

**ANALISIS STRUKTUR PLAT
GEDUNG RUMAH SAKIT GRANDMED – LUBUK PAKAM**

SKRIPSI

Diajukan Untuk Memenuhi Syarat Dalam
Ujian Sidang Sarjana Teknik Sipil Strata Satu
Universitas Medan Area

Disusun Oleh :

**Redyka
178110021**



**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MEDAN AREA
MEDAN
2022**

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Document Accepted 22/6/22

Access From (repository.uma.ac.id)22/6/22

LEMBAR PENGESAHAN
ANALISIS STRUKTUR PLAT
GEDUNG RUMAH SAKIT GRANDMED – LUBUK PAKAM

SKRIPSI

Diajukan Untuk Memenuhi Syarat Dalam
Ujian Sidang Sarjana Teknik Sipil Strata Satu
Universitas Medan Area


Disusun Oleh :


Redyka
178110021

Disetujui,

Pembimbing I

Pembimbing II


Ir. Nurmaidah, M.T
NIDN : 0108016101


Hermansyah, S.T., M.T
NIDN : 0106088004

Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik

Ketua Prodi Teknik Sipil


Dr. Kemas Syah, S.Kom., M.Kom
NIDN : 0105058804


Hermansyah, S.T., M.T
NIDN : 0106088004

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 22/6/22

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Dipindai dengan CamScanner

Access From (repository.uma.ac.id)22/6/22

HALAMAN PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Redyka

NPM : 178110021

Judul : Analisis Struktur Plat Gedung Rumah Sakit GrandMed-Lubuk Pakam

Saya menyatakan bahwa skripsi yang saya susun sebagai syarat memperoleh gelar sarjana merupakan hasil karya tulis saya sendiri. Adapun bagian-bagian tertentu dalam penulisan skripsi ini yang saya kutip dari hasil karya orang lain telah dituliskan sumbernya secara jelas sesuai dengan norma, kaidah dan etika penulisan ilmiah.

Saya bersedia menerima sanksi pencabutan gelar akademik yang saya peroleh dan sanksi-sanksi lainnya dengan peraturan yang berlaku apabila di kemudian hari ditemukan plagiat dalam skripsi ini.

Medan, 23 Desember 2021

Yang Membuat Pernyataan



Redyka
178110021

**HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
TUGAS AKHIR/SKRIPSI/TESIS UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai civitas akademik Universitas Medan Area, saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Redyka
NPM : 178110021
Program Studi : Teknik Sipil
Jenis Karya : Skripsi

Dengan pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memeberikan kepada Universitas Medan Area **Hak Bebas Royalti Noneksklusif (Non-exclusive Royalty-Free Right)** atas karya ilmiah saya yang berjudul: Analisis Struktur Plat Gedung Rumah Sakit Grandmed – Lubuk Pakam. Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Medan Area berhak menyimpan, mengalih media/format-kan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat, dan mempublikasikan skripsi saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta. Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Medan
Pada Tanggal : 23 Desember 2021

Yang Menyatakan



Redyka
178110021

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa, atas berkat dan karunianya kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi serta penulis mengucapkan syukur telah diberikan pengetahuan, kesehatan, pengalaman, dan kesempatan sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini. Semoga proposal skripsi ini dapat memberikan wawasan yang lebih luas dan menjadi sumbangan pemikiran kepada pembaca khususnya para mahasiswa Universitas Medan Area.

Penulisan skripsi ini tidak akan terlaksana dengan baik tanpa adanya bantuan dan dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak Prof. Dr. Dadan Ramdan, M.Eng., M.Sc, Rektor Universitas Medan Area.
2. Bapak Dr. Rahmad Syah, S.Kom, M.Kom Dekan Fakultas Teknik Universitas Medan Area.
3. Bapak Hermansyah, S.T, M.T., selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil Universitas Medan Area dan Dosen Pembimbing II Skripsi
4. Ibu Ir. Nurmaidah, M.T, selaku Dosen Pembimbing I Skripsi
5. Bapak Jhoni P. Tambunan, S.T, beserta staff dan pekerja Proyek Pembangunan Gedung RadioTheraphy dan Rawat Inap Rumah Sakit GrandMed Lubuk Pakam.
6. Orang tua, saudara dan keluarga yang memberikan dukungan dan semangat dalam menyelesaikan skripsi ini.

7. Yusrivan Fikri Wardana Barus, Muhammad Aldino serta Rahmadhani Syahputra yang selalu mendukung penulis dalam proses pengerjaan skripsi dan bimbingan skripsi.
8. Rekan-rekan Pengurus Ikatan Mahasiswa Sipil 2019/2020 yang selalu memberikan dukungan pada saat proses pengerjaan skripsi.
9. Rekan-rekan mahasiswa Universitas Medan Area, khususnya Program Studi Teknik Sipil angkatan 2017 yang mendukung penulis dalam menyelesaikan skripsi.
10. Seluruh pihak yang membantu dan mendukung penulis dalam menyelesaikan skripsi ini, yang tidak bisa disebutkan satu persatu namanya.

Penulis sudah menyajikan skripsi ini dengan baik, namun penulis merasa masih banyak kekurangan, sehingga penulis meminta masukannya demi perbaikan di masa yang akan datang dan mengharapkan kritik dan saran dari para pembaca.

Medan, 23 Desember 2021

Redyka

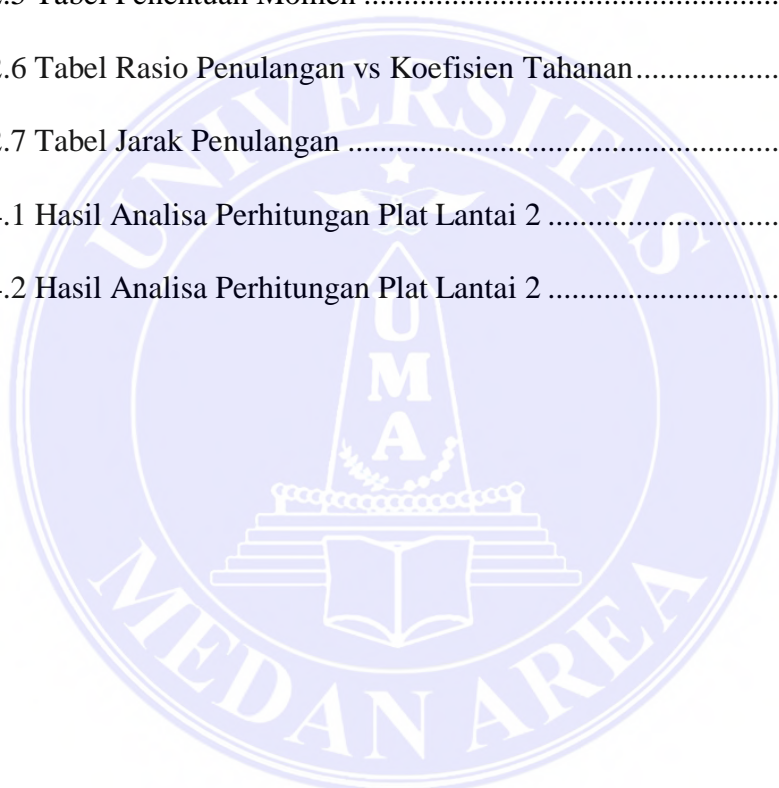
DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI	iii
DAFTAR TABEL	v
DAFTAR GAMBAR	vi
DAFTAR NOTASI	vii
ABSTRAK	ix
ABSTRACT	x
BAB I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Maksud dan Tujuan Penelitian	4
1.5 Metode Penelitian	4
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Penelitian Terdahulu.....	6
2.2 Umum	7
2.3 Bahan Beton	8
2.4 Beton Konvensional	9
2.5 Plat Lantai.....	11
2.5.1 Metode Konvensional	11
2.5.2 Metode <i>Half Slab Precast</i>	12
2.5.3 Metode <i>Full Precast</i>	13
2.5.4 Metode Bondek	13
2.6 Tumpuan Plat.....	14
2.7 Sistem Plat	16
2.7.1 Plat Satu Arah (<i>One Way Slab</i>).....	17
2.7.2 Plat Dua Arah (<i>Two Way Slab</i>).....	17
2.8 Pedoman Perhitungan Plat Lantai.....	19
2.9 Pembebanan.....	23

2.9.1	Beban Mati	24
2.9.2	Beban Hidup.....	26
2.10	Momen yang Menentukan	28
2.11	Tulangan yang Diperlukan	30
2.12	Jarak Penulangan Plat.....	31
BAB III. METODE PENELITIAN		33
3.1	Persiapan.....	33
3.2	Lokasi Penelitian	33
3.3	Metode Pengumpulan Data	34
3.4	Data Struktur Gedung.....	35
3.5	Diagram Alir Penelitian.....	36
BAB IV. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN.....		37
4.1	Data Plat Lantai Pada Bangunan	37
4.2	Tahap Analisa	38
4.3	Analisa Plat Lantai.....	38
4.3.1	Data Analisa	38
4.3.2	Pembebanan Plat Lantai.....	40
4.3.3	Hasil Analisa Plat Lantai.....	85
4.4	Pembahasan	91
BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN		93
5.1	Kesimpulan.....	93
5.2	Saran	93
DAFTAR PUSTAKA		95
LAMPIRAN		

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Beban Bahan Bangunan	24
Tabel 2.2 Beban Komponen Bangunan	25
Tabel 2.3 Beban Hidup pada Lantai Gedung	27
Tabel 2.4 Beban Hidup pada Atas Gedung	28
Tabel 2.5 Tabel Penentuan Momen	29
Tabel 2.6 Tabel Rasio Penulangan vs Koefisien Tahanan	31
Tabel 2.7 Tabel Jarak Penulangan	32
Tabel 4.1 Hasil Analisa Perhitungan Plat Lantai 2	85
Tabel 4.2 Hasil Analisa Perhitungan Plat Lantai 2	88



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Plat Metode Konvensional	12
Gambar 2.2 Plat Metode Half Slab Precast.....	13
Gambar 2.3 Plat Metode Full Precast	13
Gambar 2.4 Plat Metode Bondek	14
Gambar 2.5 Penumpu Plat.....	14
Gambar 2.6 Plat Terletak Bebas.....	15
Gambar 2.7 Plat Terjepit Elastis	16
Gambar 2.8 Plat Terjepit Penuh	16
Gambar 2.9 Skema Hitungan Tulangan Plat.....	22
Gambar 2.10 Skema Hitungan Plat.....	23
Gambar 3.1 Denah Lokasi Penelitian.....	34
Gambar 3.2 Diagram Alir Penelitian	36

DAFTAR NOTASI

a	= Kontrol momen pikul
As	= Luas tulangan plat lantai
Asb	= Luas tulangan bagi plat lantai
b	= Lebar bagian efektif plat lantai
d	= Jarak dari serat tekan terluar ke pusat tulangan tertarik
h	= Tebal plat lantai
k	= koefisien tahanan
D	= Tulangan ulir
$f'c$	= Kuat tekan beton
f_y	= Tegangan luluh baja
L_y	= Bentang plat lantai terpanjang
L_x	= Bentang plat lantai terpendek
M_{tx}	= Momen tumpuan bentang x
M_{ty}	= Momen tumpuan bentang y
M_{lx}	= Momen lapangan bentang x
M_{ly}	= Momen lapangan bentang y
qu	= Beban terfaktor
s	= Jarak Tulangan
x	= Koefisien momen
β	= Rasio bentang bersih terhadap plat dua arah
p	= rasio penulangan beton bertulang

C_i = koefisien momen sesuai arah bentang i , yang tercantum pada tabel PBI-1971

S_n = Selimut beton



ABSTRAK

Plat lantai merupakan struktur atas pada suatu bangunan gedung yang memiliki fungsi sebagai batas antar suatu lantai dan juga sebagai diafragma atau unsur pengaku horizontal. Terdapat 2 jenis plat lantai yaitu plat satu arah (*one way slab*) dan plat dua arah (*two way slab*). Setiap bangunan gedung memiliki beban plat lantainya masing-masing, yang dimana berat jenis yang digunakan berbeda dari satu bangunan terhadap bangunan lainnya. Penelitian ini dilakukan pada Gedung Rumah Sakit Grand Med – Lubuk Pakam yang menggunakan plat lantai konvensional 2 arah dan menganalisa struktur plat lantainya terhadap SNI 2847-2019. Hasil analisis yang diperoleh bahwa plat lantai 2 pada Gedung Rumah Sakit Grand Med – Lubuk Pakam memiliki total plat lantai sebanyak 148 buah menggunakan struktur tulangan yang sesuai dengan SNI 2847-2019 yaitu 146 perletakan sesuai dengan SNI 2847-2019 pada tulangan tumpuan bentang pendek (Mtx), 148 perletakan sesuai dengan SNI 2847-2019 pada tulangan lapangan bentang pendek (Mlx), 146 perletakan sesuai dengan SNI 2847-2019 pada tulangan tumpuan bentang panjang (Mty), dan 148 perletakan sesuai dengan SNI 2847-2019 pada tulangan lapangan bentang panjang (Mly) dari total plat lantai 2. Sedangkan pada plat lantai 3 memiliki total 135 buah plat lantai yang seluruh perletakan struktur tulangannya tidak sesuai dengan SNI 2847-2019 dikarenakan pada SNI terdapat peraturan bahwa jarak maksimal tulangan plat lantai adalah “ $s \leq 2.h$ ” dimana h adalah tebal plat 120 mm, maka jarak maksimal tulangan adalah 240 mm, sedangkan pada plat lantai 3 di Gedung Radio Therapy dan Rawat Inap Rumah Sakit Grand Med – Lubuk Pakam menggunakan tulangan D10-250 mm.

Kata Kunci: plat lantai 2 arah, struktur tulangan, plat konvensional

ABSTRACT

The floor plate is the upper structure in a building that has a function as a boundary between a floor and also as a diaphragm or horizontal stiffening element. There are 2 types of floor slabs, namely one-way slabs and two-way slabs. Each building has its own floor plate load, where the specific gravity used differs from one building to another. This research was conducted at the Grand Med Hospital – Lubuk Pakam which uses a 2-way conventional floor plate and analyzes the structure of the floor plate against SNI 2847-2019. The results of the analysis show that the 2nd floor plate in the Grand Med Hospital - Lubuk Pakam has a total of 148 floor plates using a reinforcement structure in accordance with SNI 2847-2019, namely 146 placement according to SNI 2847-2019 on short span support reinforcement (Mtx), 148 placement in accordance with SNI 2847-2019 on short span field reinforcement (Mlx), 146 placement in accordance with SNI 2847-2019 on long span field reinforcement (Mty) , and 148 placement according to SNI 2847-2019 on long span field reinforcement (Mly) of the total 2nd floor slab. Meanwhile, the 3rd floor slab has a total of 135 floor slabs whose entire reinforcement structure is not in accordance with SNI 2847-2019 because in SNI there is a regulation that the maximum distance of floor slab reinforcement is "s 2.h " where h is the plate thickness of 120 mm, then the maximum distance of reinforcement is 240 mm, while on the 3rd floor plate in Radio Therapy Building and Hospital Inpatient Grand Med-Lubuk Pakam using D10-250 mm reinforcement.

Keywords: *two way slab, reinforcement structure, conventional method*

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Struktur bangunan merupakan komponen utama yang menunjang berdirinya suatu bangunan. Struktur bangunan gedung terdiri dari komponen - komponen di atas tanah dan komponen-komponen di bawah yang direncanakan sedemikian rupa sehingga dapat menyalurkan beban ke tanah dasar. Konstruksi dari sebuah bangunan merupakan kebutuhan dasar manusia, dimana tingkat kebutuhan tersebut terus meningkat sejalan dengan perkembangan dan kemajuan teknologi. Konstruksi bangunan pada saat ini merupakan suatu objek yang kompleks, dimana didalam bangunan tersebut diperlukan perhitungan dan analisa yang cermat serta pertimbangan tertentu yang akan menghasilkan suatu bangunan yang memenuhi syarat kokoh, ekonomis maupun estetika. Struktur bangunan pada umumnya terdiri dari struktur bawah (*lower structure*) dan struktur atas (*upper structure*). Struktur bawah (*lower structure*) yang dimaksud adalah pondasi dan struktur bangunan yang berada di bawah permukaan tanah, sedangkan yang dimaksud dengan struktur atas (*upper structure*) adalah struktur bangunan yang berada di atas permukaan tanah seperti kolom, balok, plat, tangga. Setiap komponen tersebut memiliki fungsi yang berbeda-beda di dalam sebuah struktur. Plat lantai merupakan bagian struktur yang sangat penting, dimana ikut memikul beban pada bangunan. Plat adalah elemen horizontal struktur yang mendukung

beban mati maupun beban hidup dan menyalurkannya ke rangka vertikal dari sistem struktur.

Kekakuan hubungan antara plat dan konstruksi pendukungnya (balok) menjadi salah satu bagian dari perencanaan plat. Ada 3 jenis perletakan plat pada balok, yaitu sebagai berikut : a) Terletak bebas, merupakan perletakan plat lantai yang diletakkan begitu saja di atas balok, atau plat dan balok tidak dicor bersama – sama, sehingga plat dapat berotasi bebas pada tumpuan tersebut, b) Terjepit elastis, merupakan perletakan plat dan balok dicor bersama – sama secara monolit, tetapi ukuran balok cukup kecil, sehingga balok tidak cukup kuat untuk mencegah terjadinya rotasi plat, c) Terjepit penuh, merupakan perletakan plat dan balok dicor bersama – sama secara monolit, dan ukuran balok cukup besar, sehingga mampu untuk mencegah terjadinya rotasi plat. Sistem perencanaan tulangan plat pada dasarnya dibagi menjadi 2 macam, yaitu : sistem perencanaan plat dengan tulangan pokok satu arah (plat satu arah /*one way slab*) dan system perencanaan plat dengan tulangan pokok dua arah (plat dua arah /*two way slab*). Plat satu arah/*one way slab* merupakan plat beton yang lebih dominan menahan beban yang berupa momen lentur pada bentang satu arah saja dan juga ditumpu oleh 2 (dua) tumpuan sejajar, sedangkan plat 2 arah/*two way slab* merupakan plat beton yang menahan beban yang berupa momen lentur pada bentang dua arah saja dan juga ditumpu oleh 4 (empat) sisi yang sejajar.

Pada bangunan Gedung Radio Therapy dan Rawat Inap Rumah Sakit Grand Med – Lubuk Pakam yang berlokasi di Jalan Raya Medan – Lubuk Pakam, Kabupaten Lubuk Pakam, Provinsi Sumatera Utara, adalah proyek pembangunan

gedung rumah sakit yang terdiri dari 6 lantai. Plat lantai yang digunakan pada bangunan Gedung Radio Therapy dan Rawat Inap Rumah Sakit Grand Med – Lubuk Pakam adalah plat lantai dengan metode konvensional. Plat lantai metode konvensional merupakan plat lantai yang pekerjaannya di rencanakan terlebih dahulu, semua pekerjaan pembetonan pada plat lantai dilakukan secara manual dengan merangkai tulangan pada bangunan yang dibuat. Dalam hal ini penulis memfokuskan Skripsi ini kepada analisa struktur plat lantai 2 dan 3, sistem perletakan plat lantai menggunakan perletakan terjepit penuh dan juga menggunakan plat lantai 2 (dua) arah.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dalam pelaksanaan “Analisa Struktur Gedung Rumah Sakit Grand Med – Lubuk Pakam “ yaitu, Apakah struktur plat lantai pada bangunan Gedung Radio Therapy dan Rawat Inap Rumah Sakit GrandMed – Lubuk Pakam sesuai dengan SNI 2847-2019 ?

1.3 Batasan Masalah

Untuk menyelesaikan tulisan ini, penulis membatasi masalah yaitu, hanya menganalisa struktur plat lantai Gedung Radio Therapy dan Rawat Inap Rumah Sakit GrandMed – Lubuk Pakam, yang difokuskan pada perhitungan struktur plat lantai 2 dan 3.

1.4 Maksud dan Tujuan Penelitian

Maksud dari penulisan ini adalah untuk menganalisa struktur plat lantai pada Pembangunan Gedung Radio Therapy dan Rawat Inap Rumah Sakit Grand Med – Lubuk Pakam sesuai dengan SNI 2847-2019 .

Tujuan dari penulisan ini adalah untuk mengetahui struktur plat lantai pada Pembangunan Gedung Radio Therapy dan Rawat Inap Rumah Sakit Grand Med – Lubuk Pakam sesuai dengan SNI 2847-2019 .

1.5 Metode Penelitian

Pada penulisan Skripsi ini dilakukan beberapa cara untuk dapat mengumpulkan data yang mendukung agar Skripsi ini dapat diselesaikan dengan baik dan benar. Beberapa cara yang dilakukan diantaranya :

1. Metode Observasi

Memperoleh data teknik plat lantai yang dibutuhkan, diperoleh dari hasil survey langsung ke proyek pembangunan Gedung Radio Therapy dan Rawat Inap Rumah Sakit Grand Med – Lubuk Pakam.

2. Pengambilan Data

Mengumpulkan data-data yang diperlukan yang terdiri dari ; data primer merupakan data yang dikumpulkan langsung dari objek yang diteliti di lapangan dan data sekunder merupakan data lain yang diperoleh dari sumber yaitu dari pihak proyek pembangunan Gedung Radio Therapy dan Rawat Inap Rumah Sakit Grand Med – Lubuk Pakam.

3. Melakukan Studi Kepustakaan

Mengumpulkan teori-teori dari beberapa buku yang berhubungan dengan Skripsi ini.



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Terdahulu

Penelitian-penelitian sejenis ini telah dilakukan sebelumnya, sebab penelitian terdahulu sangat penting dalam sebuah penelitian yang akan dilakukan. Berikut beberapa penelitian sebelumnya yang mendasari penelitian ini.

Penelitian pertama dengan judul “Analisis Struktur Pelat Lantai Beton Konvensional Dan Pelat Lantai Bondek (Gedung Kuliah Fakultas Tarbiyah Dan Keguruan Uin Raden Intan Lampung)” oleh Dewi, S.U dan Widya, K (2018) mengatakan bahwa (1) Pelat lantai beton konvensional lebih murah dibandingkan pelat lantai bondek; (2) Pelat lantai beton konvensional lebih hemat 11% dibandingkan pelat lantai bondek (3) Pelat bondek lebih cepat dalam waktu pelaksanaannya dibandingkan pelat beton konvensional. Berdasarkan dari hasil tersebut, untuk pemilihan pekerjaan pelat lantai direkomendasikan untuk menggunakan pelat bondek untuk menghemat waktu pekerjaan dan pelat lantai konvensional untuk menghemat biaya pekerjaan.

Penelitian kedua dengan judul “Desain Praktis Pelat Konvensional Dua Arah Beton Bertulang” oleh Kembuan, P. dkk (2018) mengatakan bahwa Hasil analisa menggunakan metode desain langsung dan software yang ada, mempunyai trend yang sama, meskipun nilainya tidak akan sama persis. Program MS Excel digunakan sebagai alat bantu dalam menghitung desain pelat dengan beberapa variasi. Parameter yang divariasikan adalah ukuran bentang, ukuran balok dan

kolom, beban hidup, f'_c , dan f_y . Hasil yang diperoleh berupa nilai momen lentur dan jarak tulangan, yang dituangkan dalam bentuk tabel-tabel desain.

2.2 Umum

Beton merupakan bahan utama dalam setiap pembangunan gedung. Beton merupakan hasil dari pencampuran bahan-bahan agregat halus dan agregat kasar yaitu pasir, batu kerikil dengan menambahkan secukupnya bahan perekat yaitu semen dan air sebagai bahan pembantu agar terjadinya reaksi kimia selama proses pengerasan dan perawatan beton. Beton bertulang adalah beton yang terdiri dari beton dan baja tulangan.

Agregat halus dan kasar, disebut sebagai bahan susun kasar campuran, merupakan komponen utama beton. Nilai kekuatan serta daya tahan (*durability*) beton merupakan fungsi dari banyak faktor, diantaranya ialah nilai banding campuran dan mutu bahan susun, metode pelaksanaan pengecoran, pelaksanaan finishing, temperatur, dan kondisi perawatan pengerasannya.

Material beton merupakan salah satu material penting yang sering digunakan pada pembangunan infrastruktur di Indonesia. Beton pada dasarnya adalah campuran yang terdiri dari agregat kasar dan agregat halus yang dicampur dengan air dan semen sebagai pengikat dan pengisi antara agregat kasar dan agregat halus serta kadang-kadang ditambahkan adiktif [Adi, 2013] .

Beton normal dipakai untuk struktur beton bertulang, bagian-bagian struktur menahan beban, misalnya kolom, balok, dinding yang menahan beban, dan sebagainya. Kuat tekan beton normal berkisar antara 15-30 MPa. Ukuran agregat

maksimum dan gradasi butir mempengaruhi workabilitas, durabilitas, serta kuat tekan beton. Selain itu sifat / texture permukaan agregat mempengaruhi beban retak beton [Arbi, 2012].

Nilai kuat tekan beton relatif tinggi dibandingkan dengan kuat tariknya, dan beton merupakan bahan bersifat getas. Nilai kuat tariknya hanya berkisar 9% - 15 % saja dari kuat tekannya. Pada penggunaan sebagai komponen struktural bangunan, umumnya beton diperkuat dengan batang tulangan baja sebagai bahan yang dapat bekerja sama dan mapu membantu kelemahannya, terutama pada bagian yang menahan gaya tarik. Maka dari itu, batang tulangan baja memiliki tugas sebagai memperkuat dan menahan gaya tarik, sedangkan beton hanya diperhitungkan untuk menahan gaya tekan.

2.3 Bahan Beton

Beton sebagai bahan yang berasal dari dari pengadukan bahan-bahan susun agregat kasar dan halus kemudian diikat dengan semen yang bereaksi dengan air sebagai bahan perekat, harus dicampur dan diaduk dengan benar dan merata agar dapat dicapai mutu beton baik. Kekentalan adukan beton harus diawasi dan dikendalikan dengan cara memeriksa *slump* pada setiap adukan beton baru. Nilai *slump* digunakan sebagai petunjuk ketepatan jumlah pemakaian air dalam hubungannya dengan faktor air semen yang ingin dicapai.

Sesuai dengan tingkat mutu beton yang hendak dicapai, perbandingan campuran bahan susun harus ditentukan agar beton yang dihasilkan memberikan: (1) Keleccakan dan konsistensi yang memungkinkan pengerjaan beton (penuangan, perataan, pemadatan) dengan mudah ke dalam acuan dan sekitar tulangan baja tanpa

menimbulkan kemungkinan terjadi segregasi atau pemisahan agregat dan *bleeding* air; (2) Ketahanan terhadap kondisi lingkungan khusus (kedap air, korosif, dan lain-lain); (3) Memenuhi uji kuat yang hendak dicapai.

2.4 Beton Konvensional

Menurut Tjokrodinuljo (1996), beton merupakan hasil pencampuran semen, air, dan agregat. Terkadang ditambah menggunakan bahan tambah dengan perbandingan tertentu, mulai dari bahan kimia tambahan, fiber, sampai bahan buangan non kimia. Sifat-sifat beton pada umumnya dipengaruhi oleh kualitas bahan, cara pengerjaan dan cara perawatannya.

Berdasarkan SNI 2847:2013 definisi beton adalah campuran antara semen Portland atau semen hidrolis yang lain, agregat halus, agregat kasar, dan air, dengan atau tanpa bahan tambahan yang membentuk massa padat. Seiring dengan penambahan umur, beton akan semakin mengeras dan akan mencapai kekuatan rencana (f_c') pada usia 28 hari.

Menurut Ervianto (2006), beton konvensional adalah suatu komponen struktur yang paling utama dalam sebuah bangunan. Suatu struktur plat lantai memiliki fungsi selain untuk berpijaknya penghuni dari suatu bangunan, perletakan dari kabel listrik juga sebagai perkuatan suatu bangunan. Beton Konvensional dalam pembuatannya direncanakan terlebih dahulu, semua pekerjaan pembetonan dilakukan secara manual dengan merangkai tulangan pada bangunan yang dibuat. Pembetonan Konvensional memerlukan biaya bekisting, biaya upah kerja yang cukup banyak.

Jenis-jenis komponen beton konvensional untuk struktur bangunan gedung :

1. Balok
2. Kolom
3. Plat lantai
4. Tangga
5. Dinding *Lift*
6. *Pile cap*

Adapun keunggulan dari beton konvensional:

1. Mudah dan umum dalam pengerjaan di lapangan
2. Mudah dibentuk dalam berbagai penampang
3. Perhitungan relatif mudah dan umum
4. Sambungan balok, kolom dan plat lantai bersifat monolit (terikat penuh)

Beton Konvensional juga mempunyai kelemahan-kelemahan sebagai berikut:

1. Diperlukan tenaga buruh lebih banyak, relatif lebih mahal.
2. Pemakaian bekisting relatif banyak
3. Pekerjaan dalam pembangunan agak alam karena pengerjaannya berurutan saling tergantung dengan pekerjaan lainnya.
4. Terpengaruh oleh cuaca, apabila hujan pengerjaan pengecoran tidak dapat dilakukan.

2.5 Plat Lantai

Definisi plat lantai beton bertulang yaitu struktur tipis yang dibuat dari beton bertulang dengan bidang yang arahnya horizontal, dan beban bekerja adalah tegak lurus pada bidang tersebut. Ketebalan bidang plat ini relatif sangat kecil apabila dibandingkan dengan bentang panjang maupun lebarnya. Plat beton bertulang memiliki sifat yang kaku dan arahnya yang horizontal, sehingga pada bangunan gedung, plat lantai berfungsi sebagai diafragma atau unsur pengaku horizontal yang sangat bermanfaat untuk mendukung ketegaran balok portal.

Plat lantai beton bertulang banyak digunakan pada bangunan sipil, baik sebagai lantai bangunan, lantai atap dari suatu gedung, lantai jembatan maupun lantai pada dermaga. Beban yang bekerja pada plat umumnya diperhitungkan terhadap beban gravitasi (beban mati dan / atau beban hidup). Beban tersebut mengakibatkan terjadi momen lentur (seperti pada kasus balok)

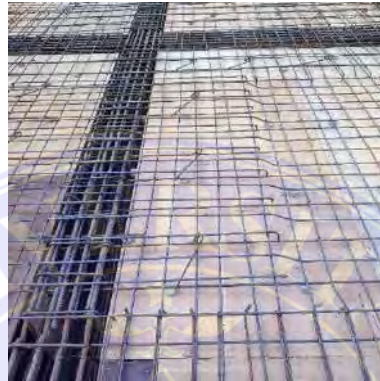
Adapun metode-metode pelaksanaan plat lantai beton bertulang yang biasa digunakan pada gedung bangunan, diantaranya :

1. Metode Konvensional
2. Metode *Half Slab Precast*
3. Metode *Full Precast*
4. Metode Bondek

2.5.1 Metode Konvensional

Metode Konvensional merupakan plat lantai yang pengerjaannya dilakukan di tempat pemasangan, dengan bekisting yang menggunakan *plywood* dengan

perancah *scaffolding*. Ini adalah cara yang masih terbilang kuno dan memakan banyak waktu dan biaya, sehingga banyak yang berlomba-lomba untuk mendapatkan inovasi terbaru dan untuk mendapatkan waktu yang cepat dan biaya yang murah.



Gambar 2.1 Plat Metode Konvensional
Sumber : Data pribadi

2.5.2 Metode *Half Slab Precast*

Metode ini disebut metode *halfslab* karena sebagian struktur plat lantai dikerjakan dengan sistem *precast*. Bagian tersebut dibuat di pabrik untuk kemudian dikirim ke lokasi proyek untuk dipasang, yang kemudian dipasang besi tulangan atas, kemudian dikirim ke lokasi proyek. Kelebihan dari metode *halfslab precast* ini adalah terdapat penghematan waktu dan biaya untuk pekerjaan bekisting. Akan tetapi, tidak semua bagian plat gedung bisa dibuat dengan sistem ini, contohnya area toilet.



Gambar 2.2 Plat Metode *Half Slab Precast*

Sumber : Google.com <https://www.google.com/search?q=plat+merode+half+slab+precast>

2.5.3 Metode *Full Precast*

Metode ini adalah pembuatan plat dengan metode seratus persen pracetak, beton di cetak terlebih dahulu kemudian dipasang di lokasi proyek, proses produksi beton pracetak bisa dilakukan di area proyek atau pada lokasi terpisah dengan mempertimbangkan segi pengiriman.



Gambar 2.3 Plat Metode *Full Precast*

Sumber : <https://www.wika-beton.co.id/Jenis-Beton-Pracetak-untuk-Bangunan-Gedung>

2.5.4 Metode *Bondek*

Metode plat bondek adalah pengerjaan plat lantai yang mengganti peranan triplek sebagai pelapis bagian bawah dari beton cor. Bondek adalah material baja ringan bergelombang yang di gunakan sebagai pelapis bagian bawah dari beton cor. Metode Bondek memiliki kekurangan, salah satunya yaitu proses pemasangannya dibutuhkan alat bantu berupa las listrik untuk menyambungkan antar bondek dan

membutuhkan tenaga yang berpengalaman dalam proses pemasangannya, karena tidak semua tukang bangunan mampu mengerjakannya.

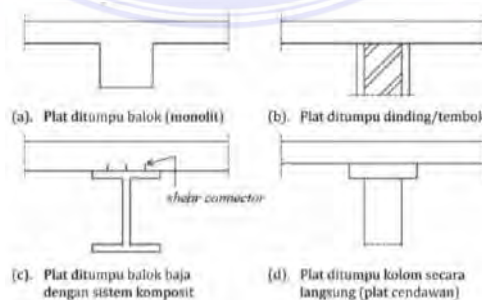


Gambar 2.4 Plat Metode Bondek

Sumber : <https://hakimhomint.wordpress.com/2017/04/22/cara-memasang-plat-bondek>

2.6 Tumpuan Plat

Untuk merencanakan plat beton bertulang, yang perlu dipertimbangkan tidak hanya pembebanan saja, tetapi juga jenis perletakan dan jenis penghubung di tempat tumpuan. Kekakuan hubungan antara plat dan tumpuan akan menentukan besar momen lentur yang terjadi plat. Pada bangunan gedung biasanya plat tersebut ditumpu oleh balok-balok secara monolit, yaitu plat dan balok dicor bersama-sama sehingga menjadi satu-kesatuan.



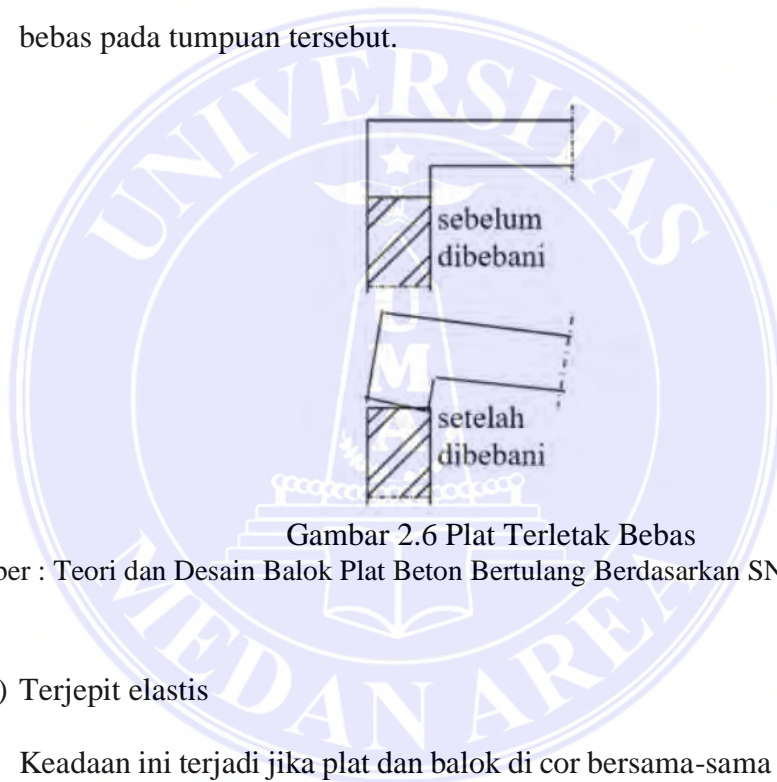
Gambar 2.5 Penumpu Plat

Sumber : Teori dan Desain Balok Plat Beton Bertulang Berdasarkan SNI 2847-2013

Terdapat jenis-jenis perletakan plat pada balok, kekakuan hubungan antara plat dan kontruksi pendukungnya (balok) menjadi salah satu bagian dari perencanaan plat. Ada 3 jenis perletakan plat pada balok, yaitu sebagai berikut :

a) Terletak bebas

Keadaan ini terjadi jika plat diletakkan begiu saja diatas balok, atu antara plat dan balok tidak dicor bersama-sama, sehingga plat dapat berotasi bebas pada tumpuan tersebut.

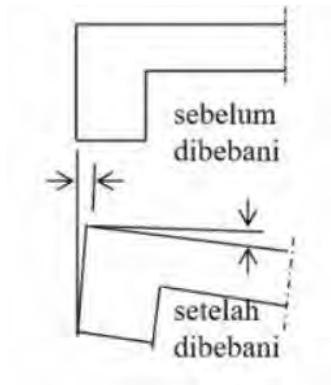


Gambar 2.6 Plat Terletak Bebas

Sumber : Teori dan Desain Balok Plat Beton Bertulang Berdasarkan SNI 2847-2013

b) Terjepit elastis

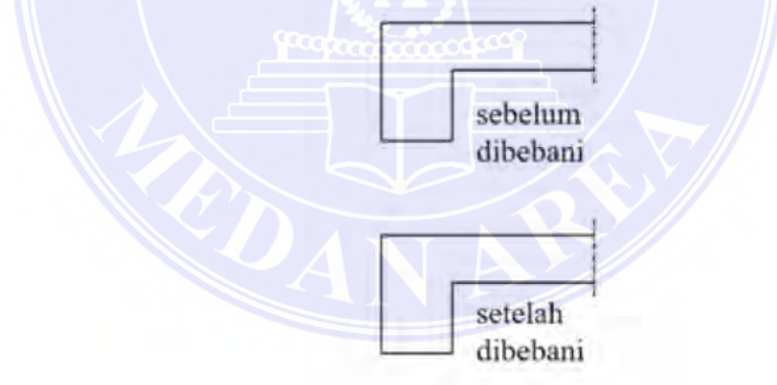
Keadaan ini terjadi jika plat dan balok di cor bersama-sama secara monolit dan ukuran balok cukup besar, sehingga balok dapat mencegah terjadinya rotasi plat.



Gambar 2.7 Plat Terjepit Elastis
Sumber : Teori dan Desain Balok Plat Beton Bertulang

c) Terjepit penuh

Keadaan ini terjadi jika plat dan balok dicor bersama-sama secara monolit, dan ukuran balok cukup besar, sehingga mampu untuk mencegah terjadinya rotasi plat.



Gambar 2.8 Plat Terjepit Penuh
Sumber : Teori dan Desain Balok Plat Beton Bertulang Berdasarkan SNI 2847-2013

2.7 Sistem Plat

Sistem perhitungan struktur plat atap, plat lantai, jembatan, pelabuhan dan lain-lain, pada dasarnya sama hanya saja berbeda dalam hal pembebanannya.

Sistem perencanaan tulangan plat pada dasarnya dibagi menjadi 2 macam yaitu :

(1) Sistem perencanaan plat satu arah, dan (2) Sistem perencanaan plat dua arah.

2.7.1 Plat Satu Arah (*One Way Slab*)

Plat satu arah yaitu plat yang memiliki panjang lebih besar atau lebih lebar yang bertumpu menerus melalui balok-balok. Maka hampir semua beban lantai dipikul oleh balok-balok yang sejajar. Suatu plat dikatakan plat satu arah apabila $L_y/L_x \geq 2$, dimana L_y dan L_x adalah panjang dari sisi-sisinya. Struktur Plat satu arah dapat digambarkan sebagai plat yang didukung pada kedua tepinya sehingga lenturannya timbul hanya dalam satu arah. Menurut Asroni (2010), plat satu arah dapat momen lenturnya hanya bekerja pada satu arah, yaitu bentang L sehingga tulangan pokok juga dipasang searah bentang L tersebut.

2.7.2 Plat Dua Arah (*Two Way Slab*)

Plat dua arah adalah plat yang didukung dari keempat sisi dengan lendutan yang akan timbul saling tegak lurus, atau perbandingan antara sisi panjang dan pendek tidak lebih dari dua.

Momen lentur yang bekerja pada plat dua arah yaitu searah dengan bentang l_x dan bentang l_y . Untuk plat di daerah lapangan dipasang tulangan pokok pada 2 arah yang saling tegak lurus, sedangkan plat di daerah tumpuan hanya bekerja momen lentur satu arah, sehingga pada daerah tumpuan tetap dipasang tulangan pokok dan tulangan bagi

Plat dengan 4 (empat) tumpuan sejajar ini menghasilkan lendutan dan momen lentur. Lendutan yang terjadi diakibatkan oleh beban merata yang bekerja di atas

plat, dan momen lentur yang terjadi merupakan akibat dari beban yang bekerja pada plat. Semakin besar beban maka semakin besar lendutan dan momennya. Besar momen lentur dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut :

$$M_{\text{lentur}} = 0,001 \cdot qu \cdot lx^2 (x) \dots\dots\dots(\text{pers. 2.1})$$

Dimana :

qu = beban terfaktor

lx = bentang terpendek

x = koefisien momen (tabel PBI-1971)

Pada umumnya tabel perhitungan momen lentur plat hanya berlaku bagi suatu wilayah saja. Contohnya di Amerika, perancang bangunan biasanya memakai tabel-tabel dari *American Concrete Institute* (ACI), di Inggris, memakai tabel dari *British Standard Institute* (BSI), sedangkan di Indonesia menggunakan Peraturan Beton Indonesia tahun 1971 (PBI-1971).

Dalam hal ini koefisien momen yang digunakan yaitu berdasarkan Peraturan Beton Bertulang Indonesia tahun 1971 (PBI-1971). Beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam perhitungan momen lentur menggunakan tabel PBI-1971 yaitu sebagai berikut :

a) Pemilihan bentang

Karena bentang ada 2 arah (ly dan lx), maka dipilih bentang ly sebagai bentang terpanjang dan bentang lx sebagai bentang terpendek.

b) Jenis momen lentur

Jenis momen lentur yang dihitung meliputi minimal 4 macam, terdiri dari 2 buah momen tumpuan (M_{ty} dan M_{tx}) dan 2 buah momen lapangan (M_{lx} dan M_{ly})

c) Penentuan koefisien momen plat (X)

Untuk menentukan nilai X pada tabel plat menurut PBI-1971, tabel plat dari PBI-1971 adalah sebagai berikut :

- Menentukan jenis tumpuan
- Dihitung rasio bentang l_y/l_x
- Ditarik garis vertical dari nilai l_y/l_x dan garis horizontal dari tanda tumpuan, sehingga berpotongan pada nilai x.

2.8 Pedoman Perhitungan Plat Lantai

Pada dasarnya merencanakan suatu plat harus berpedoman dengan peraturan-peraturan yang telah ditetapkan dan berlaku di Indonesia. Peraturan yang dapat digunakan antara lain :

- Persyaratan Beton Struktural Beton Untuk Bangunan Gedung (SNI 2487-2019) dan Analisis beton bertulang sesuai SNI 2847-2019.
- Peraturan Beton Indonesia (PBI-1971)

Perencanaan plat beton bertulang, perlu diperhatikan beberapa ketentuan sebagai berikut :

1. Nilai b atau lebar yang diambil adalah 1 m atau 1000mm (pasal 10.5.1).
2. Tebal selimut beton plat minimum (pasal 25.4.2)

- Untuk batang tulangan plat $\varnothing \leq 36$, tebal selimut plat beton ≥ 20 mm.
 - Untuk batang tulangan plat $\varnothing \geq 40$, tebal selimut plat beton ≥ 40 mm.
3. Tebal selimut beton minimal 20mm untuk tulangan $D \leq 36$ mm dan 40 mm untuk tulangan D44-56 (pasal 25.5.5.3)
4. Besar nilai β untuk mutu beton
- $f'c \leq 30$ Mpa, $\beta = 0,85$
 - $f'c \geq 30$ Mpa, $\beta = 0,85 - 0,008 (f'c - 30)$
5. Jarak tulangan akan ditentukan oleh tabel koefisien penulangan dan rasio tulangan A-29
6. Jarak bersih minimum antara tulangan (s) (pasal 25.4.4) :
- $s \geq \varnothing$ dan $s \geq 25$ mm (\varnothing adalah diameter tulangan).
 - $s \geq 40$ mm.
7. Luas tulangan minimal
- Tulangan pokok (pasal 8.6. 1)
- $$A_s \geq \frac{1,4.b.d}{f_y} \dots\dots\dots(\text{pers. 2.2})$$
- Tulangan bagi (pasal 7.12.2.1)
- Untuk $f_y \leq 350$ Mpa, maka
- $$A_{sb} \geq 0,002 \times b \times h$$
- Untuk $f_y 350$ Mpa – $f_y 420$ Mpa, maka
- $$A_{sb} \geq \{0,002 - \frac{f_y-350}{350000}\} \times b \times h \dots\dots\dots(\text{pers. 2.3})$$
- Untuk $f_y \geq 420$ Mpa, maka
- $$A_{sb} \geq \{ 0,0018 \times b \times h \times (\frac{420}{f_y})\} \dots\dots\dots(\text{pers. 2.4})$$

8. Jarak maksimum tulangan (as ke as)

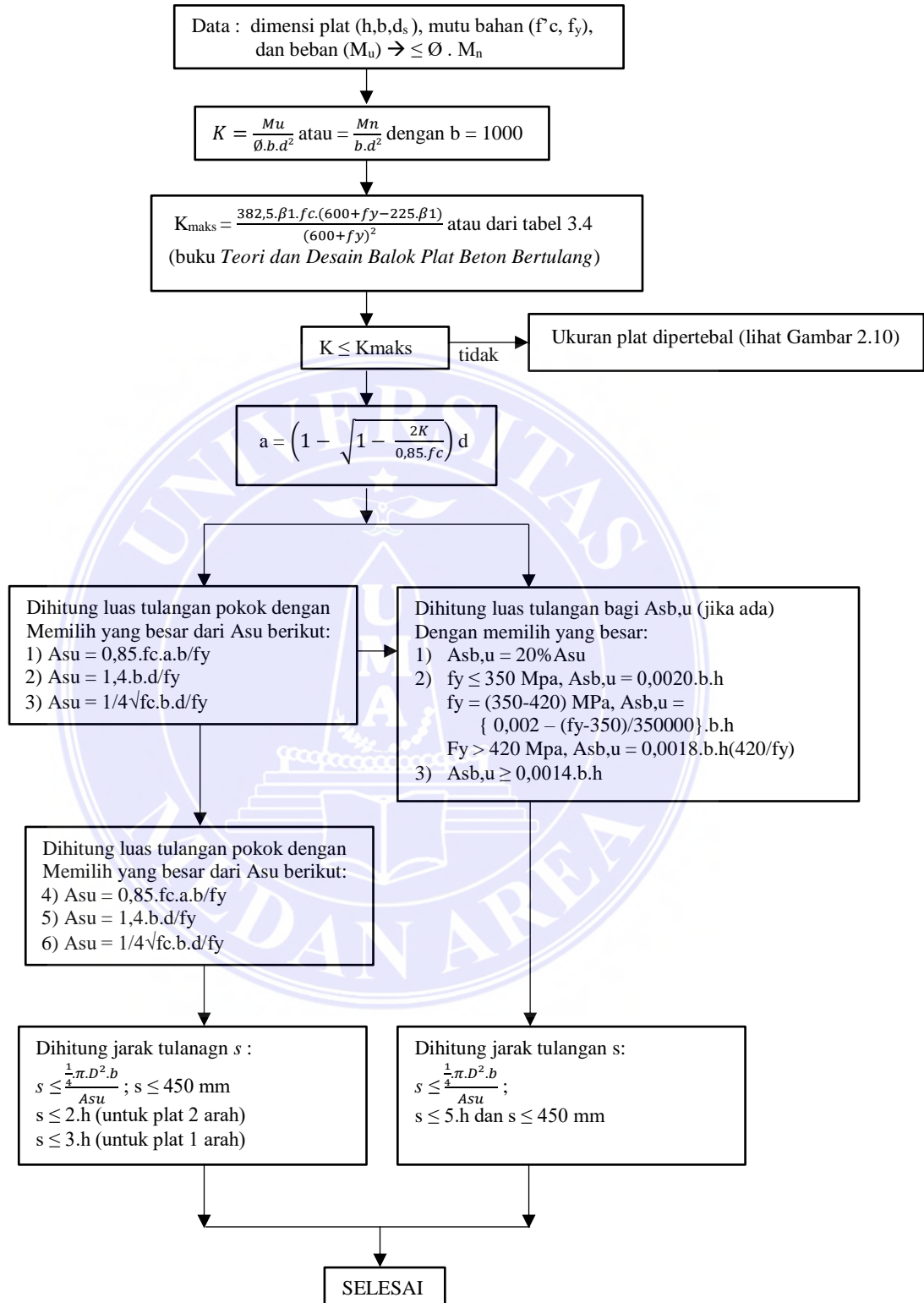
Tulangan pokok:

- Plat satu arah : $s \geq 3.h$ dan $s \leq 450$ mm (pasal 7.6.5)..... (pers. 2.5)

- Plat dua arah : $s \geq 2.h$ dan $s \leq 450$ mm (pasal 8.7.2.2).....(pers. 2.6)

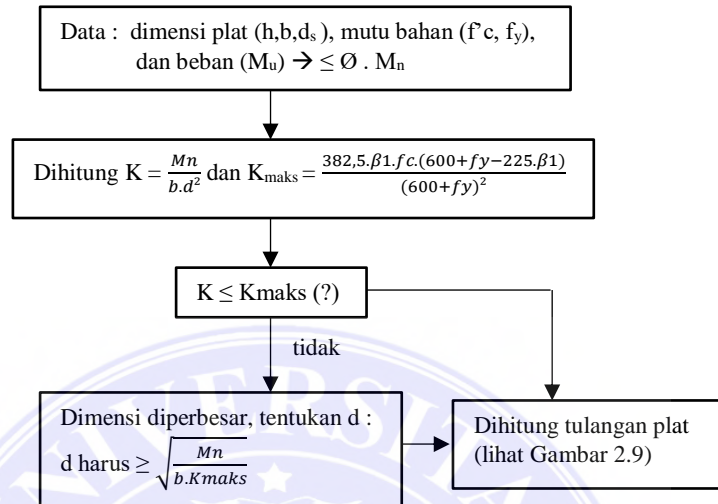
Tulangan bagi (Pasal 7.12.2.2): $s \leq 5.h$ dan $s \leq 450$ mm.....(pers. 2.7)





Gambar 2.9 Skema Hitungan Tulangan Plat

Sumber : Teori dan Desain Balok Plat Beton Bertulang Berdasarkan SNI 2847-2013



Gambar 2.10 Skema Hitungan Plat

Sumber : Teori dan Desain Balok Plat Beton Bertulang Berdasarkan SNI 2847-2013

2.9 Pembebanan

Beban yang diperhitungkan pada pembebanannya, plat lantai terdiri dari beban mati (DL) dan beban hidup (LL). Beban mati sendiri terdiri dari berat sendiri plat, finishing, berat plafon berikut penggantung, berat penutup lantai dan lain-lain sesuai dengan jenis dan fungsi plat. Sedangkan beban hidup pada plat lantai disesuaikan dengan fungsi sebagai gedung rumah sakit, maka sesuai SNI 1726-2002 mengenai tata cara perencanaan ketahanan gempa untuk gedung dan non gedung beban hidup pada lantai gedung sekolah diambil 250 kg/m^3

Dalam SNI 1726-2002 tentang cara perencanaan ketahanan gempa untuk struktur bangunan gedung dan non gedung, besar kuat perlu untuk menahan beban mati dan beban hidup yang dipikul struktur adalah :

$$WU = 1,2 WD + 1,6 WL \dots \dots \dots (\text{pers. 2.8})$$

Beban yang bekerja pada struktur dapat digolongkan dalam 3 bagian, yaitu beban mati, beban hidup dan beban akibat pengaruh alam.

2.9.1 Beban Mati

Beban mati merupakan beban yang intensitasnya tetap dan posisinya tidak berubah selama usia penggunaan bangunan. Biasanya beban mati merupakan berat sendiri dari suatu bangunan, sehingga besarnya dapat dihitung secara akurat berdasarkan ukuran, bentuk dan berat jenis materialnya (untuk berat sendiri bahan dan komponen bangunan), dapat dilihat pada tabel dibawah ini. Jadi berat dinding, lantai, balok, kolom, langit-langit dan sebagainya dianggap beban mati bangunan.

Tabel 2.1 Beban Bahan Bangunan

Material	Berat (kg/m ³)
Baja	7850
Batu alam	1600
Batu belah, batu gunung dan batu bulat	1500
Batu Karang	700
Batu pecah	1450
Besi tuang	7250
Beton	2200
Beton bertulang	2400
Kayu	1000
Kerikil (kering udara sampai lembab, tidak layak)	1650
Pasangan batu bata	1700
Pasangan batu belah, batu gunung dan batu bulat	2200
Pasangan batu cetak	2200

Pasangan batu karang	1450
Pasir (kering udara sampai lembab)	1600
Pasir kerikil (kering udara sampai lembab)	1800
Pasir (jenuh air)	1850
Tanah lempung dan lanau (kering sampai udara lembab)	1700
Tanah lempung dan lanau (basah)	2000
Timah hitam (timbel)	11400

Sumber : Pedoman Perencanaan Pembebanan Untuk Rumah dan Gedung

Tabel 2.2 Beban Komponen Bangunan

Material	Berat (kg/m ²)
Adukan per cm tebal :	
Dari semen	21
Dari kapur, semen merah/tras	17
Aspal per cm tebal :	14
Dinding pasangan batu merah :	
Satu bata	450
Setengah batu	250
Dinding pasangan batako	
Berlubang :	
Tebal dinding 20 cm (HB 20)	200
Tebal dinding 10 cm (HB 10)	120
Tanpa berlubang :	
Tebal dinding 15 cm	300
Tebal dinding 10 cm	200
Langit-langit dan dinding terdiri :	
Semen asbes (<i>eternity</i>), tebal maks 4mm	11
Kaca, tebal 3-5 mm	10
Lantai kayu sederhana dengan balok kayu	40
Penggantung langit-langit	7

Penutup atap gelombang	50
Pipa + ducting	40
Penutup atap seng gelombang (BJSL-25)	10
Penutup lantai ubin per cm tebal	24
Semen asbes gelombang 5mm	11

Sumber : Pedoman Perencanaan Pembebanan Untuk Rumah dan Gedung

2.9.2 Beban Hidup

Beban hidup adalah beban yang letaknya dapat berubah atau berpindah-pindah, beban tersebut dapat ada ataupun tidak ada sama sekali. Beban hidup pada perencanaan struktur adalah beban orang, barang-barang yang dapat bergerak, beban angin, ataupun mesin-mesin yang bekerja pada struktur.

Beban hidup dapat pula direduksi bila tidak semua daerah pembebanan dibebani penuh secara bersamaan, atau untuk elemen yang mempunyai daerah pembebanan yang luas (nilai beban hidup dapat dilihat pada tabel 2.3)

Dalam perhitungan beban hidup struktur gedung, terdapat juga factor reduksi yang disesuaikan dengan fungsi/penggunaan gedung, seperti yang terlihat pada tabel 2.4

Tabel 2.3 Beban Hidup pada Lantai Gedung

Material	Berat (kg/m ²)
a) Lantai dan tangga rumah tinggal, kecuali yang disebut dalam (b)	200
b) Lantai dan rumah tinggal sedrehana dan gudang-gudang tidak penting, yang bukan untuk toko pabrik, bengkel	125
c) Rumah Sakit	
- Ruang Operasi, Laboratorium	287
- Ruang Umum	192
d) Lantai dan balkon-dalam dari ruang untuk pertemuan, tidak termasuk yang disebut seperti masjid, gereja, ruang pertunjukkan, ruang rapat, bioskop dengan tempat duduk tetap.	400
e) Panggung penonton tempat berdiri atau dengan tempat duduk tidak tetap/penonton yang berdiri.	500
f) Tangga, bordes tangga, dan gang dari ruang-ruang yang disebut dalam (d), (e), (f) dan (g)	500
g) Tangga, bordes tangga, dan gang dari ruang-ruang yang disebut dalam (c)	300
h) Lantai ruang pelengkap dari ruang-ruang yang disebut dalam(c), (d), (f) dan (g)	250
i) Untuk lantai-lantai : ruang kerja, gudang, garasi, perpustakaan, ruang arsip, toko buku, toko besi, ruang alat-alat, dan mesin dan lain-lain harus direncanakan terhadap beban hidup yang ditentukan tersendiri dengan minimum	400
j) Gedung pabrik bertingkat	
- Lantai bawah dan	800
- Lantai tingkat lainnya	400
k) Balkon menjorok bebas keluar	300

Sumber : SNI 1727:2013

Tabel 2.4 Beban Hidup pada Atas Gedung

Material	Berat (kg/m ³)
a) Atap/ bagiannya yang dapat dicapai orang, termasuk kanopi (atap dak)	100
b) Atap/bagiannya yang tidak dapat dicapai orang (diambil min):	
- Beban hujan (a = sudut atap, min 20 kg/m ² tak perlu ditinjau bila a > 50)	40-0,8a
- Beban Terpusat	
c) Balok / gording tepi kantilever	250

Sumber : Pedoman Perencanaan Pembebanan Untuk Rumah dan Gedung

2.10 Momen yang Menentukan

Berdasarkan tabel plat dari PBI 1971, momen lentur dibedakan menurut 3 jenis tumpuan, yaitu :

- Terletak bebas
- Terletak menerus, dan
- Terletak penuh

Besar momen lentur dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$M = 0,001 \cdot Qu \cdot lx^2 \cdot X \dots \dots \dots \text{(pers. 2.9)}$$

Dimana:

M = momen (tumpuan atau lapangan, KN/m)

Qu = beban terbagi rata yang bekerja pada plat, KN/m^2

Lx = bentang arah x (bentang sisi plat yang pendek)

X = koefisien momen yang tercantum pada PBI-1971

Untuk menentukan momen yang timbul akibat beban dapat dilihat dari tabel berikut:

2.11 Tulangan yang Diperlukan

Beton bertulang direncanakan untuk rumah runtuh secara perlahan dan bertahap. Hal tersebut dimungkinkan apabila tulangan tarik beton terlebih dahulu meleleh sebelum tegangan beton mencapai maksimum (*under reinforced*). Dengan dasara perencanaan tersebut, SNI-03-2847-2002 membatasi jumlah tulangan tersebut berkaitan dengan rasio penulangan (ρ), sedangkan arti rasio penulangan adalah perbandingan antara jumlah luas penampang tulangan baja tarik terhadap luas efektif penampang.

Syarat rasio penulangan beton bertulang harus memenuhi ketentuan sebagai berikut : $\rho_{\min} \leq \rho_{\text{perlu}} \leq \rho_{\text{maks}}$, jika $\rho_{\text{perlu}} < \rho_{\text{maks}}$ maka ρ yang diambil adalah ρ_{perlu} . As min adalah sejumlah tulangan min yang harus dipasang pada bagian tampang yang mengalami tarik, untuk mencegah putusnja baja tulangan secara tiba-tiba pada saat terjadi retak awal. Dapat dilihat pada tabel Rasio penulangan (ρ) vs koefisien tahanan (k) $f'_c = 30 \text{ Mpa}$ dan $f_y = 400 \text{ Mpa}$

dan jarak tulangnya :

$$\text{Jarak tulangan perlu} = s \text{ perlu} = \frac{1000}{4} \dots\dots\dots(\text{pers. 2.11})$$

Untuk mengetahui nilai S aktual, bisa diambil dari tabel seperti berikut :

Tabel 2.7 Tabel Jarak Penulangan

Ba Tang (mm)	Luas Penampang (mm ²)								
	Jarak spasi pusat ke pusat atau k.p.k (mm)								
	50	100	150	200	250	300	350	400	450
0	505,5	282,7	188,5	141,4	113,1	94,2	80,8	70,7	02,8
8	1005,3	502,7	335,1	251,3	201,1	167,6	143,6	125,7	111,7
9	1272,3	636,2	424,1	318,1	254,5	212,1	181,8	159,0	141,4
10	1570,8	785,4	523,6	392,7	314,2	261,8	224,4	196,3	174,5
12	2261,9	1131,0	754,0	565,5	452,4	377,0	323,1	282,7	251,3
13	2654,4	1327,3	884,9	663,7	530,9	442,4	379,2	331,8	294,9
14	3078,8	1539,4	1028,3	769,7	615,8	513,1	439,8	384,8	342,1
16	4021,2	2010,6	1340,4	1005,3	804,2	670,2	574,5	502,7	446,8
18	5089,4	2544,7	1696,5	1272,3	1017,9	848,2	727,1	636,2	565,5
19	5670,6	2853,3	1890,2	1417,6	1134,1	945,1	810,1	708,8	630,1
20	6283,2	3141,6	2094,4	1570,8	1256,6	1047,2	897,6	785,4	698,1
22		3801,3	2534,2	1900,7	1520,5	1267,1	1086,1	950,3	844,7
25		4908,7	3272,5	2454,4	1963,5	1636,2	1402,5	1227,2	1090,8
28		6157,5	4105,0	3078,8	2463,0	2052,5	1759,3	1539,4	1368,3
29		6605,2	4403,5	3302,6	2642,1	2201,7	1887,2	1651,3	1467,8
32		8042,5	5361,7	4021,2	3217,0	2680,8	2297,9	2010,6	1787,2
36			6785,8	5089,4	4071,5	3392,9	2908,2	2544,7	2261,9
40			8377,6	6283,4	5026,5	4188,8	3590,4	3141,6	2792,5
50			13090	9817,5	7854,0	6545,0	5609,9	4908,7	4363,3

Sumber : Kontruksi Beton Bertulang Kurikulum 2013 Jilid 2

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Persiapan

Tahap persiapan merupakan rangkaian kegiatan sebelum memulai pengumpulan data. Dalam tahap awal disusun hal hal yang penting yang harus dilakukan untuk mengefektikan waktu perjalanan. Tahap persiapan ini meliputi kegiatan kegiatan sebagai berikut :

1. Studi pustaka terhadap materi untuk penentuan desain.
2. Menentukan data data yang dibutuhkan.
3. Mencari instansi yang akan dijadikan nara sumber.
4. Pengadaan persyaratan administrasi untuk perencanaan data.
5. Pembuatan proposal penyusunan tugas akhir.
6. Survey lokasi untuk mendapatkan gambaran umum kondisi proyek.
7. Membuat jadwal perhitungan analisis.

3.2 Lokasi Penelitian

Penelitian dilaksanakan di Bangunan Gedung Radio Therapy dan Rawat Inap Rumah Sakit GrandMed yang berlokasi di Jalan Raya Medan – Lubuk Pakam, Kabupaten Deli Serdang , Provinsi Sumatera Utara.



Gambar 3.1 Denah Lokasi Penelitian
Sumber : Data Pribadi

3.3 Metode Pengumpulan Data

Untuk menyelesaikan dan menyempurnakan penulisan skripsi ini dilakukan beberapa metode pengumpulan data antara lain :

1. Metode Observasi

Data yang berhubungan dengan data teknis gedung dan struktur plat lantai diperoleh langsung dari lokasi proyek Pembangunan Gedung Radio Therapy dan Rawat Inap Rumah Sakit Grand Med – Lubuk Pakam.

2. Pengambilan Data

Pengambilan data diperoleh dari PT.PAJ (Prima Abadi Jaya) selaku kontraktor pembangunan gedung, data yang diambil berupa ; Gambar denah plat lantai.

3. Membaca Studi Kepustakaan

Membaca dan mengintip isi buku yang berhubungan dengan permasalahan yang ditinjau untuk melengkapi dan menyelesaikan skripsi ini.

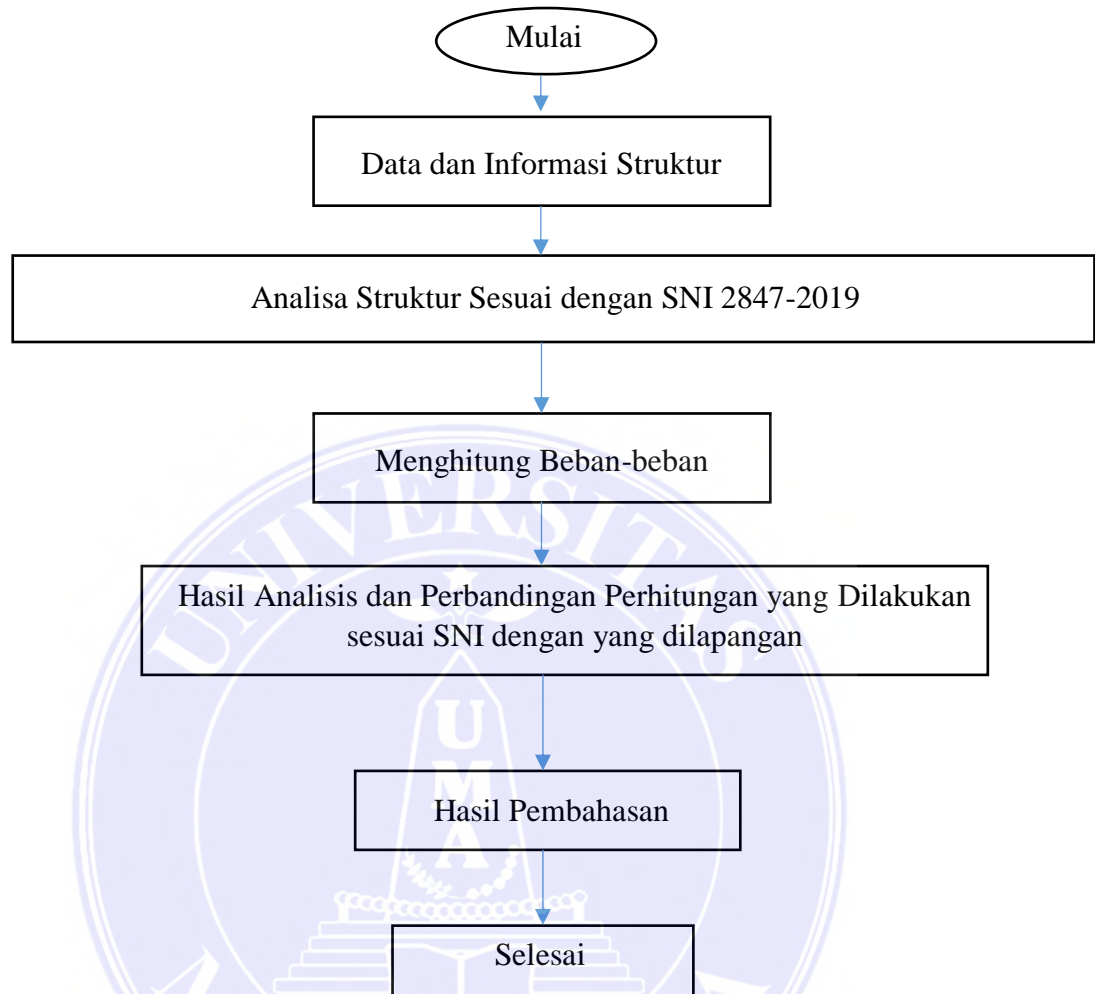
3.4 Data Struktur Gedung

Penelitian ini berencana mengambil data-data yang diperoleh dari lapangan, serta menganalisa struktur plat lantai dengan metode SNI 2847:2019.

Proses dimulai dengan pengumpulan data dan informasi struktur yang akan digunakan untuk pemodelan. Data-data yang digunakan adalah data teknis, antara lain:

- Lokasi Studi Kasus : Jl. Raya Medan-Lubuk Pakam,
Kab. Deli Serdang, Sumatera Utara
- Jenis Struktur : Gedung/ Struktur Beton Bertulang
- Material Utama Struktur : Beton Bertulang
- Fungsi Bangunan : Ruang Rawat Inap Rumah Sakit
- Jumlah Lantai : 6 Lantai dengan Atap
- Tinggi Bangunan : 24,6 m
- Tinggi Lantai Tipikal : 4,1 m
- Tebal plat lantai : 120 mm, tulangan D10-200 mm (Lt2)
dan D10-250 mm (Lt.3)
- Mutu Bahan : - Beton = 30 Mpa
- Tulangan Ulir = 400 Mpa

3.5 Diagram Alir Penelitian



Gambar 3.2 Diagram Alir Penelitian
Sumber : Data Pribadi

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Setelah menganalisa kasus yang diteliti pada bab IV, maka penulis mengambil kesimpulan dimana struktur pada plat lantai Gedung Radio Therapy dan Rawat Inap Rumah Sakit Grand Med – Lubuk Pakam, bahwa pada plat lantai 2 yang memiliki total plat lantai sebanyak 148 buah perletakan menggunakan struktur tulangan yang sesuai dengan SNI 2847-2019 yaitu sebesar 146 perletakan pada tulangan tumpuan bentang pendek (Mtx) , 148 perletakan pada tulangan lapangan bentang pendek (Mlx) , 146 perletakan pada pada tulangan tumpuan bentang panjang (Mty) , dan 148 perletakan pada tulangan lapangan bentang panjang (Mly) dari total plat lantai 2. Sedangkan pada plat lantai 3 memiliki total 135 buah plat lantai yang seluruh perletakan strukturnya tidak sesuai dengan SNI 2847-2019 dikarenakan pada SNI terdapat peraturan bahwa jarak maksimal tulangan plat lantai adalah “ $s \leq 2.h$ ” dimana h adalah tebal plat 120 mm, maka jarak maksimal tulangan adalah 240 mm, sedangkan pada plat lantai 3 di Gedung Radio Therapy dan Rawat Inap Rumah Sakit Grand Med – Lubuk Pakam menggunakan tulangan D10-250 mm.

5.2 Saran

Penulis memiliki saran yang bertujuan pada penelitian selanjutnya, dimana proses perhitungan momen ataupun struktur tulangan menggunakan *software* yang

dikembangkan dikemudian hari dan juga melakukan analisa mengenai *value engineering* pada plat lantai.



DAFTAR PUSTAKA

- Asroni, A. 2017. *Teori dan Desain Balok Plat Beton Bertulang Berdasarkan SNI 2847-2013*. Surakarta: Muhammadiyah University Press.
- (BSN) Badan Standar Nasional. 2019. SNI 2847-2019. *Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung*. Badan Standardisasi Nasional.
- Dewi, S.U., dan Widya, K. 2018. Analisis Struktur Plat Lantai Beton Konvensional dan Plat Lantai Bondek (Gedung Kuliah Fakultas Tarbiyah dan Keguruan Uin Raden Intan Lampung). *Tapak*. 8(1): 120-129
- Dipohusodo, I. 1993. *Struktur Beton Bertulang Berdasarkan SNI T-15-1991-03*. Jakarta: Departemen Pekerjaan Umum RI
- Kembuan, P. dkk. 2018. Desain Praktis Plat Konvensional Dua Arah Beton Bertulang. *Jurnal Sipil Statik*. 6(9). 705-7014.
- Sitorus, W.D., dan Sutrisno. 2016. Analisa Dimensi dan Tulangan Plat Lantai Pada Ruko R-1 Gabung No.18,20,26,28,30,32 dan 36 Bangunan Citraland Bagya City Medan. *Jurnal Education Building*. 2(2). 21-28.
- (PBI) Peraturan Beton Bertulang Indonesia 1971.1979. Jakarta: Departemen Pekerjaan Umum RI
- Pedoman Perencanaan Pembebanan Untuk Rumah dan Gedung. 1987. Jakarta: Yayasan Badan Penerbit Pekerjaan Umum.



GAMBAR RENCANA

STRUKTUR

Proyek:

PEMBANGUNAN GEDUNG RADIO THERAPY

RUMAH SAKIT GRANDMED

LUBUK PAKAM - DELI SERDANG

KETERANGAN

edyka - Analisis Struktur Plat Gedung Rumah Sakit Grandmed-Lubuk Pakam

PROYEK

PENGEMBANGAN GEDUNG RUMAH SAKIT GRANDMED LUBUK PAKAM TERAPIH DAN RAWAT INAP BUNDA SANTI GRANDMED LUBUK PAKAM

PEMILIK

(JOHANNES SEMBRING)

DIREKANAKAN

STRUCTURE

(Ir. MARTIUS GINTING, MT,SI)

Digambar Diperiksa

Moret Lotipdr. Ferdinandi, S

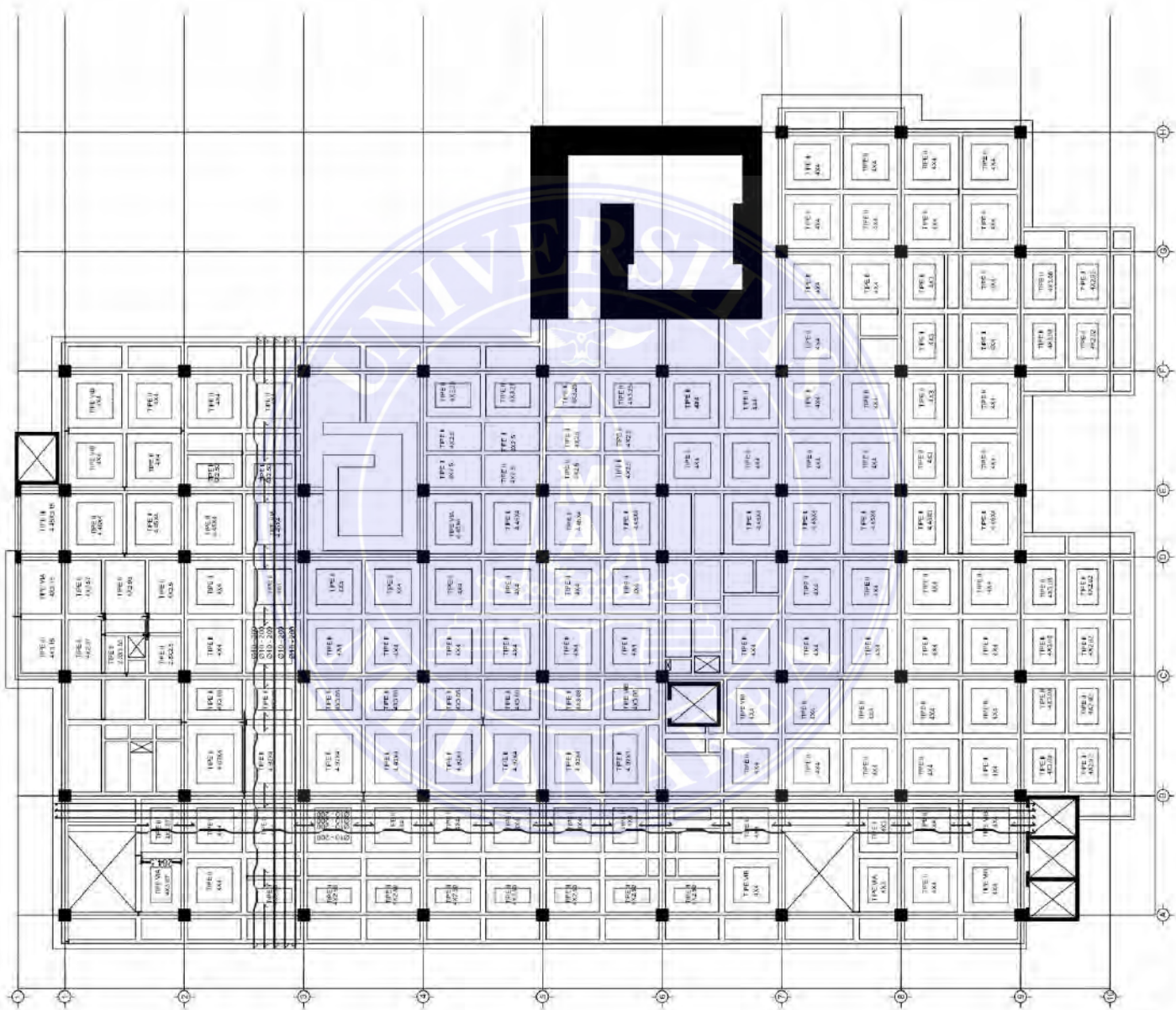
Nama Gambar

PENULANGAN PLAT LANTAI 2

No Gambar Jlh Gambar Skala

1 32 1 : 300

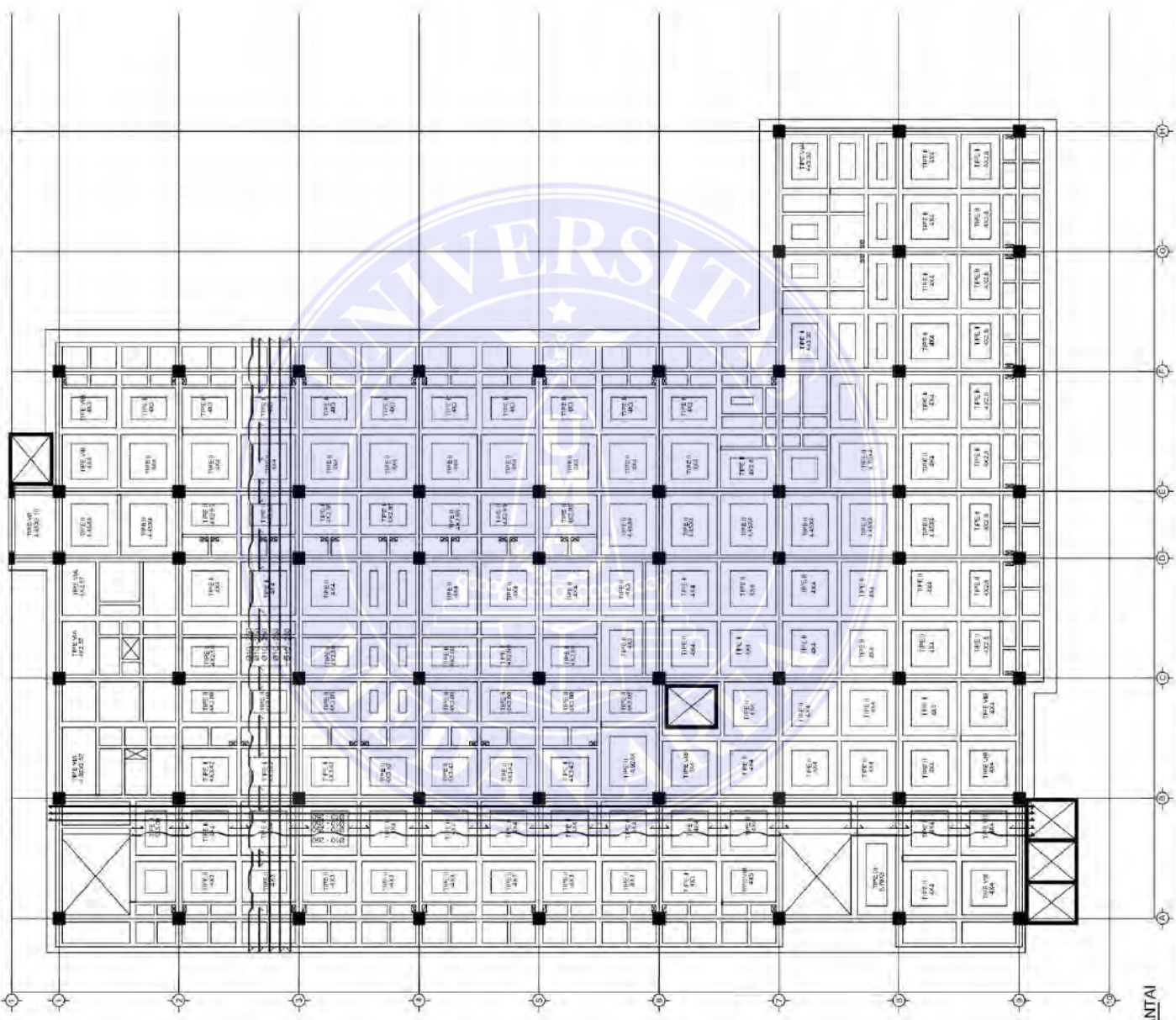
Date : 14 Oktober 2019



PENULANGAN PLAT LANTAI 2

KETERANGAN

PROYEK	PENGEMBANGAN GEDUNG RUMAH SAKIT GRANDMED LUBUK PAKAM THERAPY DAN RAWAT INAP RUMAH SAKIT GRANDMED LUBUK PAKAM	
PEMILIK		
DIREKANAKAN	(JOHANNES SEMBRING)	
STRUCTURE		
(Ir. MARTIUS GINTING, MTS)		
Digambar	Diperiksa	
Maret Laidr. Ferdinad, S		
Nama Gambar		
PENULANGAN PLAT LANTAI 3		
No Gambar	Jlh Gambar	Skala
1	32	1 : 300
Date: 14 Oktober 2019		



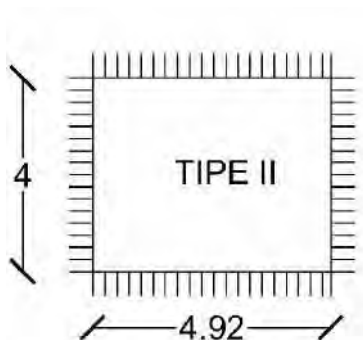
PENULANGAN PLAT LANTAI 3 (1:300)

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Lampiran Perhitungan Struktur Tulangan Plat Lantai 2



- **PLAT C**



Kontrol Arah Penulangan :

$$l_y / l_x = 1$$

$$\frac{4,92}{4} = 1,23$$

Perhitungan Pembebanan :

$$q_u = 15,356 \text{ kNm}$$

Dimana :

$$C_{lx} = 28,9 \quad C_{ly} = 19,7$$

$$C_{tx} = 65,5 \quad C_{ty} = 56,3$$

(Dari Tabel Gambar 4.3)

Momen Perlu :

$$M_{lx}^{(+)} = 0,001 \times 28,9 \times 15,356 \times 4^2 = 7,100614 \text{ KNm}$$

$$Mly^{(+)} = 0,001 \times 19,7 \times 15,356 \times 4^2 = 4,840211 \text{ KNm}$$

$$Mtx^{(-)} = 0,001 \times 65,5 \times 15,356 \times 4^2 = 16,09309 \text{ KNm}$$

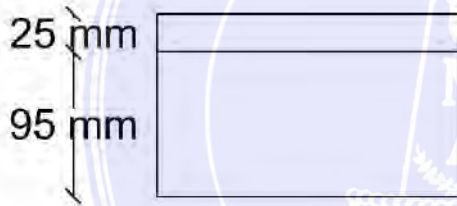
$$Mty^{(+)} = 0,001 \times 56,3 \times 15,356 \times 4^2 = 13,83268 \text{ KNm}$$

Penulangan Pada Arah Bentang Lx :

Tulangan Tumpuan :

$$dx = 95 \text{ mm}$$

$$Mtx^{(-)} = 16,09309 \text{ KNm}$$



Faktor Momen Pikul (k)

$$k = \frac{Mu}{\phi x b x d^2} = \frac{16,09309 \times 10^6}{0,9 \times 1000 \times 95^2} = \frac{16.093.090}{8.112.500}$$

$$= 1,981297 \text{ Mpa} < 7,7866 \text{ Mpa}$$

Kontrol Momen Pikul :

$$a = \left[1 - \sqrt{1 - \frac{2 x k}{0,85 x f'c'}} \right] x d$$

$$= \left[1 - \sqrt{1 - \frac{2 x 1,981297}{0,85 x 30}} \right] x 95 = 7,69277 \text{ mm}$$

Tulangan Pokok :

$$A_s = \frac{0,85 \times f_c' \times a \times b}{f_y}$$

$$= \frac{0,85 \times 30 \times 7,69277 \times 1000}{400} = 490,4141 \text{ mm}^2$$

$f_c' < 31,36 \text{ Mpa}$, jadi $A_{s,u} \geq \frac{1,4}{f_y} \times b \times d$

$$= \frac{1,4}{400} \times 1000 \times 95 = 332,5 \text{ mm}^2$$

Pilih yang besar, jadi $A_{s,u} = 447,5849 \text{ mm}^2$

Jarak Tulangan :

$$s = \frac{\frac{1}{4} \times \pi \times D^2 \times b}{A_{s,u}}$$

$$= \frac{\frac{1}{4} \times 3,14 \times 10^2 \times 1000}{490,4141} = 160,0688 \text{ mm}$$

$$s \leq (2 \times h = 2 \times 120) = 240 \text{ mm}$$

Pilih yang kecil, jadi pakai $s = 160 \text{ mm} < 160,0688 \text{ mm}$ (Okey)

Luas tulangan = $\frac{\frac{1}{4} \times \pi \times D^2 \times b}{s}$

$$= \frac{\frac{1}{4} \times 3,14 \times 10^2 \times 1000}{160} = 490,625 \text{ mm}^2 > A_{s,u} \text{ (Oke)}$$

Tulangan Bagi :

$$A_{sb} = 20\% \times A_{s,u} = 20\% \times 490,4141 = 98,08283 \text{ mm}^2$$

$$A_s, b = 0,002 \times b \times h = 0,002 \times 1000 \times 120 = 240 \text{ mm}^2$$

Pilih yang besar, jadi $A_s, u = 240 \text{ mm}^2$

Jarak Tulangan :

$$s = \frac{\frac{1}{4} \times \pi \times D^2 \times b}{A_s, b}$$

$$= \frac{\frac{1}{4} \times 3,14 \times 10^2 \times 1000}{240} = 327,083 \text{ mm}^2$$

$$s \leq (5 \times h = 5 \times 120 = 600 \text{ mm})$$

Pilih yang kecil, jadi $s = 320 \text{ mm} (< 327,083 \text{ mm})$

$$\text{Luas tulangan} = \frac{\frac{1}{4} \times \pi \times D^2 \times b}{s}$$

$$= \frac{\frac{1}{4} \times 3,14 \times 10^2 \times 1000}{320}$$

$$= 245,3125 \text{ mm}^2 > 240 \text{ mm}^2 \text{ (Oke)}$$

Jadi Pakai Tulangan :

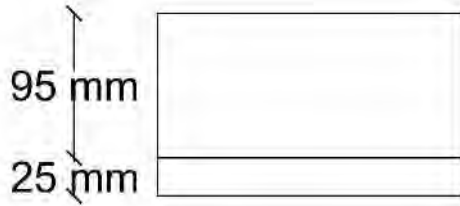
$$\text{Tulangan Pokok } A_s = D10 - 160 = 490,625 \text{ mm}^2$$

$$\text{Tulangan Bagi } A_s, b = D10 - 320 = 245,31 \text{ mm}^2$$

Tulangan Lapangan :

$$d_x = 95 \text{ mm}$$

$$M_x^{(+)} = 7,100614 \text{ KNm}$$



Kontrol Momen Pikul :

$$k = \frac{Mu}{\phi x b x d^2} = \frac{7,100614 \times 10^6}{0,9 \times 1000 \times 95^2} = \frac{7.100.614}{8.122.500}$$

$$= 0,874191 \text{ Mpa} < 7,7866 \text{ Mpa}$$

Kontrol Momen Pikul :

$$a = \left[1 - \sqrt{1 - \frac{2 x k}{0,85 x f_c'}} \right] x d$$

$$= \left[1 - \sqrt{1 - \frac{2 x 0,874191}{0,85 x 30}} \right] x 95 = 3,31461 \text{ mm}$$

Tulangan Pokok :

$$As = \frac{0,05 x f_c' x a x b}{f_y}$$

$$= \frac{0,85 x 30 x 3,31461 x 1000}{400} = 211,3066 \text{ mm}^2$$

$$F_c' = < 31,36 \text{ Mpa}, \text{ jadi } Asu \geq \frac{1,4}{f_y} x b x d$$

$$= \frac{1,4}{400} x 1000 x 95 = 332,5 \text{ mm}^2$$

Pilih yang besar, jadi $A_{s,u} = 332,5 \text{ mm}^2$

Jarak Tulangan :

$$s = \frac{\frac{1}{4} \times \pi \times D^2 \times b}{A_{s,u}}$$

$$= \frac{\frac{1}{4} \times 3,14 \times 10^2 \times 1000}{332,5} = 236,09 \text{ mm}$$

$$s \leq (2 \times h = 2 \times 120) = 240 \text{ mm}$$

Pilih yang kecil, jadi pakai $s = 230 \text{ mm} (< 236,09)$

Luas tulangan = $\frac{\frac{1}{4} \times \pi \times D^2 \times b}{s}$

$$= \frac{\frac{1}{4} \times 3,14 \times 10^2 \times 1000}{230} = 341,3043 \text{ mm}^2 > A_{s,u} \text{ (Oke)}$$

Jadi pakai tulangan pokok :

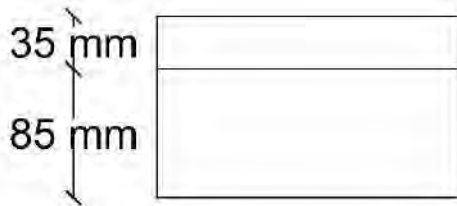
$$A_s = D10 - 230 = 341,3043 \text{ mm}^2$$

Penulangan Pada Arah Bentang Ly

Tulangan Tumpuan :

$$d_y = 85 \text{ mm}$$

$$M_{ty}^{(-)} = 13,83268 \text{ KNm}$$



$$k = \frac{Mu}{\phi x b x d^2} = \frac{13,83268 x 10^6}{0,9 x 1000 x 85^2} = \frac{13.832.680}{6.502.500}$$

$$= 2,127287 \text{ Mpa} < 7,7866 \text{ Mpa}$$

Kontrol Momen Pikul :

$$a = \left[1 - \sqrt{1 - \frac{2 x k}{0,85 x f'c'}} \right] x d$$

$$= \left[1 - \sqrt{1 - \frac{2 x 2,127287}{0,85 x 30}} \right] x 85 = 7,41432 \text{ mm}$$

Tulangan Pokok :

$$As = \frac{0,85 x f'c' x a x b}{fy}$$

$$= \frac{0,85 x 30 x 7,41432 x 1000}{400} = 472,6631 \text{ mm}^2$$

$$F_c' < 31,36 \text{ Mpa}, \text{ jadi } As_u \geq \frac{1,4}{fy} x b x d$$

$$= \frac{1,4}{400} x 1000 x 85 = 297,5 \text{ mm}^2$$

Pilih yang besar, jadi $As_u = 472,6631 \text{ mm}^2$

Jarak Tulangan :

$$s = \frac{\frac{1}{4} x \pi x D^2 x b}{As,u}$$

$$= \frac{\frac{1}{4} x 3,14 x 10^2 x 1000}{472,6631} = 166,0802 \text{ mm}$$

$$s \leq (2 x h = 2 x 120) = 240 \text{ mm}$$

Pilih yang kecil, jadi pakai $s = 160 < 166,0802 \text{ mm}$ (Oke)

Luas tulangan = $\frac{\frac{1}{4} x \pi x D^2 x b}{s}$

$$= \frac{\frac{1}{4} x 3,14 x 10^2 x 1000}{160} = 490,625 \text{ mm}^2 > As,u \text{ (Oke)}$$

Tulangan Bagi :

$$Asb = 20\% x As,u = 20\% x 472,6631 = 94,53262 \text{ mm}^2$$

$$As,b = 0,002 x b x h = 0,002 x 1000 x 120 = 240 \text{ mm}^2$$

Pilih yang besar, jadi $Asb,u = 240 \text{ mm}^2$

Jarak Tulangan :

$$s = \frac{\frac{1}{4} x \pi x D^2 x b}{As,b}$$

$$= \frac{\frac{1}{4} x 3,14 x 10^2 x 1000}{240} = 327,083 \text{ mm}^2$$

$$S \leq (5 x h = 5 x 120 = 600 \text{ mm})$$

Pilih yang kecil, jadi $s = 320 \text{ mm} (< 327,083 \text{ mm})$

$$\begin{aligned} \text{Luas tulangan} &= \frac{\frac{1}{4} \times \pi \times D^2 \times b}{s} \\ &= \frac{\frac{1}{4} \times 3,14 \times 10^2 \times 1000}{320} \\ &= 245,3125 \text{ mm}^2 > 240 \text{ mm}^2 \text{ (Oke)} \end{aligned}$$

Jadi Pakai Tulangan :

Tulangan Pokok As = D10 – 160 = 490,0625 mm²

Tulangan Bagi Asb = D10 – 320 = 245,3125 mm²

Tulangan Lapangan :

dy = 85 mm

Mly⁽⁺⁾ = 4,840211 KNm



$$k = \frac{Mu}{\phi \times b \times d^2} = \frac{4,840211 \times 10^6}{0,9 \times 1000 \times 85^2} = \frac{4.840.211}{6.502.500}$$

$$= 0,744362 < 7,7866 \text{ Mpa}$$

Kontrol Momen Pikul :

$$a = \left[1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times k}{0,85 \times f'c'}} \right] \times d$$

$$= \left[1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 0,744362}{0,85 \times 30}} \right] \times 85 = 2,51852 \text{ mm}$$

Tulangan Pokok :

$$A_s = \frac{0,85 \times f_c' \times a \times b}{f_y}$$

$$= \frac{0,85 \times 30 \times 2,51852 \times 1000}{400} = 160,5554 \text{ mm}^2$$

$$f_c' < 31,36 \text{ Mpa, jadi } A_{s,u} \geq \frac{1,4}{f_y} \times b \times d$$

$$= \frac{1,4}{400} \times 1000 \times 85 = 297,5 \text{ mm}^2$$

Pilih yang besar, jadi $A_{s,u} = 297,5 \text{ mm}^2$

Jarak Tulangan :

$$s = \frac{\frac{1}{4} \times \pi \times D^2 \times b}{A_{s,u}}$$

$$= \frac{\frac{1}{4} \times 3,14 \times 10^2 \times 1000}{297,5} = 263,865 \text{ mm}$$

$$s \leq (2 \times h = 2 \times 120 = 240 \text{ mm})$$

pilih yang kecil, jadi pakai $s = 240 \text{ mm}$ (Okey)

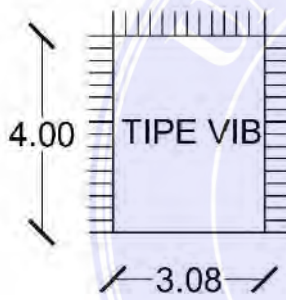
$$\text{Luas tulangan} = \frac{\frac{1}{4} \times \pi \times D^2 \times b}{s}$$

$$\begin{aligned} &= \frac{\frac{1}{4} \times 3,14 \times 10^2 \times 1000}{240} \\ &= 327,0833 \text{ mm}^2 > A_{s,u} \text{ (Oke)} \end{aligned}$$

Jadi Pakai Tulangan Pokok

$$A_s = D10 - 240 = 327,0833 \text{ mm}^2$$

- PLAT D



Kontrol Arah Penulangan :

$$l_y / l_x = 1$$

$$\frac{4}{3,08} = 1,298$$

Perhitungan Pembebanan :

$$q_u = 15,356 \text{ kNm}$$

Dimana :

$$C_{lx} = 30,94 \quad C_{ly} = 19,02$$

$$C_{tx} = 68,9 \quad C_{ty} = 56,98$$

(Dari Tabel Gambar 4.3)

Momen Perlu :

$$M_{lx}^{(+)} = 0,001 \times 30,94 \times 15,356 \times 3,08^2 = 4,507128 \text{ KNm}$$

$$M_{ly}^{(+)} = 0,001 \times 19,02 \times 15,356 \times 3,08^2 = 2,770703 \text{ KNm}$$

$$M_{tx}^{(-)} = 0,001 \times 68,9 \times 15,356 \times 3,08^2 = 10,03688 \text{ KNm}$$

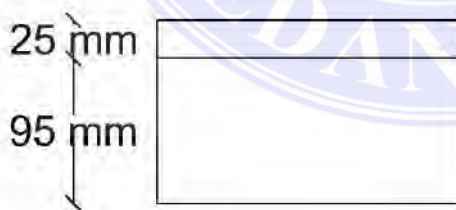
$$M_{ty}^{(+)} = 0,001 \times 56,98 \times 15,356 \times 3,08^2 = 8,300457 \text{ KNm}$$

Penulangan Pada Arah Bentang Lx :

Tulangan Tumpuan :

$$d_x = 95 \text{ mm}$$

$$M_{tx}^{(-)} = 10,03688 \text{ KNm}$$



Faktor Momen Pikul (k)

$$k = \frac{Mu}{\phi \times b \times d^2} = \frac{10,03688 \times 10^6}{0,9 \times 1000 \times 95^2} = \frac{10.036.881}{8.112.500}$$

$$= 1,235689 \text{ Mpa} < 7,7866 \text{ Mpa}$$

Kontrol Momen Pikul :

$$a = \left[1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times k}{0,85 \times f'c'}} \right] \times d$$

$$= \left[1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 1,235689}{0,85 \times 30}} \right] \times 95 = 4,72084 \text{ mm}$$

Tulangan Pokok :

$$A_s = \frac{0,85 \times f'c' \times a \times b}{f_y}$$

$$= \frac{0,85 \times 30 \times 4,72084 \times 1000}{400} = 300,9537 \text{ mm}^2$$

$$f'c' < 31,36 \text{ Mpa, jadi } A_{s,u} \geq \frac{1,4}{f_y} \times b \times d$$

$$= \frac{1,4}{400} \times 1000 \times 95 = 332,5 \text{ mm}^2$$

Pilih yang besar, jadi $A_{s,u} = 332,5 \text{ mm}^2$

Jarak Tulangan :

$$s = \frac{\frac{1}{4} \times \pi \times D^2 \times b}{A_{s,u}}$$

$$= \frac{\frac{1}{4} \times 3,14 \times 10^2 \times 1000}{332,5} = 236,0902 \text{ mm}$$

$$s \leq (2 \times h = 2 \times 120) = 240 \text{ mm}$$

Pilih yang kecil, jadi pakai $s = 230 \text{ mm} < 236,0902 \text{ mm}$ (Okey)

$$\text{Luas tulangan} = \frac{\frac{1}{4} \times \pi \times D^2 \times b}{s}$$

$$= \frac{\frac{1}{4} \times 3,14 \times 10^2 \times 1000}{230} = 341,3043 \text{ mm}^2 > A_{s,u} \text{ (Oke)}$$

Tulangan Bagi :

$$A_{s,b} = 20\% \times A_{s,u} = 20\% \times 332,5 = 66,5 \text{ mm}^2$$

$$A_{s,b} = 0,002 \times b \times h = 0,002 \times 1000 \times 120 = 240 \text{ mm}^2$$

Pilih yang besar, jadi $A_{s,b,u} = 240 \text{ mm}^2$

Jarak Tulangan :

$$s = \frac{\frac{1}{4} \times \pi \times D^2 \times b}{A_{s,b}}$$

$$= \frac{\frac{1}{4} \times 3,14 \times 10^2 \times 1000}{240} = 327,083 \text{ mm}^2$$

$$s \leq (5 \times h = 5 \times 120 = 600 \text{ mm})$$

Pilih yang kecil, jadi $s = 320 \text{ mm} (< 327,083 \text{ mm})$

$$\text{Luas tulangan} = \frac{\frac{1}{4} \times \pi \times D^2 \times b}{s}$$

$$= \frac{\frac{1}{4} \times 3,14 \times 10^2 \times 1000}{320}$$

$$= 245,3125 \text{ mm}^2 > 240 \text{ mm}^2 \text{ (Oke)}$$

Jadi Pakai Tulangan :

$$\text{Tulangan Pokok } A_s = D10 - 230 = 341,3043 \text{ mm}^2$$

$$\text{Tulangan Bagi } A_{s,b} = D10 - 320 = 245,31 \text{ mm}^2$$

Tulangan Lapangan :

$$dx = 95 \text{ mm}$$

$$Mlx^{(+)} = 4,507128 \text{ KNm}$$



Kontrol Momen Pikul :

$$k = \frac{Mu}{\phi x b x d^2} = \frac{4,507128 x 10^6}{0,9 x 1000 x 95^2} = \frac{4.507.128}{8.122.500} = 0,554894 \text{ Mpa} < 7,7866 \text{ Mpa}$$

Kontrol Momen Pikul :

$$a = \left[1 - \sqrt{1 - \frac{2 x k}{0,85 x f'c'}} \right] x d$$

$$= \left[1 - \sqrt{1 - \frac{2 x 0,554894}{0,85 x 30}} \right] x 95 = 2,09025 \text{ mm}$$

Tulangan Pokok :

$$As = \frac{0,05 x f'c' x a x b}{fy}$$

$$= \frac{0,85 x 30 x 2,09025 x 1000}{400} = 133,2533 \text{ mm}^2$$

$$F'c' = < 31,36 \text{ Mpa}, \text{ jadi } Asu \geq \frac{1,4}{fy} x b x d$$

$$= \frac{1,4}{400} \times 1000 \times 95 = 332,5 \text{ mm}^2$$

Pilih yang besar, jadi $A_{s,u} = 332,5 \text{ mm}^2$

Jarak Tulangan :

$$s = \frac{\frac{1}{4} \times \pi \times D^2 \times b}{A_{s,u}}$$

$$= \frac{\frac{1}{4} \times 3,14 \times 10^2 \times 1000}{332,5} = 236,0902 \text{ mm}$$

$$s \leq (2 \times h = 2 \times 120) = 240 \text{ mm}$$

Pilih yang kecil, jadi pakai $s = 230 \text{ mm} (< 236,09)$

$$\text{Luas tulangan} = \frac{\frac{1}{4} \times \pi \times D^2 \times b}{s}$$

$$= \frac{\frac{1}{4} \times 3,14 \times 10^2 \times 1000}{230} = 341,3043 \text{ mm}^2 > A_{s,u} \text{ (Oke)}$$

Jadi pakai tulangan pokok :

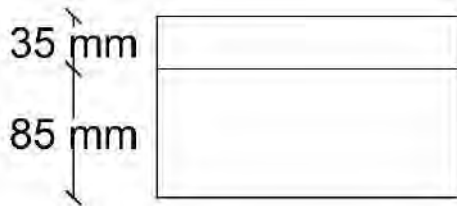
$$A_s = D10 - 230 = 341,3043 \text{ mm}^2$$

Penulangan Pada Arah Bentang Ly

Tulangan Tumpuan :

$$d_y = 85 \text{ mm}$$

$$M_{ty}^{(-)} = 8,300457 \text{ KNm}$$



$$k = \frac{Mu}{\phi x b x d^2} = \frac{8,300457 x 10^6}{0,9 x 1000 x 85^2} = \frac{8.300.457}{6.502.500}$$

$$= 1,276502 \text{ Mpa} < 7,7866 \text{ Mpa}$$

Kontrol Momen Pikul :

$$a = \left[1 - \sqrt{1 - \frac{2 x k}{0,85 x f'c'}} \right] x d$$

$$= \left[1 - \sqrt{1 - \frac{2 x 2,127287}{0,85 x 30}} \right] x 85 = 4,3672 \text{ mm}$$

Tulangan Pokok :

$$As = \frac{0,85 x f'c' x a x b}{fy}$$

$$= \frac{0,85 x 30 x 4,3672 x 1000}{400} = 278,4089 \text{ mm}^2$$

$$F_c' < 31,36 \text{ Mpa}, \text{ jadi } As_u \geq \frac{1,4}{fy} x b x d$$

$$= \frac{1,4}{400} x 1000 x 85 = 297,5 \text{ mm}^2$$

Pilih yang besar, jadi $As_u = 297,5 \text{ mm}^2$

Jarak Tulangan :

$$s = \frac{\frac{1}{4} x \pi x D^2 x b}{As,u}$$

$$= \frac{\frac{1}{4} x 3,14 x 10^2 x 1000}{297,5} = 263,8655mm$$

$$s \leq (2 x h = 2 x 120) = 240 mm$$

Pilih yang kecil, jadi pakai $s = 240 < 263,8655 mm$ (Oke)

Luas tulangan = $\frac{\frac{1}{4} x \pi x D^2 x b}{s}$

$$= \frac{\frac{1}{4} x 3,14 x 10^2 x 1000}{160} = 327,0833 mm^2 > As, u \text{ (Oke)}$$

Tulangan Bagi :

$$Asb = 20\% x As,u = 20\% x 297,5 = 59,5 mm^2$$

$$As,b = 0,002 x b x h = 0,002 x 1000 x 120 = 240 mm^2$$

Pilih yang besar, jadi $Asb,u = 240 mm^2$

Jarak Tulangan :

$$s = \frac{\frac{1}{4} x \pi x D^2 x b}{As,b}$$

$$= \frac{\frac{1}{4} x 3,14 x 10^2 x 1000}{240} = 327,083 mm^2$$

$$S \leq (5 x h = 5 x 120 = 600 mm)$$

Pilih yang kecil, jadi $s = 320 \text{ mm} (< 327,083 \text{ mm})$

$$\begin{aligned} \text{Luas tulangan} &= \frac{\frac{1}{4} \times \pi \times D^2 \times b}{s} \\ &= \frac{\frac{1}{4} \times 3,14 \times 10^2 \times 1000}{320} \\ &= 245,3125 \text{ mm}^2 > 240 \text{ mm}^2 \text{ (Oke)} \end{aligned}$$

Jadi Pakai Tulangan :

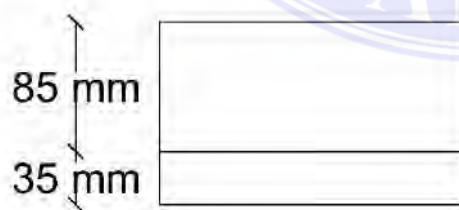
$$\text{Tulangan Pokok As} = D10 - 240 = 327,0833 \text{ mm}^2$$

$$\text{Tulangan Bagi Asb} = D10 - 320 = 245,3125 \text{ mm}^2$$

Tulangan Lapangan :

$$d_y = 85 \text{ mm}$$

$$M_{ly}^{(+)} = 2,770703 \text{ KNm}$$



$$k = \frac{Mu}{\phi \times b \times d^2} = \frac{2,770703 \times 10^6}{0,9 \times 1000 \times 85^2} = \frac{2.770.703}{6.502.500}$$

$$= 0,426098 < 7,7866 \text{ Mpa}$$

Kontrol Momen Pikul :

$$a = \left[1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times k}{0,85 \times f'c'}} \right] \times d$$

$$= \left[1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 0,426098}{0,85 \times 30}} \right] \times 85 = 1,4324 \text{ mm}$$

Tulangan Pokok :

$$A_s = \frac{0,85 \times f'c' \times a \times b}{f_y}$$

$$= \frac{0,85 \times 30 \times 1,4324 \times 1000}{400} = 91,31527 \text{ mm}^2$$

$f'c' < 31,36 \text{ Mpa}$, jadi $A_{s,u} \geq \frac{1,4}{f_y} \times b \times d$

$$= \frac{1,4}{400} \times 1000 \times 85 = 297,5 \text{ mm}^2$$

Pilih yang besar, jadi $A_{s,u} = 297,5 \text{ mm}^2$

Jarak Tulangan :

$$s = \frac{\frac{1}{4} \times \pi \times D^2 \times b}{A_{s,u}}$$

$$= \frac{\frac{1}{4} \times 3,14 \times 10^2 \times 1000}{297,5} = 263,865 \text{ mm}$$

$s \leq (2 \times h = 2 \times 120 = 240 \text{ mm})$

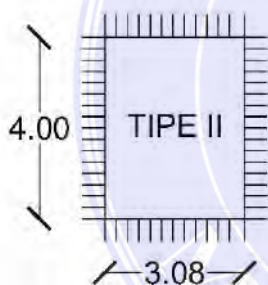
pilih yang kecil, jadi pakai $s = 240 \text{ mm}$ (Okey)

$$\begin{aligned} \text{Luas tulangan} &= \frac{\frac{1}{4} \times \pi \times D^2 \times b}{s} \\ &= \frac{\frac{1}{4} \times 3,14 \times 10^2 \times 1000}{240} \\ &= 327,0833 \text{ mm}^2 > A_{s,u} \text{ (Oke)} \end{aligned}$$

Jadi Pakai Tulangan Pokok

$$A_s = D10 - 240 = 327,0833 \text{ mm}^2$$

- PLATE



Kontrol Arah Penulangan :

$$l_y / l_x = 1$$

$$\frac{4}{3,08} = 1,298$$

Perhitungan Pembebanan :

$$q_u = 15,356 \text{ kNm}$$

Dimana :

$$C_{lx} = 34,94 \quad C_{ly} = 18,02$$

$$C_{tx} = 73,94 \quad C_{ty} = 57$$

(Dari Tabel Gambar 4.3)

Momen Perlu :

$$M_{lx}^{(+)} = 0,001 \times 34,94 \times 15,356 \times 3,08^2 = 5,08982 \text{ KNm}$$

$$M_{ly}^{(+)} = 0,001 \times 18,02 \times 15,356 \times 3,08^2 = 2,62503 \text{ KNm}$$

$$M_{tx}^{(-)} = 0,001 \times 73,94 \times 15,356 \times 3,08^2 = 10,77107 \text{ KNm}$$

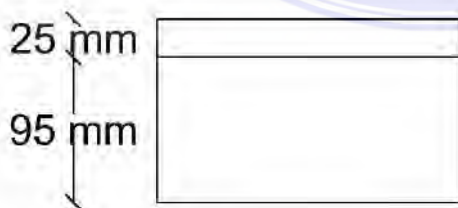
$$M_{ty}^{(+)} = 0,001 \times 57 \times 15,356 \times 3,08^2 = 8,30337 \text{ KNm}$$

Penulangan Pada Arah Bentang Lx :

Tulangan Tumpuan :

$$d_x = 95 \text{ mm}$$

$$M_{tx}^{(-)} = 10,77107 \text{ KNm}$$



Faktor Momen Pikul (k)

$$k = \frac{Mu}{\phi \times b \times d^2} = \frac{10,77107 \times 10^6}{0,9 \times 1000 \times 95^2} = \frac{10.771.070}{8.112.500}$$

$$= 1,326079 \text{ Mpa} < 7,7866 \text{ Mpa}$$

Kontrol Momen Pikul :

$$a = \left[1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times k}{0,85 \times f_c'}} \right] \times d$$

$$= \left[1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 1,326079}{0,85 \times 30}} \right] \times 95 = 5,0759 \text{ mm}$$

Tulangan Pokok :

$$A_s = \frac{0,85 \times f_c' \times a \times b}{f_y}$$

$$= \frac{0,85 \times 30 \times 5,0759 \times 1000}{400} = 323,5884 \text{ mm}^2$$

$$f_c' < 31,36 \text{ Mpa}, \text{ jadi } A_{s,u} \geq \frac{1,4}{f_y} \times b \times d$$

$$= \frac{1,4}{400} \times 1000 \times 95 = 332,5 \text{ mm}^2$$

Pilih yang besar, jadi $A_{s,u} = 332,5 \text{ mm}^2$

Jarak Tulangan :

$$s = \frac{\frac{1}{4} \times \pi \times D^2 \times b}{A_{s,u}}$$

$$= \frac{\frac{1}{4} \times 3,14 \times 10^2 \times 1000}{332,5} = 236,0902 \text{ mm}$$

$$s \leq (2 \times h = 2 \times 120) = 240 \text{ mm}$$

Pilih yang kecil, jadi pakai $s = 230 \text{ mm} < 236,0902 \text{ mm}$ (Okey)

$$\begin{aligned} \text{Luas tulangan} &= \frac{\frac{1}{4} \times \pi \times D^2 \times b}{s} \\ &= \frac{\frac{1}{4} \times 3,14 \times 10^2 \times 1000}{230} = 341,3043 \text{ mm}^2 > A_{s,u} \text{ (Oke)} \end{aligned}$$

Tulangan Bagi :

$$A_{s,b} = 20\% \times A_{s,u} = 20\% \times 332,5 = 66,5 \text{ mm}^2$$

$$A_{s,b} = 0,002 \times b \times h = 0,002 \times 1000 \times 120 = 240 \text{ mm}^2$$

Pilih yang besar, jadi $A_{s,b,u} = 240 \text{ mm}^2$

Jarak Tulangan :

$$\begin{aligned} s &= \frac{\frac{1}{4} \times \pi \times D^2 \times b}{A_{s,b}} \\ &= \frac{\frac{1}{4} \times 3,14 \times 10^2 \times 1000}{240} = 327,083 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$s \leq (5 \times h = 5 \times 120 = 600 \text{ mm})$$

Pilih yang kecil, jadi $s = 320 \text{ mm} (< 327,083 \text{ mm})$

$$\begin{aligned} \text{Luas tulangan} &= \frac{\frac{1}{4} \times \pi \times D^2 \times b}{s} \\ &= \frac{\frac{1}{4} \times 3,14 \times 10^2 \times 1000}{320} \\ &= 245,3125 \text{ mm}^2 > 240 \text{ mm}^2 \text{ (Oke)} \end{aligned}$$

Jadi Pakai Tulangan :

$$\text{Tulangan Pokok } A_s = D10 - 230 = 341,3043 \text{ mm}^2$$

$$\text{Tulangan Bagi } A_{s,b} = D10 - 320 = 245,31 \text{ mm}^2$$

Tulangan Lapangan :

$$dx = 95 \text{ mm}$$

$$Mlx^{(+)} = 5,08982 \text{ KNm}$$



Kontrol Momen Pikul :

$$k = \frac{Mu}{\phi x b x d^2} = \frac{5,089820 \times 10^6}{0,9 \times 1000 \times 95^2} = \frac{5.089.820}{8.122.500} = 0,626632 \text{ Mpa} < 7,7866 \text{ Mpa}$$

Kontrol Momen Pikul :

$$a = \left[1 - \sqrt{1 - \frac{2 x k}{0,85 x fc'}} \right] x d$$

$$= \left[1 - \sqrt{1 - \frac{2 x 0,626632}{0,85 x 30}} \right] x 95 = 2,36392 \text{ mm}$$

Tulangan Pokok :

$$As = \frac{0,05 x fc' x a x b}{fy}$$

$$= \frac{0,85 \times 30 \times 2,3692 \times 1000}{400} = 150,7001 \text{ mm}^2$$

$$F_c' = < 31,36 \text{ Mpa}, \text{ jadi } A_{s,u} \geq \frac{1,4}{f_y} \times b \times d$$

$$= \frac{1,4}{400} \times 1000 \times 95 = 332,5 \text{ mm}^2$$

Pilih yang besar, jadi $A_{s,u} = 332,5 \text{ mm}^2$

Jarak Tulangan :

$$s = \frac{\frac{1}{4} \times \pi \times D^2 \times b}{A_{s,u}}$$

$$= \frac{\frac{1}{4} \times 3,14 \times 10^2 \times 1000}{332,5} = 236,0902 \text{ mm}$$

$$s \leq (2 \times h = 2 \times 120) = 240 \text{ mm}$$

Pilih yang kecil, jadi pakai $s = 230 \text{ mm} (< 236,09)$

$$\text{Luas tulangan} = \frac{\frac{1}{4} \times \pi \times D^2 \times b}{s}$$

$$= \frac{\frac{1}{4} \times 3,14 \times 10^2 \times 1000}{230} = 341,3043 \text{ mm}^2 > A_{s,u} \text{ (Oke)}$$

Jadi pakai tulangan pokok :

$$A_s = D10 - 230 = 341,3043 \text{ mm}^2$$

Penulangan Pada Arah Bentang Ly

Tulangan Tumpuan :

$dy = 85 \text{ mm}$

$M_{ty}^{(-)} = 8,300337 \text{ KNm}$



$$k = \frac{Mu}{\phi x b x d^2} = \frac{8,300337 x 10^6}{0,9 x 1000 x 85^2} = \frac{8.303.370}{6.502.500} = 1,27695 \text{ Mpa} < 7,7866 \text{ Mpa}$$

Kontrol Momen Pikul :

$$a = \left[1 - \sqrt{1 - \frac{2 x k}{0,85 x fc'}} \right] x d$$

$$= \left[1 - \sqrt{1 - \frac{2 x 2,127695}{0,85 x 30}} \right] x 85 = 4,36877 \text{ mm}$$

Tulangan Pokok :

$$As = \frac{0,85 x fc' x a x b}{fy}$$

$$= \frac{0,85 x 30 x 4,3672 x 1000}{400} = 278,5093 \text{ mm}^2$$

$Fc' < 31,36 \text{ Mpa}$, jadi $Asu \geq \frac{1,4}{fy} x b x d$

$$= \frac{1,4}{400} x 1000 x 85 = 297,5 \text{ mm}^2$$

Pilih yang besar, jadi $A_{s,u} = 297,5 \text{ mm}^2$

Jarak Tulangan :

$$s = \frac{\frac{1}{4} \times \pi \times D^2 \times b}{A_{s,u}}$$

$$= \frac{\frac{1}{4} \times 3,14 \times 10^2 \times 1000}{297,5} = 263,8655 \text{ mm}$$

$$s \leq (2 \times h = 2 \times 120) = 240 \text{ mm}$$

Pilih yang kecil, jadi pakai $s = 240 < 263,8655 \text{ mm}$ (Oke)

$$\text{Luas tulangan} = \frac{\frac{1}{4} \times \pi \times D^2 \times b}{s}$$

$$= \frac{\frac{1}{4} \times 3,14 \times 10^2 \times 1000}{160} = 327,0833 \text{ mm}^2 > A_{s,u} \text{ (Oke)}$$

Tulangan Bagi :

$$A_{s,b} = 20\% \times A_{s,u} = 20\% \times 297,5 = 59,5 \text{ mm}^2$$

$$A_{s,b} = 0,002 \times b \times h = 0,002 \times 1000 \times 120 = 240 \text{ mm}^2$$

Pilih yang besar, jadi $A_{s,b,u} = 240 \text{ mm}^2$

Jarak Tulangan :

$$s = \frac{\frac{1}{4} \times \pi \times D^2 \times b}{A_{s,b}}$$

$$= \frac{\frac{1}{4} \times 3,14 \times 10^2 \times 1000}{240} = 327,083 \text{ mm}^2$$

$$S \leq (5 \times h = 5 \times 120 = 600 \text{ mm})$$

Pilih yang kecil, jadi $s = 320 \text{ mm} (< 327,083 \text{ mm})$

$$\begin{aligned} \text{Luas tulangan} &= \frac{\frac{1}{4} \times \pi \times D^2 \times b}{s} \\ &= \frac{\frac{1}{4} \times 3,14 \times 10^2 \times 1000}{320} \\ &= 245,3125 \text{ mm}^2 > 240 \text{ mm}^2 \text{ (Oke)} \end{aligned}$$

Jadi Pakai Tulangan :

Tulangan Pokok As = D10 – 240 = 327,0833 mm²

Tulangan Bagi Asb = D10 – 320 = 245,3125 mm²

Tulangan Lapangan :

dy = 85 mm

Mly⁽⁺⁾ = 2,62503 KNm



$$k = \frac{Mu}{\phi \times b \times d^2} = \frac{2,62503 \times 10^6}{0,9 \times 1000 \times 85^2} = \frac{2.625.030}{6.502.500}$$

$$= 0,403696 < 7,7866 \text{ Mpa}$$

Kontrol Momen Pikul :

$$a = \left[1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times k}{0,85 \times f'c'}} \right] \times d$$

$$= \left[1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 0,403696}{0,85 \times 30}} \right] \times 85 = 1,35648 \text{ mm}$$

Tulangan Pokok :

$$A_s = \frac{0,85 \times f'c' \times a \times b}{f_y}$$

$$= \frac{0,85 \times 30 \times 1,35648 \times 1000}{400} = 86,47531 \text{ mm}^2$$

$$F_c' < 31,36 \text{ Mpa, jadi } A_{s,u} \geq \frac{1,4}{f_y} \times b \times d$$

$$= \frac{1,4}{400} \times 1000 \times 85 = 297,5 \text{ mm}^2$$

Pilih yang besar, jadi $A_{s,u} = 297,5 \text{ mm}^2$

Jarak Tulangan :

$$s = \frac{\frac{1}{4} \times \pi \times D^2 \times b}{A_{s,u}}$$

$$= \frac{\frac{1}{4} \times 3,14 \times 10^2 \times 1000}{297,5} = 263,865 \text{ mm}$$

$$s \leq (2 \times h = 2 \times 120 = 240 \text{ mm})$$

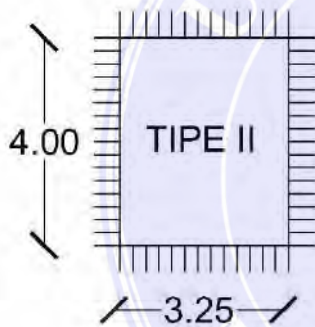
pilih yang kecil, jadi pakai $s = 240 \text{ mm}$ (Okey)

$$\begin{aligned} \text{Luas tulangan} &= \frac{\frac{1}{4} \times \pi \times D^2 \times b}{s} \\ &= \frac{\frac{1}{4} \times 3,14 \times 10^2 \times 1000}{240} \\ &= 327,0833 \text{ mm}^2 > A_{s,u} \text{ (Oke)} \end{aligned}$$

Jadi Pakai Tulangan Pokok

$$A_s = D10 - 240 = 327,0833 \text{ mm}^2$$

- **PLAT F**



Kontrol Arah Penulangan :

$$l_y / l_x = 1$$

$$\frac{4}{3,25} = 1,231$$

Perhitungan Pembebanan :

$$q_u = 15,356 \text{ kNm}$$

Dimana :

$$Clx = 28,93 \quad Cly = 19,69$$

$$Ctx = 65,55 \quad Cty = 56,31$$

(Dari Tabel Gambar 4.3)

Momen Perlu :

$$Mlx^{(+)} = 0,001 \times 28,93 \times 15,356 \times 3,25^2 = 4,692381 \text{ KNm}$$

$$Mly^{(+)} = 0,001 \times 19,69 \times 15,356 \times 3,25^2 = 3,193674 \text{ KNm}$$

$$Mtx^{(-)} = 0,001 \times 65,55 \times 15,356 \times 3,25^2 = 10,63206 \text{ KNm}$$

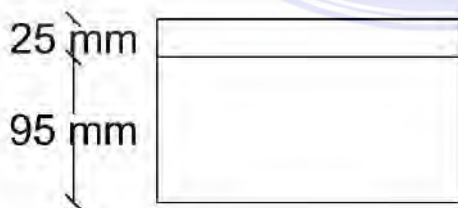
$$Mty^{(+)} = 0,001 \times 56,31 \times 15,356 \times 3,25^2 = 9,133355 \text{ KNm}$$

Penulangan Pada Arah Bentang Lx :

Tulangan Tumpuan :

$$dx = 95 \text{ mm}$$

$$Mtx^{(-)} = 10,63206 \text{ KNm}$$



Faktor Momen Pikul (k)

$$k = \frac{Mu}{\phi \times b \times d^2} = \frac{10,63206 \times 10^6}{0,9 \times 1000 \times 95^2} = \frac{10.632.060}{8.112.500}$$

$$= 1,308964 \text{ Mpa} < 7,7866 \text{ Mpa}$$

Kontrol Momen Pikul :

$$a = \left[1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times k}{0,85 \times f_c'}} \right] \times d$$

$$= \left[1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 1,308964}{0,85 \times 30}} \right] \times 95 = 5,00856 \text{ mm}$$

Tulangan Pokok :

$$A_s = \frac{0,85 \times f_c' \times a \times b}{f_y}$$

$$= \frac{0,85 \times 30 \times 5,00856 \times 1000}{400} = 319,2959 \text{ mm}^2$$

$$f_c' < 31,36 \text{ Mpa}, \text{ jadi } A_{s,u} \geq \frac{1,4}{f_y} \times b \times d$$

$$= \frac{1,4}{400} \times 1000 \times 95 = 332,5 \text{ mm}^2$$

Pilih yang besar, jadi $A_{s,u} = 332,5 \text{ mm}^2$

Jarak Tulangan :

$$s = \frac{\frac{1}{4} \times \pi \times D^2 \times b}{A_{s,u}}$$

$$= \frac{\frac{1}{4} \times 3,14 \times 10^2 \times 1000}{332,5} = 236,0902 \text{ mm}$$

$$s \leq (2 \times h = 2 \times 120) = 240 \text{ mm}$$

Pilih yang kecil, jadi pakai $s = 230 \text{ mm} < 236,0902 \text{ mm}$ (Okey)

$$\begin{aligned} \text{Luas tulangan} &= \frac{\frac{1}{4} \times \pi \times D^2 \times b}{s} \\ &= \frac{\frac{1}{4} \times 3,14 \times 10^2 \times 1000}{230} = 341,3043 \text{ mm}^2 > A_{s,u} \text{ (Oke)} \end{aligned}$$

Tulangan Bagi :

$$A_{s,b} = 20\% \times A_{s,u} = 20\% \times 332,5 = 66,5 \text{ mm}^2$$

$$A_{s,b} = 0,002 \times b \times h = 0,002 \times 1000 \times 120 = 240 \text{ mm}^2$$

Pilih yang besar, jadi $A_{s,b,u} = 240 \text{ mm}^2$

Jarak Tulangan :

$$\begin{aligned} s &= \frac{\frac{1}{4} \times \pi \times D^2 \times b}{A_{s,b}} \\ &= \frac{\frac{1}{4} \times 3,14 \times 10^2 \times 1000}{240} = 327,083 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$s \leq (5 \times h = 5 \times 120 = 600 \text{ mm})$$

Pilih yang kecil, jadi $s = 320 \text{ mm} (< 327,083 \text{ mm})$

$$\begin{aligned} \text{Luas tulangan} &= \frac{\frac{1}{4} \times \pi \times D^2 \times b}{s} \\ &= \frac{\frac{1}{4} \times 3,14 \times 10^2 \times 1000}{320} \\ &= 245,3125 \text{ mm}^2 > 240 \text{ mm}^2 \text{ (Oke)} \end{aligned}$$

Jadi Pakai Tulangan :

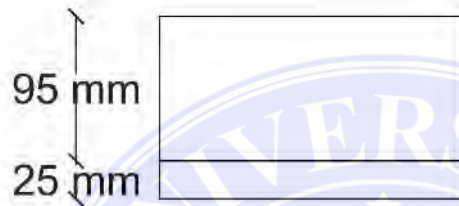
$$\text{Tulangan Pokok } A_s = D10 - 230 = 341,3043 \text{ mm}^2$$

$$\text{Tulangan Bagi } A_{s,b} = D10 - 320 = 245,31 \text{ mm}^2$$

Tulangan Lapangan :

$$dx = 95 \text{ mm}$$

$$Mlx^{(+)} = 4,692381 \text{ KNm}$$



Kontrol Momen Pikul :

$$k = \frac{Mu}{\phi x b x d^2} = \frac{4,692381 x 10^6}{0,9 x 1000 x 95^2} = \frac{4.692.381}{8.122.500} = 0,577702 \text{ Mpa} < 7,7866 \text{ Mpa}$$

Kontrol Momen Pikul :

$$a = \left[1 - \sqrt{1 - \frac{2 x k}{0,85 x fc'}} \right] x d$$

$$= \left[1 - \sqrt{1 - \frac{2 x 0,577702}{0,85 x 30}} \right] x 95 = 2,17717 \text{ mm}$$

Tulangan Pokok :

$$As = \frac{0,05 x fc' x a x b}{fy}$$

$$= \frac{0,85 \times 30 \times 2,17717 \times 1000}{400} = 138,7945 \text{ mm}^2$$

$$F_c' = < 31,36 \text{ Mpa}, \text{ jadi } A_{s,u} \geq \frac{1,4}{f_y} \times b \times d$$

$$= \frac{1,4}{400} \times 1000 \times 95 = 332,5 \text{ mm}^2$$

Pilih yang besar, jadi $A_{s,u} = 332,5 \text{ mm}^2$

Jarak Tulangan :

$$s = \frac{\frac{1}{4} \times \pi \times D^2 \times b}{A_{s,u}}$$

$$= \frac{\frac{1}{4} \times 3,14 \times 10^2 \times 1000}{332,5} = 236,0902 \text{ mm}$$

$$s \leq (2 \times h = 2 \times 120) = 240 \text{ mm}$$

Pilih yang kecil, jadi pakai $s = 230 \text{ mm} (< 236,09)$

$$\text{Luas tulangan} = \frac{\frac{1}{4} \times \pi \times D^2 \times b}{s}$$

$$= \frac{\frac{1}{4} \times 3,14 \times 10^2 \times 1000}{230} = 341,3043 \text{ mm}^2 > A_{s,u} \text{ (Oke)}$$

Jadi pakai tulangan pokok :

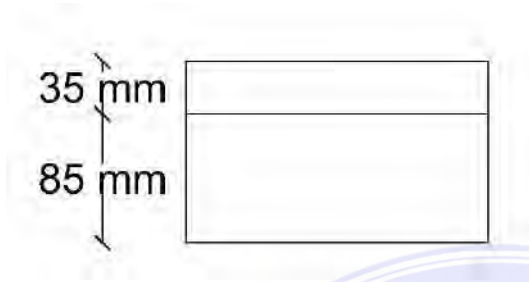
$$A_s = D10 - 230 = 341,3043 \text{ mm}^2$$

Penulangan Pada Arah Bentang Ly

Tulangan Tumpuan :

$$d_y = 85 \text{ mm}$$

$$M_{ty}^{(-)} = 9,133355 \text{ KNm}$$



$$k = \frac{M_u}{\phi \times b \times d^2} = \frac{9,133355 \times 10^6}{0,9 \times 1000 \times 85^2} = \frac{9.133.555}{6.502.500} = 1,404591 \text{ Mpa} < 7,7866 \text{ Mpa}$$

Kontrol Momen Pikul :

$$a = \left[1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times k}{0,85 \times f_c'}} \right] \times d$$

$$= \left[1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 1,404591}{0,85 \times 30}} \right] \times 85 = 4,81855 \text{ mm}$$

Tulangan Pokok :

$$A_s = \frac{0,85 \times f_c' \times a \times b}{f_y}$$

$$= \frac{0,85 \times 30 \times 4,3672 \times 1000}{400} = 307,1826 \text{ mm}^2$$

$$f_c' < 31,36 \text{ Mpa}, \text{ jadi } A_{su} \geq \frac{1,4}{f_y} \times b \times d$$

$$= \frac{1,4}{400} \times 1000 \times 85 = 297,5 \text{ mm}^2$$

Pilih yang besar, jadi $A_{s,u} = 307,1826 \text{ mm}^2$

Jarak Tulangan :

$$s = \frac{\frac{1}{4} x \pi x D^2 x b}{A_{s,u}}$$

$$= \frac{\frac{1}{4} x 3,14 x 10^2 x 1000}{307,1826} = 255,5484 \text{ mm}$$

$$s \leq (2 x h = 2 x 120) = 240 \text{ mm}$$

Pilih yang kecil, jadi pakai $s = 240 < 255,5484 \text{ mm}$ (Oke)

$$\text{Luas tulangan} = \frac{\frac{1}{4} x \pi x D^2 x b}{s}$$

$$= \frac{\frac{1}{4} x 3,14 x 10^2 x 1000}{160} = 327,0833 \text{ mm}^2 > A_{s,u} \text{ (Oke)}$$

Tulangan Bagi :

$$A_{s,b} = 20\% x A_{s,u} = 20\% x 307,1826 = 61,43651 \text{ mm}^2$$

$$A_{s,b} = 0,002 x b x h = 0,002 x 1000 x 120 = 240 \text{ mm}^2$$

Pilih yang besar, jadi $A_{s,b,u} = 240 \text{ mm}^2$

Jarak Tulangan :

$$s = \frac{\frac{1}{4} x \pi x D^2 x b}{A_{s,b}}$$

$$= \frac{\frac{1}{4} x 3,14 x 10^2 x 1000}{240} = 327,083 \text{ mm}^2$$

$$s \leq (5 x h = 5 x 120 = 600 \text{ mm})$$

Pilih yang kecil, jadi $s = 320 \text{ mm} (< 327,083 \text{ mm})$

$$\begin{aligned} \text{Luas tulangan} &= \frac{\frac{1}{4} \times \pi \times D^2 \times b}{s} \\ &= \frac{\frac{1}{4} \times 3,14 \times 10^2 \times 1000}{320} \\ &= 245,3125 \text{ mm}^2 > 240 \text{ mm}^2 \text{ (Oke)} \end{aligned}$$

Jadi Pakai Tulangan :

$$\text{Tulangan Pokok As} = D10 - 240 = 327,0833 \text{ mm}^2$$

$$\text{Tulangan Bagi Asb} = D10 - 320 = 245,3125 \text{ mm}^2$$

Tulangan Lapangan :

$$d_y = 85 \text{ mm}$$

$$Mly^{(+)} = 3,193674 \text{ KNm}$$



$$k = \frac{Mu}{\phi \times b \times d^2} = \frac{3,193674 \times 10^6}{0,9 \times 1000 \times 85^2} = \frac{3.193.674}{6.502.500}$$

$$= 0,491146 < 7,7866 \text{ Mpa}$$

Kontrol Momen Pikul :

$$a = \left[1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times k}{0,85 \times f'c'}} \right] \times d$$

$$= \left[1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 0,491146}{0,85 \times 30}} \right] \times 85 = 1,65323 \text{ mm}$$

Tulangan Pokok :

$$A_s = \frac{0,85 \times f_c' \times a \times b}{f_y}$$

$$= \frac{0,85 \times 30 \times 1,35648 \times 1000}{400} = 105,3934 \text{ mm}^2$$

$$f_c' < 31,36 \text{ Mpa, jadi } A_{s,u} \geq \frac{1,4}{f_y} \times b \times d$$

$$= \frac{1,4}{400} \times 1000 \times 85 = 297,5 \text{ mm}^2$$

Pilih yang besar, jadi $A_{s,u} = 297,5 \text{ mm}^2$

Jarak Tulangan :

$$s = \frac{\frac{1}{4} \times \pi \times D^2 \times b}{A_{s,u}}$$

$$= \frac{\frac{1}{4} \times 3,14 \times 10^2 \times 1000}{297,5} = 263,865 \text{ mm}$$

$$s \leq (2 \times h = 2 \times 120 = 240 \text{ mm})$$

pilih yang kecil, jadi pakai $s = 240 \text{ mm}$ (Okey)

$$\text{Luas tulangan} = \frac{\frac{1}{4} \times \pi \times D^2 \times b}{s}$$

$$\begin{aligned} &= \frac{\frac{1}{4} \times 3,14 \times 10^2 \times 1000}{240} \\ &= 327,0833 \text{ mm}^2 > A_{s,u} \text{ (Oke)} \end{aligned}$$

Jadi Pakai Tulangan Pokok

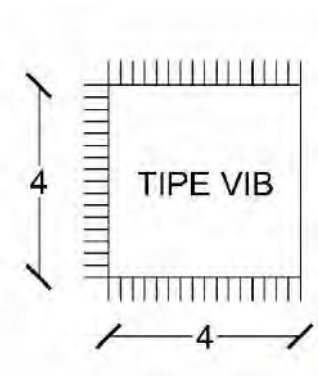
$$A_s = D10 - 240 = 327,0833 \text{ mm}^2$$



Lampiran Perhitungan Struktur Tulangan Plat Lantai 3



- **PLAT C2**



Kontrol Arah Penulangan :

$$l_y / l_x = 1$$

$$\frac{4}{2,57} = 1,556$$

Perhitungan Pembebanan :

$$q_u = 12,284 \text{ kNm}$$

Dimana :

$$Cl_x = 44,68 \quad Cly = 25,44$$

$$Ctx = 96,8 \quad Cty = 76,56$$

(Dari Tabel Gambar 4.3)

Momen Perlu :

$$M_{lx}^{(+)} = 0,001 \times 44,68 \times 12,284 \times 2,57^2 = 3,45039 \text{ KNm}$$

$$M_{ly}^{(+)} = 0,001 \times 25,44 \times 12,284 \times 2,57^2 = 1,964591 \text{ KNm}$$

$$M_{tx}^{(-)} = 0,001 \times 96,8 \times 12,284 \times 2,57^2 = 7,475331 \text{ KNm}$$

$$M_{ty}^{(+)} = 0,001 \times 76,56 \times 12,284 \times 2,57^2 = 5,912307 \text{ KNm}$$

Penulangan Pada Arah Bentang Lx :

Tulangan Tumpuan :

$$d_x = 95 \text{ mm}$$

$$M_{tx}^{(-)} = 7,475331 \text{ KNm}$$



Faktor Momen Pikul (k)

$$k = \frac{M_u}{\phi \times b \times d^2} = \frac{7,475331 \times 10^6}{0,9 \times 1000 \times 95^2} = \frac{7,475,331}{8.112.500} = 0,920324 \text{ Mpa} < 7,7866 \text{ Mpa}$$

Kontrol Momen Pikul :

$$a = \left[1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times k}{0,85 \times f_c'}} \right] \times d$$

$$= \left[1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 0,920324}{0,85 \times 30}} \right] \times 95 = 3,49287 \text{ mm}$$

Tulangan Pokok :

$$A_s = \frac{0,85 \times f_c' \times a \times b}{f_y}$$

$$= \frac{0,85 \times 30 \times 3,49287 \times 1000}{400} = 222,6704 \text{ mm}^2$$

$$F_c' < 31,36 \text{ Mpa}, \text{ jadi } A_{s,u} \geq \frac{1,4}{f_y} \times b \times d$$

$$= \frac{1,4}{400} \times 1000 \times 95 = 332,5 \text{ mm}^2$$

Pilih yang besar, jadi $A_{s,u} = 332,5 \text{ mm}^2$

Jarak Tulangan :

$$s = \frac{\frac{1}{4} \times \pi \times D^2 \times b}{A_{s,u}}$$

$$= \frac{\frac{1}{4} \times 3,14 \times 10^2 \times 1000}{332,5} = 236,0902 \text{ mm}$$

$$s \leq (2 \times h = 2 \times 120) = 240 \text{ mm}$$

Pilih yang kecil, jadi pakai $s = 230 \text{ mm} < 236,0902 \text{ mm}$ (Okey)

$$\text{Luas tulangan} = \frac{\frac{1}{4} \times \pi \times D^2 \times b}{s}$$

$$= \frac{\frac{1}{4} \times 3,14 \times 10^2 \times 1000}{230} = 327,0833 \text{ mm}^2 > A_{s,u} \text{ (Oke)}$$

Tulangan Bagi :

$$A_{s,b} = 20\% \times A_{s,u} = 20\% \times 332,5 = 66,5 \text{ mm}^2$$

$$A_{s,b} = 0,002 \times b \times h = 0,002 \times 1000 \times 120 = 240 \text{ mm}^2$$

Pilih yang besar, jadi $A_{s,b} = 240 \text{ mm}^2$

Jarak Tulangan :

$$s = \frac{\frac{1}{4} \times \pi \times D^2 \times b}{A_{s,b}}$$

$$= \frac{\frac{1}{4} \times 3,14 \times 10^2 \times 1000}{240} = 327,083 \text{ mm}^2$$

$$S \leq (5 \times h = 5 \times 120 = 600 \text{ mm})$$

Pilih yang kecil, jadi $s = 320 \text{ mm} (< 327,083 \text{ mm})$

$$\text{Luas tulangan} = \frac{\frac{1}{4} \times \pi \times D^2 \times b}{s}$$

$$= \frac{\frac{1}{4} \times 3,14 \times 10^2 \times 1000}{320}$$

$$= 245,3125 \text{ mm}^2 > 240 \text{ mm}^2 \text{ (Oke)}$$

Jadi Pakai Tulangan :

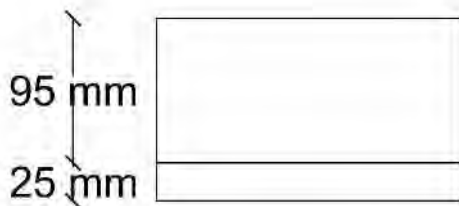
$$\text{Tulangan Pokok } A_s = D10 - 230 = 341,3043 \text{ mm}^2$$

$$\text{Tulangan Bagi } A_{sb} = D10 - 320 = 245,31 \text{ mm}^2$$

Tulangan Lapangan :

$$d_x = 95 \text{ mm}$$

$$M_{lx}^{(+)} = 3,45039 \text{ KNm}$$



Kontrol Momen Pikul :

$$k = \frac{Mu}{\phi x b x d^2} = \frac{3,45039 x 10^6}{0,9 x 1000 x 95^2} = \frac{3.450.390}{8.122.500}$$

$$= 0,424794 \text{ Mpa} < 7,7866 \text{ Mpa}$$

Kontrol Momen Pikul :

$$a = \left[1 - \sqrt{1 - \frac{2 x k}{0,85 x f'c'}} \right] x d$$

$$= \left[1 - \sqrt{1 - \frac{2 x 0,424794}{0,85 x 30}} \right] x 95 = 1,59597 \text{ mm}$$

Tulangan Pokok :

$$As = \frac{0,05 x f'c' x a x b}{fy}$$

$$= \frac{0,85 x 30 x 1,59597 x 1000}{400} = 101,7432 \text{ mm}^2$$

$$F_c' = < 31,36 \text{ Mpa}, \text{ jadi } As_u \geq \frac{1,4}{fy} x b x d$$

$$= \frac{1,4}{400} x 1000 x 95 = 332,5 \text{ mm}^2$$

Pilih yang besar, jadi $As_u = 332,5 \text{ mm}^2$

Jarak Tulangan :

$$s = \frac{\frac{1}{4} \times \pi \times D^2 \times b}{A_{s,u}}$$

$$= \frac{\frac{1}{4} \times 3,14 \times 10^2 \times 1000}{332,5} = 236,0902 \text{ mm}$$

$$s \leq (2 \times h = 2 \times 120) = 240 \text{ mm}$$

Pilih yang kecil, jadi pakai $s = 230 \text{ mm} (< 236,09)$

$$\text{Luas tulangan} = \frac{\frac{1}{4} \times \pi \times D^2 \times b}{s}$$

$$= \frac{\frac{1}{4} \times 3,14 \times 10^2 \times 1000}{230} = 341,3043 \text{ mm}^2 > A_{s,u} \text{ (Oke)}$$

Jadi pakai tulangan pokok :

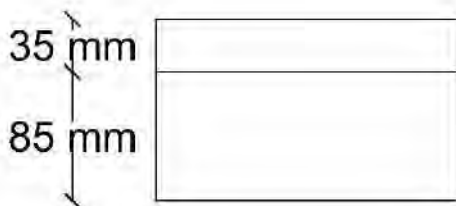
$$A_s = D10 - 230 = 341,3043 \text{ mm}^2$$

Penulangan Pada Arah Bentang Ly

Tulangan Tumpuan :

$$d_y = 85 \text{ mm}$$

$$M_{ty}^{(-)} = 5,912307 \text{ KNm}$$



$$k = \frac{Mu}{\phi x b x d^2} = \frac{5,912307 x 10^6}{0,9 x 1000 x 85^2} = \frac{5.912.307}{6.502.500}$$

$$= 0,909236 \text{ Mpa} < 7,7866 \text{ Mpa}$$

Kontrol Momen Pikul :

$$a = \left[1 - \sqrt{1 - \frac{2 x k}{0,85 x f'c'}} \right] x d$$

$$= \left[1 - \sqrt{1 - \frac{2 x 909236}{0,85 x 30}} \right] x 85 = 3,08684 \text{ mm}$$

Tulangan Pokok :

$$As = \frac{0,85 x f'c' x a x b}{fy}$$

$$= \frac{0,85 x 30 x 3,08684 x 1000}{400} = 196,7859 \text{ mm}^2$$

$$F'c < 31,36 \text{ Mpa}, \text{ jadi } Asu \geq \frac{1,4}{fy} x b x d$$

$$= \frac{1,4}{400} x 1000 x 85 = 297,5 \text{ mm}^2$$

Pilih yang besar, jadi $As,u = 297,5 \text{ mm}^2$

Jarak Tulangan :

$$s = \frac{\frac{1}{4} x \pi x D^2 x b}{As,u}$$

$$= \frac{\frac{1}{4} x 3,14 x 10^2 x 1000}{297,5} = 263,8655 \text{ mm}$$

$$s \leq (2 x h = 2 x 120) = 240 \text{ mm}$$

Pilih yang kecil, jadi pakai $s = 240 < 263,8655 \text{ mm}$ (Oke)

$$\begin{aligned} \text{Luas tulangan} &= \frac{\frac{1}{4} \times \pi \times D^2 \times b}{s} \\ &= \frac{\frac{1}{4} \times 3,14 \times 10^2 \times 1000}{240} = 327,0833 \text{ mm}^2 > A_{s,u} \text{ (Oke)} \end{aligned}$$

Tulangan Bagi :

$$A_{s,b} = 20\% \times A_{s,u} = 20\% \times 297,5 = 59,5 \text{ mm}^2$$

$$A_{s,b} = 0,002 \times b \times h = 0,002 \times 1000 \times 120 = 240 \text{ mm}^2$$

Pilih yang besar, jadi $A_{s,b,u} = 240 \text{ mm}^2$

Jarak Tulangan :

$$\begin{aligned} s &= \frac{\frac{1}{4} \times \pi \times D^2 \times b}{A_{s,b}} \\ &= \frac{\frac{1}{4} \times 3,14 \times 10^2 \times 1000}{240} = 327,083 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$S \leq (5 \times h = 5 \times 120 = 600 \text{ mm})$$

Pilih yang kecil, jadi $s = 320 \text{ mm} (< 327,083 \text{ mm})$

$$\begin{aligned} \text{Luas tulangan} &= \frac{\frac{1}{4} \times \pi \times D^2 \times b}{s} \\ &= \frac{\frac{1}{4} \times 3,14 \times 10^2 \times 1000}{320} \\ &= 245,3125 \text{ mm}^2 > 240 \text{ mm}^2 \text{ (Oke)} \end{aligned}$$

Jadi Pakai Tulangan :

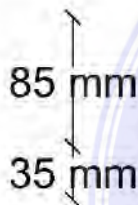
$$\text{Tulangan Pokok As} = D10 - 240 = 327,0833 \text{ mm}^2$$

$$\text{Tulangan Bagi Asb} = D10 - 320 = 245,31 \text{ mm}^2$$

Tulangan Lapangan :

$$d_y = 85 \text{ mm}$$

$$M_{ly}^{(+)} = 1,964591 \text{ KNm}$$



$$k = \frac{Mu}{\phi x b x d^2} = \frac{1,964591 x 10^6}{0,9 x 1000 x 85^2} = \frac{1,964.591}{6.502.500} = 0,302129 < 7,7866 \text{ Mpa}$$

Kontrol Momen Pikul :

$$a = \left[1 - \sqrt{1 - \frac{2 x k}{0,85 x f'c'}} \right] x d$$

$$= \left[1 - \sqrt{1 - \frac{2 x 0,302129}{0,85 x 30}} \right] x 85 = 1,01313 \text{ mm}$$

Tulangan Pokok :

$$A_s = \frac{0,85 \times f_c' \times a \times b}{f_y}$$

$$= \frac{0,85 \times 30 \times 1,01313 \times 1000}{400} = 64,58724 \text{ mm}^2$$

$$f_c' < 31,36 \text{ Mpa, jadi } A_{s,u} \geq \frac{1,4}{f_y} \times b \times d$$

$$= \frac{1,4}{400} \times 1000 \times 85 = 297,5 \text{ mm}^2$$

Pilih yang besar, jadi $A_{s,u} = 297,5 \text{ mm}^2$

Jarak Tulangan :

$$s = \frac{\frac{1}{4} \times \pi \times D^2 \times b}{A_{s,u}}$$

$$= \frac{\frac{1}{4} \times 3,14 \times 10^2 \times 1000}{297,5} = 263,865 \text{ mm}$$

$$s \leq (2 \times h = 2 \times 120 = 240 \text{ mm})$$

pilih yang kecil, jadi pakai $s = 240 \text{ mm}$ (Okey)

$$\text{Luas tulangan} = \frac{\frac{1}{4} \times \pi \times D^2 \times b}{s}$$

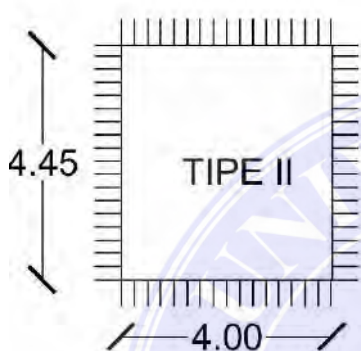
$$= \frac{\frac{1}{4} \times 3,14 \times 10^2 \times 1000}{240}$$

$$= 327,0833 \text{ mm}^2 > A_{s,u} \text{ (Oke)}$$

Jadi Pakai Tulangan Pokok

$$A_s = D10 - 240 = 327,0833 \text{ mm}^2$$

- PLAT D2



Kontrol Arah Penulangan :

$$l_y / l_x = 1$$

$$\frac{4,45}{4} = 1,1125$$

Perhitungan Pembebanan :

$$q_u = 12,284 \text{ kNm}$$

Dimana :

$$C_{lx} = 25,375 \quad C_{ly} = 20,875$$

$$C_{tx} = 59,625 \quad C_{ty} = 54,25$$

(Dari Tabel Gambar 4.3)

Momen Perlu :

$$M_{lx}^{(+)} = 0,001 \times 25,375 \times 12,284 \times 4^2 = 4,987304 \text{ KNm}$$

$$M_{ly}^{(+)} = 0,001 \times 20,875 \times 12,284 \times 4^2 = 4,102856 \text{ KNm}$$

$$M_{tx}^{(-)} = 0,001 \times 59,625 \times 12,284 \times 4^2 = 11,71894 \text{ KNm}$$

$$M_{ty}^{(+)} = 0,001 \times 54,25 \times 12,284 \times 4^2 = 10,66251 \text{ KNm}$$

Penulangan Pada Arah Bentang Lx :

Tulangan Tumpuan :

$$d_x = 95 \text{ mm}$$

$$M_{tx}^{(-)} = 11,71894 \text{ KNm}$$



Faktor Momen Pikul (k)

$$k = \frac{M_u}{\phi \times b \times d^2} = \frac{11,71894 \times 10^6}{0,9 \times 1000 \times 95^2} = \frac{11.718.940}{8.112.500}$$

$$= 1,442775 \text{ Mpa} < 7,7866 \text{ Mpa}$$

Kontrol Momen Pikul :

$$a = \left[1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times k}{0,85 \times f'c'}} \right] \times d$$

$$= \left[1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 1,442775}{0,85 \times 30}} \right] \times 95 = 5,53637 \text{ mm}$$

Tulangan Pokok :

$$\begin{aligned} A_s &= \frac{0,85 \times f_c' \times a \times b}{f_y} \\ &= \frac{0,85 \times 30 \times 5,53637 \times 1000}{400} = 352,9433 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} f_c' < 31,36 \text{ Mpa, jadi } A_{s,u} &\geq \frac{1,4}{f_y} \times b \times d \\ &= \frac{1,4}{400} \times 1000 \times 95 = 332,5 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Pilih yang besar, jadi $A_{s,u} = 352,9433 \text{ mm}^2$

Jarak Tulangan :

$$\begin{aligned} s &= \frac{\frac{1}{4} \times \pi \times D^2 \times b}{A_{s,u}} \\ &= \frac{\frac{1}{4} \times 3,14 \times 10^2 \times 1000}{352,9433} = 222,4153 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$s \leq (2 \times h = 2 \times 120) = 240 \text{ mm}$$

Pilih yang kecil, jadi pakai $s = 220 \text{ mm} < 222,4153 \text{ mm}$ (Okey)

$$\begin{aligned} \text{Luas tulangan} &= \frac{\frac{1}{4} \times \pi \times D^2 \times b}{s} \\ &= \frac{\frac{1}{4} \times 3,14 \times 10^2 \times 1000}{220} = 356,8182 \text{ mm}^2 > A_{s,u} \text{ (Oke)} \end{aligned}$$

Tulangan Bagi :

$$A_{sb} = 20\% \times A_{s,u} = 20\% \times 352,9433 = 70,58866 \text{ mm}^2$$

$$A_{s,b} = 0,002 \times b \times h = 0,002 \times 1000 \times 120 = 240 \text{ mm}^2$$

Pilih yang besar, jadi $A_{s,b,u} = 240 \text{ mm}^2$

Jarak Tulangan :

$$S = \frac{\frac{1}{4} \times \pi \times D^2 \times b}{A_{s,b}}$$

$$= \frac{\frac{1}{4} \times 3,14 \times 10^2 \times 1000}{240} = 327,083 \text{ mm}^2$$

$$S \leq (5 \times h = 5 \times 120 = 600 \text{ mm})$$

Pilih yang kecil, jadi $s = 320 \text{ mm} (< 327,083 \text{ mm})$

$$\text{Luas tulangan} = \frac{\frac{1}{4} \times \pi \times D^2 \times b}{s}$$

$$= \frac{\frac{1}{4} \times 3,14 \times 10^2 \times 1000}{320}$$

$$= 245,3125 \text{ mm}^2 > 240 \text{ mm}^2 \text{ (Oke)}$$

Jadi Pakai Tulangan :

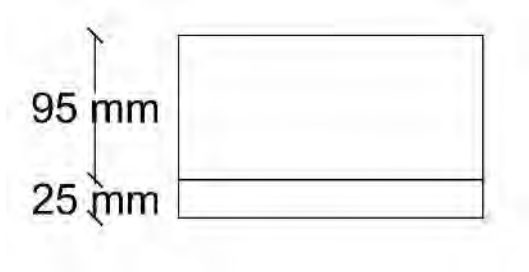
$$\text{Tulangan Pokok } A_s = D10 - 220 = 356,8182 \text{ mm}^2$$

$$\text{Tulangan Bagi } A_{sb} = D10 - 320 = 245,31 \text{ mm}^2$$

Tulangan Lapangan :

$$d_x = 95 \text{ mm}$$

$$M_{lx}^{(+)} = 4,987304 \text{ KNm}$$



Kontrol Momen Pikul :

$$k = \frac{M_u}{\phi x b x d^2} = \frac{4,987304 x 10^6}{0,9 x 1000 x 95^2} = \frac{4.987.304}{8.122.500} = 0,614011 \text{ Mpa} < 7,7866 \text{ Mpa}$$

Kontrol Momen Pikul :

$$a = \left[1 - \sqrt{1 - \frac{2 x k}{0,85 x f_c'}} \right] x d$$

$$= \left[1 - \sqrt{1 - \frac{2 x 0,614011}{0,85 x 30}} \right] x 95 = 2,31572 \text{ mm}$$

Tulangan Pokok :

$$A_s = \frac{0,05 x f_c' x a x b}{f_y}$$

$$= \frac{0,85 x 30 x 2,31572 x 1000}{400} = 147,6269 \text{ mm}^2$$

$$F_c' = < 31,36 \text{ Mpa}, \text{ jadi } A_{su} \geq \frac{1,4}{f_y} x b x d$$

$$= \frac{1,4}{400} \times 1000 \times 95 = 332,5 \text{ mm}^2$$

Pilih yang besar, jadi $A_{s,u} = 332,5 \text{ mm}^2$

Jarak Tulangan :

$$s = \frac{\frac{1}{4} \times \pi \times D^2 \times b}{A_{s,u}}$$

$$= \frac{\frac{1}{4} \times 3,14 \times 10^2 \times 1000}{332,5} = 236,0902 \text{ mm}$$

$$s \leq (2 \times h = 2 \times 120) = 240 \text{ mm}$$

Pilih yang kecil, jadi pakai $s = 230 \text{ mm} (< 236,09)$

$$\text{Luas tulangan} = \frac{\frac{1}{4} \times \pi \times D^2 \times b}{s}$$

$$= \frac{\frac{1}{4} \times 3,14 \times 10^2 \times 1000}{230} = 341,3043 \text{ mm}^2 > A_{s,u} \text{ (Oke)}$$

Jadi pakai tulangan pokok :

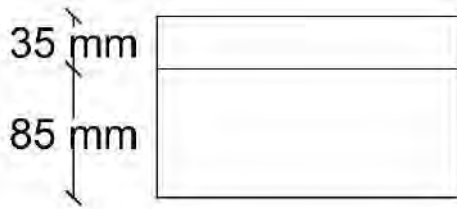
$$A_s = D10 - 230 = 341,3043 \text{ mm}^2$$

Penulangan Pada Arah Bentang Ly

Tulangan Tumpuan :

$$d_y = 85 \text{ mm}$$

$$M_{ty}^{(-)} = 10,66251 \text{ KNm}$$



$$k = \frac{Mu}{\phi x b x d^2} = \frac{10,66251 \times 10^6}{0,9 \times 1000 \times 85^2} = \frac{10.662.510}{6.502.500}$$

$$= 1.639756 \text{ Mpa} < 7,7866 \text{ Mpa}$$

Kontrol Momen Pikul :

$$a = \left[1 - \sqrt{1 - \frac{2 x k}{0,85 x f_c'}} \right] x d$$

$$= \left[1 - \sqrt{1 - \frac{2 x 1,639756}{0,85 x 30}} \right] x 85 = 5,65389 \text{ mm}$$

Tulangan Pokok :

$$As = \frac{0,85 x f_c' x a x b}{f_y}$$

$$= \frac{0,85 x 30 x 5,65389 x 1000}{400} = 360,4355 \text{ mm}^2$$

$$F_c' < 31,36 \text{ Mpa}, \text{ jadi } As_u \geq \frac{1,4}{f_y} x b x d$$

$$= \frac{1,4}{400} x 1000 x 85 = 297,5 \text{ mm}^2$$

Pilih yang besar, jadi $As_u = 360,4355 \text{ mm}^2$

Jarak Tulangan :

$$s = \frac{\frac{1}{4} x \pi x D^2 x b}{A_{s,u}}$$

$$= \frac{\frac{1}{4} x 3,14 x 10^2 x 1000}{360,4355} = 217,7921 \text{ mm}$$

$$s \leq (2 x h = 2 x 120) = 240 \text{ mm}$$

Pilih yang kecil, jadi pakai $s = 210 < 217,7921 \text{ mm}$ (Oke)

Luas tulangan = $\frac{\frac{1}{4} x \pi x D^2 x b}{s}$

$$= \frac{\frac{1}{4} x 3,14 x 10^2 x 1000}{210} = 348,8889 \text{ mm}^2 > A_{s,u} \text{ (Oke)}$$

Tulangan Bagi :

$$A_{s,b} = 20\% x A_{s,u} = 20\% x 360,4355 = 72,08711 \text{ mm}^2$$

$$A_{s,b} = 0,002 x b x h = 0,002 x 1000 x 120 = 240 \text{ mm}^2$$

Pilih yang besar, jadi $A_{s,b} = 240 \text{ mm}^2$

Jarak Tulangan :

$$s = \frac{\frac{1}{4} x \pi x D^2 x b}{A_{s,b}}$$

$$= \frac{\frac{1}{4} x 3,14 x 10^2 x 1000}{240} = 327,083 \text{ mm}^2$$

$$s \leq (5 x h = 5 x 120 = 600 \text{ mm})$$

Pilih yang kecil, jadi $s = 320 \text{ mm} (< 327,083 \text{ mm})$

$$\begin{aligned} \text{Luas tulangan} &= \frac{\frac{1}{4} \times \pi \times D^2 \times b}{s} \\ &= \frac{\frac{1}{4} \times 3,14 \times 10^2 \times 1000}{320} \\ &= 245,3125 \text{ mm}^2 > 240 \text{ mm}^2 \text{ (Oke)} \end{aligned}$$

Jadi Pakai Tulangan :

Tulangan Pokok As = D10 – 210 = 348,8889 mm²

Tulangan Bagi Asb = D10 – 320 = 245,31 mm²

Tulangan Lapangan :

dy = 85 mm

Mly⁽⁺⁾ = 4,102856 KNm



$$k = \frac{Mu}{\phi \times b \times d^2} = \frac{4,102856 \times 10^6}{0,9 \times 1000 \times 85^2} = \frac{4.102.856}{6.502.500}$$

$$= 0,630966 < 7,7866 \text{ Mpa}$$

Kontrol Momen Pikul :

$$a = \left[1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times k}{0,85 \times f'c'}} \right] \times d$$

$$= \left[1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 0,630966}{0,85 \times 30}} \right] \times 85 = 2,12991 \text{ mm}$$

Tulangan Pokok :

$$A_s = \frac{0,85 \times f_c' \times a \times b}{f_y}$$

$$= \frac{0,85 \times 30 \times 2,12991 \times 1000}{400} = 135,7814 \text{ mm}^2$$

$$F_c' < 31,36 \text{ Mpa, jadi } A_{s,u} \geq \frac{1,4}{f_y} \times b \times d$$

$$= \frac{1,4}{400} \times 1000 \times 85 = 297,5 \text{ mm}^2$$

Pilih yang besar, jadi $A_{s,u} = 297,5 \text{ mm}^2$

Jarak Tulangan :

$$s = \frac{\frac{1}{4} \times \pi \times D^2 \times b}{A_{s,u}}$$

$$= \frac{\frac{1}{4} \times 3,14 \times 10^2 \times 1000}{297,5} = 263,865 \text{ mm}$$

$$s \leq (2 \times h = 2 \times 120 = 240 \text{ mm})$$

pilih yang kecil, jadi pakai $s = 240 \text{ mm}$ (Okey)

$$\text{Luas tulangan} = \frac{\frac{1}{4} \times \pi \times D^2 \times b}{s}$$

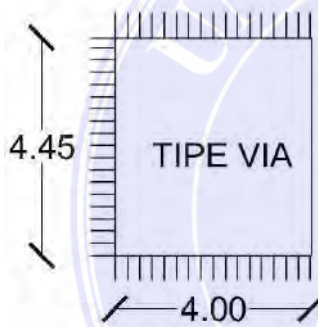
$$= \frac{\frac{1}{4} \times 3,14 \times 10^2 \times 1000}{240}$$

$$= 327,0833 \text{ mm}^2 > A_{s,u} \text{ (Oke)}$$

Jadi Pakai Tulangan Pokok

$$A_s = D10 - 240 = 327,0833 \text{ mm}^2$$

- **PLAT E2**



- **Kontrol Arah Penulangan :**

$$l_y / l_x = 1$$

$$\frac{4,7}{4} = 1,175$$

Perhitungan Pembebanan :

$$q_u = 12,284 \text{ kNm}$$

Dimana :

$$C_{lx} = 27,25 \quad C_{ly} = 20,25$$

$$C_{tx} = 62,75 \quad C_{ty} = 55,5$$

(Dari Tabel Gambar 4.3)

Momen Perlu :

$$Mlx^{(+)} = 0,001 \times 27,25 \times 12,284 \times 4^2 = 5,355284 \text{ KNm}$$

$$Mly^{(+)} = 0,001 \times 20,25 \times 12,284 \times 4^2 = 3,980016 \text{ KNm}$$

$$Mtx^{(-)} = 0,001 \times 62,75 \times 12,284 \times 4^2 = 12,33314 \text{ KNm}$$

$$Mty^{(+)} = 0,001 \times 55,5 \times 12,284 \times 4^2 = 10,90819 \text{ KNm}$$

Penulangan Pada Arah Bentang Lx :

Tulangan Tumpuan :

$$dx = 95 \text{ mm}$$

$$Mtx^{(-)} = 12,33314 \text{ KNm}$$



Faktor Momen Pikul (k)	Kontrol Momen Pikul (a)	Tulangan Pokok (As,u) (mm ²)	Jarak Tulangan (s) (mm)	Luas Tulangan (mm ²)	Tulangan Bagi (Asb) (mm ²)	Jarak Tulangan (s)	Luas Tulangan (mm ²)
1,518392	5,83601	372,0457	210,9956 diambil 210	356,8182	240	327,0833 diambil 320	245,3125

Jadi Pakai Tulangan :

Tulangan Pokok As = D10 – 210 = 372,0457 mm²

Tulangan Bagi Asb = D10 – 320 = 245,31 mm²

Tulangan Lapangan :

dx = 95 mm

Mlx⁽⁺⁾ = 5,355824 KNm



Faktor Momen Pikul (k)	Kontrol Momen Pikul (a)	Tulangan Pokok (As,u) (mm ²)	Jarak Tulangan (s) (mm)	Luas Tulangan (mm ²)	Tulangan Bagi (Asb) (mm ²)	Jarak Tulangan (s)	Luas Tulangan (mm ²)
0,659381	2,48913	332,5	236,0902 diambil 230	341,3043	-	-	-

Jadi Pakai Tulangan :

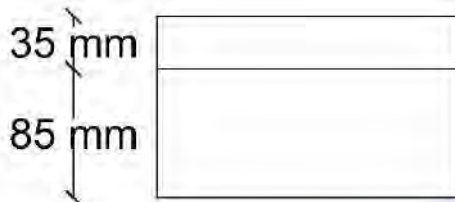
Tulangan Pokok As = D10 – 230 = 341,3043 mm²

Penulangan Pada Arah Bentang Ly

Tulangan Tumpuan :

$$d_y = 85 \text{ mm}$$

$$M_{ty}^{(-)} = 10,90819 \text{ KNm}$$



Faktor Momen Pikul (k)	Kontrol Momen Pikul (a)	Tulangan Pokok (As,u) (mm ²)	Jarak Tulangan (s) (mm)	Luas Tulangan (mm ²)	Tulangan Bagi (Asb) (mm ²)	Jarak Tulangan (s)	Luas Tulangan (mm ²)
1,677538	5,78892	369,0437	212,7119 diambil 210	356,8182	240	327,0833 diambil 320	245,3125

Jadi Pakai Tulangan :

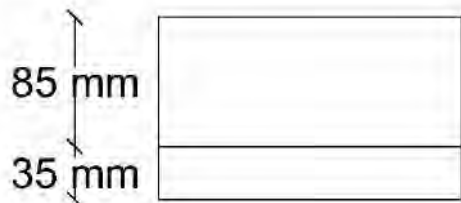
$$\text{Tulangan Pokok As} = D10 - 210 = 369,0437 \text{ mm}^2$$

$$\text{Tulangan Bagi Asb} = D10 - 320 = 245,3125 \text{ mm}^2$$

Tulangan Lapangan :

$$d_y = 85 \text{ mm}$$

$$Mly^{(+)} = 3,980016 \text{ KNm}$$

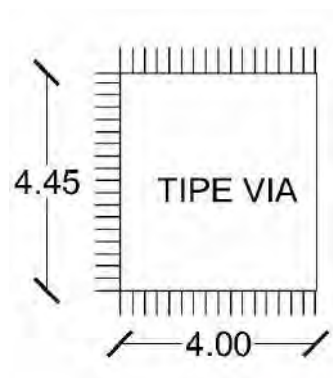


Faktor Momen Pikul (k)	Kontrol Momen Pikul (a)	Tulangan Pokok (As,u) (mm ²)	Jarak Tulangan (s) (mm)	Luas Tulangan (mm ²)	Tulangan Bagi (Asb) (mm ²)	Jarak Tulangan (s)	Luas Tulangan (mm ²)
0,612075	2,06534	297,5	263,8655 diambil 240	327,0833	-	-	-

Jadi Pakai Tulangan Pokok

$$As = D10 - 240 = 327,0833 \text{ mm}^2$$

- **PLAT F2**



- **Kontrol Arah Penulangan :**

$$l_y/l_x = 1$$

$$\frac{4,45}{3,15} = 1,413$$

Perhitungan Pembebanan :

$$q_u = 12,284 \text{ kNm}$$

Dimana :

$$C_{lx} = 51,26 \quad C_{ly} = 24,87$$

$$C_{tx} = 108,39 \quad C_{ty} = 0$$

(Dari Tabel Gambar 4.3)

Momen Perlu :

$$M_{lx}^{(+)} = 0,001 \times 51,26 \times 12,284 \times 3,15^2 = 6,247978 \text{ KNm}$$

$$M_{ly}^{(+)} = 0,001 \times 24,87 \times 12,284 \times 3,15^2 = 3,031354 \text{ KNm}$$

$$M_{tx}^{(-)} = 0,001 \times 108,39 \times 12,284 \times 3,15^2 = 13,21144 \text{ KNm}$$

Penulangan Pada Arah Bentang Lx :

Tulangan Tumpuan :

$dx = 95 \text{ mm}$

$M_{tx} (^{-}) = 13,21144 \text{ KNm}$



Faktor Momen Pikul (k)	Kontrol Momen Pikul (a)	Tulangan Pokok (As,u) (mm ²)	Jarak Tulangan (s) (mm)	Luas Tulangan (mm ²)	Tulangan Bagi (Asb) (mm ²)	Jarak Tulangan (s)	Luas Tulangan (mm ²)
1,626524	6,26626	399,4742	196,5083 diambil 195	402,5641	240	327,0833 diambil 320	245,3125

Jadi Pakai Tulangan :

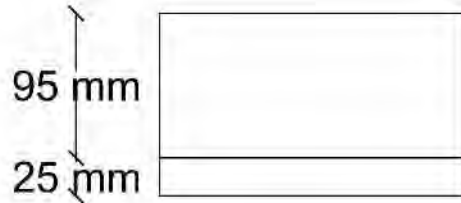
Tulangan Pokok As = D10 – 195 = 402,5641 mm²

Tulangan Bagi Asb = D10 – 320 = 245,31 mm²

Tulangan Lapangan :

$dx = 95 \text{ mm}$

$$M_{lx}^{(+)} = 6,247978 \text{ KNm}$$



Faktor Momen Pikul (k)	Kontrol Momen Pikul (a)	Tulangan Pokok (As,u) (mm ²)	Jarak Tulangan (s) (mm)	Luas Tulangan (mm ²)	Tulangan Bagi (Asb) (mm ²)	Jarak Tulangan (s)	Luas Tulangan (mm ²)
0,769219	2,91029	332,5	236,0902 diambil 230	341,3043	-	-	-

Jadi Pakai Tulangan :

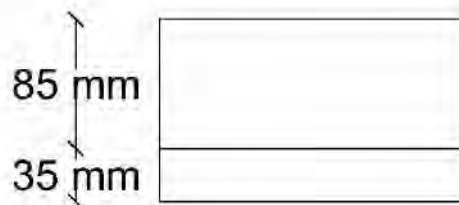
$$\text{Tulangan Pokok As} = D10 - 230 = 341,3043 \text{ mm}^2$$

Penulangan Pada Arah Bentang Ly

Tulangan Lapangan :

$$d_y = 85 \text{ mm}$$

$$M_{ly}^{(+)} = 3,031354 \text{ KNm}$$



Faktor Momen Pikul (k)	Kontrol Momen Pikul (a)	Tulangan Pokok (As,u) (mm ²)	Jarak Tulangan (s) (mm)	Luas Tulangan (mm ²)	Tulangan Bagi (Asb) (mm ²)	Jarak Tulangan (s)	Luas Tulangan (mm ²)
0,466183	1,56841	297,5	263,8655 diambil 240	327,0833	-	-	-

Jadi Pakai Tulangan Pokok

$$As = D10 - 240 = 327,0833 \text{ mm}^2$$