

TUGAS AKHIR

KOMPARASI MOMEN LENTUR DAN KEBUTUHAN TULANGAN PELAT LANTAI BERDASARKAN METODE DESAIN LANGSUNG DAN METODE KOEFSISIEN MOMEN (*COMPARISON OF FLEXURAL MOMENT AND FLOOR SLAB REINFORCEMENT REQUIREMENTS BASED ON DIRECT DESIGN METHOD AND MOMENT COEFFICIENT METHOD*)

**Diajukan Kepada Universitas Islam Indonesia untuk Memenuhi Persyaratan
Memperoleh Derajat Sarjana Teknik Sipil**



**Hauzan Rafi Athallah
18511122**

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
2023**

TUGAS AKHIR

KOMPARASI MOMEN LENTUR DAN KEBUTUHAN TULANGAN PELAT LANTAI BERDASARKAN METODE DESAIN LANGSUNG DAN METODE KOEFSISIEN MOMEN

**(COMPARISON OF FLEXURAL MOMENT AND
FLOOR SLAB REINFORCEMENT REQUIREMENTS
BASED ON DIRECT DESIGN METHOD AND MOMENT
COEFFICIENT METHOD)**

Disusun Oleh:

**Hauzan Rafi Athallah
18511122**

Telah diterima sebagai salah satu persyaratan
Untuk memperoleh derajat Sarjana Teknik Sipil

Diuji pada tanggal 6 September 2023
Oleh Dewan Penguji

Dosen Pembimbing



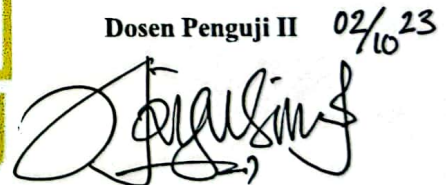
Elvis Saputra S.T., M.T.
NIK: 205111302

Dosen Penguji I



Astriana Hardawati S.T., M.Eng.
NIK: 165111301

Dosen Penguji II



Anggit Mas Arifudin S.T., M.T.
NIK: 185111304

Mengesahkan,

Ketua Program Studi Teknik Sipil Program Sarjana



Ir. Yunalia Muntafi, S.T., M.T., Ph.D. (Eng)
NIK: 09511010

PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Tugas Akhir yang saya susun sebagai syarat untuk memenuhi salah satu persyaratan pada Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia seluruhnya merupakan hasil karya saya sendiri. Adapun bagian-bagian tertentu dalam penulisan Tugas Akhir yang saya kutip dari hasil karya orang lain telah dituliskan dalam sumbernya secara jelas sesuai dengan norma, kaidah, dan etika penulisan karya ilmiah. Apabila di kemudian hari ditemukan seluruh atau sebagian Tugas Akhir ini bukan hasil karya sendiri atau adanya plagiaris dalam bagian-bagian tertentu, saya bersedia menerima sanksi, termasuk pencabutan gelar akademik yang saya sandang sesuai dengan perundang-undangan yang berlaku.

Yogyakarta, 28 Agustus 2023
Yang membuat pernyataan,



Hauzan Rafi Athallah
(18511122)

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul *Komparasi Momen Lentur Dan Kebutuhan Tulangan Pelat Lantai Berdasarkan Metode Desain Langsung dan Metode Koefisien Momen*. Tugas Akhir ini merupakan salah satu syarat akademik dalam menyelesaikan studi tingkat sarjana di Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.

Dalam penyusunan Tugas Akhir ini banyak hambatan yang dihadapi penulis, namun berkat saran, kritik, serta dorongan semangat dari berbagai pihak, alhamdulillah Proposal Tugas Akhir ini dapat diselesaikan. Maka dari itu, penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak Elvis Saputra, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing
2. Bapak, Ibu, dan Kakak Penulis yang telah berkorban begitu banyak material maupun motivasi yang diberikan hingga selesainya Proposal Tugas Akhir ini.
3. Teman-teman baik dari UH maupun dari Universitas lain sudah membantu memberikan masukan agar Proposal Tugas Akhir ini dapat selesai

Akhir kata Penulis berharap agar Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi pihak yang membacanya.

Yogyakarta, 28 Agustus 2023

Penulis,



Hauzan Rafi Athallah

18511122

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI	iii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR TABEL.....	vii
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR LAMPIRAN.....	ix
ABSTRAK.....	x
<i>ABSTRACT</i>	xi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Manfaat Penelitian.....	3
1.5 Batasan Penelitian	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.1 Tinjauan Umum.....	4
2.2 Penelitian Terdahulu.....	4
2.2.1 Analisis Struktur Masjid Agung Batu Hampar Tarusan Menggunakan SNI Beton Bertulang 2847:2019 dan SNI Gempa 1726:2019	5
2.2.2 Tinjauan Ulang Perhitungan Penulangan Struktur Beton Bertulang pada Gedung Bank NTB Syariah Menggunakan Metode SNI 2847:2019	5
2.2.3 Perbandingan Analisis Struktur Atas Gedung 16 Lantai Berdasarkan SNI 2847-2019 dan SNI 1726-2019 dengan SNI 2847- 2013 dan SNI 1726- 2012.....	6
2.2.4 Tinjauan Momen Lentur Pelat Dua Arah dengan Metode Perencanaan Langsung dan Metode Elemen Hingga	6
2.2.5 Evaluasi Perencanaan Pelat Lantai Pada Gedung Yayasan Pendidikan Saffiyatul Amaliyyah Jalan Kemuning Medan	7

2.3	Perbedaan Penelitian	7
BAB III LANDASAN TEORI.....		12
3.1	Pelat Lantai.....	12
3.2	Pembebanan.....	12
3.2.1	Beban Mati	13
3.2.2	Beban Hidup.....	13
3.3	Analisis Menggunakan Metode Desain Langsung.....	19
3.3.1	Metode Desain Langsung.....	19
3.3.2	Metode Rangka Ekuivalen.....	22
3.4	Analisis Menggunakan Metode Koefisien Momen.....	22
3.4.1	Kondisi Perletakan Pelat.....	23
3.4.2	Tabel Koefisien Momen PBI 1971	24
3.4.3	Melakukan Estimasi Awal.....	26
3.4.4	Pembebanan.....	26
3.4.5	Momen Pelat Akibat Beban Terfaktor.....	26
3.5	Penulangan Pelat Lantai	27
3.6	Perbedaan Analisis Menggunakan Metode Desain Langsung dan Metode Koefisien Momen	29
BAB IV METODE PENELITIAN		31
4.1	Objek dan Subjek Penelitian	31
4.2	Metode Pengambilan Data	31
4.3	Tahapan Penelitian	31
BAB V ANALISIS DAN PEMBAHASAN		34
5.1	Data Analisis	34
5.2	Pembebanan Struktur	34
5.2.1	Beban Mati	34
5.2.2	Beban Hidup.....	36
5.2.3	Beban Ultimate	37
5.3	Analisis Momen Pelat Lantai	37
5.3.1	Analisis Momen Pelat Lantai Menggunakan Metode Koefisien Momen.....	37
5.3.2	Analisis Momen Pelat Lantai Menggunakan Metode Koefisien Momen.....	42

5.4	Pembahasan Hasil Momen Lentur Pelat Lantai	44
5.5	Desain Kebutuhan Tulangan	47
5.5.1	Menghitung Kebutuhan Tulangan Menggunakan Perhitungan Metode Desain Langsung	47
5.5.2	Perhitungan Kebutuhan Tulangan Pelat Lantai Berdasarkan Metode Koefisien Momen	50
5.6	Pembahasan Hasil Kebutuhan Tulangan Pelat	53
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN		57
6.1	Kesimpulan.....	57
6.2	Saran	58
DAFTAR PUSTAKA		59
LAMPIRAN.....		61

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Perbedaan Penelitian Terdahulu.....	8
Tabel 3. 1 Beban Hidup Terdistribusi Merata Terpusat Minimum.....	14
Tabel 5. 1 Data Pelat	34
Tabel 5. 2 Beban Beton Pelat Lantai.....	35
Tabel 5. 3 Beban Mati Tambahan	36
Tabel 5. 4 Rekapitulasi Beban Ultimate Pelat	37
Tabel 5. 5 Rekapitulasi Perhitungan Momen.....	45
Tabel 5. 6 Presentase Perbandingan Momen	46
Tabel 5. 7 Rekapitulasi Hasil Penulangan Pelat Lantai Tanpa Kontrol.....	54
Tabel 5. 8 Rekapitulasi Penulangan Pelat Menggunakan Kontrol.....	55

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3. 1	Pembagian Lajur Kolom dan Lajur Tengah.....	20
Gambar 3. 2	Tabel Koefisien Distribusi Bentang	21
Gambar 3. 3	Momen Negatif Lajur Kolom.....	21
Gambar 3. 4	Momen Positif Lajur Kolom	21
Gambar 3. 5	Rumus Luasan Minimum Yang Digunakan.....	22
Gambar 3. 6	Perletakan Pelat.....	23
Gambar 3. 7	Tabel Koefisien Momen PBI 1971.....	24
Gambar 3. 8	Lanjutan Tabel Koefisien Momen.....	25
Gambar 4. 1	Flowchart Penelitian.....	33
Gambar 5. 1	Nilai Beban Hidup Pada SNI	36
Gambar 5. 2	Lajur Kolom Pelat S3B	38
Gambar 5. 3	Momen Metode Desain Langsung Arah Memanjang	41
Gambar 5. 4	Momen Metode Desain Langsung Arah Memendek	42
Gambar 5. 5	Perletakan L_y dan L_x Pada Analisis PBI	42
Gambar 5. 6	Momen Metode Koefisien Momen Arah Memendek	44
Gambar 5. 7	Momen Metode Koefisien Momen Arah Memendek	44
Gambar 5. 8	Grafik Perbandingan Momen Pada Pelat S3B	45
Gambar 5. 9	Grafik Perbandingan Momen Pada Pelat S3	45
Gambar 5. 10	Grafik Perbandingan Momen Pada Pelat S1A	46
Gambar 5. 11	Grafik Jarak Tulangan S3B.....	54
Gambar 5. 12	Grafik Jarak Antar Tulangan S3.....	55
Gambar 5. 13	Grafik Jarak Antar Tulangan S1A.....	55

DAFTAR LAMPIRAN

Gambar L-1. 1 Denah Letak Pelat S3B.....	62
Gambar L-1. 2 Denah Letak Pelat S3	63
Gambar L-1. 3 Denah Letak Pelat S1A	64
Gambar L-2. 1 Analisis Kebutuhan Tulangan Pelat S3B Arah Memanjang Daerah Lapangan Berdasarkan Perhitungan Momen SNI 2847 2019.....	65
Gambar L-2. 2 Analisis Kebutuhan Tulangan Pelat S3B Arah Pendek Daerah Tumpuan Berdasarkan Perhitungan Momen SNI 2847-2019.....	68
Gambar L-2. 3 Analisis Kebutuhan Tulangan Pelat S3B Arah Pendek Daerah Lapangan Berdasarkan Perhitungan Momen SNI 2847-2019	71
Gambar L-2. 4 Analisis Kebutuhan Tulangan Pelat S3 Arah Memanjang Daerah Tumpuan Berdasarkan Perhitungan Momen SNI 2847-2019.....	74
Gambar L-2. 5 Analisis Kebutuhan Tulangan Pelat S3 Arah Memanjang Daerah Lapangan Berdasarkan Perhitungan Momen SNI 2847-2019	77
Gambar L-2. 6 Analisis Kebutuhan Tulangan Pelat S3 Arah Pendek Daerah Tumpuan Berdasarkan Perhitungan Momen SNI 2847-2019.....	81
Gambar L-2. 7 Analisis Kebutuhan Tulangan Pelat S3 Arah Pendek Daerah Lapangan Berdasarkan Perhitungan Momen SNI 2847-2019 ...	84
Gambar L-2. 8 Analisis Kebutuhan Tulangan Pelat S1A Arah Memanjang Daerah Tumpuan Berdasarkan Perhitungan Momen SNI 2847- 2019.....	87
Gambar L-2. 9 Analisis Kebutuhan Tulangan Pelat S1A Arah Memanjang Daerah Lapangan Berdasarkan Perhitungan Momen SNI 2847-2019 ...	91

ABSTRAK

Pelat adalah struktur yang pertama kali menerima beban mati maupun beban hidup. Plat lantai sendiri terdapat 2 macam yaitu pelat satu arah dan plat dua arah. Untuk menghitung dan menganalisis momen lentur pada pelat lantai dapat dilakukan dengan beberapa cara yang sudah ada, diantaranya yaitu menurut Metode Desain Langsung dan Metode Koefisien Momen. Oleh karena itu penelitian ini bermaksud untuk membandingkan hasil momen lentur dan kebutuhan tulangan pelat lantai dari kedua metode tersebut. Penelitian ini dilakukan dengan menghitung besarnya momen yang terjadi pada masing-masing pelat yang ditinjau menggunakan Metode Desain Langsung dan Metode Koefisien Momen dan dibandingkan. Selanjutnya momen tersebut digunakan untuk menghitung kebutuhan tulangan pada masing-masing tipe pelat dan perletakan pelat. Hasil momen lentur yang didapat dari Metode Desain Langsung memiliki hasil yang lebih besar dan cukup signifikan dibandingkan dengan menggunakan Metode Koefisien Momen. Pada perhitungan Pelat S3B di daerah tumpuan, Metode Desain Langsung memiliki momen yang lebih besar yaitu 329% lebih besar daripada Metode Koefisien Momen. Pelat S3 memiliki nilai momen terbesar yaitu 50,693 kNm pada bagian tumpuan. Dari perhitungan tersebut dapat kita ketahui juga yang berpengaruh cukup besar dalam besaran momen yang dihasilkan itu tergantung pada bentang pelat. Sedangkan untuk kebutuhan tulangan pelat jika hanya mengacu pada besaran momen dan mengabaikan syarat jarak antar tulangan didapatkan hasil jarak yang cukup signifikan. Untuk analisis yang mempertimbangkan syarat jarak antar tulangan maka hasilnya menjadi tidak terlalu signifikan berbeda.

Kata Kunci: Pelat Lantai, Komparasi, Metode Desain Langsung, Metode Koefisien Momen

ABSTRACT

A slab is a structure that initially receives both dead and live loads. Floor slabs themselves come in two types: one-way slabs and two-way slabs. Calculating and analyzing the bending moments in floor slabs can be done using several existing methods, including the Direct Design Method and the Moment Coefficient Method. Therefore, this research aims to compare the bending moment results and the reinforcement requirements of floor slabs from these two methods. The study involves calculating the magnitude of moments that occur in each evaluated slab using both the Direct Design Method and the Moment Coefficient Method, and then comparing them. Subsequently, these bending moments are used to determine the reinforcement needs for each type of slab and their placement. The bending moment results obtained from the Direct Design Method are significantly higher compared to those obtained using the Moment Coefficient Method. In the calculation of the S3B slab at the support region, the Direct Design Method yields a much larger moment, 329% greater than the Moment Coefficient Method. The S3 slab has the highest moment value, which is 50.693 kNm at the support region. From these calculations, it is evident that the span of the slab significantly influences the magnitude of the resulting moment. Regarding the reinforcement requirements of the slab, if we only consider the magnitude of the moment and neglect the spacing requirements between reinforcements, there is a significant difference in the results. However, when analyzing the spacing requirements between reinforcements, the differences become less significant.

Keywords: *Floor Slab, Comparison, Direct Design Method, Moment Coefficient Method*

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Yogyakarta menjadi salah satu kota yang padat penduduk. Hal ini berdampak pada semakin meningkatnya kebutuhan tempat tinggal, akan tetapi tidak diikuti dengan meningkatnya lahan yang ada. Menurut data BPS Yogyakarta tahun 2020 Yogyakarta menjadi wilayah terendah dalam hal kepemilikan tanah. Oleh karena itu salah satu cara untuk menangani hal tersebut adalah dengan membangun hunian secara vertikal karena semakin sedikitnya lahan yang ada di Yogyakarta. Sudah banyak investor-investor yang membuat Gedung bertingkat tinggi untuk membangun apartemen maupun hotel. Salah satunya adalah Novotel dan Hotel Ibis Kulon Progo Yogyakarta.

Seperti yang kita ketahui, untuk merancang Gedung bertingkat tinggi diperlukan perhitungan struktur yang matang dan juga efisien agar mendapatkan hasil yang maksimal. Pelat adalah struktur yang pertama kali menerima beban mati maupun beban, sehingga perlu diperhitungkan dengan baik dan benar agar memberi kenyamanan dan keamanan (Masalah, 2007). Menurut struktur nya plat lantai sendiri terdapat 2 macam yaitu pelat satu arah dan plat dua arah. Sedangkan menurut metodenya ada beberapa metode pekerjaan plat lantai yaitu metode konvensional, metode half slab, metode *full precast*, metode bondek, dan lain-lain. Dan yang akan digunakan dalam pembahasan kali ini adalah metode konvensional.

Plat lantai yang kuat adalah hasil dari perhitungan eksak yang cermat dan cukup rumit. Maka dari itu dikembangkan dan dipermudah dengan adanya table yang ada di PBI 1971 untuk memudahkan. Akan tetapi PBI sendiri memiliki kekurangan untuk menentukan perletakan, tebal, dan bentang plat lantai. Dan juga PBI merupakan peraturan yang cukup lama, sehingga diperlukan untuk mengikuti analisis – analisis momen pelat yang berkembang saat ini.

Untuk menghitung dan menganalisis momen lentur pada pelat lantai dapat dilakukan dengan beberapa cara yang sudah ada, diantaranya yaitu menurut Metode Desain Langsung dan Metode Koefisien Momen. Metode pertama adalah menggunakan metode langsung berdasarkan SNI 2847-2019. Pada metode ini terdiri dari beberapa langkah mendasar untuk mendistribusikan momen ke bagian pelat dan balok. Yang pertama yaitu penentuan momen statis terfaktor total, yang kedua yaitu distribusi momen statis terfaktor total ke bagian negatif dan positif, yang ketiga adalah distribusi momen negatif dan positif terfaktor pada jalur kolom dan jalur tengah ke balok. Metode kedua yaitu metode Koefisien momen menggunakan PBI 1971, dalam menggunakan metode ini kita disajikan tabel koefisien momen lentur yang memungkinkan penentuan nilai momen momen berdasarkan masing masing arah dan kondisi tumpuan bagian tepinya yaitu bebas, terjepit penuh, dan terjepit elastis.

Seperti yang sudah kita ketahui bahwa PBI 1971 merupakan metode penghitungan yang sudah cukup lama digunakan. Sedangkan SNI terus mengembangkan peraturan-peraturan yang terbaru untuk menyesuaikan keadaan dilapangan,. Oleh karena itu, penelitian ini bermaksud untuk membandingkan hasil momen lentur dan kebutuhan tulangan pelat lantai berdasarkan Metode Desain Langsung dan Metode Koefisien Momen.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang sudah dipaparkan sebelumnya, dapat dirumuskan masalah sebagai berikut.

1. Bagaimana perbedaan momen lentur yang terjadi pada pelat berdasarkan Metode Desain Langsung dan Metode Koefisien Momen?
2. Bagaimana perbandingan hasil penulangan dari Metode Desain Langsung dan Metode Koefisien Momen?
3. Metode mana yang lebih efisien untuk diterapkan pada desain pelat lantai?

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian ini sebagai berikut.

1. Mengetahui perbedaan momen lentur yang terjadi pada pelat dari perhitungan berdasarkan Metode Desain Langsung dan Metode Koefisien Momen
2. Mengetahui perbandingan kebutuhan tulangan yang dihasilkan dengan perhitungan Metode Desain Langsung dan Metode Koefisien Momen
3. Mengetahui hasil yang lebih efisien dari perhitungan pelat lantai berdasar Metode Desain Langsung dan Metode Koefisien Momen.

1.4 Manfaat Penelitian

Dengan penelitian yang dilakukan diharapkan bisa berguna bagi praktisi sebagai acuan dalam perencanaan suatu bangunan, bagi dosen maupun mahasiswa dalam kebutuhan perkuliahan, maupun bagi orang awam untuk menambah wawasan. Selain itu untuk membuktikan perhitungan mana yang lebih efektif untuk diaplikasikan di lapangan nantinya.

1.5 Batasan Penelitian

Adapun beberapa batasan untuk mempermudah penelitian agar tidak menyimpang dari yang dibahas sebagai berikut.

1. Data pelat dua arah yang ditinjau merupakan bangunan existing dan hanya meninjau tiga tipe pelat. Bangunan existing tersebut adalah bangunan Novotel dan Hotel Ibis Kulon Progo Yogyakarta yang diperoleh saat melaksanakan Kerja Praktek Magang pada 23 September 2021.
2. Desain pelat metode pertama yang digunakan adalah menggunakan metode desain langsung.
3. Desain pelat metode kedua menggunakan metode koefisien momen.
4. Komparasi hanya menggunakan analisis perhitungan Metode Desain Langsung dan Metode Koefisien Momen.

5. Output penelitian hanya sebatas mengetahui perbedaan momen lentur dan kebutuhan tulangan pelat lantai dari kedua metode analisis di atas tanpa menghitung lendutan yang terjadi

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tinjauan Umum

Tinjauan pustaka merupakan ringkasan yang komprehensif dari penelitian yang terdahulu dan berkaitan dengan penelitian yang dilakukan saat ini. Tujuan dari tinjauan pustaka adalah untuk memberikan gambaran tentang perbedaan rencana penelitian dari penelitian yang terdahulu agar dapat diketahui perbedaan dan nantinya mampu memberi pembahasan dan kesimpulan yang berkesinambungan. Selain itu tinjauan tentang penelitian yang terdahulu mampu digunakan sebagai dasar acuan untuk melakukan penelitian agar penelitian yang dilakukan lebih terarah dan memiliki dasar dan mampu digunakan sebagai indikator dari kualitas penelitian.

Dalam bab ini akan dipaparkan secara singkat beberapa penelitian terdahulu yang memiliki keterkaitan dengan penelitian yang akan dilakukan yaitu tentang menganalisis pelat beton yang berdasar pada peraturan SNI maupun PBI untuk memberikan perbedaan dari penelitian yang dilakukan dengan penelitian yang terdahulu.

2.2 Penelitian Terdahulu

Berikut akan dicantumkan beberapa penelitian terdahulu yang dapat digunakan sebagai acuan dalam menulis penelitian ini. Penelitian terdahulu yang digunakan sebagai acuan dapat berupa jurnal maupun tugas akhir. Penelitian mengenai perbandingan analisis struktur Gedung baik menggunakan SNI 2847-2019, PBI 1971, ataupun menggunakan metode yang lain. Berikut beberapa penelitian terdahulu yang dapat dijadikan acuan dalam penulisan penelitian ini.

2.2.1 Analisis Struktur Masjid Agung Batu Hampar Tarusan Menggunakan SNI Beton Bertulang 2847:2019 dan SNI Gempa 1726:2019

Penelitian yang dilakukan oleh (Suleman & Masagala, 2018) bertujuan untuk menganalisis bangunan eksisting agar sesuai dengan perencanaan struktur yang berlaku pada saat itu. Hasil penelitian ini menjelaskan bahwa perubahan pemodelan Masjid Agung Batu Hampar Tarusan ini memenuhi persyaratan terhadap desain gempa SNI1726-2019 dimana daerah tersebut jika dilihat dari perilaku struktur yang meliputi perpindahan antar lantai, gaya geser dasar, dan simpangan antar lantai nya dan desain dari balok, kolom dan pelat setelah di desain ulang dengan SNI-2847-2019. Hasil desain balok setelah di desain ulang menggunakan SNI-03-2847-2019 terdapat perubahan tetapi untuk tulangan pelat lantai tetap sama menggunakan tulangan D13-150.

2.2.2 Tinjauan Ulang Perhitungan Penulangan Struktur Beton Bertulang pada Gedung Bank NTB Syariah Menggunakan Metode SNI 2847:2019

Penelitian yang dilakukan oleh (Husainy et al., 2023) didasarkan karena Sumbawa termasuk dalam zona gempa sedang, untuk itu dilakukan perhitungan ulang struktur gedung 2 lantai Bank NTB Syariah KCP Alas - Sumbawa dengan memperhitungkan parameter gaya gempa. Perhitungan Struktur Gedung 2 Lantai Bank NTB Syariah KCP Alas - Sumbawa ini bertujuan untuk menganalisa gaya geser dasar, output gaya dalam, dan penulangan struktur bangunan gedung. Setelah dilakukan desain penulangan secara manual didapat dimensi tulangan struktur utama gedung yaitu beberapa Plat terdapat beberapa tipe, yaitu tipe S1 $t=120$ mm (tulangan 2 lapis), plat type S2 $t=120$ mm (tulangan 1 lapis), plat type S3 $t=100$ mm (tulangan 2 lapis).

2.2.3 Perbandingan Analisis Struktur Atas Gedung 16 Lantai Berdasarkan SNI 2847-2019 dan SNI 1726-2019 dengan SNI 2847- 2013 dan SNI 1726-2012

Penelitian (Sumantri et al., 2022) bertujuan untuk mengetahui hasil desain struktur menggunakan SNI 2847-2019 dan SNI 1726-2019 dengan hasil perhitungan struktur bangunan dari SNI 2847-2013 dan 2847-2019. Subjek penelitian ini diatur dalam “Tata Cara Perhitungan Struktur Beton dan Bangunan Tahan Gempa”. Permasalahan yang akan dibahas dalam artikel ini adalah bagaimana hasil perhitungan struktur balok, kolom, pelat dan dinding geser bangunan gedung menggunakan peraturan gempa terbaru SNI 1726 (SNI 1726, 2019) dan beton bertulang terbaru SNI 2847 (SNI 2847, 2019) yang selanjutnya hasil perhitungan tersebut dibandingkan dengan hasil perhitungan struktur yang menggunakan peraturan sebelumnya yaitu SNI 1726 (SNI 1726, 2012) dan SNI 2847 (SNI 2847, 2013). Terdapat perbedaan nilai SDs dan SD1, antara peta gempa SNI 1726-2019 dan SNI 1726-2012, sehingga mengakibatkan nilai gaya geser pada gedung berbeda. Hasil dimensi akhir elemen struktur balok, kolom, pelat dan dinding geser sesuai dengan dimensi pada preliminary desain.

2.2.4 Tinjauan Momen Lentur Pelat Dua Arah dengan Metode Perencanaan Langsung dan Metode Elemen Hingga

Penelitian (Fahri & Purwanto, 2016) ini dilakukan untuk mempelajari momen lentur pelat dua arah dengan Metode Perencanaan Langsung dan juga Metode Elemen Hingga. Tata cara perhitungan menggunakan SNI 2847 2013 atau menggunakan metode elemen langsung membagi masalah yang kompleks menjadi bagian-bagian kecil. Sedangkan untuk perhitungan metode elemen hingga menggunakan *Microsoft excel* sebagai alat bantu hitung dan program SAP 2000 untuk pemodelan struktur.

Setelah melakukan analisis didapat hasil bahwa pada metode langsung maupun metode elemen hingga menunjukkan hasil yang mendekati. Dimana distribusi momen di tumpuan dan di lapangan pelat interior berbeda karena metode

perencanaan langsung menggunakan koefisien momen yang besar di tumpuan sedangkan metode elemen hingga menggunakan peralihan matriks kekakuan.

2.2.5 Evaluasi Perencanaan Pelat Lantai Pada Gedung Yayasan Pendidikan Saffiyatul Amaliyyah Jalan Kemuning Medan

Penelitian (Mayanti & Nurmaidah, 2021) bertujuan untuk mengevaluasi Gedung 6 lantai apakah sudah sesuai dengan standar peraturan yang berlaku yaitu SNI 2847-2013 dimana revisi dari SNI 2847-2002 tentang tata cara perencanaan struktur beton untuk bangunan gedung dan menggunakan Peraturan Beton Indonesia (PBI) 1971.

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 dasar 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. (Mayanti & Nurmaidah, 2021)

Dari hasil penelitian yang dilakukan didapat ketebalan pelat 120 mm dengan beban yang ditahan sebesar $9,04 \text{ kN}/\text{m}^2$ serta tebal selimut setebal 20 mm sesuai SNI 2847-2013. Akan tetapi perhitungan jarak tulangan pelat ini tidak sesuai dengan Peraturan Beton Indonesia 1971 dimungkinkan karena penghematan bahan yang telah dibuat oleh proyek.

2.3 Perbedaan Penelitian

Dari beberapa penelitian terdahulu adapun perbedaan dengan penelitian yang akan dilakukan, perbedaan tersebut dapat dilihat pada Tabel 2.1 berikut ini.

Tabel 2. 1 Perbedaan Penelitian Terdahulu

Aspek	Penelitian Terdahulu				
Jenis	Jurnal	Jurnal	Jurnal	Jurnal	Jurnal
Peneliti	(Fahri & Purwanto, 2016)	(Suleman & Masagala, 2018)	(Mayanti & Nurmaidah, 2021)	(Sumantri et al., 2022)	(Husainy et al., 2023)
Judul	Tinjauan Momen Lentur Pelat Dua Arah dengan Metode Perencanaan Langsung dan Metode Elemen Hingga	Analisis Struktur Masjid Agung Batu Hampar Tarusan Menggunakan SNI Beton Bertulang 2847:2019 dan SNI Gempa 1726:2019	Evaluasi Perencanaan Pelat Lantai Pada Gedung Yayasan Pendidikan Saffiyatul Amaliyyah Jalan Kemuning Medan	Perbandingan Analisis Struktur Atas Gedung 16 Lantai Berdasarkan SNI 2847-2019 dan SNI 1726-2019 dengan SNI 2847- 2013 dan SNI 1726-2012	Tinjauan Ulang Perhitungan Penulangan Struktur Beton Bertulang pada Gedung Bank NTB Syariah Menggunakan Metode SNI 2847:2019
Lokasi	Lampung	Padang	Medan	Surabaya	Sumbawa

Lanjutan Tabel 2. 1 Perbedaan Penelitian Terdahulu

Aspek	Penelitian Terdahulu				
Tujuan	untuk mempelajari momen lentur pelat dua arah dngan Metode Perencanaan Langsung dan juga Metode Elemen Hingga	bertujuan untuk menganalisis bangunan eksisting agar sesuai dengan perencanaan struktur yang berlaku pada saat itu.	Bertujuan untuk mengevaluasi Gedung 6 lantai dengan standar SNI 2847-2013 dimana revisi dari SNI 2847-2002 tentang tata cara perencanaan struktur beton untuk bangunan gedung dan menggunakan Peraturan Beton Indonesia (PBI) 1971.	bertujuan untuk mengetahui hasil desain struktur menggunakan SNI 2847-2019 dan SNI 1726-2019 dengan hasil perhitungan struktur bangunan dari SNI 2847-2013 dan 2847-2019	bertujuan untuk menganalisa gaya geser dasar, output gaya dalam, dan penulangan struktur bangunan gedung

Lanjutan Tabel 2. 1 Perbedaan Penelitian Terdahulu

Aspek	Penelitian Terdahulu				Penelitian sekarang
Metode	Menggunakan SNI 2847 2013, <i>Microsoft excel</i> , dan SAP2000	SNI Beton Bertulang 2847:2019 dan SNI Gempa 1726:2019	Menggunakan SNI 2847:2012, PBI 1971.	SNI 1726 (SNI 1726, 2019) dan SNI 2847 (SNI 2847, 2019) selanjutnya dibandingkan dengan SNI 1726 (SNI 1726, 2012) dan SNI 2847 (SNI 2847, 2013)	persyaratan dimensi minimum dengan berpedoman pada SNI 2847-2019. Penentuan beban hidup, beban mati dan beban angin mengacu pada SNI 1727-2013 sedangkan beban gempa SNI 1726-2019
Hasil	Setelah melakukan analisis didapat hasil bahwa pada metode langsung maupun	Hasil penelitian ini menjelaskan bahwa perubahan pemodelan Masjid Agung Batu	Dari hasil penelitian yang dilakukan didapat ketebalan pelat 120 mm dengan beban	Terdapat perbedaan nilai SDs dan SD1, antara peta gempa SNI 1726-2019 dan SNI	Setelah dilakukan desain penulangan secara manual didapat dimensi

Aspek	Penelitian Terdahulu			Penelitian sekarang
<p>metode elemen hingga menunjukkan hasil yang mendekati. Dimana distribusi momen di tumpuan dan di lapangan pelat interior berbeda karena metode perencanaan langsung menggunakan koefisien momen yang besar di tumpuan sedangkan metode elemen hingga menggunakan peralihan matriks kekakuan.</p>	<p>Hampar Tarusan ini memenuhi persyaratan terhadap desain gempa SNI1726-2019 Hasil desain balok setelah di desain ulang menggunakan SNI-03-2847-2019 terdapat perubahan tetapi untuk tulangan pelat lantai tetap sama menggunakan tulangan D13-150.</p>	<p>yang ditahan sebesar $9,04 \text{ kN}/\text{m}^2$ serta tebal selimut setebal 20 mm sesuai SNI 2847-2013. Akan tetapi perhitungan jarak tulangan pelat ini tidak sesuai dengan Peraturan Beton Indonesia 1971 dimungkinkan karena penghematan bahan yang telah dibuat oleh proyek.</p>	<p>1726-2012, sehingga mengakibatkan nilai gaya geser pada gedung berbeda. Hasil dimensi akhir elemen struktur balok, kolom, pelat dan dinding geser sesuai dengan dimensi pada preliminary desain.</p>	<p>tulangan struktur utama gedung yaitu beberapa Plat terdapat beberapa tipe, yaitu tipe S1 $t=120 \text{ mm}$ (tulangan 2 lapis), plat type S2 $t=120 \text{ mm}$ (tulangan 1 lapis), plat type S3 $t=100 \text{ mm}$ (tulangan 2 lapis).</p>

BAB III

LANDASAN TEORI

3.1 Pelat Lantai

Secara umum pelat lantai merupakan salah satu struktur utama suatu bangunan, dimana pelat lantai berfungsi sebagai struktur yang pertama kali menerima beban hidup yang terjadi. Beberapa contoh beban hidup yaitu seperti manusia yang beraktivitas, perabotan, partisi non permanen, dan lain-lain. Pelat lantai sendiri dibagi menjadi dua jenis berdasarkan perbandingan panjang dan lebarnya, yaitu pelat lantai satu arah dan pelat lantai dua arah.

Yang dimaksud dengan plat beton bertulang yaitu struktur tipis yang dibuat dari beton bertulang dengan bidang yang arahnya horizontal, dan beban yang bekerja tegak lurus pada bidang struktur tersebut Menurut Ali Asroni dalam buku Balok dan Plat Beton Bertulang (2010).

Pelat lantai yang berguna sebagai sekat antar lantai didukung oleh balok-balok yang bertumpu pada kolom bangunan (Mayanti & Nurmaidah, 2021). Pada umumnya proses pengecoran plat lantai dilakukan Bersama dengan balok dan juga kepala kolom.

3.2 Pembebanan

Menurut (A. R. Khitab et al, 2019) Pelat lantai adalah elemen struktural datar dengan bentuk bidang datar atau melengkung, yang bertindak sebagai atap atau lantai di dalam bangunan. Pelat lantai terdiri dari beton bertulang yang diperkuat dengan baja tulangan. Pelat lantai dapat digolongkan menjadi beberapa jenis berdasarkan bentuk dan metode penempatan tulangan, seperti pelat lantai datar, pelat lantai yang diikatkan pada balok, pelat lantai bertulang berbentuk wafel, dan pelat lantai post-tensioned. Setiap jenis pelat lantai memiliki kelebihan dan kekurangan yang berbeda-beda tergantung pada kebutuhan desain struktur.

Sedangkan pembebanan dapat juga diartikan sebagai pengaturan beban atau berat yang diizinkan atau direncanakan untuk dipikul oleh pelat lantai dalam suatu struktur. Beban yang diberikan pada pelat lantai dapat bervariasi tergantung pada

tujuan, fungsi, dan jenis struktur. Ada beberapa jenis beban yang harus dipertimbangkan saat memperhitungkan pembebanan pelat lantai, antara lain:

1. Beban hidup: Beban yang timbul dari kegiatan manusia atau aktivitas lain di atas pelat lantai, seperti beban dari orang yang berjalan, beban dari peralatan atau mesin, atau beban dari kendaraan yang melintas.
2. Beban mati: Beban yang disebabkan oleh berat sendiri dari pelat lantai dan elemen struktural lainnya, seperti kolom atau dinding.
3. Beban angin: Beban yang dihasilkan oleh tekanan atau tarikan angin pada bangunan.
4. Beban gempa: Beban yang disebabkan oleh gerakan seismik yang bisa terjadi pada bangunan.

3.2.1 Beban Mati

Beban mati adalah berat keseluruhan dari semua bagian konstruksi yang dibangun yang bersifat tetap. Adapun beberapa mesin pada suatu bangunan yang dipasang untuk kebutuhan kegunaan bangunan tersebut itu juga termasuk beban mati.

Jadi bisa dikatakan bahwa beban mati adalah keseluruhan berat bahan konstruksi suatu bangunan yang terpasang seperti tangga, plafon, atap, dinding/partisi, acian, plesteran, dan seluruh komponen arsitektural maupun alat layanan.

3.2.2 Beban Hidup

Beban hidup merupakan beban yang terjadi akibat adanya pengguna bangunan ataupun struktur lain yang tidak termasuk dalam konstruksi struktur utama pada bangunan, bias juga beban lingkungan sekitar seperti beban angin, beban hujan, beban gempa, beban banjir, dan lain-lain. Adapun acuan dalam penggunaan beban hidup menggunakan acuan pada SNI 1727-2020 pada Tabel 3.1 berikut.

Tabel 3. 1 Beban Hidup Terdistribusi Merata Terpusat Minimum

Hunian atau Penggunaan	Merata psf(kN/m²)	Terpusat lb (kN)
Apartemen (lihat rumah tinggal)		
Sistem lantai akses Ruang kantor Ruang komputer	50 (2,4) 100 (4,79)	2000(8,9) 2000(8,9)
Gudang persenjataan dan ruang latihan	150 (7,18)	
Ruang pertemuan Kursi tetap (terikat dilantai) Lobi	60 (2,87) 100 (4,79)	
Kursi dapat dipindahkan Panggung pertemuan Lantai podium	100 (4,79) 100 (4,79) 150 (7,18)	
Balkon dan dek	1,5 kali beban hidup untuk daerah yang dilayani. Tidak perlu melebihi 100 psf (4,79 kN/m ²)	
Jalur untuk akses pemeliharaan	40 (1,92)	300(1,33)
Koridor Lantai pertama Lantai lain	100 (4,79) sama seperti pelayanan hunian kecuali disebutkan lain	
Ruang makan dan restoran	100 (4,79) ^a	
Hunian (lihat rumah tinggal)		
Dudukan mesin elevator (pada daerah 2 in.× 2 in. [50 mm×50 mm])		300(1,33)

Sumber : SNI 1727:2020

Lanjutan Tabel 3.1 Beban Hidup Terdistribusi Merata Terpusat Minimum

Hunian atau Penggunaan	Merata psf(kN/m ²)	Terpusat lb (kN)
Konstruksi pelat lantai <i>finishing</i> ringan (pada area 1 in.× 1 in. [25 mm × 25 mm])		200(0,89)
Jalur penyelamatan terhadap kebakaran Hunian satu keluarga saja	100 (4,79) 40 (1,92)	
Tangga permanen	Lihat pasal 4.5.4 SNI 1727 - 2020	
Garasi/Parkir Mobil penumpang saja Truk dan bus	40 (1,92) ^{a,b,c}	Lihat Pasal 4.10.1
	Lihat Pasal 4.10.2	
Pegangan tangga dan pagar pengaman Batang Pegangan	Lihat pasal 4.5.1	Pasal 4.5.1
		Pasal 4.5.2
Helipad Dengan berat lepas landas ≤ 3000 lb Dengan berat lepas landas ≥ 3000 lb	40(1,92) 60 (2,87)	Lihat Pasal 4.11.2
Rumah sakit: Ruang operasi, laboratorium Ruang pasien Koridor diatas lantai pertama	60 (2,87) 40 (1,92) 80 (3,83)	1000(4,45) 1000(4,45) 1000(4,45)
Hotel (lihat rumah tinggal)		
Perpustakaan Ruang baca Ruang penyimpanan Koridor diatas lantai pertama	60 (2,87) 150 (7,18) 80 (3,83)	1000(4,45) 1000(4,45) 1000(4,45)
Pabrik Ringan Berat	125 (6,00) 250 (11,97)	2000(8,9) 3000(13,35)

Sumber : SNI 1727:2020

Lanjutan Tabel 3.1 Beban Hidup Terdistribusi Merata Terpusat Minimum

Hunian atau Penggunaan	Merata psf(kN/m ²)	Terpusat lb (kN)
Gedung perkantoran: Ruang arsip dan komputer harus dirancang untuk beban yang lebih berat berdasarkan pada perkiraan hunian Lobi dan koridor lantai pertama Kantor Koridor diatas lantai pertama	100 (4,79) 50 (2,40) 80 (3,83)	2000(8,9) 2000(8,9) 2000(8,9)
Lembaga hukum Blok sel Koridor	40 (1,92) 100 (4,79)	
Tempat rekreasi Tempat bowling, Kolam renang, dan penggunaan sejenis Ruang dansa dan ballroom Gimnasium	75 (3,59) 100 (4,79) 100 (4,79)	
Rumah tinggal Hunian (satu keluarga dan dua keluarga) Loteng yang tidak dapat didiami tanpa gudang Loteng yang tidak dapat didiami dengan gudang Loteng yang dapat didiami dan ruang tidur Semua ruang kecuali tangga dan balkon	10 (0,48) 20 (0,96) 30 (1,44) 40 (1,92)	
Semua hunian rumah tinggal lainnya Ruang pribadi dan koridor Ruang Publik Koridor Ruang Publik	40 (1,92) 100 (4,79) 100 (4,79)	

Sumber : SNI 1727:2020

Lanjutan Tabel 3.1 Beban Hidup Terdistribusi Merata Terpusat Minimum

Hunian atau Penggunaan	Merata psf(kN/m ²)	Terpusat lb (kN)
Atap Atap datar, berbung, dan lengkung Atap yang digunakan untuk hunian Atap untuk tempat berkumpul Atap vegetatif dan lansekap Atap bukan untuk hunian Atap untuk penggunaan lainnya Awning dan kanopi Konstruksi <i>fabric</i> yang didukung oleh struktur rangka kaku ringan Rangka tumpu layar penutup	20 (0,96) Sama dengan penggunaan yang dilayani 100 (4,70) 20(0,96) Sama dengan penggunaan yang dilayani 5(0,24) 5(0,24)	 200 (0,89)
Semua konstruksi lainnya Komponen struktur atap utama, yang terhubung langsung dengan pekerjaan lantai Titik panel tunggal dari batang bawah rangka atap atau setiap titik sepanjang komponen struktur utama yang mendukung atap di atas pabrik, gudang, dan perbaikan garasi Semua komponen struktur atap utama lainnya Semua permukaan atap dengan beban pekerja pemeliharaan	Berdasarkan area tributari dari atap yang didukung oleh komponen struktur rangka 20(0,96)	 2000(0,89) 300 (1,33) 300 (1,33)

Sumber : SNI 1727:2020

Lanjutan Tabel 3.1 Beban Hidup Terdistribusi Merata Terpusat Minimum

Hunian atau Penggunaan	Merata psf(kN/m ²)	Terpusat lb (kN)
Sekolah Ruang kelas Koridor di atas lantai pertama Koridor lantai pertama	40 (1,92) 80 (3,83) 100 (4,79)	1 000 (4,5) 1 000 (4,5) 1 000 (4,5)
<i>Scuttles</i> , rusuk untuk atap kaca dan langit-langit yang dapat diakses		200 (0,89)
Pinggir jalan untuk pejalan kaki, jalan lintas kendaraan, dan lahan/jalan untuk truk-truk	250 (11,97)	8000(35,6)
Tangga dan jalan keluar Rumah tinggal untuk satu dan dua keluarga saja	100 (4,79) 40 (1,92)	300(1,33) 300(1,33)
Gudang diatas langit-langit Gudang penyimpanan dan pekerja (harus dirancang untuk beban yang lebih berat jika diperlukan) Ringan Berat	20 (0,96) 125(6,00) ^a 250 (11,97)	
Toko Eceran Lantai pertama Lantai di atasnya Grosir, di semua lantai	 100 (4,79) 75 (3,59) 125 (6,00)	 1 000 (4,5) 1 000 (4,5) 1 000 (4,5)
Penghalang kendaraan		Lihat Pasal 4.5.3
Susunan jalan dan panggung yang ditinggikan (selain jalan keluar)	60 (2,87)	
Pekarangan dan teras, jalur pejalan kaki	100 (4,79)	

Sumber : SNI 1727:2020

3.3 Analisis Menggunakan Metode Desain Langsung

Dalam SNI 2847-2019 terdapat dua metode perhitungan, yaitu menggunakan Metode Desain Langsung dan Metode Rangka Ekivalen.

3.3.1 Metode Desain Langsung

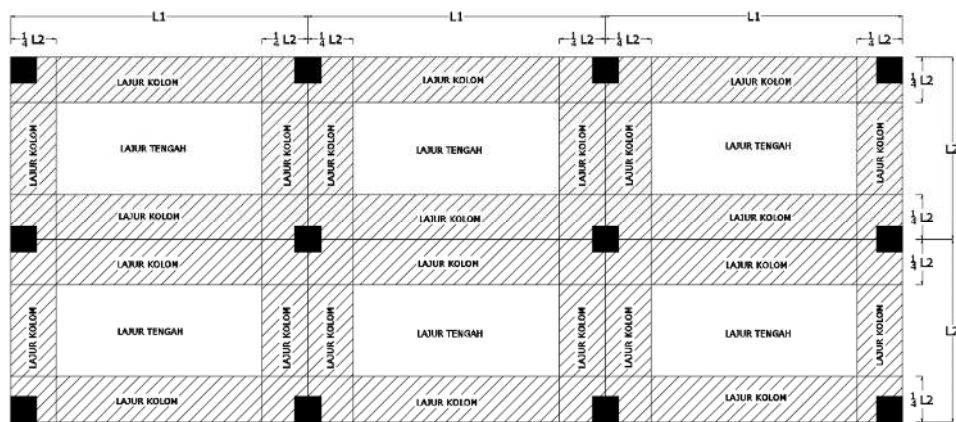
Dirumuskan dalam SNI 2847-2019 pasal 8.10, merupakan prosedur pendekatan untuk analisis dan desain pelat dua arah. Metode ini dibatasi untuk system pelat yang dibebani oleh beban terdistribusi merata, serta tertumpu oleh kolom-kolom dalam jarak yang sama atau hampir sama. Metode perencanaan langsung ini menggunakan sejumlah koefisien untuk menentukan besarnya momen rencana pada lokasi-lokasi kritis. Dalam memperhitungkan suatu pelat menggunakan metode desain langsung berdasarkan SNI 2847-2019 mempunyai beberapa Batasan yang harus ada agar dapat dihitung menggunakan metode desain langsung, sebagai berikut.

1. Metode ini dibatasi setidaknya mempunyai tiga bentang pelat di setiap arah .
2. Panel pelat harus berbentuk persegi dengan rasio bentang Panjang disbanding pendeknya tidak lebih dari 2.
3. Beban yang diperhitungkan hanya beban akibat beban gravitasi dan beban terdistribusi merata pada panel.
4. Beban hidup tak terfaktor tidak boleh melebihi dua kali beban mati tak terfaktor.

Untuk melakukan analisis dengan metode langsung digunakan beberapa tahapan, sebagai berikut.

1. Mencari Rasio Lajur Kolom dan Lajur Tengah

Sebelum menghitung lebih jauh menggunakan metode desain langsung, kita harus mengetahui istilah lajur kolom dan lajur tengah pada metode desain langsung. Lajur kolom merupakan lajur pada sisi sumbu kolom dengan kolom. Lebar lajur kolom itu sama dengan nilai terkecil antara 0,25 bentang panjang dan 0,25 bentang pendek. Sedangkan lajur tengah adalah lajur yang dibatasi dua lajur kolom yang bersebelahan, lebar lajur tengah adalah sisa dari lajur kolom. Dapat dilihat pada Gambar 3.1 dibawah ini,



Gambar 3. 1 Pembagian Lajur Kolom dan Lajur Tengah

2. Momen Statis Terfaktor Total (M_0)

Menurut SNI 2847-2019 pasal 8.10.3.1 dijelaskan bahwa bentang harus ditentukan pada suatu jalur yang dibatasi secara lateral oleh garis pusat panel pada setiap sisi garis pusat tumpuan. Dalam SNI dirumuskan sebagai berikut.

$$M_0 = \frac{q_u \cdot l_2 \cdot l_1^2 n}{8} \quad (3.1)$$

3. Koefisien Distribusi Untuk Bentang Ujung

Setelah menentukan apakah pelat yang kita pakai adalah tipe eksterior atau interior, jika interior maka disebutkan pada pasal 8.10.4.1 M_0 harus didistribusikan 0,65 M_0 momen negatif dan 0,35 M_0 ke momen positif. Jika eksterior maka kita

menentukan koefisien distribusi yang digunakan menggunakan tabel Koefisien Distribusi Bentang Ujung pasal 8.10.4.2 pada Gambar 2.2

	Tepi eksterior tak terkekang	Pelat dengan balok antara semua tumpuan	Pelat tanpa balok antara tumpuan interior		Tepi eksterior terkekang penuh
			Tanpa balok tepi	Dengan balok tepi	
Negatif interior	0,75	0,70	0,70	0,70	0,65
Positif	0,63	0,57	0,52	0,50	0,35
Negatif eksterior	0	0,16	0,26	0,30	0,65

Gambar 3. 2 Tabel Koefisien Distribusi Bentang

4. Momen Terfaktor lajur Kolom dan Lajur Tengah

Setelah mengetahui distribusi momen yang terjadi, maka selanjutnya kita harus mengetahui berapa momen positif dan momen negatif yang terjadi pada lajur kolom menggunakan tabel dalam pasal 8.10.5.1 dan pasal 8.10.5.5

a_1l_2/l_1	l_2/l_1		
	0,5	1,0	2,0
0	0,75	0,75	0,75
$\geq 1,0$	0,90	0,75	0,45

Catatan: Interpolasi linier harus dilakukan antara nilai-nilai yang ditunjukkan

Gambar 3. 3 Momen Negatif Lajur Kolom

a_1l_2/l_1	l_2/l_1		
	0,5	1,0	2,0
0	0,60	0,60	0,60
$\geq 1,0$	0,90	0,75	0,45

Catatan: Interpolasi linier harus dilakukan antara nilai-nilai yang ditunjukkan.

Gambar 3. 4 Momen Positif Lajur Kolom

5. Panjang penyaluran minimum Tulangan Pelat Dua Arah

Setelah mengetahui besaran momen yang terjadi pada pelat lantai, selanjutnya mulai pada bagian penulangan. Berikut ada beberapa ketentuan Panjang penyaluran minimum yang digunakan dapat dilihat pada pasal 8.7.4.2.

6. Luasan Minimum Tulangan

Untuk luasan minimum dapat dilihat pada SNI 2847-2019 pasal 8.6.1.1, dimana terdapat sedikit perubahan dibandingkan dengan SNI 2847-2013 dimana pada SNI 2013 dibagi menjadi 3 klasifikasi. Sedangkan pada SNI 2019 dibagi menjadi 2 klasifikasi sebagai berikut.

Jenis Tulangan	f_t , MPa	$A_{s,min}$, mm ²	
Batang ulir	< 420	0,0020 A_g	
Batang ulir atau kawat las	≥ 420	Terbesar dari:	$\frac{0,0018 \times 420}{f_y} A_g$
			0,0014 A_g

Gambar 3. 5 Rumus Luasan Minimum Yang Digunakan

3.3.2 Metode Rangka Ekuivalen

Pada analisis menggunakan Metode Rangka Ekuivalen Berdasar SNI 2847-2019 yaitu pada metode ini kita mengasumsikan bahwa struktur bangunan yang dianalisis sebagai sebuah rangka portal yang saling terhubung. Perlu diingat bahwa metode ini hanya cocok untuk beberapa jenis struktur bangunan tertentu sehingga perlu diperhatikan ketentuan yang ada pada SNI 2847-2019.

Dalam analisis menggunakan Metode Rangka Ekuivalen digunakan beberapa asumsi, sebagai berikut.

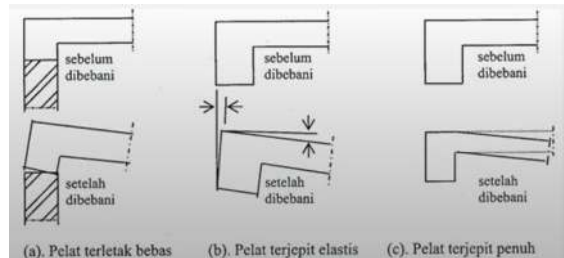
1. Sambungan struktur rangka dianggap sempurna
2. Beban-beban disalurkan pada anggota struktur yang terhubung
3. Struktur dianggap kaku.

3.4 Analisis Menggunakan Metode Koefisien Momen

Analisis menggunakan metode PBI 1971 merupakan metode yang sudah cukup lama, akan tetapi karena kemudahannya dalam perhitungan manual maka metode ini masih sering digunakan dalam praktek dilapangan saat ini. Adapun beberapa hal yang perlu diketahui sebelum menghitung menggunakan metode PBI 1971 sebagai berikut.

3.4.1 Kondisi Perletakan Pelat

Besarnya momen lentur yang akan kita hitung nantinya sangatlah bergantung pada perletakan pelat itu sendiri. Pada PBI 1971 mengklasifikasikannya menjadi 3, yaitu.



Gambar 3. 6 Perletakan Pelat

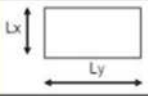








1. Terletak Bebas
Kondisi dimana pelat diletakkan begitu saja di atas balok dan pelat dengan balok bukan merupakan satu kesatuan monolit.
2. Terjepit Elastis
Dimana penampang pelat di atas tumpuan dapat berotasi akibat pembebanan pada pelat, kondisi ini terjadi saat pelat dicor bersamaan dengan balok pemikul yang relatif tidak terlalu kaku.
3. Terjepit Penuh
Dimana penampang pelat di atas tumpuan tidak dapat berotasi akibat pembebanan pada pelat. Kondisi ini terjadi saat pelat dicor bersamaan dengan balok pemikul yang relatif sangat kaku dan penampang pelat di atas tumpuan merupakan bidang simetri terhadap pembebanan.



3.4.2 Tabel Koefisien Momen PBI 1971

Kondisi Pelat	Nilai Momen Pelat	Perbandingan Ly/Lx																
		1.0	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	2.0	2.1	2.2	2.3	2.4	2.5	> 2.5
	$M_{tx} = -0.001 \cdot q \cdot Lx^2 \cdot x$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	$M_{tx} = 0.001 \cdot q \cdot Lx^2 \cdot x$	44	52	59	66	73	78	84	88	93	97	100	103	106	108	110	112	125
	$M_{ly} = 0.001 \cdot q \cdot Lx^2 \cdot x$	44	45	45	44	44	43	41	40	39	38	37	36	35	34	32	32	25
	$M_{ty} = -0.001 \cdot q \cdot Lx^2 \cdot x$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	$M_{tx} = -0.001 \cdot q \cdot Lx^2 \cdot x$	36	42	46	50	53	56	58	59	60	61	62	62	63	63	63	63	63
	$M_{tx} = 0.001 \cdot q \cdot Lx^2 \cdot x$	36	42	46	50	53	56	58	59	60	61	62	62	62	63	63	63	63
	$M_{ly} = 0.001 \cdot q \cdot Lx^2 \cdot x$	36	37	38	38	38	37	36	36	35	35	35	34	34	34	34	34	13
	$M_{ty} = -0.001 \cdot q \cdot Lx^2 \cdot x$	36	37	38	38	38	37	36	36	35	35	35	34	34	34	34	34	38
	$M_{tx} = -0.001 \cdot q \cdot Lx^2 \cdot x$	48	55	61	67	71	76	79	82	84	86	88	89	90	91	92	92	94
	$M_{tx} = 0.001 \cdot q \cdot Lx^2 \cdot x$	48	55	61	67	71	76	79	82	84	86	88	89	90	91	92	92	94
	$M_{ly} = 0.001 \cdot q \cdot Lx^2 \cdot x$	48	50	51	51	51	51	51	50	50	49	49	49	48	48	47	47	19
	$M_{ty} = -0.001 \cdot q \cdot Lx^2 \cdot x$	48	50	51	51	51	51	51	50	50	49	49	49	48	48	47	47	56
	$M_{tx} = -0.001 \cdot q \cdot Lx^2 \cdot x$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	$M_{tx} = 0.001 \cdot q \cdot Lx^2 \cdot x$	22	28	34	41	48	55	62	68	74	80	85	89	93	97	100	103	125
	$M_{ly} = 0.001 \cdot q \cdot Lx^2 \cdot x$	51	57	62	67	70	73	75	77	78	79	79	79	79	79	79	79	25
	$M_{ty} = -0.001 \cdot q \cdot Lx^2 \cdot x$	51	57	62	67	70	73	75	77	78	79	79	79	79	79	79	79	75
	$M_{tx} = -0.001 \cdot q \cdot Lx^2 \cdot x$	51	54	57	59	60	61	62	62	63	63	63	63	63	63	63	63	63
	$M_{tx} = 0.001 \cdot q \cdot Lx^2 \cdot x$	51	54	57	59	60	61	62	62	63	63	63	63	63	63	63	63	63
	$M_{ly} = 0.001 \cdot q \cdot Lx^2 \cdot x$	22	20	18	17	15	14	13	12	11	10	10	10	9	9	9	9	13
	$M_{ty} = -0.001 \cdot q \cdot Lx^2 \cdot x$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	$M_{tx} = -0.001 \cdot q \cdot Lx^2 \cdot x$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	$M_{tx} = 0.001 \cdot q \cdot Lx^2 \cdot x$	31	38	45	53	59	66	72	78	83	88	92	96	99	102	105	108	125
	$M_{ly} = 0.001 \cdot q \cdot Lx^2 \cdot x$	60	65	69	73	75	77	78	79	79	80	80	80	79	79	79	79	25
	$M_{ty} = -0.001 \cdot q \cdot Lx^2 \cdot x$	60	65	69	73	75	77	78	79	79	80	80	80	79	79	79	79	75
	$M_{tx} = -0.001 \cdot q \cdot Lx^2 \cdot x$	60	66	71	76	79	82	85	87	88	89	90	91	91	92	92	93	94
	$M_{tx} = 0.001 \cdot q \cdot Lx^2 \cdot x$	60	66	71	76	79	82	85	87	88	89	90	91	91	92	92	93	94
	$M_{ly} = 0.001 \cdot q \cdot Lx^2 \cdot x$	31	30	28	27	25	24	22	21	20	19	18	17	17	16	16	15	12
	$M_{ty} = -0.001 \cdot q \cdot Lx^2 \cdot x$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	$M_{tx} = -0.001 \cdot q \cdot Lx^2 \cdot x$	38	46	53	59	65	69	73	77	80	83	85	86	87	88	89	90	54
	$M_{tx} = 0.001 \cdot q \cdot Lx^2 \cdot x$	38	46	53	59	65	69	73	77	80	83	85	86	87	88	89	90	54
	$M_{ly} = 0.001 \cdot q \cdot Lx^2 \cdot x$	43	46	48	50	51	51	51	51	50	50	50	49	49	48	48	48	19
	$M_{ty} = -0.001 \cdot q \cdot Lx^2 \cdot x$	43	46	48	50	51	51	51	51	50	50	50	49	49	48	48	48	56
	$M_{tx} = -0.001 \cdot q \cdot Lx^2 \cdot x$	13	48	51	55	57	58	60	61	62	62	62	63	63	63	63	63	63
	$M_{tx} = 0.001 \cdot q \cdot Lx^2 \cdot x$	13	48	51	55	57	58	60	61	62	62	62	63	63	63	63	63	63
	$M_{ly} = 0.001 \cdot q \cdot Lx^2 \cdot x$	38	39	38	38	37	36	36	35	35	34	34	34	33	33	33	33	13
	$M_{ty} = -0.001 \cdot q \cdot Lx^2 \cdot x$	38	39	38	38	37	36	36	35	35	34	34	34	33	33	33	33	38

Catatan:
 = Terletak bebas
 = Menerus atau terjepit elastis

Gambar 3. 7 Tabel Koefisien Momen PBI 1971 Akibat Beban Merata Kondisi Tumpuan Bebas dan Menerus

Kondisi Pelat	Nilai Momen Pelat	Perbandingan Ly/Lx																
		1.0	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	2.0	2.1	2.2	2.3	2.4	2.5	> 2.5
	$M_{tx} = -0.001 \cdot q \cdot Lx^2 \cdot x$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	$M_{tx} = 0.001 \cdot q \cdot Lx^2 \cdot x$	44	52	59	66	73	78	84	88	93	97	100	103	106	108	110	112	125
	$M_{ly} = 0.001 \cdot q \cdot Lx^2 \cdot x$	44	45	45	44	44	43	41	40	39	38	37	36	35	34	32	32	25
	$M_{ty} = -0.001 \cdot q \cdot Lx^2 \cdot x$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	$M_{tx} = -0.001 \cdot q \cdot Lx^2 \cdot x$	52	59	64	69	73	76	79	81	82	83	83	83	83	83	83	83	83
	$M_{tx} = 0.001 \cdot q \cdot Lx^2 \cdot x$	21	25	28	31	34	36	37	38	40	40	41	41	41	42	42	42	42
	$M_{ly} = 0.001 \cdot q \cdot Lx^2 \cdot x$	21	21	20	19	18	17	16	14	13	12	12	11	11	11	10	10	8
	$M_{ty} = -0.001 \cdot q \cdot Lx^2 \cdot x$	52	54	56	57	57	57	57	57	57	57	57	57	57	57	57	57	57
	$M_{tx} = -0.001 \cdot q \cdot Lx^2 \cdot x$	68	77	85	92	98	103	107	111	113	116	118	119	120	121	122	122	125
	$M_{tx} = 0.001 \cdot q \cdot Lx^2 \cdot x$	28	33	38	42	45	48	51	53	55	57	58	59	59	60	61	61	63
	$M_{ly} = 0.001 \cdot q \cdot Lx^2 \cdot x$	28	28	28	27	26	25	23	23	22	21	19	18	17	17	16	16	43
	$M_{ty} = -0.001 \cdot q \cdot Lx^2 \cdot x$	68	72	74	76	77	77	78	78	78	78	79	79	79	79	79	79	79
	$M_{tx} = -0.001 \cdot q \cdot Lx^2 \cdot x$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	$M_{tx} = 0.001 \cdot q \cdot Lx^2 \cdot x$	22	28	34	42	49	55	62	68	74	80	85	89	93	97	100	103	125
	$M_{ly} = 0.001 \cdot q \cdot Lx^2 \cdot x$	32	35	37	39	40	41	41	41	41	40	39	38	37	36	35	35	25
	$M_{ty} = -0.001 \cdot q \cdot Lx^2 \cdot x$	70	79	87	94	100	105	109	112	115	117	119	120	121	122	123	123	125
	$M_{tx} = -0.001 \cdot q \cdot Lx^2 \cdot x$	70	74	77	79	81	82	83	84	84	84	84	84	83	83	83	83	83
	$M_{tx} = 0.001 \cdot q \cdot Lx^2 \cdot x$	32	34	36	38	39	40	41	41	42	42	42	42	42	42	42	42	42
	$M_{ly} = 0.001 \cdot q \cdot Lx^2 \cdot x$	22	20	18	17	15	14	13	12	11	10	10	10	9	9	9	9	8
	$M_{ty} = -0.001 \cdot q \cdot Lx^2 \cdot x$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	$M_{tx} = -0.001 \cdot q \cdot Lx^2 \cdot x$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	$M_{tx} = 0.001 \cdot q \cdot Lx^2 \cdot x$	31	38	45	53	60	66	72	78	83	88	92	96	99	102	105	108	125
	$M_{ly} = 0.001 \cdot q \cdot Lx^2 \cdot x$	37	39	41	41	42	42	41	41	40	39	38	37	36	35	34	33	25
	$M_{ty} = -0.001 \cdot q \cdot Lx^2 \cdot x$	84	92	99	104	109	112	115	117	119	121	122	122	123	123	124	124	125
	$M_{tx} = -0.001 \cdot q \cdot Lx^2 \cdot x$	84	92	98	103	108	111	114	117	119	120	121	122	122	123	123	124	125
	$M_{tx} = 0.001 \cdot q \cdot Lx^2 \cdot x$	37	41	45	48	51	53	55	56	56	59	60	60	60	61	61	62	63
	$M_{ly} = 0.001 \cdot q \cdot Lx^2 \cdot x$	31	30	28	27	25	24	22	21	20	19	18	17	17	16	16	15	13
	$M_{ty} = -0.001 \cdot q \cdot Lx^2 \cdot x$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	$M_{tx} = -0.001 \cdot q \cdot Lx^2 \cdot x$	55	65	74	82	89	94	99	103	106	110	114	116	117	118	119	120	125
	$M_{tx} = 0.001 \cdot q \cdot Lx^2 \cdot x$	21	26	31	36	40	43	46	49	51	53	55	56	57	58	59	60	63
	$M_{ly} = 0.001 \cdot q \cdot Lx^2 \cdot x$	26	27	28	28	27	26	25	23	22	21	21	20	20	19	19	18	13
	$M_{ty} = -0.001 \cdot q \cdot Lx^2 \cdot x$	60	65	69	72	74	76	77	78	78	78	78	78	78	78	78	78	79
	$M_{tx} = -0.001 \cdot q \cdot Lx^2 \cdot x$	60	66	71	74	77	79	80	82	83	83	83	83	83	83	83	83	83
	$M_{tx} = 0.001 \cdot q \cdot Lx^2 \cdot x$	26	29	32	35	36	38	39	40	40	41	41	42	42	42	42	42	42
	$M_{ly} = 0.001 \cdot q \cdot Lx^2 \cdot x$	21	20	19	18	17	15	14	13	12	12	11	11	10	10	10	10	8
	$M_{ty} = -0.001 \cdot q \cdot Lx^2 \cdot x$	55	57	57	57	58	57	57	57	57	57	57	57	57	57	57	57	57

Catatan:
 = Terletak bebas
 = Terjepit penuh

Gambar 3. 8 Tabel Koefisien Momen PBI 1971 Akibat Beban Merata Kondisi Tumpuan Bebas dan Terjepit Penuh

Adapun proses perhitungan pelat lantai menggunakan metode PBI 1971, sebagai berikut.

3.4.3 Melakukan Estimasi Awal

Estimasi awal yang dilakukan adalah mengestimasi diameter tulangan, tebal selimut beton, dan ketebalan pelat lantai yang digunakan dimana bertujuan untuk mengetahui apakah memenuhi syarat lendutan atau tidak. Jika belum memenuhi maka harus menggunakan ketebalan diatas estimasi awal. Selain itu harus menghitung rasio pelat lantai antara bentang Panjang dibagi dengan bentang pendeknya.

3.4.4 Pembebanan

Pembebanan yang dimaksud adalah beban yang bekerja pada struktur pelat lantai yang akan diperhitungkan. Beban yang akan diperhitungkan meliputi beban hidup maupun beban mati, dimana beban mati adalah berat sendiri pelat lantai yang kita rancang serta berat plafon dan MEP dan beban hidup adalah beban yang terjadi di atas pelat lantai yang akan kita rancang.

Untuk mendapatkan beban mati menggunakan perkalian antara berat jenis beton dengan ketebalan pelat rencana. Adapun beban seperti beban finishing, plafond, dan MEP yang nantinya dijumlahkan agar mendapat beban mati total yang bekerja pada pelat lantai.

Setelah menghitung beban hidup dan beban mati, selanjutnya menghitung beban rencana terfaktor dimana menggunakan rumus sebagai berikut

$$Q_u = 1,2 \times Q_D + 1,6 \times Q_L \quad (3.2)$$

3.4.5 Momen Pelat Akibat Beban Terfaktor

Setelah mendapatkan nilai momen ultimate, selanjutnya nilai momen ultimate dimasukan kedalam rumus momen yang bekerja pada pelat lantai.

$$M_i = 0,001 \times C_i \times Q_u \times l_x^2 \quad (3.3)$$

Catatan:

- M = Momen tumpuan maupun lapangan
- C = Koefisien momen
- Qu = Beban ultimate yang bekerja pada pelat
- lx = Panjang bentang pendek

i = Adalah arah bentang

Jika sudah didapat momen yang bekerja pada tiap bentang maka diambil momen terbesar yang bekerja untuk diaplikasikan.

3.5 Penulangan Pelat Lantai

Sebelum menghitung kebutuhan tulangan pelat lantai, harus diketahui nilai kekuatan beton yang akan dirancang dan peninjauan yang dilakukan pada penelitian ini tiap bentang 1m, pada prinsipnya penulangan dibagi dalam momen positif dan momen negatif dengan cara menghitung yang sama, berikut langkah dalam menganalisis kebutuhan tulangan.

1. Mencari nilai M_n

$$M_n = \frac{M_u}{\phi} \quad (3.4)$$

Dimana :

Nilai ϕ adalah 0,9 sesuai dengan SNI

2. Menentukan tinggi efektif (d)

$$d_s = P_b + \frac{1}{2} D \quad (3.5)$$

$$d = h - d_s \quad (3.6)$$

Dimana :

P_b = Tebal selimut beton

h = Tebal Pelat

3. Mencari nilai a (tinggi daerah tekan)

Untuk mencari nilai a digunakan persamaan

$$M_n = (0,85 \times f'_c \times a \times b) (d - a/2) \quad (3.7)$$

$$a = 0,85 \times f'_c \times a^2 \times b$$

$$b = -1,7 \times f'_c \times b \times d$$

$$c = 2 M_n$$

Dari Persamaan diatas kita gunakan rumus ABC untuk mendapatkan nilai a .

Dengan rumus ABC sebagai berikut.

$$a_{1,2} = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a} \quad (3.8)$$

Diambil nilai a terkecil untuk digunakan pada perhitungan selanjutnya.

4. Menghitung luas tulangan perlu (A_s)

Setelah diketahui nilai a, maka kita dapat menghitung nilai A_s dengan cara.

Mencari A_s dengan persamaan $T_s = C_c$

$$A_s \text{ tulangan pokok} = 0,85 \times f'_c \times a \times \frac{b}{f_y} \quad (3.9)$$

$$A_s \text{ balance} = 0,85 \times \beta \times \frac{f'_c}{f_y} \times \frac{600}{(600 + f_y)} \times (b \times d) \quad (3.10)$$

$$A_s \text{ maks} = 0,75 \times A_{sb} \quad (3.11)$$

$$A_s \text{ min 1} = 0,002 A_g \quad (3.12)$$

A_s pakai diambil nilai maksimal antara A_s Tulangan yang dibutuhkan dengan A_s min tulangan.

$$A_s \text{ tulangan} = 0,25 \times \pi \times d^2 \quad (3.13)$$

Dimana :

d = Diameter tulangan pokok

$$S \text{ (Jarak Antar Tulangan)} = \frac{A_s \text{ tul} \times b}{A_s \text{ pakai}} \quad (3.14)$$

S Terpasang adalah pembulatan ke bawah dari nilai S.

Kontrol tulangan pokok :

$$\text{Luas tulangan yang terpasang} = \frac{b}{s \text{ digunakan}} \times A_s \text{ tulangan} \quad (3.15)$$

Kontrol jarak antar tulangan, $s \leq 2d$

Kontrol jarak antar tulangan, $s \leq 450 \text{ mm}$

$$a \text{ terpasang} = \frac{As x fy}{0,85 x f'c x 1000} \quad (3.16)$$

$$c \text{ terpasang} = \frac{a}{\beta} \quad (3.17)$$

$$\epsilon_y = \left(\frac{\epsilon_{cu} x d}{c} \right) - \epsilon_{cu} \quad (3.18)$$

Jika $\epsilon_y < \epsilon_y$ maka asumsi benar tulangan sudah leleh

$$\epsilon_t = \left(\frac{\epsilon_{cu} x d}{c} \right) - \epsilon_{cu} \quad (3.19)$$

Jika $\epsilon_t < 0.005$ asumsi benar tulangan terkendali Tarik.

3.6 Perbedaan Analisis Menggunakan Metode Desain Langsung dan Metode Koefisien Momen

Dari penjabaran di atas kita dapat mengamati terdapat perbedaan dalam menganalisis menggunakan Metode Koefisien Momen dengan Metode Desain Langsung dalam menganalisis kebutuhan penulangan pelat yang dibutuhkan dalam suatu struktur bangunan. Perbedaan utama dalam menganalisis berdasarkan Metode Desain Langsung dengan Metode Koefisien Momen dilihat dalam beberapa aspek sebagai berikut.

1. Acuan Standar

SNI didasarkan pada penelitian dan mengikuti perkembangan teknologi beton yang baru, sedangkan PBI 1971 didasarkan kepada praktik-praktik perancangan pada masa itu, dikarenakan peraturan ini digunakan sebelum adanya peraturan SNI.

2. Pendekatan Perancangan

PBI 1971 perhitungan perancangan dianggap tetap sepanjang waktu atau menggunakan pendekatan beban konstan. Sedangkan SNI melakukan pendekatan dimana beban hidup yang mempertimbangkan macam-macam beban yang diterapkan selama penggunaan pada pelat lantai.

3. Beban Hidup

Pada PBI 1971 tidak diberikan kejelasan mengenai perhitungan untuk menganalisis beban hidup yang harus dirancang pada sebuah bangunan.

Sedangkan SNI memberikan nilai beban hidup yang lebih terperinci berdasarkan fungsi ruang.

4. Ketebalan Pelat

Pada PBI 1971 untuk menghitung ketebalan pelat disediakan rumus sederhana berdasarkan beban dan luas bentang. Sedangkan pada SNI dipertimbangkan beberapa faktor seperti Batasan minimum dan maksimum pelat, beban hidup, dan pengaruh deformasi.

BAB IV

METODE PENELITIAN

4.1 Objek dan Subjek Penelitian

Objek dari penelitian ini adalah Proyek Pembangunan Novotel dan Hotel Ibis Kulon Progo Yogyakarta, sedangkan subjek dari penelitian ini adalah perhitungan analisis pelat lantai dan juga perbandingan analisis dengan SNI 2847-2019 dan PBI 1971.

4.2 Metode Pengambilan Data

Metode pengambilan merupakan suatu proses untuk mendapatkan informasi yang dibutuhkan untuk menjadi acuan dalam penelitian. Informasi seperti data spesifikasi pelat lantai yang digunakan baik dari dimensi pelat maupun dari penulangan pelat lantai. Data-data tersebut didapatkan waktu melaksanakan magang di lokasi proyek.

4.3 Tahapan Penelitian

Tahapan – tahap yang dilakukan pada penelitian ini adalah sebagai berikut.

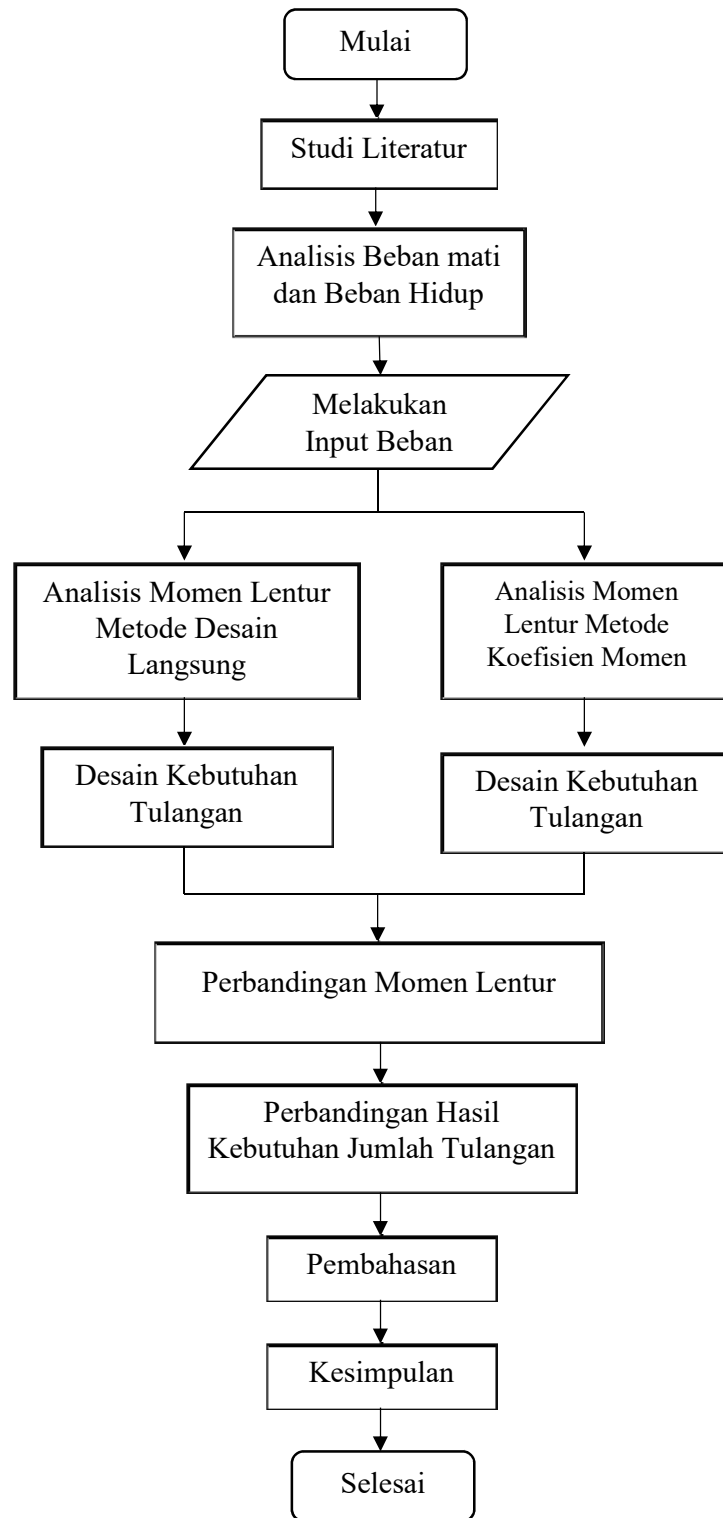
1. Studi Literatur

Pada penelitian kali ini studi literatur digunakan untuk acuan dan juga pertimbangan penulisan yang berupa jurnal terdahulu dalam renang waktu 10 tahun kebelakang yang bertujuan untuk mendapatkan data dan aturan yang benar untuk mendukung penelitian yang dilakukan.

2. Menganalisis pembebanan. Pembebanan ini terdiri dari beban mati maupun beban hidup yang terjadi pada pelat lantai yang sesuai dengan pedoman yang digunakan yaitu Metode Desain Langsung dan juga Metode Koefisien Momen.

3. Menganalisis momen lentur pelat kemudian digunakan untuk perhitungan penulangan pelat dari kedua metode yang digunakan yaitu Metode Desain Langsung dan juga Metode Koefisien Momen.

4. Melakukan perbandingan hasil perhitungan.
Dilakukan perbandingan hasil momen lentur dan penulangan pelat dari kedua metode tersebut.
5. Membuat pembahasan dari perbandingan kedua metode analisis.
6. Membuat kesimpulan dan saran penelitian yang dilakukan.
Dilakukan penarikan kesimpulan dan saran untuk memberi masukan pada penelitian ini agar nantinya penelitian berikutnya dapat lebih baik dari penelitian yang dilakukan sekarang.



Gambar 4. 1 *Flowchart* Penelitian

BAB V ANALISIS DAN PEMBAHASAN

5.1 Data Analisis

Perhitungan analisis yang dilakukan pada penelitian ini menggunakan sebagian tipe pelat yang digunakan pada proyek pembangunan Novotel dan Hotel Ibis Kulon Progo Yogyakarta. Berikut tabel daftar data pelat yang digunakan pada penelitian ini.

Tabel 5. 1 Data Pelat

Nama Pelat	Panjang m	Lebar M	Ly/lx	Tipe	Tebal m
Pelat S3B	3,5	3,5	1	Pelat 2 arah	0,15
Pelat S3	5,7	3,5	1,6	Pelat 2 arah	0,15
Pelat S1A	4	3,5	1,1	Pelat 2 arah	0,15

5.2 Pembebanan Struktur

Dalam perhitungan struktur suatu bangunan terbagi menjadi 2 macam pembebanan, yaitu beban mati dan beban hidup.

5.2.1 Beban Mati

Beban mati adalah beban yang tidak bertambah maupun berkurang selama Gedung itu berdiri. Dalam bangunan ini yang termasuk beban mati adalah elemen struktur dan juga semua yang bersifat melekat pada struktur Gedung. Perhitungan beban mati yang terjadi dijelaskan sebagai berikut.

1. Berat Beton Pelat Lantai

Seperti yang sudah kita ketahui berat volume beton adalah 2400 kg/m^3 . Maka untuk Pelat S3B dengan ketebalan pelat 15 cm, didapatkan perhitungan sebagai berikut.

$$\begin{aligned}\text{Berat Pelat Lantai} &= \text{Berat Volume} \times \text{Tebal pelat} \\ &= 2400 \text{ kg/m}^3 \times 0,15 \text{ m} \\ &= 360 \text{ kg/m}^2\end{aligned}$$

Karena nanti dalam perhitungan menggunakan satuan kN maka,

$$\begin{aligned}\text{Berat Pelat lantai} &= 360 \text{ kg/m}^2 \times 0,00981 \\ &= 3,5316 \text{ kN/m}^2\end{aligned}$$

Didapatkan beban mati pelat adalah 3,5316 kN/m². Untuk perhitungan pelat yang lain menggunakan perhitungan yang serupa, dapat dilihat pada Tabel berikut ini.

Tabel 5. 2 Beban Beton Pelat Lantai

No	Kode	H pakai	Berat Volume	Berat Plat Lantai	
		mm	kg/m ³	kg/m ²	kN/m ²
1	Pelat S3B	150	2400	360	3,5316
2	Pelat S3	150	2400	360	3,5316
3	Pelat S1A	150	2400	360	3,5316

2. Beban Mati Tambahan (ADL)

Beban mati tambahan yang terjadi pada pelat S3B sebagai berikut.

$$\begin{aligned}\text{Pelat lantai} &= 0,15 \text{ m} \times 24 \text{ kN /m}^3 \times 0,00981 \\ &= 3,5316 \text{ kN/m}^2\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Kramik} &= 63 \text{ kg/m}^2 \times 0,00981 \\ &= 0,618 \text{ kN/m}^2\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Lapis Spesi} &= 63 \text{ kg/m}^2/\text{cm tebal} \times 0,00981 \\ &= 0,618 \text{ kN/m}^2\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Lapis Pasir} &= 80 \text{ kg/m}^2/\text{cm tebal} \times 0,00981 \\ &= 0,7848 \text{ kN/m}^2\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Rangka plafond} &= 5 \text{ kg/m}^2 \times 0,00981 \\ &= 0,04905 \text{ kN/m}^2\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Plafond} &= 9 \text{ kg/m}^2 \times 0,00981 \\ &= 0,08829 \text{ kN/m}^2\end{aligned}$$

$$\text{Mekanikal Elektrikal} = 30 \text{ kg/m}^2 \times 0,00981$$

$$\begin{aligned}
 &= 0,2943 \text{ kN/m}^2 \\
 \text{Partisi} &= 100 \text{ kg/m}^2 \times 0,00981 \\
 &= 0,981 \text{ kN/m}^2 \\
 \text{Total ADL} &= 0,618+0,785+0,049+0,088+0,294+0,918 \\
 &= 2,98224 \text{ kN/m}^2
 \end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan beban mati tambahan diatas, maka didapatkan nilai untuk beban mati tambahan sebesar 2,98224 kN/m².

Dengan cara yang sama, berikut tabel rekapitulasi untuk besar beban mati tambahan yang terjadi pada pelat yang lain sebagai berikut.

Tabel 5. 3 Beban Mati Tambahan

Nama Pelat	Beban Mati Tambahan
	kN/m ²
Pelat S3B	2,98
Pelat S3	2,98
Pelat S1A	2,98

5.2.2 Beban Hidup

Beban hidup merupakan beban yang dinamis atau dapat berubah ubah, dari segi besarnya beban maupun letak beban tersebut tergantung aktivitas yang terjadi. Beban hidup antara lain adalah manusia, furniture, alat elektronik, dan lain-lain. Maka dari itu beban hidup harus diperhitungkan dengan matang sesuai dengan fungsi rencana bangunan tersebut akan digunakan.

Menurut SNI 1727;2013 beban hidup dibedakan berdasarkan fungsi ruangan dan juga jenis kegunaan bangunan. Berikut beban hidup pada SNI 1727;2013.

Rumah tinggal		
Hunian (satu keluarga dan dua keluarga)		
Loteng yang tidak dapat didiami tanpa gudang	10 (0,48) ^f	
Loteng yang tidak dapat didiami dengan gudang	20 (0,96) ^m	
Loteng yang dapat didiami dan ruang tidur	30 (1,44)	
Semua ruang kecuali tangga dan balkon	40 (1,92)	
Semua hunian rumah tinggal lainnya		
Ruang pribadi dan koridor yang melayani mereka	40 (1,92)	
Ruang publik ^a dan koridor yang melayani mereka	100 (4,79)	

Gambar 5. 1 Nilai Beban Hidup Pada SNI

Berdasarkan Gambar 5.1 pada tabel SNI 1727;2013 fungsi bangunan adalah sebagai hotel, maka diambil beban rumah tangga. Maka dari itu digunakan beban hidup sebesar 1,92 kN/m².

5.2.3 Beban Ultimate

Merupakan kombinasi beban yang terjadi pada suatu pelat lantai, dimana kombinasi beban yang terjadi adalah antara beban mati dan juga beban hidup yang terjadi.

$$\begin{aligned} \text{Beban Ultimate (Qu)} &= 1,2 Q_d + 1,6 Q_l \\ &= 1,2 (3.5316 + 2.98) + 1,6 (1,92) \\ &= 10,888 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

Dengan metode perhitungan yang sama, maka beban ultimate yang terjadi pada tipe pelat yang lain dapat dilihat pada tabel rekapitulasi sebagai berikut.

Tabel 5. 4 Rekapitulasi Beban Ultimate Pelat

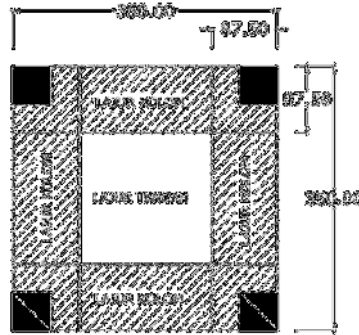
Nama Pelat	Beban Ultimate
	kN/m ²
Pelat S3B	10,89
Pelat S3	10,89
Pelat S1A	10,89

5.3 Analisis Momen Pelat Lantai

5.3.1 Analisis Momen Pelat Lantai Menggunakan Metode Koefisien Momen

Perhitungan momen yang terjadi pada pelat yang menggunakan acuan pada SNI 2847-2019 yaitu menggunakan metode desain perencanaan langsung untuk menghitung nilai momen pada pelat yang didesain. Berikut perhitungan momen menggunakan Metode Desain Langsung.

1. Mengetahui Lajur Kolom dan Lajur Tengah



Gambar 5. 2 Lajur Kolom Pelat S3B

Dalam kasus pelat S3B Panjang bentang L_y maupun L_x sama, maka dari itu untuk lebar lajur kolom adalah,

$$\begin{aligned} \text{Lajur kolom} &= 350 \text{ cm} / 4 \\ &= 87,5 \text{ cm} \\ &= 0,875 \text{ m} \end{aligned}$$

2. Menghitung Momen Nominal Pelat Lantai

Adapun langkah – langkah yang dilakukan untuk perhitungan momen nominal pada pelat lantai S3B sebagai berikut.

a. Bentang bersih

$$\begin{aligned} L_{n1} &= l_1 - \left(\frac{1}{2} \times \text{lebar B3}\right) - \left(\frac{1}{2} \times \text{lebar B3}\right) \\ &= 3,5 - \left(\frac{1}{2} \times 0,3\right) - \left(\frac{1}{2} \times 0,3\right) \\ &= 3,2 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} L_{n2} &= l_2 - \left(\frac{1}{2} \times \text{lebar B4}\right) - \left(\frac{1}{2} \times \text{lebar B6}\right) \\ &= 3,5 - \left(\frac{1}{2} \times 0,5\right) - \left(\frac{1}{2} \times 0,25\right) \\ &= 3,125 \text{ m} \end{aligned}$$

b. Momen Statis Terfaktor

Bentang Arah Panjang

Menurut SNI 2847:2019 untuk menghitung momen statis terfaktor yang terjadi adalah sebagai berikut.

$$\begin{aligned} M_{0l} &= \frac{qu \times l_2 \times l_n^2}{8} \\ &= \frac{10.887 \times 3.5 \times 3.2^2}{8} \\ &= 48,78 \text{ kNm} \end{aligned}$$

Bentang Arah Pendek

Menurut SNI 2847:2019 untuk menghitung momen statis terfaktor yang terjadi adalah sebagai berikut.

$$\begin{aligned} M_{0s} &= \frac{qu \times l_1 \times l_n^2}{8} \\ &= \frac{10.887 \times 3,5 \times 3,125^2}{8} \\ &= 46,52 \text{ kNm} \end{aligned}$$

c. Distribusi Momen Statis Terfaktor

Mengacu pada peraturan SNI 2847:2019 pasal 8.10.4.1 dimana pada bentang interior maka nilai M_0 harus didistribusikan sebesar 0,65 M_0 ke momen negatif dan 0,35 M_0 ke momen positif dimana sesuai dengan Tabel 8.10.4.2. Berikut perhitungan distribusi momen statis terfaktor.

- Arah Panjang

Nilai Momen Statis Terfaktor = 48,78 kNm

Momen statis didistribusikan sesuai dengan peraturan SNI 2847:2019 sebagai berikut ini.

$$(-) M_u = 0,65 M_0 = 31,708 \text{ kNm}$$

$$(+) M_u = 0,35 M_0 = 17,073 \text{ kNm}$$

- Arah Pendek

Nilai Momen Statis Terfaktor = 46,52 kNm

Momen statis didistribusikan sesuai dengan peraturan SNI 2847:2019 sebagai berikut ini.

$$(-) M_u = 0,65 M_0 = 30,239 \text{ kNm}$$

$$(+) M_u = 0,35 M_0 = 16,282 \text{ kNm}$$

d. Momen Interior Terfaktor pada Lajur Kolom dan Lajur Tengah

Pada SNI 2847:2019 pada pasal 8.10.5.1 disebutkan bahwa lajur kolom harus menahan bagian dari momen negatif interior, dan juga pada pasal 8.10.5.5 disebutkan bahwa lajur kolom harus menahan bagian dari momen positif interior.

Menurut Tabel SNI 2847:2019 pada Tabel 8.10.5.1 dan 8.10.5.5 perlu dihitung nilai dari,

$$l_2/l_1 = 1$$

Berdasarkan hasil perhitungan, nilai l_2/l_1 sebesar 1 maka perlu dilakukan interpolasi linear untuk mengetahui nilai pengali yang digunakan untuk menghitung nilai momen interior. Sebelum itu harus diketahui nilai α_1 , Nilai $\alpha_1 \cdot \frac{l_2}{l_1}$ yang digunakan adalah nilai $\alpha_1 \cdot \frac{l_2}{l_1} \geq 1$ dikarenakan pelat yang dihitung adalah pelat yang menggunakan balok.

Dari perhitungan interpolasi didapatkan nilai 0,75, maka nilai momen Interior Terfaktor pada Lajur Kolom dan Lajur Tengah sebagai berikut.

- Arah Panjang

Momen Negatif

$$-0,65 M_0 = - 31,7 \text{ kNm}$$

$$-0,65 M_0 \times 0,75 = - 23,78 \text{ kNm}$$

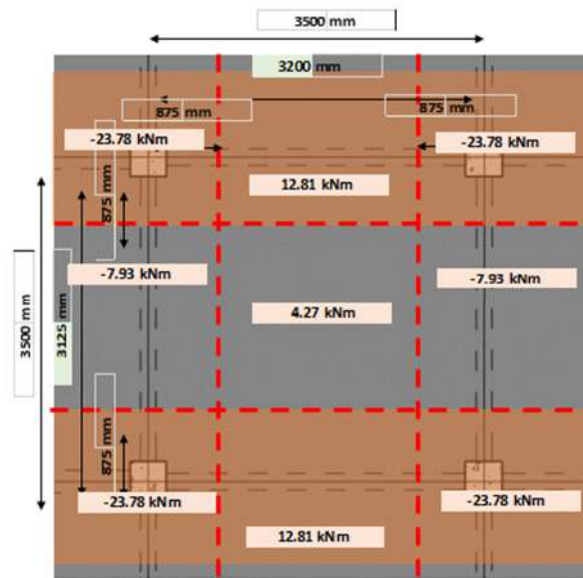
$$-0,65 M_0 \times (1-0,75) = - 7,93 \text{ kNm}$$

Momen Positif

$$0,35 M_0 = 17,07 \text{ kNm}$$

$$0,35 M_0 \times 0,75 = 12,81 \text{ kNm}$$

$$0,35M_0 \times (1-0,75) = 4,27 \text{ kNm}$$



Gambar 5. 3 Momen Metode Desain Langsung Arah Memanjang

- Arah Pendek

Momen Negatif

$$-0,65 M_0 = - 30,239 \text{ kNm}$$

$$-0,65 M_0 \times 0,56 = - 22,68 \text{ kNm}$$

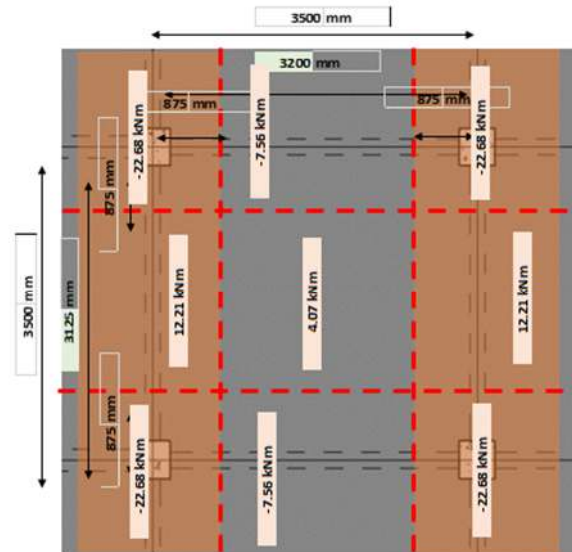
$$-0,65M_0 \times (1-0,56) = - 7,56 \text{ kNm}$$

Momen Positif

$$0,35 M_0 = 16,282 \text{ kNm}$$

$$0,35 M_0 \times 0,56 = 12,21 \text{ kNm}$$

$$0,35M_0 \times (1-0,56) = 4,07 \text{ kNm}$$



Gambar 5. 4 Momen Metode Desain Langsung Arah Memendek

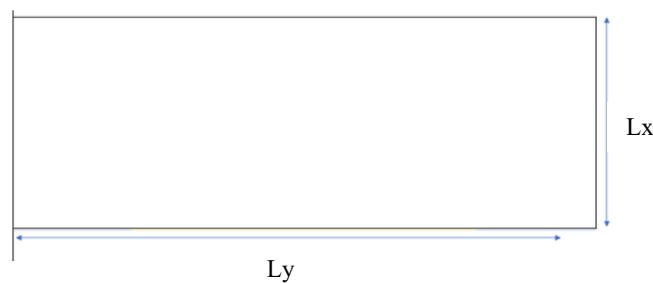
5.3.2 Analisis Momen Pelat Lantai Menggunakan Metode Koefisien Momen

Untuk perhitungan beban yang bekerja pada pelat menggunakan beban yang sudah dihitung di atas, yaitu $Q_u = 10.889 \text{ kN/m}^2$. Selanjutnya ada beberapa tahap untuk menghitung besar momen yang terjadi pada pelat lantai. Tahap-tahap untuk menghitung momen pada pelat lantai sebagai berikut.

1. Mencari Koefisien Momen Pelat Lantai

Dalam mencari koefisien momen, harus diketahui perbandingan Panjang dan lebar dimensi pelat yang dihitung.

$$\begin{aligned} L_y/L_x &= 3,5 \text{ m} / 3,5 \text{ m} \\ &= 1 \end{aligned}$$



Gambar 5. 5 Perletakan L_y dan L_x Pada Analisis PBI

Setelah mengetahui hasil perbandingan Panjang dan lebar, maka selanjutnya kita cocokkan dengan tabel PBI 1971 dan kondisi yang terjadi adalah keempat sisinya terkekang penuh dikarenakan keempat sisi adalah balok. Maka didapat Koefisien Momen sebagai berikut,

$$\text{Lapangan } x = 58$$

$$\text{Lapangan } y = 36$$

$$\text{Tumpuan } x = 58$$

$$\text{Tumpuan } y = 36$$

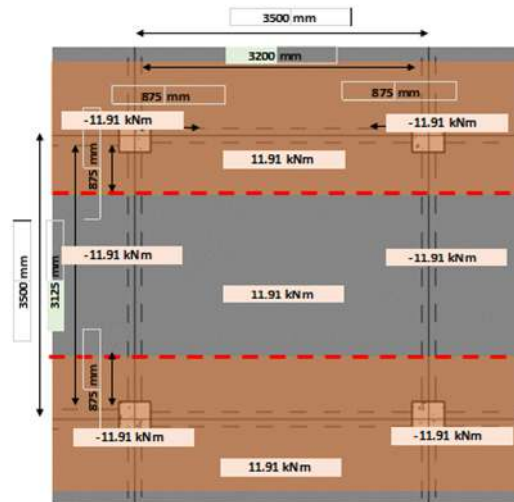
Maka Momen Pelat Akibat beban Terfaktor, sebagai berikut.

$$\begin{aligned} \text{Mtx (-)} &= -0,001 \times \text{Qu} \times (\text{Lx}^2) \times \text{koefisien} \\ &= -0,001 \times 10,18 \times (3,5^2) \times 58 \\ &= - 7,234 \text{ kNm} \end{aligned}$$

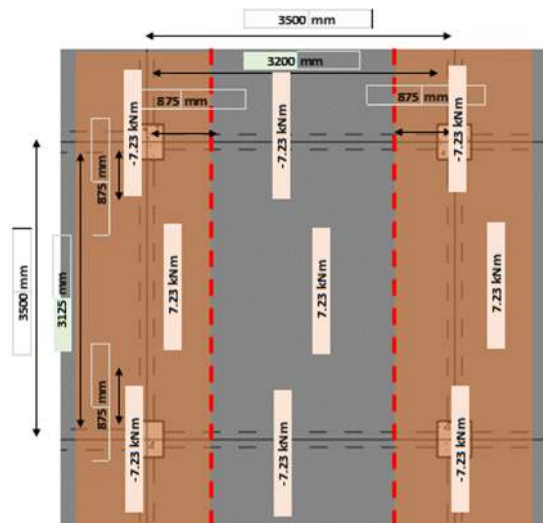
$$\begin{aligned} \text{Mlx (+)} &= 0,001 \times \text{Qu} \times (\text{Lx}^2) \times \text{koefisien} \\ &= 0,001 \times 10,18 \times (3,5^2) \times 36 \\ &= 7,234 \text{ kNm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Mty (-)} &= -0,001 \times \text{Qu} \times (\text{Ly}^2) \times \text{koefisien} \\ &= -0,001 \times 14 \times (3,5^2) \times 58 \\ &= - 11,91 \text{ kNm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Mly (+)} &= 0,001 \times \text{Qu} \times (\text{Ly}^2) \times \text{koefisien} \\ &= 0,001 \times 10,809 \times (3,5^2) \times 36 \\ &= 11,91 \text{ kNm} \end{aligned}$$



Gambar 5. 6 Momen Metode Koefisien Momen Arah Memendek



Gambar 5. 7 Momen Metode Koefisien Momen Arah Memendek

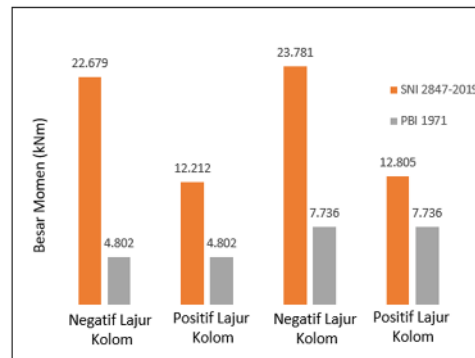
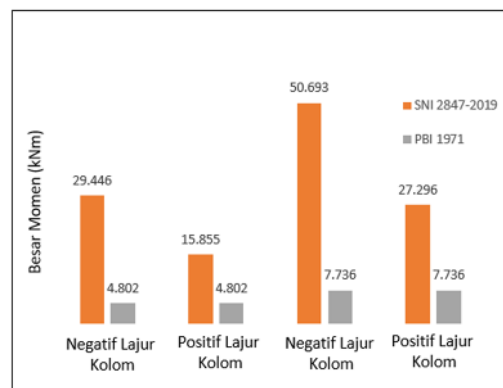
5.4 Pembahasan Hasil Momen Lentur Pelat Lantai

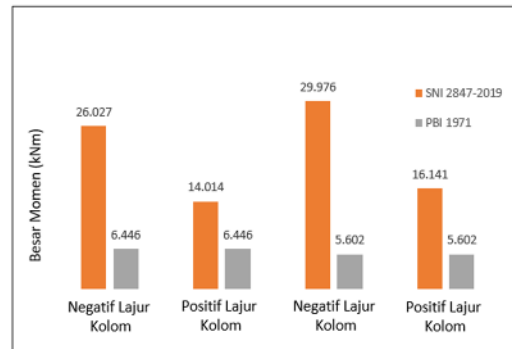
Dari perhitungan di atas kita lakukan perhitungan untuk mencari besaran momen lentur pada pelat yang lain, berikut hasil rekapitulasi dan perbandingan momen yang terjadi dapat dilihat pada tabel di bawah sebagai berikut.

Tabel 5. 5 Rekapitulasi Perhitungan Momen

Kode Pelat			Pelat S3B	Pelat S3	Pelat S1A
Rekap Momen SNI (kNm)	Arah Pendek	Negatif	23,781	50,693	29,976
		Positif	12,805	27,296	16,141
Rekap Momen PBI (kNm)	Arah Panjang (X)	Negatif	7,736	7,736	5,602
		Positif	7,736	7,736	5,602
Rekap Momen SNI (kNm)	Arah Panjang	Negatif	22,679	29,446	26,027
		Positif	12,212	15,855	14,014
Rekap Momen PBI (kNm)	Arah Panjang (Y)	Negatif	4,802	4,802	6,446
		Positif	4,802	4,802	6,446

Adapun tabel di atas jika disajikan dalam bentuk grafik, sebagai berikut.

**Gambar 5. 8 Grafik Perbandingan Momen Pada Pelat S3B****Gambar 5. 9 Grafik Perbandingan Momen Pada Pelat S3**



Gambar 5. 10 Grafik Perbandingan Momen Pada Pelat S1A

Dapat dilihat dari perbandingan hasil yang dapat dilihat pada grafik di atas bahwa perhitungan momen yang dihitung menggunakan Metode Desain Langsung memiliki hasil yang lebih besar dan cukup signifikan dibandingkan dengan perhitungan momen menggunakan Metode Koefisien Momen.

Tabel 5. 6 Persentase Perbandingan Momen

No.	Kode Pelat	PERSENTASE PERBANDINGAN MOMEN			
		ARAH PENDEK		ARAH PANJANG	
1	Pelat S3B	Lajur Kolom		Lajur Kolom	
		Negatif	Positif	Negatif	Positif
		329%	177%	505%	272%
		ARAH PENDEK		ARAH PANJANG	
2	Pelat S3	Lajur Kolom		Lajur Kolom	
		Negatif	Positif	Negatif	Positif
		655%	353%	231%	40%
		Lajur Kolom		Lajur Kolom	
3	Pelat S1A	Lajur Kolom		Lajur Kolom	
		Negatif	Positif	Negatif	Positif
		535%	288%	404%	217%
		Lajur Kolom		Lajur Kolom	

Dari tabel di atas menunjukkan perbandingan momen Metode Desain Langsung dengan Metode Koefisien Momen dapat diketahui juga yang bahwa pelat yang memiliki bentang lebih Panjang memiliki momen yang lebih besar, seperti pada Pelat S3 memiliki Nilai Momen yang lebih besar dibandingkan Pelat S3B dan S1A. Dari perhitungan momen yang ada maka selanjutnya kita dapat mengetahui kebutuhan tulangan yang dibutuhkan, di bawah ini akan ditampilkan rekapitulasi hasil penulangan apakah kebutuhan tulangan pada perhitungan Metode Desain Langsung membutuhkan tulangan lebih besar dibandingkan Metode Koefisien Momen atau tidak.

5.5 Desain Kebutuhan Tulangan

5.5.1 Menghitung Kebutuhan Tulangan Menggunakan Perhitungan Metode Desain Langsung

Untuk menghitung kebutuhan tulangan pelat S3B digunakan lebar tinjauan tiap 1 m. Perhitungan kebutuhan tulangan adalah sebagai berikut.

1. Perhitungan Kebutuhan Tulangan

Momen Negatif

$$M_u = 0,65 M_0 \times 0,75 = 23,78 \text{ kNm}$$

$$\emptyset = 0,9$$

$$M_n = \frac{M_u}{\emptyset} = \frac{23,78}{0,9}$$

$$= 26,423 \text{ kNm}$$

$$b = 1750 \text{ mm}$$

$$d_s = S_b + 0,5 D_{\text{pokok}}$$

$$= 20 + 0,5 (10)$$

$$= 25$$

$$d = h - d_s$$

$$= 150 - 25$$

$$= 125 \text{ m}$$

$$a = 0,85 \times f'_c \times b$$

$$\begin{aligned}
 &= 0,85 \times 25 \times 1750 \\
 &= 37187,5 \text{ a}^2 \\
 \text{b} &= -1,7 \times f'c \times b \times d \\
 &= -9296875 \text{ a} \\
 \text{c} &= 2 \text{ Mn} \\
 &= 52846044,16
 \end{aligned}$$

Dengan rumus ABC

$$a_{1,2} = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$$

didapatkan nilai a1 dan a2

$$a_1 = 244,18 \text{ mm}$$

$$a_2 = 5,82 \text{ mm}$$

$$\text{diambil nilai a} = 5,82 \text{ mm}$$

Mencari As dengan persamaan $T_s = C_c$

$$\begin{aligned}
 \text{As min 1} &= 0,002 \text{ Ag} \\
 &= 0,002 \times 1750 \times 125 \\
 &= 525 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{As tulangan pokok} &= 0,85 \times f'c \times a \times \frac{b}{f_y} \\
 &= 515,3 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{As balance} &= 0,85 \times \beta \times \frac{f'c}{f_y} \times \frac{600}{(600 + f_y)} \times (b \times d) \\
 &= 5533,854 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{As maks} &= 0,75 \times \text{Asb} \\
 &= 0,75 \times 5533,854 \\
 &= 4150,4 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

$$\text{As pakai} = 515,3 \text{ mm}^2$$

$$\begin{aligned}
 \text{As tulangan} &= 0,25 \times \pi \times d^2 \\
 &= 0,25 \times \pi \times 10^2 \\
 &= 78,54 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{S} &= \frac{\text{As tul} \times b}{\text{As pakai}} \\
 &= \frac{78,54 \times 1750}{515,3}
 \end{aligned}$$

$$= 266,73 \text{ mm}$$

$$S \text{ Terpasang} = 266,73 \text{ mm}$$

Maka dari perhitungan di atas, tulangan terpasang pada pelat S3B adalah menggunakan tulangan P10-266,73.

Analisis di atas menggunakan As perlu sebagai perhitungan dan mengabaikan control jarak pada syarat perhitungan pelat. Dikarenakan agar mengetahui perbedaan kebutuhan masing-masing perletakan pelat. Adapun perhitungan menggunakan syarat control tulangan dan As sesuai dengan perhitungan SNI sebagai berikut.

$$\begin{aligned} \text{As min 1} &= 0,002 A_g \\ &= 0,002 \times 1750 \times 125 \\ &= 525 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{As tulangan pokok} &= 0,85 \times f'_c \times a \times \frac{b}{f_y} \\ &= 515,3 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{As balance} &= 0,85 \times \beta \times \frac{f'_c}{f_y} \times \frac{600}{(600+f_y)} \times (b \times d) \\ &= 5533,854 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{As maks} &= 0,75 \times \text{Asb} \\ &= 0,75 \times 5533,854 \\ &= 4150,4 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Nilai As min lebih besar dari nilai As Perlu, maka digunakan As Min

$$\begin{aligned} \text{As pakai} &= 525 \text{ mm}^2 \\ \text{As tulangan} &= 0,25 \times \pi \times d^2 \\ &= 0,25 \times \pi \times 10^2 \\ &= 78,54 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} S &= \frac{\text{As tul} \times b}{\text{As pakai}} \\ &= \frac{78,54 \times 1750}{525} \\ &= 261,8 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$S \text{ Terpasang} = 250 \text{ mm (Pembulatan)}$$

Kontrol tulangan pokok :

$$\begin{aligned} \text{Luas tulangan yang terpasang} &= \frac{b}{s \text{ digunakan}} \times \text{As tulangan} \\ &= 549,78 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Kontrol jarak antar tulangan, } s &\leq 2d = 2 \times h \\ &= 2 \times 150 \\ &= 300 \text{ mm (OK)} \end{aligned}$$

Kontrol jarak antar tulangan, $s \leq 450 \text{ mm} = 450 \text{ mm (OK)}$

$$\begin{aligned} a \text{ terpasang} &= \frac{A_s \times f_y}{0,85 \times f'_c \times 1000} \\ &= 1,55 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} c \text{ terpasang} &= \frac{a}{\beta} \\ &= 1,83 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \epsilon_y &= \left(\frac{\epsilon_{cu} \times d}{c} \right) - \epsilon_{cu} \\ &= 0,2 \quad (\text{asumsi benar tulangan sudah leleh}) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \epsilon_t &= \left(\frac{\epsilon_{cu} \times d}{c} \right) - \epsilon_{cu} \\ &= 0,2 \quad (\text{asumsi benar tulangan terkendali tarik}) \end{aligned}$$

Maka dari perhitungan di atas, tulangan terpasang pada pelat S3B adalah menggunakan tulangan P10-250.

5.5.2 Perhitungan Kebutuhan Tulangan Pelat Lantai Berdasarkan Metode Koefisien Momen

Berikut adalah perhitungan untuk mengetahui kebutuhan tulangan pelat lantai yang digunakan.

$$\begin{aligned} M_u &= 4,49 \text{ kNm} \\ \phi &= 0,9 \\ M_n &= \frac{M_u}{\phi} \\ &= \frac{4,49}{0,9} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 &= 4,99 \text{ kNm} \\
 b &= 1000 \text{ mm} \\
 ds &= S_b + 0,5 D_{\text{pokok}} \\
 &= 20 + 0,5 (10) \\
 &= 25 \\
 d &= h - ds \\
 &= 150 - 25 \\
 &= 125 \text{ m} \\
 a &= 0,85 \times f'_c \times b \\
 &= 0,85 \times 25 \times 1000 \\
 &= 21250 \text{ a}^2 \\
 b &= -1,7 \times f'_c \times b \times d \\
 &= -5312500 \text{ a} \\
 c &= 2 M_n \\
 &= 9978642,2
 \end{aligned}$$

Dengan rumus ABC

$$a_{1,2} = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$$

didapatkan nilai a1 dan a2

$$a_1 = 248,1 \text{ mm}$$

$$a_2 = 1,893 \text{ mm}$$

$$\text{diambil nilai a} = 1,893 \text{ mm}$$

Mencari As dengan persamaan $T_s = C_c$

$$\begin{aligned}
 \text{As min 1} &= 0,002 A_g \\
 &= 0,002 \times 1000 \times 150 \\
 &= 300 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{As tulangan pokok} &= 0,85 \times f'_c \times a \times \frac{b}{f_y} \\
 &= 95,76 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{As balance} &= 0,85 \times \beta \times \frac{f'_c}{f_y} \times \frac{600}{(600 + f_y)} \times (b \times d) \\
 &= 3162,2 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

$$\text{As maks} = 0,75 \times \text{Asb}$$

$$\begin{aligned}
 &= 0,75 \times 2529,762 \\
 &= 2371,652 \text{ mm}^2 \\
 \text{As pakai} &= 95,76 \text{ mm}^2 \\
 \text{As tulangan} &= 0,25 \times \pi \times d^2 \\
 &= 0,25 \times \pi \times 10^2 \\
 &= 78,540 \text{ mm}^2 \\
 S &= \frac{\text{As tul} \times b}{\text{As pakai}} \\
 &= \frac{78,540 \times 1000}{95,76} \\
 &= 820,2 \text{ mm} \\
 \text{S Terpasang} &= 200 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

Analisis di atas menggunakan As perlu sebagai perhitungan dan mengabaikan control jarak pada syarat perhitungan pelat. Dikarenakan agar mengetahui perbedaan kebutuhan masing-masing perletakan pelat. Adapun perhitungan menggunakan syarat control tulangan dan As sesuai dengan perhitungan SNI sebagai berikut.

$$\begin{aligned}
 \text{As min 1} &= 0,002 A_g \\
 &= 0,002 \times 1750 \times 125 \\
 &= 300 \text{ mm}^2 \\
 \text{As tulangan pokok} &= 0,85 \times f'_c \times a \times \frac{b}{f_y} \\
 &= 95,76 \text{ mm}^2 \\
 \text{As balance} &= 0,85 \times \beta \times \frac{f'_c}{f_y} \times \frac{600}{(600+f_y)} \times (b \times d) \\
 &= 3162,2 \text{ mm}^2 \\
 \text{As maks} &= 0,75 \times A_{sb} \\
 &= 0,75 \times 5533,854 \\
 &= 2371,65 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

Nilai As min lebih besar dari nilai As Perlu, maka digunakan As Min

$$\begin{aligned}
 \text{As pakai} &= 300 \text{ mm}^2 \\
 \text{As tulangan} &= 0,25 \times \pi \times d^2 \\
 &= 0,25 \times \pi \times 10^2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 &= 78,54 \text{ mm}^2 \\
 S &= \frac{As \text{ tul } x b}{As \text{ pakai}} \\
 &= \frac{78,54 x 1750}{300} \\
 &= 261,8 \text{ mm} \\
 S \text{ Terpasang} &= 250 \text{ mm (Pembulatan)}
 \end{aligned}$$

Kontrol tulangan pokok :

$$\begin{aligned}
 \text{Luas tulangan yang terpasang} &= \frac{b}{s \text{ digunakan}} x \text{ As tulangan} \\
 &= 314,16 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Kontrol jarak antar tulangan, } s &\leq 2d = 2 x h \\
 &= 2 x 150 \\
 &= 300 \text{ mm (OK)}
 \end{aligned}$$

$$\text{Kontrol jarak antar tulangan, } s \leq 450 \text{ mm} = 450 \text{ mm (OK)}$$

$$\begin{aligned}
 a \text{ terpasang} &= \frac{As x fy}{0,85 x f'c x 1000} \\
 &= 1,55 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 c \text{ terpasang} &= \frac{a}{\beta} \\
 &= 1,83 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \epsilon_y &= \left(\frac{\epsilon_{cu} x d}{c} \right) - \epsilon_{cu} \\
 &= 0,161 \quad (\text{asumsi benar tulangan sudah leleh})
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \epsilon_t &= \left(\frac{\epsilon_{cu} x d}{c} \right) - \epsilon_{cu} \\
 &= 0,161 \quad (\text{asumsi benar tulangan terkendali tarik})
 \end{aligned}$$

Maka dari perhitungan di atas, tulangan terpasang pada pelat S3B adalah menggunakan tulangan P10 – 250 mm

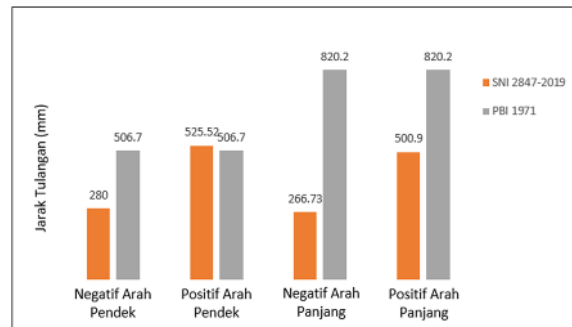
5.6 Pembahasan Hasil Kebutuhan Tulangan Pelat

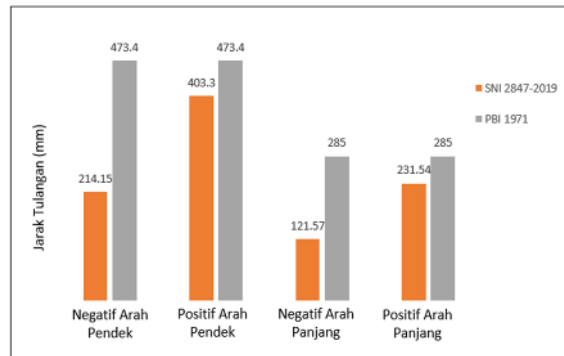
Dari perhitungan tulangan di atas dilanjutkan untuk menghitung penulangan yang dibutuhkan pada masing masing pelat yang ditinjau, berikut hasil rekapitulasi penulangan pelat lantai.

Tabel 5. 7 Rekapitulasi Hasil Penulangan Pelat Lantai Tanpa Kontrol

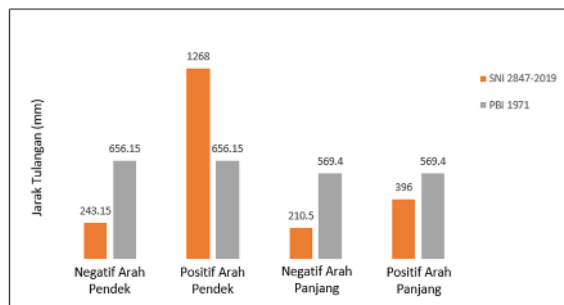
Kode Pelat		Pelat S3B	Pelat S3	Pelat S1A	
Rekap Tulangan SNI	Arah Pendek	Negatif	P10-280	P10-214,15	P10-243,15
		Positif	P10-525,52	P10-403,3	P10-1268
	Arah Panjang	Negatif	P10-266,73	P10-121,57	P10-210,5
		Positif	P10-500,9	P10-231,54	P10-396
Rekap Tulangan PBI	Arah Pendek (X)	Negatif	P10-506,7	P10-473,4	P10-656,15
		Positif	P10-506,7	P10-473,4	P10-656,15
	Arah Panjang (Y)	Negatif	P10-820,2	P10-285	P10-569,4
		Positif	P10-820,2	P10-285	P10-569,4

Dari hasil analisis di atas nilai control jarak tulangan diabaikan dan menggunakan As perlu dari setiap perhitungan kebutuhan tulangan pelat, dengan tujuan agar mengetahui perbedaan kebutuhan pelat dari masing-masing letak tulangan pelat tergantung pada besar momen yang terjadi. Tabel 5.6 menunjukkan bahwa perbedaan cukup signifikan pada daerah yang memiliki momen besar dibandingkan dengan daerah yang memiliki momen yang kecil. Agar memudahkan dalam melihat perbandingan, maka disajikan dalam bentuk grafik sebagai berikut.

**Gambar 5. 11 Grafik Jarak Tulangan S3B**



Gambar 5.12 Grafik Jarak Antar Tulangan S3



Gambar 5.13 Grafik Jarak Antar Tulangan S1A

Adapun analisis pelat yang menggunakan kaidah control jarak tulangan pelat dan menggunakan nilai A_s yang semestinya, sebagai berikut

Tabel 5.8 Rekapitulasi Penulangan Pelat Menggunakan Kontrol

Kode Pelat			Pelat S3B	Pelat S3	Pelat S1A
Rekap Tulangan SNI	Arah Pendek	Negatif	P10-250	P10-200	P10-200
		Positif	P10-250	P10-250	P10-200
	Arah Panjang	Negatif	P10-250	P10-120	P10-250
		Positif	P10-250	P10-200	P10-250
Rekap Tulangan PBI	Arah Pendek (X)	Negatif	P10-250	P10-250	P10-250
		Positif	P10-250	P10-250	P10-250
	Arah Panjang (Y)	Negatif	P10-250	P10-250	P10-250
		Positif	P10-250	P10-250	P10-250

Dari hasil perhitungan pada tabel rekapitulasi yang menggunakan control jarak dan menggunakan nilai A_s yang sesuai dengan perhitungan SNI 2847-2019 di atas menunjukkan bahwa kebutuhan tulangan tidak terlalu jauh, hanya ada satu bagian pada daerah tumpuan pelat S3 yang berbeda. Dari perhitungan ini dapat dilihat bahwa pada perhitungan menggunakan Metode Desain Langsung memiliki hasil momen yang besar, akan tetapi lebar peninjauan pada Metode Desain Langsung lebih lebar sehingga pada hasil penulangannya tidak terlalu jauh signifikan seperti perbedaan momen yang terjadi.

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Dari analisis pada penelitian diatas dapat disimpulkan mengenai komparasi antara analisis menggunakan Metode Desain Langsung dan Koefisien Momen sebagai berikut.

1. Terdapat perbedaan momen nominal yang telah dianalisis. Pada Pelat S3 memiliki momen sebesar 50,7 kNm untuk perhitungan Metode Desain Langsung sedangkan pada Metode Koefisien Momen memiliki momen sebesar 7,736 kNm, atau memiliki perbedaan momen sebesar 655%. Dan pada Pelat yang lain terjadi perbedaan momen yang cukup signifikan.
2. Jumlah kebutuhan tulangan yang digunakan pada Pelat S3 pada perhitungan analisis yang mengacu pada besaran momen dan mengabaikan syarat jarak tulangan maka didapat kebutuhan tulangan pada pelat S3 adalah P10-121.57 pada Metode Desain Langsung, sedangkan pada Metode Koefisien Momen didapat kebutuhan tulangan sebesar P10-285. Akan tetapi jika memperhatikan syarat jarak tulangan didapatkan kebutuhan tulangan dengan Metode Koefisien Momen yaitu P10-120, sedangkan pada analisis menggunakan Metode Koefisien Momen yaitu P10-250. Sedangkan pada pelat yang lain tidak terjadi perbedaan yang terlalu signifikan.
3. Dari analisis yang sudah dilakukan, dapat diambil beberapa poin yang digunakan dalam pertimbangan. Pertama, dari segi proses menghitung besar momen yang terjadi, Metode Koefisien Momen memiliki langkah pengerjaan yang lebih sederhana. Namun, besar momen yang didapat menunjukkan Metode Desain Langsung memiliki momen yang lebih besar. Kedua, kebutuhan tulangan tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan dikarenakan adanya syarat jarak minimum yang digunakan. Akan tetapi tidak selalu berlaku demikian jika digunakan pada analisis gedung yang lain. Ketiga, Karena momen yang didapat oleh Metode Desain Langsung lebih

besar pastinya perencanaanya lebih aman. Keempat, Metode Desain Langsung yang mengacu pada peraturan SNI 2847-2019 adalah peraturan yang masih berlaku hingga saat ini. Oleh karena itu dapat disimpulkan bahwa Metode analisis yang lebih efisien untuk digunakan saat ini adalah Metode Desain Langsung

6.2 Saran

Berikut merupakan beberapa saran yang dapat dipertimbangkan pada penelitian selanjutnya.

1. Pada penelitian selanjutnya dapat dikomparasikan rencana anggaran biaya yang didapat dari hasil komparasi metode analisis.
2. Penelitian selanjutnya dapat mengkomparasikan dengan metode yang lain atau mengkomparasikan lebih dari 2 metode.
3. Dari hasil diatas kita ketahui Metode Koefisien Momen lebih efisien dari penggunaan material, akan tetapi sebaiknya kita menggunakan Metode Desain Langsung untuk menganalisis karena Metode Desain Langsung mengacu pada SNI yang memiliki peraturan yang lebih baru dan sudah menyesuaikan dengan keadaan saat ini.
4. Penelitian ini dapat digunakan untuk menganalisis bangunan yang lain, karena tiap bangunan memiliki beban yang berbeda dan juga fungsi bangunan yang berbeda. Sehingga pastinya hasil kesimpulan yang didapat bisa berbeda.

DAFTAR PUSTAKA

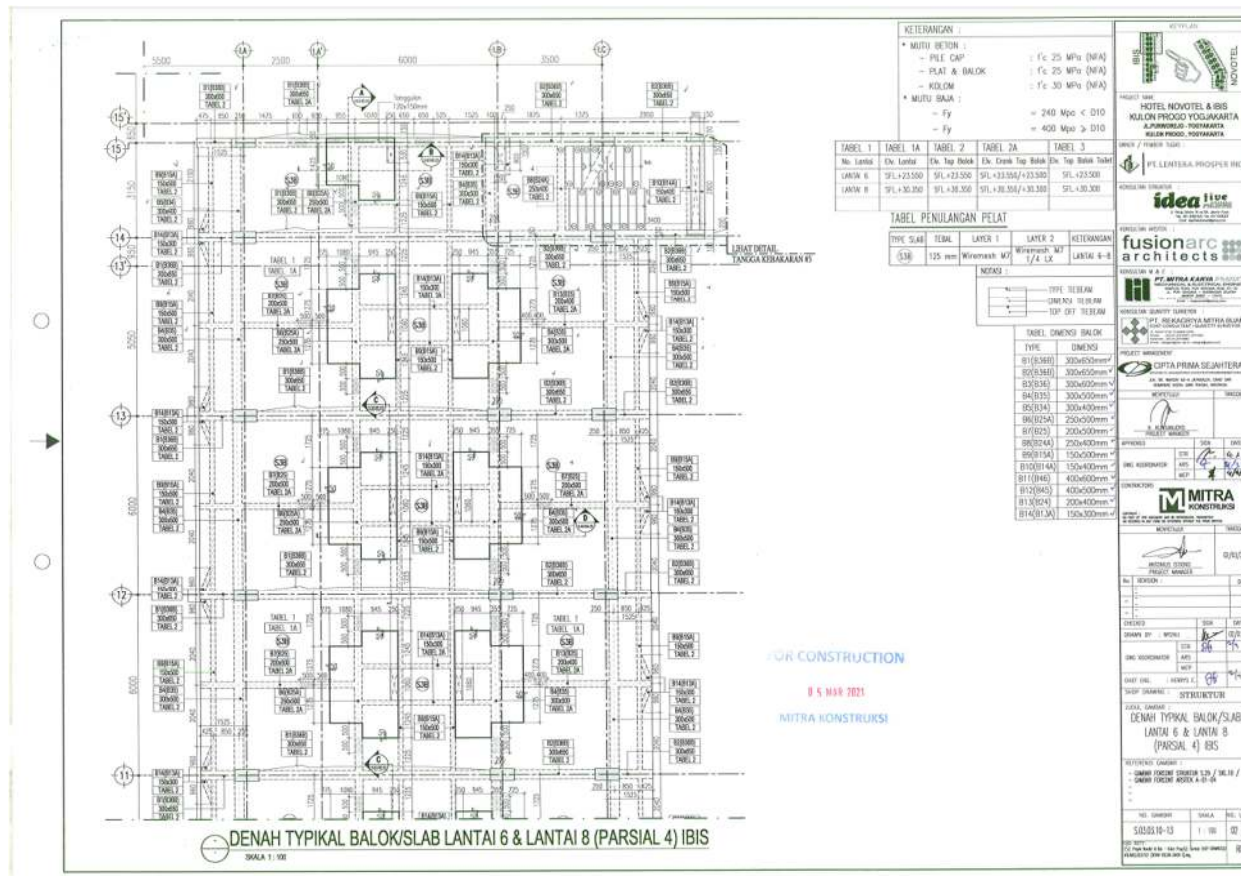
- Asroni, Ali. (2010). *Balok dan Plat Beton Bertulang*
- Fahri, M., & Purwanto, E. (2016). *Tinjauan Momen Lentur Pelat Dua Arah dengan Metode Perencanaan Langsung dan Metode Elemen Hingga*. 4(1), 2303–2314.
- Harsoyo, Y. A., & Nurfiandy, E. (2020). Analisa Perbandingan Efisiensi Sistem Struktur Pelat-Balok dengan Sistem Struktur Flat Slab-Drop Panel pada Proyek Jogja Apartment. *Semesta Teknika*, 23(1), 14–26.
<https://doi.org/10.18196/st.231252>
- Husainy, Z., Sucitra, R., Sipil, J. T., Teknologi, U., Surveyor, Q., & Besar, S. (2023). *Tinjauan Ulang Perhitungan Penulangan Struktur Beton Bertulang Pada Gedung Bank NTB Syariah Menggunakan Metode Sni 2847:2019*
- Mayanti, P. D. S., & Nurmaidah, N. (2021). Evaluasi Perencanaan Pelat Lantai Pada Gedung Yayasan Pendidikan Saffiyatul Amaliyyah Jalan Kemuning Medan. *Jurnal Rekayasa Konstruksi Mekanika Sipil (JRKMS)*, 04, 9–20.
<https://doi.org/10.54367/jrkms.v4i1.1166>
- Ramadhan, R., Djauhari, Z., Kurniawandy, A., Jurusan, M., Sipil, T., & Jurusan, D. (2015). Analisis Perbandingan Metode Westergand Terhadap Metode Desain Langsung Dan Metode Portal Ekivalen Pada Flat Plate. *Jom Fteknik*, 2(2), 1.
- Standar Nasional Indonesia. 2019. *Persyaratan beton struktural untuk bangunan gedung dan penjelasan*. SNI 2847. Jakarta.
- Standar Nasional Indonesia. 2020. *Beban minimum untuk perancangan bangunan gedung dan struktur lain*. SNI 1727. Jakarta.
- Suleman, N. S., & Masagala, A. A. (2012). Studi Komparasi Perencanaan Struktur Gedung Bertingkat Berdasarkan Sni 1726: 2002 Dengan Sni 1726: 2012Spasi. *Academia.Edu*, 1–12.
https://www.academia.edu/download/57950609/Naskah_Publikasi.pdf

Sumantri, Y., Setia Budi Wibowo, L., Shofwan Donny Cahyono, M., Kunci, K., & Bertulang, B. (2022). Perbandingan Analisis Struktur Atas Gedung 16 Lantai STATUS ARTIKEL. *Surabaya Jurnal Anggapa*, 1(1), 1–8.

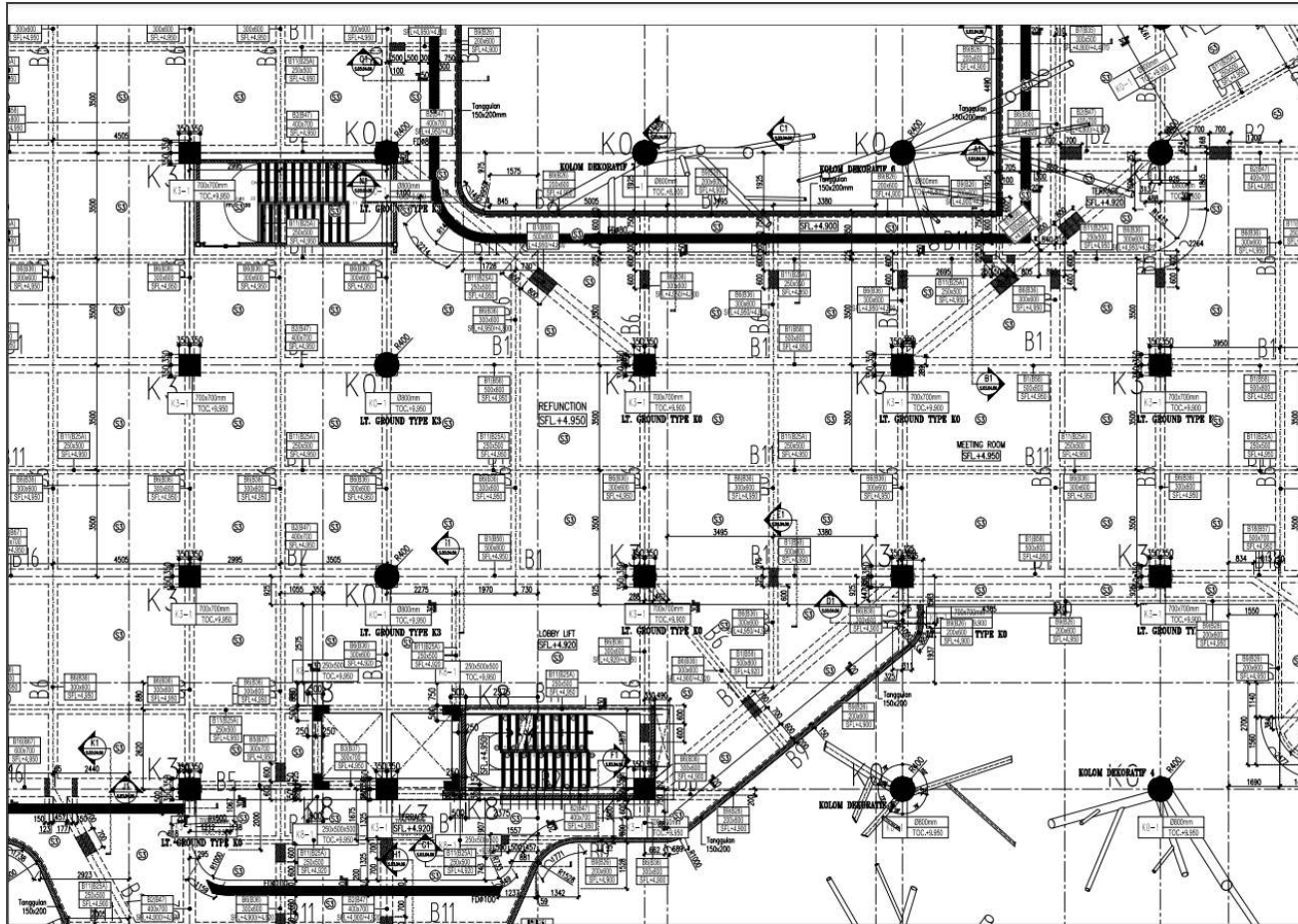
LAMPIRAN

Lampiran 1 Denah Pelat Eksisting

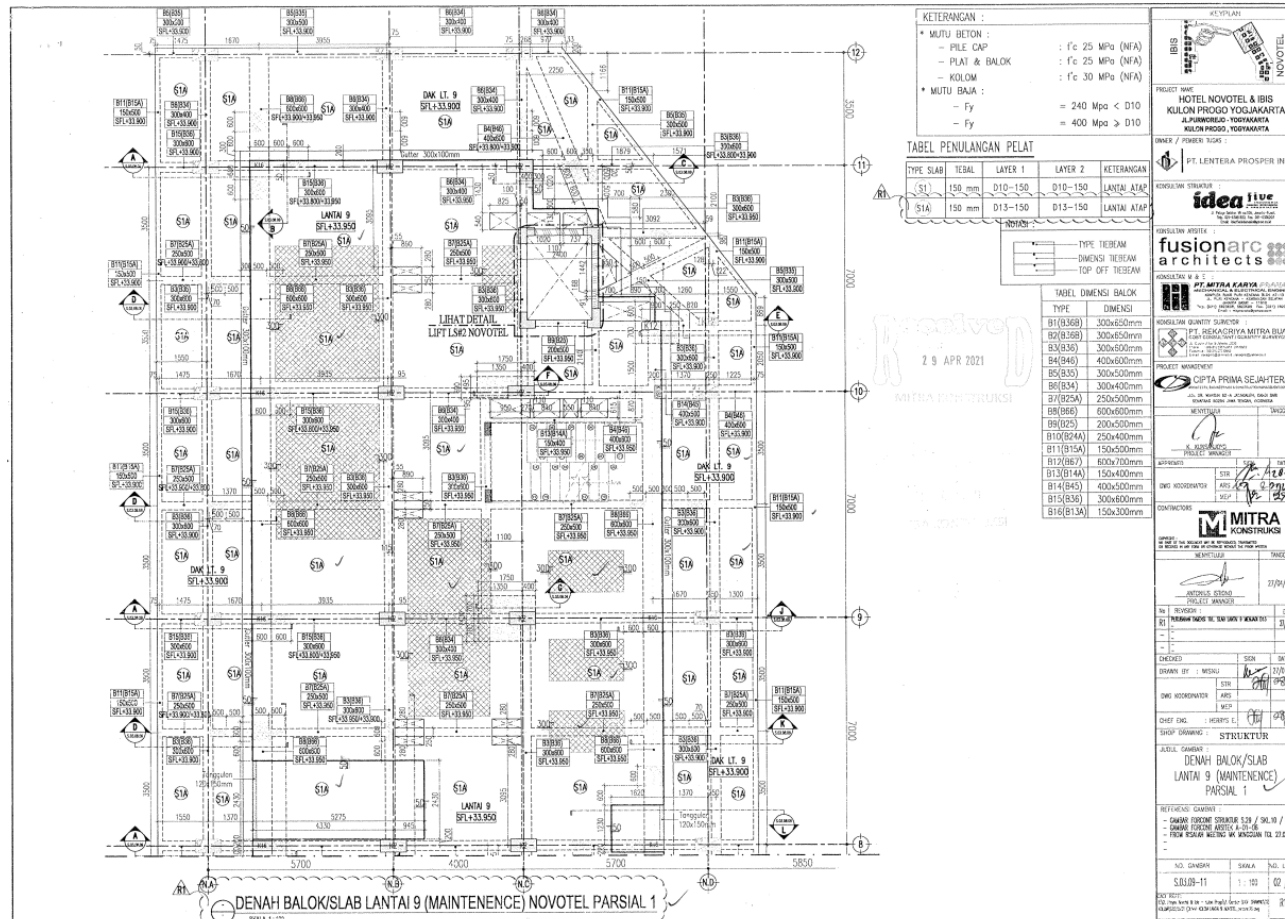
Gambar L-1. 1 Denah Letak Pelat S3B



Gambar L-1. 2 Denah Letak Pelat S3



Gambar L-1.3 Denah Letak Pelat S1A



Lampiran 2 Analisis Pelat Menggunakan SNI 2847-2019

Gambar L-2. 1 Analisis Kebutuhan Tulangan Pelat S3B Arah Memanjang Daerah Lapangan Berdasarkan Perhitunagn Momen SNI 2847-2019

Ecu	Regangan maks beton		0.003		Diketahui SNI
Tinjauan Pelat tiap lebar 1 meter					
Asumsi menggunakan tulangan diameter				m m	10
b	=	1750	mm		
h	=	150	mm		
d	=	125	mm		
β_1	=	0.85			
Ey	regangan baja	f_y/E_y	0.0021		
Mu	Momen ultimate		12.805	kN m	
ϕ	Faktor reduksi		0.9		TABEL 21.22
Mn	Momen nominal	M_u/ϕ	14.228	kN m	
			14227781. 12	N m m	
b	Lebar peninjauan		1750	m m	
d atau z			125	m m	

	Mencari nilai a dengan persamaan $M_n = (0.85 \times f'_c \times a \times b) \times (d - a/2)$				
a	Notasi a untuk mencari tinggi tekan	$0.85 \times f'_c \times a^2 \times b$	37187.5	a^2	
b	Notasi b untuk mencari tinggi tekan	$-1.7 \times f'_c \times a \times b \times d$	-9296875	a	
c	Notasi c untuk mencari tinggi tekan	2Mn	28455562. 24		
a1		$(-b + (b^2 - 4 \times a \times c)) / (2 \times a)$	246.90081 38	m m	
a2		$(-b - (b^2 - 4 \times a \times c)) / (2 \times a)$	3.099	m m	
a	Tinggi daerah tekan (diambil terkecil)		3.0991861 78	m m	
Ts		$A_s \times f_y$			
Cc		$0.85 \times f'_c \times a \times b$			
	Mencari A_s dengan persamaan $T_s = C_c$				
A_s	Luas tulangan yang dibutuhkan	$0.85 \times f'_c \times a \times b / f_y$	274.407	m m^2	
A_s balance	Luas tulangan saat kondisi balance	$0.85 \times \beta_1 \times (f'_c / f_y) \times (600 / (60 + f_y)) \times (b \times d)$	5533.854	m m^2	
A_s maks	Luas tulangan maksimum	$0.75 \times A_{sb}$	4150.391	m m^2	
A_s min	Luas tulangan minimum	$(f'_c)^{0.5} / (4 \times f_y) \times b \times d$	651.042	m m^2	

		$(1.4/f_y) \cdot b \cdot d$	729.167	m m ²	
		0.002 A _g	525	m m ²	
As min pakai	Luas tulangan minimum di pakai		525	m m ²	
As pakai	Luas tulangan yang di pakai		525.000	m m ²	
As tulangan	Luas 1 tulangan	$0.25 \cdot \pi \cdot d^2$	78.540	m m ²	
s	Jarak antar tulangan	As tul*/b/As pakai	261.80	m m	
s terpasang	Jarak antar tulangan yang dipasang		250.00	m m	Manual
As	Luas tulangan yang terpasang	(b/s digunakan)*As tulangan	549.779	m m ²	
	Kontrol jarak antar tulangan, $s \leq 2h$	2h	300	m m	OK
	Kontrol jarak antar tulangan, $s \leq 450$ mm		450	m m	OK
CONTROL					
	Mencari nilai a dengan persamaan $T_s = C_c$				
a terpasang	Tinggi bagian tekan yang terpasang	$(A_s \cdot f_y) / (0,85 \cdot f_c' \cdot 1000)$	1.5523163 7	m m	

c terpasang	Tinggi bagian netral yang terpasang	a/β	1.8262545 53	m m	
ϵ_y		$(\epsilon_{cu} * d/c) - \epsilon_{cu}$	0.2023382 97		Asumsi benar tulangan sudah leleh
ϵ_t		$(\epsilon_{cu} * d/c) - \epsilon_{cu}$	0.2023382 97		Asumsi benar tulangan terkendali tarik
Mn		$(A_s * f_y * (d - a/2)) / 100000$	28.505570 52		
ØMn	0,9 Mn desain > MU	0,9 * Mn	25.655013 47		
Maka dari hasil perhitungan digunakan tulangan pokok			D10-250		

Gambar L-2. 2 Analisis Kebutuhan Tulangan Pelat S3B Arah Pendek Daerah Tumpuan Berdasarkan Perhitunagn Momen SNI 2847-2019

Ecu	Regangan maks beton		0.003		Diketahui SNI
Tinjauan Pelat tiap lebar 1 meter					
Asumsi menggunakan tulangan diameter					10
b	=	1750	mm		
h	=	150	mm		
d	=	125	mm		
β_1	=	0.85			

Ey	regangan baja	f_y/E_y	0.0021		
Mu	Momen ultimate		22.679	kN m	
\emptyset	Faktor reduksi		0.9		TABEL 21.22
Mn	Momen nominal	M_u/\emptyset	25.199	kN m	
			25198957. 52	Nm m	
b	Lebar peninjauan		1750	mm	
d atau z			125	mm	
	Mencari nilai a dengan persamaan $M_n = (0.85 \times f'_c \times a \times b) \times (d - a/2)$				
a	Notasi a untuk mencari tinggi tekan	$0.85 \times f'_c \times a^2 \times b$	37187.5	a^2	
b	Notasi b untuk mencari tinggi tekan	$-1.7 \times f'_c \times a \times b \times d$	-9296875	a	
c	Notasi c untuk mencari tinggi tekan	2Mn	50397915. 04		
a1		$(-b + (b^2 - 4 \times a \times c)) / (2 \times a)$	244.45610 89	mm	
a2		$(-b - (b^2 - 4 \times a \times c)) / (2 \times a)$	5.544	mm	
a	Tinggi daerah tekan (diambil terkecil)		5.5438911 21	mm	
Ts		$A_s \times f_y$			
Cc		$0.85 \times f'_c \times a \times b$			
	Mencari A_s dengan persamaan $T_s = C_c$				
A_s	Luas tulangan yang dibutuhkan	$0.85 \times f'_c \times a \times b / f_y$	490.865	mm 2	

As balance	Luas tulangan saat kondisi balance	$0.85 \cdot \beta_1 \cdot (f_c' / f_y) \cdot (600 / (600 + f_y)) \cdot (b \cdot d)$	9031.250	mm ²	
As maks	Luas tulangan maksimum	$0.75 \cdot A_s b$	6773.438	mm ²	
As min	Luas tulangan minimum	$(f_c')^{0.5} / (4 \cdot f_y) \cdot b \cdot d$	651.042	mm ²	
		$(1.4 / f_y) \cdot b \cdot d$	729.167	mm ²	
		$0.002 A_g$	525	mm ²	
As min pakai	Luas tulangan minimum di pakai		525	mm ²	
As pakai	Luas tulangan yang di pakai		525.000	mm ²	
As tulangan	Luas 1 tulangan	$0.25 \cdot \pi \cdot d^2$	78.540	mm ²	
s	Jarak antar tulangan	$A_s \text{ tul} \cdot b / A_s \text{ pakai}$	261.80	mm	
s terpasang	Jarak antar tulangan yang dipasang		250	mm	Manual
As	Luas tulangan yang terpasang	$(b/s \text{ digunakan}) \cdot A_s \text{ tulangan}$	549.779	mm ²	
	Kontrol jarak antar tulangan, $s \leq 2h$	2h	300	mm	OK
	Kontrol jarak antar tulangan, $s \leq 450 \text{ mm}$		450	mm	OK
CONTROL					
	Mencari nilai a dengan persamaan $T_s = Cc$				
a terpasang	Tinggi bagian tekan yang terpasang	$(A_s \cdot f_y) / (0.85 \cdot f_c' \cdot 1000)$	1.5523163 7	mm	
c terpasang	Tinggi bagian netral yang terpasang	a / β	1.8262545 53	mm	

ϵ_y		$(\epsilon_{cu} * d/c) - \epsilon_{cu}$	0.2023382 97		Asumsi benar tulangan sudah leleh
ϵ_t		$(\epsilon_{cu} * d/c) - \epsilon_{cu}$	0.2023382 97		Asumsi benar tulangan terkendali tarik
Mn		$(A_s * f_y * (d - a/2)) / 100000$	28.223320 7		
ØMn	0,9 Mn desain > MU	0,9 * Mn	25.400988 63		
Maka dari hasil perhitungan digunakan tulangan pokok			D10-250		

Gambar L-2. 3 Analisis Kebutuhan Tulangan Pelat S3B Arah Pendek Daerah Lapangan Berdasarkan Perhitunagn Momen SNI 2847-2019

Ecu	Regangan maks beton		0.003		Diketahui SNI
Tinjauan Pelat tiap lebar 1 meter					
Asumsi menggunakan tulangan diameter					10
b	=	1750	mm		
h	=	150	mm		
d	=	125	mm		
β_1	=	0.85			
Ey	regangan baja	f_y / E_y	0.0021		
Mu	Momen ultimate		12.212	kN m	

Ø	Faktor reduksi		0.9		TABEL 21.22
Mn	Momen nominal	Mu/Ø	13.569	kN m	
			13568669. 43	Nm m	
b	Lebar peninjauan		1750	mm	
d atau z			125	mm	
	Mencari nilai a dengan persamaan Mn = (0.85 x f'c x a x b) x (d - a/2)				
a	Notasi a untuk mencari tinggi tekan	$0.85 \cdot f'_c \cdot a^2 \cdot b$	37187.5	a ²	
b	Notasi b untuk mencari tinggi tekan	$-1.7 \cdot f'_c \cdot a \cdot b \cdot d$	-9296875	a	
c	Notasi c untuk mencari tinggi tekan	2Mn	27137338. 87		
a1		$(-b + (b^2 - 4 \cdot a \cdot c)) / (2 \cdot a)$	247.04612 42	mm	
a2		$(-b - (b^2 - 4 \cdot a \cdot c)) / (2 \cdot a)$	2.954	mm	
a	Tinggi daerah tekan (diambil terkecil)		2.9538757 94	mm	
Ts		As · fy			
Cc		$0.85 \cdot f'_c \cdot a \cdot b$			
	Mencari As dengan persamaan Ts = Cc				
As	Luas tulangan yang dibutuhkan	$0.85 \cdot f'_c \cdot a \cdot b / f_y$	261.541	mm ^2	
As balance	Luas tulangan saat kondisi balance	$0.85 \cdot \beta_1 \cdot (f'_c / f_y) \cdot (600 / (600 + f_y)) \cdot (b \cdot d)$	5533.854	mm ^2	

As maks	Luas tulangan maksimum	$0.75 \cdot A_{sb}$	4150.391	mm ²	
As min	Luas tulangan minimum	$(f_c')^{0.5} / (4 \cdot f_y) \cdot b \cdot d$	651.042	mm ²	
		$(1.4 / f_y) \cdot b \cdot d$	729.167	mm ²	
		$0.002 A_g$	525	mm ²	
As min pakai	Luas tulangan minimum di pakai		525	mm ²	
As pakai	Luas tulangan yang di pakai		525.000	mm ²	
As tulangan	Luas 1 tulangan	$0.25 \cdot \pi \cdot d^2$	78.540	mm ²	
s	Jarak antar tulangan	$A_{s \text{ tul}} \cdot b / A_{s \text{ pakai}}$	261.80	mm	
s terpasang	Jarak antar tulangan yang dipasang		250	mm	Manual
As	Luas tulangan yang terpasang	$(b/s \text{ digunakan}) \cdot A_{s \text{ tulangan}}$	549.779	mm ²	
	Kontrol jarak antar tulangan, $s \leq 2h$	2h	300	mm	OK
	Kontrol jarak antar tulangan, $s \leq 450 \text{ mm}$		450	mm	OK
CONTROL					
	Mencari nilai a dengan persamaan $T_s = C_c$				
a terpasang	Tinggi bagian tekan yang terpasang	$(A_s \cdot f_y) / (0.85 \cdot f_c' \cdot 1000)$	1.5523163 7	mm	
c terpasang	Tinggi bagian netral yang terpasang	a / β	1.8262545 53	mm	
ϵ_y		$(\epsilon_{cu} \cdot d / c) - \epsilon_{cu}$	0.2023382 97		Asumsi benar tulangan sudah leleh

ϵ_t		$(\epsilon_{cu} * d/c) - \epsilon_{cu}$	0.2023382 97		Asumsi benar tulangan terkendali tarik
Mn		$(A_s * f_y * (d - a/2)) / 100000$	28.522347 12		
ØMn	0,9 Mn desain > MU	0,9 * Mn	25.670112 41		
Maka dari hasil perhitungan digunakan tulangan pokok			D10-250		

Gambar L-2. 4 Analisis Kebutuhan Tulangan Pelat S3 Arah Memanjang Daerah Tumpuan Berdasarkan Perhitunagn Momen SNI 2847-2019

Ecu	Regangan maks beton		0.003		Diketahui SNI
Tinjauan Pelat tiap lebar 1 meter					
Asumsi menggunakan tulangan diameter					
b	=	1750	mm		
h	=	150	mm		
d	=	125	mm		
β_1	=	0.85			
Ey	regangan baja	f_y / E_y	0.0021		
Mu	Momen ultimate		50.693	kN m	
Ø	Faktor reduksi		0.9		TABEL 21.22
Mn	Momen nominal	M_u / ϕ	56.325	kN m	

			56325272	N m m	
b	Lebar peninjauan		1750	m m	
d atau z			125	m m	
	Mencari nilai a dengan persamaan $M_n = (0.85 \times f'_c \times a \times b) \times (d - a/2)$				
a	Notasi a untuk mencari tinggi tekan	$0.85 \times f'_c \times a^2 \times b$	37187.5	a^2	
b	Notasi b untuk mencari tinggi tekan	$-1.7 \times f'_c \times a \times b \times d$	-9296875	a	
c	Notasi c untuk mencari tinggi tekan	$2M_n$	11265054 4		
a1		$(-b + (b^2 - 4 \times a \times c)) / (2 \times a)$	237.23075 19	m m	
a2		$(-b - (b^2 - 4 \times a \times c)) / (2 \times a)$	12.769	m m	
a	Tinggi daerah tekan (diambil terkecil)		12.769248 09	m m	
Ts		$A_s \times f_y$			
Cc		$0.85 \times f'_c \times a \times b$			
	Mencari A_s dengan persamaan $T_s = C_c$				
A_s	Luas tulangan yang dibutuhkan	$0.85 \times f'_c \times a \times b / f_y$	1130.611	m m^2	

As balance	Luas tulangan saat kondisi balance	$0.85 \cdot \beta_1 \cdot (f_c' / f_y) \cdot (600 / (600 + f_y)) \cdot (b \cdot d)$	5533.854	m m ²	
As maks	Luas tulangan maksimum	$0.75 \cdot A_s b$	4150.391	m m ²	
As min	Luas tulangan minimum	$(f_c')^{0.5} / (4 \cdot f_y) \cdot b \cdot d$	651.042	m m ²	
		$(1.4 / f_y) \cdot b \cdot d$	729.167	m m ²	
		$0.002 A_g$	525	m m ²	
As min pakai	Luas tulangan minimum di pakai		1130.6105 08	m m ²	
As pakai	Luas tulangan yang di pakai		1130.6105 08	m m ²	
As tulangan	Luas 1 tulangan	$0.25 \cdot \pi \cdot d^2$	78.540	m m ²	
s	Jarak antar tulangan	$A_s \text{ tul} \cdot b / A_s \text{ pakai}$	121.57	m m	
s terpasang	Jarak antar tulangan yang dipasang		120	m m	Manual
As	Luas tulangan yang terpasang	$(b/s \text{ digunakan}) \cdot A_s \text{ tulangan}$	1145.372	m m ²	

	Kontrol jarak antar tulangan, $s \leq 2h$	2h	300	m m	OK
	Kontrol jarak antar tulangan, $s \leq 450$ mm		450	m m	OK
CONTROL					
	Mencari nilai a dengan persamaan $T_s = C_c$				
a terpasang	Tinggi bagian tekan yang terpasang	$(A_s \cdot f_y) / (0,85 \cdot f_c' \cdot 1000)$	1.5523163 7	m m	
c terpasang	Tinggi bagian netral yang terpasang	a/β	1.8262545 53	m m	
ϵ_y		$(\epsilon_{cu} \cdot d/c) - \epsilon_{cu}$	0.2023382 97		Asumsi benar tulangan sudah leleh
ϵ_t		$(\epsilon_{cu} \cdot d/c) - \epsilon_{cu}$	0.2023382 97		Asumsi benar tulangan terkendali tarik
Mn		$(A_s \cdot f_y \cdot (d - a/2)) / 100000$	57.060682 79		
ØMn	0,9 Mn desain > MU	0,9*Mn	51.354614 51		
Maka dari hasil perhitungan digunakan tulangan pokok			D10-120		

Gambar L-2. 5 Analisis Kebutuhan Tulangan Pelat S3 Arah Memanjang Daerah Lapangan Berdasarkan Perhitunagn Momen SNI 2847-2019

Ecu	Regangan maks beton		0.003		Diketahui SNI
Tinjauan Pelat tiap lebar 1 meter					
Asumsi menggunakan tulangan diameter					
					10

b	=	1750	mm		
h	=	150	mm		
d	=	125	mm		
β_1	=	0.85			
Ey	regangan baja	fy/Ey	0.0021		
Mu	Momen ultimate		50.693	kN m	
ϕ	Faktor reduksi		0.9		TABEL 21.22
Mn	Momen nominal	Mu/ ϕ	56.325	kN m	
			56325272	N m m	
b	Lebar peninjauan		1750	m m	
d atau z			125	m m	
	Mencari nilai a dengan persamaan $M_n = (0.85 \times f'_c \times a \times b) \times (d - a/2)$				
a	Notasi a untuk mencari tinggi tekan	$0.85 \times f'_c \times a^2 \times b$	37187.5	a ²	
b	Notasi b untuk mencari tinggi tekan	$-1.7 \times f'_c \times a \times b \times d$	-9296875	a	
c	Notasi c untuk mencari tinggi tekan	2Mn	11265054 4		
a1		$(-b + (b^2 - 4 \times a \times c)) / (2 \times a)$	237.23075 19	m m	

a2		$(-b - (b^2 - 4*a*c)) / (2*a)$	12.769	m	
a	Tinggi daerah tekan (diambil terkecil)		12.769248 09	m	
Ts		$As * fy$			
Cc		$0.85 * fc' * a * b$			
	Mencari As dengan persamaan Ts = Cc				
As	Luas tulangan yang dibutuhkan	$0.85 * fc' * a * b / fy$	1130.611	m	
				m ²	
As balance	Luas tulangan saat kondisi balance	$0.85 * \beta_1 * (fc' / fy) * (600 / (600 + fy)) * (b * d)$	5533.854	m	
				m ²	
As maks	Luas tulangan maksimum	$0.75 * Asb$	4150.391	m	
				m ²	
As min	Luas tulangan minimum	$(fc')^{0.5} / (4 * fy) * b * d$	651.042	m	
				m ²	
		$(1.4 / fy) * b * d$	729.167	m	
				m ²	
		$0.002 Ag$	525	m	
				m ²	
As min pakai	Luas tulangan minimum di pakai		1130.6105 08	m	
				m ²	

As pakai	Luas tulangan yang di pakai		1130.6105 08	m m ²	
As tulangan	Luas 1 tulangan	$0.25 \cdot \pi \cdot d^2$	78.540	m m ²	
s	Jarak antar tulangan	As tul*b/As pakai	121.57	m m	
s terpasang	Jarak antar tulangan yang dipasang		120	m m	Manual
As	Luas tulangan yang terpasang	(b/s digunakan)*As tulangan	1145.372	m m ²	
	Kontrol jarak antar tulangan, $s \leq 2h$	2h	300	m m	OK
	Kontrol jarak antar tulangan, $s \leq 450$ mm		450	m m	OK
CONTROL					
	Mencari nilai a dengan persamaan $T_s = C_c$				
a terpasang	Tinggi bagian tekan yang terpasang	$(A_s \cdot f_y) / (0,85 \cdot f_c' \cdot 1000)$	1.5523163 7	m m	
c terpasang	Tinggi bagian netral yang terpasang	a / β	1.8262545 53	m m	
ϵ_y		$(\epsilon_{cu} \cdot d/c) - \epsilon_{cu}$	0.2023382 97		Asumsi benar tulangan sudah leleh
ϵ_t		$(\epsilon_{cu} \cdot d/c) - \epsilon_{cu}$	0.2023382 97		Asumsi benar tulangan terkendali tarik
Mn		$(A_s \cdot f_y \cdot (d-a/2)) / 100000$	57.060682 79		
ØMn	0,9 Mn desain > MU	0,9*Mn	51.354614 51		

Maka dari hasil perhitungan digunakan tulangan pokok		D10-120		
--	--	---------	--	--

Gambar L-2. 6 Analisis Kebutuhan Tulangan Pelat S3 Arah Pendek Daerah Tumpuan Berdasarkan Perhitunagn Momen SNI 2847-2019

Ecu	Regangan maks beton		0.003		Diketahui SNI
Tinjauan Pelat tiap lebar 1 meter					
Asumsi menggunakan tulangan diameter					
					10
b	=	1750	mm		
h	=	150	mm		
d	=	125	mm		
β_1	=	0.85			
Ey	regangan baja	f_y/E_y	0.0021		
Mu	Momen ultimate		29.446	kN m	
ϕ	Faktor reduksi		0.9		TABEL 21.22
Mn	Momen nominal	M_u/ϕ	32.718	kN m	

			32717644.36	Nm m	
b	Lebar peninjauan		1750	mm	
d atau z			125	mm	
	Mencari nilai a dengan persamaan $M_n = (0.85 \times f'_c \times a \times b) \times (d - a/2)$				
a	Notasi a untuk mencari tinggi tekan	$0.85 \times f'_c \times a^2 \times b$	37187.5	a^2	
b	Notasi b untuk mencari tinggi tekan	$-1.7 \times f'_c \times a \times b \times d$	-9296875	a	
c	Notasi c untuk mencari tinggi tekan	2Mn	65435288.71		
a1		$(-b + (b^2 - 4 \times a \times c)) / (2 \times a)$	242.7514144	mm	
a2		$(-b - (b^2 - 4 \times a \times c)) / (2 \times a)$	7.249	mm	
a	Tinggi daerah tekan (diambil terkecil)		7.248585581	mm	
Ts		$A_s \times f_y$			
Cc		$0.85 \times f'_c \times a \times b$			
	Mencari A_s dengan persamaan $T_s = C_c$				
A_s	Luas tulangan yang dibutuhkan	$0.85 \times f'_c \times a \times b / f_y$	641.802	mm ²	
A_s balance	Luas tulangan saat kondisi balance	$0.85 \times \beta_1 \times (f'_c / f_y) \times (600 / (600 + f_y)) \times (b \times d)$	9031.250	mm ²	
A_s maks	Luas tulangan maksimum	$0.75 \times A_s b$	6773.438	mm ²	
A_s min	Luas tulangan minimum	$(f'_c)^{0.5} / (4 \times f_y) \times b \times d$	651.042	mm ²	

		$(1.4/f_y) \cdot b \cdot d$	729.167	mm ²	
		$0.002 A_g$	525	mm ²	
As min pakai	Luas tulangan minimum di pakai		641.80184 83	mm ²	
As pakai	Luas tulangan yang di pakai		641.80184 83	mm ²	
As tulangan	Luas 1 tulangan	$0.25 \cdot \pi \cdot d^2$	78.540	mm ²	
s	Jarak antar tulangan	$As_{tul} \cdot b / As_{pakai}$	214.15	mm	
s terpasang	Jarak antar tulangan yang dipasang		200	mm	Manual
As	Luas tulangan yang terpasang	$(b/s \text{ digunakan}) \cdot As_{tulangan}$	687.223	mm ²	
	Kontrol jarak antar tulangan, $s \leq 2h$	2h	300	mm	OK
	Kontrol jarak antar tulangan, $s \leq 450 \text{ mm}$		450	mm	OK
CONTROL					
	Mencari nilai a dengan persamaan $T_s = C_c$				
a terpasang	Tinggi bagian tekan yang terpasang	$(As \cdot f_y) / (0,85 \cdot f_c' \cdot 1000)$	1.5523163 7	mm	
c terpasang	Tinggi bagian netral yang terpasang	a/β	1.8262545 53	mm	
ϵ_y		$(\epsilon_{cu} \cdot d/c) - \epsilon_{cu}$	0.2023382 97		Asumsi benar tulangan sudah leleh
ϵ_t		$(\epsilon_{cu} \cdot d/c) - \epsilon_{cu}$	0.2023382 97		Asumsi benar tulangan terkendali tarik
Mn		$(As \cdot f_y \cdot (d-a/2)) / 100000$	35.033134 64		

ϕM_n	0,9 Mn desain > MU	0,9*Mn	31.529821 18		
Maka dari hasil perhitungan digunakan tulangan pokok			D10-200		

Gambar L-2. 7 Analisis Kebutuhan Tulangan Pelat S3 Arah Pendek Daerah Lapangan Berdasarkan Perhitunagn Momen SNI 2847-2019

Ecu	Regangan maks beton		0.003		Diketahui SNI
Tinjauan Pelat tiap lebar 1 meter					
Asumsi menggunakan tulangan diameter					
					10
b	=	1750	mm		
h	=	150	mm		
d	=	125	mm		
β_1	=	0.85			
Ey	regangan baja	fy/Ey	0.0021		
Mu	Momen ultimate		15.855	kN m	
ϕ	Faktor reduksi		0.9		TABEL 21.22
Mn	Momen nominal	Mu/ ϕ	17.617	kN m	

			17617193.11	Nm m	
b	Lebar peninjauan		1750	mm	
d atau z			125	mm	
	Mencari nilai a dengan persamaan $M_n = (0.85 \times f'_c \times a \times b) \times (d - a/2)$				
a	Notasi a untuk mencari tinggi tekan	$0.85 \times f'_c \times a^2 \times b$	37187.5	a^2	
b	Notasi b untuk mencari tinggi tekan	$-1.7 \times f'_c \times a \times b \times d$	-9296875	a	
c	Notasi c untuk mencari tinggi tekan	2Mn	35234386.23		
a1		$(-b + (b^2 - 4 \times a \times c)) / (2 \times a)$	246.150818	mm	
a2		$(-b - (b^2 - 4 \times a \times c)) / (2 \times a)$	3.849	mm	
a	Tinggi daerah tekan (diambil terkecil)		3.849181982	mm	
Ts		$A_s \times f_y$			
Cc		$0.85 \times f'_c \times a \times b$			
	Mencari A_s dengan persamaan $T_s = C_c$				
A_s	Luas tulangan yang dibutuhkan	$0.85 \times f'_c \times a \times b / f_y$	340.813	mm ²	
A_s balance	Luas tulangan saat kondisi balance	$0.85 \times \beta_1 \times (f'_c / f_y) \times (600 / (600 + f_y)) \times (b \times d)$	5533.854	mm ²	
A_s maks	Luas tulangan maksimum	$0.75 \times A_{sb}$	4150.391	mm ²	
A_s min	Luas tulangan minimum	$(f'_c)^{0.5} / (4 \times f_y) \times b \times d$	651.042	mm ²	

		$(1.4/f_y) \cdot b \cdot d$	729.167	mm ²	
		$0.002 A_g$	525	mm ²	
As min pakai	Luas tulangan minimum di pakai		525	mm ²	
As pakai	Luas tulangan yang di pakai		525.000	mm ²	
As tulangan	Luas 1 tulangan	$0.25 \cdot \pi \cdot d^2$	78.540	mm ²	
s	Jarak antar tulangan	$As_{tul} \cdot b / As_{pakai}$	261.80	mm	
s terpasang	Jarak antar tulangan yang dipasang		250	mm	Manual
As	Luas tulangan yang terpasang	$(b/s \text{ digunakan}) \cdot As_{tulangan}$	549.779	mm ²	
	Kontrol jarak antar tulangan, $s \leq 2h$	2h	300	mm	OK
	Kontrol jarak antar tulangan, $s \leq 450 \text{ mm}$		450	mm	OK
CONTROL					
	Mencari nilai a dengan persamaan $T_s = C_c$				
a terpasang	Tinggi bagian tekan yang terpasang	$(A_s \cdot f_y) / (0,85 \cdot f_c' \cdot 1000)$	1.5523163 7	mm	
c terpasang	Tinggi bagian netral yang terpasang	a/β	1.8262545 53	mm	
ϵ_y		$(\epsilon_{cu} \cdot d/c) - \epsilon_{cu}$	0.2023382 97		Asumsi benar tulangan sudah leleh
ϵ_t		$(\epsilon_{cu} \cdot d/c) - \epsilon_{cu}$	0.2023382 97		Asumsi benar tulangan terkendali tarik
Mn		$(A_s \cdot f_y \cdot (d-a/2)) / 100000$	28.418980 86		

ØMn	0,9 Mn desain > MU	0,9*Mn	25.577082 77		
Maka dari hasil perhitungan digunakan tulangan pokok			D10-250		

Gambar L-2. 8 Analisis Kebutuhan Tulangan Pelat S1A Arah Memanjang Daerah Tumpuan Berdasarkan Perhitunagn Momen SNI 2847-2019

Ecu	Regangan maks beton		0.003		Diketahui SNI
Tinjauan Pelat tiap lebar 1 meter					
Asumsi menggunakan tulangan diameter					
					10
b	=	1750	mm		
h	=	150	mm		
d	=	125	mm		
β1	=	0.85			
Ey	regangan baja	fy/Ey	0.0021		
Mu	Momen ultimate		29.976	kN m	

\emptyset	Faktor reduksi		0.9		TABEL 21.22
Mn	Momen nominal	Mu/ \emptyset	33.307	kN m	
			33306720. 66	Nm m	
b	Lebar peninjauan		1750	m m	
d atau z			125	m m	
	Mencari nilai a dengan persamaan $Mn = (0.85 \times f'c \times a \times b) \times (d - a/2)$				
a	Notasi a untuk mencari tinggi tekan	$0.85 \times f'c \times a^2 \times b$	37187.5	a^2	
b	Notasi b untuk mencari tinggi tekan	$-1.7 \times f'c \times a \times b \times d$	-9296875	a	
c	Notasi c untuk mencari tinggi tekan	2Mn	66613441. 32		
a1		$(-b + (b^2 - 4 \times a \times c)) / (2 \times a)$	242.61681 08	m m	
a2		$(-b - (b^2 - 4 \times a \times c)) / (2 \times a)$	7.383	m m	

a	Tinggi daerah tekan (diambil terkecil)		7.3831891 99	m m	
Ts		As*fy			
Cc		0.85*fc'*a*b			
	Mencari As dengan persamaan Ts = Cc				
As	Luas tulangan yang dibutuhkan	0.85*fc'*a*b/fy	653.720	m m²	
As balance	Luas tulangan saat kondisi balance	0.85*β1*(fc'/fy)*(600/(600+fy))*(b*d)	5533.854	m m²	
As maks	Luas tulangan maksimum	0.75*Asb	4150.391	m m²	
As min	Luas tulangan minimum	(fc')^0.5/(4*fy)*b*d	651.042	m m²	
		(1.4/fy)*b*d	729.167	m m²	
		0.002 Ag	525	m m²	

As min pakai	Luas tulangan minimum di pakai		653.71987 7	m m ²	
As pakai	Luas tulangan yang di pakai		653.71987 7	m m ²	
As tulangan	Luas 1 tulangan	$0.25 \cdot \pi \cdot d^2$	78.540	m m ²	
s	Jarak antar tulangan	As tul*b/As pakai	210.25	m m	
s terpasang	Jarak antar tulangan yang dipasang		200	m m	Manual
As	Luas tulangan yang terpasang	(b/s digunakan)*As tulangan	687.223	m m ²	
	Kontrol jarak antar tulangan, $s \leq 2h$	2h	300	m m	OK
	Kontrol jarak antar tulangan, $s \leq 450$ mm		450	m m	OK
CONTROL					
	Mencari nilai a dengan persamaan $T_s = C_c$				
a terpasang	Tinggi bagian tekan yang terpasang	$(A_s \cdot f_y) / (0,85 \cdot f_c' \cdot 1000)$	1.5523163 7	m m	

c terpasang	Tinggi bagian netral yang terpasang	a/β	1.8262545 53	m m	
ϵ_y		$(\epsilon_{cu} * d/c) - \epsilon_{cu}$	0.2023382 97		Asumsi benar tulangan sudah leleh
ϵ_t		$(\epsilon_{cu} * d/c) - \epsilon_{cu}$	0.2023382 97		Asumsi benar tulangan terkendali tarik
Mn		$(A_s * f_y * (d - a/2)) / 100000$	35.013709 06		
ϕM_n	0,9 Mn desain > MU	0,9 * Mn	31.512338 16		
Maka dari hasil perhitungan digunakan tulangan pokok			D10-200		

Gambar L-2. 9 Analisis Kebutuhan Tulangan Pelat S1A Arah Memanjang Daerah Lapangan Berdasarkan Perhitunagn Momen SNI 2847-2019

Ecu	Regangan maks beton		0.003		Diketahui SNI
Tinjauan Pelat tiap lebar 1 meter					
Asumsi menggunakan tulangan diameter					
					10
b	=	1750	mm		
h	=	150	mm		
d	=	125	mm		

β_1	=	0.85			
E_y	regangan baja	f_y/E_y	0.0021		
M_u	Momen ultimate		16.141	kN m	
ϕ	Faktor reduksi		0.9		TABEL 21.22
M_n	Momen nominal	M_u/ϕ	17.934	kN m	
			17934388.05	N m m	
b	Lebar peninjauan		1750	m m	
d atau z			125	m m	
	Mencari nilai a dengan persamaan $M_n = (0.85 \times f'_c \times a \times b) \times (d - a/2)$				
a	Notasi a untuk mencari tinggi tekan	$0.85 \times f'_c \times a^2 \times b$	37187.5	a^2	
b	Notasi b untuk mencari tinggi tekan	$-1.7 \times f'_c \times a \times b \times d$	-9296875	a	
c	Notasi c untuk mencari tinggi tekan	$2M_n$	35868776.1		
a_1		$(-b + (b^2 - 4 \times a \times c)) / (2 \times a)$	246.0803926	m m	
a_2		$(-b - (b^2 - 4 \times a \times c)) / (2 \times a)$	3.920	m m	
a	Tinggi daerah tekan (diambil terkecil)		3.919607355	m m	
T_s		$A_s \times f_y$			

Cc		$0.85 \cdot f_c' \cdot a \cdot b$			
	Mencari As dengan persamaan $T_s = C_c$				
As	Luas tulangan yang dibutuhkan	$0.85 \cdot f_c' \cdot a \cdot b / f_y$	347.049	m m ²	
As balance	Luas tulangan saat kondisi balance	$0.85 \cdot \beta_1 \cdot (f_c' / f_y) \cdot (600 / (600 + f_y)) \cdot (b \cdot d)$	5533.854	m m ²	
As maks	Luas tulangan maksimum	$0.75 \cdot A_{sb}$	4150.391	m m ²	
As min	Luas tulangan minimum	$(f_c')^{0.5} / (4 \cdot f_y) \cdot b \cdot d$	651.042	m m ²	
		$(1.4 / f_y) \cdot b \cdot d$	729.167	m m ²	
		$0.002 A_g$	525	m m ²	
As min pakai	Luas tulangan minimum di pakai		525	m m ²	
As pakai	Luas tulangan yang di pakai		525.000	m m ²	
As tulangan	Luas 1 tulangan	$0.25 \cdot \pi \cdot d^2$	78.540	m m ²	
s	Jarak antar tulangan	$A_s \text{ tul} \cdot b / A_s \text{ pakai}$	261.80	m m	

s terpasang	Jarak antar tulangan yang dipasang		250	m m	Manual
As	Luas tulangan yang terpasang	(b/s digunakan)*As tulangan	549.779	m m ²	
	Kontrol jarak antar tulangan, $s \leq 2h$	2h	300	m m	OK
	Kontrol jarak antar tulangan, $s \leq 450$ mm		450	m m	OK
CONTROL					
	Mencari nilai a dengan persamaan $T_s = C_c$				
a terpasang	Tinggi bagian tekan yang terpasang	$(A_s * f_y) / (0,85 * f_c' * 1000)$	1.5523163 7	m m	
c terpasang	Tinggi bagian netral yang terpasang	a / β	1.8262545 53	m m	
ϵ_y		$(\epsilon_{cu} * d / c) - \epsilon_{cu}$	0.2023382 97		Asumsi benar tulangan sudah leleh
ϵ_t		$(\epsilon_{cu} * d / c) - \epsilon_{cu}$	0.2023382 97		Asumsi benar tulangan terkendali tarik
Mn		$(A_s * f_y * (d - a / 2)) / 100000$	28.41085		
ØMn	0,9 Mn desain > MU	0,9 * Mn	25.569765		
Maka dari hasil perhitungan digunakan tulangan pokok			D10-250		