Program),

agar dapat mengetahui reaksi pembebanan yang terjadi dikuda – kuda, serta dapat mengetahui besarnya gaya batang. Hasil analisis perhitungan mekanika melalui SAP 2000 v10 (Structur Analysis Program) dapat dilihat dilampiran Tugas Akhir ini. Kombinasi pembebanan yang digunakan sebagai berikut:

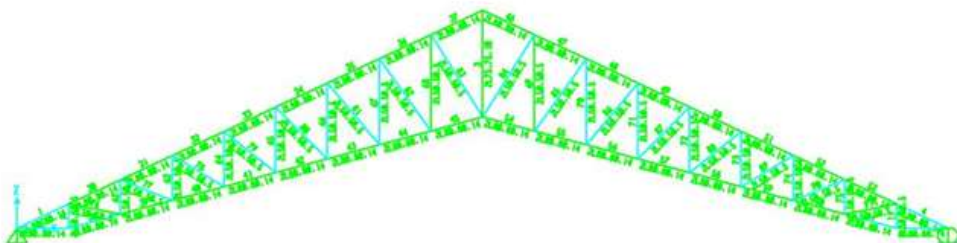
- DL + LL
- 1,2 DL + 1,4 LL
- 1,2 DL + 1,4 LL + 0,8 W

Berikut ini disajikan gambar hasil dari program SAP 2000 v10 pembebanan yang terjadi pada kuda – kuda setelah di run.



Gambar 3.2 Hasil Analysis Run

Kuat atau tidaknya batang profil yang digunakan ditunjukkan pada gambar hasil dari program SAP 2000 v10 di bawah ini.



Gambar 3.3 Pengecekan Batang Profil Baja pada Kuda – Kuda

Hasil perhitungan manual dan hasil analisis pada program SAP 2000 v10 menunjukkan bahwa batang profil baja 2L80.80.14, 2L75.75.10 dan 2L50.50.5 aman dalam menahan beban mati, beban hidup dan beban angin. Pada program SAP 2000 v10 ditunjukkan dengan tidak adanya batang profil baja yang berwarna merah.

<b>No.</b>	<b>Besar Gaya</b>	<b>Tarik</b>	<b>Tekan</b>	<b>Panjang</b>
<b>Batang</b>	<b>(kgf)</b>	<b>(+)</b>	<b>(-)</b>	<b>Batang (m)</b>
1	-26034,23		√	1,655
<b>3</b>	<b>24146,78</b>	√		<b>3,079</b>
4	-26034,23		√	1,655
5	23583,23	√		1,500
8	23583,23	√		1,500
<b>9</b>	<b>-5727,66</b>		√	<b>0,699</b>
<b>11</b>	<b>-5727,66</b>		√	<b>0,699</b>
30	-34520,32		√	1,655
31	-37547,56		√	1,655
<b>32</b>	<b>-38174,84</b>		√	<b>1,655</b>

33	-37532,16		√	1,655
34	-36118,46		√	1,655
35	-34248,76		√	1,655
36	-32041,06		√	1,655
37	-29288,25		√	1,655
38	24424,34	√		1,553
39	32388,39	√		1,553
40	35223,73	√		1,553
<b>41</b>	<b>35812,29</b>	√		<b>1,553</b>
42	35209,29	√		1,553
43	33897,58	√		1,553
44	32128,60	√		1,553
45	30045,93	√		1,553
46	-29288,25		√	1,655
47	-32041,06		√	1,655
48	-34248,76		√	1,655

49	-36118,46		√	1,655
50	-37532,16		√	1,655
<b>51</b>	<b>-38174,84</b>		√	<b>1,655</b>
52	-37547,56		√	1,655
53	-34520,32		√	1,655
54	30045,93	√		1,553
55	32128,60	√		1,553
56	33897,58	√		1,553
57	35209,29	√		1,553
<b>58</b>	<b>35812,29</b>	√		<b>1,553</b>
59	35223,73	√		1,553
60	32383,39	√		1,553
61	24424,34	√		1,553
62	-2992,04		√	0,997
63	-1260		√	1,294
64	127,16	√		1,592

65	1239,81	√		1,889
66	2221,81	√		2,187
67	3121,56	√		2,848
68	4494,31	√		2,782
69	4494,31	√		2,782
70	3121,56	√		2,848
71	2221,81	√		2,187
72	1239,81	√		1,889
73	127,16	√		1,592
74	-1260		√	1,294
75	-2992,04		√	0,997
<b>76</b>	<b>7838,84</b>	√		<b>1,582</b>
77	2954,48	√		1,618
78	666,16	√		1,750
79	-761,77		√	1,904
80	-1792,19		√	2,121



81	-3451,16		√	2,334
82	-3451,16		√	2,552
83	-4671,87		√	2,831
84	-4671,87		√	2,831
85	-3451,16		√	2,552
86	-2665,57		√	2,334
87	-1792,19		√	2,121
88	-761,77		√	1,904
89	666,16	√		1,750
90	2954,48	√		1,618
<b>91</b>	<b>7838,84</b>	√		<b>1,582</b>

**Tabel 3.4** *Data Besarnya Gaya Batang*

### 3.1.5.1 Perhitungan Batang Tekan

#### a. Batang Tekan Atas

No Batang = 32 dan 51 ( pada P max )

P max. = 38174,84 Kg.

BJ 37 = - fu = 370

- fy = 240

$$L = 165,5 \text{ cm}$$

• Dicoba :

•  $\pi_c = 1$

$$\pi_c = \frac{\lambda}{\pi} \sqrt{\frac{fy}{E}}$$

$$\lambda = \frac{\pi_c \cdot \pi}{\sqrt{fy/E}}$$

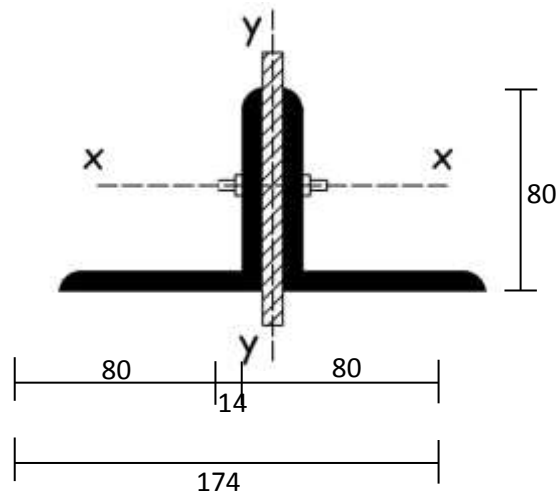
$$= \frac{1,3,14}{\sqrt{240 / 200000}}$$

$$= \frac{3,14}{0,035} = 90,644$$

$$\frac{l}{i} = 90,644$$

$$i = \frac{165,5}{90,644} = 1,826$$

Menggunakan profil 2L80.80.14



**Gambar 3.4** Profil 80.80.14

➤ Data Profil

$$A_g = 20,6 \text{ cm}^2, d = 23 \text{ mm}, i_{\min} = 2,36 \text{ cm}$$

$$\lambda = \frac{l}{i} = \frac{165,5}{2,36} = 70,127$$

➤  $N_u \leq \phi N_n$

$$\pi c = \frac{\lambda}{\pi} = \sqrt{\frac{f_y}{E}} \Rightarrow \frac{70,127}{3,14} \sqrt{\frac{240}{200000}} = 0,774$$

$$w = \frac{1,43}{1,6 - (0,67 \cdot 0,774)} = 1,322$$

$$N_u = A_g \cdot \frac{f_y}{w} = 20,6 \cdot \frac{240}{1,322} = 3739,643$$

$$\phi N_n = A_g \cdot \phi \cdot f_y = 20,6 \cdot 0,9 \cdot 240 = 4449,600$$

$$N_u \leq \phi N_n \text{ (OKE)}$$

$$\begin{aligned}
 \text{➤ F tekan} &= \frac{Nu.w}{2.Ag} \\
 &= \frac{381748,4.1,322}{2.2060} \\
 &= 122,493\text{Mpa} < 240 \text{ Mpa OKE !!!}
 \end{aligned}$$

➤ Tinjauan geser baut

$$\text{Geser } \phi Rn = \phi.0,5.fu^b .m.Ab$$

$$= 0,75.0,5.825.2.\frac{1}{4}.\pi.d^2$$

$$= 0,75.0,5.825.2.\frac{1}{4}.3,14.23^2$$

$$= 256945,219 \text{ N}$$

$$\begin{aligned}
 \text{➤ Tumpu} &= 0,75 . 2,4 . d . 14 . fu^p \\
 &= 0,75 . 2,4 . 23 . 14 . 370 \\
 &= 214452 \text{ N}
 \end{aligned}$$

➤ Tahanan geser

$$\sum n = \frac{381748,4}{214452} = 1,78 \sim 3 \text{ Baut}$$

➤ Jarak antar baut yang digunakan

Menurut SNI 03 – 1729 – 2002 untuk menghitung jarak baut digunakan jarak minimum dan maksimum, dalam perhitungan ini digunakan jarak minimum baut 2,5d dan untuk jarak maksimum baut digunakan 4,5d.

$$\begin{aligned}
 S1 &= 2,5 \cdot d \\
 &= 2,5 \cdot 23 \\
 &= 57,5 \text{ mm} = 5,75 \text{ cm}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 S &= 4,5 \cdot d \\
 &= 4,5 \cdot 23 \\
 &= 103,5 \text{ mm} = 10,35 \text{ cm}
 \end{aligned}$$

**b. Batang Tekan Vertikal**

No Batang = 9 dan 11 (pada P max)

$$P \text{ max.} = 5727,66 \text{ Kg.}$$

$$\begin{aligned}
 \text{BJ 37} &= - f_u = 370 \\
 &- f_y = 240
 \end{aligned}$$

$$L = 69,9 \text{ cm}$$

• Dicoba :

- $\pi_c = 1$

$$\pi_c = \frac{\lambda}{\pi} \sqrt{\frac{f_y}{E}}$$

$$\lambda = \frac{\pi_c \cdot \pi}{\sqrt{f_y / E}}$$

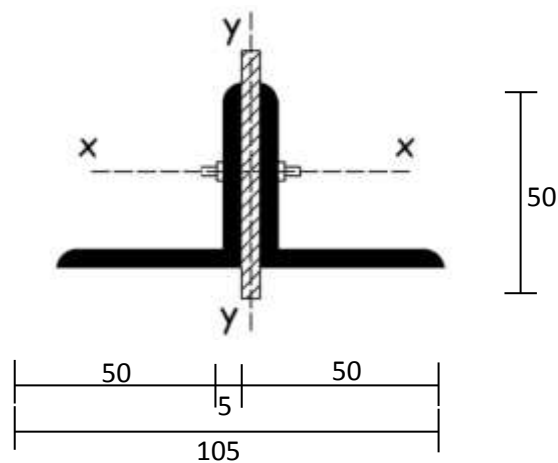
$$= \frac{1.3,14}{\sqrt{240 / 200000}}$$

$$= \frac{3,14}{0,035} = 90,644$$

$$\frac{l}{i} = 90,644$$

$$i = \frac{69,9}{90,644} = 0,771$$

Menggunakan profil 2L 50.50.5



**Gambar 3.5** Profil 50.50.5

➤ Data Profil

$$A_g = 4,80 \text{ cm}^2, \quad i_{\min} = 1,51, \quad d = 14$$

$$\lambda = \frac{l}{i} = \frac{69,9}{1,51} = 46,291$$

➤  $N_u \leq \phi N_n$

$$\pi c = \frac{\lambda}{\pi} = \sqrt{\frac{fy}{E}} \Rightarrow \frac{46,291}{3,14} \sqrt{\frac{240}{200000}}$$

$$\Rightarrow 0,511$$

$$w = \frac{1,43}{1,6 - (0,67 \cdot 0,511)} = 1,137$$

$$Nu = Ag \cdot \frac{fy}{w} = 4,80 \cdot \frac{240}{1,137} = 1013,307$$

$$\phi Nn = Ag \cdot \phi \cdot fy = 4,80 \cdot 0,9 \cdot 240 = 1036,800$$

$$Nu \leq \phi Nn \text{ (OKE)}$$

$$\text{➤ F tekan} = \frac{Nu \cdot w}{2 \cdot Ag}$$

$$= \frac{57276,6 \cdot 1,137}{2 \cdot 480}$$

$$= 67,837 \text{ Mpa} < 240 \text{ Mpa OKE !!!}$$

➤ Tinjauan geser baut

$$\text{Geser} \quad \phi Rn = \phi \cdot 0,5 \cdot fu^b \cdot m \cdot Ab$$

$$= 0,75 \cdot 0,5 \cdot 825 \cdot 2 \cdot \frac{1}{4} \cdot 3,14 \cdot 14^2$$

$$= 95200,875 \text{ N}$$

$$\text{Tumpu} = 0,75 \cdot 2,4 \cdot d \cdot 5 \cdot fu^p$$

$$= 0,75 \cdot 2,4 \cdot 14 \cdot 5 \cdot 370$$

$$= 46620 \text{ N}$$

- Tahanan geser baut

$$\sum n = \frac{5727,6}{46620} = 1,22 \sim 3 \text{ Baut}$$

- Jarak antar baut yang digunakan

Menurut SNI 03 – 1729 – 2002 untuk menghitung jarak baut digunakan jarak minimum dan maksimum, dalam perhitungan ini digunakan jarak minimum baut  $2,5d$  dan untuk jarak maksimum baut digunakan  $4,5d$ .

$$\begin{aligned} S1 &= 2,5 \cdot d \\ &= 2,5 \cdot 14 \\ &= 35 \text{ mm} = 3,5 \text{ cm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} S &= 4,5 \cdot d \\ &= 4,5 \cdot 14 \\ &= 63 \text{ mm} = 6,3 \text{ cm} \end{aligned}$$

### 3.1.5.2. Perhitungan Batang Tarik

#### a. Batang Tarik Bawah

$$\text{No Batang} = 41 \text{ dan } 58 \text{ ( pada P max )}$$

$$\text{P max.} = 35812,29 \text{ Kg.}$$

$$\text{BJ 37} = - f_u = 370$$



$$- f_y = 240$$

$$L = 155,3 \text{ cm}$$

➤ Kondisi leleh ( $A_{\text{brutto}}$ )

$$Tu = \phi \cdot f_y \cdot A_g \rightarrow A_g = \frac{Tu}{\phi \cdot f_y}$$

$$= \frac{358122,9}{(0,9) \cdot (240)}$$

$$= 1657,976 \text{ mm}^2$$

➤ Kondisi fraktur ( $A_{\text{netto}}$ )

$$Tu = \phi \cdot f_u \cdot A_g \rightarrow A_g = \frac{Tu}{\phi \cdot f_u}$$

$$= \frac{358122,9}{(0,75) \cdot (370)}$$

$$= 1290,533 \text{ mm}^2$$

$$A_e = U \cdot A_n$$

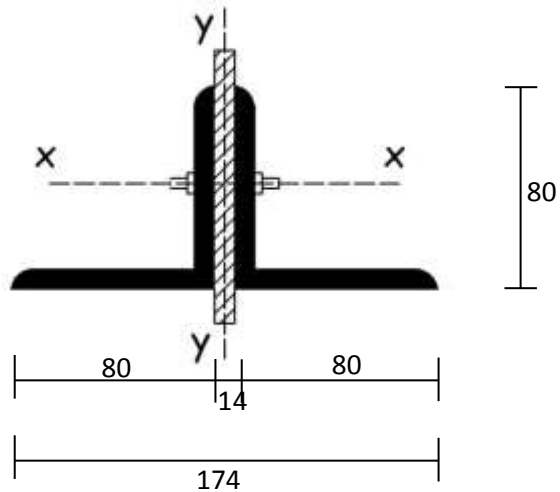
$$1290,533 = 0,85 \cdot A_n$$

$$A_n = \frac{1290,533}{0,85}$$

$$= 1518,274 \text{ mm}^2 = 15,183 \text{ cm}^2$$

- Cek geser blok

Menggunakan profil 2L80.80.14



**Gambar 3.6** Profil 80.80.14

- Data Profil

$$A_g = 20,6 \text{ cm}^2$$

$$i_{\min} = 2,36 \text{ cm}$$

$$d = 23 \text{ mm}$$

$$0,6 \cdot f_u \cdot A_{nv} = 0,6 \cdot 370 \cdot (230 - 3,5 \cdot (23 + 2)) \cdot 14$$

$$= 442890 \text{ N} \rightarrow 44,2890 \text{ ton}$$

$$f_u \cdot A_{nt} = 370 \cdot (45 - 0,5 \cdot (23 + 2)) \cdot 14$$

$$= 168350 \text{ N} \rightarrow 16,8350 \text{ ton}$$

- Karena  $f_u \cdot A_n < 0,6 \cdot f_u \cdot A_{nv}$ , maka :

$$\begin{aligned}
 T_n &= 0,6 \cdot f_u \cdot A_{nv} + f_y \cdot A_{gt} \\
 &= 137862 + (240 \cdot (45 - 1/2 \cdot 23)14) \\
 &= 555450 \text{ N} \rightarrow 55,5450 \text{ ton.}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \phi T_n &= 0,75 \cdot 55,545 \\
 &= 41,659 \text{ ton.}
 \end{aligned}$$

➤ Cek kelangsingan

$$L = 155,3 \text{ cm}$$

$$\begin{aligned}
 \lambda &= \frac{Lk}{i_{\min}} \\
 &= \frac{155,3}{2,36} \\
 &= 65,805 \text{ Mpa} < 240 \text{ Mpa.}
 \end{aligned}$$

➤ Tinjauan tahan baut

$$\begin{aligned}
 \text{Geser } \phi R_n &= \phi \cdot 0,5 \cdot f_u^b \cdot m \cdot A_b \\
 &= 0,75 \cdot 0,5 \cdot 825 \cdot 2 \cdot \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot d^2 \\
 &= 0,75 \cdot 0,5 \cdot 825 \cdot 2 \cdot \frac{1}{4} \cdot 3,14 \cdot 23^2 \\
 &= 256945,219 \text{ N}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{➤ Tumpu} &= 0,75 \cdot 2,4 \cdot d \cdot 14 \cdot f_u^p \\
 &= 0,75 \cdot 2,4 \cdot 23 \cdot 14 \cdot 370 \\
 &= 214452 \text{ N}
 \end{aligned}$$

➤ Tahanan geser

$$\sum n = \frac{358122,9}{214452} = 1,67 \sim 3 \text{ Baut}$$

➤ Jarak antar baut yang digunakan

Menurut SNI 03 – 1729 – 2002 untuk menghitung jarak baut digunakan jarak minimum dan maksimum, dalam perhitungan ini digunakan jarak minimum baut  $2,5d$  dan untuk jarak maksimum baut digunakan  $4,5d$ .

$$\begin{aligned}
 S1 &= 2,5 \cdot d \\
 &= 2,5 \cdot 23 \\
 &= 57,5 \text{ mm} = 5,75 \text{ cm}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 S &= 4,5 \cdot d \\
 &= 4,5 \cdot 23 \\
 &= 103,5 \text{ mm} = 10,35 \text{ cm}
 \end{aligned}$$

#### **b. Batang Tarik Diagonal**

$$\text{No Batang} = 76 \text{ dan } 91 \text{ ( pada P max )}$$

$$\text{P max.} = 7838,84 \text{ Kg.}$$

$$BJ\ 37 \quad = - f_u = 370$$

$$- f_y = 240$$

$$L \quad = 152,8 \text{ cm}$$

➤ Kondisi leleh ( $A_{brutto}$ )

$$\begin{aligned} Tu = \phi \cdot f_y \cdot A_g \quad \rightarrow \quad A_g &= \frac{Tu}{\phi \cdot f_y} \\ &= \frac{78388,4}{(0,9) \cdot (240)} \\ &= 362,909 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

➤ Kondisi fraktur ( $A_{netto}$ )

$$\begin{aligned} Tu = \phi \cdot f_u \cdot A_g \quad \rightarrow \quad A_g &= \frac{Tu}{\phi \cdot f_u} \\ &= \frac{78388,4}{(0,75) \cdot (370)} \\ &= 282,481 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

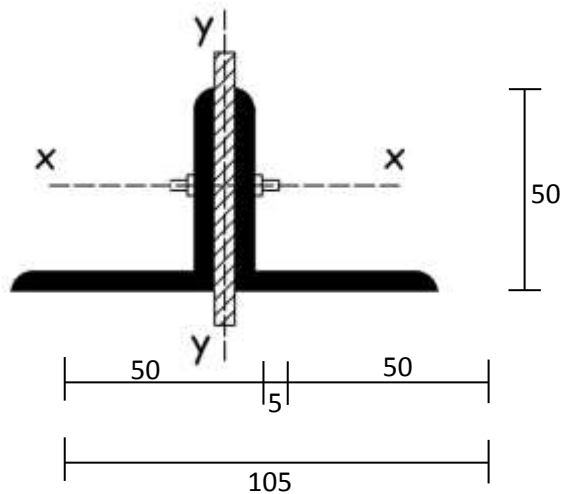
$$A_e = U \cdot A_n$$

$$282,481 = 0,85 \cdot A_n$$

$$\begin{aligned} A_n &= \frac{282,481}{0,85} \\ &= 332,33 \text{ mm}^2 = 3,323 \text{ cm}^2 \end{aligned}$$

- Cek geser blok

Menggunakan profil 2L50.50.5



**Gambar 3.7** Profil 50.50.5

- Data Profil

$$A_g = 4,80 \text{ cm}^2$$

$$i_{\min} = 1,51 \text{ cm}$$

$$d = 14 \text{ mm}$$

$$0,6 \cdot f_u \cdot A_{nv} = 0,6 \cdot 370 \cdot (140 - 3,5 \cdot (14 + 2)) \cdot 5$$

$$= 93240 \text{ N} \rightarrow 9,324 \text{ ton}$$

$$f_u \cdot A_n = 370 \cdot (30 - 0,5 \cdot (14 + 2)) \cdot 5$$

$$= 40700 \text{ N} \rightarrow 4,07 \text{ ton}$$

- Karena  $f_u \cdot A_n < 0,6 \cdot f_u \cdot A_{nv}$ , maka :

$$\begin{aligned}
 T_n &= 0,6 \cdot f_u \cdot A_{nv} + f_y \cdot A_{gt} \\
 &= 93240 + (240 \cdot (30 - 1/2 \cdot 14) \cdot 5) \\
 &= 120840 \text{ N} \rightarrow 12,084 \text{ ton.}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \phi T_n &= 0,75 \cdot 12,084 \\
 &= 9,063 \text{ ton.}
 \end{aligned}$$

➤ Cek kelangsingan

$$L = 152,8 \text{ cm}$$

$$\lambda = \frac{Lk}{i_{\min}}$$

$$= \frac{152,8}{1,51}$$

$$= 101,192 \text{ Mpa} < 240 \text{ Mpa.}$$

➤ Tinjauan tahan baut

$$\text{Geser} \quad \phi R_n = \phi \cdot 0,5 \cdot f_u^b \cdot m \cdot A_b$$

$$= 0,75 \cdot 0,5 \cdot 825 \cdot 2 \cdot \frac{1}{4} \cdot 3,14 \cdot 14^2$$

$$= 95200,875 \text{ N}$$

$$\text{Tumpu} = 0,75 \cdot 2,4 \cdot d \cdot 5 \cdot f_u^p$$

$$= 0,75 \cdot 2,4 \cdot 14 \cdot 5 \cdot 370$$

$$= 46620 \text{ N}$$

- Tahanan geser baut

$$\sum n = \frac{78388,4}{46620} = 1,68 \sim 3 \text{ Baut}$$

- Jarak antar baut yang digunakan

Menurut SNI 03 – 1729 – 2002 untuk menghitung jarak baut digunakan jarak minimum dan maksimum, dalam perhitungan ini digunakan jarak minimum baut 2,5d dan untuk jarak maksimum baut digunakan 4,5d.

$$S1 = 2,5 \cdot d$$

$$= 2,5 \cdot 14$$

$$= 35 \text{ mm} = 3,5 \text{ cm}$$

$$S = 4,5 \cdot d$$

$$= 4,5 \cdot 14$$

$$= 63 \text{ mm} = 6,3 \text{ cm}$$

### c. Batang Tarik Vertikal

$$\text{No Batang} = 3 \text{ ( pada P max )}$$

$$\text{P max.} = 24146,78 \text{ Kg.}$$

$$\text{BJ 37} = - f_u = 370$$



$$- f_y = 240$$

$$L = 307,9 \text{ cm}$$

➤ Kondisi leleh ( $A_{\text{brutto}}$ )

$$Tu = \phi \cdot f_y \cdot A_g \rightarrow A_g = \frac{Tu}{\phi \cdot f_y}$$

$$= \frac{241467,8}{(0,9) \cdot (240)}$$

$$= 1117,906 \text{ mm}^2$$

➤ Kondisi fraktur ( $A_{\text{netto}}$ )

$$Tu = \phi \cdot f_u \cdot A_g \rightarrow A_g = \frac{Tu}{\phi \cdot f_u}$$

$$= \frac{241467,8}{(0,75) \cdot (370)}$$

$$= 870,154 \text{ mm}^2$$

$$A_e = U \cdot A_n$$

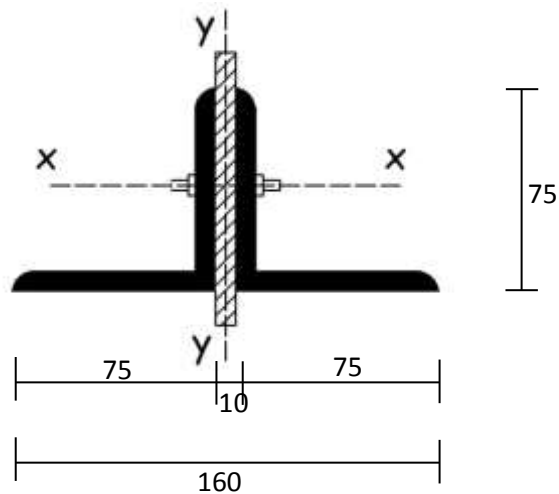
$$870,154 = 0,85 \cdot A_n$$

$$A_n = \frac{870,154}{0,85}$$

$$= 1023,71 \text{ mm}^2 = 10,237 \text{ cm}^2$$

- Cek geser blok

Menggunakan profil 2L80.80.14



**Gambar 3.8** Profil 75.75.10

- Data Profil

$$A_g = 14,1 \text{ cm}^2$$

$$i_{\min} = 2,25 \text{ cm}$$

$$d = 23 \text{ mm}$$

$$0,6 \cdot f_u \cdot A_{nv} = 0,6 \cdot 370 \cdot (230 - 3,5 \cdot (23 + 2)) \cdot 10$$

$$= 316350 \text{ N} \rightarrow 31,635 \text{ ton}$$

$$f_u \cdot A_{nt} = 370 \cdot (40 - 0,5 \cdot (23 + 2)) \cdot 10$$

$$= 101750 \text{ N} \rightarrow 10,175 \text{ ton}$$

- Karena  $f_u \cdot A_n < 0,6 \cdot f_u \cdot A_{nv}$ , maka :

$$\begin{aligned}
 T_n &= 0,6 \cdot f_u \cdot A_{nv} + f_y \cdot A_{gt} \\
 &= 316350 + (240 \cdot (40 - 1/2 \cdot 23)10) \\
 &= 384750 \text{ N} \rightarrow 38,475 \text{ ton.}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \phi T_n &= 0,75 \cdot 38,475 \\
 &= 28,856 \text{ ton.}
 \end{aligned}$$

➤ Cek kelangsingan

$$L = 3,079 \text{ cm}$$

$$\begin{aligned}
 \lambda &= \frac{Lk}{i_{\min}} \\
 &= \frac{307,9}{2,25} \\
 &= 136,844 \text{ Mpa} < 240 \text{ Mpa.}
 \end{aligned}$$

➤ Tinjauan tahan baut

$$\begin{aligned}
 \text{Geser } \phi R_n &= \phi \cdot 0,5 \cdot f_u^b \cdot m \cdot A_b \\
 &= 0,75 \cdot 0,5 \cdot 825 \cdot 2 \cdot \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot d^2 \\
 &= 0,75 \cdot 0,5 \cdot 825 \cdot 2 \cdot \frac{1}{4} \cdot 3,14 \cdot 23^2 \\
 &= 256945,219 \text{ N}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{➤ Tumpu} &= 0,75 \cdot 2,4 \cdot d \cdot 10 \cdot f_u^p \\
 &= 0,75 \cdot 2,4 \cdot 23 \cdot 10 \cdot 370 \\
 &= 153180 \text{ N}
 \end{aligned}$$

➤ Tahanan geser

$$\sum n = \frac{242467,8}{153180} = 1,583 \sim 3 \text{ Baut}$$

➤ Jarak antar baut yang digunakan

Menurut SNI 03 – 1729 – 2002 untuk menghitung jarak baut digunakan jarak minimum dan maksimum, dalam perhitungan ini digunakan jarak minimum baut 2,5d dan untuk jarak maksimum baut digunakan 4,5d.

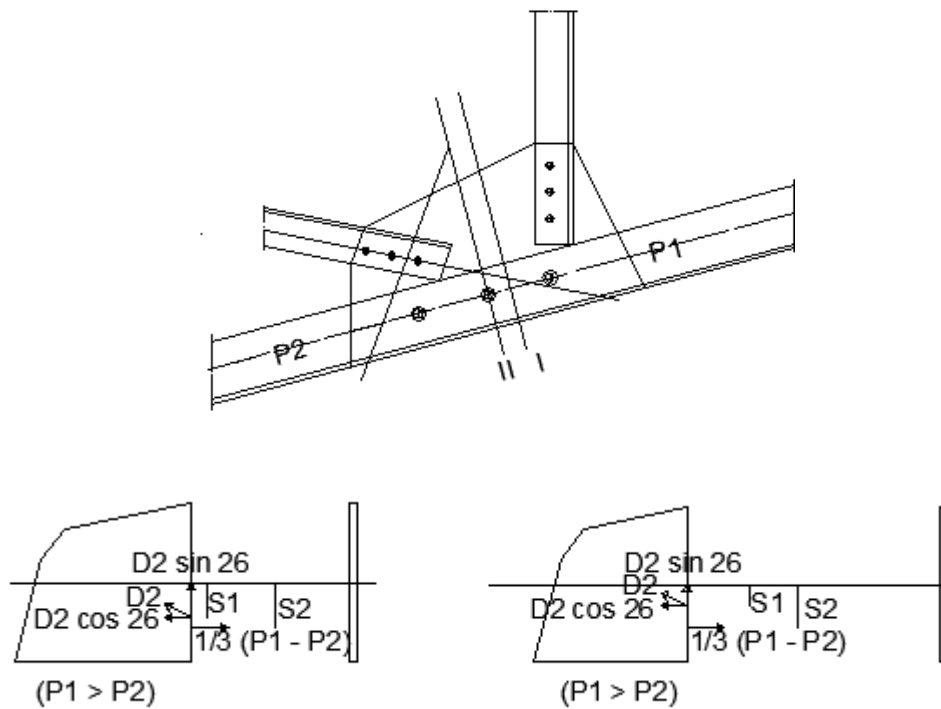
$$\begin{aligned}
 S1 &= 2,5 \cdot d \\
 &= 2,5 \cdot 23 \\
 &= 57,5 \text{ mm} = 5,75 \text{ cm}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 S &= 4,5 \cdot d \\
 &= 4,5 \cdot 23 \\
 &= 103,5 \text{ mm} = 10,35 \text{ cm}
 \end{aligned}$$

### 3.1.6 Perhitungan Plat Buhul

Dalam perhitungan plat buhul mengacu pada buku “konstruksi Baja” Oentoeng.

### 3.1.6.1 Profil 1



**Gambar 3.9** Potongan profil

Data yang diketahui dari hasil output SAP 2000 v10 sebagai berikut :

$$P1 = 323833,9 \text{ N}$$

$$h1 = 207 \text{ mm}$$

$$P2 = 244243,4 \text{ N}$$

$$D2 = 78388,4 \text{ N}$$

$$S1 = 45 \text{ mm}$$

$$\alpha = 26^\circ$$

$$S2 = 59 \text{ mm}$$

$$e = 25 \text{ mm}$$

$$t = 10 \text{ mm}$$

$$d = 23 \text{ mm}$$

$$S1'' = 27 \text{ mm}$$

$$S2'' = 56 \text{ mm}$$

$$h1'' = 201 \text{ mm}$$

- Jadi pada potongan I-I timbul tegangan :

$$f_{\sigma} = \left\{ \frac{\frac{1}{3} \cdot (P1 - P2)}{t \cdot h1} - \frac{D2 \cdot \cos \alpha}{t \cdot h1} \pm \left[ \frac{\frac{1}{3} \cdot (P1 - P2) \cdot S2}{\frac{1}{6} \cdot t \cdot h1^2} - \frac{D2 \cdot \cos \alpha \cdot S1}{\frac{1}{6} \cdot t \cdot h1^2} \right] \right\} 0,90$$

$$= \left\{ \frac{\frac{1}{3} \cdot (323833,9 - 244243,4)}{10.207} - \frac{78388,4 \cdot \cos 26}{10.207} \right.$$

$$\pm \left[ \frac{\frac{1}{3} \cdot (322833,9 - 244243,4) \cdot 59}{\frac{1}{6} \cdot 10.207^2} \right.$$

$$\left. - \frac{78388,4 \cdot \cos 26 \cdot 45}{\frac{1}{6} \cdot 10.207^2} \right\} 0,90$$

$$= \{-21,853 - (-24,296)\} \cdot 0,90$$

$$= 2,198 \text{ N/mm}^2$$

- Komponen vertical dari D2 adalah  $D2 \cdot \sin \alpha$  , menimbulkan tegangan geser sebesar :

$$\tau = \left( \frac{D2 \cdot \sin \alpha}{t \cdot h1} \right) \cdot 0,75$$

$$= \left( \frac{78388,4 \cdot \sin 26}{10.207} \right) \cdot 0,75$$

$$= 31,132$$

- Jadi pada turunan I-I terjadi :

$$\begin{aligned}\sigma_1 &= \sqrt{\sigma^2 + 3\tau^2} \\ &= \sqrt{(2,19)^2 + 3(31,132)^2} \\ &= 54,082 \text{ N/mm}^2 < 240 \text{ Mpa}\end{aligned}$$

(OKE)

- Ditinjau dari potongan II – II :

$$\begin{aligned}x &= \frac{\frac{1}{3} \cdot h^2 \cdot t - d \cdot e \cdot t}{h \cdot t - d \cdot t} \\ &= \frac{\frac{1}{3} \cdot 207^2 \cdot 10 - 23 \cdot 25 \cdot 10}{207 \cdot 10 - 23 \cdot 10} \\ &= 74,5\end{aligned}$$

- Pada penampang II – II terjadi tegangan normal sebesar :

$$\begin{aligned}\tau &= \frac{\frac{1}{3} \cdot d_2 \cdot \sin \alpha}{t \cdot h_1} \cdot 0,75 \\ &= \frac{\frac{1}{3} \cdot 105613,6 \cdot \sin 26}{10 \cdot 207} \cdot 0,75 \\ &= 5,591\end{aligned}$$

- Pada penampang II – II juga terjadi tegangan normal sebesar :

$$f\sigma = \left\{ \frac{\frac{1}{3} \cdot (P1 - P2) - \frac{1}{3} \cdot D2 \cdot \cos \alpha}{t \cdot h1} \pm \left[ \frac{\frac{1}{3} \cdot (P1 - P2) \cdot S2}{\frac{1}{6} \cdot t \cdot (h1^2 - d^2)} - \frac{\frac{1}{3} \cdot D2 \cdot \cos \alpha \cdot S1'}{\frac{1}{6} \cdot t \cdot (h1^2 - d^2)} \right] \right\} 0,90$$

$$= \left\{ \frac{\frac{1}{3} \cdot (323833,9 - 244243,4) - \frac{1}{3} \cdot 78388,4 \cdot \cos 26}{10.201} \pm \left[ \frac{\frac{1}{3} \cdot (323833,9 - 244243,4) \cdot 56}{\frac{1}{6} \cdot 10 \cdot (201^2 - 17^2)} - \frac{\frac{1}{3} \cdot (78388,4 \cdot \cos 26) \cdot 27}{\frac{1}{6} \cdot 10 \cdot (201^2 - 17^2)} \right] \right\} 0,90$$

$$= \{-0,523 - (5,966 - 1,159)\} \cdot 0,90$$

$$= -44,269 \text{ N/mm}^2$$

- Jadi pada turunan I-I terjadi :

$$\sigma_1 = \sqrt{\sigma^2 + 3\tau^2}$$

$$= \sqrt{(5,591)^2 + 3(-44,269)^2}$$

$$= 74,5 \text{ N/mm}^2 < 240 \text{ Mpa} \dots \text{ (OKE)}$$



## **3.2. PERENCANAAN TANGGA**

### **3.2.1 Ketentuan Umum**

Pada sebuah gedung bertingkat sangatlah penting sebuah tangga, karena berfungsi sebagai penghubung antara lantai satu dengan lantai lainnya pada sebuah bangunan bertingkat. Bangunan apartemen The Pinnacle terdiri dari empat lantai maka transportasi vertikal direncanakan menggunakan tangga yang berupa tangga pelat. Dalam perencanaannya digunakan cara perhitungan manual. Umumnya dalam perencanaan tangga akan disesuaikan antara tinggi dan lebarnya tangga. Semua anak tangga harus dibuat bentuk dan ukuran yang seragam, dan untuk member kenyamanan bagi yang turun dan naik tangga perlu di perhatikan lebar dan tinggi anak tangga.

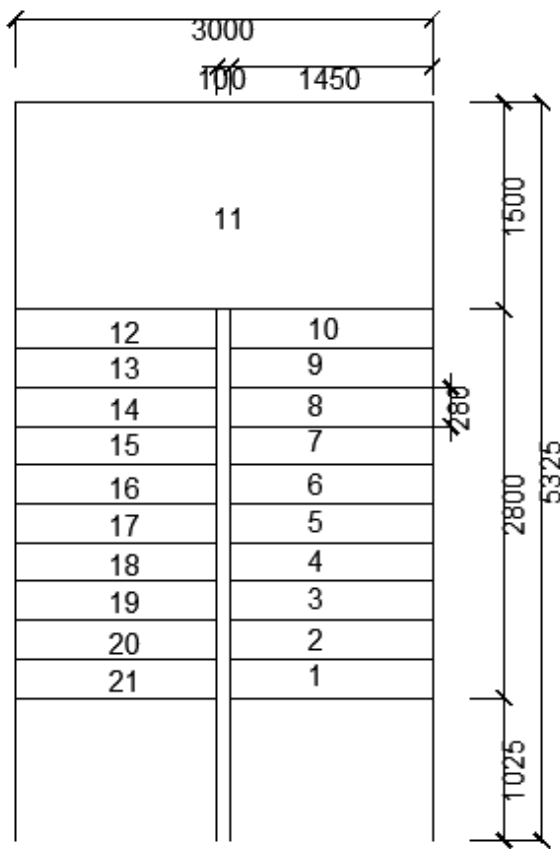
### **3.2.2 Data Teknis Perencanaan Struktur Tangga**

- Mutu beton ( $f_c$ ) : 22,825 Mpa (K275)
- Mutu baja tulangan ( $f_y$ ) : 240 Mpa
- Tinggi tanjakan / optrade : 17 cm
- Lebar tanjakan / antrede : 28 cm
- Lebar bordes ( $l_b$ ) : 150 cm
- Tinggi ruangan ( $t_r$ ) : 370 cm
- Tinggi dasar sampai bordes : 185 cm
- Tebal selimut beton ( $p$ ) : 2 cm
- Tebal keramik max ( $h_k$ ) : 1 cm

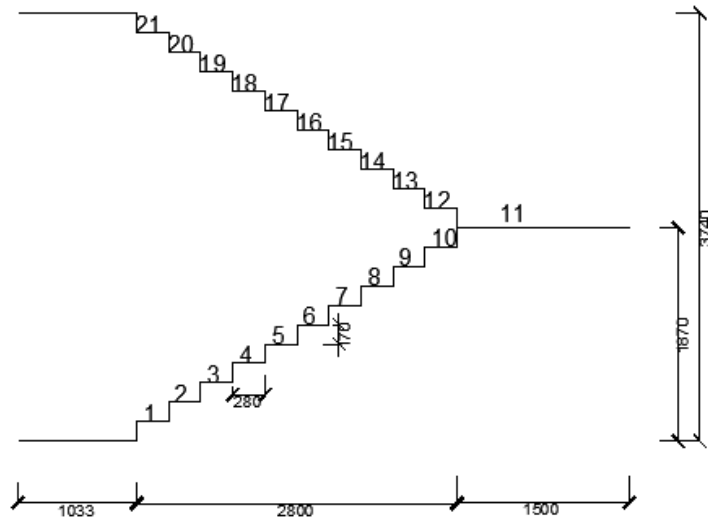
- Tebal spesi (hs) : 2 cm

### 3.2.2.1. Perencanaan Tangga Lantai 1-2, lantai 2-3, dan lantai 3-4

Rencana tangga lantai 1-2, lantai 2-3, dan lantai 3-4 gedung apartemen the pinnacle dapat dilihat seperti pada gambar di bawah ini :



Gambar 3.10 Denah Tangga



Gambar 3.11 potongan tangga

Jika  $optrade = n$  maka  $an = n-1$

Ukuran tangga adalah sebagai berikut :

1. Tinggi lantai 370 cm
2. Jika diambil lebar antrede 17 cm dan tangga dibuat dengan tinggi bordes 185 cm dari lantai dasar.
3. Maka optrede  $185 \text{ cm} / 17 \text{ cm} = 11$  anak tangga sampai bordes
4.  $2 \cdot An + Op = \text{berkisar} ( 57 \text{ cm} - 65 \text{ cm} )$

$$2 \cdot 17 + Op = 62 \text{ cm}$$

$$34 + Op = 62 \text{ cm}$$

$$Op = 62 \text{ cm} - 34 \text{ cm}$$

$$Op = 28 \text{ cm}$$

### 3.2.3 Perhitungan Tangga

#### 3.2.3.1 Menentukan Tebal Plat

- Tebal pelat tangga

$$h_{min} = 1/27 I_{tx}$$

$$= 1/27 \cdot 300$$

$$= 11,11 \text{ cm}$$

- Tebal pelat bordes

$$h_{min} = 1/27 I_{by}$$

$$= 1/27 \cdot 150$$

$$= 5,56 \text{ cm}$$

Keterangan :

- $I_{tx}$  : lebar tangga arah x
- $I_{by}$  : lebar bordes arah y

Tebal pelat tangga dan bordes dipakai 15 cm dengan lebar tanjakan 28 cm dan tinggi tanjakan 17 cm.

#### 3.2.4. Pembebanan Tangga

Berdasarkan peraturan pembebanan Indonesia untuk gedung 1983 diperoleh :

- berat beton bertulang ( $B_b$ ) :  $2400 \text{ kg/m}^3$
- berat penutup lantai keramik ( $W_k$ ) :  $24 \text{ kg/m}^2$

- berat adukan semen per cm tebal ( $W_s$ ) :  $21 \text{ kg/m}^2$
- beban hidup untuk tangga :  $300 \text{ kg/m}^2$

a. beban tangga

- beban mati ( $W_D$ )

- beban pelat tangga ( $W_p$ ) =  $h \cdot B_b$

$$0,15 \cdot 24$$

$$3,6 \text{ kN/m}^2$$

- beban reling tangga perkiraan ( $W_r$ ) =  $0,15 \text{ kN/m}^2$

- total beban mati ( $W_D$ ) =  $W_p + W_k + W_s + W_r$   
 $= 3,6 + 0,24 + 0,21 + 0,15$

$$= 4,2 \text{ kN/m}^2$$

- beban hidup ( $W_L$ ) =  $3 \text{ kN/m}^2$

- beban ultimit ( $W_{ut}$ ) =  $1,2 \cdot W_D + 1,6 \cdot W_L$   
 $= 1,2 \cdot 4,2 + 1,6 \cdot 3$

$$= 9,84 \text{ kN/m}^2$$

b. beban bordes

- beban mati ( $W_D$ )

- beban pelat tangga ( $W_p$ ) =  $h \cdot B_b$

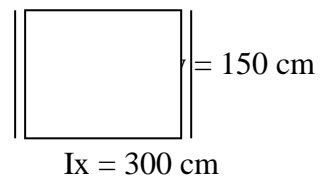
$$= 0,15 \cdot 24$$

$$= 3,6 \text{ kN/m}^2$$

- total beban mati ( $W_D$ )  $= W_p + W_k + W_s$   
 $= 3,6 + 0,24 + 0,21$   
 $= 4,05 \text{ kN/m}^2$
- beban hidup ( $W_L$ )  $= 3 \text{ kN/m}^2$
- beban ultimit ( $W_{ut}$ )  $= 1,2 \cdot W_D + 1,6 \cdot W_L$   
 $= 1,2 \cdot 4,05 + 1,6 \cdot 3$   
 $= 9,66 \text{ kN/m}^2$

### 3.2.4. Perhitungan Momen

Untuk pelat lantai



Momen – momen ditentukan sesuai tabel 14 buku dasar-dasar

perencanaan beton bertulang pada  $I_y/I_x = 1$  untuk kasus IV<sup>A</sup> didapatkan

momen-momen sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 m_{lx} &= 0,024 \cdot W_{ut} \cdot I_x^2 \\
 &= 0,024 \cdot 9,84 \cdot 1,5^2 \\
 &= 2,12 \text{ kNm}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 m_{ly} &= 0,033 \cdot W_{ut} \cdot I_x^2 \\
 &= 0,033 \cdot 9,84 \cdot 1,5^2
 \end{aligned}$$

$$=2,92 \text{ kNm}$$

$$m_{ty} = 0,069 \cdot W_{ut} \cdot I_x^2$$

$$=0,033 \cdot 9,84 \cdot 3^2$$

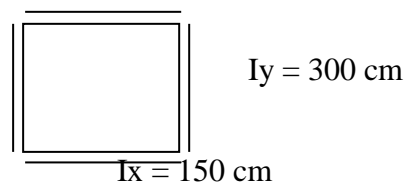
$$=6,11 \text{ kNm}$$

$$m_{tx} = \frac{1}{2} m_{lx}$$

$$= \frac{1}{2} \cdot 2,12$$

$$=1,06 \text{ kNm}$$

Untuk pelat bordes



Momen – momen ditentukan sesuai tabel 14 buku dasar-dasar

perencanaan beton bertulang pada  $I_y/I_x = 2$  untuk kasus II didapatkan

momen-momen sebagai berikut :

$$m_{lx} = 0,058 \cdot W_{ub} \cdot I_x^2$$

$$=0,058 \cdot 9,66 \cdot 1,5^2$$

$$=1,26 \text{ kNm}$$

$$m_{ly} = 0,015 \cdot W_{ub} \cdot I_x^2$$

$$=0,015 \cdot 9,66 \cdot 1,5^2$$

$$=0,33 \text{ kNm}$$

$$m_{tx} = 0,082 \cdot W_{ub} \cdot l_x^2$$

$$=0,082 \cdot 9,66 \cdot 1,5^2$$

$$=1,78 \text{ kNm}$$

$$m_{ty} = 0,053 \cdot W_{ub} \cdot l_x^2$$

$$=0,053 \cdot 9,66 \cdot 1,5^2$$

$$=1,15 \text{ kNm}$$

Keterangan :

- $M_{lx}$  = momen lapangan maksimum per meter lebar diarah x
- $M_{ly}$  = momen lapangan maksimum per meter lebar diarah y
- $M_{tx}$  = momen tumpuan maksimum per meter lebar diarah x
- $M_{ty}$  = momen tumpuan maksimum per meter lebar diarah y
- $M_{tix}$  = momen jepit tak terduga per meter lebar diarah x

#### 3.3.4.1. Perhitungan Tulangan

Tebal pelat lantai  $h = 150$  mm, penutup beton tulangan menurut Tabel 3 buku “Dasar-Dasar Perencanaan Beton Bertulang” ( $\phi_D < 36$  mm) : selimut beton ( $\rho$ ) = 20 mm, diameter tulangan utama yang diperkirakan dalam arah x,  $\phi_D = 8$  mm pada dua arah.

Tinggi efektif  $d$  dalam arah x adalah :



$$d_x = 150 - \rho - \frac{1}{2} \phi_D = 150 - 20 - \frac{1}{2} 8 = 126 \text{ mm}$$

Tinggi efektif d dalam arah y adalah :

$$d_x = 150 - \rho - \phi_{Dx} - \frac{1}{2} \phi_{Dy} = 150 - 20 - 8 - \frac{1}{2} 8 = 118 \text{ mm}$$

untuk  $\rho_{\min}$  yang disyaratkan untuk seluruh mutu beton pelat dengan  $f_y$  240 Mpa,  $\rho_{\min} = 0,0025$  lihat tabel 7 buku “Dasar-Dasar Perencanaan Beton Bertulang” untuk  $f_c \leq 30$  Mpa maka  $\beta_1 = 0,85$

$$\begin{aligned} \rho_b &= \frac{0,85 \cdot f_c \cdot \beta_1}{f_y} \cdot \frac{600}{600 + f_y} \\ &= \frac{0,85 \cdot 22,825 \cdot 0,85}{240} \cdot \frac{600}{600 + 240} \\ &= 0,049 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \rho_{\max} &= 0,75 \cdot \rho_b \\ &= 0,75 \cdot 0,049 \\ &= 0,037 \end{aligned}$$

a. Untuk pelat tangga

Momen lapangan dalam arah x

$$M_{lx} = 2,12 \text{ kNm}$$

$$\rho = \frac{M_u}{0,8 \cdot f_y \cdot b \cdot d_x^2}$$

$$= \frac{2,12 \cdot 10^{-3}}{0,8 \cdot 240 \cdot 1,0 \cdot 126^2}$$

$$= 0,00065$$

Karena  $\rho_{\min} > \rho < \rho_{\max} = 0,0025 > 0,00065 < 0,037$  maka yang dipakai adalah  $\rho_{\min} = 0,0025$

$$\begin{aligned} A_{sly} &= \rho_{\min} \cdot b \cdot dx \cdot 10^6 = \\ &= 0,0025 \cdot 1 \cdot 0,126 \cdot 10^6 \\ &= 315 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Momen lapangan dalam arah y

$$M_{ly} = 2,92 \text{ kNm}$$

$$\begin{aligned} \rho &= \frac{Mu}{0,8 \cdot fy \cdot b \cdot dy^2} \\ &= \frac{2,92 \cdot 10^{-3}}{0,8 \cdot 240 \cdot 1,0 \cdot 118^2} \\ &= 0,00109 \end{aligned}$$

Karena  $\rho_{\min} > \rho < \rho_{\max} = 0,0025 > 0,00109 < 0,037$  maka yang dipakai adalah  $\rho_{\min} = 0,0025$

$$\begin{aligned} A_{sly} &= \rho_{\min} \cdot b \cdot dy \cdot 10^6 = \\ &= 0,0025 \cdot 1 \cdot 0,118 \cdot 10^6 \\ &= 295 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Momen tumpuan dalam arah y

$$M_{ty} = 6,11 \text{ kNm}$$

$$\begin{aligned}\rho &= \frac{Mu}{0,8 \cdot fy \cdot b \cdot dx^2} \\ &= \frac{6,11 \cdot 10^{-3}}{0,8 \cdot 240 \cdot 10,126^2} \\ &= 0,002\end{aligned}$$

Karena  $\rho_{\min} > \rho < \rho_{\max} = 0,0025 > 0,002 < 0,037$  maka yang dipakai adalah  $\rho = 0,0025$

$$\begin{aligned}A_{sty} &= \rho \cdot b \cdot dx \cdot 10^6 = \\ &= 0,0025 \cdot 1 \cdot 0,126 \cdot 10^6 \\ &= 315 \text{ mm}^2\end{aligned}$$

Momen jepit tak terduga dalam arah x

$$M_{ly} = 1,06 \text{ kNm}$$

$$\begin{aligned}\rho &= \frac{Mu}{0,8 \cdot fy \cdot b \cdot dy^2} \\ &= \frac{21,06 \cdot 10^{-3}}{0,8 \cdot 240 \cdot 10,118^2} \\ &= 0,00039\end{aligned}$$

Pemeriksaan  $\rho_{\min}$  untuk momen jepit tak terduga tidak diperlukan.

$$A_{stix} = \rho \cdot b \cdot dy \cdot 10^6 =$$

$$= 0,00035 \cdot 1 \cdot 0,118 \cdot 10^6$$

$$= 41,58 \text{ mm}^2$$

b. Untuk pelat bordes

Momen lapangan dalam arah x

$$M_{lx} = 1,26 \text{ kNm}$$

$$\rho = \frac{Mu}{0,8 \cdot fy \cdot b \cdot dx^2}$$

$$= \frac{1,26 \cdot 10^{-3}}{0,8 \cdot 240 \cdot 1 \cdot 0,126^2}$$

$$= 0,00042$$

Karena  $\rho_{min} > \rho < \rho_{max} = 0,0025 > 0,00042 < 0,037$  maka yang dipakai

adalah  $\rho_{min} = 0,0025$

$$A_{slx} = \rho_{min} \cdot b \cdot dx \cdot 10^6 =$$

$$= 0,0025 \cdot 1 \cdot 0,126 \cdot 10^6$$

$$= 315 \text{ mm}^2$$

Momen lapangan dalam arah y

$$M_{ly} = 0,33 \text{ kNm}$$

$$\rho = \frac{Mu}{0,8 \cdot fy \cdot b \cdot dy^2}$$

$$= \frac{0,33 \cdot 10^{-3}}{0,8 \cdot 240 \cdot 1 \cdot 0,118^2}$$

$$= 0,00012$$

Karena  $\rho_{\min} > \rho < \rho_{\max} = 0,0025 > 0,00012 < 0,037$  maka yang dipakai adalah  $\rho_{\min} = 0,0025$

$$\begin{aligned} A_{sly} &= \rho_{\min} \cdot b \cdot d_y \cdot 10^6 = \\ &= 0,0025 \cdot 1 \cdot 0,118 \cdot 10^6 \\ &= 295 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Momen tumpuan dalam arah x

$$M_{tx} = 1,78 \text{ kNm}$$

$$\begin{aligned} \rho &= \frac{M_u}{0,8 \cdot f_y \cdot b \cdot d_x^2} \\ &= \frac{1,78 \cdot 10^{-3}}{0,8 \cdot 240 \cdot 1 \cdot 0,126^2} \\ &= 0,00059 \end{aligned}$$

Karena  $\rho_{\min} > \rho < \rho_{\max} = 0,0025 > 0,00059 < 0,037$  maka yang dipakai adalah  $\rho = 0,0025$

$$\begin{aligned} A_{stx} &= \rho \cdot b \cdot d_x \cdot 10^6 = \\ &= 0,0025 \cdot 1 \cdot 0,126 \cdot 10^6 \\ &= 315 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Momen tumpuan dalam arah y

$$M_{ly} = 1,15 \text{ kNm}$$

$$\begin{aligned} \rho &= \frac{M_u}{0,8 \cdot f_y \cdot b \cdot d_y^2} \\ &= \frac{1,15 \cdot 10^{-3}}{0,8 \cdot 240 \cdot 10 \cdot 118^2} \\ &= 0,00043 \end{aligned}$$

Karena  $\rho_{\min} > \rho < \rho_{\max} = 0,0025 > 0,00043 < 0,037$  maka yang dipakai adalah  $\rho_{\min} = 0,0025$

$$\begin{aligned} A_{sly} &= \rho_{\min} \cdot b \cdot d_y \cdot 10^6 = \\ &= 0,0025 \cdot 1 \cdot 0,118 \cdot 10^6 \\ &= 295 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

### 3.2.4.2. Pemilihan Tulangan

Pemilihan tulangan untuk pelat tangga dan bordes disajikan dalam tabel di bawah ini :

Pelat lantai	M	Mu (kNm)	$\rho_{\min}$	P	As (mm <sup>2</sup> )	Tulangan
Untuk pelat tangga	Mlx	2,12	0,0025	0,00069	315	Ø10 - 200
	Mly	2,92		0,00109	295	Ø10 - 250
	Mty	6,11		0,002	315	Ø10 - 200

	Mtx	1,06	-	0,00039	59	Ø10 - 450
Untuk pelat bordes	Mlx	1,26	0,0025	0,00042	315	Ø10 - 200
	Mly	0,33		0,00012	295	Ø10 - 250
	Mtx	1,78		0,00059	315	Ø10 - 200
	Mty	1,15		0,00043	295	Ø10 - 250

Tabel 3.5 Pemilihan Tulangan

### 3.2.4.3. Pemeriksaan Lebar Retak

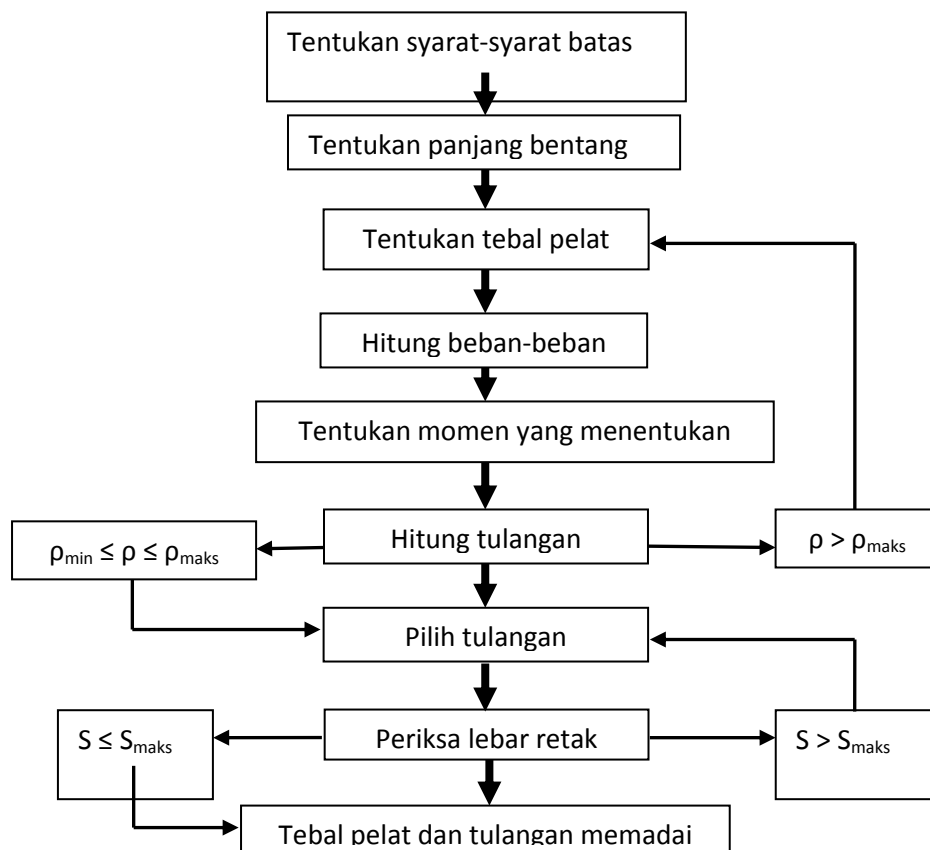
Sesuai dengan buku Gideon (Dasar – Dasar Perencanaan Beton Bertulang Ir. Gideon H.Kusuma M.Eng hal 64 ), bahwa persyaratan lebar retak untuk lantai dengan  $f_y$  240 Mpa tidak perlu diperiksa kembali, dan untuk struktur di dalam ruangan lebar retak 0,40 mm dianggap sudah memenuhi, sedangkan untuk konstruksi yang dipengaruhi cuaca 0,30 mm.

### 3.3 PERENCANAAN PLAT LANTAI

#### 3.3.1 Ketentuan Umum

Plat untuk lantai direncanakan dari struktur beton bertulang yang dicor secara monolit (menyatu) dengan struktur utama bangunan. Perhitungan perencanaan plat beton bertulang ini meliputi perhitungan pembebanan yang berdasarkan beban akibat material sendiri dan akibat fungsi ruang, kemudian dilakukan perhitungan analisa statika dan perhitungan tulangan.

#### 3.3.2 Diagram Alir Untuk Menghitung Plat



Gambar 3.12 Diagram Alir Untuk Menghitung Plat



### 3.3.3 Estimasi Pembebanan

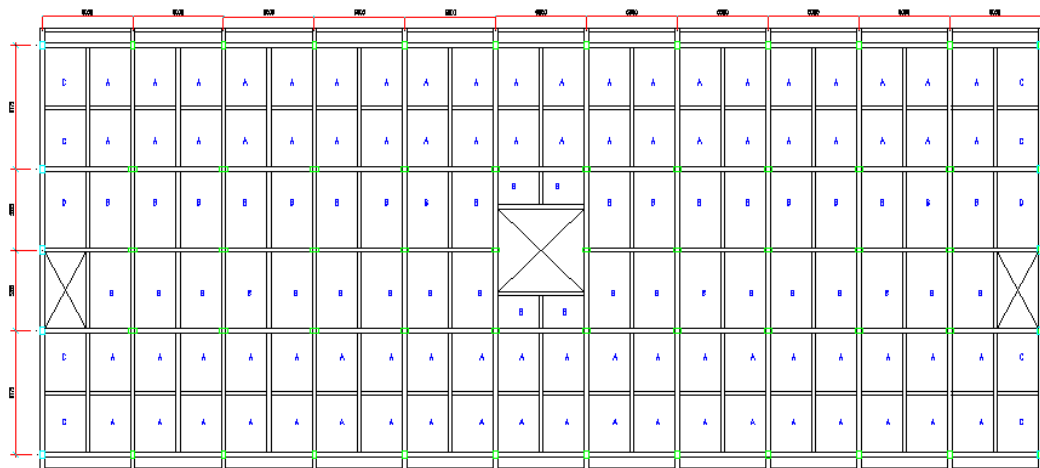
Berdasarkan Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Bertulang untuk Bangunan Gedung, maka beban yang diperhitungkan adalah sebagai berikut :

$$W_u = 1,2 \text{ DL} + 1,6 \text{ LL}$$

Dengan keterangan bahwa :

DL = Beban Mati

LL = Beban Hidup



**Gambar 3.13** Denah Plat lantai

### 3.3.4 Perencanaan Perhitungan Plat Lantai 1,2, 3, dan 4

Perencanaan perhitungan pelat lantai 1, 2, 3 dan 4

1. Menentukan syarat-syarat batas dan panjang bentang

Pelat ditumpu pada balok-balok tepi dan terjepit penuh pada balok tengah (menerus di atas tumpuan) pada pelat lantai lihat pada gambar diatas.

$I_{y_1}$  : 5325 mm untuk lantai

$I_{y_2}$  : 4087,5 mm untuk lantai

$I_x$  : 3000 mm untuk lantai

## 2. Menentukan tebal pelat lantai

Untuk lapangan tepi dalam arah x berlaku  $I_x = 3000$  mm tebal pelat minimum sesuai dengan tabel 10 buku Dasar-Dasar Perencanaan Beton Bertulang untuk  $f_y = 240$  Mpa .

$$\begin{aligned}h_{min} &= 1/32 I_x \\ &= 1/32 \cdot 3000 \\ &= 93,75 \text{ mm}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}h_{min} &= 1/32 I_{y_2} \\ &= 1/32 \cdot 4087,5 \\ &= 127,73 \text{ mm}\end{aligned}$$

Untuk lapangan tengah dalam arah x berlaku  $I_x = 3000$  mm tebal pelat minimum sesuai dengan tabel 10 buku Dasar-Dasar Perencanaan Beton Bertulang untuk  $f_y = 240$  Mpa .

$$\begin{aligned}
 h_{min} &= 1/37 I_x \\
 &= 1/37 \cdot 3000 \\
 &= 81,081 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 h_{min} &= 1/37 I_{y_1} \\
 &= 1/37 \cdot 5325 \\
 &= 143,92 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

Tebal pelat dianggap  $h = 150 \text{ mm}$ , di mana syarat lendutanpun memadai.

### 3.3.5 Pembebanan Plat Lantai 1,2, 3, dan 4

#### a. Beban Mati

- Berat sendiri plat =  $0,15 \times 2400 = 360,00 \text{ kg/m}^2$
  - Plafond dan penggantung =  $11 + 7 = 18,00 \text{ kg/m}^2$
  - Spesi (2 cm) =  $0,02 \times 21 \times 1 = 42,00 \text{ kg/m}^2$
  - Keramik (1 cm) =  $0,01 \times 24 \times 1 = \underline{24,00 \text{ kg/m}^2}$
- $WD = 444,00 \text{ kg/m}^2$

#### b. Beban Hidup

Lantai Apartemen  $WL = 250,00 \text{ kg/m}^2$

#### c. Beban Ultimate ( Wu )

Untuk tinjauan lebar 1 meter plat maka :

$$W_u = 1,2 WD + 1,6 WL$$

$$= (1,2 \times 444) + (1,6 \times 250) = 932,8 \text{ kg/m}^2 = 9,382 \text{ kN/m}^2$$

### 3.3.6 Analisa Statika

Analisa perhitungan statika adalah meliputi perhitungan momen tumpuan plat yang diasumsikan jepit elastis dengan besar momen tumpuan ditentukan berdasarkan tabel 14 pada buku “Dasar-dasar Perencanaan Beton Bertulang” yang disusun oleh Ir. W.C. Vis dan Ir. Gideon Kusuma M.Eng. Tabel 14 menunjukkan momen lentur yang bekerja pada jalur selebar 1m, masing-masing pada arah x dan arah y dimana:

- $m_{lx}$  : Momen lapangan maksimum per meter lebar di arah x
- $m_{ly}$  : Momen lapangan maksimum per meter lebar di arah y
- $m_{tx}$  : Momen tumpuan maksimum per meter lebar di arah x
- $m_{ty}$  : Momen tumpuan maksimum per meter lebar di arah y
- $m_{tix}$  : Momen jepit tak terduga per meter lebar di arah x
- $m_{tiy}$  : Momen jepit tak terduga per meter lebar di arah y

Dalam perencanaan plat lantai pada gedung ini terdiri beberapa tipe berdasarkan penyaluran beban dengan metode amplop.

#### 3.3.6.1 Penentuan Tinggi Efektif

➤ Menghitung tinggi efektif plat

Tebal penutup beton = 20 mm

Ø tulangan utama = 10 mm

Tebal Plat = 150 mm

$$f_c = 30 \text{ MPa}$$

$$f_y = 240 \text{ MPa}$$



**Gambar 3.14** Potongan plat

$$\begin{aligned} d \text{ efektif } x &= h - p - 0,5 \text{ } \varnothing \\ &= 150 - 20 - 0,5 \cdot 10 \\ &= 125 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} d \text{ efektif } y &= h - p - \frac{1}{2} \varnothing - 1 \cdot \varnothing \\ &= 150 - 20 - 5 - 10 \\ &= 115 \text{ mm} \end{aligned}$$

➤ Menghitung tebal penutup ( $d'$ )

$$\begin{aligned} d' &= p + \frac{1}{2} \varnothing \\ &= 20 + \frac{1}{2} \cdot 10 \\ &= 25 \text{ mm} \end{aligned}$$

Maka, tinggi efektif

$$d = h - d'$$

$$= 150 - 25$$

$$= 125 \text{ mm}$$

### 3.3.6.2 Perhitungan Plat Lantai Dua Arah

Yang dimaksud plat lantai dua arah (two way slab) adalah system plat yang mempunyai rasio bentang pendek kurang dari dua. Pada perhitungan plat lantai tulangan yang dibutuhkan harus lebih besar  $1/3$  dari yang diperlukan berdasarkan analisis. (SK SNI T – 15 – 1991 – 03 ).

Untuk  $\rho_{\min}$  yang disyaratkan untuk seluruh mutu beton plat dengan  $f_y$  240 MPa,  $\rho_{\min} = 0,0035$  berdasarkan tabel 7 buku “Dasar – Dasar Perencanaan Beton Bertulang”.

Sedangkan untuk  $f_c \leq 30$  MPa, maka digunakan  $\beta_1 = 0,85$ .

$$\rho_b = \frac{0,85 \cdot f_c}{f_y} \beta \times \left( \frac{600}{600 + f_y} \right)$$

$$= \frac{0,85 \cdot 30}{240} \beta \times \left( \frac{600}{600 + 240} \right)$$

$$= 0,06451$$

$$\rho_{\text{maks}} = 0,75 \cdot \rho_b$$

$$= 0,75 \cdot 0,06451$$

$$= 0,04838$$

$$\rho_{\min} = \frac{1,4}{f_y} = \frac{1,4}{240}$$

$$= 0,0058$$

➤ Pelat Lantai

Untuk pelat lantai bersimbol A



Momen – momen ditentukan sesuai tabel 14 buku dasar-dasar perencanaan beton bertulang pada  $I_{y2}/I_x = 1,4$  untuk kasus II didapatkan momen-momen sebagai berikut :

$$m_{lx} = 0,058 \cdot W_u \cdot I_x^2$$

$$= 0,058 \cdot 9,382 \cdot 3^2$$

$$= 4,897 \text{ kNm}$$

$$m_{ly} = 0,034 \cdot W_u \cdot I_x^2$$

$$= 0,034 \cdot 9,382 \cdot 3^2$$

$$= 2,871 \text{ kNm}$$

$$m_{ty} = 0,108 \cdot W_u \cdot I_x^2$$

$$= 0,108 \cdot 9,382 \cdot 3^2$$

$$=9,119 \text{ kNm}$$

$$m_{tx} = \frac{1}{2} m_x$$

$$= \frac{1}{2} \cdot 4,897$$

$$=2,449 \text{ kNm}$$

$$m_{ty} = \frac{1}{2} m_y$$

$$= \frac{1}{2} \cdot 2,871$$

$$=1,436 \text{ kNm}$$

➤ Perhitungan Penulangan

- Tul. Lapangan arah x

$$m_x = 4,897 \text{ kNm}$$

$$\rho = \frac{Mu}{0,9 \cdot f_y \cdot b \cdot d x^2}$$

$$= \frac{4,897 \cdot 10^{-3}}{0,9 \cdot 240 \cdot 1.0125^2}$$

$$= 0,00145 \text{ MPa}$$

→ Karena  $\rho < \rho_{\min}$ , maka dipakai  $\rho_{\min} = 0,0058$

$$A_s = \rho_{\min} \cdot b \cdot d \cdot 10^6$$

$$= 0,0058 \cdot 1 \cdot 0,125 \cdot 10^6$$



$$= 725 \text{ mm}^2 \rightarrow As' = 785 \text{ mm}^2$$

(Maka dipakai tulangan  $\emptyset 10 - 100$ )

- Tul. Lapangan arah y

$$mly = 2,871 \text{ kNm}$$

$$\rho = \frac{Mu}{0,9 \cdot fy \cdot b \cdot dx^2}$$

$$= \frac{2,871 \cdot 10^{-3}}{0,9 \cdot 240 \cdot 1.0125^2}$$

$$= 0,00085 \text{ MPa}$$

→ Karena  $\rho < \rho_{\min}$ , maka dipakai  $\rho_{\min} = 0,0058$

$$As = \rho \cdot b \cdot d \cdot 10^6$$

$$= 0,0058 \cdot 1 \cdot 0,125 \cdot 10^6$$

$$= 725 \text{ mm}^2 \rightarrow As' = 785 \text{ mm}^2$$

(Maka dipakai tulangan  $\emptyset 10 - 100$ )

- Tul. Tumpuan arah y

$$mty = 9,119 \text{ kNm}$$

$$\rho = \frac{Mu}{0,9 \cdot fy \cdot b \cdot dx^2}$$

$$= \frac{9,119 \cdot 10^{-3}}{0,9 \cdot 240 \cdot 1 \cdot 0,125^2}$$

$$= 0,0027 \text{ MPa}$$

→ Karena  $\rho < \rho_{\min}$ , maka dipakai  $\rho_{\min} = 0,0058$

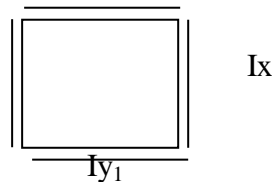
$$A_s = \rho \cdot b \cdot d \cdot 10^6$$

$$= 0,0058 \cdot 1 \cdot 0,125 \cdot 10^6$$

$$= 725 \text{ mm}^2 \rightarrow A_s' = 785 \text{ mm}^2$$

(Maka dipakai tulangan  $\varnothing 10 - 100$ )

Untuk pelat lantai bersimbol B



Momen – momen ditentukan sesuai tabel 14 buku dasar-dasar perencanaan beton bertulang pada  $I_{y_1}/I_x = 1,8$  untuk kasus II didapatkan momen-momen sebagai berikut :

$$m_{lx} = 0,081 \cdot W_u \cdot l_x^2$$

$$= 0,081 \cdot 9,382 \cdot 3^2$$

$$= 6,839 \text{ kNm}$$

$$m_{ly} = 0,027 \cdot W_u \cdot l_x^2$$

$$=0,027 \cdot 9,382 \cdot 3^2$$

$$=2,280 \text{ kNm}$$

$$m_{ty} = 0,113 \cdot W_u \cdot I_x^2$$

$$=0,113 \cdot 9,382 \cdot 3^2$$

$$=9,541 \text{ kNm}$$

$$m_{tx} = \frac{1}{2} m_{lx}$$

$$= \frac{1}{2} \cdot 6,389$$

$$=3,194 \text{ kNm}$$

$$m_{ty} = \frac{1}{2} m_{ly}$$

$$= \frac{1}{2} \cdot 2,280$$

$$=1,140 \text{ kNm}$$

➤ Perhitungan Penulangan

- Tul. Lapangan arah x

$$m_{lx} = 6,839 \text{ kNm}$$

$$\rho = \frac{M_u}{0,9 \cdot f_y \cdot b \cdot d x^2}$$

$$= \frac{6,839 \cdot 10^{-3}}{0,9 \cdot 240 \cdot 1.0 \cdot 125^2}$$

$$= 0,00203 \text{ MPa}$$

→ Karena  $\rho < \rho_{\min}$ , maka dipakai  $\rho_{\min} = 0,0058$

$$\begin{aligned} A_s &= \rho_{\min} \cdot b \cdot d \cdot 10^6 \\ &= 0,0058 \cdot 1 \cdot 0,125 \cdot 10^6 \\ &= 725 \text{ mm}^2 \rightarrow A_s' = 785 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

(Maka dipakai tulangan  $\varnothing 10 - 100$ )

- Tul. Lapangan arah y

$$mly = 2,280 \text{ kNm}$$

$$\begin{aligned} \rho &= \frac{Mu}{0,9 \cdot f_y \cdot b \cdot dx^2} \\ &= \frac{2,280 \cdot 10^{-3}}{0,9 \cdot 240 \cdot 1 \cdot 0,125^2} \\ &= 0,00068 \text{ MPa} \end{aligned}$$

→ Karena  $\rho < \rho_{\min}$ , maka dipakai  $\rho_{\min} = 0,0058$

$$\begin{aligned} A_s &= \rho \cdot b \cdot d \cdot 10^6 \\ &= 0,0058 \cdot 1 \cdot 0,125 \cdot 10^6 \\ &= 725 \text{ mm}^2 \rightarrow A_s' = 785 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

(Maka dipakai tulangan  $\varnothing 10 - 100$ )

- Tul. Tumpuan arah y

$$m_{ty} = 9,541 \text{ kNm}$$

$$\rho = \frac{Mu}{0,9 \cdot f_y \cdot b \cdot d x^2}$$

$$= \frac{9,541 \cdot 10^{-3}}{0,9 \cdot 240 \cdot 1.0125^2}$$

$$= 0,0027 \text{ MPa}$$

→ Karena  $\rho < \rho_{\min}$ , maka dipakai  $\rho_{\min} = 0,0058$

$$A_s = \rho \cdot b \cdot d \cdot 10^6$$

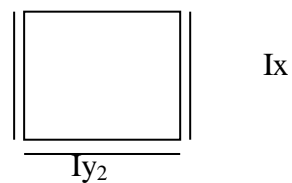
$$= 0,0058 \cdot 1 \cdot 0,125 \cdot 10^6$$

$$= 725 \text{ mm}^2 \rightarrow A_s' = 785 \text{ mm}^2$$

(Maka dipakai tulangan  $\varnothing 10 - 100$ )

- Pelat Lantai bersimbol C

Untuk pelat lantai



Momen – momen ditentukan sesuai tabel 14 buku dasar-dasar perencanaan beton bertulang pada  $I_{y2}/I_x = 1,4$  untuk kasus IV<sup>A</sup> didapatkan momen-momen sebagai berikut :

$$\begin{aligned} m_{lx} &= 0,052 \cdot W_u \cdot I_x^2 \\ &= 0,052 \cdot 9,382 \cdot 3^2 \\ &= 4,391 \text{ kNm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} m_{ly} &= 0,023 \cdot W_u \cdot I_x^2 \\ &= 0,023 \cdot 9,382 \cdot 3^2 \\ &= 1,942 \text{ kNm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} m_{tx} &= 0,097 \cdot W_u \cdot I_x^2 \\ &= 0,097 \cdot 9,382 \cdot 3^2 \\ &= 8,190 \text{ kNm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} m_{ty} &= 0,077 \cdot W_u \cdot I_x^2 \\ &= 0,077 \cdot 9,382 \cdot 3^2 \\ &= 6,502 \text{ kNm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} m_{tix} &= \frac{1}{2} m_{lx} \\ &= \frac{1}{2} \cdot 4,391 \\ &= 2,196 \text{ kNm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} m_{tiy} &= \frac{1}{2} m_{ly} \\ &= \frac{1}{2} \cdot 1,942 \end{aligned}$$

$$=0,971 \text{ kNm}$$

➤ Perhitungan Penulangan

- Tul. Lapangan arah x

$$m_x = 4,391 \text{ kNm}$$

$$\rho = \frac{Mu}{0,9 \cdot f_y \cdot b \cdot d x^2}$$

$$= \frac{4,391 \cdot 10^{-3}}{0,9 \cdot 240 \cdot 1.0125^2}$$

$$= 0,0013 \text{ MPa}$$

→ Karena  $\rho < \rho_{\min}$ , maka dipakai  $\rho_{\min} = 0,0058$

$$A_s = \rho_{\min} \cdot b \cdot d \cdot 10^6$$

$$= 0,0058 \cdot 1 \cdot 0,125 \cdot 10^6$$

$$= 725 \text{ mm}^2 \rightarrow A_s' = 785 \text{ mm}^2$$

(Maka dipakai tulangan  $\varnothing 10 - 100$ )

- Tul. Lapangan arah y

$$m_y = 1,942 \text{ kNm}$$

$$\rho = \frac{Mu}{0,9 \cdot f_y \cdot b \cdot d x^2}$$

$$= \frac{1,942 \cdot 10^{-3}}{0,9 \cdot 240 \cdot 1.0,125^2}$$

$$= 0,00058 \text{ MPa}$$

→ Karena  $\rho < \rho_{\min}$ , maka dipakai  $\rho_{\min} = 0,0058$

$$A_s = \rho \cdot b \cdot d \cdot 10^6$$

$$= 0,0058 \cdot 1 \cdot 0,125 \cdot 10^6$$

$$= 725 \text{ mm}^2 \rightarrow A_s' = 785 \text{ mm}^2$$

(Maka dipakai tulangan  $\varnothing 10 - 100$ )

- Tul. Tumpuan arah x

$$m_{tx} = 8,190 \text{ kNm}$$

$$\rho = \frac{M_u}{0,9 \cdot f_y \cdot b \cdot d x^2}$$

$$= \frac{8,190 \cdot 10^{-3}}{0,9 \cdot 240 \cdot 1.0,125^2}$$

$$= 0,00243 \text{ MPa}$$

→ Karena  $\rho < \rho_{\min}$ , maka dipakai  $\rho_{\min} = 0,0058$

$$A_s = \rho \cdot b \cdot d \cdot 10^6$$

$$= 0,0058 \cdot 1 \cdot 0,125 \cdot 10^6$$



$$= 725 \text{ mm}^2 \rightarrow As' = 785 \text{ mm}^2$$

(Maka dipakai tulangan  $\varnothing 10 - 100$ )

- Tul. Tumpuan arah y

$$M_{ty} = 6,502 \text{ kNm}$$

$$\rho = \frac{Mu}{0,9 \cdot f_y \cdot b \cdot d x^2}$$

$$= \frac{6,502 \cdot 10^{-3}}{0,9 \cdot 240 \cdot 1.0125^2}$$

$$= 0,00193 \text{ MPa}$$

→ Karena  $\rho < \rho_{\min}$ , maka dipakai  $\rho_{\min} = 0,0058$

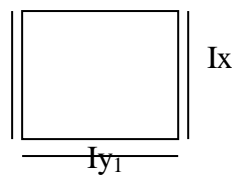
$$As = \rho \cdot b \cdot d \cdot 10^6$$

$$= 0,0058 \cdot 1 \cdot 0,125 \cdot 10^6$$

$$= 725 \text{ mm}^2 \rightarrow As' = 785 \text{ mm}^2$$

(Maka dipakai tulangan  $\varnothing 10 - 100$ )

Untuk pelat lantai bersimbol D



Momen – momen ditentukan sesuai tabel 14 buku dasar-dasar perencanaan beton bertulang pada  $I_{y1}/I_x = 1,8$  untuk kasus IV<sup>A</sup> didapatkan momen-momen sebagai berikut :

$$\begin{aligned} m_{lx} &= 0,067 \cdot W_u \cdot l_x^2 \\ &= 0,067 \cdot 9,382 \cdot 3^2 \\ &= 5,657 \text{ kNm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} m_{ly} &= 0,020 \cdot W_u \cdot l_x^2 \\ &= 0,020 \cdot 9,382 \cdot 3^2 \\ &= 1,689 \text{ kNm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} m_{tx} &= 0,113 \cdot W_u \cdot l_x^2 \\ &= 0,113 \cdot 9,382 \cdot 3^2 \\ &= 9,541 \text{ kNm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} m_{ty} &= 0,077 \cdot W_u \cdot l_x^2 \\ &= 0,077 \cdot 9,382 \cdot 3^2 \\ &= 6,502 \text{ kNm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} m_{tix} &= \frac{1}{2} m_{lx} \\ &= \frac{1}{2} \cdot 5,657 \\ &= 2,826 \text{ kNm} \end{aligned}$$

$$m_{ty} = \frac{1}{2} m_{ly}$$

$$= \frac{1}{2} \cdot 1,689$$

$$= 0,845 \text{ kN}$$

➤ Perhitungan Penulangan

- Tul. Lapangan arah x

$$m_{lx} = 5,657 \text{ kNm}$$

$$\rho = \frac{Mu}{0,9 \cdot f_y \cdot b \cdot d x^2}$$

$$= \frac{5,657 \cdot 10^{-3}}{0,9 \cdot 240 \cdot 1.0125^2}$$

$$= 0,00168 \text{ MPa}$$

→ Karena  $\rho < \rho_{\min}$ , maka dipakai  $\rho_{\min} = 0,0058$

$$A_s = \rho_{\min} \cdot b \cdot d \cdot 10^6$$

$$= 0,0058 \cdot 1 \cdot 0,125 \cdot 10^6$$

$$= 725 \text{ mm}^2 \rightarrow A_s' = 785 \text{ mm}^2$$

(Maka dipakai tulangan  $\varnothing 10 - 100$ )

- Tul. Lapangan arah y

$$m_{ly} = 1,689 \text{ kNm}$$

$$\rho = \frac{Mu}{0,9 \cdot fy \cdot b \cdot dx^2}$$

$$= \frac{1,689 \cdot 10^{-3}}{0,9 \cdot 240 \cdot 1 \cdot 0,125^2}$$

$$= 0,00050 \text{ MPa}$$

→ Karena  $\rho < \rho_{\min}$ , maka dipakai  $\rho_{\min} = 0,0058$

$$As = \rho \cdot b \cdot d \cdot 10^6$$

$$= 0,0058 \cdot 1 \cdot 0,125 \cdot 10^6$$

$$= 725 \text{ mm}^2 \rightarrow As' = 785 \text{ mm}^2$$

(Maka dipakai tulangan  $\varnothing 10 - 100$ )

- Tul. Tumpuan arah x

$$mtx = 9,541 \text{ kNm}$$

$$\rho = \frac{Mu}{0,9 \cdot fy \cdot b \cdot dx^2}$$

$$= \frac{9,541 \cdot 10^{-3}}{0,9 \cdot 240 \cdot 1 \cdot 0,125^2}$$

$$= 0,00283 \text{ MPa}$$

→ Karena  $\rho < \rho_{\min}$ , maka dipakai  $\rho_{\min} = 0,0058$

$$As = \rho \cdot b \cdot d \cdot 10^6$$

$$= 0,0058 \cdot 1 \cdot 0,125 \cdot 10^6$$

$$= 725 \text{ mm}^2 \rightarrow A_s' = 785 \text{ mm}^2$$

(Maka dipakai tulangan  $\varnothing 10 - 100$ )

- Tul. Tumpuan arah y

$$M_{ty} = 6,502$$

$$\rho = \frac{Mu}{0,9 \cdot f_y \cdot b \cdot d x^2}$$

$$= \frac{6,502 \cdot 10^{-3}}{0,9 \cdot 240 \cdot 1 \cdot 0,125^2}$$

$$= 0,00193 \text{ MPa}$$

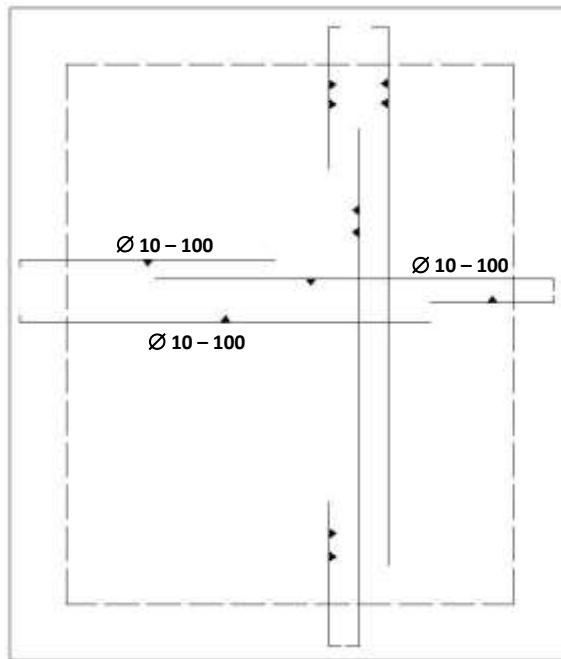
→ Karena  $\rho < \rho_{\min}$ , maka dipakai  $\rho_{\min} = 0,0058$

$$A_s = \rho \cdot b \cdot d \cdot 10^6$$

$$= 0,0058 \cdot 1 \cdot 0,125 \cdot 10^6$$

$$= 725 \text{ mm}^2 \rightarrow A_s' = 785 \text{ mm}^2$$

(Maka dipakai tulangan  $\varnothing 10 - 100$ )



**Gambar 3.15** *Penulangan plat*

### 3.3.6.3 Periksa Lebar Retak

Sesuai dengan buku Gideon (Dasar – Dasar Perencanaan Beton Bertulang Ir. Gideon H.Kusuma M.Eng hal 64 ), bahwa persyaratan lebar retak untuk lantai dengan  $f_y$  240 Mpa tidak perlu diperiksa kembali, dan untuk struktur di dalam ruangan lebar retak 0,40 mm dianggap sudah memenuhi, sedangkan untuk konstruksi yang dipengaruhi cuaca 0,30 mm.

### 3.4 PERENCANAAN PORTAL

#### 3.4.1 Ketentuan Umum

Perencanaan portal terdiri dari perencanaan sloof, balok, dan kolom serta pelat lantai. Kolom dan balok dicor secara monofit untuk menahan gaya gravitasi dan gempa bumi. Pembebanan portal dan pelat lantai meliputi beban mati (beban sendiri balok, beban sendiri kolom, berat sendiri pelat lantai, dan berat dinding yang bekerja di atas balok), beban hidup (berdasarkan fungsi dari bangunan tersebut dan ditentukan dalam SNI 03-1726-2002), dan beban gempa (perencanaan beban gempa berdasarkan SNI Gempa 1726;2012)

#### 3.4.2 Langkah-langkah Analisis SAP 2000

Mutu beton ( $f'c$ )		= 24,09 Mpa (K-300)
Mutu baja tulangan ( $f_y$ )		= 400 Mpa
Dimensi	Balok B2	= 300 x 800 mm
	Balok B3	= 300 x 500 mm
	Balok B5	= 300 x 600 mm
	Balok BA1	= 250 x 600 mm
	Balok BA2	= 250 x 400 mm
	Balok BA3	= 250 x 450 mm
	Balok BA5	= 250 x 300 mm
	Balok Lift	= 300 x 600 mm
	Balok Sloof	= 250 x 300 mm

Balok Ringbalk = 300 x 500 mm

kolom K1 = 500 x 800 mm

kolom K2 = 400 x 600 mm

kolom K3 = 350 x 500 mm

Beban Hidup = 250 kg/m<sup>2</sup>

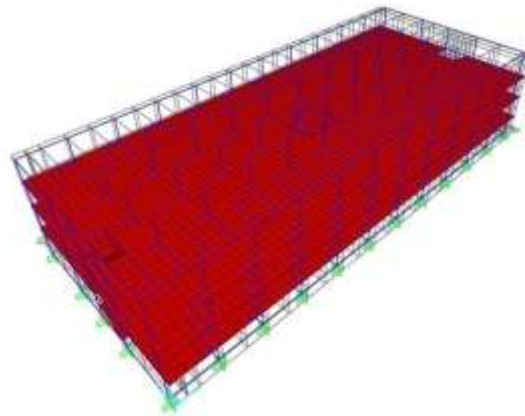
Mati = 150 kg/m<sup>2</sup>

Berat dinding = 200 kg/m<sup>2</sup>

Input SAP 2000

- Memasukkan beban Mati pada pelat dan tangga

Beban mati yang bekerja pada pelat lantai dan tangga serta bordes adalah sebesar 150 kg/m<sup>2</sup>.



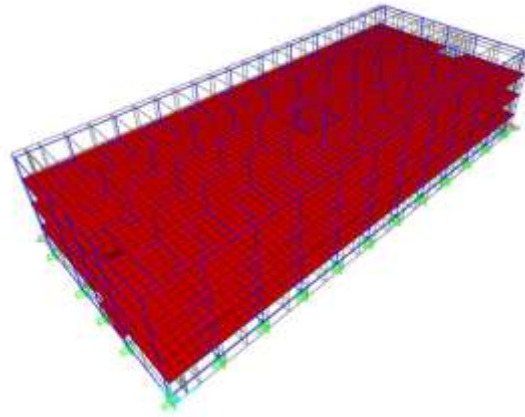
Gambar 3.16 Beban mati pada portal

- Memasukkan beban hidup pada pelat dan tangga

Untuk gedung yang berfungsi sebagai rumah susun maka sesuai dengan Peraturan Pembebanan Indonesia Untuk Gedung yang bekerja pada



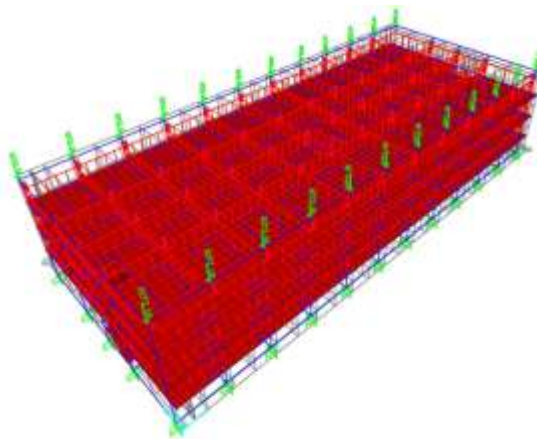
pelat lantai adalah sebesar  $250 \text{ kg/m}^2$  sedangkan pada tangga dan bordes sebesar  $300 \text{ kg/m}^2$ .



Gambar 3.17 Beban hidup pada portal

- Memasukkan beban mati pada balok

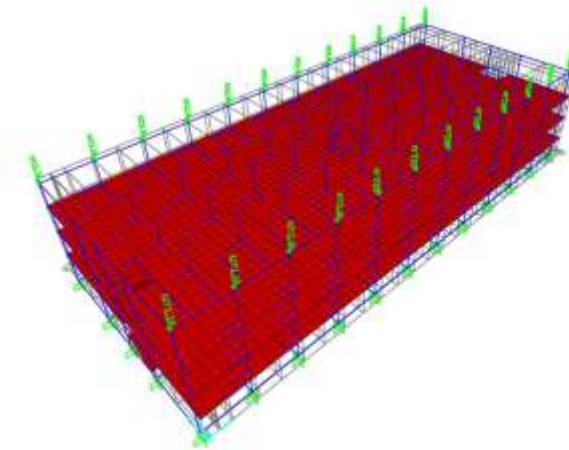
Pada balok yang bekerja adalah beban pada dinding. Pada perencanaan ini dinding yang digunakan adalah dinding batako dengan ketinggian dinding 3,7 m.



Gambar 3.18 Beban merata akibat dinding

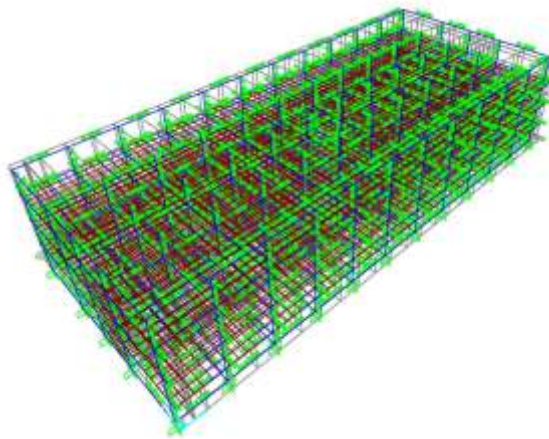
- Memasukkan beban akibat atap

Beban yang ditimbulkan atap berupa beban terpusat pada masing-masing kolom yang memikul kuda-kuda. Beban akibat atap sebesar 8273,58 kg.



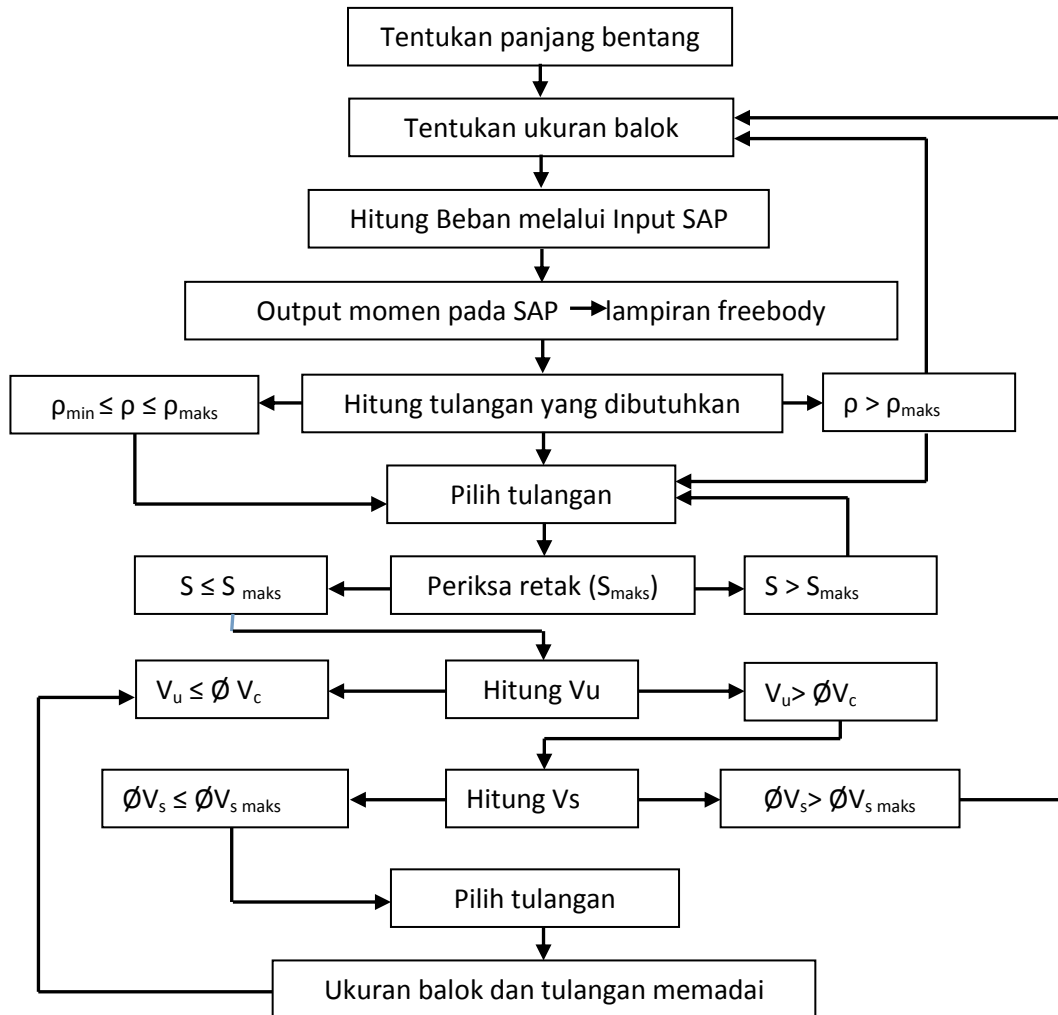
Gambar 3.19 Beban terpusat akibat kuda-kuda

- Hasil analisis SAP 2000



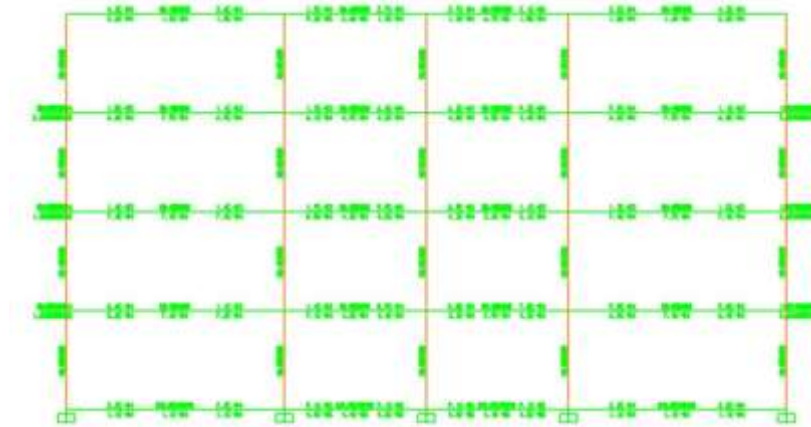
Gambar 3.20 Hasil analisis SAP 2000

### 3.4.3 Diagram Alir Untuk Perencanaan Portal



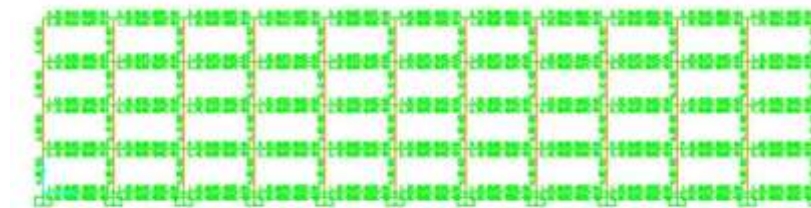
Gambar 3.21 Diagram alir perencanaan portal

### 3.4.3.1 Perencanaan Balok, Kolom dan Sloof



Gambar 3.22 Tampilan Portal

### 3.4.4 Penulangan Balok Struktur



Gambar 3.23 Portal memanjang

#### Balok B2 pada lantai 2

Tinggi balok (h) = 800 mm

Lebar balok (b) = 300 mm

Tebal penutup beton (p) = 40 mm

Ø Tulangan = 19 mm

Ø Sengkang = 10 mm

$$f_c' = 24,05 \text{ MPa} \quad f_y = 240 \text{ MPa}$$

$$d_{ef} = h - p - \varnothing_{\text{sengkang}} - \frac{1}{2} \varnothing_{\text{utama}}$$
$$= 800 - 40 - 10 - \frac{1}{2} \cdot 19 = 740,5 \text{ mm}$$

$$d' = h - p - \frac{1}{2} \text{ sengkang}$$
$$= 800 - 40 - \frac{1}{2} \cdot 10 = 755 \text{ mm}$$

$$M_{\text{tump}} = -163,241 \text{ KNm}$$

$$M_{\text{lap}} = 164,942 \text{ KNm}$$

$$V_u = 134,780 \text{ KN}$$

$$\rho_{\min} = \frac{1,4}{f_y} = \frac{1,4}{240} = 0,0058$$

$$\rho_{\text{maks}} = 0,75 \cdot \rho_b$$
$$= 0,75 \cdot 0,0064$$
$$= 0,048$$

$$\rho_b = \frac{0,85 \cdot f_c \cdot \beta}{f_y} \left( \frac{600}{600 + f_y} \right)$$
$$= \frac{0,85 \cdot 24,05 \cdot 0,85}{240} \left( \frac{600}{600 + 240} \right) = 0,0517$$

- **Tulangan Tumpuan**

$$M_u = 163,241 \text{ KNm}$$

$$\rho = \frac{Mu}{bd^2} = \frac{163,241}{0,30 \cdot 0,7405^2} = 992,334 \text{ KN/m}^2 = 0,992 \text{ MPa}$$

Dari tabel 52.a didapat :

$$-\frac{900 - 992}{900 - 1000} = \frac{0,0049 - x}{0,0049 - 0,0055}$$

$$\frac{-92}{-100} = \frac{0,0049 - x}{-0,0006}$$

$$\frac{-92 \cdot (0,0006)}{-100} = 0,0049 - x$$

$$= 0,0049 - (-0,000552)$$

$$k = 0,005452$$

→ maka dipakai  $\rho = 0,0055$

$$As = \rho \cdot b \cdot d \cdot 10^6$$

$$= 0,0055 \cdot 0,4 \cdot 0,7405 \cdot 10^6$$

$$= 1221,8 \text{ mm}^2$$

Maka dipakai tulangan 5 Ø 19 (  $As = 1418 \text{ mm}^2$  )

- **Tulangan Lapangan**

$$Mu = 164,942 \text{ KNm}$$

$$\rho = \frac{Mu}{b \cdot d^2} = \frac{164,942}{0,30 \cdot 0,7405^2} = 1002,674 \text{ KN/m}^2 = 1,002 \text{ MPa}$$

Dari tabel 52.a didapat :

$$- \frac{1000 - 1002}{1000 - 1100} = \frac{0,0055 - x}{0,0055 - 0,0061}$$

$$\frac{-2}{-100} = \frac{0,0055 - x}{-0,0006}$$

$$\frac{-2 \cdot (0,0006)}{-100} = 0,0055 - x$$

$$= 0,0055 - (-0,000012)$$

$$= 0,0055$$

→ maka dipakai  $\rho = 0,0055$

$$A_s = \rho \cdot b \cdot d \cdot 10^6$$

$$= 0,0055 \cdot 0,3 \cdot 0,7405 \cdot 10^6$$

$$= 1221,8 \text{ mm}^2$$

Maka dipakai tulangan 5 Ø 19 (  $A_s = 1418 \text{ mm}^2$  )

- Kontrol spasi :

$$S = \frac{b - 2 \cdot p - n \cdot \phi_{tul} - 2 \cdot \phi_{sengkang}}{n - 1}$$

$$= \frac{300 - (2 \cdot 40) - (5 \cdot 19) - (2 \cdot 10)}{5 - 1}$$

$$= 26,25 \text{ mm} > 25 \text{ mm (OKE) (SKSNI T - 15 - 1991 - 03)}$$

- **Tulangan Geser Tumpuan**

$$V_u = 134,78 \text{ KN}$$

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

$$= \frac{\sqrt{24,09}}{6} \cdot 300 \cdot 755 \cdot 10^{-3}$$

$$= 185,129 \text{ KN}$$

Syarat  $V_u > \frac{1}{2} \cdot \phi \cdot V_c$

$$= \frac{1}{2} \cdot 0,6 \cdot 185,129$$

$$= 55,539 \text{ KN}$$

$$V_s = \frac{\sqrt{v_u}}{0,6} \cdot \frac{1}{2} \cdot \phi \cdot V_c$$

$$= \frac{134,78}{0,6} - 55,539 = 169,095 \text{ KN}$$

$A_v =$  luasan penampang sengkang ( $\phi 10 = 157 \text{ mm}^2$ )

$$S = \frac{A_v \cdot d \cdot f_y \cdot 10^3}{V_s}$$

$$= \frac{157 \cdot 755 \cdot 240 \cdot 10^{-3}}{169,095} = 168,239 \text{ mm}^2$$

Digunakan sengkang  $\phi 10 - 200 \text{ mm}^2$  ( $A_s = 201 \text{ mm}^2$ )



## Balok Ba pada lantai 2

$$\text{Tinggi balok (h)} = 300 \text{ mm}$$

$$\text{Lebar balok (b)} = 250 \text{ mm}$$

$$\text{Tebal penutup beton (p)} = 40 \text{ mm}$$

$$\text{Ø Tulangan} = 16 \text{ mm}$$

$$\text{Ø Sengkang} = 10 \text{ mm}$$

$$f_c = 24,09 \text{ MPa} \quad f_y = 240 \text{ MPa}$$

$$d_{ef} = h - p - \text{Ø sengkang} - \frac{1}{2} \text{Ø utama}$$

$$= 300 - 40 - 10 - \frac{1}{2} \cdot 16 = 242 \text{ mm}$$

$$d' = h - p - \frac{1}{2} \text{ sengkang}$$

$$= 300 - 40 - \frac{1}{2} \cdot 10 = 255 \text{ mm}$$

$$M_{tump} = -10,806 \text{ KNm}$$

$$M_{lap} = 9,327 \text{ KNm}$$

$$V_u = 14,490 \text{ KN}$$

$$\rho_{\min} = \frac{1,4}{f_y} = \frac{1,4}{240} = 0,0058$$

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

$$= 0,75 \cdot 0,0064$$

$$= 0,048$$

$$\rho b = \frac{0,85 \cdot f_c \cdot \beta \left( \frac{600}{600 + f_y} \right)}{f_y}$$

$$= \frac{0,85 \cdot 24,09 \cdot 0,85 \left( \frac{600}{600 + 240} \right)}{240} = 0,051$$

- **Tulangan Tumpuan**

$$M_u = 10,806 \text{ KNm}$$

$$k = \frac{M_u}{b \cdot d^2} = \frac{10,806}{0,20 \cdot 0,242^2} = 738,06 \text{ KN/m}^2 = 0,738 \text{ MPa}$$

Dari tabel 52.a didapat :

$$-\frac{700 - 738}{700 - 800} = \frac{0,0038 - x}{0,0038 - 0,0043}$$

$$\frac{-38}{-100} = \frac{0,0038 - x}{-0,0005}$$

$$\frac{-38 \cdot (0,0005)}{-100} = 0,0038 - x$$

$$= 0,008 - (-0,00019)$$

$$= 0,00399$$

→ maka dipakai  $\rho = 0,0040$

$$A_s = \rho \cdot b \cdot d \cdot 10^6$$

$$= 0,0040 \cdot 0,25 \cdot 0,255 \cdot 10^6 = 255 \text{ mm}^2$$

Maka dipakai tulangan 2 Ø 19 (As = 567mm<sup>2</sup>)

- **Tulangan Lapangan**

$$Mu = 9,327 \text{ KNm}$$

$$k = \frac{Mu}{bd^2} = \frac{9,327}{0,25 \cdot 0,242^2} = 637,047 \text{ KN/m}^2 = 0,637 \text{ MPa}$$

Dari tabel 52.a didapat :

$$- \frac{600 - 637}{600 - 700} = \frac{0,0032 - x}{0,0032 - 0,0038}$$

$$\frac{-37}{-100} = \frac{0,0032 - x}{-0,0006}$$

$$\frac{-37 \cdot (0,0006)}{-100} = 0,0032 - x$$

$$= 0,0032 - (-0,00022)$$

$$= 0,0034$$

→ maka dipakai  $\rho = 0,0034$

$$As = \rho \cdot b \cdot d \cdot 10^6$$

$$= 0,0034 \cdot 0,25 \cdot 0,255 \cdot 10^6$$

$$= 216,8 \text{ mm}^2$$

Maka dipakai tulangan 2 Ø 19 (  $A_s = 567 \text{ mm}^2$  )

- Kontrol spasi :

$$S = \frac{b - 2.p - n.\phi_{tul} - 2.\phi_{sengkang}}{n - 1}$$
$$= \frac{250 - (2.40) - (2.19) - (2.10)}{2 - 1}$$

$$= 112 \text{ mm} > 25 \text{ mm (OKE) (SKSNI T - 15 - 1991 - 03)}$$

- **Tulangan Geser**

$$V_u = 14,490 \text{ KN}$$

$$V_c = \sqrt{f_c} / 6 \cdot b \cdot d'$$

$$= \frac{\sqrt{24,09}}{6} \cdot 250 \cdot 255 \cdot 10^{-3}$$

$$= 52,106 \text{ KN}$$

$$\text{Syarat } V_u > \frac{1}{2} \cdot \phi \cdot V_c$$

$$= \frac{1}{2} \cdot 0,6 \cdot 52,106$$

$$= 15,632 \text{ KN}$$

$$\text{Didapat } = V_u < \frac{1}{2} \cdot \phi \cdot V_c$$

Karena  $V_u < \frac{1}{2} \cdot \phi \cdot V_c$  maka digunakan tulangan geser minimum Ø 8 – 200  $\text{mm}^2$  (  $A_s = 251 \text{ mm}^2$  )

### 3.4.5 Penulangan Sloof

Mengingat dimensi sloof memanjang dan sloof melintang sama, digunakan sloof yang memiliki nilai V dan M terbesar, yaitu sloof melintang.

$$\text{Tinggi balok (h)} = 300 \text{ mm}$$

$$\text{Lebar balok (b)} = 250 \text{ mm}$$

$$\text{Tebal penutup beton (p)} = 30 \text{ mm}$$

$$\text{Ø Tulangan} = 19 \text{ mm}$$

$$\text{Ø Sengkang} = 10 \text{ mm}$$

$$f_c' = 24,09 \text{ MPa} \quad f_y = 240 \text{ MPa}$$

$$\begin{aligned} d_{ef} &= h - p - \text{Ø sengkang} - \frac{1}{2} \text{Ø utama} \\ &= 300 - 30 - 10 - \frac{1}{2} \cdot 19 = 250,5 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} d' &= h - p - \frac{1}{2} \text{ sengkang} \\ &= 300 - 30 - \frac{1}{2} \cdot 10 = 265 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$M_u = 5,302 \text{ KNm}$$

$$V = 5,302 \text{ KN}$$

$$\rho_{\min} = \frac{1,4}{f_y} = \frac{1,4}{240} = 0,0058$$

$$\begin{aligned} \rho_{\max} &= 0,75 \cdot \rho_b \\ &= 0,75 \cdot 0,0064 \end{aligned}$$

$$= 0,048$$

$$\rho b = \frac{0,85 \cdot f_c \cdot \beta \left( \frac{600}{600 + f_y} \right)}{f_y}$$

$$= \frac{0,85 \cdot 24,09 \cdot 0,85 \left( \frac{600}{600 + 240} \right)}{240} = 0,051$$

- **Tulangan Tumpuan**

$$M_u = 5,302 \text{ KNm}$$

$$k = \frac{M_u}{b d^2} = \frac{5,302}{0,25 \cdot 0,2505^2} = 337,975 \text{ KN/m}^2 = 0,338 \text{ MPa}$$

→ maka dipakai  $\rho = 0,0019$

$$\begin{aligned} A_s &= \rho \cdot b \cdot d \cdot 10^6 \\ &= 0,0019 \cdot 0,25 \cdot 0,265 \cdot 10^6 \\ &= 125,9 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Maka dipakai tulangan 2 Ø 10 (  $A_s = 157 \text{ mm}^2$  )

- Kontrol spasi :

$$S = \frac{b - 2 \cdot p - n \cdot \phi_{tul} - 2 \cdot \phi_{sengkang}}{n - 1}$$

$$= \frac{250 - (2.30) - (2.20) - (2.10)}{2 - 1}$$

$$= 130 \text{ mm} > 25 \text{ mm (OKE) (SKSNI T - 15 - 1991 - 03)}$$

- **Tulangan Geser**

$$V_u = 5,302 \text{ KN}$$

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

$$= \frac{\sqrt{24,09}}{6} \cdot 250 \cdot 265 \cdot 10^{-3}$$

$$= 54,149 \text{ KN}$$

$$\text{Syarat } V_u > \frac{1}{2} \cdot \phi \cdot V_c$$

$$= \frac{1}{2} \cdot 0,6 \cdot 54,149$$

$$= 16,245 \text{ KN}$$

$$\text{Didapat } = V_u < \frac{1}{2} \cdot \phi \cdot V_c$$

Karena  $V_u < \frac{1}{2} \cdot \phi \cdot V_c$  maka digunakan tulangan geser minimum  $\phi 8 - 200$  mm<sup>2</sup> ( $A_s = 251 \text{ mm}^2$ )

### 3.4.6 Penulangan Ring Balk

Mengingat dimensi ringbalk memanjang dan sloof melintang sama, digunakan ringbalk yang memiliki nilai V dan M terbesar, yaitu ringbalk melintang.

$$\text{Tinggi balok (h)} = 500 \text{ mm}$$

$$\text{Lebar balok (b)} = 300 \text{ mm}$$

$$\text{Tebal penutup beton (p)} = 20 \text{ mm}$$

$$\text{Ø Tulangan} = 19 \text{ mm}$$

$$\text{Ø Sengkang} = 10 \text{ mm}$$

$$f_c' = 24,09 \text{ MPa} \quad f_y = 240 \text{ MPa}$$

$$\begin{aligned} d_{ef} &= h - p - \text{Ø sengkang} - \frac{1}{2} \text{Ø utama} \\ &= 300 - 20 - 10 - \frac{1}{2} \cdot 19 = 260,5 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} d' &= h - p - \frac{1}{2} \text{ sengkang} \\ &= 300 - 20 - \frac{1}{2} \cdot 10 = 275 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$M_u = 10,788 \text{ KNm}$$

$$V = 10,678 \text{ KN}$$

$$\rho_{\min} = \frac{1,4}{f_y} = \frac{1,4}{240} = 0,0058$$

$$\begin{aligned} \rho_{maks} &= 0,75 \cdot \rho_b \\ &= 0,75 \cdot 0,0064 \\ &= 0,048 \end{aligned}$$

$$\rho_b = \frac{0,85 \cdot f_c \cdot \beta}{f_y} \left( \frac{600}{600 + f_y} \right)$$



$$= \frac{0,85 \cdot 24,09 \cdot 0,85}{240} \left( \frac{600}{600 + 240} \right) = 0,051$$

- **Tulangan Tumpuan**

$$M_u = 10,788 \text{ KNm}$$

$$k = \frac{M_u}{b \cdot d^2} = \frac{10,788}{0,3 \cdot 0,2605^2} = 529,912 \text{ KN/m}^2 = 0,530 \text{ MPa}$$

→ maka dipakai  $\rho_{maks} = 0,0030$

$$\begin{aligned} A_s &= \rho \cdot b \cdot d \cdot 10^6 \\ &= 0,0030 \cdot 0,3 \cdot 0,2605 \cdot 10^6 \\ &= 185,4 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Maka dipakai tulangan 5 Ø 10 ( $A_s = 393 \text{ mm}^2$ )

- Kontrol spasi :

$$\begin{aligned} S &= \frac{b - 2 \cdot p - n \cdot \phi_{tul} - 2 \cdot \phi_{senggang}}{n - 1} \\ &= \frac{300 - (2 \cdot 20) - (5 \cdot 10) - (2 \cdot 10)}{5 - 1} \end{aligned}$$

$$= 47,5 \text{ mm} > 25 \text{ mm (OKE) (SKSNI T - 15 - 1991 - 03)}$$

- **Tulangan Geser**

$$V_u = 10,678 \text{ KN}$$

$$\begin{aligned}
 V_c &= \frac{\sqrt{f_c}}{6} \cdot b \cdot d' \\
 &= \frac{\sqrt{24,09}}{6} \cdot 300 \cdot 275 \cdot 10^{-3} \\
 &= 67,431 \text{ KN}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Syarat } \rightarrow V_u &> \frac{1}{2} \cdot \phi \cdot V_c \\
 &= \frac{1}{2} \cdot 0,6 \cdot 67,431 \\
 &= 20,229 \text{ KN}
 \end{aligned}$$

$$\text{Didapat } = V_u < \frac{1}{2} \cdot \phi \cdot V_c$$

Karena  $V_u < \frac{1}{2} \cdot \phi \cdot V_c$  maka digunakan tulangan geser minimum  $\phi 8 - 200$  mm<sup>2</sup> ( $A_s = 251 \text{ mm}^2$ )

### 3.4.7 Penulangan Kolom

Untuk perhitungan portal dengan menggunakan frame : 1559 di jadikan acuan karena memiliki nilai M dan P terbesar,

Dari perhitungan SAP 2000 diperoleh data sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 P_u &= 146238,564 \text{ kg} &= 1462385,64 \text{ N} \\
 M_u &= 5738,401 \text{ kgm} &= 57384,01 \text{ Nm} \\
 A_{gr} &= 500 \times 800 \text{ mm} &= 400000 \text{ mm}^2 \\
 f'_c &= 29,05 \text{ Mpa}
 \end{aligned}$$

$$\frac{Pu}{\phi A_{gr} 0,85 f'_c} = \frac{1462385,64}{0,65 \times 400000 \times 0,85 \times 24,09} = 0,275 > 0,1$$

$$e = \frac{Mu}{Pu} = \frac{57384,01}{1462385,64} = 0,0392 \text{ m} = 39,2 \text{ mm}$$

$$\frac{e}{h} = \frac{39,2}{800} = 0,049$$

$$\left[ \frac{Pu}{\phi A_{gr} 0,85 f'_c} \right] \left[ \frac{e}{h} \right] = 0,275 \times 0,049 = 0,0135$$

$r = 0,01$  (diperoleh dari pembacaan grafik pada buku “dasar-dasar perencanaan beton bertulang)

$$\beta = 1,2 (f'_c = 24,09 \text{ MPa} = 30 \text{ MPa})$$

$$\rho = r \beta = 0,01 \times 1,2 = 0,012$$

$$A_{Stot} = \rho A_{gr} = 0,012 \times 400000 = 4800 \text{ mm}^2$$

Dipilih tulangan 8  $\emptyset$  28 ( $4926 \text{ mm}^2$ ) per sisinya.

Cek tulangan geser

Dari analisis SAP 2000 diperoleh

$$V_u = 98148,655 \text{ N}$$

$$\begin{aligned} V_c &= 1/6 \sqrt{f'_c} \cdot b \cdot d \\ &= 1/6 \times \sqrt{24,09} \times 500 \times 775 \\ &= 316985,1 \text{ N} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \phi V_c &= 0,6 \times 316985,1 \\ &= 190191,063 \text{ N} \end{aligned}$$

$V_u < \phi V_c$  maka tidak perlu tulangan geser

Meski tidak diperlukan tulangan geser tapiii tetap dipakai sengkang  $\emptyset$  10-150 mm

## 3.5 PERENCANAAN PONDASI

### 3.5.1 Dasar Perencanaan

Struktur bawah (*Sub Structure*) ditentukankan berdasarkan data di lapangan dengan menggunakan konstruksi pondasi tiang pancang berdiameter 50 cmmenggunakan bahan beton bertulang dengan mutu beton  $f_c' = 30$  MPa dan mutu baja  $f_y = 240$  MPa. Perhitungan pondasi mini pile didasarkan pada kekuatan lekatan tanah (*friction*) yang terdapat dalam lampiran data sondir lapangan. Metode dalam perhitungan menggunakan buku “Teknik Fondasi 2” oleh Hary Christady Hardiyatmo.

### 3.5.2 Data Pondasi Tiang Pancang

Digunakan pondasi tiang pancang dengan bentuk bulat berdiameter 50

$$\text{Keliling} = 2\pi r = 2 \times 3,14 \times 25 = 157 \text{ cm}$$

$$\text{Luas penampang} = \pi r^2 = 3,14 \times 25^2 = 1962,5 \text{ cm}^2$$

$$\text{Mutu beton } f_c = 30 \text{ MPa } f_y = 240 \text{ MPa}$$

### 3.5.3 Daya Dukung

➤ Berdasarkan Data Sondir

$$q_c = 330 \text{ kg/cm}^2$$

$$\text{Nilai friction (kedalaman 26,4 m)} = 1994,67 \text{ kg/cm}^2$$

### 3.5.4 Perhitungan Daya Pikul Tiang

$$P \text{ tiang} = \frac{(q_c \times A_p)}{3} + \frac{(f_f \times A_s)}{5}$$

$$\begin{aligned}
&= \frac{(330 \times 1962,5)}{5} + \frac{(1994,67 \times 157)}{10} \\
&= 129525 + 31316,319 \\
&= 160841,319 \text{ kg} \\
&= 160,841 \text{ ton}
\end{aligned}$$

Untuk tiang pancang diameter 50x50 mempunyai daya dukung izin material mempunyai daya dukung material sebesar . sedangkan kekuatan jack in pile untuk menekan tiang pancang adalah 2 kali daya dukung material, jadi agar tiang mampu menahan beban jack in pile dapat dihitung:

$$\frac{Q_{\text{bahan}}}{2} = \frac{3229}{2} = 1614,5 \text{ kN} = 161,4 \text{ ton}$$

1. Penentuan kapasitas dukung tiang group ( $Q_{\text{all group}}$ ) = 112,588 ton
2. Penentuan jumlah tiang (n) dan konfigurasi titik tiang pada tiang group

$$\begin{aligned}
n &= \frac{Fz}{0,8 \times Q_{\text{all group}}} \\
&= \frac{240,4}{0,8 \times 112,588}
\end{aligned}$$

= 3 tiang

3. Contoh perhitungan Q (berdasarkan kombinasi(DL+LL) pada tiangQ1 :

$$Q1 = \frac{Fz}{n} \pm \frac{My.x1}{\Sigma(X^2)} \pm \frac{Mx.y1}{\Sigma(Y^2)}$$

$$= \frac{267}{3} + \frac{-1,5 \times (-1,5)}{2,3} + \frac{-4,8 \times 1,69}{5} = 88,356 \text{ ton}$$

Dari data perhitungan Q setiap tiang dengan berbagai kombinasi pembebanan didapat nilai pembebanan maksimum pada kombinasi pembebanan DL+LL sebesar 88,356 ton

Syarat  $\rightarrow Q < Q_{all \text{ group}}$

$$88,356 < 112,588 \quad \text{OKE}$$

### 3.5.5 Menghitung Kapasitas Ijin Tiang

Diketahui:

L ( panjang tiang pondasi) : 29 meter

d (diamater tiang) : 0,5 meter

e (jarak beban terhadap muka tanah) : 0 meter

My ( tahanan momen tiang) : 401 kN.m

- Untuk  $\frac{L}{d} = \frac{29}{0,5} = 58$

- Untuk  $\frac{e}{d} = \frac{0}{0,5} = 0$

Untuk momen bahan tiang  $My = 401 \text{ kN.m}$

- $\frac{My}{cu d^3} = \frac{401}{18 \times 0,5^3} = 178$

- $$H_u = 9c_u d \left( L - \frac{3d}{2} \right)$$

$$= 9 \times 330 \times 0,5 \times \left( 29 - \frac{3 \times 0,5}{2} \right)$$

$$= 41951,25 \text{ kN}$$

$$F_x : 3,2$$

$$F_y : 11,0$$

$$H = \sqrt{F_y^2 + F_x^2}$$

$$= \sqrt{11^2 + 3,2^2}$$

$$= 11,46 \text{ ton/3 tiang}$$

$$\text{Sehingga} = \frac{11,46}{3} = 3,82 \text{ ton/tiang}$$

$$\text{Syarat : } H < H_u$$

$$3,82 < 228,825 \text{ ton OKE}$$

Momen yang harus ditahan oleh tiang, apabila tanah didesak ke arah horizontal oleh tiang sampai tanah runtuh yaitu:

$$M_{max} = H_u \left( \frac{L}{2} + \frac{3d}{4} \right)$$

Diketahui:

$$H_u = 1,146 \text{ ton} = 11,46 \text{ kN}$$

$$L = 29 \text{ m}$$

$$d = 0,5 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} M_{max} &= H_u \left( \frac{L}{2} + \frac{3d}{4} \right) \\ &= 11,46 \times \left( \frac{29}{2} + \frac{3 \times 0,5}{4} \right) \\ &= 170 \text{ kN.m} \end{aligned}$$

$$\text{syarat} \rightarrow My > 1,4 M_{max}$$

$$401 > 238 \text{ OKE}$$

### 3.5.6. Kontrol Geser Pons

Untuk perhitungan Momen selanjutnya sama dengan perhitungan diatas.

Dari perhitungan diatas didapatkan hasil momen maksimal :

$$M_u : 199,308 \text{ ton.m}$$

Chek terhadap geser pons

Besarnya tinggiefektif (d) pile cap di coba: 77 cm,

$$h : 600 \text{ cm}$$

$$g : 9,81$$

$$\text{Fuz maksimum} : 315,3$$



Mutu beton : K-300

$$\begin{aligned}\text{Jadi} \quad : f_c &= 300 \times 0,83 \\ &= 249 \text{ kg/cm}^2 \approx 25 \text{ Mpa}\end{aligned}$$

sehingga :

- $V_{u \text{ pons}} = F_{uz \text{ maksimum}} \times g$   
 $= 315,3 \times 9,81$   
 $= 3093,093 \text{ kN}$

**Keliling bidang kritis geser pons ( $b_o$ )**

$$\begin{aligned}b_o &= 2(b + d) + 2(h + d) \\ &= 2(600 + 770) + 2(600 + 770) \\ &= 5820 \text{ mm}\end{aligned}$$

- $\varphi V_{c \text{ pons}} = 0,6 \times 0,33 \times \sqrt{f_c} \times b_o \times d$   
 $= 0,6 \times 0,33 \times \sqrt{25} \times 5820 \times 770$   
 $= 5049,389 \text{ kN}$

Syarat  $\longrightarrow V_{u \text{ pons}} < \varphi V_{c \text{ pons}}$   
 $3093,093 < 5049,389$       OKE

Dimana :

d      = tinggi efektif pile cap

b      = lebar kolom (K-60X60)

h      = panjang kolom (K-60X60)

f'c     = mutu beton (30Mpa)

$b_0$  = bidang kritis geser pons (mm)

$g$  = nilai grafitasi (9,81)

### 3.5.7 Penulangan Pile Cap

Penulangan didasarkan pada :

$M_u = 199,308 \text{ KN/m}$

Dimensi pilecap (ditentukan) (A) =  $1,8 \times 1,8$

Tinggi pilecap (ditentukan) (h) = 600 cm

Penutup beton (p) = 40 mm

Diameter tulangan = 77 mm

➤ Tinggi efektif x dx =  $h - p - \frac{1}{2} \text{Ø tul. Utama}$

$$= 600 - 40 - 38,5$$

$$= 521,5 \text{ mm}$$

➤ Penulangan arah x:

$$\rho = \frac{M_u}{\phi \cdot b \cdot d^2} = \frac{199,308}{0,8 \cdot 1,8 \cdot 0,5215^2} = 508,925 \text{ KN/m}^2 = 0,509 \text{ Mpa}$$

- Mencari nilai  $\rho$  :

$$\rho = 400 = 0,0021$$

$$\rho = 500 = 0,0027$$

$$\frac{400 - 500}{400 - 500} = \frac{0,0021 - x}{0,0021 - 0,0027}$$

$$\frac{-95}{-100} = \frac{0,0021 - x}{-0,0006}$$

$$\frac{95 \cdot (-0,0006)}{100} = 0,0021 - x$$

$$x = 0,0026$$

$$\rho = 0,0026$$

- Mencari nilai  $\rho_{\min}$

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

$$= \frac{1,4}{240}$$

$$= 0,0058$$

Karena  $\rho < \rho_{\min}$  maka dipakai  $\rho_{\min}$

As yang dibutuhkan =  $\rho \cdot b \cdot d$

$$= 0,0058 \cdot 1,8 \cdot 0,5125 \cdot 10^6$$

$$= 5350,5 \text{ mm}^2$$

Digunakan  $\phi 25 - 100$  ( $A_s = 6519 \text{ mm}^2$ )

## **BAB V**

### **PENUTUP**

#### **5.1 Simpulan**

1. Dalam perencanaan gedung Apartemen The Pinnacle ini, untuk kuda – kuda batang tarik direncanakan menggunakan baja Profil double siku 2L.80.80.14, 2L75.75.10 dan 2L50.50.5. Untuk gordingnya menggunakan baja profil light lip channels C.125.50.20.4,5. Mutu beton untuk balok, kolom, pelat lantai dan tangga direncanakan menggunakan mutu beton K 300 ( $f_c$  24,09 Mpa), dan mutu tulangan baja untuk diameter < diameter 13,  $F_y$  2400 kg/cm<sup>2</sup> atau U24 (tulangan polos) sedangkan untuk diameter > diameter 13,  $F_y$  4000 kg/cm<sup>2</sup> atau U40 (tulangan deform/ulir). Pondasi yang digunakan menggunakan pondasi tiang pancang.
2. Dalam perencanaan lapangan dan perencanaan ulang banyak didapat bahwa, dalam perencanaan ulang menggunakan atap dan perencanaan lapangan menggunakan dak, balok utama untuk bentang 8 m, perencanaan lapangan menggunakan balok ukuran 350x500 dengan tulangan 3  $\phi$  19, dan perencanaan ulangan menggunakan balok ukuran 300x800 dengan tulangan 5  $\phi$  19, ini dikarenakan perbedaan ukuran balok, momen yang dihasilkan, maka tulangan pun akan menjadi berbeda.

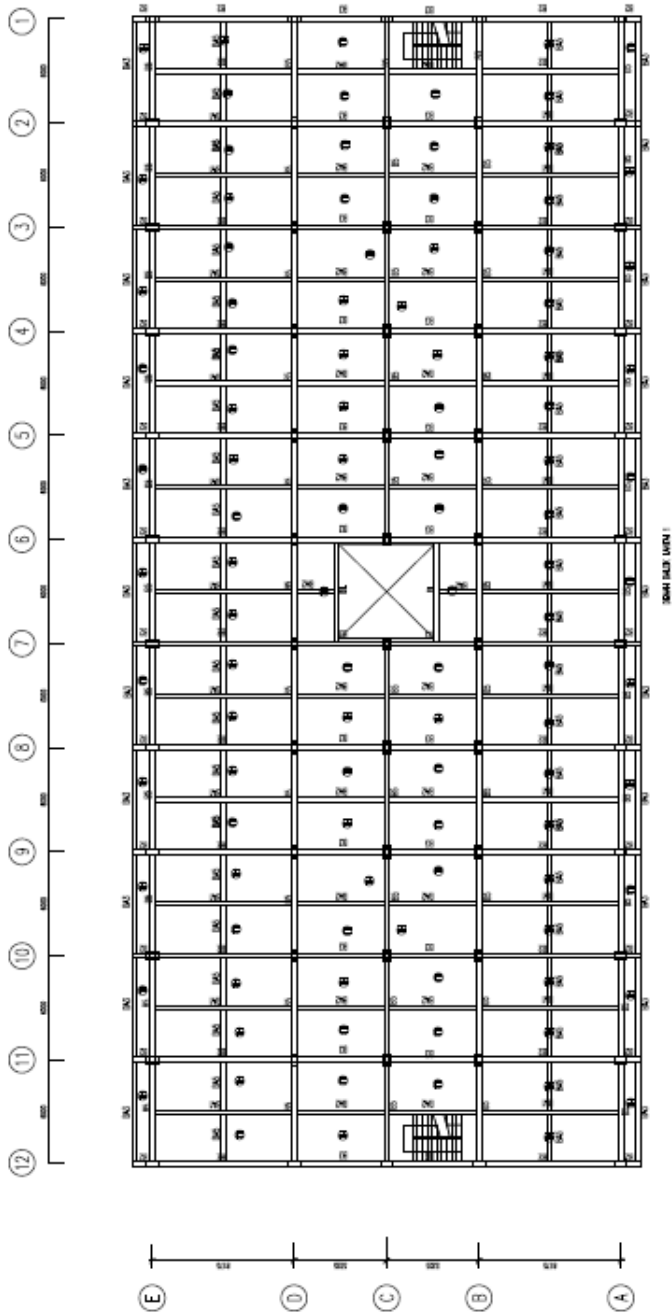
## **1.2 Saran**

Dalam perencanaan redesain pembangunan sebuah gedung, akan lebih mudah jika dalam perencanaannya mengacu pada perencanaan awal yang sudah ada di lapangan, dalam perencanaan desain ulang tidak hanya mengacu pada perencanaan awal, akan tetapi dapat mengacu pada peraturan – peraturan perencanaan struktur yang ada di Indonesia, tidak menutup kemungkinan dalam perencanaan redesain, perencanaan awal masih tetap dipakai sebagai acuan perencanaan yang sudah ada.

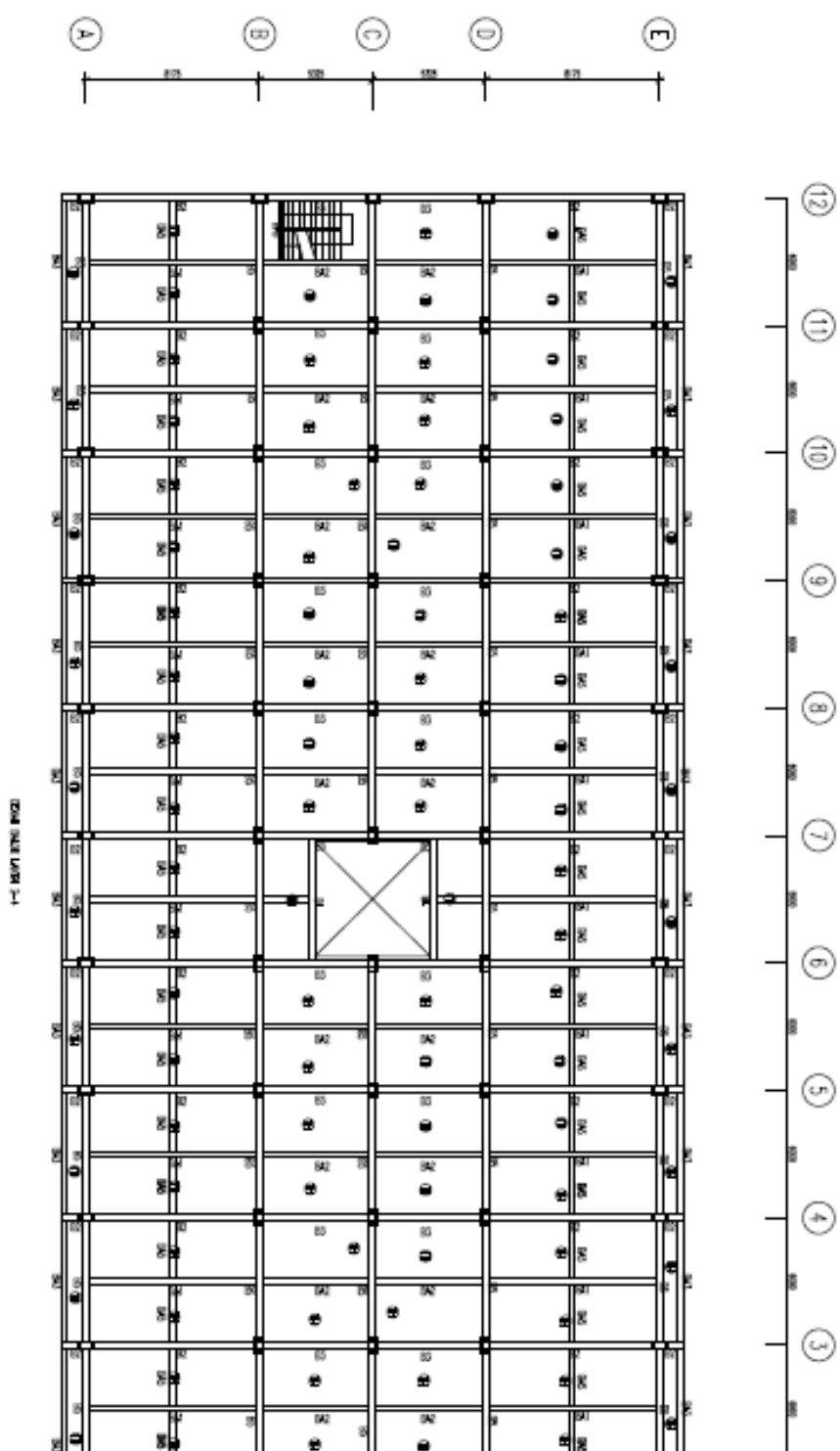
## DAFTAR PUSTAKA

- Dipohusodo, Istimawan. 1994. *Struktur Beton Bertulang*. Jakarta: PT Gramedia Pustaka Utama.
- Gunawan, Rudi dan Morisco. 1988. *Tabel Profi lKonstruksi Baja*. Yogyakarta: Kanisius (Anggota IKAPI). Oentoeng. 1999. *Konstruksi Baja*. Yogyakarta: Andi Offset.
- Tricahyo, Hanggoro dan Himawan Indarto 2013. *Aplikasi SNI Gempa 1726:2012 for Dummies*.
- Cvis, W. C dan Gideon H. Kusuma. 2005. *Dasar – Dasar Perencanaan Beton Bertulang Seri 1*. Jakarta: Erlangga.
- Setiawan, Agus. 2008. *Perencanaan Struktur Baja dengan Metode LRFD*. Jakarta: Erlangga.
- Hardiyatmo, HaryChristady. 1996. *Teknik Fondasi*. Jakarta: PT Gramedia Pustaka Utama.

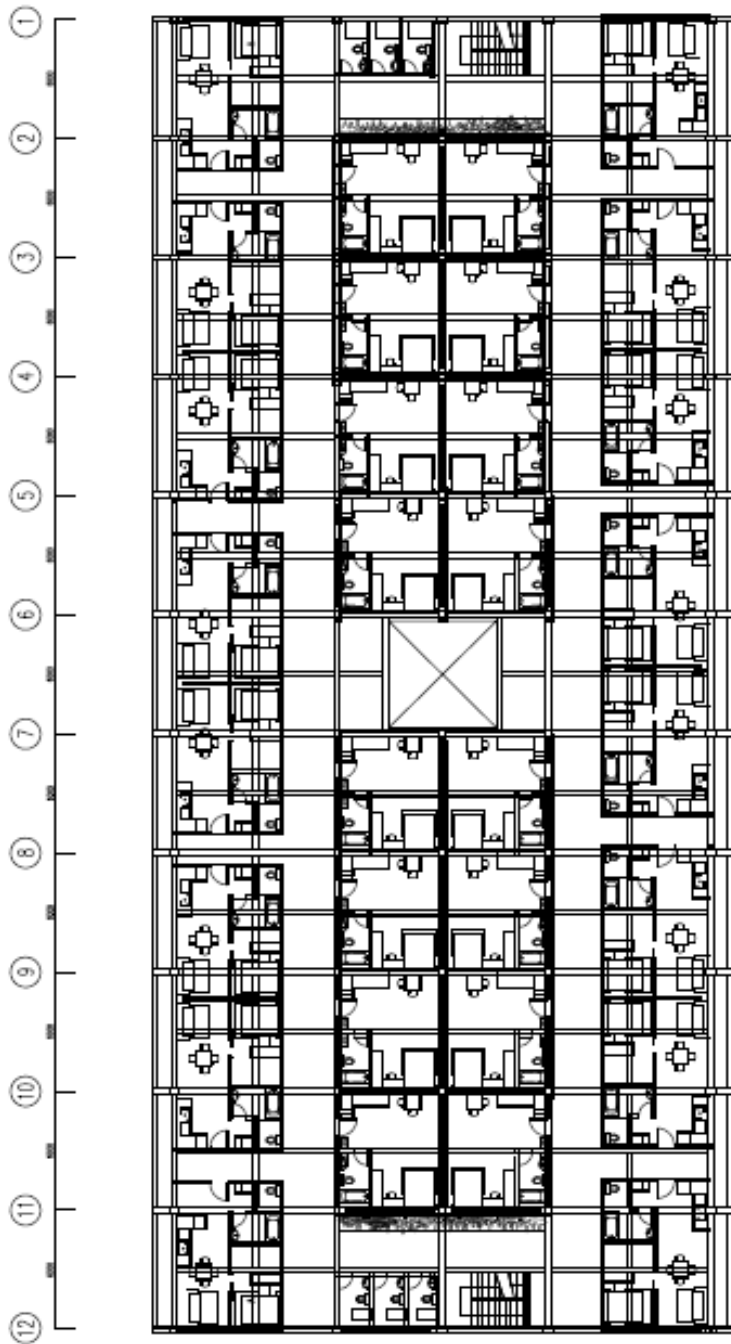
## **Lampiran – lampiran**



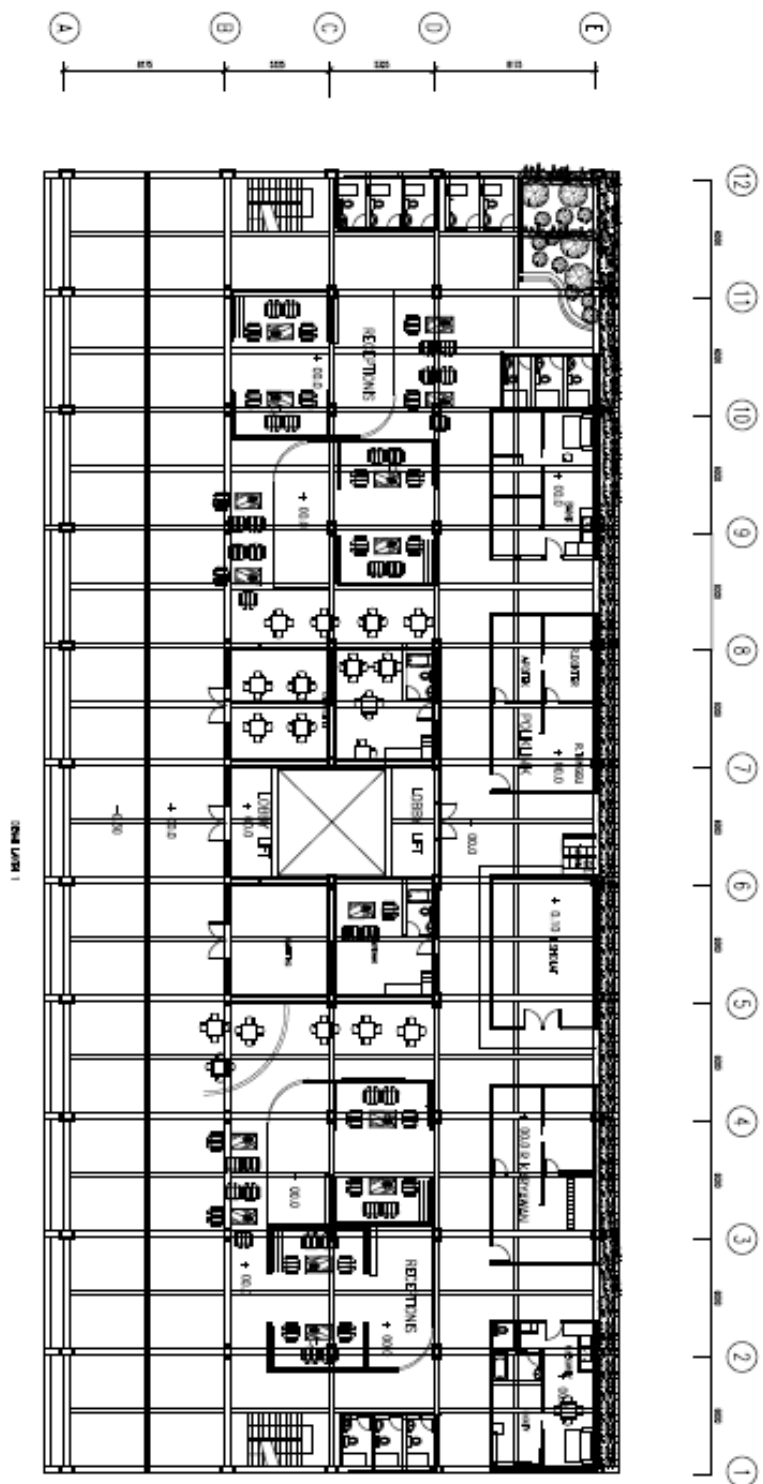




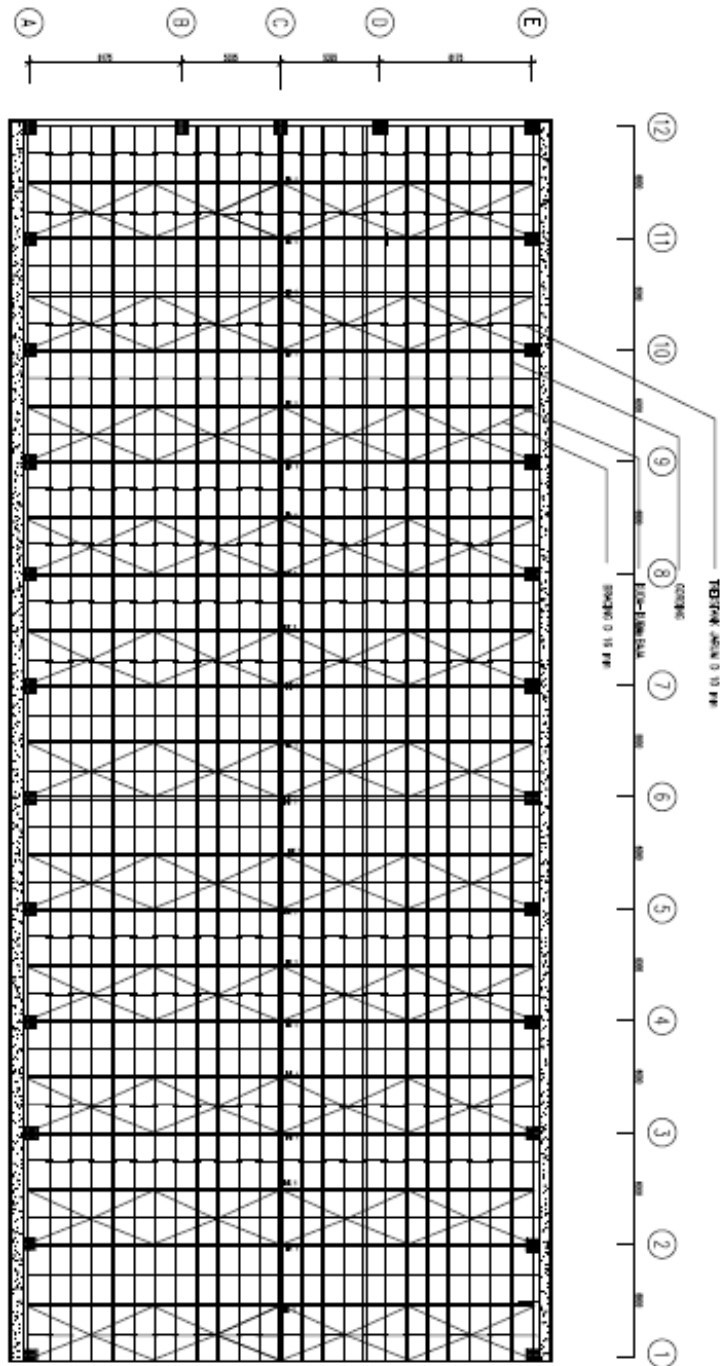
1-1 樓層平面圖



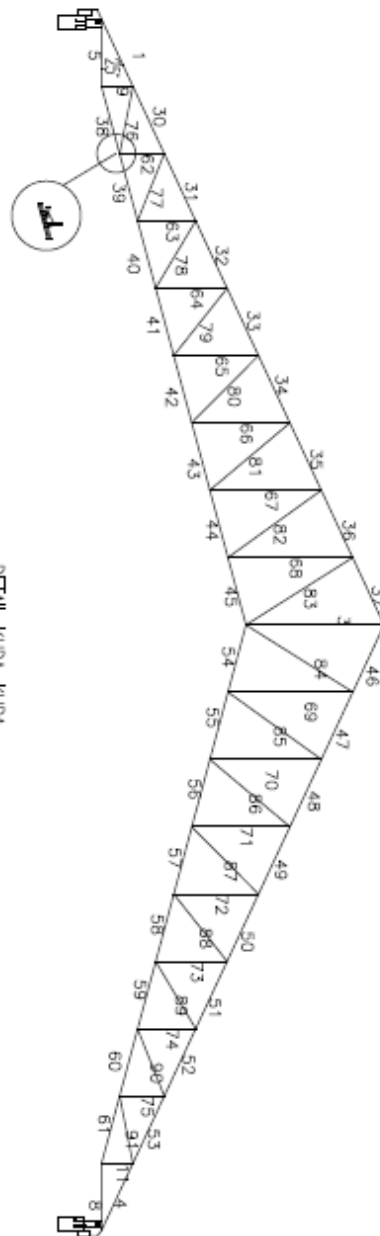
ENI UPR1 14



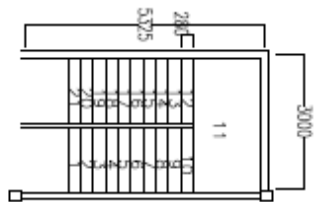




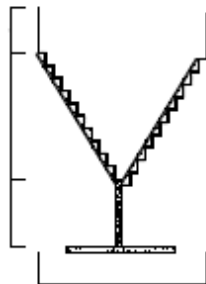




DETAIL KUDA-KUDA



DENAH TANGGA



DETAIL TANGGA





