



TUGAS AKHIR

PENINJAUAN ULANG PERHITUNGAN STRUKTUR ATAS APARTEMEN CISAUK POINT

Oleh :

MUHAMAD IVAN FADILLAH

40030118060001

Diajukan sebagai

salah satu syarat dalam menyelesaikan studi pada Program Diploma III Teknik Sipil

Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro

**PROGRAM STUDI DIPLOMA III TEKNIK SIPIL
SEKOLAH VOKASI UNIVERSITAS DIPONEGORO
APRIL 2022**

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

**Tugas Akhir ini adalah karya saya sendiri,
dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk
telah saya nyatakan dengan benar**

NAMA : MUHAMAD IVAN FADILLAH

NIM : 40030118060001

Tanda Tangan :

Tanggal :

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK KEPERLUAN AKADEMIS

Sebagai sivitas akademika Universitas Diponegoro, saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : MUHAMAD IVAN FADILLAH
NIM : 40030118060001
Jurusan/Program Studi : Diploma III Teknik Sipil
Departemen : Teknik Sipil dan Perencanaan Wilayah
Fakultas : Sekolah Vokasi
Jenis Karya : Tugas Akhir

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Diponegoro **Hak Bebas Royalti Noneksekutif** (*Non-Executive Royalty Free Right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul:

PENINJAUAN ULANG PERHITUNGAN STRUKTUR ATAS APARTEMEN CISAUK POINT, beserta perangkat yang ada (jika diperlukan) dengan hak bebas royalti/noneksekutif ini Universitas Diponegoro berhak menyimpan, mengalihmedia/memformat, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat dan mempublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik hak cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Semarang

Pada Tanggal :

Yang menyatakan,

MUHAMAD IVAN FADILLAH

NIM. 40030118060001

HALAMAN PENGESAHAN



TUGAS AKHIR

PENINJAUAN ULANG PERHITUNGAN STRUKTUR ATAS APARTEMEN CISAUK POINT

Tugas akhir ini telah diperiksa dan disahkan pada

hari :

tanggal :

Disusun oleh :

Muhamad Ivan Fadillah

40030118060001

Dosen Pembimbing

Lukman, ST, MT.

NIP. 196102121990031001

Mengetahui,

Ketua Program Studi Diploma III
Teknik Sipil Sekolah Vokasi UNDIP

Asri Nurdiana, ST, MT.

NIP. 198512092012122001

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah Subhanahu Wa ta'ala atas segala nikmat dan karunia-NYA sehingga penulis dapat menyelesaikan kerja praktik atau magang sehingga penulis dapat membuat Laporan Magang pada proyek pembangunan Apartemen Cisauk Point. Tidak lupa sholawat serta salam semoga selalu terlimpahkan kepada junjungan kita Nabi Muhammad Shalallahu 'alaihi Wasallam, keluarga, sahabat dan umatnya sampai akhir zaman nanti.

Penyusunan Laporan Magang ini bertujuan untuk memenuhi salah satu syarat akademik bagi mahasiswa Program Studi Diploma III Teknik Sipil Universitas Diponegoro. Dengan adanya program magang ini, penulis dapat menambah pengetahuan serta pengalaman dalam lingkungan proyek konstruksi.

Penulis menyadari bahwa banyak sekali kekurangan dalam penyusunan Laporan Magang ini. Hal ini dikarenakan minimnya pengetahuan dan pengalaman yang penulis miliki. Oleh karena itu, penulis menerima kritik dan saran yang bersifat membangun dari berbagai pihak.

Banyak sekali pihak yang telah membantu penulis dalam menyusun laporan ini, untuk itu perkenankan penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Allah SWT atas segala rahmat dan hidayah-NYA serta Nabi Muhammad SAW yang selalu menjadi panutan penulis dalam mengambil setiap langkah dan tindakan, sehingga penulis diberikan kemudahan dan kelancaran dalam menyelesaikan magang serta Menyusun Laporan Magang.
2. Ayah dan Ibu serta seluruh keluarga yang telah memberi dukungan moral maupun material sehingga dapat berjalan sesuai dengan yang diperkirakan.
3. Ibu Asri Nurdiana S.T, M.T, selaku Ketua Program Studi Diploma III Teknik Sipil Fakultas Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro, Semarang.

4. Bapak Lukman S.T, M.T selaku Dosen pemimbing yang selalu senantiasa dengan sabar membimbing saya.
5. Bapak Bambang Setiabudi S.T, M.T selaku dosen wali yang senantiasa memberi arahan kepada penulis pada masa pencarian tempat magang.
6. Mas Fahmi dan Mas Gilang selaku pembimbing di proyek, yang senantiasa dengan sabarnya membimbing dan memberikan arahan.
7. Teman-teman dari PT. Adhi Persada Gedung yang telah memberikan kesempatan untuk belajar dan dengan dermawanya memberikan ilmu serta pengalaman baru.
8. Teman-teman D3 Teknik Sipil Angkatan 2018 yang telah membantu dalam penyelesaian tugas selama kuliah dan memberikan informasi selama pelaksanaan magang.
9. Teman-teman *House of Love* dan Tiga Daun yang selalu ada disaat saya membutuhkan dan yang selalu ada menemani.
10. Festivalis yang senantiasa menyemangati serta menyadarkan saya dengan lirik – liriknya yang sangat luar biasa.
11. Semua Pihak yang telah membantu penulis dalam penyusunan Laporan Magang ini sehingga dapat selesai.

Akhir kata penulis sampaikan permohonan maaf yang sebesar besarnya jika pada Laporan Magang ini masih terdapat banyak kekurangan dan kesalahan. Penulis berharap semoga Laporan Magang ini dapat bermanfaat khususnya dalam bidang Teknik Sipil dan semua pihak pada umumnya.

Semarang, 12 April 2022

Peyusun

HALAMAN MOTTO

LAU MENA HAU LALA

(Tetap Semangat dan Jangan Putus Asa)

BERJALAN TAK SEPERTI RENCANA ADALAH JALAN

YANG SUDAH BIASA, DAN JALAN SATU SATUNYA

ADALAH JALANI SEBAIK YANG KAU KIRA

(FSTVLST-GAS)

Semarang, 12 April 2022

Penulis

Muhamad Ivan Fadillah

NIM. 40030118060001

ABSTRAK

Bangunan Gedung adalah wujud fisik hasil pekerjaan konstruksi yang menyatu dengan tempat kedudukannya, sebagian atau seluruhnya berada diatas dan atau dibawah tanah, yang berfungsi sebagai tempat manusia bertempat tinggal dan atau melakukan kegiatan lainnya. Dalam penyusunan Tugas Akhir ini akan direncanakan perhitungan ulang plat, balok dan kolom pada Apartemen Cisauk Point lantai 1-4.

Merencanakan perhitungan ulang struktur plat, balok dan kolom pada pembangunan Apartemen Cisauk Point lantai 1-4. Memiliki tujuan yakni untuk mengetahui struktur serta pembebanan yang terdapat pada proyek pembangunan Apartemen Cisauk point. Data yang digunakan meliputi dimensi balok, dimensi kolom dan dimensi plat, mutu beton, dan mutu baja.

Data yang digunakan untuk menghitung ulang Apartemen Cisauk point didapat dengan metode *deskriptif, observasi, interview* dan bimbingan.

Dari hasil perhitungan didapat tebal plat tipe SA = 120 mm, tebal plat tipe SC = 120 mm, dengan diameter dan jarak $A1x = D10-250$, $A2x = D10-250$, $A1y = D10-250$, $A2y = D10-250$. Untuk balok S5 meliputi tulangan tumpuan = 4D 13, tulangan lapangan = 4D 13, serta sengkang = D8-150. Balok G1F tulangan tumpuan = 4D 22, tulangan lapangan = 4D 22, dengan sengkang = D10-200. Balok GS2F tulangan tumpuan = 6D 22, tulangan lapangan = 5D 22, dengan sengkang = D10-200. Untuk kolom meliputi kolom tipe C01.A jumlah tulangan = 2D 22, sengkang = D13-150 mm dan kolom tipe C01B.A jumlah tulangan = 2D 22, sengkang = D13-150.

Kata kunci : Plat, Kolom, Balok

ABSTRACT

Building is a physical form of construction work that is integrated with its domicile, partially or wholly above and or below the ground, which functions as a place for humans to live and or carry out other activities. In the preparation of this final project, it will be planned to recalculate plates, beams and columns at the Cisauk Point Apartment on floors 1-4.

Planned recalculation of the structure of plates, beams and columns in the construction of the Cisauk Point Apartment on floors 1-4. It has a purpose, namely to find out the structure and burdens contained in the Cisauk point apartment development project. The data used include beam dimensions, column and plate dimensions, concrete quality, and steel quality.

The data used to recalculate the Cisauk point apartment was obtained by descriptive, observation, interview and guidance methods.

From the calculation results obtained plate thickness type SA = 120 mm, plate thickness SC type = 120 mm, with diameter and distance $A1x = D10-250$, $A2x = D10-250$, $A1y = D10-250$, $A2y = D10-250$. For the S5 beam, it includes support reinforcement = 4D 13, field reinforcement = 4D 13, and stirrups = D8-150. Beam G1F support reinforcement = 4D 22, field reinforcement = 4D 22, with stirrup = D10-200. GS2F beam support = 6D 22, field reinforcement = 5D 22, with stirrup = D10-200. For columns include column type C01.A the number of reinforcement = 2D 22, stirrups = D13-150 mm and column type C01B.A the number of reinforcement = 2D 22, stirrups = D13-150.

Keywords: Plate, Column, Beam

DAFTAR ISI

TUGAS AKHIR	i
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS	ii
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI.....	iii
TUGAS AKHIR UNTUK KEPERLUAN AKADEMIS.....	iii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iv
KATA PENGANTAR.....	v
HALAMAN MOTTO	vii
ABSTRAK	viii
ABSTRACT.....	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR.....	xiv
DAFTAR TABEL	xvi
BAB I.....	1
PENDAHULUAN.....	1
1.1 Judul Tugas Akhir.....	1
1.2 Latar Belakang	1
1.3 Maksud dan Tujuan.....	2
1.4 Pembatasan Masalah	3
1.5 Sistematika Penulisan	3

BAB II	5
METODOLOGI.....	5
2.1 Metode Pengerjaan.....	5
2.2 Metode Penggambaran	6
2.3 Metode Penulisan	6
2.4 Metode Analisa	6
BAB III.....	8
PENINJAUAN PLAT LANTAI	8
3.1 Uraian Umum	8
3.2 Pedoman Perencanaan.....	9
3.3 Dasar Perencanaan.....	9
3.4 Konsep Perhitungan Penulangan Plat.....	14
3.5 Peninjauan Plat Lantai 1-4.....	14
3.5.1 Menentukan Tebal Plat Lantai.....	16
3.5.2 Penentuain Tinggi Efektif Plat Lantai.....	18
3.5.3 Penentuan Beban Plat	20
3.5.4 Perhitungan Momen yang bekerja dan Jumlah Penulangan	21
3.5.5 Menghitung Kebutuhan Penulangan.....	24
BAB IV	34
PENINJAUAN BALOK	34

4.1 Dasar Peninjauan	34
4.2 Perhitungan Pembebanan	35
4.3 Analisis Statis	35
4.4 Perhitungan Balok.....	35
4.4.1 Data Perencanaan Balok	35
4.4.2 Beban Akibat Plat Lantai.....	36
4.5 Analisa Perhitungan Beban yang Bekerja pada Balok.....	37
4.6 Perhitungan Balok Anak lantai 1-4 tipe S5.....	41
4.6.1 Perhitungan Balok Anak S5 Lantai 1-4.....	42
4.7 Perhitungan Balok Induk Lantai A2.3-A2.4/A2.A-A2.B LT 1-4	48
4.7.1 Perhitungan Balok Induk Tipe G1A LT 1-4	49
4.7.2 Perhitungan Balok Induk Tipe GS2F LT 1-4	56
BAB V.....	63
PENINJAUAN KOLOM.....	63
5.1 Dasar Peninjauan	63
5.2 Estimasi Pembebanan	64
5.3 Perhitungan Kolom	64
5.3.1 perhitungan tipe kolom CO1.A	66
5.3.2 Perhitungan Tipe Kolom CO1B.A	72
BAB VI.....	79

PENUTUP.....	79
6.1 Kesimpulan	79
6.2 Saran.....	80
DAFTAR PUSTAKA	81

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3. 1 Penentu Panjang Bentang (L).....	10
Gambar 3. 2 Denah Plat As A2.2-A2.3/A2.A-A2.B Lantai 1.....	15
Gambar 3. 3 Ilustrasi Dimensi Plat Lantai Tipe SA.....	16
Gambar 3. 4 Ilustrasi Dimensi Plat Lantai Tipe SC.....	17
Gambar 3. 5 Ilustrasi Tinggi Efektif Plat Lantai Tipe SA	19
Gambar 3. 6 Ilustrasi Tinggi Efektif Plat Lantai Tipe SC.....	19
Gambar 3. 7 Ilustrasi Dimensi Plat Lantai Tipe SA.....	21
Gambar 3. 8 Ilustrasi Dimensi Plat Lantai Tipe SC.....	22
Gambar 3. 9 Detail Penampang Tulangan Arah X	24
Gambar 3. 10 Detail Penampang Tulangan Arah Y	25
Gambar 3. 11 Detail Penampang Tulangan Arah X	26
Gambar 3. 12 Detail Penampang Tulangan Arah Y	27
Gambar 3. 13 Denah Penulangan Plat Lantai Type SA.....	28
Gambar 3. 14 Detail Penampang Tulangan Arah X	29
Gambar 3. 15 Detail Penampang Tulangan Arah Y	30
Gambar 3. 16 Detail Penampang Tulangan Arah X	31
Gambar 3. 17 Detail Penampang Tulangan Arah Y	32
Gambar 3. 18 Denah Penulangan Plat Lantai Type SC	33
Gambar 4. 1 Denah Balok Lantai 10 As A2.3-A2.4/A2.A-A2.B LT 1-4	36
Gambar 4. 2 Ilustrasi Pembebanan <i>Equivalent</i>	38

Gambar 4. 3 Ilustrasi Pembebanan Trapesium	38
Gambar 4. 4 Ilustrasi Pembebanan Segitiga	39
Gambar 4. 5 Denah Balok as A2.3-A2.4/A2.A-A2.B LT 1-4	41
Gambar 4. 6 Ilustrasi Pembebanan Balok Anak	42
Gambar 4. 7 Potongan Melintang Balok.....	48
Gambar 4. 8 Ilustrasi Pembebanan Balok Anak	49
Gambar 4. 9 Potongan Melintang Balok G1A	55
Gambar 4. 10 Ilustrasi Pembebanan Balok Anak	56
Gambar 4. 11 Potongan Melintang Balok GS2F	62
Gambar 5. 1 Denah Kolom As A2.3-A2.4/A2.A-A2.B LT 1-4.....	65
Gambar 5. 2 Detail Kolom CO1.A.....	65
Gambar 5. 3 Potongan Melintang Kolom C01.A Hasil Perhitungan.....	71
Gambar 5. 4 Detail Kolom CO1B.A.....	72
Gambar 5. 5 Potongan Melintang Kolom CO1B.A.....	78

DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1 Tabel Minimu Plat Satu Arah	10
Tabel 3. 2 Besar Beban Mati Untuk Material Bangunan	12
Tabel 3. 3 Besar Beban Mati untuk Komponen Bangunan.....	13
Tabel 3. 4 Beban Hidup Untuk Struktur Bangunan	13

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Judul Tugas Akhir

Dalam penyusunan Tugas Akhir ini penulis mengangkat judul **“PENINJAUAN KEMBALI PERHITUNGAN STRUKTUR ATAS LANTAI 1 - 4 APARTEMENT CISAUK POINT”**

1.2 Latar Belakang

Setiap mahasiswa yang akan menyelesaikan studinya dalam Program Studi Diploma III Teknik Sipil Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro diwajibkan untuk menyusun suatu karya ilmiah yang disebut Tugas Akhir. Penyusunannya dilaksanakan dengan persyaratan akademis, yakni mahasiswa telah selesaimenyeseaikan Laporan Praktek Magang dan telah menempuh 90 sks.

Pada penyusunan Tugas Akhir ini pokok bahasan yang akan disajikan adalah mengenai perencanaan struktur atas yaitu balok, kolom dan pelat lantai pada proyek pembangunan Apartemen Cisauk Point lantai 1-4. Perencanaan gedung ini dilandasi oleh beberapa hal, diantaranya adalah :

1. Penulis ingin mempelajari lebih dalam lagi tentang struktur bangunan gedung.
2. Penulis berpendapat bahwa bangunan gedung di masa yang akan datang akan sangat dibutuhkan

3. Keberhasilan suatu proyek konstruksi gedung sangat ditentukan oleh perencanaan yang baik dan tanggung jawab oleh pelaksanaan dilapangan.
4. Mahasiswa Program Studi Diploma III Teknik Sipil Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro Semarang diharapkan setelah lulus dapat menjadi tenaga yang terampil yang siap pakai dan mampu menguasai perencanaan suatu proyek bangunan.

1.3 Maksud dan Tujuan

Dengan menyusun Tugas Akhir diharapkan mahasiswa mampu menganalisis perhitungan perencanaan suatu proyek dengan metode peninjauan ulang, berdasarkan data yang akurat dan didukung analitis yang tepat, dan menuangkannya dalam bentuk penulisan karya ilmiah.

Secara akademis penulisan Tugas Akhir ini mempunyai tujuan adalah sebagai berikut :

1. Untuk melengkapi syarat akhir kelulusan pada Program Studi Diploma III Teknik Sipil Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro Semarang.
2. Untuk melatih mahasiswa membuat suatu perencanaan proyek yang lebih baik yaitu dengan cara membuat suatu sistem perencanaan proyek yang efektif dan efisien dengan pengalaman yang didapat dari Praktek Magang selama 90 hari.
3. Tolak ukur kemampuan mahasiswa dalam menyerap ilmu yang diperoleh selama perkuliahan serta mengukur kualitas, kreatifitas, dan kemampuan mahasiswa dalam mengembangkan gagasan serta

mewujudkan secara nyata penerapan mata kuliah keteknikan secara terpadu, terencana, ilmiah dan sistematis.

4. Untuk menambah pengalaman bagi mahasiswa dalam mempersiapkan diri menghadapi pekerjaan perencanaan yang sesungguhnya.
5. Melatih dan meningkatkan kreativitas serta kemampuan dalam mengembangkan gagasan bagi setiap mahasiswa.

1.4 Pembatasan Masalah

Peninjauan perhitungan struktur atas pembangunan gedung apartemen dalam penulisan Tugas Akhir ini, penulis membatasi pembahasannya dengan : peninjauan plat lantai, balok dan kolom pada lantai 1 s/d 4.

1.5 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan dan penyajian bentuk laporan tugas akhir ini adalah dengan gambar kerja yang dituangkan dalam membagi beberapa bagian yang terdiri dari :

BAB I PENDAHULUAN

Menguraikan judul Tugas Akhir, latar belakang, maksud dan tujuan, pembatasan masalah, dan sistematika penulisan

BAB II METODOLOGI

Menguraikan metode pengerjaan, penggambaran dan analisa

BAB III PENINJAUAN PLAT LANTAI

Bab ini berisi tentang uraian umum, pedoman perencanaan, dasar perencanaan, konsep perhitungan penulangan, dan analisa perencanaan plat lantai.

BAB IV PENINJAUAN BALOK

Bab ini berisi tentang uraian umum, pedoman perencanaan, dan analisa perencanaan balok.

BAB V PENINJAUAN KOLOM

Bab ini berisi tentang uraian umum, pedoman perencanaan, dan analisa perencanaan kolom.

BAB VI PENUTUP

Bab ini berisi kesimpulan dan saran.

DAFTAR PUSTAKA

Berisi daftar literatur yang diperlukan dalam penyusunan Tugas Akhir.

LAMPIRAN

Berisi lampiran-lampiran penunjang dari Tugas Akhir ini.

BAB II

METODOLOGI

2.1 Metode Pengerjaan

Pengerjaan tugas akhir ini menggunakan metode-metode sebagai berikut :

1 Metode *Diskriptif*

Metode *diskriptif* (literatur) didapatkan dari buku-buku yang mempelajari tentang contoh-contoh analisa yang digunakan dalam perhitungan struktur. Metode literatur digunakan dalam pemecahan-pemecahan permasalahan yang dihadapi dalam pembuatan tugas akhir ini.

2 Metode Observasi

Metode yang berupa pengamatan yang dapat berguna dalam perolehan data untuk pengerjaan tugas akhir.

3 Metode *Interview*

Metode yang berupa wawancara langsung kepada narasumber guna mendapatkan rujukan baik data maupun tata cara perencanaan sehingga berguna dalam penyelesaian tugas akhir.

4 Metode Bimbingan

Metode bimbingan dilakukan dengan dosen mengenai masalah yang dibahas untuk mendapatkan petunjuk dalam pembuatan tugas akhir.

2.2 Metode Penggambaran

Format penggambaran tugas akhir baik berupa hasil peninjauan perencanaan maupun gambar-gambar penunjang laporan tugas akhir ini, disesuaikan dengan tata cara menggambar teknik struktur bangunan dengan menggunakan program *Auto CAD 2020*.

2.3 Metode Penulisan

Penulisan dalam tugas akhir ini menyesuaikan ejaan yang disempurnakan (EYD) dan tata cara penulisan karya ilmiah dengan menggunakan bantuan program *Microsoft Office 365*.

2.4 Metode Analisa

Pada penyusunan Tugas Akhir ini penulis menganalisa pada struktur Atas plat, balok, dan kolom. Peninjauan struktur yang dimaksud adalah berupa perhitungan struktur pelat lantai, balok dan kolom. Pengerjaan penganalisaan dibantu dengan menggunakan program *Microsoft Excel 2007*. Pada perencanaan tersebut penulis menyesuaikan dengan peraturan-peraturan berikut :

1. Standar tata cara perhitungan struktur beton untuk bangunan gedung (SK SNI T-15-1991-03).
2. Pedoman perencanaan pembebanan untuk rumah dan gedung (PPURG 1987).
3. Buku “Grafik dan Tabel Perhitungan Beton Bertulang” yang disusun oleh Ir. W.C. Vis dan Ir. Gideon Kusuma M.Eng.
4. SNI-03-2847-2002, Tata cara Perhitungan Struktur Beton Bertulang Untuk Bangunan Gedung.

5. SNI 2025-2014, Baja Tulangan Beton.

BAB III

PENINJAUAN PLAT LANTAI

3.1 Uraian Umum

Pelat merupakan suatu elemen struktur yang memiliki ketebalan relative kecil jika dibandingkan dengan panjang dan lebarnya. Di dalam konsentrasi beton plat digunakan untuk mendapatkan bidang atau permukaan yang rata. Pada umumnya bidang atau permukaan di atas dan di bawah plat adalah sejajar atau hamper sejajar. Tumpuan plat pada umumnya berupa baik-balok beton bertulang, struktur baja, kolom-kolom, dan dapat juga tumpuan langsung di atas tanah. Plat dapat ditumpu secara garis lurus seperti halnya dinding atau balok, tetapi bisa juga secara local (Sudarmanto,1996).

Pelat beton bertulang banyak digunakan dalam bangunan sipil, baik sebagai lantai bangunan, lantai atap suatu Gedung, lantai jembatan maupun lantai dermaga. Beban yang bekerja pada plat umumnya diperhitungkan terhadap beban gravitasi (beban mati atau beban hidup). Menurut Dipohusodo (1996) beban tersebut mengakibatkan terjadi momen lentur. System perencanaan tulangan plat pada dasarnya dibagi menjadi 2 yaitu:

- a. Pelat satu arah, adalah pelat yang ditumpu hanya pada kedua sisinya yang berlawanan saja dan beban-beban ditahan oleh pelat dalam arah yang tegak lurus terhadap balok-balok penunjang (Dipohusodo, 1996). Suatu plat dapat dikatakan satu arah apabila $\frac{y}{x} \geq 2$

- b. Pelat dua arah, adalah pelat yang ditumpu oleh balok pada keempat sisinya dan beban-beban ditahan oleh pelat dalam arah yang tegak lurus terhadap balok-balok penunjang (Dipohusodo, 1996). Suatu plat dapat dikatakan dua arah apabila $\frac{y}{x} \leq 2$

3.2 Pedoman Perencanaan

Pedoman yang digunakan dalam perhitungan perencanaan pelat lantai adalah sebagai berikut :

1. Standart tata cara perhitungan struktur beton untuk bangunan gedung (SK-SNI-T-15-1991-03).
2. Pedoman perencanaan pembebanan untuk rumah dan gedung (PPURG 1987).

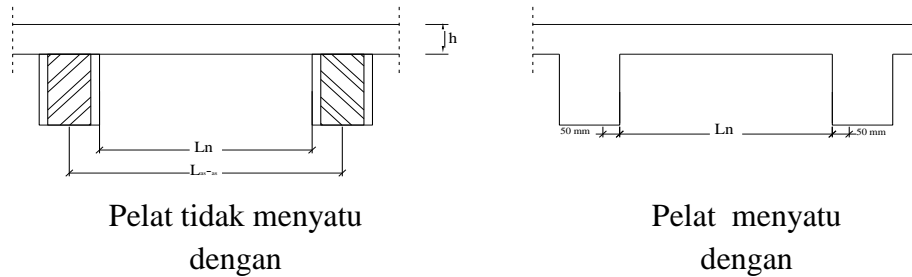
3.3 Dasar Perencanaan

Pada perencanaan pelat beton bertulang diperhatikan beberapa persyaratan/ketentuan sebagai berikut :

1. Pada perhitungan pelat, lebar pelat diambil 1 meter ($b=1000$ mm)
2. Panjang bentang (L) (Pasal 10.7 SNI 03-2847-2002)
 - a. Pelat yang tidak menyatu dengan struktur pendukung $L = L_n + h$ dan $L \leq a_s - a_s$
 - b. Pelat yang menyatu dengan struktur pendukung

Jika $L_n \leq 3,0$ m, maka $L = L_n$

Jika $L_n > 3,0$ m, maka $L = L_n + (2 \times 50$ mm)



Gambar 3. 1 Penentu Panjang Bentang (L)

3. Tebal minimum pelat (h) (Pasal 11.5 SNI 03-2847-2002)
- a. Untuk pelat satuarah (Pasal 11.5.2.3 SNI 03-2847-2002), tebal minimal dapat dilihat pada table berikut :

Tabel 3. 1 Tabel Minimum Plat Satu Arah

Komponen Struktur	Tinggi Minimal (h)			
	Dua Tumpuan	Satu ujung Menerus	Kedua ujung menerus	Kantilever
	Komponen yang tidak menahan atau tidak disatukan dengan partisi atau konstruksi lain yang akan rusak karena lendutan yang besar			
Pelat Solid satu arah	$L/20$	$L/24$	$L/28$	$L/10$
Balok atau pelat jalur satu arah	$L/16$	$L/18,5$	$L/21$	$L/8$

Sumber : Tata Cara Perencanaan Struktur Baja Untuk Bangunan SNI
03-2847-2002 Gedung

- b. Untuk pelat dua arah (Pasal 11.5.3 SNI 03-2847-2002), tebal minimal pelat bergantung pada $\alpha_m = \alpha$ rata-rata, α adalah rasio kekakuan lentur penampang balok terhadap kekakuan lentur pelat dengan rumus berikut:

$$\alpha = (E_{cb}/I_b) / (E_{cp}/I_p)$$

- 1) Jika $\alpha_m < 0,2$, maka

$$h \geq 120 \text{ mm}$$

- 2) Jika $0,2 \leq \alpha_m < 2$ maka

$$h = \frac{L_n(0,8 - \frac{f_y}{1500})}{36 - 9, \beta} \text{ dan } \geq 90 \text{ mm}$$

Dengan β = rasio bentang bersih pelat dalam arah memanjang dan memendek.

4. Tebal selimut beton minimal [(Pasal 9.7.1 SNI 03-2847-2002)

- a. Untuk baja tulangan $D \leq 36$

Tebal selimut beton ≥ 20 mm

- b. Untuk baja tulangan D44-D56

Tebal selimut beton ≥ 20 mm – 40 mm

5. Jarak bersih antar tulangan s (Pasal 9.6.1 SNI 03-2847-2002)

$S \geq D$ dan $S \geq 25$ mm

6. Jarak maksimal antar tulangan (as ke as)

➤ Tulangan Pokok :

Plat 1 arah : $s \leq 3.h$ dan $s \leq 450$ mm (pasal 12.5.4)

Plat 2 arah : $s \leq 2.h$ dan $s \leq 450$ mm (pasal 15.3.2)

➤ Tulangan Bagi

$$s \leq 5.h \text{ dan } s \leq 450 \text{ mm (Pasal 9.12.2.2)}$$

7. Luas Tulangan minimal Plat

Untuk $f_y = 240 \text{ Mpa}$, Maka $A_s \geq 0,0025.b.h$

Untuk $f_y = 320 \text{ Mpa}$, Maka $A_s \geq 0,0020.b.h$

Untuk $f_y = 400 \text{ Mpa}$, Maka $A_s \geq 0,0018.b.h$

Untuk $f_y \geq 400 \text{ Mpa}$, Maka $A_s \geq 0,0014.b.h$

8. Macam Pembebanan

Macam-macam beban yang direncanakan dan perlu dipertimbangkan kemungkinan terjadi sesuai Tata Cara Perencanaan Struktur Beton Untuk Gedung SNI 03-2847-2002, antara lain :

1. Beban mati atau *dead load* (q_D)

Beban mati adalah berat dari semua bagian bangunan gedung yang bersifat tetap, termasuk peralatan tetap yang tidak terpisahkan dari gedung. Beban mati untuk gedung diatur dalam SNI 03-1727-1989-F.

Tabel 3. 2 Besar Beban Mati Untuk Material Bangunan

Material	<i>Specific Gravity</i> (Kg/m³)
Beton tanpa tulangan	2200
Beton bertulang	2400
Baja	7850
Kayu	1000
Pasir	1600

Sumber : SNI Perencanaan Pembebanan Untuk Rumah dan
Gedung SNI 03-1727-1989

Tabel 3. 3 Besar Beban Mati untuk Komponen Bangunan

Komponen	Berat Satuan (Kg/m²)
Mortar (per 1 cm)	21
Batu bata	250
Langit-langit (tidak termasuk penggantung)	11
Struktur penggantung langit-langit	7
Tegel semen	10
Keramik (tidak termasuk mortar)	24
Struktur atap baja	10 + 0,8 L

Sumber : SNI Perencanaan Pembebanan Untuk Rumah dan
Gedung SNI 03-1727-1989

2. Beban hidup atau *life load* (q_L)

Berat semua beban yang terjadi akibat penggunaan dari gedung tersebut, termasuk peralatan yang sering berpindah posisi sehingga mengakibatkan perubahan pada pembebanan yang ada.

Tabel 3. 4 Beban Hidup Untuk Struktur Bangunan

Komponen	Beban (Kg/m²)
Beban hidup pada atap	100
Lantai rumah tinggal	200
Lantai sekolah, perkantoran, hotel, asrama, pasar, dan rumah sakit	250

Panggung penonton	500
Lantai ruang olahraga, pabrik, bengkel, gudang, tempat orang berkumpul, perpustakaan, toko buku, masjid, gereja, bioskop, dan ruang mesin atau alat	400
Balkon atau tangga	300
Lantai gedung parkir :	
- Lantai bawah	800
- Lantai atas	400

Sumber : SNI Perencanaan Pembebanan Untuk Rumah dan Gedung SNI 03-1727-1989

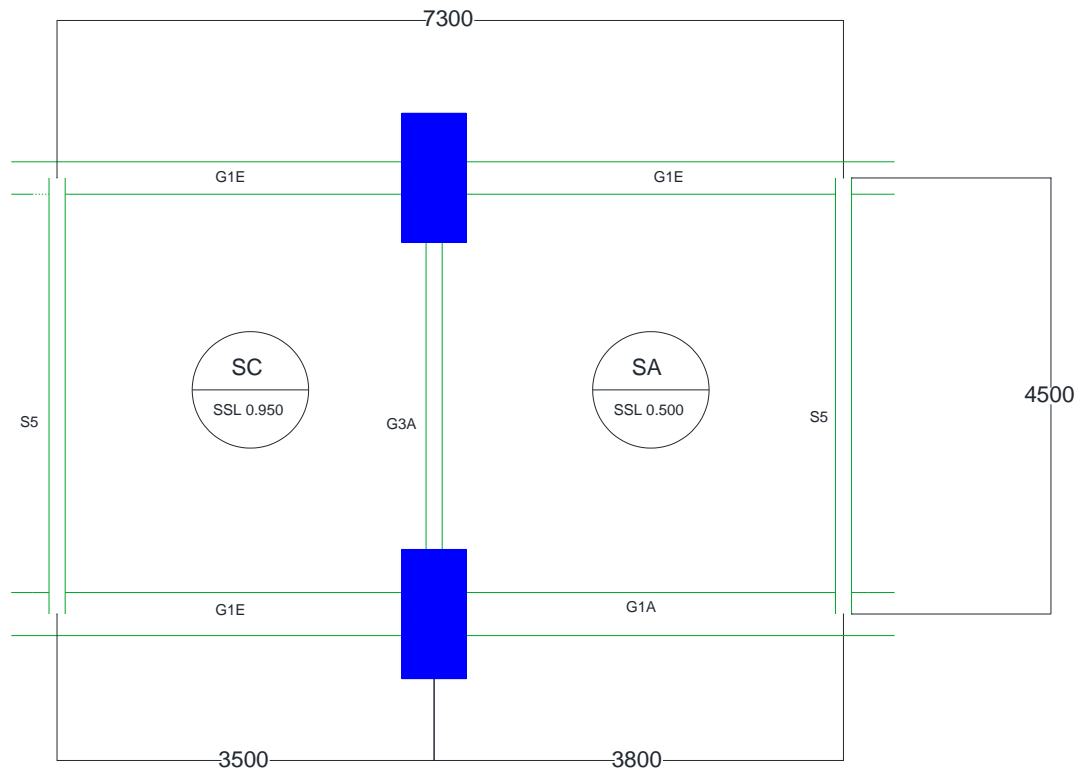
3.4 Konsep Perhitungan Penulangan Plat

Perhitungan penulangan ini diambil dari momen-momen yang menentukan dan dapat mewakili penulangan secara keseluruhan. Untuk melakukan perhitungan penulangan plat terlebih dahulu ditentukan ρ dari $M_u / b d^2$ dan ρ harus memenuhi syarat yaitu $\rho_{min} < \rho < \rho_{maks}$. Jika ternyata ρ yang ada $< \rho_{min}$ maka digunakan ρ_{min} dan bila $\rho > \rho_{maks}$ maka harus redesain plat. Kemudian dicari tulangan dengan rumus $A_s = \rho \cdot b \cdot d$ dan ditentukan berapa diameter dan jumlah tulangan.

3.5 Peninjauan Plat Lantai 1-4

Untuk konstruksi Gedung Apartemen Cisauk Point ini menggunakan perencanaan tulangan dengan sistem pelat dua arah (*two way*

slab). Pelat two way slab merupakan pelat yang ditumpu oleh 4 sisi yang saling sejajar dan terdapat tulangan pokok dengan 2 arah.



Gambar 3. 2 Denah Plat As A2.2-A2.3/A2.A-A2.B Lantai 1

Data-data teknis perencanaan plat sebagai berikut:

Mutu beton : F'_c 35 Mpa

Mutu baja : 390 Mpa

Bj beton bertulang : 2400 kg/cm^3

Berdasarkan pasal 3.15 SK SNI T-15-1991-03 modulus elastisitas untuk beton dihitung dengan rumus :

$$E_c = 4700 * \sqrt{f'c} = 4700 * \sqrt{35} = 27.805 \text{ Mpa}$$

3.5.1 Menentukan Tebal Plat Lantai

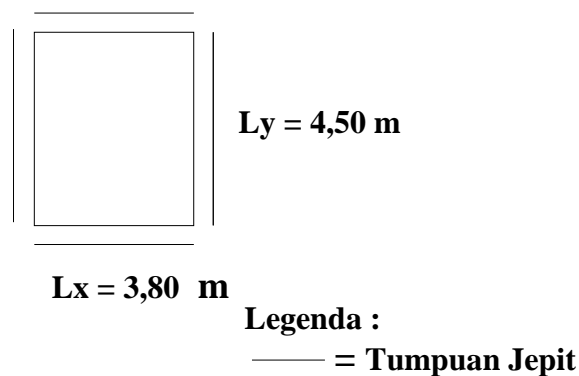
Dalam penentuan tebal pelat lantai, penulis mengikuti Tata Cara Perhitungan Struktur Beton untuk Bangunan Gedung (SK-SNI-T-15-1991-03) pasal 3.2.5.3 ayat (3) yang menjelaskan bahwa tebal pelat lantai dapat ditentukan dengan rumus berikut :

$$h_{\min} = L_n (0,8 + (f_y/1500)) / (36 + (9 \times \beta))$$

$$h_{\max} = L_n (0,8 + (f_y/1500)) / 36$$

Sehingga dengan demikian tebal pelat lantai untuk gedung Apartemen dapat dihitung sebagai berikut :

a. Plat type SA



Gambar 3. 3 Ilustrasi Dimensi Plat Lantai Tipe SA

L_n = panjang bentang memanjang

L_n = L_y (Pasal 10.7 SNI 03-2847-2002)

= 450 cm

$$\begin{aligned}\beta &= \frac{L_y}{L_x} \\ &= \frac{450}{380} \text{ cm} \\ &= 1,184 \text{ cm}\end{aligned}$$

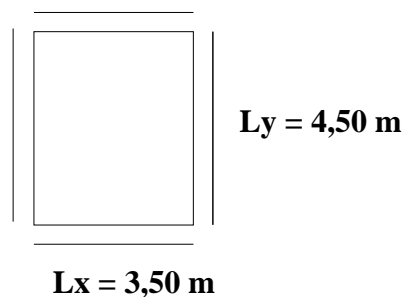
$$\begin{aligned}h_{\min} &= L_n \frac{\left(0,8 + \left(\frac{f_y}{1500}\right)\right)}{(36 + (9 \times \beta))} \\ &= 450 \frac{\left(0,8 + \left(\frac{390}{1500}\right)\right)}{(36 + (9 \times 1,184))} \\ &= 10,224 \text{ cm}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}h_{\max} &= L_n \frac{\left(0,8 + \left(\frac{f_y}{1500}\right)\right)}{36} \\ &= 450 \frac{\left(0,8 + \left(\frac{390}{1500}\right)\right)}{36} \\ &= 13,25 \text{ cm}\end{aligned}$$

Karena $10,224 < h < 13,25$ cm atau $h_{\min} < h < h_{\max}$,

Maka, tebal pelat lantai yang digunakan adalah 120 mm

b. Plat type SC



Legenda :

—— = **Tumpuan Jepit**

Gambar 3. 4 Ilustrasi Dimensi Plat Lantai Tipe SC

L_n = panjang bentang memanjang

L_n = L_y (Pasal 10.7 SNI 03-2847-2002)

= 450 cm

$$\beta = \frac{L_y}{L_x}$$

$$= \frac{450}{350} \text{ cm}$$

$$= 1,286 \text{ cm}$$

$$h_{\min} = L_n \frac{\left(0,8 + \left(\frac{f_y}{1500}\right)\right)}{(36 + (9 \times \beta))}$$

$$= 450 \frac{\left(0,8 + \left(\frac{390}{1500}\right)\right)}{(36 + (9 \times 1,286))}$$

$$= 10,026 \text{ cm}$$

$$h_{\max} = L_n \frac{\left(0,8 + \left(\frac{f_y}{1500}\right)\right)}{36}$$

$$= 450 \frac{\left(0,8 + \left(\frac{390}{1500}\right)\right)}{36}$$

$$= 13,25 \text{ cm}$$

Karena $10,026 \text{ cm} < h < 13,026 \text{ cm}$ atau $h_{\min} < h < h_{\max}$,

Maka, tebal pelat lantai yang digunakan adalah 120 mm

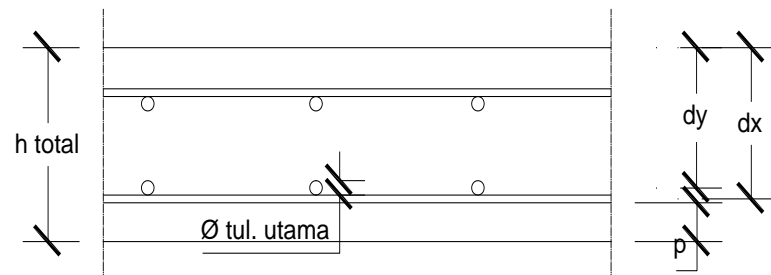
3.5.2 Penentuan Tinggi Efektif Plat Lantai

a) Plat Lantai Tipe SA

Tebal penutup beton = 35 mm

Ø tulangan utama = 10 mm

Tebal Plat = 120 mm



Gambar 3. 5 Ilustrasi Tinggi Efektif Plat Lantai Tipe SA

$$\begin{aligned}
 d \text{ efektif } x &= h - p - 0,5 \text{ } \emptyset \\
 &= 120 - 35 - 0,5 (10) \\
 &= 80 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

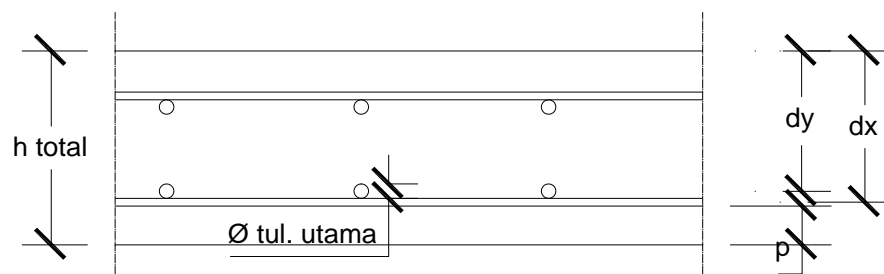
$$\begin{aligned}
 d \text{ efektif } y &= h - p - \frac{1}{2} \text{ } \emptyset - 1\text{ } \emptyset \\
 &= 120 - 35 - 5 - 10 \\
 &= 70 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

b) Plat Lantai Tipe SC

$$\text{Tebal penutup beton (p)} = 35 \text{ mm}$$

$$\text{Ø tulangan utama} = 10 \text{ mm}$$

$$\text{Tebal Plat} = 120 \text{ mm}$$



Gambar 3. 6 Ilustrasi Tinggi Efektif Plat Lantai Tipe SC

$$\begin{aligned}
 d \text{ efektif } x &= h - p - 0,5 \emptyset \\
 &= 120 - 35 - 0,5 (10) \\
 &= 80 \text{ mm} \\
 d \text{ efektif } y &= h - p - \frac{1}{2} \emptyset - 1 \emptyset \\
 &= 120 - 35 - 5 - 10 \\
 &= 70 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

3.5.3 Penentuan Beban Plat

a. Plat type SA, SC

Beban Mati (W_D).....(PPPURG – 1987 Tabel 1)

➤ Berat Sendiri Plat	= Tebal Plat x BJ Beton	
	= 0,12 m x 24 KN/m ³	= 2,88 KN/m ²
➤ Spesi	= Tebal Spesi x BJ Besi	
	= 0,02 m x 21 KN/m ³ x 1m	= 0,42 KN/m ²
➤ Berat Keramik	= Tebal Keramik x BJ Keramik	
	= 0,01 m x 24 KN/m ³	= 0,24 KN/m ²
➤ Plafond + Penggantung	= (BJ Plafond + BJ Penggantung) x 1	
	= 0,18 KN/m ³ x 1	= 0,18 KN/m ³
	W_D	= 3,72 KN/m² +

Beban Hidup (W_L)..... (PPPURG – 1987 Tabel 2)

$$W_L = 2,50 \text{ KN/m}^2$$

Beban Berfaktor (W_U)

$$W_U = 1,2 W_D + 1,6 W_L \dots\dots\dots (\text{SNI 03-2847-2002 Pasal 11.2-1})$$

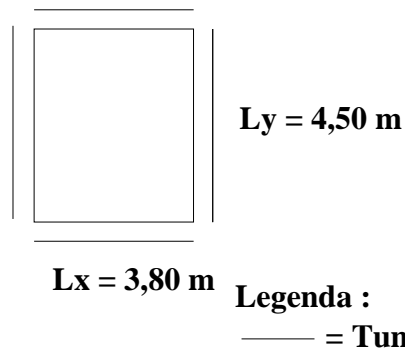
$$= (1,2 \times 3,72) + (1,6 \times 2,50)$$

$$= 8,464 \text{ KN/m}$$

3.5.4 Perhitungan Momen yang bekerja dan Jumlah Penulangan

Momen penentu yang bekerja pada pelat berdasarkan CUR table 4.2.b

a. Plat Lantai Tipe SA



Gambar 3. 7 Ilustrasi Dimensi Plat Lantai Tipe SA

$$C = \frac{I_y}{I_x} = \frac{4,50}{3,80} = 1,184$$

Konversi nilai C tabel CUR tabel 4.2.b

- $C_{lx} = 25 + \frac{(1,184-1)}{(1,2-1)} * (34-25)$
 $= 33,28 \text{ KNm}$
- $C_{ly} = 25 + \frac{(1,184-1)}{(1,2-1)} * (22-25)$
 $= 22,24 \text{ KNm}$
- $C_{tx} = 51 + \frac{(1,184-1)}{(1,2-1)} * (63-51)$
 $= 64,04 \text{ KNm}$
- $C_{ty} = 51 + \frac{(1,184-1)}{(1,2-1)} * (54-51)$
 $= 53,76 \text{ KNm}$
- Dengan w_u terhitung = $8,464 \text{ KN/m}^2$

➤ Maka momen yang terjadi adalah :

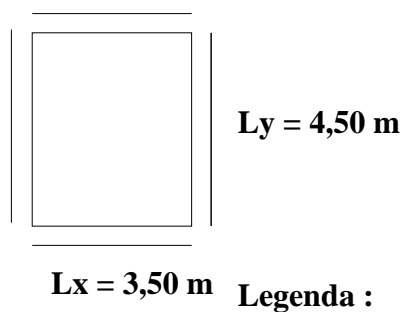
$$\begin{aligned} M_{lx} &= 0,001 \times W_u \times L_x^2 \times C_{lx} \\ &= 0,001 \times 8,464 \times 3,80^2 \times 33,28 \\ &= 4,067 \text{ KNm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_{ly} &= 0,001 \times W_u \times L_x^2 \times C_{ly} \\ &= 0,001 \times 8,464 \times 3,80^2 \times 22,24 \\ &= 2,718 \text{ KNm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_{tx} &= -0,001 \times W_u \times L_x^2 \times C_{tx} \\ &= -0,001 \times 8,464 \times 3,80^2 \times 64,04 \\ &= -7,827 \text{ KNm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_{ty} &= -0,001 \times W_u \times L_x^2 \times C_{ty} \\ &= -0,001 \times 8,464 \times 3,80^2 \times 53,76 \\ &= -6,571 \text{ KNm} \end{aligned}$$

b. Plat Lantai Tipe SC



Gambar 3. 8 Ilustrasi Dimensi Plat Lantai Tipe SC

$$C = \frac{I_y}{I_x} = \frac{4,50}{3,50} = 1,286$$

Konversi nilai C tabel CUR tabel 4.2.b

- $C_{lx} = 25 + \frac{(1,286-1)}{(1,2-1)} * (34-25)$
 $= 37,87 \text{ KNm}$
- $C_{ly} = 25 + \frac{(1,286-1)}{(1,2-1)} * (22-25)$
 $= 20,71 \text{ KNm}$
- $C_{tx} = 51 + \frac{(1,286-1)}{(1,2-1)} * (63-51)$
 $= 68,16 \text{ KNm}$
- $C_{ty} = 51 + \frac{(1,286-1)}{(1,2-1)} * (54-51)$
 $= 55,29 \text{ KNm}$
- Dengan w_u terhitung = $8,464 \text{ KN/m}^2$

➤ Maka momen yang terjadi adalah :

$$\begin{aligned}
 M_{lx} &= 0,001 \times W_u \times L_x^2 \times C_{lx} \\
 &= 0,001 \times 8,464 \times 3,5^2 \times 37,87 \\
 &= 3,927 \text{ KNm}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 M_{ly} &= 0,001 \times W_u \times L_x^2 \times C_{ly} \\
 &= 0,001 \times 8,464 \times 3,5^2 \times 20,71 \\
 &= 2,147 \text{ KNm}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 M_{tx} &= - 0,001 \times W_u \times L_x^2 \times C_{tx} \\
 &= - 0,001 \times 8,464 \times 3,5^2 \times 68,16 \\
 &= -7,067 \text{ KNm}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 M_{ty} &= - 0,001 \times W_u \times L_x^2 \times C_{ty} \\
 &= - 0,001 \times 8,464 \times 3,5^2 \times 55,29 \\
 &= -5,733 \text{ KNm}
 \end{aligned}$$

3.5.5 Menghitung Kebutuhan Penulangan

a. Plat Lantai Type SA

- Tulangan Lapangan Arah X

$$M_{lx} = 4,067 \text{ KNm}$$

Diameter Digunakan (\emptyset_x) adalah 10 mm

$$\kappa = \frac{Mu}{bd^2} = \frac{4,067}{1(0,080)^2} = 635,469 \text{ KN/m}^2 = 0,635 \text{ MPa}$$

Berdasarkan SNI T 15-1991-03 Pasal 3.3.5 diperoleh rumus :

$$\rho_{\text{minimum}} = \frac{1,4}{f_y} = \frac{1,4}{390} = 0,0036$$

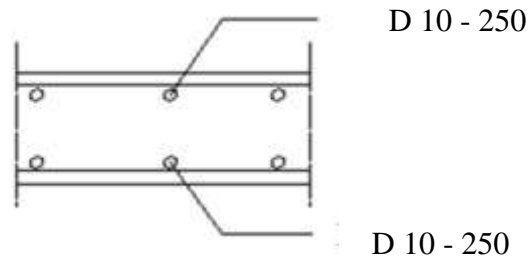
$$\text{As rencana} = \rho \times b \times d_x$$

$$= 0,0036 \times 1000 \times 80 = 288 \text{ mm}^2$$

Luas penampang tulangan pada plat lantai type S1 dilihat dari tabel Luas

Tulangan Pelat SNI 2025-2014:

$$\text{As D10 - 250} = 314 \text{ mm}^2$$



Gambar 3. 9 Detail Penampang Tulangan Arah X

- Tulangan lapangan Arah Y

$$M_{ly} = 2,718 \text{ KNm}$$

Diameter Digunakan ($\emptyset x$) adalah 10 mm

$$\kappa = \frac{Mu}{bd^2} = \frac{2,718}{1(0.070)^2} = 554,694 \text{ KN/m}^2 = 0,555 \text{ MPa}$$

Berdasarkan SNI T 15-1991-03 Pasal 3.3.5 diperoleh rumus :

$$\rho_{\text{minimum}} = \frac{1,4}{f_y} = \frac{1,4}{390} = 0,0036$$

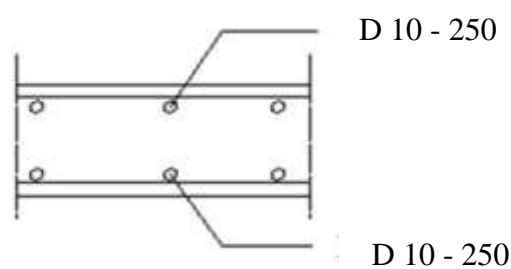
$$\text{As rencana} = \rho \times b \times dx$$

$$= 0.0036 \times 1000 \times 70 = 252 \text{ mm}^2$$

Luas penampang tulangan pada plat lantai type S1 dilihat dari tabel

Luas Tulangan Pelat SNI 2025-2014:

$$\text{As D10 - 250} = 314 \text{ mm}^2$$



Gambar 3. 10 Detail Penampang Tulangan Arah Y

- Tulangan Tumpuan Arah X

$$M_{tx} = 7,827 \text{ KNm}$$

Diameter Digunakan ($\emptyset x$) adalah 10 mm

$$\kappa = \frac{Mu}{bd^2} = \frac{7,827}{1(0.080)^2} = 1222,969 \text{ KN/m}^2 = 1,223 \text{ MPa}$$

Berdasarkan SNI T 15-1991-03 Pasal 3.3.5 diperoleh rumus :

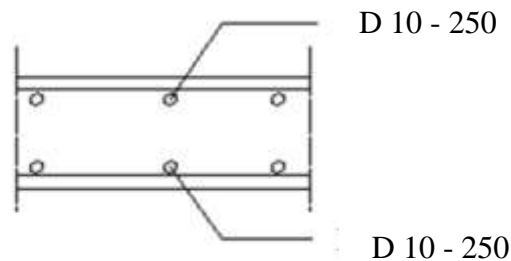
$$\rho_{\text{minimum}} = \frac{1,4}{f_y} = \frac{1,4}{390} = 0,0036$$

$$\begin{aligned} \text{As rencana} &= \rho \times b \times dx \\ &= 0.0036 \times 1000 \times 80 = 288 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Luas penampang tulangan pada plat lantai type S1 dilihat dari tabel Luas

Tulangan Pelat SNI 2025-2014:

$$\text{As D 10 - 250} = 314 \text{ mm}^2$$



Gambar 3. 11 Detail Penampang Tulangan Arah X

- Tulangan Tumpuan Arah Y

$$M_{ty} = 6,571 \text{ KNm}$$

Diameter Digunakan ($\emptyset x$) adalah 10 mm

$$\kappa = \frac{Mu}{bd^2} = \frac{6,571}{1(0.070)^2} = 1341,020 \text{ KN/m}^2 = 1,341 \text{ MPa}$$

Berdasarkan SNI T 15-1991-03 Pasal 3.3.5 diperoleh rumus :

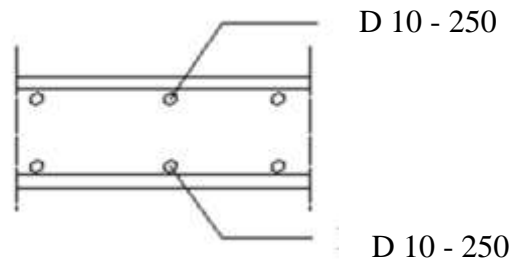
$$\rho_{\text{minimum}} = \frac{1,4}{f_y} = \frac{1,4}{390} = 0,0036$$

$$\begin{aligned} \text{As rencana} &= \rho \times b \times dx \\ &= 0.0036 \times 1000 \times 70 = 252 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

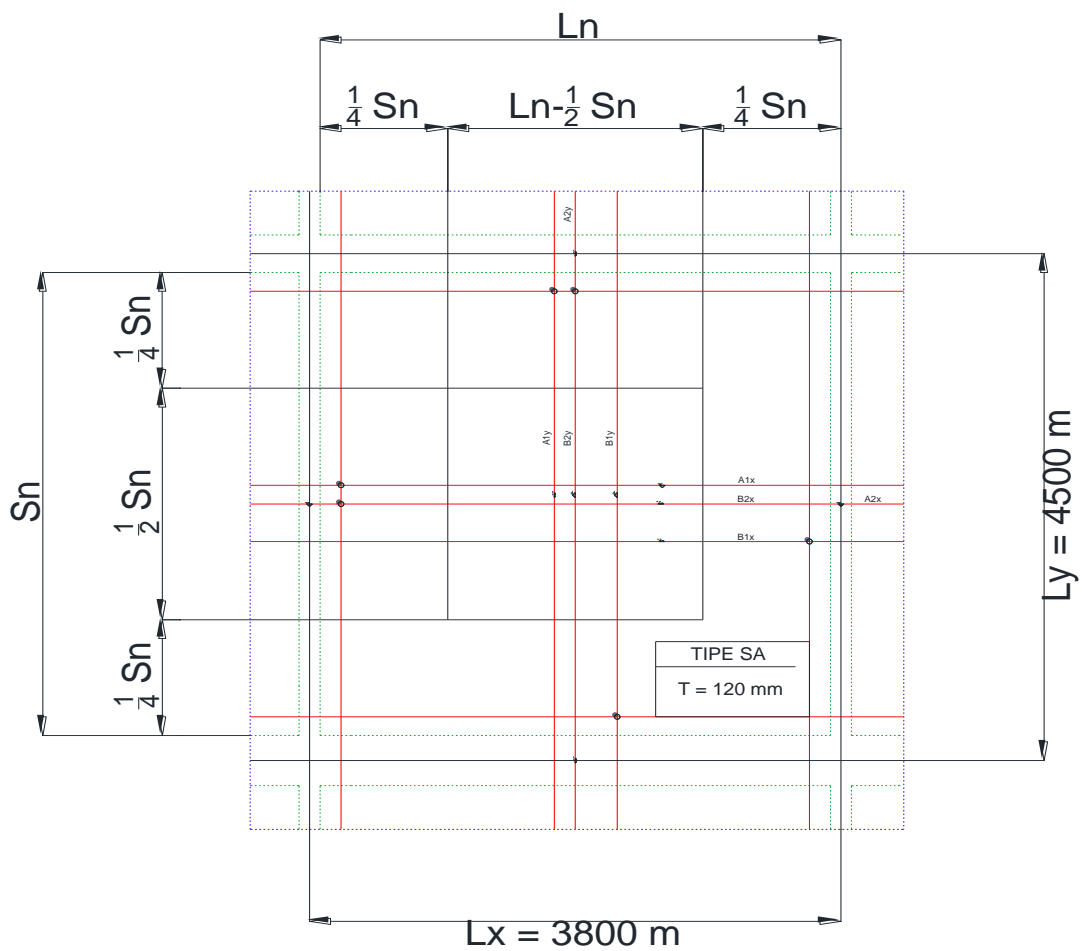
Luas penampang tulangan pada plat lantai type SA dilihat dari tabel Luas

Tulangan Pelat SNI 2025-2014:

As D10 – 250 = 314 mm²



Gambar 3. 12 Detail Penampang Tulangan Arah Y



Gambar 3. 13 Denah Penulangan Plat Lantai Type SA

Keterangan :

A1x	: D10 – 250	B1x	: D10 – 250
A2x	: D10 – 250	B2x	: D10 – 250
A1y	: D10 – 250	B1y	: D10 – 250
A2y	: D10 – 250	B2y	: D10 – 250

b. Plat Lantai Type SC

- Tulangan Lapangan Arah X

$$M_{lx} = 3,927 \text{ KNm}$$

Diameter Digunakan ($\emptyset x$) adalah 10 mm

$$\kappa = \frac{Mu}{bd^2} = \frac{3,927}{1(0.080)^2} = 613,594 \text{ KN/m}^2 = 0,614 \text{ MPa}$$

Berdasarkan SNI T 15-1991-03 Pasal 3.3.5 diperoleh rumus :

$$\rho_{\text{minimum}} = \frac{1,4}{f_y} = \frac{1,4}{390} = 0,0036$$

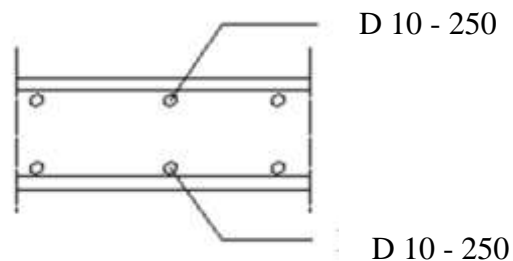
$$\text{As rencana} = \rho \times b \times dx$$

$$= 0.0036 \times 1000 \times 80 = 288 \text{ mm}^2$$

Luas penampang tulangan pada plat lantai type S1 dilihat dari tabel Luas

Tulangan Pelat SNI 2025-2014:

$$\text{As D10 - 250} = 314 \text{ mm}^2$$



Gambar 3. 14 Detail Penampang Tulangan Arah X

- Tulangan lapangan Arah Y

$$Mly = 2,147 \text{ KNm}$$

Diameter Digunakan ($\emptyset x$) adalah 10 mm

$$\kappa = \frac{Mu}{bd^2} = \frac{2,147}{1(0.070)^2} = \mathbf{438,163 \text{ KN/m}^2} = 0,438 \text{ MPa}$$

Berdasarkan SNI T 15-1991-03 Pasal 3.3.5 diperoleh rumus :

$$\rho_{\text{minimum}} = \frac{1,4}{fy} = \frac{1,4}{390} = \mathbf{0,0036}$$

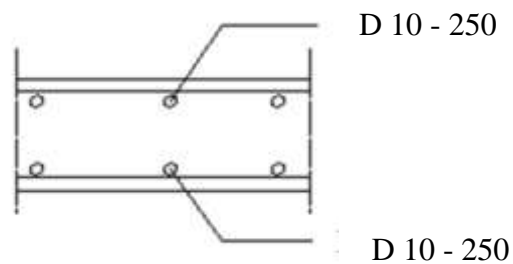
$$\text{As rencana} = \rho \times b \times dx$$

$$= 0.0036 \times 1000 \times 70 = 252 \text{ mm}^2$$

Luas penampang tulangan pada plat lantai type S1 dilihat dari tabel

Luas Tulangan Pelat SNI 2025-2014:

$$\text{As D10 - 250} = 314 \text{ mm}^2$$



Gambar 3.15 Detail Penampang Tulangan Arah Y

- Tulangan Tumpuan Arah X

$$Mtx = 7,067 \text{ KNm}$$

Diameter Digunakan ($\emptyset x$) adalah 10 mm

$$\kappa = \frac{Mu}{bd^2} = \frac{7,067}{1(0,080)^2} = 1104,219 \text{ KN/m}^2 = 1,104 \text{ MPa}$$

Berdasarkan SNI T 15-1991-03 Pasal 3.3.5 diperoleh rumus :

$$\rho_{\text{minimum}} = \frac{1,4}{f_y} = \frac{1,4}{390} = 0,0036$$

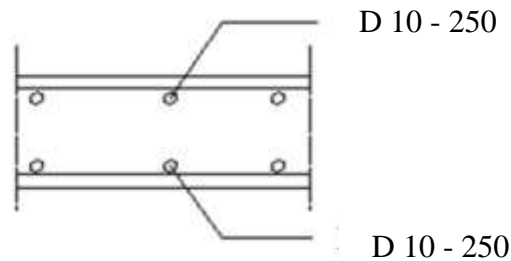
$$\text{As rencana} = \rho \times b \times dx$$

$$= 0,0036 \times 1000 \times 80 = 288 \text{ mm}^2$$

Luas penampang tulangan pada plat lantai type S1 dilihat dari tabel

Luas Tulangan Pelat SNI 2025-2014:

$$\text{As D10 - 250} = 314 \text{ mm}^2$$



Gambar 3. 16 Detail Penampang Tulangan Arah X

- Tulangan Tumpuan Arah Y

$$M_{ty} = 5,733 \text{ KNm}$$

Diameter Digunakan (\emptyset_x) adalah 10 mm

$$\kappa = \frac{Mu}{bd^2} = \frac{5,733}{1(0,070)^2} = 1170,000 \text{ KN/m}^2 = 1,170 \text{ MPa}$$

Berdasarkan SNI T 15-1991-03 Pasal 3.3.5 diperoleh rumus :

$$\rho_{\text{minimum}} = \frac{1,4}{f_y} = \frac{1,4}{390} = 0,0036$$

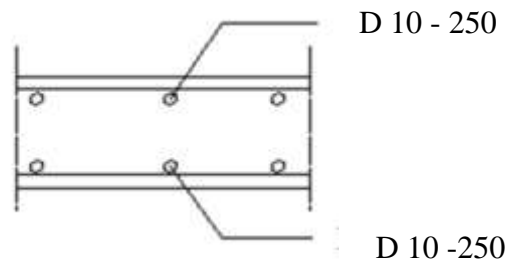
$$A_s \text{ rencana} = \rho \times b \times d_x$$

$$= 0.0036 \times 1000 \times 70 = 252 \text{ mm}^2$$

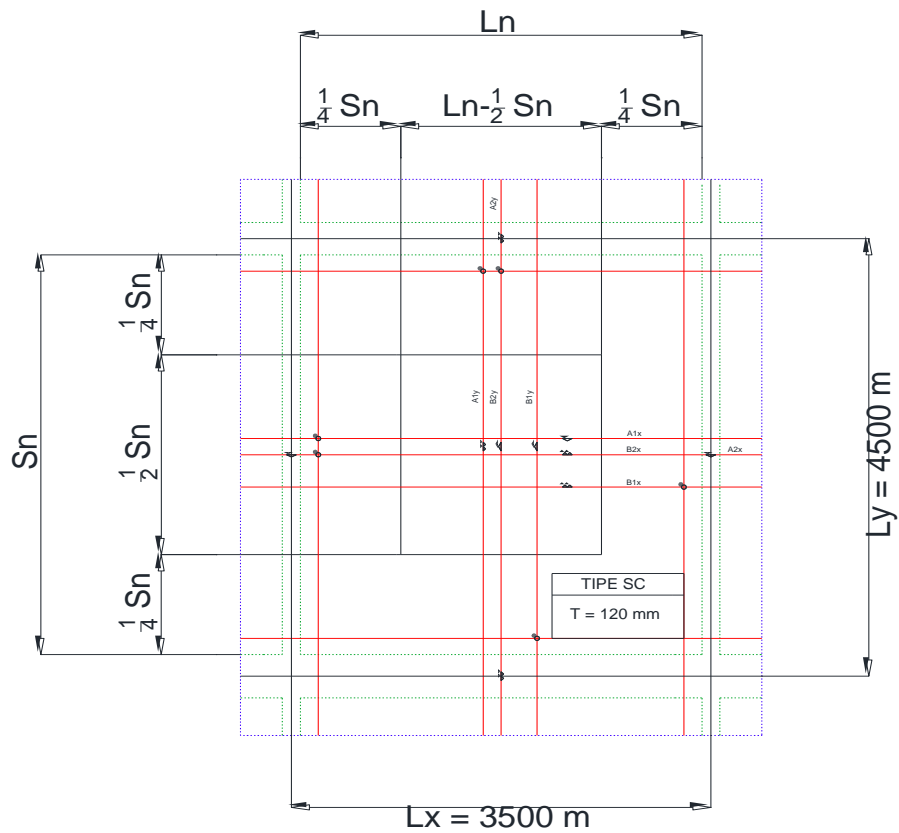
Luas penampang tulangan pada plat lantai type S1 dilihat dari tabel

Luas Tulangan Pelat SNI 2025-2014:

$$A_s \text{ D10 - 250} = 314 \text{ mm}^2$$



Gambar 3. 17 Detail Penampang Tulangan Arah Y



Gambar 3. 18 Denah Penulangan Plat Lantai Type SC

Keterangan :

A1x	: D10 – 250	B1x	: D10 – 250
A2x	: D10 – 250	B2x	: D10 – 250
A1y	: D10 – 250	B1y	: D10 – 250
A2y	: D10 – 250	B2y	: D10 – 250

BAB IV

PENINJAUAN BALOK

4.1 Dasar Peninjauan

Peninjauan pada perencanaan balok terdiri dari dua bagian, yaitu perhitungan balok melintang dan perhitungan balok memanjang serta dibuat secara dua dimensi. Perhitungan balok ini meliputi perhitungan pembebanan beban mati, beban hidup, beban angin, dan beban gempa.

- **Beban Mati**

Beban gravitasi termasuk beban mati yang terdiri dari berat sendiri balok dan berat sendiri pelat lantai.

- **Beban Hidup**

Beban hidup besarnya berasal dari fungsi bangunan tersebut, dan ditentukan berdasarkan pada Peraturan Pembebanan Indonesia untuk Gedung 1983.

- **Beban Gempa**

Beban gempa direncanakan agar struktur tersebut dapat menahan gempa yang sewaktu-waktu dapat terjadi sehingga bangunan tersebut tidak roboh. Perhitungan beban gempa direncanakan sebagai struktur dengan daktilitas terbatas. Perencanaan beban gempa berdasarkan pada Standar

Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung SNI-1726-2002.

4.2 Perhitungan Pembebanan

Berdasarkan SNI 03-2847-2002 tentang Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Bertulang Bangunan Gedung, maka beban yang diperhitungkan adalah:

$$W_u = 1,2 DL + 1,6 LL$$

Keterangan :

DL = Beban Mati

LL = Beban Hidup

4.3 Analisis Statis

Perhitungan pembebanan dengan menggunakan system amplop dengan menggunakan sudut 45°. Ada dua macam pembebanan yang dihasilkan dari system amplop ini yaitu segitiga dan trapesium untuk perhitungan pembebanan yang diperhitungkan antara lain beban mati dan beban hidup, sedangkan untuk analisa statika meliputi perhitungan momen, gaya lintang, dan gaya normal dengan anggapan bahwa balok tersebut menggunakan perletakan jepit.

4.4 Perhitungan Balok

4.4.1 Data Perencanaan Balok

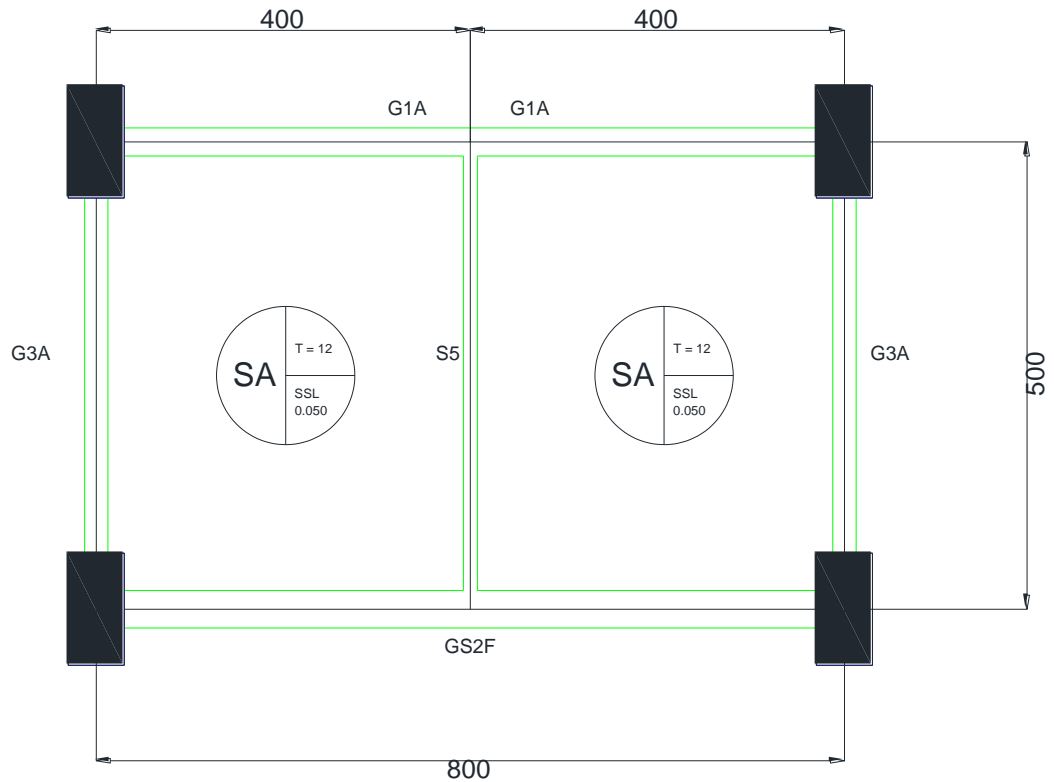
Berikut adalah data – data perencanaan balok As A2.3 - A2.4

/ A2.A - A2.B' / 1 - 4:

- Mutu beton (f_c') = 30 Mpa

- Mutu baja (f_y) = 390 Mpa
- Beban Beton Bertulang = 2400 kg/m^3

4.4.2 Beban Akibat Plat Lantai



Gambar 4. 1 Denah Balok Lantai 10 As A2.3-A2.4/A2.A-A2.B LT 1-4

Plat Lantai Type SA

Beban Mati (W_D)..... (PPPURG – 1987 Tabel 1)

- ✓ Berat sendiri plat = Tebal Plat x BJ Beton

$$= 0,12 \text{ m} \times 24 \text{ KN/m}^3 = 2,88 \text{ KN/m}^2$$
- ✓ Spesi

$$= \text{Tebal Spesi} \times \text{BJ Besi}$$

$$= 0,02 \text{ m} \times 21 \text{ KN/m}^3 \times 1 \text{ m} = 0,42 \text{ KN/m}^2$$

$$\begin{aligned}
 \checkmark \text{ Berat Keramik} &= \text{Tebal Keramik} \times \text{BJ Keramik} \\
 &= 0,01 \text{ m} \times 24 \text{ KN/m}^3 = 0,24 \text{ KN/m}^2 \\
 \checkmark \text{ Plafond + Penggantung} &= (\text{BJ Plafond} + \text{BJ Penggantung}) \times 1 \\
 &= 0,18 \text{ KN/m}^3 \times 1 = 0,18 \text{ KN/m}^3 \\
 \mathbf{W_D} &= \mathbf{3,72 \text{ KN/m}^2} \quad +
 \end{aligned}$$

Beban Hidup (W_L)..... (PPPURG – 1987 Tabel 2)

$$W_L = 2,50 \text{ KN/m}^2$$

Beban Berfaktor (W_U)

$$W_U = 1,2 W_D + 1,6 W_L \dots\dots\dots (\text{SNI 03-2847-2002 Pasal 11.2-1})$$

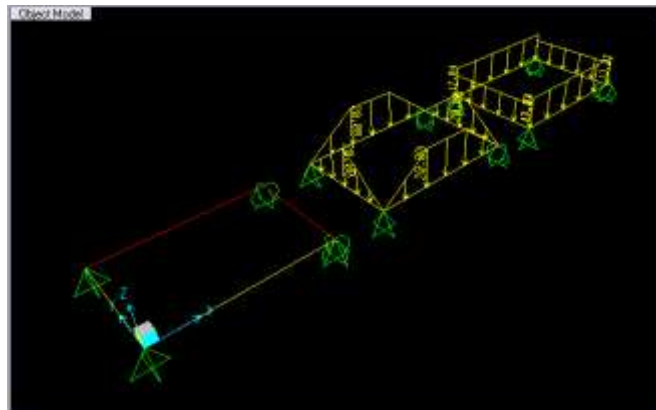
$$= (1,2 \times 3,72) + (1,6 \times 2,50)$$

$$= 8,464 \text{ KN/m}^2$$

4.5 Analisa Perhitungan Beban yang Bekerja pada Balok

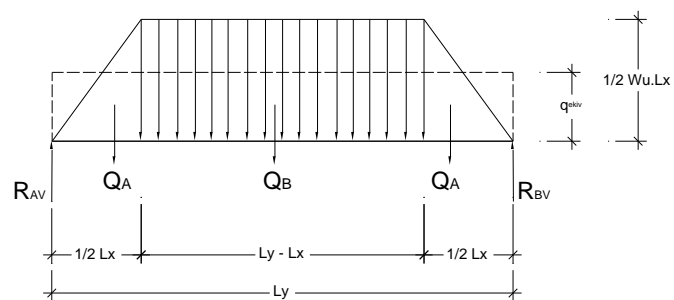
- **Perhitungan Lebar *Equivalent***

Prinsip perhitungan ini untuk mengubah beban segitiga dan beban trapesium yang ada di plat menjadi beban merata pada balok, maka beban plat harus diubah menjadi beban *equivalent* yang besarnya dapat ditentukan sebagai berikut :



Gambar 4. 2 Ilustrasi Pembebanan *Equivalent*

1. Lebar *Equivalent* Type 1



Gambar 4. 3 Ilustrasi Pembebanan Trapesium

Dimana:

$$R_{Av} = R_{Bv} = q \cdot (l - a) / 2 \quad q = \frac{1}{2} \cdot W_u \cdot l_x$$

$$l = l_y \quad a = \frac{1}{2} \cdot L_x$$

maka :

$$\begin{aligned} R_A = R_B &= \frac{\frac{1}{2} \cdot W_u \cdot l_x \cdot (l_y - \frac{1}{2} l_x)}{2} \\ &= \frac{1}{8} \cdot W_u \cdot l_x \cdot (2l_y - l_x) \end{aligned}$$

$$M_{\max} = \frac{a}{24} \cdot W_u \cdot (3 \cdot l_y^2 - 4 a^2)$$

$$= \frac{1}{2} \cdot W_u \cdot l_x \cdot (3 \cdot l_y^2 - 4 \cdot \frac{1}{2} \cdot l_x^2) / 24$$

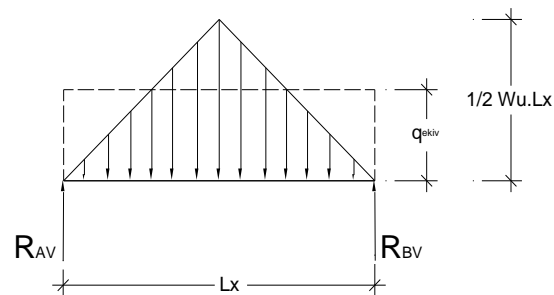
$$= \frac{1}{48} \cdot W_u \cdot l_x \cdot (3 \cdot l_y^2 - l_x^2)$$

$$M \text{ max persegi} = M \text{ max Trapesium}$$

$$\frac{1}{8} \cdot Q_{ek} \cdot l_y^2 = \frac{1}{48} \cdot W_u \cdot l_x \cdot (3 \cdot l_y^2 - l_x^2)$$

$$Q_{ek} = \frac{1}{6} \cdot l_x \cdot \left[3 - 4 \left(\frac{l_x}{2l_y} \right)^2 \right]$$

2. Lebar Equivalent Type II



Gambar 4. 4 Ilustrasi Pembebanan Segitiga

$$\begin{aligned} R_A = R_B &= \frac{1}{2} \cdot [(q \cdot l_x \cdot \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{2}) + (q \cdot l_x \cdot \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{2})] \\ &= \frac{1}{2} \cdot [(q \cdot l_x \cdot \frac{1}{4}) + (q \cdot l_x \cdot \frac{1}{4})] \\ &= \frac{1}{4} \cdot q \cdot l_x \end{aligned}$$

$$\text{Jika } q = \frac{1}{2} \cdot W_u \cdot l_x, \text{ maka:}$$

$$R_A = R_B = \frac{1}{4} \left(\frac{1}{2} \cdot W_u \cdot l_x \right) \cdot l_x$$

$$= \frac{1}{8} \cdot W_U \cdot l x^2$$

M_{\max} segitiga ditengah bentang :

$$\begin{aligned} M_{\max} &= R_A \cdot \frac{1}{2} \cdot l x - [(q \cdot l x \cdot \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{2}) \cdot (l x \cdot \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{3})] \\ &= R_A \cdot \frac{1}{2} \cdot l x - [\frac{q \cdot l x^2}{24}] \end{aligned}$$

Jika $R_A = \frac{1}{8} \cdot W_U \cdot l x^2$ dan $q = \frac{1}{2} \cdot W_U \cdot l x$, Maka :

$$\begin{aligned} M_{\max} &= (\frac{1}{8} \cdot W_U \cdot l x^2) \cdot \frac{1}{2} \cdot l x - (\frac{1}{2} \cdot W_U \cdot l x - l x^2/24) \\ &= \frac{1}{16} \cdot W_U \cdot l x^3 - \frac{1}{48} \cdot W_U \cdot l x^3 \end{aligned}$$

$$\boxed{M_{\max} = \frac{1}{24} \cdot W_U \cdot l x^3}$$

Beban segitiga tersebut diekuivalensi menjadi beban persegi

sehingga

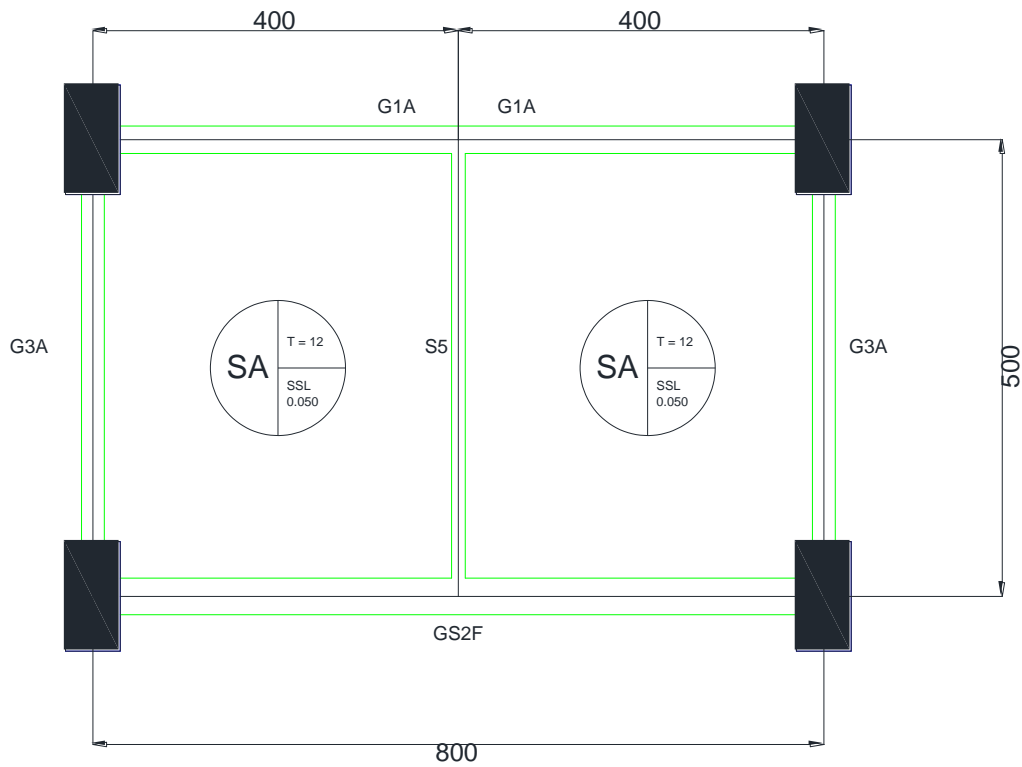
$$\boxed{M_{\max} = \frac{1}{8} \cdot q_{\text{eq}} \cdot l x^2}$$

M_{\max} segitiga = M_{\max} persegi

$$\frac{1}{24} \cdot W_U \cdot l x^3 = \frac{1}{8} \cdot q_{\text{eq}} \cdot l x^2$$

$$\boxed{L_{\text{eq}} = \frac{1}{3} \cdot l x}$$

4.6 Perhitungan Balok Anak lantai 1-4 tipe S5



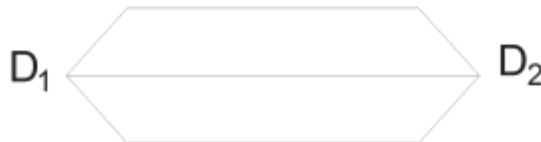
Gambar 4. 5 Denah Balok as A2.3-A2.4/A2.A-A2.B LT 1-4

Data yang diperlukan :

- D tulangan Utama = 13 mm
- D ulangan sengkang = 8 mm
- Tebal selimut beton = 25 mm
- Ukuran balok S5 = 150 x 500 mm
- Jumlah Balok / Lantai = 10 buah

4.6.1 Perhitungan Balok Anak S5 lantai A2.3-A2.4/A2.A-A2.B Lantai 1-4

a. Perhitungan pembebanan Balok Tipe S5



Gambar 4. 6 Ilustrasi Pembebanan Balok Anak

- Menghitung Beban *Equivalent*

- Lebar Equivalent Trapezium Atas

$$Lx = 5,00 \text{ m} ; Ly = 4,00 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} \text{Leq } D_1 &= \frac{1}{6} Lx \left[3 - 4 \left(\frac{Lx}{2Ly} \right)^2 \right] \\ &= \frac{1}{6} 5,00 \left[3 - 4 \left(\frac{5,00}{2(4,00)} \right)^2 \right] \\ &= 1,198 \text{ m} \end{aligned}$$

- Lebar *Equivalent* Trapezium Bawah

$$Lx = 5,00 \text{ m} ; Ly = 4,00 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} \text{Leq } D_2 &= \frac{1}{6} Lx \left[3 - 4 \left(\frac{Lx}{2Ly} \right)^2 \right] \\ &= \frac{1}{6} 5,00 \left[3 - 4 \left(\frac{5,00}{2(4,00)} \right)^2 \right] \\ &= 1,198 \text{ m} \end{aligned}$$

- Leq = Leq D_1 + Leq D_2

$$= 1,198 \text{ m} + 1,198 \text{ m}$$

$$= 2,396 \text{ m}$$

- Menghitung Beban Hidup, Beban Mati, dan Beban Terfaktor

○ Beban Mati (q_D)

$$\begin{aligned} \text{▪ Berat sendiri balok} &= b \times (h - \text{tebal plat}) \times \text{BJ beton} \\ &= 0,15 \times (0,40 - 0,12) \times 2400 \\ &= 100,8 \text{ kg/m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{▪ Beban Plat} &= (\text{Leq } D_1 + \text{Leq } D_2) \times 420 \\ &= (1,198 \text{ m} + 1,198 \text{ m}) \times 420 \\ &= 1006,32 \text{ kg/m} \end{aligned}$$

$$\text{TOTAL } (q_D) = 1107,12 \text{ kg/m} \quad +$$

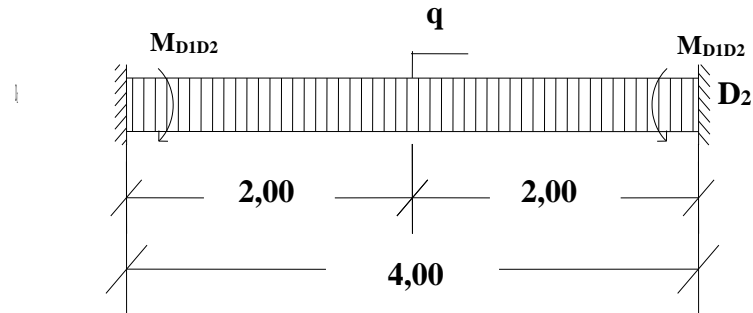
○ Beban Hidup (q_L)

$$\begin{aligned} q_L &= \text{Leq} \times \text{beban hidup yang dipakai} \\ &= 2,396 \text{ m} \times 250 \text{ kg/m}^2 \\ &= 599 \text{ kg/m} \end{aligned}$$

○ Beban Terfaktor (q_U)

$$\begin{aligned} q_U &= 1,2 q_D + 1,6 q_L \\ &= 1,2 (1107,12) + 1,6 (599) \\ &= 2286,944 \text{ kg/m} \end{aligned}$$

b. Menghitung momen dan gaya lintang



$$\begin{aligned}
 M_{\text{tumpuan}} &= \frac{1}{12} \times q_u \times L^2 \\
 &= \frac{1}{12} \times 2286,944 \text{ kg/m} \times (4,00 \text{ m})^2 \\
 &= 3049,259 \text{ kgm}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 M_{\text{lapangan}} &= \frac{1}{24} \times q_u \times L^2 \\
 &= \frac{1}{24} \times 2286,944 \text{ kg/m} \times (4,00 \text{ m})^2 \\
 &= 1524,629 \text{ kgm}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 W_u &= q_u \times L \\
 &= 2286,944 \text{ kg/m} \times 4,00 \text{ m} \\
 &= 9147,776 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 V_u &= \frac{1}{2} \times W_u \times L \\
 &= \frac{1}{2} \times 9147,776 \text{ kg} \times 4,00 \text{ m} \\
 &= 18295,552 \text{ kgm}
 \end{aligned}$$

c. Menghitung Jumlah Tulangan Utama dan Tulangan Sengkang

$$\text{Ukuran balok} = 150 \times 500 \text{ mm}$$

$$\text{Diameter tul. Utama} = 13 \text{ mm}$$

Diameter tul. Sengkang = 8 mm

Tebal selimut beton = 25 mm

$$\begin{aligned} d &= h - p - D_{\text{sengkang}} - \frac{1}{2} D_{\text{tul.utama}} \\ &= 500 - 25 - 8 - 6,5 \\ &= 460,5 \text{ mm} \end{aligned}$$

o Menghitung Tulangan Lapangan

$$\begin{aligned} \bullet \quad k &= \frac{M_{\text{lapangan}}}{0,8 \times b \times d^2} \\ &= \frac{1524,629}{0,8 \times 0,15 \times 0,4605^2} \\ &= 59,913 \text{ KN/m}^2 \\ &= 0,0599 \text{ Mpa} \end{aligned}$$

Dari Tabel A-11 (Buku Istimawan) untuk nilai k = 0,0599

Mpa, didapat nilai $\rho < \rho_{\min}$ maka digunakan nilai $\rho_{\min} = 0,0058$

$$\begin{aligned} \bullet \quad A_s &= \rho \times b \times d \times 10^6 \\ &= 0,0058 \times 0,15 \times 0,4605 \times 10^6 \\ &= 400,635 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Untuk menentukan jumlah tulangan yang dipakai apabila menggunakan tulangan D13, maka didapat :

$$\begin{aligned} n &= \frac{A_s}{0,25 \times \pi \times D^2} \\ &= \frac{400,635}{0,25 \times 3,14 \times 13^2} \\ &= 3,119 \approx 4 \text{ tulangan} \end{aligned}$$

Jadi, tulangan lapangan yang digunakan 4D13 ($A_s = 630,9 \text{ mm}^2$). **Tabel A-4 buku Istimawan**

o Menghitung Tulangan Tumpuan

$$\begin{aligned}
 \bullet \quad k &= \frac{M_{\text{tumpuan}}}{0,8 \times b \times d^2} \\
 &= \frac{3049,259}{0,8 \times 0,15 \times 0,4605^2} \\
 &= 119,826 \text{ KN/m}^2 \\
 &= 0,119 \text{ Mpa}
 \end{aligned}$$

Dari Tabel A-11 (Buku Istimawan) untuk nilai $k = 0,119$

Mpa, didapat nilai $\rho < \rho_{\min}$ maka digunakan nilai $\rho_{\min} = 0,0058$

$$\begin{aligned}
 \bullet \quad A_s &= \rho \times b \times d \times 10^6 \\
 &= 0,0058 \times 0,15 \times 0,4605 \times 10^6 \\
 &= 400,635 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

Untuk menentukan jumlah tulangan yang dipakai apabila menggunakan tulangan D13, maka didapat :

$$\begin{aligned}
 n &= \frac{A_s}{0,25 \times \pi \times D^2} \\
 &= \frac{400,635}{0,25 \times 3,14 \times 13^2} \\
 &= 3,119 \approx 4 \text{ tulangan}
 \end{aligned}$$

Jadi, tulangan lapangan yang digunakan 5D13 ($A_s = 663,7$ mm²). **Tabel A-4 buku Istimawan**

o Menghitung Tulangan Sengkang (Geser)

$$W_u = 9147,776 \text{ MPa}$$

$$V_u = 18295,552 \text{ MPa}$$

$$\bullet \quad v_u = \frac{V_u}{0,8 \times b \times d}$$

$$= \frac{182955,52}{0,8 \times 150 \times 460,5}$$

$$= 3,311 \text{ Mpa}$$

- $\emptyset vc = \emptyset vc \times b \times d$

$$= 0,5 \times 150 \times 460,5$$

$$= 34538 \text{ N}$$

$$= 34,538 \text{ KN}$$

$$= 0,034538 \text{ Mpa}$$

- $Y = \frac{Vu - \emptyset vc}{Wu}$

$$= \frac{182955,52 - 34538}{91477,76}$$

$$= 1,622 \text{ m}$$

$$= 1622 \text{ mm}$$

- $\text{As Sengkan} = \frac{b \cdot y}{3 \cdot Fy}$



$$= \frac{150 \times 1622}{3 \times 390}$$

$$= 207,949 \text{ mm}^2$$

Menurut **tabel A-5 Luas Penampang Tulangan Baja Per Meter Panjang Plat** berdasarkan **SK-SNI T-15-1991-03**

untuk $\text{As} = 207,949 \text{ mm}^2$ dengan diameter tulangan sengkang $\emptyset 8$, maka dicari luas yang mendekati yaitu :

$\emptyset 8 - 150$ dengan $\text{As} = 335,1 \text{ mm}^2$

BALOK ANAK		
Type Balok	S5 150 X 500	
POTONGAN		
Tulangan Atas	2 D 13	2 D 13
Tulangan Bawah	2 D 13	2 D 13
Tulangan Sengkang	D 8-150	D 8-150
Posisi	Tumpuan	Lapangan

Gambar 4. 7 Potongan Melintang Balok

4.7 Perhitungan Balok Induk Lantai A2.3-A2.4/A2.A-A2.B LT 1-4

Data yang digunakan :

- D tulangan utama = 22 mm
- D tulangan sengkang = 10 mm
- Tebal selimut beton = 40 mm
- Ukuran balok tipe G1A = 300 x 600 mm
- Ukuran balok tipe GS2F = 400 x 800
- Jumlah balok = 10 buah

4.7.1 Perhitungan Balok Induk Tipe G1A A2.3-A2.4/A2.A-A2.B LT 1-4

a. Perhitungan Pembebanan Pada Balok Tipe G1A



Gambar 4. 8 Ilustrasi Pembebanan Balok Anak

- Menghitung Beban *Equivalent*

$$L_x = 5,00 \text{ m} ; L_y = 4,00 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} \text{Leq } D_1 &= \frac{1}{6} L_x \left[3 - 4 \left(\frac{L_x}{2L_y} \right)^2 \right] \\ &= \frac{1}{6} 5,00 \left[3 - 4 \left(\frac{5,00}{2(4,00)} \right)^2 \right] \\ &= 1,198 \text{ m} \end{aligned}$$

- Lebar *Equivalent* Trapesium Bawah

$$L_x = 5,00 \text{ m} ; L_y = 4,00 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} \text{Leq } D_2 &= \frac{1}{6} L_x \left[3 - 4 \left(\frac{L_x}{2L_y} \right)^2 \right] \\ &= \frac{1}{6} 5,00 \left[3 - 4 \left(\frac{5,00}{2(4,00)} \right)^2 \right] \\ &= 1,198 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \circ \text{ Leq} &= \text{Leq } D_1 + \text{Leq } D_2 \\ &= 1,198 \text{ m} + 1,198 \text{ m} \\ &= 2,396 \text{ m} \end{aligned}$$

- Menghitung beban hidup, beban mati, dan beban terfaktor

○ Beban Mati (q_D)

- Berat sendiri balok = $b \times (h - \text{tebal plat}) \times \text{BJ beton}$

$$= 0,3 \times (0,60 - 0,12) \times 2400$$

$$= 345,6 \text{ kg/m}$$

- Beban pelat = $(\text{Leq D1} + \text{Leq D2}) \times 420$

$$= (1,198 \text{ m} + 1,198 \text{ m}) \times 420$$

$$= 10006,32 \text{ kg/m}$$

TOTAL	= 1.351,92 kg/m
--------------	------------------------

○ Beban Hidup (q_L)

$$q_L = \text{Leq} \times \text{beban hidup yang dipakai}$$

$$= 2,396 \text{ m} \times 250 \text{ kg/m}^2$$

$$= 599 \text{ kg/m}$$

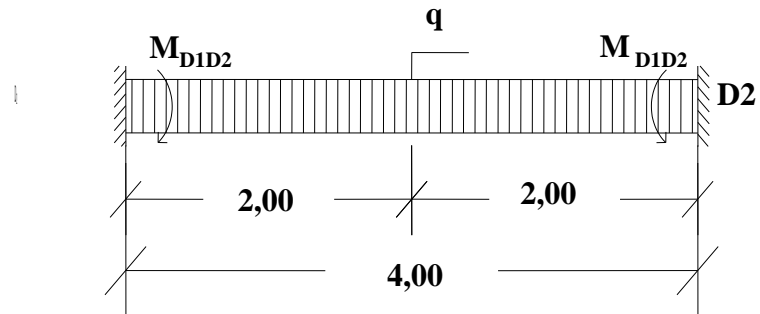
○ Beban Berfaktor (q_U)

$$q_U = 1,2 q_D + 1,6 q_L$$

$$= 1,2 (1.351,92) + 1,6 (599)$$

$$= 2.580,704 \text{ kg/m}$$

b. Menghitung momen dan gaya lintang



- $q_u = 2.580,704 \text{ kg/m}$
- $M_{\text{tumpuan}} = \frac{1}{12} \times q \times L^2$
 $= \frac{1}{12} \times 2.580,704 \times 4,0^2$
 $= 3.440,938 \text{ kgm}$
- $M_{\text{lapangan}} = \frac{1}{24} \times q \times L^2$
 $= \frac{1}{24} \times 32.580,704 \times 4,0^2$
 $= 1.720,496 \text{ kgm}$
- $W_u = q \times L$
 $= 2.580,704 \times 4,0$
 $= 10.322,816 \text{ kg}$
- $V_u = \frac{1}{2} \times W_u$
 $= \frac{1}{2} \times 10.322,816$
 $= 5.161,408 \text{ kg}$

c. Menghitung jumlah tulangan utama dan tulangan sengkang

Data yang digunakan :

- Ukuran balok = 300 x 600
- D tulangan utama = 22 mm
- D tulangan sengkang = 10 mm
- Tebal selimut beton (p) = 40 mm
- d = $h - p - D \text{ sengkang} - \frac{1}{2} D_{\text{tul. utama}}$
 $= 600 - 40 - 10 - \frac{1}{2} (22)$
 $= 539 \text{ mm}$

○ Menghitung Tulangan Lapangan

- $k = \frac{M_{lap}}{0,8 \cdot b \cdot d^2}$
 $= \frac{1.720,496}{0,8 \cdot 0,30 \cdot 0,539^2}$
 $= 24.675,439 \text{ KN/m}^2$
 $= 0,0247 \text{ MPa}$

dari Tabel A-11 (Buku Istimawan) untuk nilai $k = 0,0247 \text{ Mpa}$ didapat nilai $\rho < \rho_{\min}$ maka digunakan nilai $\rho_{\min} = 0,0058$

- $A_s = \rho \cdot b \cdot d \cdot 10^6$
 $= 0,0058 \times 0,30 \times 0,539 \times 10^6$
 $= 937,86 \text{ mm}^2$

Untuk menentukan jumlah tulangan yang dipakai apabila menggunakan tulangan D22, maka didapat :

$$\begin{aligned}
 n &= \frac{A_s}{0,25 \times \pi \times D^2} \\
 &= \frac{937,86}{0,25 \times 3,14 \times 22^2} \\
 &= 2,468 \approx 4 \text{ tulangan}
 \end{aligned}$$

digunakan tulangan lapangan 4D22 ($A_s = 1520,5 \text{ mm}^2$) **Tabel A-4 buku**

Istimawan.

- Menghitung Tulangan Tumpuan

- $k = \frac{Mtumpuan}{0,8 \cdot b \cdot d^2}$

$$= \frac{3.440,938}{0,8 \cdot 0,30 \cdot 0,539^2}$$

$$= 49.350,104 \text{ KN/m}^2$$

$$= 0,494 \text{ MPa}$$

dari **Tabel A-11 (Buku Istimawan)** untuk nilai $k = 0,494 \text{ Mpa}$ didapat nilai $\rho < \rho_{\min}$

maka digunakan nilai $\rho_{\min} = 0,0058$

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

$$= 0,0058 \times 0,30 \times 0,539 \times 10^6$$

$$= 937,86 \text{ mm}^2$$

Untuk menentukan jumlah tulangan yang dipakai apabila menggunakan tulangan D22, maka didapat :

$$\begin{aligned}
 n &= \frac{A_s}{0,25 \times \pi \times D^2} \\
 &= \frac{937,86}{0,25 \times 3,14 \times 22^2}
 \end{aligned}$$

$$= 2,486 \approx 4 \text{ tulangan}$$

digunakan tulangan tumpuan 4D22 ($A_s = 1520,5 \text{ mm}^2$) **Tabel A-4 buku Istimawan.**

○ Menghitung Tulangan Sengkang

- $W_u = 10.322,816 \text{ MPa}$

- $V_u = 5.161,408 \text{ MPa}$

- $v_u = \frac{V_u}{0,8 \times b \times d}$
 $= \frac{5.161,408}{0,8 \times 300 \times 539}$

$$= 0,0399 \text{ MPa}$$

- $\emptyset v_c = \emptyset v_c \times b \times d$
 $= 0,5 \times 300 \times 539$
 $= 80.850 \text{ N}$
 $= 80,850 \text{ KN}$
 $= 0,081 \text{ MPa}$

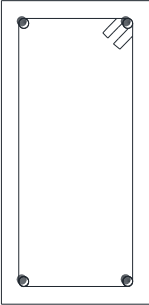
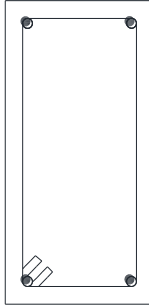
- $y = \frac{V_u - \emptyset v_c}{W_u}$
 $= \frac{516141 - 80850}{1032282}$
 $= 0,427 \text{ m}$
 $= 427 \text{ mm}$

- $A_s \text{ Sengkang} = \frac{b \times y}{3 F_y}$

$$= \frac{300 \times 427}{3 \times 390}$$

$$= 109,487 \text{ mm}^2$$

Menurut **tabel A-5 Luas Penampang Tulangan Baja Per Meter Panjang Plat** berdasarkan **SK-SNI T-15-1991-03** untuk $A_s = 109,487 \text{ mm}^2$ dengan diameter tulangan sengkang $\emptyset 10$, maka dicari luas yang mendekati yaitu : $\emptyset 10 - 200$ dengan $A_s = 392,7 \text{ mm}^2$

BALOK INDUK		
Type Balok	G1A 300 x 600	
POTONGAN		
Tulangan Atas	2 D 22	2 D 22
Tulangan Bawah	2 D 22	2 D 22
Tulangan Sengkang	D 10 - 200	D 10 - 200
Posisi	Tumpuan	Lapangan

Gambar 4. 9 Potongan Melintang Balok G1A

4.7.2 Perhitungan Balok Induk Tipe GS2F A2.3-A2.4/A2.A-A2.B LT 1-4

a. Perhitungan Pembebanan Pada Balok Tipe GS2F



Gambar 4. 10 Ilustrasi Pembebanan Balok Anak

- Menghitung Beban *Equivalent*

$$Lx = 5,00 \text{ m} ; Ly = 4,00 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} \text{Leq } D_1 &= \frac{1}{6} Lx \left[3 - 4 \left(\frac{Lx}{2Ly} \right)^2 \right] \\ &= \frac{1}{6} 5,00 \left[3 - 4 \left(\frac{5,00}{2(4,00)} \right)^2 \right] \\ &= 1,198 \text{ m} \end{aligned}$$

- Lebar *Equivalent* Trapesium Bawah

$$Lx = 5,00 \text{ m} ; Ly = 4,00 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} \text{Leq } D_2 &= \frac{1}{6} Lx \left[3 - 4 \left(\frac{Lx}{2Ly} \right)^2 \right] \\ &= \frac{1}{6} 5,00 \left[3 - 4 \left(\frac{5,00}{2(4,00)} \right)^2 \right] \\ &= 1,198 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \circ \text{ Leq} &= \text{Leq } D_1 + \text{Leq } D_2 \\ &= 1,198 \text{ m} + 1,198 \text{ m} \\ &= 2,396 \text{ m} \end{aligned}$$

- **Menghitung beban hidup, beban mati, dan beban terfaktor**

○ **Beban Mati (q_D)**

- Berat sendiri balok = $b \times (h - \text{tebal plat}) \times \text{BJ beton}$

$$= 0,4 \times (0,80 - 0,12) \times 2400$$

$$= 652,8 \text{ kg/m}$$

- Beban pelat = $(\text{Leq D1} + \text{Leq D2}) \times 420$

$$= (1,198 \text{ m} + 1,198 \text{ m}) \times 420$$

$$= 1.006,32 \text{ kg/m}$$

TOTAL	= 1.659,12 kg/m
--------------	------------------------

○ **Beban Hidup (q_L)**

$$q_L = \text{Leq} \times \text{beban hidup yang dipakai}$$

$$= 2,396 \text{ m} \times 250 \text{ kg/m}^2$$

$$= 599 \text{ kg/m}$$

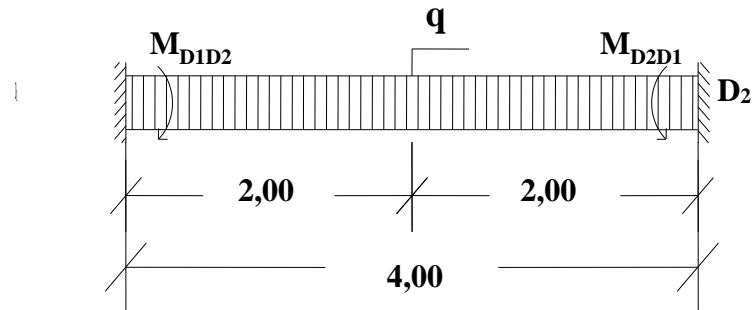
○ **Beban Berfaktor (q_U)**

$$q_U = 1,2 q_D + 1,6 q_L$$

$$= 1,2 (1.659,12) + 1,6 (599)$$

$$= 2.949,344 \text{ kg/m}$$

b. Menghitung momen dan gaya lintang



- $q_u = 2.949,344 \text{ kg/m}$
- $M_{\text{tumpuan}} = \frac{1}{12} \times q \times L^2$
 $= \frac{1}{12} \times 2.949,344 \times 4,0^2$
 $= 3.932,459 \text{ kgm}$
- $M_{\text{lapangan}} = \frac{1}{24} \times q \times L^2$
 $= \frac{1}{24} \times 3.374,416 \times 5,0^2$
 $= 1.966,229 \text{ kgm}$
- $W_u = q \times L$
 $= 2.949,344 \times 4,0$
 $= 11.797,376 \text{ kg}$
- $V_u = \frac{1}{2} \times W_u$
 $= \frac{1}{2} \times 11.797,376$
 $= 5.898,688 \text{ kg}$

d. Menghitung jumlah tulangan utama dan tulangan sengkang

Data yang digunakan :

- Ukuran balok = 400 x 800
- D tulangan utama = 22 mm
- D tulangan sengkang = 10 mm
- Tebal selimut beton (p) = 40 mm
- d = $h - p - D \text{ sengkang} - \frac{1}{2} D_{\text{tul. utama}}$
 $= 800 - 40 - 10 - \frac{1}{2} (22)$
 $= 739 \text{ mm}$

o Menghitung Tulangan Lapangan

- $k = \frac{M_{lap}}{0,8 \cdot b \cdot d^2}$
 $= \frac{1.966,229}{0,8 \cdot 0,40 \cdot 0,739^2}$
 $= 11.251,507 \text{ KN/m}^2$
 $= 0,0113 \text{ MPa}$

dari **Tabel A-11 (Buku Istimawan)** untuk nilai $k = 0,0113 \text{ Mpa}$ didapat

nilai $\rho < \rho_{\min}$ maka digunakan nilai $\rho_{\min} = 0,0058$

- $A_s = \rho \cdot b \cdot d \cdot 10^6$
 $= 0,0058 \times 0,40 \times 0,739 \times 10^6$
 $= 1.714,48 \text{ mm}^2$

Untuk menentukan jumlah tulangan yang dipakai apabila menggunakan tulangan D22, maka didapat :

$$\begin{aligned}
 n &= \frac{A_s}{0,25 \times \pi \times D^2} \\
 &= \frac{1.714,48}{0,25 \times 3,14 \times 22^2} \\
 &= 4,513 \approx 5 \text{ tulangan}
 \end{aligned}$$

digunakan tulangan lapangan 5D22 ($A_s = 1900,7 \text{ mm}^2$) **Tabel A-4 buku**

Istimawan.

- Menghitung Tulangan Tumpuan

- $k = \frac{Mtumpuan}{0,8 \cdot b \cdot d^2}$

$$= \frac{3.932,459}{0,8 \cdot 0,40 \cdot 0,739^2}$$

$$= 22,502 \text{ KN/m}^2$$

$$= 0,023 \text{ MPa}$$

dari **Tabel A-11 (Buku Istimawan)** untuk nilai $k = 0,023 \text{ Mpa}$ didapat nilai $\rho < \rho_{\min}$

maka digunakan nilai $\rho_{\min} = 0,0058$

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

$$= 0,0058 \times 0,40 \times 0,739 \times 10^6$$

$$= 1.714,48 \text{ mm}^2$$

Untuk menentukan jumlah tulangan yang dipakai apabila menggunakan tulangan D22, maka didapat :

$$\begin{aligned}
 n &= \frac{A_s}{0,25 \times \pi \times D^2} \\
 &= \frac{1.714,48}{0,25 \times 3,14 \times 22^2}
 \end{aligned}$$

$$= 4,513 \approx 6 \text{ tulangan}$$

digunakan tulangan lapangan 6D22 ($A_{st} = 2280,8 \text{ mm}^2$) **Tabel A-4 buku**
Istimawan.

Menghitung Tulangan Sengkang

- $W_u = 11.797,376 \text{ MPa}$

- $V_u = 5.898,688 \text{ MPa}$

- $v_u = \frac{V_u}{0,8 \times b \times d}$
 $= \frac{5.898,688}{0,8 \times 400 \times 739}$

$$= 0,0249 \text{ MPa}$$

- $\emptyset v_c = \emptyset v_c \times b \times d$
 $= 0,5 \times 400 \times 739$
 $= 147.800 \text{ N}$
 $= 147,800 \text{ KN}$
 $= 0,148 \text{ MPa}$

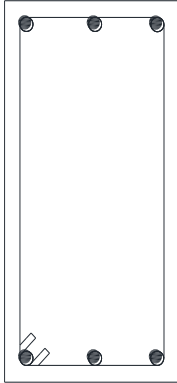
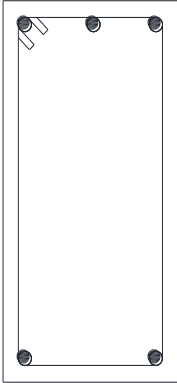
- $y = \frac{V_u - \emptyset v_c}{W_u}$
 $= \frac{589869 - 147800}{1179738}$
 $= 0,375 \text{ m}$
 $= 375 \text{ mm}$

- $A_s \text{ Sengkang} = \frac{b \times y}{3 F_y}$

$$= \frac{400 \times 375}{3 \times 390}$$

$$= 128,205 \text{ mm}^2$$

Menurut **tabel A-5 Luas Penampang Tulangan Baja Per Meter Panjang Plat** berdasarkan **SK-SNI T-15-1991-03** untuk $A_s = 128,205 \text{ mm}^2$ dengan diameter tulangan sengkang $\emptyset 10$, maka dicari luas yang mendekati yaitu : $\emptyset 10 - 200$ dengan $A_s = 392,7 \text{ mm}^2$

BALOK INDUK		
Type Balok	GS2F 400 x 800	
POTONGAN		
Tulangan Atas	3 D 22	3 D 22
Tulangan Bawah	3 D 22	2 D 22
Tulangan Sengkang	D 10 - 200	D 10 - 200
Posisi	Tumpuan	Lapangan

Gambar 4. 11 Potongan Melintang Balok GS2F

BAB V

PENINJAUAN KOLOM

5.1 Dasar Peninjauan

Kolom merupakan struktur utama yang menerima beban bangunan dan beban lainnya, fungsi kolom ini sebagai penerus beban ke pondasi. Struktur ini menggunakan beton bertulang, karena kolom tegak lurus maka membutuhkan material yang tahan terhadap gaya tekan dan tarik. Dalam perencanaan kolom ini menggunakan mutu beton $f_c' = 45$ MPa dan mutu tulangan $f_y = 390$ MPa. Perhitungan kolom ini meliputi :

➤ **Beban Mati**

Beban gravitasi termasuk beban mati yang terdiri dari berat sendiri drop panel, berat sendiri kolom dan berat sendiri pelat lantai yang bekerja.

➤ **Beban Hidup**

Beban hidup besarnya dari fungsi bangunan tersebut, dan ditentukan berdasarkan pada Peraturan Pembebanan Indonesia UNTUK GEDUNG 1983.

➤ **Beban Gempa**

Beban gempa direncanakan agar struktur dapat menahan gaya gempa yang sewaktu-waktu dapat terjadi sehingga bangunan tersebut tidak roboh. Perencanaan beban gempa ini berdasarkan pada Standart

Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung SNI
– 1726 – 2002.

5.2 Estimasi Pembebanan

Berdasarkan Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Bertulang untuk Bangunan Gedung SNI 03 – 2847 – 2002, maka beban yang diperhitungkan adalah sebagai berikut:

$$WU = 1,2 DL + 1,6 LL$$

Keterangan :

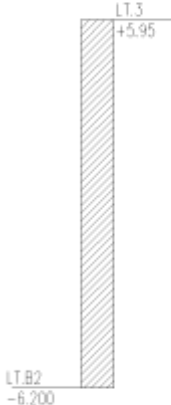
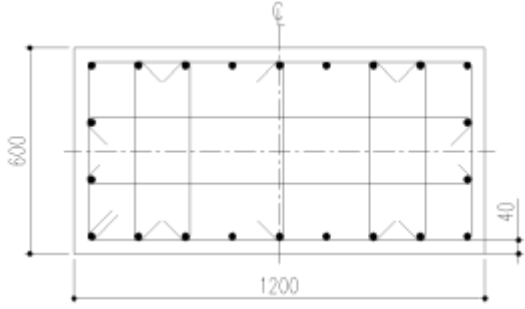
DL = Beban mati

LL = Beban hidup

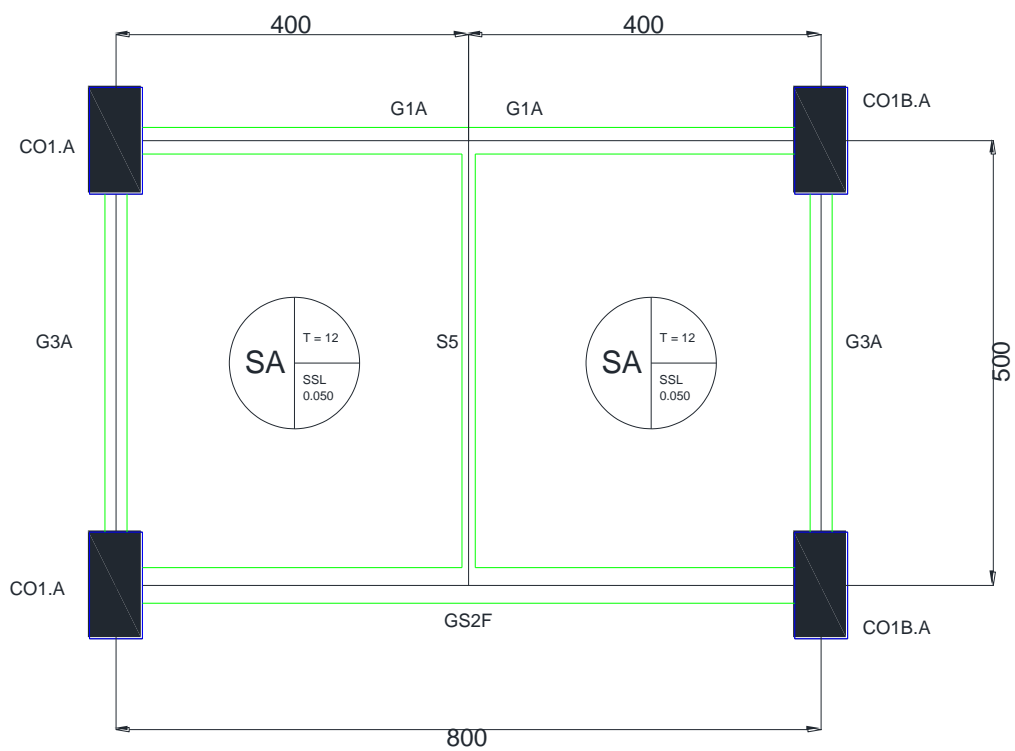
5.3 Perhitungan Kolom

Data umum perencanaan :

- Mutu Beton (f_c') = 45 MPa
- Mutu Baja (f_y) = 390 MPa
- Tulangan Pokok = D22
- Ukuran Rencana Kolom CO1.A = 600 x 1200 mm
- Ukuran Rencana Kolom CO1B.A = 600 x 1200 mm

DETAIL	CO1.A
	
DIMENSI	600x1200

Gambar 5. 2 Detail Kolom CO1.A



Gambar 5. 1 Denah Kolom As A2.3-A2.4/A2.A-A2.B LT 1-4

5.3.1 perhitungan tipe kolom CO1.A

a. Menghitung Beban Pada Kolom Tipe CO1.A

- Beban Akibat Pelat type SA

- **Beban Mati (W_D)**..... (PPPURG – 1987

Tabel 1)

✓ Berat sendiri plat	= Tebal Plat x BJ Beton	
	= 0,12 m x 24 KN/m ³	= 2,88 KN/m ²
✓ Spesi	= Tebal Spesi x BJ Besi	
	= 0,02 m x 21 KN/m ³ x 1m	= 0,42 KN/m ²
✓ Berat Keramik	= Tebal Keramik x BJ Keramik	
	= 0,01 m x 24 KN/m ³	= 0,24 KN/m ²
✓ Plafond + Penggantung	= (BJ Plafond + BJ Penggantung) x 1	
	= 0,18 KN/m ³ x 1	= 0,18 KN/m ³
		+ = 3,72 KN/m ²
	W_D	

- **Beban Hidup (W_L)**..... (PPPURG – 1987

Tabel 2)

$$W_L = 2,50 \text{ KN/m}^2$$

- **Beban Berfaktor (W_U)**

$$W_U = 1,2 W_D + 1,6 W_L \dots\dots\dots (\text{SNI 03-2847-2002 Pasal 11.2-1})$$

$$= (1,2 \times 3,72) + (1,6 \times 2,50)$$

$$= 8,464 \text{ KN/m}^2$$

- **Pembebanan Total**

$$W \text{ Pelat Lantai} = 8,464 \times 4,00 \times 5,00 = 169,28 \text{ KN}$$

W balok (150 x 500) = 0,15 x 0,40 x 24 x 4,00	= 5,76 KN
W balok (300 x 600) = 0,30 x 0,60 x 24 x 4,00	= 17,28 KN
W balok (400 x 800) = 0,4 x 0,80 x 24 x 4,00	= 30,72 KN
W Kolom (600 x 1200) = 0,6 x 1,2 x 3,2 x 24	= 55,296 KN
PU	= 278,336 KN

• **Menentukan Momen Lentur Ultimate**

$$\begin{aligned}
 1. \quad M_D &= 1/8 \times q_D \times L^2 \\
 &= 1/8 \times 3,72 \times 3,2^2 \\
 &= 4,7616 \text{ KNm} \\
 2. \quad M_L &= 1/8 \times q_L \times L^2 \\
 &= 1/8 \times 2,5 \times 3,2^2 \\
 &= 3,2 \text{ KNm} \\
 3. \quad M_u &= 1,2 M_D + 1,6 M_L \\
 &= (1,2 \times 4,7616) + (1,6 \times 3,2) \\
 &= 14,923 + 8,82 \\
 &= 10,834 \text{ KNm}
 \end{aligned}$$

b. Menentukan Tulangan Kolom

$$\begin{aligned}
 \text{a. } e &= \frac{M_u \cdot (10)^3}{P_u} \\
 &= \frac{10,834 \cdot (10)^3}{278,336} \\
 &= 38,924 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

b. Dimensi rencana kolom tipe CO1.A (600 mm x 1200 mm)

$$\bullet \quad \rho = \rho' = \frac{A_s}{b \times d} = 0,01$$

$$\bullet \quad d' = \text{tebal selimut} + D \text{ sengkang} + \frac{1}{2} D \text{ tulangan utama}$$

$$= 40 + 13 + \frac{1}{2} (22)$$

$$= 64 \text{ mm}$$

$$\bullet \quad d = h - d'$$

$$= 1200 - 64$$

$$= 1.136 \text{ mm}$$

$$\bullet \quad A_s = A_s'$$

$$= 0,01 b \times d$$

$$= 0,01 \times 600 \times 1.136$$

$$= 6.816 \text{ mm}^2$$

dicoba dengan tulangan 22 D22 ($A_s : 8.362,2 \text{ mm}^2$) **Tabel A-4 Buku Istimawan.**

$$\bullet \quad \rho = \rho' = \frac{A_s}{b \times d}$$

$$= \frac{8.362,2}{600 \times 1.136}$$

$$= 0,01 \text{ (oke)}$$

c. Pemeriksaan Pu Terhadap Beban Seimbang Pub

$$\bullet \quad d = 1.136 \text{ mm}$$

$$\bullet \quad C_b = \frac{600 \times d}{600 + f_y}$$

$$= \frac{600 \times 1.136}{600+390} = 688,485 \text{ mm}$$

- $\beta_1 = 0,85$ (factor reduksi)

- $ab = \beta_1 \times Cb$

$$= 0,85 \times 688,485$$

$$= 585,212 \text{ mm}$$

- $\epsilon_s' = \frac{688,485 - 64}{688,485} \times 0,003$

$$= 0,0027 > \frac{f_y}{E_s}$$

$$= 0,0027 > 0,00195$$

Karena $0,0026 > 0,00195$, maka tulangan mencapai luluh ketika beton hancur.

- $f_s' = E_s \times \epsilon_s'$

$$= 200000 \times 0,0027$$

$$= 540 \text{ MPa}$$

- $f_s' > f_y = 540 \text{ MPa} > 390 \text{ MPa}$

- $P_{ub} = 0,65 [(0,85 \times f_c' \times ab \times b) + (A_s' \times f_s') - (A_s' \times f_y)]$

$$= 0,65 [(0,85 \times 45 \times 585,212 \times 600) + (8.362,2 \times 540) -$$

$$(8.362,2 \times 390)] \times (10^{-3})$$

$$= 9.984,230 \text{ KN} > 312,404 \text{ KN (AMAN)}$$

d. Memeriksa Kekuatan Penampang

Digunakan persamaan empiris Whitney untuk penampang kolom persegi dengan hancur tekan menentukan.

$$\begin{aligned}
 \bullet \quad P_n &= \frac{A_s' \cdot f_y'}{\frac{e}{(d-d')} + 0,5'} + \frac{b \cdot h \cdot f_c'}{\frac{3 \cdot h \cdot e}{d^2} + 1,18} \\
 &= \frac{6.816 \cdot 390}{\frac{38,924}{(1136-64)} + 0,5} + \frac{600 \cdot 1200 \cdot 45}{\frac{3 \cdot 1200 \cdot 38,924}{1136^2} + 1,18} \\
 &= 4956539,090 + 25143891,226 \\
 &= 30100430,316 \text{ N} \\
 &= 30100,431 \text{ KN}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \bullet \quad \phi P_{nb} &= 0,65 (30100,431) > P_u \\
 &= 19565,280 \text{ KN} > 278,336 \text{ KN} \dots\dots (\text{AMAN})
 \end{aligned}$$

Jadi, berdasarkan analisa diatas, tulangan utama kolom CO1.A menggunakan 22D22 aman untuk digunakan.

e. Perencanaan Tulangan Sengkang Kolom

Perencanaan tulangan sengkang kolom didasarkan kepada SK-SNI-T-15-1991-03 Pasal 3.16.10 Ayat 5 dengan penjelasan berikut :

- a. Semua batang tulangan non-pratekan harus dilingkup dengan sengkang dan kait ikat lateral, paling sedikit ukuran D10.
- b. Spasi vertikal dari sengkang dan kait ikat tidak boleh melebihi 16 kali diameter tulangan longitudinal, 48 kali diameter batang atau kawat sengkang dan kait-ikat, atau ukuran terkecil dari komponen struktur tekan tersebut.

Sehingga dari uraian di atas direncanakan :

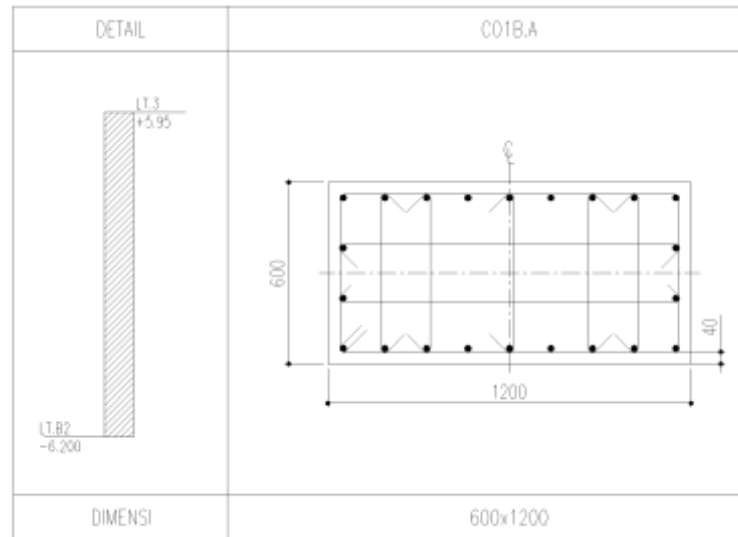
- Tulangan sengkang = 13 mm
- Jarak antar sengkang :
 - 16 x D tul.utama = 16 x 22 mm = 352 mm
 - 48 x D sengkang = 48 x 13 mm = 624 mm
 - Dimensi terkecil kolom = 600 mm

Berdasarkan analisa dan ketentuan diatas, maka tulangan sengkang kolom K21 digunakan D13 – 150 mm.

DETAIL	C01.A
DIMENSI	600x1200
TULANGAN	22 D22
SENGKANG+CROSTIES	(D13 + 7 CT13)-150

Gambar 5. 3 Potongan Melintang Kolom C01.A Hasil Perhitungan

5.3.2 Perhitungan Tipe Kolom CO1B.A



Gambar 5. 4 Detail Kolom CO1B.A

a. Menghitung Beban Pada Kolom Tipe CO1B.A

- Beban Akibat Pelat type SA

- **Beban Mati** (W_D)..... (PPPURG – 1987

Tabel 1)

✓ Berat sendiri plat	= Tebal Plat x BJ Beton	
	= 0,12 m x 24 KN/m ³	= 2,88 KN/m ²
✓ Spesi	= Tebal Spesi x BJ Besi	
	= 0,02 m x 21 KN/m ³ x 1m	= 0,42 KN/m ²
✓ Berat Keramik	= Tebal Keramik x BJ Keramik	
	= 0,01 m x 24 KN/m ³	= 0,24 KN/m ²
✓ Plafond + Penggantung	= (BJ Plafond + BJ Penggantung) x 1	
	= 0,18 KN/m ³ x 1	= 0,18 KN/m ²
		+ _____ +

$$W_D = 3,72 \text{ KN/m}^2$$

- **Beban Hidup (W_L)..... (PPPURG – 1987**

Tabel 2)

$$W_L = 2,50 \text{ KN/m}^2$$

- **Beban Berfaktor (W_U)**

$$W_U = 1,2 W_D + 1,6 W_L \dots\dots\dots (\text{SNI 03-2847-2002 Pasal 11.2-1})$$

$$= (1,2 \times 3,72) + (1,6 \times 2,50)$$

$$= 8,464 \text{ KN/m}^2$$

- **Pembebanan Total**

$$W \text{ Pelat Lantai} = 8,464 \times 4,00 \times 5,00 = 169,28 \text{ KN}$$

$$W \text{ balok (150 x 500)} = 0,15 \times 0,40 \times 24 \times 4,00 = 5,76 \text{ KN}$$

$$W \text{ balok (300 x 600)} = 0,30 \times 0,60 \times 24 \times 4,00 = 17,28 \text{ KN}$$

$$W \text{ balok (400 x 800)} = 0,4 \times 0,80 \times 24 \times 4,00 = 30,72 \text{ KN}$$

$$W \text{ Kolom (600 x 1200)} = 0,6 \times 1,2 \times 3,2 \times 24 = 55,296 \text{ KN}$$

$$\text{PU} = 278,336 \text{ KN}$$

- **Menentukan Momen Lentur Ultimate**

$$\begin{aligned} 1) \ M_D &= 1/8 \times q_D \times L^2 \\ &= 1/8 \times 3,72 \times 3,2^2 \\ &= 4,7616 \text{ KNm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 2) \ M_L &= 1/8 \times q_L \times L^2 \\ &= 1/8 \times 2,5 \times 3,2^2 \\ &= 3,2 \text{ KNm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 3) \quad M_u &= 1,2 M_D + 1,6 M_L \\
 &= (1,2 \times 4,7616) + (1,6 \times 3,2) \\
 &= 14,923 + 8,82 \\
 &= 10,834 \text{ KNm}
 \end{aligned}$$

c. Menentukan Tulangan Kolom

$$\begin{aligned}
 \text{f. } e &= \frac{M_u \cdot (10)^3}{P_u} \\
 &= \frac{10,834 \cdot (10)^3}{278,336} \\
 &= 38,924 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

g. Dimensi rencana kolom tipe CO1B.A (600 mm x 1200 mm)

$$\bullet \quad \rho = \rho' = \frac{A_s}{b \times d} = 0,01$$

- $\bullet \quad d' = \text{tebal selimut} + D \text{ sengkang} + \frac{1}{2} D \text{ tulangan utama}$
 $= 40 + 13 + \frac{1}{2} (22)$
 $= 64 \text{ mm}$
- $\bullet \quad d = h - d'$
 $= 1200 - 64$
 $= 1.136 \text{ mm}$
- $\bullet \quad A_s = A_s'$
 $= 0,01 b \times d$
 $= 0,01 \times 600 \times 1.136$
 $= 6.816 \text{ mm}^2$

dicoba dengan tulangan 22 D22 ($A_s : 8.362,2 \text{ mm}^2$) **Tabel A-4**

Buku Istimawan.

$$\begin{aligned} \bullet \quad \rho &= \rho' = \frac{A_s}{b \times d} \\ &= \frac{8.362,2}{600 \times 1.136} \\ &= 0,01 \text{ (oke)} \end{aligned}$$

h. Pemeriksaan P_u Terhadap Beban Seimbang P_{ub}

$$\begin{aligned} \bullet \quad d &= 1.136 \text{ mm} \\ \bullet \quad C_b &= \frac{600 \times d}{600 + f_y} \\ &= \frac{600 \times 1.136}{600 + 390} = 688,485 \text{ mm} \\ \bullet \quad \beta_1 &= 0,85 \text{ (factor reduksi)} \\ \bullet \quad a_b &= \beta_1 \times C_b \\ &= 0,85 \times 688,485 \\ &= 585,212 \text{ mm} \\ \bullet \quad \epsilon_s' &= \frac{688,485 - 64}{688,485} \times 0,003 \\ &= 0,0027 > \frac{f_y}{E_s} \\ &= 0,0027 > 0,00195 \end{aligned}$$

Karena $0,0026 > 0,00195$, maka tulangan mencapai luluh ketika beton hancur.

- $f_s' = E_s \times \epsilon_s'$
 $= 200000 \times 0,0027$
 $= 540 \text{ MPa}$
- $f_s' > f_y = 540 \text{ MPa} > 390 \text{ MPa}$
- $P_{ub} = 0,65 [(0,85 \times f_c' \times a_b \times b) + (A_s' \times f_s') - (A_s' \times f_y)]$
 $= 0,65 [(0,85 \times 45 \times 585,212 \times 600) + (8.362,2 \times 540) -$
 $(8.362,2 \times 390)] \times (10^{-3})$
 $= 9.984,230 \text{ KN} > 312,404 \text{ KN (AMAN)}$

i. Memeriksa Kekuatan Penampang

Digunakan persamaan empiris Whitney untuk penampang kolom persegi dengan hancur tekan menentukan.

- $P_n = \frac{A_s' \cdot f_y'}{\frac{e}{(d - d')} + 0,5} + \frac{b \cdot h \cdot f_c'}{\frac{3 \cdot h \cdot e}{d^2} + 1,18}$
 $= \frac{6.816 \cdot 390}{\frac{38,924}{(1136-64)} + 0,5} + \frac{600 \cdot 1200 \cdot 45}{\frac{3 \cdot 1200 \cdot 38,924}{1136^2} + 1,18}$
 $= 4956539,090 + 25143891,226$
 $= 30100430,316 \text{ N}$
 $= 30100,431 \text{ KN}$
- $\emptyset P_{nb} = 0,65 (30100,431) > P_u$
 $= 19565,280 \text{ KN} > 278,336 \text{ KN} \dots\dots \text{(AMAN)}$

Jadi, berdasarkan analisa diatas, tulangan utama kolom CO1B.A menggunakan 22D22 aman untuk digunakan.

j. Perencanaan Tulangan Sengkang Kolom

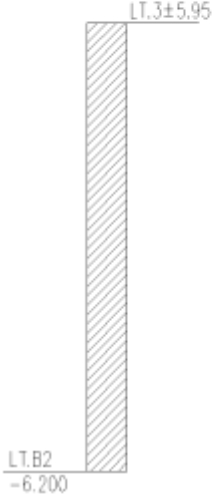
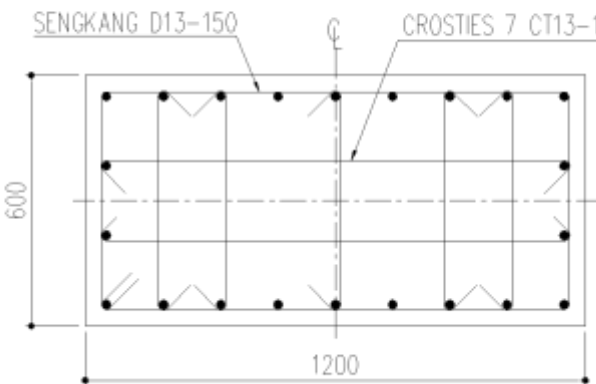
Perencanaan tulangan sengkang kolom didasarkan kepada SK-SNI-T-15-1991-03 Pasal 3.16.10 Ayat 5 dengan penjelasan berikut :

- a) Semua batang tulangan non-pratekan harus dilingkup dengan sengkang dan kait ikat lateral, paling sedikit ukuran D10.
- b) Spasi vertikal dari sengkang dan kait ikat tidak boleh melebihi 16 kali diameter tulangan longitudinal, 48 kali diameter batang atau kawat sengkang dan kait-ikat, atau ukuran terkecil dari komponen struktur tekan tersebut.

Sehingga dari uraian di atas direncanakan :

- Tulangan sengkang = 13 mm
- Jarak antar sengkang :
 - 16 x D tul.utama = 16 x 22 mm = 352 mm
 - 48 x D sengkang = 48 x 13 mm = 624 mm
 - Dimensi terkecil kolom = 600 mm

Berdasarkan analisa dan ketentuan diatas, maka tulangan sengkang kolom CO1B.A digunakan D13 – 150 mm.

DETAIL	CO1B.A
	
DIMENSI	600x1200
TULANGAN	22 D22
SENGKANG+CROSTIES	(D13 + 7 CT13)-150

Gambar 5. 5 Potongan Melintang Kolom CO1B.A

BAB VI

PENUTUP

6.1 Kesimpulan

1. Peninjauan ulang perhitungan struktur atas pada lantai 1 – 4 Proyek Pembangunan Apartemen Cisauk Point didasarkan pada peraturan-peraturan yang berlaku, yaitu :
 - Standar tata cara perhitungan struktur beton untuk bangunan gedung (SK SNI 03-2847-2002).
 - Standar tata cara perhitungan struktur beton untuk bangunan gedung (SK SNI T-15-1991-03).
 - Pedoman perencanaan pembebanan untuk rumah dan gedung (PPURG 1987).
 - Buku “Grafik dan Tabel Perhitungan Beton Bertulang” yang disusun oleh Ir. W.C. Vis dan Ir. Gideon Kusuma M.Eng.
2. Penulis membatasi peninjauan ulang perhitungan struktur atas lantai 1 – 4 Proyek Pembangunan Apartemen Cisauk Point pada struktur utama gedung saja, yaitu :
 - Plat lantai SA T.120 mm dan SC T.120 mm
 - Balok anak tipe S5 (150 x 500) dan balok induk tipe G1A (300 x 600), balok induk GS2F (400 x 800)

- Kolom tipe CO1.A (600 x 1200), dan Kolom Tipe CO1B.A (600 x 1200)
3. Hasil peninjauan tidak sepenuhnya sama dengan kondisi struktur asli, perbedaan ini dikarenakan peninjauan hanya menggunakan rumus umum, sedangkan kondisi struktur asli bukan hanya menggunakan rumus umum, tetapi juga menggunakan penyesuaian-penyesuaian dengan kondisi *real* di lapangan dan juga di perhitungkan agar pelaksanaan di lapangan lebih mudah.

6.2 Saran

1. Perencanaan struktur gedung tidak hanya berpedoman secara teori, akan tetapi dipertimbangkan pula pada kondisi *real* di lapangan.
2. Kelengkapan data mutlak dalam merencanakan suatu bangunan bertingkat sehingga perencanaan bisa lebih mendekati kondisi sebenarnya.
3. Ikuti ketentuan dalam peraturan-peraturan perencanaan struktur, sehingga didapat nilai yang paling ekonomis.
4. Estimasi beban dan analisa statika harus benar, agar didapatkan suatu konstruksi yang aman dan memenuhi syarat seperti yang telah ditentukan dalam perencanaan.

DAFTAR PUSTAKA

- Departemen Pekerjaan Umum. 1987. Pedoman Perencanaan Pembebanan Untuk Rumah dan Gedung, Bandung: Yayasan Badan Penerbit PU.
- Departemen Pekerjaan Umum. 1991. Standart Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung (SK SNI T - 15- 1991 – 03). Bandung: Yayasan LPMB.
- Dipohusodo, Istimawan. 1994. Struktur Beton Bertulang Berdasarkan SK SNI T 15-1991-03 Departemen Pekerjaan Umum RI. Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Utama.
- Standard Nasional Indonesia, 2002, Tata Cara Perhitungan struktur Beton Untuk Bangunan Gedung, Bandung: Badan Standar Nasional.
- Standar Nasional Indonesia (SNI), 2014, Baja Tulangan Beton, Bandung: Badan Standarisasi Nasional (BSN)
- Vis, W.C. dan Kusuma, Gideon. 1995. Dasar-dasar Perencanaan Beton Bertulang. Jakarta: Erlangga.
- Rencana Kerja dan Syarat-Syarat Proyek Pembangunan LRT City-Citacas Urban Signature, Jakarta Timur: Tida Diterbitkan