

**ANALISIS PERHITUNGAN STRUKTUR GEDUNG PADA
PROYEK PEMBANGUNAN PASAR BARU PANYABUNGAN**

SKRIPSI

OLEH:

**FA'ANOLI TELAUMBANUA
188110032**



**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MEDAN AREA
MEDAN
2023**

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

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

Document Accepted 13/12/23

Access From (repository.uma.ac.id)13/12/23

**ANALISIS PERHITUNGAN STRUKTUR GEDUNG
PADA PROYEK PEMBANGUNAN PASAR BARU
PANYABUNGAN**

SKRIPSI

Diajukan sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh
Gelar Sarjana di Fakultas Teknik
Universitas Medan Area



OLEH:

**FA'ANOLI TELAUMBANUA
188110032**

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MEDAN AREA

MEDAN

2023

HALAMAN PENGESAHAN

Judul Skripsi : Analisis Perhitungan Struktur Gedung pada Proyek
Pembangunan Pasar Bura Panyabungan
Nama : Fa'anoli Telaumbanua
NPM : 188110032
Program Studi : Teknik Sipil
Fakultas : Teknik

Disetujui Oleh:
Komisi Pembimbing


Ir. Nurmaidah, MT
Pembimbing


Dr. Rahmat Sidiq Kom, M.Kom
Dekan


Dr. Rully Salsidri, ST, MT, Ka
Program Studi

Tanggal Lulus: 07 Agustus 2023

BALAPAN KEHNYATAAN

Saya menyatakan bahwa skripsi yang saya submit, sebagai syarat memperoleh gelar sarjana merupakan hasil karya tulis sendiri. Adapun bagian-bagian tertentu dalam penulisan skripsi ini yang saya kutip dari hasil karya orang lain telah dituliskan sumbernya secara jelas sesuai dengan norma, kaidah, dan etika penulisan ilmiah. Saya bersedia menyetujui sanksi penaubatan gelar akademik yang saya peroleh dan sanksi-sanksi lainnya dengan peraturan yang berlaku, apabila di kemudian hari ditemukan adanya plagiat dalam skripsi ini.



**HALAMAN PERNYATAAN PERSetujuan PUBLIKASI
SKRIPSI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai penulis akademik Universitas Medan Area, saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama	Fa'anoli Telaumbanua
NPM	181110432
Program Studi	Teknik Sipil
Fakultas	Teknik
Form karya	Skripsi

Pada pengembangan ilmu pengetahuan, saya setuju untuk memberikan kepada Universitas Medan Area Hak Bebas Royalti Non-eksklusif (Non Exclusive Royalty Free-Right) atas karya ilmiah saya yang berjudul : Redesain Struktur Gedung Fakultas Teknik Universitas Medan Area menggunakan Metode FEM Stah. Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan hak Bebas Royalti Non-eksklusif ini Universitas Medan Area berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, menyebarluaskan dalam bentuk publikasi data (distribusi), memuat, dan memperbaikinya skripsi saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/peserta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Ditandatangani di : Medan,
Pada tanggal : 07 Agustus 2022
Yang menyatakan,


(Fa'anoli Telaumbanua)



RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di desa Laehuwa Kecamatan Siduaori Kabupaten Nias Selatan Provinsi Sumatera Utara pada tanggal 26 Desember 1999 dari ayah Sasabadiu Telaumbanua dan Ibu Yuliana Silini Laia Penulis merupakan anak Pertama dari empat bersaudara. Tahun 2018 Penulis lulus dari SMA Negeri 3 Teluk Meranti dan pada tahun 2018 terdaftar sebagai mahasiswa Fakultas Teknik Universitas Medan Area Penulis melaksanakan praktek kerja lapangan (PKL) di PT. Adhi Karya (Persero) Tbk. – Departemen Gedung pada tahun 2021 selama tiga bulan



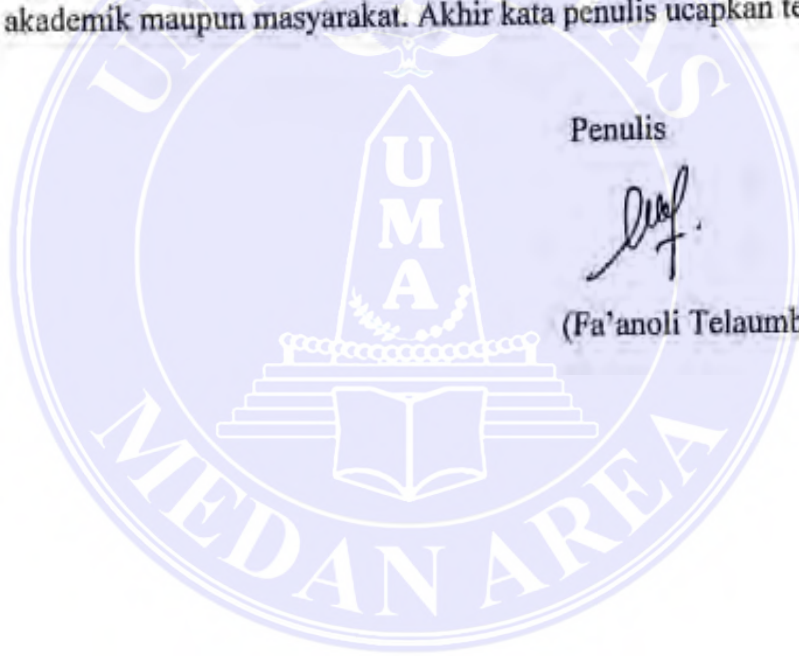
KATA PENGHANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Tuhan yang maha kuasa atas segala karunia-Nya sehingga Skripsi ini berhasil diselesaikan. Tema yang dipilih dalam skripsi ini ialah Struktur dengan judul Analisis Perhitungan Struktur Gedung Pada Proyek Pembangunan Pasar Baru Panyabungan. Terima kasih penulis sampaikan kepada Ibu Ir. Nurmaidah, M.T. selaku dosen pembimbing dan Ibu Tika Ermita Wulandari, S.T., M.T. selaku Ka. Prodi Teknik Sipil yang telah banyak memberikan saran. Disamping itu penghargaan penulis sampaikan kepada Bapak Ronald Sianturi yang telah banyak membantu penulis selama penyusunan skripsi. Ungkapan terima kasih juga disampaikan kepada Ayah, Ibu serta seluruh keluarga atas segala doa dan perhatiannya. Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan, oleh karena itu, kritik dan saran sangat penulis harapkan demi kesempurnaan skripsi ini. Penulis berharap skripsi ini dapat bermanfaat bagi kalangan akademik maupun masyarakat. Akhir kata penulis ucapkan terima kasih.

Penulis



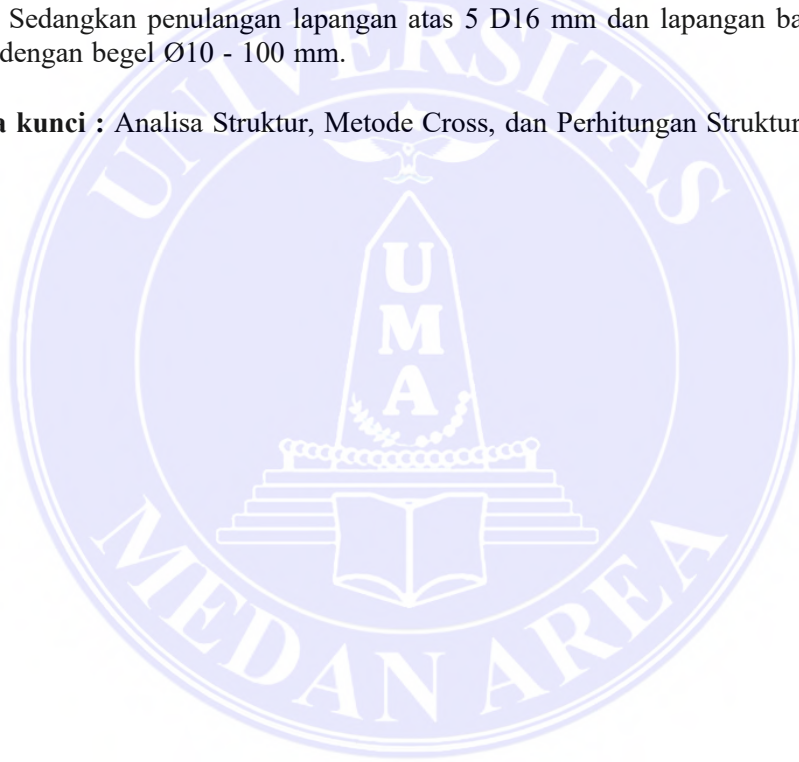
(Fa'anoli Telaumbanua)



ABSTRAK

Tujuan dari Skripsi ini adalah suatu analisa perhitungan penulangan dan pendimensian pada komponen struktur balok beton bertulang. Dimana perhitungan manual pada suatu portal yang dibebani oleh beban terbagi rata dengan menggunakan Metode Cross (Hardy Cross), dan Kekakuan. Berdasarkan perhitungan dimensi desain struktur yang dilakukan pada “Metode Cross” penulangan balok yang paling kuat terletak pada bentang I-J dengan ukuran penampang 400 mm x 600 mm didapatkan penulangan pada tumpuan atas 12 D16 mm dan tumpuan bawah 4 D16 mm dengan begel Ø10 - 70 mm. Sedangkan penulangan lapangan atas 9 D16 mm dan lapangan bawah 4 D16 mm dengan begel Ø10 - 150 mm. dan berdasarkan pada kondisi dilapangan/dilokasi penelitian penulangan dengan ukuran penampang 400 mm x 600 mm penulangan pada tumpuan atas 9 D16 mm dan tumpuan bawah 5 D16 mm dengan begel 10 - 100 mm. Sedangkan penulangan lapangan atas 5 D16 mm dan lapangan bawah 9 D16 mm dengan begel Ø10 - 100 mm.

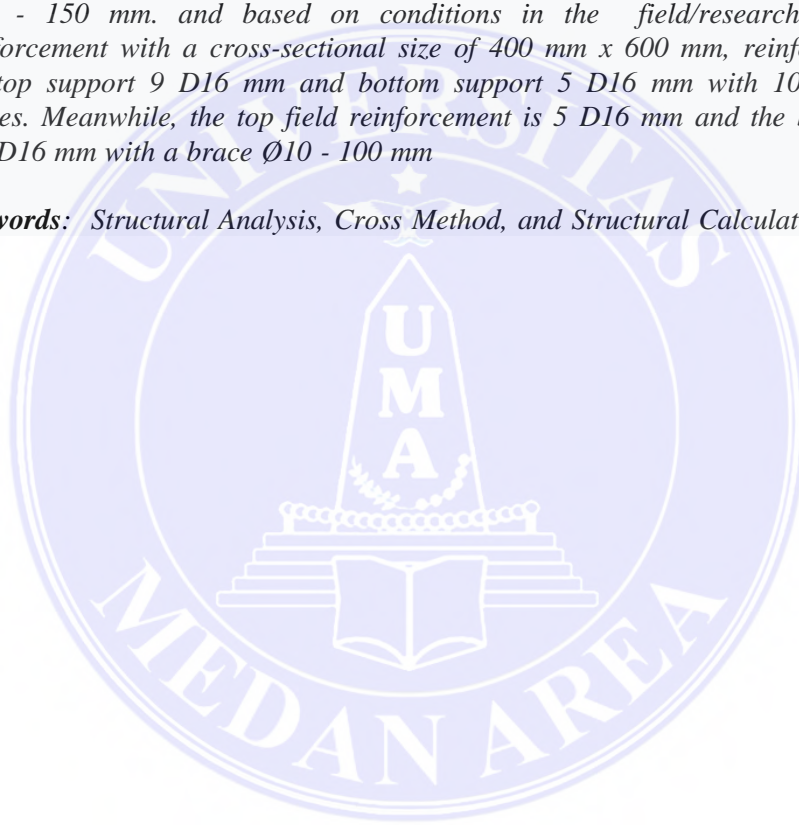
Kata kunci : Analisa Struktur, Metode Cross, dan Perhitungan Struktur



ABSTRACK

The aim of this thesis is an analysis of reinforcement and dimensioning calculations for reinforced concrete beam structural components. Where manual calculations on a portal that is burdened by an evenly distributed load using the Cross (Hardy Cross) and Stiffness Methods. Based on the calculation of structural design dimensions carried out using the "Cross Method", the strongest beam reinforcement is located in the I-J span with a cross-sectional size of 400 mm x 600 mm, it is obtained that the reinforcement at the top support is 12 D16 mm and the bottom support is 4 D16 mm with a $\varnothing 10 - 70$ mm brace. Meanwhile, the top field reinforcement is 9 D16 mm and the bottom field is 4 D16 mm with a brace $\varnothing 10 - 150$ mm. and based on conditions in the field/research location, reinforcement with a cross-sectional size of 400 mm x 600 mm, reinforcement at the top support 9 D16 mm and bottom support 5 D16 mm with 10 - 100 mm braces. Meanwhile, the top field reinforcement is 5 D16 mm and the bottom field is 9 D16 mm with a brace $\varnothing 10 - 100$ mm

Keywords: Structural Analysis, Cross Method, and Structural Calculation



DAFTAR ISI

	Halaman
COVER.....	i
HALAMAN JUDUL.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
RIWAYAT HIDUP.....	vi
KATA PENGHANTAR.....	vii
ABSTRA.....	viii
ABSTRACT.....	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR GAMBAR.....	ix
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Maksud dan Tujuan.....	2
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	3
2.1 Penelitian Terdahulu.....	3
2.2 Uraian umum.....	5
2.2.1 Persyaratan pada struktur.....	5
2.2.2 Analisis dan Perencanaan.....	6
2.3 Perencanaan Struktur.....	7
2.3.1 Struktur Portal.....	7
2.3.2 Pembebanan.....	8
2.4 Metode Distribusi Momen.....	10
2.4.1 Pengertian Metode Distribusi Momen.....	10
2.4.2 Kekakuan (<i>stiffness</i>).....	11
2.4.3 Faktor Induksi (<i>carry over factor</i>).....	13
2.4.4 Faktor Distribusi.....	14
2.4.5 Momen Primer.....	16
2.5 Analisis Free Body, Gambar Bidang Momen, lintang dan Normal... 19	
2.5.1 Analisis Free Body.....	19
2.5.2 Bidang Momen.....	20
2.5.3 Bidang Lintang.....	20
2.5.4 Bidang Normal.....	21
2.6 Perhitungan Penulangan Balok Dengan Tulangan Rangkap.....	21
2.6.1 Pengertian Balok Tulangan Rangkap.....	21
2.6.2 Perencanaan Balok Tulangan Rangkap.....	21
2.6.3 Pemasangan Tulangan Geser.....	25
2.6.4 Perencanaan Tulangan Geser/Begel Balok.....	26
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	29
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian.....	29
3.2 Rancangan Penelitian.....	29
3.3 Pelaksanaan Penelitian.....	30

3.4 Bagan Alur Penelitian.....	31
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	32
4.1 Analisis Struktur Dengan Metode Cross.....	32
4.2 Mutu Bahan Yang Digunakan.....	32
4.2.1 Data – Data Pembebanan Plat	33
4.2.2 Perhitungan Beban Ekvivalen Portal As – C	36
4.2.3 Perhitungan beban pada balok portal As – C.....	38
4.2.4 Perhitungan beban pada anak balok.....	39
4.2.5 Beban terfaktor (Wu).....	41
4.2.6 Menentukan koefisien distribusi	45
4.2.7 Menentukan momen primer	59
4.3 Analisis Free Body, Gambar bidang Momen, Lintang dan Normal	71
4.3.1 Analisis Free Body.....	71
4.3.2 Menggambar Bidang Momen, Lintang dan Normal	89
4.4 Perencanaan Penulangan Balok Dengan Tulangan Rangkap	117
4.4.1 Perhitungan Tulangan Balok Dari Hasil Metode Cross... ..	117
BAB V PENUTUP	185
5.1. Kesimpulan	185
5.2. Saran.....	185
DAFTAR PUSTAKA.....	187
LAMPIRAN	189

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1. Berat Bahan Bangunan.....	8
Tabel 2. Bagian-Bagian Konstruksi.....	9
Tabel 3. Tabel Beban Hidup Pada Plat Lantai.....	10
Tabel 4. Tabel Momen Primer.....	16
Tabel 5. Rasio Tulangan Maksimal (P_{maks}) Dalam Persen %.....	24
Tabel 6. Rasio Tulangan Minimal (P_{min}) Dalam Persen %.....	24
Tabel 7. Faktor Momen Pikul Maksimal (K_{maks}) Dalam Mpa.....	24
Tabel 8. Mutu Beton.....	33
Tabel 9. Mutu Baja.....	33
Tabel 10. Cross Akibat Momen Primer Pada Lantai Dasar.....	67
Tabel 11. Cross Akibat Momen Primer Pada Lantai 2.....	68
Tabel 12. Cross Akibat Momen Primer Pada Lantai 3.....	69
Tabel 13. Cross Akibat Momen Primer Pada Atap.....	70
Tabel 14. Penulangan Balok Bentang F - G.....	174
Tabel 15. Penulangan Balok Bentang G - H.....	175
Tabel 16. Penulangan Balok Bentang H - I.....	176
Tabel 17. Penulangan Balok Bentang I - J.....	177
Tabel 18. Penulangan Balok Bentang K - L.....	178
Tabel 19. Penulangan Balok Bentang L - M.....	179
Tabel 20. Penulangan Balok Bentang M -N.....	180
Tabel 21. Penulangan Balok Bentang N -O.....	181

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1. Macam-macam Portal	7
Gambar 2. Balok (Sendi-Jepit).....	11
Gambar 3. Balok (Sendi-Roll)	13
Gambar 4. Gambar a dan b.....	13
Gambar 5. Angka Distribusi Pada Suatu Struktur.....	14
Gambar 6. Letak Tulangan Pada Balok	21
Gambar 7. Distribusi Regangan dan Tegangan Pada Tulangan Balok.....	22
Gambar 8. Tulangan Geser dan Tulangan Longitudinal Balok.....	25
Gambar 9. Berbagai Jenis Begel Pada Balok.....	25
Gambar 10. Lokasi Geser Maksimal (Vud) Untuk Perencanaan	26
Gambar 11. Lokasi Penelitian	29
Gambar 12. Distribusi Beban Portal Pada As – C Elv. +4.00	35
Gambar 13. Distribusi Beban Portal Pada As – C Elv. +8.00	36
Gambar 14. Portal dua dimensi dengan beban terbagi rata dan beban terpusat	44
Gambar 15. Bidang Momen.....	114
Gambar 16. Bidang Lintang	115
Gambar 17. Bidang Normal	116
Gambar 18. Daerah Penulangan Geser Bentang F – G.....	123
Gambar 19. Daerah Penulangan Geser Bentang G-H.....	130
Gambar 20. Daerah Penulangan Geser Bentang H – I.....	137
Gambar 21. Daerah Penulangan Geser I - J	144
Gambar 22. Daerah Penulangan Geser K - L.....	151
Gambar 23. Daerah Penulangan Gaya Geser L - M	158
Gambar 24. Daerah Geser Bentang N – M	165
Gambar 25. Daerah Penulangan Geser Bentang N – O	172

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Tingkat pertumbuhan penduduk yang semakin tinggi mengakibatkan munculnya tuntutan akan peningkatan ketersediaan sarana dan prasarana yang dibutuhkan manusia seiring dengan perkembangan penduduk yang semakin pesat di Indonesia yang mengakibatkan lahan yang tersedia semakin sempit, maka banyak orang yang merencanakan sebuah bangunan bertingkat seperti: gedung perkantoran, sekolah, rumah sakit, hotel dan lain sebagainya. Bangunan bertingkat tinggi identiknya dibangun menggunakan konstruksi beton bertulang. Dalam perencanaan struktur suatu bangunan bertingkat perlu dilakukan analisis yang mumpuni untuk menjamin keamanan suatu bangunan, maka dari itu desain struktur merupakan faktor yang sangat menentukan untuk menjamin kekuatan dan keamanan suatu struktur bangunan. Gaya-gaya dalam dari sebuah struktur harus mampu ditahan oleh elemen struktur yang telah direncanakan. pada desain struktur bangunan gedung, gaya-gaya dalam memiliki pengaruh terhadap keakuratan desain kekuatan/kapasitas elemen struktur secara aman dan ekonomis. Momen terjadi apabila sebuah gaya yang bekerja mempunyai jarak tertentu dari titik yang akan menahan momen tersebut dan besarnya momen tersebut merupakan besarnya gaya dikalikan jarak.

Metode perhitungan gaya-gaya dalam secara manual dapat digunakan dengan beberapa metode diantaranya metode *Cross* (distribusi momen), metode Matriks dan metode Takabeya sedangkan perhitungan menggunakan komputer yang sering kita jumpai adalah program *SAP2000*, *ETABS*, *STAAD PRO* dan

masih banyak lagi software lainnya. Di Indonesia SAP2000 merupakan software yang sering digunakan oleh engineer dikarenakan fiturnya mudah dipahami dan selalu diperbaharui sesuai dengan peraturan bangunan gedung. Berdasarkan permasalahan tersebut dilakukan analisis perhitungan menggunakan metode Cross. Sebagai objek penelitian yang dijadikan sebagai perhitungan analisis yaitu “Proyek Pembangunan Pasar Baru Panyabungan” yang berlokasi di Jl. Willem Iskandar Kota Panyabungan, Kabupaten Mandailing Natal, Provinsi Sumatera Utara.

1.2 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah dalam skripsi ini ialah:

Bagaimana cara menghitung struktur gedung pada pasar baru panyabungan Menggunakan Metode Cross?

1.3 Batasan Masalah

Agar masalah dapat lebih sederhana, maka perlu dibuat batasan dalam skripsi ini. Adapun batasan masalah dari skripsi ini yaitu :

- a. Perhitungan pembebanan yang diakibatkan oleh beban mati dan beban hidup berdasarkan SNI 03-1727-1989.
- b. Perhitungan dilakukan pada balok dan kolom.

1.4 Maksud dan Tujuan

a. Maksud Penelitian

Maksud dari penelitian ini, yaitu melakukan perhitungan struktur dengan metode cross

b. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ialah untuk menghitung struktur gedung beton bertulang pada pembangunan pasar baru panyabungan menggunakan metode cross

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Terdahulu

Penelitian-penelitian terdahulu sangatlah penting untuk mengetahui bagaimana metode dan hasil penelitian yang telah dilakukan dan dijadikan referensi bagi penulis dalam melakukan penelitian. Berikut penelitian-penelitian yang relevan dengan penelitian penulis :

1. Penelitian dilakukan oleh Munawir dan Rismaliza pada tahun 2019 yang berjudul “Pengaruh Jumlah Siklus Terhadap Keakuratan Hasil Perhitungan Struktur Menggunakan Metode *Cross* (Distribusi Momen)” yang bertujuan mengetahui keakuratan pada metode *cross* dengan dianalisis oleh *software* SAP2000. Adapun hasil dari selisih perbandingan antara metode *Cross* dan SAP2000 terkait gaya dalam berkisar 3,70% - 27,73% untuk momen maksimum 0,00% -8,17% hasil perhitungan antara jumlah siklus dengan SAP2000 dimisalkan dengan momen akhir pada elemen BF balok lantai 2, pada siklus 1 persentase keakuratan sebesar 92,80%, kemudian pada siklus ke-2 terjadi penurunan dengan nilai 91,28%, pada siklus ke-3 kembali mengalami kenaikan dengan nilai 91,90%, pada siklus ke-4 terjadi penurunan dengan nilai 91,67%, pada siklus ke-5 terjadi kenaikan dengan nilai 98,26%. Penurunan dan kenaikan terjadi sampai pada siklus ke-10 dan mencapai keseimbangan mulai siklus 11 dan 12 dengan keakuratan 91,75%. Dapat disimpulkan bahwa metode *Cross* dapat dijadikan acuan analisis struktur sebagaimana SAP2000, terutama untuk struktur portal yang sederhana.
2. Penelitian dilakukan oleh M. Bakri saragih pada tahun 2021 dengan judul “Analisis Perhitungan Struktur dengan menggunakan SAP2000 dan Metode

Cross di Gedung Kantor Dinas Kesehatan Kota Medan” tujuan dari pemelitan tersebut ialah melakukan analisis perhitungan dan pendimensian pada komponen struktur balok beton bertulang. Dimana perhitungan dilakukan menggunakan metode *cross* dan cek melalui SAP2000 versi 14.2.2. Berdasarkan perhitungan dimensi desain struktur yang dilakukan pada “Metode *Cross*” penulangan balok yang paling kuat terletak pada bentang E-F dengan ukuran 200 mm x 500 mm didapatkan pada penulangan tumpuan atas 9D16 mm dan tumpuan bawah 4D16 dengan begel Ø8 – 75 mm .sedangkan penulangan lapangan bawah 6D16 mm dengan begel Ø8 – 200 mm. Berdasarkan perhitungan struktur menggunakan “SAP2000” penulangan balok yang paling kuat terletak pada bentang E-F dengan ukuran penampang 200mm x 500mm didapatkan penulangan pada tumpuan atas 9D16 mm dan tumpuan bawah 4D16mm dengan begel Ø8 – 65 mm dan penulangan lapangan atas 2D16 mm dan lapangan bawa 5D16 mm dengan begel Ø8 – 200 mm dan berdasarkan pada kondisi dilapangan/dilokasi penelitian penulangan dengan ukuran penampang 200 mm x 500 mm penulangan pada tumpuan atas 7D16 mm dan tumpuan baawah 5D16 mm lapangan bawah 7D16 mm dengan begel Ø8 – 200 mm.

3. Penelitian dilakukan oleh Umar Suna, dkk pada tahun 2022 yang berjudul” Analisis Perbandingan Hasil Perhitungan Metode *Cross* dan Metode Kekakuan pada Portal Ekuivalen” yang bertujuan untuk mengetahui perbedaan hasil dari kedua metode pada struktur pada struktur simetris dan tidak simetris, hasil perbandingan hampir sama dengan portal ekuivalen yang

simetris tetapi terdapat perbedaan kolom interior yaitu pada elemen CG dan GK dimana pada portal 2 momen *Cross* jauh lebih besar hingga 152,79% pada elemen CG dan 75,1% pada elemen GK dibanding metode kekakuan sedangkan pada portal 3 momen dari metode kekakuan jauh lebih besar hingga 332, 76 pada elemen CG dan 247,79% pada elemen GK dibanding metode *Cross*.

2.2 Uraian umum

Suatu perancangan struktur pada bangunan bertingkat harus dilakukan dengan baik, karena berhubungan dengan keselamatan dan dana finansial yang jumlahnya besar. Perencanaan yang baik harus sesuai dengan biayanya dan menghemat waktu serta tenaga pelaksananya. Perencanaan pembangunan pasar baru panyabungan mandailing natal ini diharuskan memenuhi beberapa kriteria perencanaan, sehingga konstruksi bangunan tersebut sesuai yang diharapkan, dan tidak terjadi kegagalan dalam proses pelaksanaan dan kerusakan dalam penggunaannya. Tujuan perencanaan struktur adalah untuk menghasilkan suatu struktur yang stabil, cukup kuat, awet, dan memenuhi tujuan-tujuan lainnya seperti ekonomi dan kemudahan pelaksanaan. Suatu struktur disebut stabil bila ia tidak mudah terguling, miring, atau tergeser, selama umur bangunan yang direncanakan. (SNI-03-1729-2002-Hal, 12).

2.2.1 Persyaratan pada struktur

Dalam perencanaan Struktur Beton Bertulang harus dipenuhi Syarat – syarat sebagai berikut :

1. Analisa Struktur harus dilakukan dengan cara mekanika teknik yang baku.

2. Percobaan model diperbolehkan bila diperlukan untuk menunjang analisis teoritis.
3. Analisa struktur harus dilakukan dengan model Matematis yang mensimulasikan keadaan struktur yang sesungguhnya dilihat dari segi sifat bahan dan kekakuan unsur – unsurnya. (*SNI-03-2847-2002-Hal.13*).

2.2.2 Analisis dan Perencanaan

Perencanaan struktur beton bertulang harus mengikuti ketentuan sebagai berikut:

1. Semua komponen struktur harus direncanakan cukup kuat sesuai dengan ketentuan yang dipersyaratkan dalam tata cara ini, dengan menggunakan faktor beban dan faktor reduksi kekuatan yang ditentukan.
2. Komponen struktur non-prategang boleh di rencanakan dengan menggunakan metode beban kerja dan tegangan izin.

Analisis komponen struktur harus memenuhi ketentuan sebagai berikut :

1. Semua komponen struktur rangka atau struktur menerus direncanakan terhadap pengaruh maksimum dari beban terfaktor yang di hitung sesuai dengan metode elastis, atau mengikuti peraturan khusus.
2. Sebagai alternatif, metode pendekatan ini dapat digunakan untuk menentukan momen lentur dan gaya geser untuk perencanaan balok menerus dan pelat satu arah, yaitu pelat beton bertulang dimana tulangnya hanya direncanakan untuk memikul gaya-gaya dalam satu

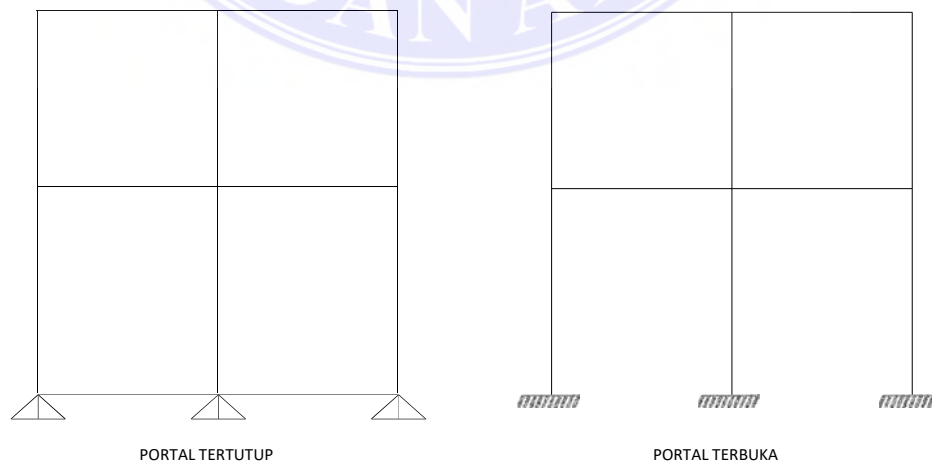
arah (SNI 032847-2002-Hal 278).

2.3 Perencanaan Struktur

2.3.1 Struktur Portal

Portal adalah suatu sistem yang terdiri dari bagian-bagian struktur yang saling berhubungan yang berfungsi menahan beban sebagai suatu kesatuan lengkap yang berdiri sendiri dengan atau tanpa di bantu diafragma-diafragma horizontal atau sistem lantai. Pada dasarnya sistem struktur bangunan terdiri dari dua bagian yaitu :

1. Portal terbuka, dimana semua momen-momen dan gaya yang bekerja pada konstruksi di tahan sepenuhnya oleh pondasi, sedangkan sloof hanya berfungsi sebagai penahan dinding di atasnya saja.
2. Portal tertutup, dimana momen-momen dan gaya yang bekerja pada konstruksi ditahan terlebih dahulu oleh sloof dan kemudian diratakan, kemudian sebagian kecil beban dilimpahkan kepondasi. Sloof berfungsi sebagai pengikat kolom yang satu dengan yang lain untuk mencegah terjadinya Differential settlement.



Gambar 1. Macam-macam Portal (Muhammad Bakri Saragih, 2021)

2.3.2 Pembebanan

Beban adalah gaya luar yang bekerja dalam suatu struktur. Menentukan besarnya pembebanan terhadap struktur secara pasti, bukan hal yang mudah. Karena itu, biasanya perhitungan pembebanan hanya merupakan estimasi saja. Saat merencanakan struktur bangunan khususnya dalam perhitungan mekanika ada dua macam pembebanan yaitu beban p dan beban q , dimana :

- a) Beban P adalah beban terpusat seperti berat kendaraan atau berat struktur terpusat di atasnya.
- b) Beban q adalah beban merata seperti berat sendiri struktur atau berat suatu benda yang membebani semua bagian struktur secara merata.

Dalam menghitung besarnya beban yang bekerja pada struktur, kita bisa mengacu pada standar yang ditetapkan di Indonesia, Peraturan Pembebanan Indonesia Untuk Gedung 1983 (PPIUG 1983). Adapun jenis beban yang sering dijumpai antara lain :

- a) Beban Mati

Beban mati adalah berat dari semua bagian suatu gedung yang bersifat tetap selama masa layan struktur.

Tabel 1. Berat Bahan Bangunan (Ir. V. Sunggono, 1995)

No	Nama Material	Nilai	Satuan
1	Pasir (kering udara sampai lembab)	1600	kg/m ²
2	Pasir (jenuh air)	1800	kg/m ²
3	Kerikil (kerikil udara sampai lembab)	1650	kg/m ²

4	Pasir kerikil (kering udara sampai lembab)	1850	kg/m ²
5	Batu pecah	1450	kg/m ²
6	Beton	2200	kg/m ²
7	Beton bertulang	2400	kg/m ²
8	Pasangan batu bata	1700	kg/m ²
9	Besi tuang	7250	kg/m ²
10	Baja	7850	kg/m ²
11	Kayu (kelas 1)	1000	kg/m ²

Tabel 2. Bagian-Bagian Konstruksi (Ir. V. Sunggono, 1995)

No	Nama Material	Nilai	Satuan
1	Semen asbes (t = 4 mm)	11	kg/m ²
2	Kaca (4 mm)	10	kg/m ²
Lanjutan			
3	Penggantung langit-langit kayu jarak minimum 0,8 m	7	kg/m ²
4	Semen	21	kg/m ²
5	Kapur, tras, semen merah	17	kg/m ²
6	Dinding bata pasangan satu batu	450	kg/m ²
7	Dinding bata pasangan setengah batu	250	kg/m ²
8	Penutup lantai	24	kg/m ²
9	Penutup atap genteng dengan reng	50	kg/m ²
10	Penutup atap seng gelombang	10	kg/m ²

11	semen asbes gelombang	11	kg/m ²
----	-----------------------	----	-------------------

b) Beban Hidup

Beban hidup adalah beban yang besar dan posisinya dapat berubah-ubah. Termasuk beban ini adalah berat manusia, perabotan yang dipindah-pindah, kendaraan, dan beban barang lain yang sering berpindah tempat.

Tabel 3. Tabel Beban Hidup Pada Plat Lantai (Ir. V. Sunggono, 1995)

No	Nama Material	Nilai	Satuan
1	Lantai dan tangga rumah tinggal	200	kg/m ²
2	Lantai dan tyangga, bukan toko/rumah kerja	150	kg/m ²
3	Lantai sekolah , ruang kuliah, kantor, toko, restoran, rumah sakit	250	kg/m ²
4	Lantai ruang olahraga	400	kg/m ²
Lanjutan			
5	Tangga, bordes tangga, dan gang	300	kg/m ²
6	Lantai ruang dansa	500	kg/m ²
7	Lantai balkon ruang pertemuan	400	kg/m ²
8	Lantai atap (play dak)	100	kg/m ²
9	Lantai gedung parkir bertingkat	800	kg/m ²

2.4 Metode Distribusi Momen

2.4.1 Pengertian Metode Distribusi Momen

Metode distribusi momen diperkenalkan pertama kali oleh Prof. Hardy Cross pada tahun 1933 dalam bukunya yang berjudul “*Analysis of Continuous Frames by Distributing Fixed-End Moment*”. Kemudian metode ini disebut dengan metode cross.

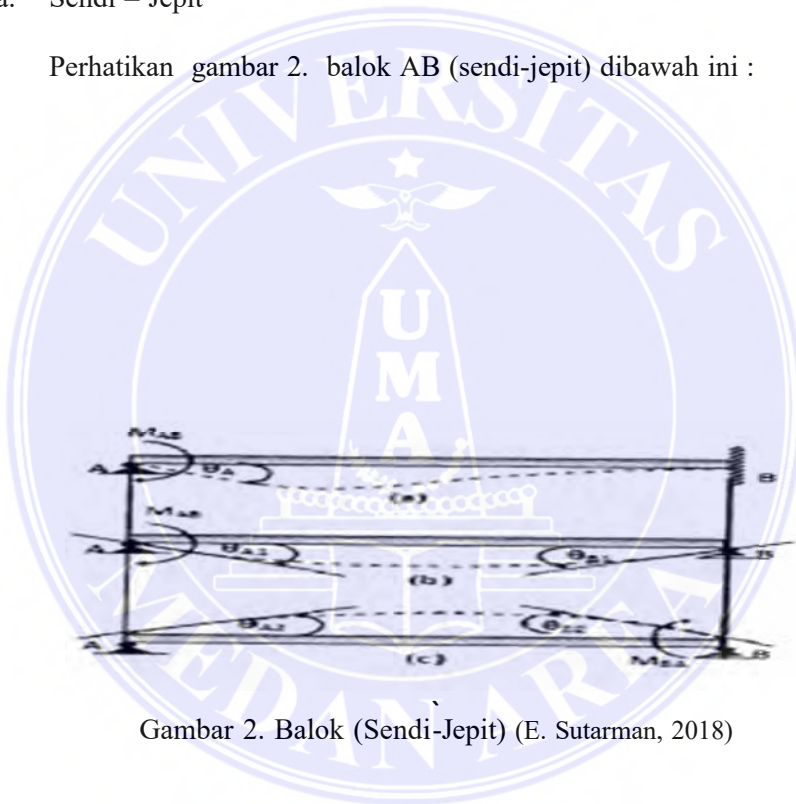
Metode distribusi momen didasarkan pada anggapan sebagai berikut :

- 1) Perubahan bentuk akibat gaya normal dan gaya geser diabaikan, sehinggapanjang batang-batangnya tidak berubah.
- 2) Semua titik simpul (buhul) dianggap kaku sempurna.

2.4.2 Kekakuan (stiffness)

a. Sendi – Jepit

Perhatikan gambar 2. balok AB (sendi-jepit) dibawah ini :



Gambar 2. Balok (Sendi-Jepit) (E. Sutarman, 2018)

Gambar 2 (a)

Balok AB (sendi-jepit)

Di A diberikan momen M_{AB} maka di A akan terjadi putaran sudut (rotasi) sebesar θ_A .

Gambar 2 (b) dan (c)

Momen M_{AB} diinduksikan ke B berupa momen M_{BA} .

Agar stabil, rotasi θ yang terjadi harus sama dengan nol ($\theta = 0$).

Yang mana :

$$\theta_{A1} - \theta_{A2} = 0$$

$$\theta_{B2} - \theta_{B1} = 0$$

yang mana :

$$\theta_{A1} = \frac{L}{3EI} M_{AB} \text{ dan } \theta_{A2} = \frac{L}{6EI} M_{BA}$$

$$\theta_{B2} = \frac{L}{3EI} M_{AB} \text{ dan } \theta_{B1} = \frac{L}{3EI} M_{BA}$$

Jika kita selesaikan persamaan dari syarat stabil diatas, maka :

Di A bekerja M_{AB} dan di B bekerja M_{BA} :

$$\theta_{A1} - \theta_{A2} = 0 \longrightarrow \frac{L}{3EI} M_{AB} - \frac{L}{6EI} M_{BA} = 0$$

sehingga :

$$M_{AB} = \frac{1}{2} M_{BA}$$

Momen M_{AB} diinduksikan ke B berupa momen M_{BA} , yang mana nilai $\frac{1}{2}$ merupakan faktor induksi (carry over factor) pada luas penampang yang konstan dari balok.

Persamaannya :

$$\theta_{A1} - \theta_{A2} = 0 \longrightarrow \frac{L}{3EI} M_{AB} - \frac{L}{6EI} (1/2 M_{BA}) = 0$$

Maka : $M_{AB} = \frac{4EI}{L}$ artinya untuk memutar (rotasi) di A sebesar 1 rad

diperlukan $\frac{L}{4EI}$ momen

M_{AB} sebesar $\frac{4EI}{L}$ Yang mana $\frac{4EI}{L} = K_{AB}$ atau kekakuan (stiffness),

sehingga :

$$M_{AB} = \frac{4EI}{L} \theta_A = K_{AB}\theta_A$$

b. Sendi – Roll

Perhatikan Gambar 3 balok AB (sendi-roll) dibawah ini :



Gambar 3. Balok (Sendi-Roll) (E. Sutarman, 2018)

Apabila A diberikan momen M_{AB} maka do A akan terjadi putaran sudut (rotasi) sebesar θ_A , sehingga didapat persamaan :

$$M_{AB} = \frac{3EI}{L} \theta_A$$

Jika $\theta_A = 1$ \longrightarrow $M_{AB} = \frac{3EI}{L}$ artinya untuk memutar (rotasi) di A sebesar 1

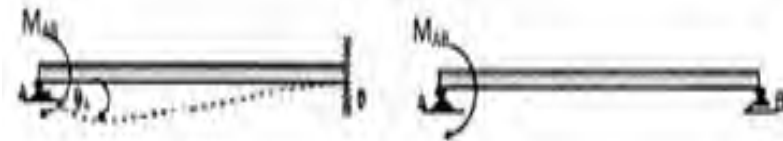
rad diperlukan momen M_{AB} sebesar $\frac{3EI}{L}$ Yang mana $\frac{3EI}{L} = K_{AB}$

atau kekakuan (stiffness), sehingga :

$$M_{AB} = \frac{3EI}{L} \theta_A = K_{AB}\theta_A$$

2.4.3 Faktor Induksi (carry over faktor)

Balok AB seperti ditunjukkan oleh gambar 4 berikut :



Gambar 4. Gambar a dan b (E. Sutarman, 2018)

Gambar 4 (a) :

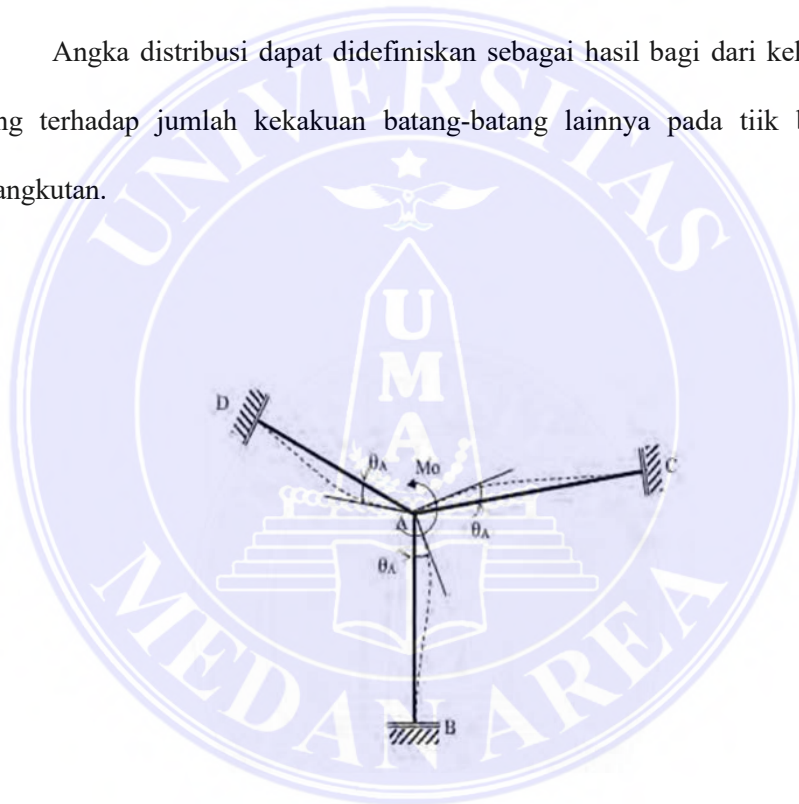
Di A diberi momen sebesar M_{AB} maka B menerima induksi dari M_{AB} sebesar $\frac{1}{2}M_{AB}$, nilai $\frac{1}{2}$ tersebut merupakan faktor induksi.

Gambar 4 (b) :

Di A diberi momen sebesar M_{AB} sedangkan B tidak menerima induksi dari M_{AB} , atau faktor induksinya bernilai nol.

2.4.4 Faktor Distribusi

Angka distribusi dapat didefinisikan sebagai hasil bagi dari kekakuan suatu batang terhadap jumlah kekakuan batang-batang lainnya pada titik buhul yang bersangkutan.



Gambar 5. Angka Distribusi Pada Suatu Struktur (E. Sutarman, 2018)

Persyaratan keseimbangan pada titik buhul A adalah :

$$M_{AB} + M_{AC} + M_{AD} - M_o = 0$$

Dimana momen-momen di titik A adalah :

$$M_{AB} = \frac{4EI_{AB}}{L_{AB}} \theta_A$$

$$M_{AC} = \frac{4EI_{AC}}{L_{AC}} \theta_A$$

$$M_{AD} = \frac{4EI_{AB}}{L_{AB}} \theta_A$$

Jika bahan struktur tersebut adalah sama, maka momen pengunci, M_o , dapat ditulis :

$$M_o = 4EI \theta_A \cdot \frac{I_{AB}}{L_{AB}} \bar{A} + \frac{I_{AC}}{L_{AC}} \bar{A} + \frac{I_{AD}}{L_{AD}} \bar{A}$$

Jika diambil bahwa $\frac{EI}{L} = K$, maka persamaan diatas dapat ditulis :

$$M_o = 4E \theta_A \sum K$$

Atau :

$$\frac{M_o}{\sum K} = 4E \theta_A$$

Sehingga momen ujung masing-masing batang yang melalui titik buhul A adalah :

$$M_{AB} = \frac{K_{AB}}{\sum K} M_o = (DF)_{AB} M_o$$

$$M_{AC} = \frac{K_{AC}}{\sum K} M_o = (DF)_{AC} M_o$$

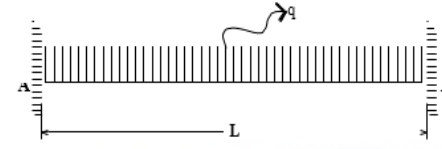
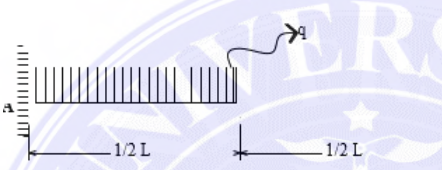
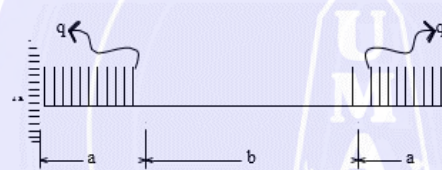
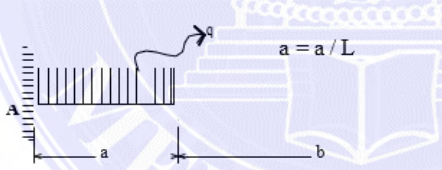
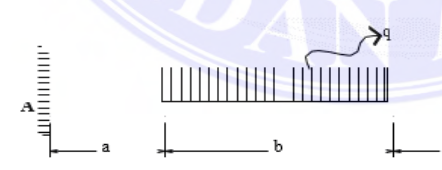
$$M_{AD} = \frac{K_{AD}}{\sum K} M_o = (DF)_{AD} M_o$$

Nilai $\frac{K_{AB}}{\sum K}$, $\frac{K_{AC}}{\sum K}$, $\frac{K_{AD}}{\sum K}$ selanjutnya disebut dengan angka distribusi distribution (factor/DF) masing-masing untuk batang AB, AC dan AD. Untuk memenuhi persyaratan keseimbangan pada titik buhul, jumlah angka distribusi pada suatu titik buhul adalah harus sama dengan satu.

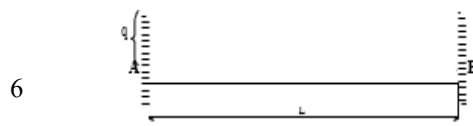
$$(DF)_{AB} + (DF)_{AC} + (DF)_{AD} = 1$$

2.4.5 Momen Primer

Tabel 4. Tabel Momen Primer (E. Sutarman, 2018)

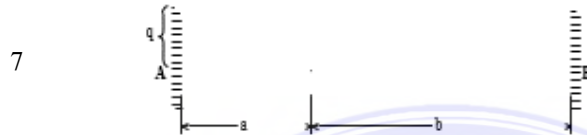
No	Perletakan jepit - jepit	Momen Primer
1		$M_{AB} = \frac{qL^2}{12}$ $M_{BA} = - M_{AB}$
2		$M_{AB} = \frac{11 qL^2}{192}$ $M_{BA} = - \frac{5 qL^2}{192}$
3		$M_{AB} = \frac{qa^2}{6L} (3L - 2a)$ $M_{BA} = - M_{AB}$
4		$M_{AB} = \frac{qaL\alpha}{12} (3\alpha^2 - 8\alpha + 6)$ $M_{BA} = - \frac{qaL\alpha^2}{12} (4 - \alpha)$
5		$M_{AB} = \frac{qb}{24L} (3L^2 - b^2)$ $M_{BA} = - M_{AB}$

Lanjutan Tabel Momen Primer



$$M_{AB} = \frac{qL^2}{20}$$

$$M_{BA} = -\frac{qL^2}{30}$$



$$M_{AB} = \frac{qa^2}{60L^2}(3a^2 + 10bL)$$

$$M_{BA} = -\frac{qa^2}{60L^2}(5L - 3a)$$



$$M_{AB} = \frac{qa^2}{30L^2}(10L^2 - 15aL + 8a^2)$$

$$M_{BA} = -\frac{qa^2}{20L^2}(5L - 4a)$$



$$M_{AB} = \frac{qa}{96L}(5L^2 + 4aL - 4a^2)$$

$$M_{BA} = -M_{AB}$$



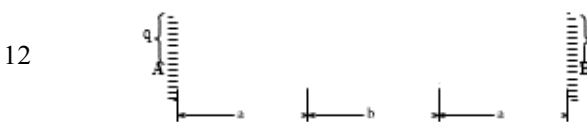
$$M_{AB} = \frac{5qL^2}{96}$$

$$M_{BA} = -M_{AB}$$



$$M_{AB} = \frac{qL^2}{32}$$

$$M_{BA} = -M_{AB}$$



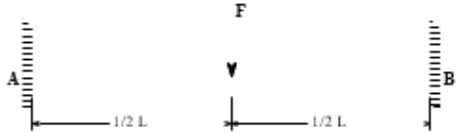
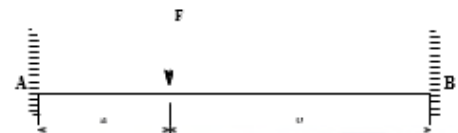
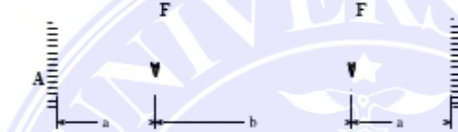
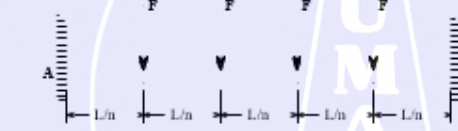

$$M_{AB} = \frac{qa^2}{24L}(2L - a)$$

$$M_{BA} = -M_{AB}$$

Lanjutan Tabel Momen Primer

13		$M_{AB} = \frac{qa^2}{12L}(4L - 3a)$ $M_{BA} = -M_{AB}$
14	<p style="text-align: center;">$a = a/L$</p>	$M_{AB} = \frac{qL^2}{12}[1 - \alpha^2(2 - \alpha)]$ $M_{BA} = -M_{AB}$
15		$M_{AB} = \frac{L^2}{60}(3q_1 + 2q_2)$ $M_{BA} = -\frac{L^2}{60}(2q_1 + 3q_2)$
16	<p style="text-align: center;">$a = a/L \quad \beta = b/L$</p>	$M_{AB} = \frac{qL^2}{30}(1 + \beta + \beta^2 - 1,5\beta^2)$ $M_{BA} = -\frac{qL^2}{30}(1 + \alpha + \alpha^2 - 1,5\alpha^2)$
17		$M_{AB} = \frac{qL^2}{15}$ $M_{BA} = -M_{AB}$
18		$M_{AB} = \frac{qL^2}{20}$ $M_{BA} = -\frac{qL^2}{15}$
19		$M_{AB} = -\frac{Mb}{L^2}(3a - L)$ $M_{BA} = -\frac{Ma}{L^2}(3b - L)$

Lanjutan Tabel Momen Primer

20		$M_{AB} = \frac{FL}{8}$ $M_{BA} = -M_{AB}$
21		$M_{AB} = \frac{Fab^2}{L^2}$ $M_{BA} = -\frac{Fba^2}{L^2}$
22		$M_{AB} = \frac{Fb}{L}(L - a)$ $M_{BA} = -M_{AB}$
23		$M_{AB} = \frac{FL}{12n}(n^2 - 1)$ $M_{BA} = -M_{AB}$
24		$M_{AB} = \frac{FL}{24n}(2n^2 + 1)$ $M_{BA} = -M_{AB}$

2.5 Analisis *Free Body*, Gambar Bidang Momen, lintang dan Normal

2.5.1 Analisis *Free Body*

Analisis free body dilakukan untuk menghitung reaksi perletakan akibat beban luar dan momen ujung pada setiap balok dan kolom. Langkah-langkahnya yaitu:

- 1) Nyatakan struktur dalam bentuk batang-batang yang bebas.

- 2) Hitung besarnya reaksi perletakan setiap ujung balok maupun kolom akibat beban luar dan momen ujung yang telah diperoleh.
- 3) Jumlahkan semua hasil perhitungan untuk memperoleh besarnya reaksi perletakan total.
- 4) Dengan langkah-langkah tersebut, hitung momen maksimum yang terjadi pada setiap balok dan kolom.

2.5.2 Bidang Momen

Momen merupakan gaya dikali jarak. Momen terjadi akibat bekerjanya gaya-gaya pada suatu balok yang mengakibatkan balok tersebut akan melentur dengan demikian serat bagian terluar akan mengalami tarikan dan serat bagian dalam akan mengalami perpendekan (tekanan). Momen (M) merupakan Gaya (P) dengan satuan ton (t) dan jarak (l) dengan satuan meter (m), dari perkalian ini akan didapatkan satuan momen yaitu ton meter ($t.m$).

2.5.3 Bidang Lintang

Gaya Lintang (D) adalah merupakan gaya-gaya yang akan menahan Geser yang terjadi pada Balok. Dalam proses penggambarannya gaya lintang ini perlu diperhatikan persyaratannya, dimana gaya lintang tersebut bernilai positif untuk gaya-gaya yang bekerja ke arah atas dan sebaliknya bernilai negatif apabila bekerja ke arah bawah. Gaya-gaya tersebut hanya bekerja pada satu arah yaitu (vertical).

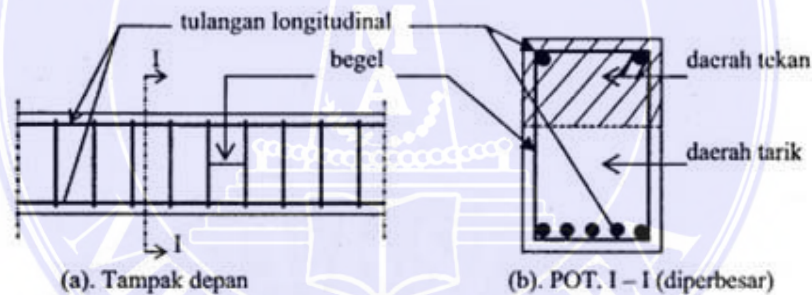
2.5.4 Bidang Normal

Gaya Normal adalah merupakan gaya-gaya yang bekerja searah sumbu balok atau sejajar sumbu balok. Untuk menentukan apakah suatu gaya normal positif atau negative dapat diambil patokan : bila gaya normal meninggalkan titik yang ditinjau maka gaya normal adalah positif dan sebaliknya bila menuju titik yang ditinjau maka akan bernilai negatif.

2.6 Perhitungan Penulangan Balok Dengan Tulangan Rangkap

2.6.1 Pengertian Balok Tulangan Rangkap

Yang dimaksud dengan balok beton bertulangan rangkap yaitu balok betonyang diberi tulangan pada penampang beton daerah tarik dan tekan.

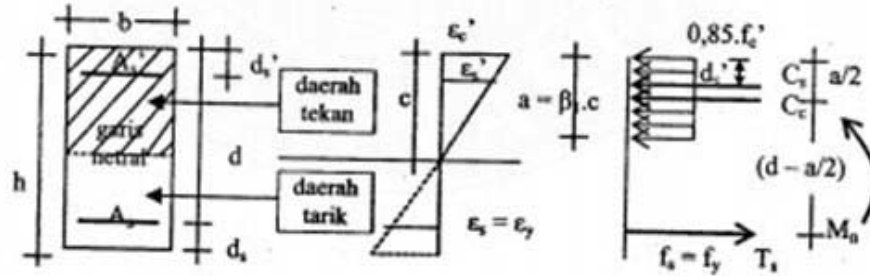


Gambar 6. Letak Tulangan Pada Balok (Ali Asroni, 2010)

2.6.2 Perencanaan Balok Tulangan Rangkap

1) Distribusi regangan dan tegangan

Regangan dan tegangan yang terjadi pada balok dengan penampang beton bertulangan rangkap dilukiskan seperti pada gambar 7



(a). Penampang balok (b). Distribusi regangan (c). Distribusi tegangan beton tekan persegi ekuivalen.

Gambar 7. Distribusi Regangan dan Tegangan Pada Tulangan Balok
(Ali Asroni, 2010)

Keterangan notasi pada gambar 7 :

a. = tinggi balok tegangan beton tekan persegi ekuivalen = β_1, c , dalam mm.

A_s = luas tulangan tarik, mm².

A_s' = luas tulangan tekan, mm².

b = jarak antara garis netral dan tepi serat beton tekan, mm.

C_c = gaya tekan beton, kN.

C_s = gaya tekan baja tulangan, kN.

d = tinggi efektif penampang balok, mm.

d_s = jarak antara titik berat tulangan tarik dan tepi serat beton tarik, mm.

d_s' = jarak antara titik berat tulangan tekan dan tepi serat beton tekan, mm.

E_s = modulus elastisitas baja tulangan, diambil sebesar 200.000 Mpa.

F_c' = tegangan tekan beton yang diisyaratkan pada umur 28 hari, Mpa.

= tegangan tarik baja tulangan = ϵ_s, E_s dalam Mpa.

F_s' = tegangan tekan baja tulangan = ϵ_s, E_s dalam Mpa

F_y = tegangan tarik baja tulangan pada saat leleh, Mpa.

H = tinggi penampang balok, mm.

M_n = momen nominal aktual, kNm.

T_s = gaya tarik baja tulangan, kN.

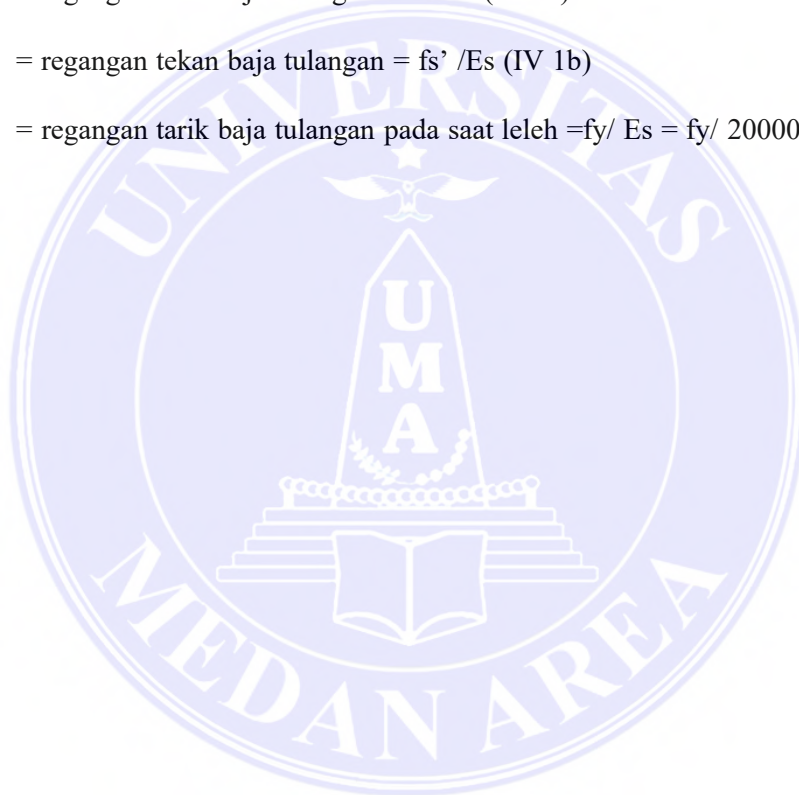
β_1 = faktor pembentuk balok tegangan beton tekan persegi ekuivalen, yang nilai nya bergantung pada mutu beton, lihat persamaan (III.1c) sampai persamaan (III.1e).

ϵ_c' = regangan tekan beton, dengan ϵ_c' maksimal (ϵ_{cu}') = 0,003.

ϵ_s = regangan tarik naja tulangan = f_s / E_s (IV 1a)

ϵ_s' = regangan tekan baja tulangan = f_s' / E_s (IV 1b)

ϵ_y = regangan tarik baja tulangan pada saat leleh = $f_y / E_s = f_y / 200000$ (IV1c)



Tabel 5. Rasio Tulangan Maksimal (P_{maks}) Dalam Persen % (Ali Asroni, 2010)

Mutu beton f_c' (Mpa)	Mutu Baja Tulangan f_y (Mpa)					
	240	300	350	400	450	500
15	2,419	1,805	1,467	1,219	1,032	0,887
20	3,225	2,408	1,956	1,626	1,376	1,182
25	4,032	3,01	2,445	2,032	1,72	1,478
30	4,838	3,616	2,933	2,438	2,064	1,773
35	5,405	4,036	3,277	2,724	2,306	1,981
40	5,912	4,414	3,585	2,98	2,522	2,167
45	6,344	4,737	3,846	3,197	2,707	2,325
50	6,707	5,008	4,067	3,38	2,862	2,458
55	7,002	5,228	4,245	3,529	2,988	2,567
60	7,4	5,525	4,486	3,729	3,157	2,712

Tabel 6. Rasio Tulangan Minimal (P_{min}) Dalam Persen % (Ali Asroni, 2010)

Mutu beton f_c' (Mpa)	Mutu Baja Tulangan f_y (Mpa)					
	240	300	350	400	450	500
$\leq 31,36$	0,583	0,467	0,400	0,35	0,311	0,280
35	0,616	0,493	0,423	0,37	0,329	0,296
40	0,659	0,527	0,452	0,395	0,351	0,316
45	0,699	0,559	0,479	0,419	0,373	0,335
50	0,737	0,589	0,505	0,442	0,393	0,354
55	0,773	0,618	0,530	0,464	0,412	0,371
60	0,807	0,645	0,553	0,484	0,430	0,387

Tabel 7. Faktor Momen Pikul Maksimal (K_{maks}) Dalam Mpa (Ali Asroni, 2010)

Mutu beton f_c' (Mpa)	Mutu Baja Tulangan f_y (Mpa)					
	240	300	350	400	450	500
15	4,4839	4,2673	4,1001	3,9442	3,7987	3,6627

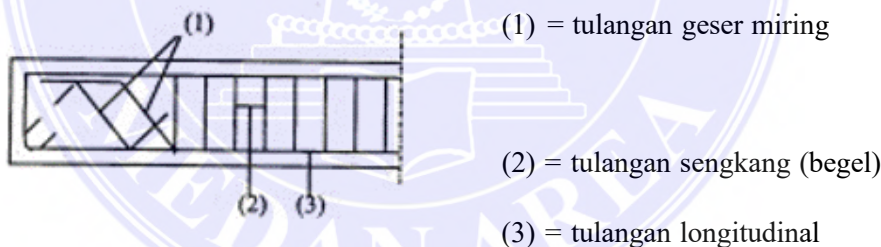
Lanjutan Tabel Faktor Momen Pikul Maksimal (Kmaks)

20	5,9786	5,6897	5,4668	5,2569	5,0649	4,8836
25	7,4732	7,1121	6,8335	6,5736	6,3311	6,1045
30	8,9679	8,5345	8,2002	7,8883	7,5973	7,3254
35	10,1445	9,6442	9,2595	8,9016	8,5682	8,2573
40	11,2283	10,6639	10,2313	9,8296	9,4563	9,1087
45	12,1948	11,5704	11,093	10,6509	10,2407	9,8593
50	13,0485	12,3683	11,8497	11,3705	10,9266	10,5145
55	13,7846	13,0535	12,4977	11,985	11,5109	11,0716
60	14,667	13,2853	13,2853	12,7358	12,2283	11,7583

2.6.3 Pemasangan Tulangan Geser

Tulangan geser pada balok dapat dipasang dengan arah miring (disebut : tulangan miring atau tulangan serong) dan dengan arah tegak (disebut : begel atau sengkang), seperti tampak pada Gambar 8.

Keterangan Gambar 8



Gambar 8. Tulangan Geser dan Tulangan Longitudinal Balok (Ali Asroni, 2010)

Jenis begel yang biasa dipakai dibedakan berdasarkan jumlahnya, yaitu : begel 2 kaki, begel 3 kaki, dan begel 4 kaki seperti terlukis pada Gambar 9.



(a). Begel 2 kaki (b). Begel 3 kaki (c). Begel 4 kaki
 Gambar 9. Berbagai Jenis Begel Pada Balok (Ali Asroni, 2010)

2.6.4 Perencanaan Tulangan Geser/Begel Balok

1. Pertimbangan dalam perhitungan tulangan geser/begel

Beberapa rumus yang digunakan sebagai dasar untuk perhitungan tulangan geser/begel balok. yang tercantum dalam pasal-pasal SNI 03-2847-2002, yaitu sebagai berikut:

1) Pasal 13.1.1 SNI 03-2847-2002, gaya geser nominal, gaya geser

yang ditahan oleh beton dan begel dirumuskan :

$$V_r = \phi \cdot V_a \text{ dan } \phi \cdot V_a \geq V_u \quad (V-1a)$$

$$V_a = V_c + V_s \quad (V-1b)$$

Dengan :

V_r = gaya geser rencana, kN.

V_a = kuat geser nominal, kN.

V_c = gaya geser yang ditahan oleh beton, kN.

V_s = gaya geser yang ditahan oleh begel, kN.

ϕ = faktor reduksi geser 0,75
(V-1c)

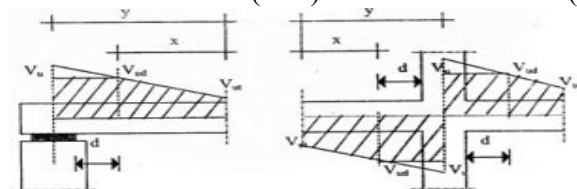
2) Pasal 13.1.3.1 SNI 03-2847-2002, nilai V_u boleh diambil pada

jarak d (menjadi V_{ud}) dari muka kolom (lihat gambar 5) sebagai

berikut :

$$V_{ud} = V_{ut} + \frac{y}{x} \cdot (V_u - V_{ut}) \quad (V-2)$$

Gambar 10. Lokasi Geser Maksimal (V_{ud}) Untuk Perencanaan (Ali Asroni, 2010)



- 3) Pasal 13.3.1 SNI 03-2847-2002, gaya geser yang ditahan oleh beton (V_c) dihitung dengan rumus :

$$V_c = \frac{1}{6} \cdot \sqrt{f_c'} \cdot B \cdot d \quad (V-3)$$

- 4) Pasal 13.5.6.1 SNI 03-2847-2002, gaya geser yang ditahan oleh begel (V_s) dihitung berdasarkan persamaan (V-1a) dan persamaan (V-1b) :

$$V_s = (V_u - \phi \cdot V_c) / \phi \quad (V-4a)$$

- 9) Pasal 13.5.6.6 SNI 03-2847-2002 :

$$V_s \text{ harus } \leq \frac{2}{3} \cdot \sqrt{f_c'} \cdot B \cdot d \quad (V-4b)$$

Jika V_s ternyata $> \frac{2}{3} \cdot \sqrt{f_c'} \cdot B \cdot d$, maka ukuran balok diperbesar (V-4c)

- 6) SNI 03-2847-2002, luas tulangan geser per meter panjang balok yang diperlukan ($A_{v,u}$) dihitung dengan memilih nilai terbesar dari rumus berikut:

a) Pasal 13.5.6.2, $A_{v,u} = \frac{V_s \cdot S}{f_y \cdot d}$ dengan

$$S = \text{panjang balok } 1000 \text{ mm} \quad (V-5a)$$

b) Pasal 13.5.5.3, $A_{v,u} = \frac{b \cdot S}{3 \cdot f_y}$ dengan

$$S = \text{panjang balok } 1000 \text{ mm} \quad (V-5b)$$

c) Pasal 13.5.5.3, $A_{v,u} = \frac{75 \cdot \sqrt{f_y'} \cdot b \cdot S}{1200 \cdot f_y}$ dengan

$$S = \text{panjang balok } 1000 \text{ mm} \quad (V-5c)$$

- 7) Spasi begel (s) dihitung dengan rumus sebagai berikut :

a) $s = \frac{n \cdot 4 \cdot \pi \cdot d_p^2}{A_{v,u}}$ dengan $S = \text{panjang balok } 1000 \text{ mm} \quad (V-6a)$

b) Pasal 13.5.4.1 untuk $V_s < \frac{1}{3} \cdot \sqrt{f_c'} \cdot B \cdot d$, maka

$$s \leq d/2 \text{ dan } s \leq 600 \text{ mm} \quad (\text{V-6b})$$

c) Pasal 13.5.4.3 untuk $V_s > \frac{1}{3} \cdot \sqrt{f_c'}$. B.d, maka

$$s \leq d/4 \text{ dan } s \leq 300 \text{ mm} \quad (\text{V-6c})$$

dengan :

n = jumlah kaki begel (2,3 atau 4 kaki)

dp = diameter begel dari tulangan polos, mm.



BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Lokasi penelitian ini berada di jalan Willem Iskandar, Kota Panyabungan, Kabupaten Mandailing Natal, Provinsi Sumatera Utara yang ditandai dengan warna merah. Penelitian ini dilaksanakan dimulai pada tanggal 09 April 2023 sampai selesai.



Gambar 11. Lokasi Penelitian (*Google Earth, 2023*)

3.2 Rancangan Penelitian

Rancangan penelitian yang akan di gunakan dalam penelitian ini berupa studi literatur yaitu mencari dan mempelajari pustaka yang berhubungan dengan perhitungan stuktur bangunan pasar baru panyabungan berupa data, buku dan gambar mengenai struktur tersebut.

3.3 Pelaksanaan Penelitian

Skripsi ini disusun dalam ruang lingkup pekerjaan sebagai berikut :

1. Studi literatur

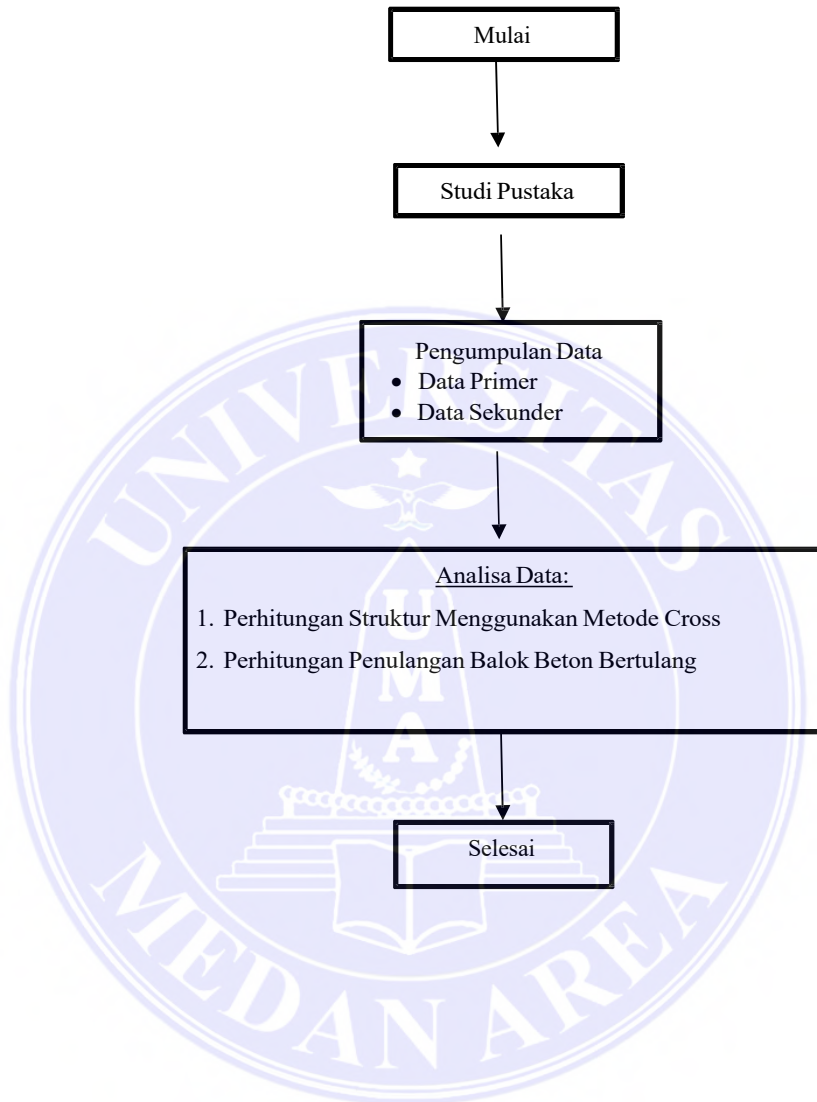
Mengumpulkan bahan-bahan atau teori-teori dari beberapa buku dan jurnal yang berhubungan dengan pengerjaan skripsi.

2. Pengumpulan data

Mengambil data-data yang terdiri dari data primer merupakan data yang diperoleh dengan mengadakan kunjungan langsung ke lokasi studi sehingga diperoleh kondisi existing pembangunan gedung tersebut.

Data Sekunder merupakan data pendukung yang dipakai dalam proses pembuatan dan penyusunan tugas akhir. Yang termasuk dalam klasifikasi data sekunder ini antara lain adalah literatur – literatur penunjang, grafik, tabel, peta/denah dan data pembebanan sesuai dengan peraturan standard nasional yang berkaitan erat dengan proses perancangan struktur bangunan gedung.

3.4 Bagan Alur Penelitian



BAB V

PENUTUP

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan perhitungan analisis struktur menggunakan metode Cross diperoleh hasil sebagai berikut:

Hasil perhitungan menggunakan metode cross maka dipilih tulangan yang paling kuat yaitu :

- g. Tulangan Tumpuan = 12 D16 (Tarik) dan 4 D16 (Tekan) dengan tulangan begel \emptyset 10 – 70 mm.
- h. Tulangan Lapangan = 9 D16 (Tarik) dan 4 D16 (Tekan) dengan tulangan begel \emptyset 10 – 150 mm

Analisis struktur terhadap model portal yang termasuk dalam portal struktur statis tak tentu pada metode *cross* maupun kekakuan memiliki analisis yang berdeda sehingga nilai yang dihasilkan pada masing-masing metode tidak sama.

5.2. Saran

Berdasarkan hasil analisis struktur perhitungan secara manual menggunakan metode *cross* sebagai berikut :

1. Dalam perhitungan manual diperlukan ketelitian yang sangat tinggi, dikarenakan ketika kita salah dalam melakukan analisa maka kita tidak mendapatkan hasil yang maksimal
2. Analisis strktuktur memiliki metode yang beragam, baik secara manual maupun dengan menggunakan software. Penggunaan metode yang

akan digunakan pada struktur bangunan perlu pertimbangan terkait adanya besaran pada setiap metode analisis struktur.

3. Jika melakukan analisis tahap lanjut perlu dilakukan dengan metode-metode lain seperti menggunakan metode Takabeya, SAP2000 dan software analisis struktur lain-Nya dengan model portal leboh sederhana



DAFTAR PUSTAKA

- Devita, S., & Handalan, C. P. (2021). Perhitungan Struktur Gedung 7 Lantai Sekolah Tinggi Ilmu Keperawatan (STIK) Muhammadiyah Pontianak. *JeLAST: Jurnal PWK, Laut, Sipil, Tambang*, 8(2).
- Google Earth.(2022). <https://earth.google.com/>
- KELVEN, K. (2018). Perencanaan Struktur Beton Bertulang Bangunan Tingkat Tinggi Tidak Simetris Dengan Program Sap 2000. *Jurnal Online Mahasiswa (JOM) Bidang Teknik Sipil*, 1(1).
- Martayase, W. (2022). Analisis Struktur Bangunan Gedung Asrama 3 Lantai Jati Agung Lampung Selatan dengan Menggunakan Aplikasi SAP 2000. *Jurnal Ilmu Teknik*, 2(2).
- Phelia, A., & Damanhuri, E. (2019). Kajian Evaluasi Tpa Dan Analisis Biaya Manfaat Sistem Pengelolaan Sampah Di Tpa (Studi Kasus TPA Bakung Kota Bandar Lphelia, A., & Damanhuri, E. (2019). Kajian Evaluasi Tpa Dan Analisis Biaya Manfaat Sistem Pengelolaan Sampah Di Tpa (Studi Kasus TPA Bakun.
- Saragih, M. B. (2021). *Analisis Perhitungan Struktur Dengan Menggunakan SAP 2000 dan Metode Cross di Gedung Kantor Dinas Kesehatan Kota Medan* (Doctoral dissertation, Universitas Medan Area).
- Standar Nasional Indonesia.03 – 1727 – 1989 “*Pedoman Perencanaan Pembebanan Untuk Rumah dan Gedung*”
- Standar Nasional Indonesia.03 – 1729 – 2002 “*Tata Cara Perencanaan Struktur Baja Untuk Bangunan Gedung*”

Standar Nasional Indonesia.03 – 2847 – 2002 “*Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung*”

Sutarman, Encu, Ir, MT. 2009. “*Analisa Struktur*”.Penerbit CV. ANDI OFFSET.
Bandung

V Sunggono kh, Ir. 1984. “*Buku Teknik Sipil*”. Penerbit NOVA. Bandung.

Sitompul, Estomihi. 2009. “*Analisa Struktur Pada Plane Frame Dengan Menggunakan Metode Cross dan Finite Element Method*”. Fakultas Teknik. Universitas Sumatera Utara.

Wijaya Jemy, Itang Fanywati (2013),“*Penggunaan Metode Cross Pada Balok dengan Kekakuan Tidak Merata*” Jurnal Kajian Teknologi Volume 9
Nomor 3,167-178

Nasution, M. (2020). Smart-Design Instalasi Digester Biogas Skala Komunal Pesantren High Temperature. AGREGAT, 5(2).

Satria, H., Mungkin, M., & Nasution, M. (2021). Perancangan Teknologi Wastafel Cuci Tangan Otomatis Berbasis Proximity Infrared Switch Sensor Dalam Mendukung Pembelajaran Blended Learning Pada Kondisi Covid-19.

Wulandari, T. E. (2021). Prediksi Penurunan Konsolidasi Menggunakan Preloading dan Prefabricated Vertical Drain dengan Software Metode Elemen Hingga. JOURNAL OF CIVIL ENGINEERING BUILDING AND TRANSPORTATION, 5(2), 99-108.

Hasibuan, S., & Kurniati, D. (2020). Redesain Awana Condotel Menggunakan Metode Flat slab Berdasarkan SNI 2847-2013. TEKNIK, 41(1), 92-99.

- Dewi, S., Septarini, B., Prihandono, F. X., Herawati, F. A., & Hasibuan, S. (2021). REVITALISASI MUSEUM DOKTER YAP. *Jurnal Arsitektur KOMPOSISI*, 15(1), 27-34.
- Dayana, I., & Sari, M. P. (2023). Workshop Penulisan Buku Ajar Bagi Dosen Akademi Maritim Belawan Medan. *Center of Knowledge: Jurnal Pendidikan Dan Pengabdian Masyarakat*, 8-13
- Sari, N. P. (2021). Analisis Kehilangan Gaya Prategang Girder Pada Jembatan Proyek Pembangunan Jalan Tol Tebing Tinggi-Inderapura (Doctoral dissertation, Universitas Medan Area).
- Hermansyah, H. (2019). KAJIAN KERUSAKKAN PADA KONSTRUKSI BANGUNAN BASEMENT COOLING WATER PUMP (CWP) PLTU PEMBANGKITAN SUMATERA UTARA BAGIAN UTARA SEKTOR PEMBANGKITAN BELAWAN. *JURNAL ILMIAH TEKNIK SIPIL*, 9(1), 13-21.
- Wahyuni, S., Akbar, A., Khaliq, A., & Akbar, A. (2023). WEB-BASED APPLICATION FOR SEA PRODUCTS TRADING TO INCREASE FISHERMEN'S INCOME IN SECANGGAN VILLAGE. *PROSIDING UNIVERSITAS DHARMAWANGSA*, 3(1), 736-745.
- Fahmi, A. M., Irwan, I., & Amsuardiman, A. (2021). Analisis Pengaruh Aspal Modifikasi Dengan Penambahan Abu Cangkang Sawit Terhadap Kinerja Perkerasan Aspal. *Journal Of Civil Engineering Building And Transportation*, 5(2), 64-68.

Kurniawan, F. (2010, November). A review: Exploring stakeholders' expectations from PFI financial modelling at different stages. In PMI India Conference (pp. 19-21).

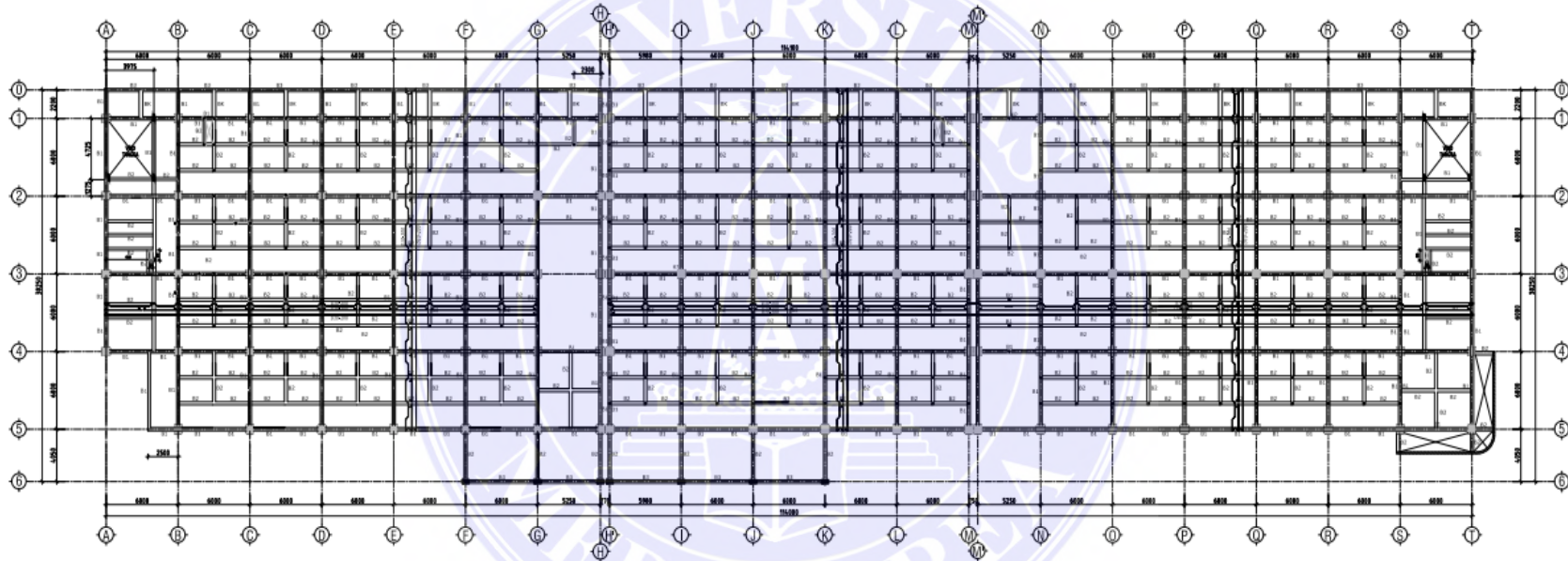
Kurniawan, F. (2007). Case study of concession contract in the public private partnership: financial clause investigation of Don Muang Tollway and second stage expressway in Thailand and Cipularang toll road in Indo (Doctoral dissertation, Petra Christian University).

Hermansyah, H. Penggunaan Link Slab untuk Perbaikan Jembatan Komposit. *Jurnal Teknik Sipil Bandar Lampung*, 12(1), 1247-1257.

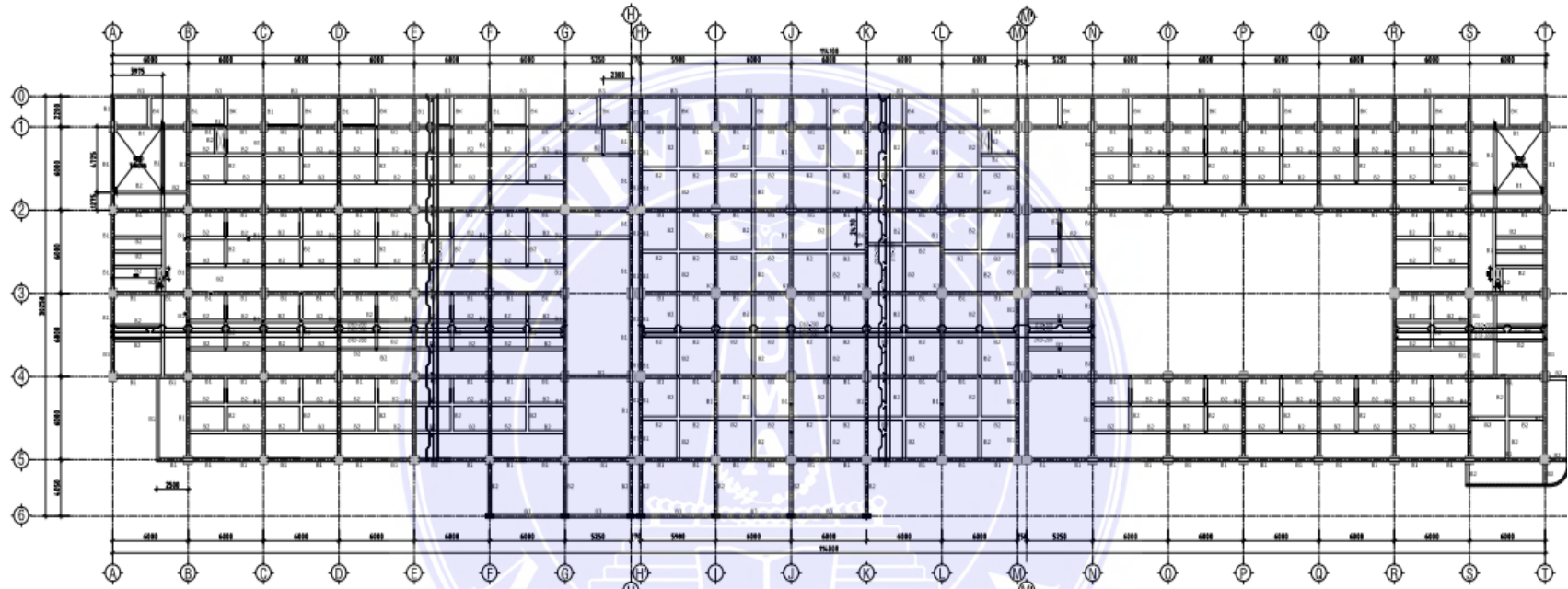
Akbar, A. (2021). Collaborative spatial learning for improving public participation practice in Indonesia.

Siregar, C. R., & Iskandar, R. (2012). Analisa Daya Dukung Pondasi Tiang Pancang Secara Analitis Pada Proyek GBI Bethel Medan. *Jurnal Teknik Sipil USU*, 1(2).

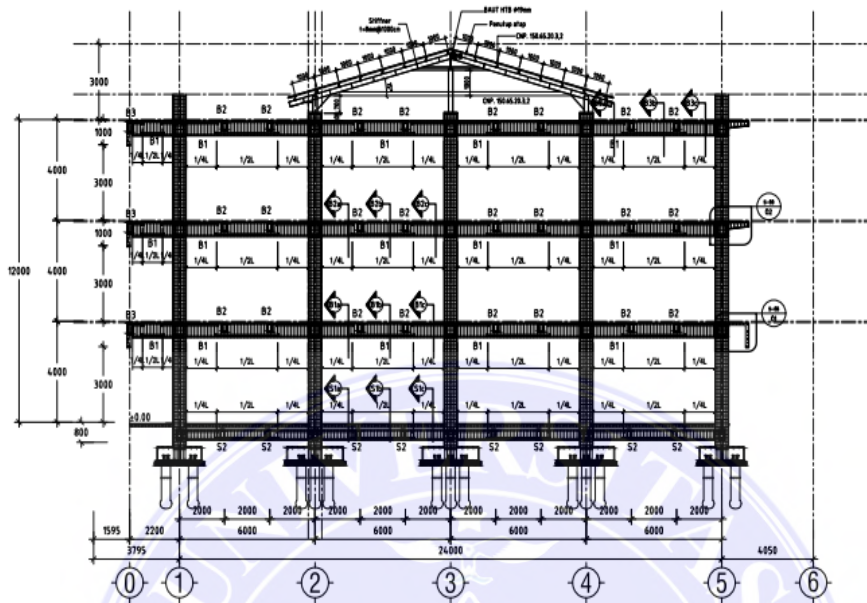
LAMPIRAN



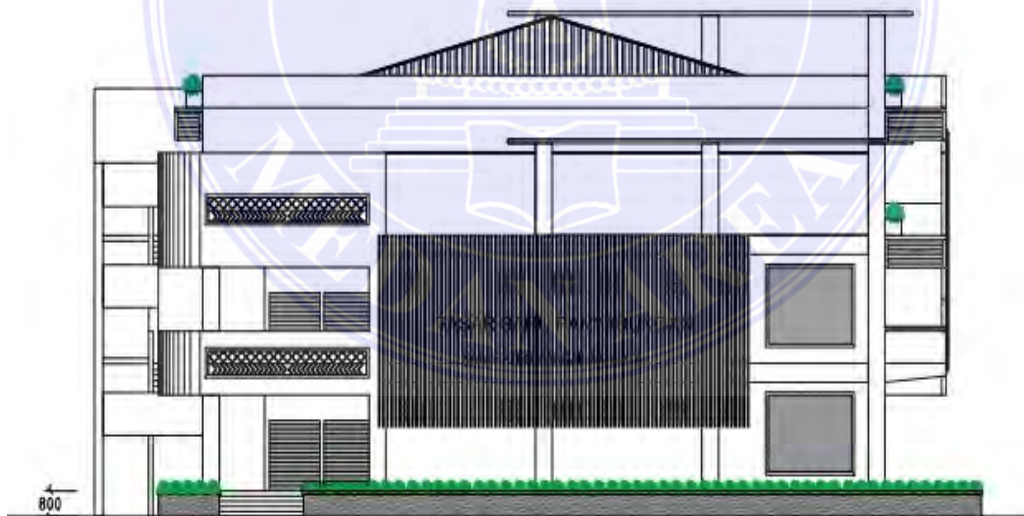
Lampiran 1 Denah Lantai 2



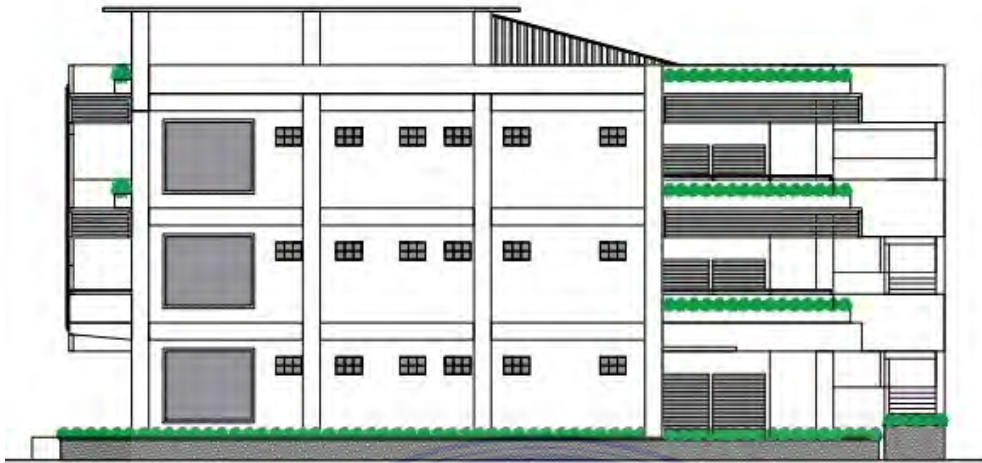
Lampiran 2 Denah Lantai 3



Lampiran 3 Potongan Portal AS – C



Lampiran 4 Tampak Depan



Lampiran 5 Tampak Belakang



Lampiran 6 Tampak Samping Kiri



Lampiran 7 Tampak Samping Kanan