

## **TUGAS AKHIR**

# **ANALISIS KOMPARATIF EFEKTIVITAS METODE ROTASI BEKISTING PADA PEMBANGUNAN GEDUNG RUMAH SAKIT UMUM SEAH MEDAN**

*Diajukan Untuk Memenuhi Syarat-Syarat Memperoleh  
Gelar Sarjana Teknik Sipil Pada Fakultas Teknik  
Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara*

**DISUSUN OLEH:**

**FITA TIARA MURDELA**  
**2307210207P**



**UMSU**

Unggul | Cerdas | Terpercaya

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA  
MEDAN  
2025**

## LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING

Tugas Akhir ini diajukan oleh:

Nama : Fita Tiara Murdela  
NPM : 2307210207P  
Program Studi : Teknik Sipil  
Judul Skripsi : Analisis Komparatif Efektivitas Metode Rotasi Bekisting  
Pada Pembangunan Gedung Rumah Sakit Umum SEAH  
Medan  
Bidang Ilmu : Struktur

DISETUJUI UNTUK DISAMPAIKAN KEPADA  
PANITIA UJIAN SKRIPSI

Medan, 13 September 2025

Dosen Pembimbing

  
Ir. Tondi Amirsyah Putra, S.T, M.T

## LEMBAR PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan oleh:

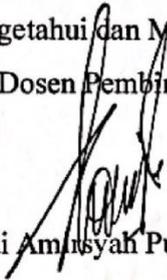
Nama : Fita Tiara Murdela  
NPM : 2307210207P  
Program Studi : Teknik Sipil  
Judul Skripsi : Analisis Komparatif Efektivitas Metode Rotasi Bekisting  
Pada Pembangunan Gedung Rumah Sakit Umum SEAH  
Medan  
Bidang Ilmu : Struktur

Telah berhasil dipertahankan dihadapan Tim Penguji dan diterima sebagai salah satu syarat yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Medan, 13 September 2025

Mengetahui dan Menyetujui:

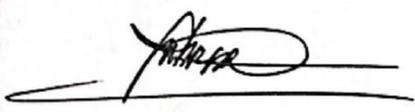
Dosen Pembimbing

  
Ir. Tondi Amulyah Putra, S.T, M.T

Dosen Pembanding I

Dosen Pembanding II

  
Josef Hadipramana, S.T., M.Sc., Ph.D

  
Ir., Fahrizal Zulkarnain, S.T., M.Sc., Ph.D.

Ketua Program Studi Teknik Sipil

  
Josef Hadipramana, S.T., M.Sc., Ph.D.

## LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama Lengkap : Fita Tiara Murdela  
Tempat/Tanggal Lahir : Medan, 31 Agustus 2002  
NPM : 2307210207P  
Fakultas : Teknik  
Program Studi : Teknik Sipil

Menyatakan dengan sesungguhnya dan sejujurnya, bahwa laporan Tugas Akhir saya yang berjudul:

“Analisis Komparatif Efektivitas Metode Rotasi Bekisting Pada Pembangunan Gedung Rumah Sakit Umum SEAH Medan”

Bukan merupakan plagiarisme, pencurian hasil karya milik orang lain, hasil kerja orang lain untuk kepentingan saya karena hubungan material dan nonmaterial, ataupun segala kemungkinan lain, yang pada hakekatnya bukan merupakan karya tulis Tugas Akhir saya secara orisinil dan otentik.

Bila kemudian hari diduga kuat ada ketidaksesuaian antara fakta dengan kenyataan ini, Saya bersedia diproses oleh Tim Fakultas yang dibentuk untuk melakukan verifikasi, dengan sanksi terberat berupa pembatalan kelulusan/kesarjanaan Saya.

Demikian Surat Pernyataan ini saya buat dengan kesadaran sendiri dan tidak atas tekanan ataupun paksaan dari pihak manapun demi menegakkan integritas akademik di Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Medan, 13 September 2025

Saya yang menyatakan,



Fita Tiara Murdela

## **ABSTRAK**

### **ANALISIS KOMPARATIF EFEKTIVITAS METODE ROTASI BEKISTING PADA PEMBANGUNAN GEDUNG RUMAH SAKIT UMUM SEAH MEDAN**

Fita Tiara Murdela

2307210207P

Ir. Tondi Amirsyah Putra, S.T, M.T

Bekisting merupakan salah satu pekerjaan utama dalam konstruksi bangunan gedung yang memiliki kontribusi signifikan terhadap biaya dan durasi proyek. Efisiensi dalam penggunaan bekisting dapat dicapai melalui metode rotasi, yaitu pemanfaatan ulang material bekisting pada siklus pekerjaan lantai berikutnya. Namun, pemilihan metode rotasi yang tepat perlu dianalisis agar diperoleh keseimbangan antara kebutuhan material, biaya, dan waktu pelaksanaan. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis perbandingan tiga metode rotasi bekisting, yaitu rotasi 2 lantai, 2,5 lantai, dan 3 lantai pada proyek pembangunan Rumah Sakit SEAH. Analisis dilakukan dengan menghitung produktivitas tenaga kerja, kebutuhan material, durasi pelaksanaan, dan total biaya pekerjaan bekisting pada setiap skenario rotasi. Data lapangan diperoleh melalui pengamatan, wawancara, serta dokumen proyek, kemudian diolah untuk menghasilkan simulasi durasi dan biaya masing-masing alternatif. Hasil penelitian menunjukkan bahwa metode rotasi bekisting 3 lantai merupakan pilihan paling optimal dengan durasi tercepat, yaitu 123 hari, atau lebih cepat 15,75% dibanding metode 2,5 lantai dan 32,42% dibanding metode 2 lantai. Dari sisi biaya, metode ini membutuhkan total Rp. 6.555.690.656 miliar, lebih murah 8,45% dibanding metode 2,5 lantai, dan 18,75% dibanding metode 2 lantai. Keunggulan metode ini dicapai berkat ketersediaan material yang lebih banyak sehingga rotasi kerja dapat berlangsung cepat, meskipun konsekuensinya adalah kebutuhan modal awal yang lebih besar. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa metode rotasi bekisting 3 lantai memberikan efisiensi waktu dan biaya terbaik pada proyek pembangunan gedung rumah sakit umum SEAH Medan.

Kata kunci: Bekisting, rotasi bekisting, produktivitas, durasi proyek, biaya konstruksi.

## **ABSTRACT**

### **COMPARATIVE ANALYSIS OF THE EFFECTIVENESS OF FORMWORK ROTATION METHODS IN THE CONSTRUCTION OF SEAH GENERAL HOSPITAL BUILDING IN MEDAN**

Fita Tiara Murdela

2307210207P

Ir. Tondi Amirsyah Putra, S.T, M.T

*Formwork is one of the major activities in building construction that significantly contributes to both cost and project duration. Efficiency in formwork utilization can be achieved through rotation methods, in which the same formwork materials are reused for subsequent floor cycles. However, selecting the most suitable rotation method requires careful analysis to achieve an optimal balance between material demand, cost, and construction time. This study aims to analyze and compare three formwork rotation methods, namely 2-floor rotation, 2.5-floor rotation, and 3-floor rotation, in the construction project of SEAH Hospital. The analysis was carried out by calculating labor productivity, material requirements, construction duration, and total cost for each rotation scenario. Field data were obtained from direct observations, interviews, and project documents, which were then processed to simulate the duration and cost of each alternative. The results show that the 3-floor formwork rotation method is the most optimal, achieving the shortest duration of 123 days, which is 15.75% faster than the 2.5-floor rotation and 32.42% faster than the 2-floor rotation. In terms of cost, this method requires a total of IDR 6.555.690.656 billion, which is 8.45% lower than the 2.5-floor rotation and 18.75% lower than the 2-floor rotation. This advantage is achieved due to the larger availability of formwork materials, which accelerates work rotation, despite requiring higher initial capital. In conclusion, the 3-floor formwork rotation method provides the best efficiency in both time and cost for building construction project of SEAH Hospital.*

*Keywords: Formwork, formwork rotation, productivity, project duration, construction cost.*

## KATA PENGANTAR



Alhamdulillah rabbil'alamin, segala puji dan syukur penulis ucapkan kehadiran Allah SWT yang telah memberikan karunia dan nikmat yang tiada terkira. Salah satu dari nikmat tersebut adalah keberhasilan penulis dalam menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini yang berjudul “Analisis Komparatif Efektivitas Metode Rotasi Bekisting Pada Pembangunan Gedung Rumah Sakit Umum SEAH Medan” sebagai syarat untuk meraih gelar akademik Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Dalam penyelesaian Tugas Akhir ini banyak pihak yang secara langsung maupun tidak langsung telah memberikan dukungan, bimbingan dan bantuan, sehingga dalam kesempatan ini, penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Ir. Tondi Amirsyah Putra, S.T, M.T, selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir dari Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang telah berkenan memberikan tambahan ilmu dan solusi pada setiap permasalahan atas kesulitan dalam penulisan Tugas Akhir ini.
2. Bapak Josef Hadipramana, S.T., M.Sc., Ph.D., selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara sekaligus Dosen Pembimbing I penulis yang telah memberikan koreksi dan masukan kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
3. Bapak Ir., Fahrizal Zulkarnain, S.T., M.Sc., Ph.D., selaku Dosen Pembimbing II penulis yang telah memberikan koreksi dan masukan kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
4. Bapak Munawar Alfansury Siregar S.T., M.T., selaku Dekan Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
5. Bapak Dr. Ade Faisal, S.T., M.Sc., Ph.D, selaku Wakil Dekan I Fakultas Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

6. Ibu Rizki Efrida, S.T., M.T, selaku Sekretaris Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
7. Bapak/Ibu Staf Administrasi di Biro Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
8. Teristimewa sekali kepada kedua orang tua penulis yang dengan tulus memberi doa, kasih sayang, nasehat, serta dukungan semangat penuh cinta yang tidak pernah ternilai harganya, dan saudara penulis yang selalu memberikan *support* sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini.
9. Teman seperjuangan dari Politeknik Negeri Medan stambuk 2020 yang melanjutkan pendidikan di Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara terutama Ibnu Fajar Auza'i Sinuraya dan Syfana Ishika Aisha. Yang telah memberikan perhatian serta dukungan dalam menjalankan perkuliahan. Terima kasih penulis ucapkan karena sudah menjadi bagian dari sebuah kisah yang takkan terlupakan.
10. Teman – teman terdekat penulis yang sudah memberikan dukungan kepada penulis dan menemani waktu – waktu penulis dari melaksanakan perkuliahan hingga menyelesaikan Tugas Akhir ini. Kepada Atikah Fadilla Harahap, Ananda Putri El Maulidina, Tarishah Humairah, serta teman – teman grup “Ayo Ke Psikolog” penulis yaitu Afrini, Alsa, Eunike, Natasha, Rhavika dan Riska, penulis ucapkan terima kasih sudah menjadi *support system* yang selalu ada.
11. Kepada teman – teman jagad maya (*online*) penulis yang selalu memberikan dukungan dari awal hingga akhir dan menemani usaha penulis dari jauh. Kepada Callista, Salsa, Alifiyya, Alifa Dhyan, dan teman – teman yang tidak disebutkan namanya, semoga suatu saat kita dapat bertemu dan bercerita lebih banyak.
12. Kepada diri penulis sendiri, terima kasih sudah bertahan dan bekerja keras untuk menyelesaikan studi ini. Walau proses kita sedikit terlambat dari yang lain, namun setiap orang pasti sudah memiliki *timeline* mereka sendiri. *Let's keep on living.*

Penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini masih jauh dari kesempurnaan karena keterbatasan pengetahuan dan kemampuan penulis. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan masukan yang membangun demi kesempurnaan penulisan Tugas Akhir ini.

Akhir kata penulis mengucapkan terima kasih dan rasa hormat yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah membantu dalam penyelesaian Tugas Akhir ini. Semoga Tugas Akhir bisa memberikan manfaat bagi kita semua terutama bagi penulis dan juga bagi teman-teman mahasiswa Teknik Sipil khususnya. Aamiin.

Medan, 13 September 2025

Penulis

A handwritten signature in black ink, consisting of stylized, overlapping loops and curves, positioned to the right of the word 'Penulis'.

Fita Tiara Murdela  
NPM. 2307210207P

## DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR	iv
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	x
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL	xiv
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian	4
1.5.1 Manfaat Teoritis	4
1.5.2 Manfaat Praktis	4
1.6 Sistematika Penulisan	4
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Penelitian Terdahulu	6
2.2 Definisi Bekisting	8
2.3 Fungsi dan Ketentuan Bekisting	9
2.4 Material Bekisting	10
2.5 Macam – Macam Bekisting	14
2.6 Tahapan Pelaksanaan Bekisting	17
2.7 Standar dan Acuan Perencanaan	20
2.8 <i>Lean Construction</i>	21
2.9 Rotasi Bekisting	21

2.10 Analisa Kebutuhan Material	22
2.10.1 Perhitungan Kebutuhan Material Bekisting Kolom	23
2.10.2 Perhitungan Kebutuhan Material Bekisting Balok	23
2.10.3 Perhitungan Kebutuhan Material Bekisting Pelat	23
2.11 Analisa Produktivitas dan Durasi	23
2.12 Analisa Biaya Bekisting	24
2.13 Analisa <i>Waste Material</i>	25
2.14 Perhitungan <i>Waste Cost</i>	25
2.15 Pemilihan Alternatif	26
<b>BAB 3 METODE PENELITIAN</b>	<b>27</b>
3.1 Metode Penelitian	27
3.2 Diagram Alir Penelitian	27
3.3 Lokasi Proyek	28
3.4 Data Proyek	29
3.5 Data Bangunan	31
3.6 Metode Pelaksanaan Rotasi Pekerjaan Bekisting	33
3.6.1 Metode I (Rotasi Bekisting 2 Lantai)	34
3.6.2 Metode II (Rotasi Bekisting 2,5 Lantai)	35
3.6.3 Metode III (Rotasi Bekisting 3 Lantai)	37
<b>BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN</b>	<b>38</b>
4.1 Perhitungan Kebutuhan Material Bekisting Kolom	38
4.1.1 Perhitungan Kebutuhan Material Kolom Berdasarkan Rotasi	43
4.2 Perhitungan Kebutuhan Material Bekisting Balok	58
4.2.1 Kebutuhan Material Balok Berdasarkan Rotasi	64
4.3 Perhitungan Kebutuhan Material Plat	86
4.3.1 Kebutuhan Material Plat Berdasarkan Rotasi	90
4.4 Analisa Produktivitas dan Durasi	102
4.4.1 Perhitungan Produktivitas dan Durasi Kolom	102
4.4.2 Perhitungan Produktivitas dan Durasi Balok	105
4.4.3 Perhitungan Produktivitas dan Durasi Plat	108
4.4.4 Rekapitulasi Durasi Pekerjaan Bekisting Kolom, Balok, dan Plat Berdasarkan Rotasi Bekisting	111

4.5 Analisa Biaya	111
4.5.1 Analisa Biaya Rotasi Bekisting 2 Lantai	112
4.5.2 Analisa Biaya Rotasi Bekisting 2,5 Lantai	119
4.5.3 Analisa Biaya Rotasi Bekisting 3 Lantai	124
4.5.4 Rekapitulasi Biaya Pekerjaan Bekisting Kolom, Balok, dan Plat Berdasarkan Rotasi Bekisting	130
4.6 Analisa Material Sisa ( <i>Waste Material</i> )	131
4.6.1 Analisa Material Sisa Rotasi 2 Lantai	131
4.6.2 Analisa Material Sisa Rotasi 2,5 Lantai	133
4.6.3 Analisa Material Sisa Rotasi 3 Lantai	135
4.7 Perbandingan Durasi, Biaya, dan Waste Pekerjaan Bekisting Struktur Kolom, Balok, dan Plat Berdasarkan Rotasi	138
4.8 Pemilihan Alternatif Metode Rotasi Bekisting	138
4.9 Analisis Metode Rotasi Bekisting	139
4.10 Pemantauan Kemajuan Proyek Berdasarkan Kurva S	141
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	142
5.1 Kesimpulan	142
5.2 Saran	143
DAFTAR PUSTAKA	144
LAMPIRAN	146

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Triplek.	10
Gambar 2.2 Besi Hollow.	11
Gambar 2.3 Lock Beam.	11
Gambar 2.4 Tie Rod dan Wing Nut.	11
Gambar 2.5 Push Pull Prop dan Kicker Brace.	12
Gambar 2.6 Scaffolding Set.	12
Gambar 2.7 U Head Jack.	13
Gambar 2.8 Jack Base.	13
Gambar 2.9 Pipe Support.	14
Gambar 2.10 Bekisting Konvensional.	15
Gambar 2.11 Bekisting Semi Sistem.	16
Gambar 2.12 Bekisting Sistem (PERI).	16
Gambar 2.13 Bekisting Alumunium.	17
Gambar 2.14 Contoh Grafik Pareto Optima.	26
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian.	28
Gambar 3.2 Kondisi Lapangan Proyek Konstruksi.	29
Gambar 3.3 Lokasi Proyek.	29
Gambar 3.4 Papan IMB Proyek Konstruksi.	30
Gambar 3.5 Potongan A-A Bangunan.	30
Gambar 3.6 Potongan B-B Bangunan.	31
Gambar 3.7 Detail Kolom K1, K2, K3, K4 pada Basement - Lt 3.	33
Gambar 3.8 Detail Balok B1 dan B1A.	33
Gambar 3.9 Pembagian Zona Proyek Konstruksi	34
Gambar 3.10 Rotasi Bekisting 2 Lantai.	35
Gambar 3.11 Rotasi Bekisting 2,5 Lantai.	36
Gambar 3.12 Rotasi Bekisting 3 Lantai.	37
Gambar 4.1 Rotasi Material Bekisting Kolom 2 Lantai.	44
Gambar 4.2 Rotasi Material Bekisting 2,5 Lantai.	48
Gambar 4.3 Rotasi Material Bekisting Kolom 3 Lantai.	53
Gambar 4.4 Rotasi Material Bekisting Balok 2 Lantai.	65
Gambar 4.5 Rotasi Material Bekisting Balok 2,5 Lantai.	72
Gambar 4.6 Rotasi Material Bekisting Balok 3 Lantai.	79
Gambar 4.7 Rotasi Material Bekisting Plat 2 Lantai.	91
Gambar 4.8 Rotasi Material Bekisting Plat 2,5 Lantai.	94
Gambar 4.9 Rotasi Material Bekisting Plat 3 Lantai.	98
Gambar 4.10 Grafik Pareto Optima.	138

## DAFTAR TABEL

Tabel 3.1: Data Kolom Lantai Basement - Lantai 1.	32
Tabel 3.2: Data Pembalokan Horizontal Lt 1.	32
Tabel 4. 1 Rekapitulasi Kebutuhan Material Bekisting Kolom Zona 1 Per Lantai.	41
Tabel 4. 2 Rekapitulasi Kebutuhan Material Bekisting Kolom Zona 2 Per Lantai.	42
Tabel 4.3 Masa Pemakaian Material Bekisting Kolom.	43
Tabel 4. 4 Rekapitulasi Kebutuhan Material Bekisting Kolom Rotasi 2 Lantai.	47
Tabel 4. 5 Rekapitulasi Kebutuhan Material Bekisting Kolom Rotasi 2,5 Lantai.	52
Tabel 4. 6 Rekapitulasi Kebutuhan Material Bekisting Kolom Rotasi 3 Lantai.	57
Tabel 4. 7 Rekapitulasi Kebutuhan Material Bekisting Balok Zona 1 Per Lantai.	62
Tabel 4. 8 Rekapitulasi Kebutuhan Material Bekisting Balok Zona 2 Per Lantai.	63
Tabel 4.9 Masa Pemakaian Material Bekisting Balok.	64
Tabel 4. 10 Rekapitulasi Kebutuhan Material Bekisting Balok Zona 1 Rotasi 2 Lantai.	70
Tabel 4. 11 Rekapitulasi Kebutuhan Material Bekisting Balok Zona 2 Rotasi 2 Lantai.	71
Tabel 4. 12 Rekapitulasi Kebutuhan Material Bekisting Balok Zona 1 Rotasi 2,5 Lantai.	77
Tabel 4. 13 Rekapitulasi Kebutuhan Material Bekisting Balok Zona 2 Rotasi 2,5 Lantai.	78
Tabel 4. 14 Rekapitulasi Kebutuhan Material Bekisting Balok Zona 1 Rotasi 3 Lantai.	84
Tabel 4. 15 Rekapitulasi Kebutuhan Material Bekisting Balok Zona 2 Rotasi 3 Lantai.	85
Tabel 4. 16 Rekapitulasi Kebutuhan Material Bekisting Plat Zona 1 Per Lantai.	88
Tabel 4. 17 Rekapitulasi Kebutuhan Material Bekisting Plat Zona 2 Per Lantai	89
Tabel 4.18 Masa Pemakaian Material Bekisting Plat.	90
Tabel 4. 19 Rekapitulasi Kebutuhan Material Bekisting Plat Rotasi 2 Lantai.	93
Tabel 4. 20 Rekapitulasi Kebutuhan Material Bekisting Plat Rotasi 2,5 Lantai.	97
Tabel 4. 21 Rekapitulasi Kebutuhan Material Bekisting Plat Rotasi 3 Lantai.	101

Tabel 4. 22 Rekapitulasi Durasi dan Produktivitas Pekerjaan Bekisting Kolom.	104
Tabel 4. 23 Rekapitulasi Durasi dan Produktivitas Pekerjaan Bekisting Balok.	107
Tabel 4. 24 Rekapitulasi Durasi dan Produktivitas Pekerjaan Bekisting Plat.	110
Tabel 4.25 Harga Material Bekisting Kolom.	112
Tabel 4.26 Harga Material Bekisting Balok.	114
Tabel 4.27 Harga Material Bekisting Plat.	116
Tabel 4.28 Tabel Upah Pekerja.	117
Tabel 4.29 Rekapitulasi Biaya Pekerjaan Bekisting Kolom, Balok, dan Plat Berdasarkan Rotasi Bekisting.	130
Tabel 4.30 Waste Cost Akibat Sisa Potongan Rotasi 2 Lantai.	133
Tabel 4.31 Waste Cost Akibat Sisa Potongan Rotasi 2,5 Lantai.	135
Tabel 4.32 Waste Cost Akibat Sisa Potongan Rotasi 3 Lantai.	137
Tabel 4.33 Rekapitulasi Total Biaya dan Durasi berdasarkan Rotasi Bekisting.	138
Tabel 4.34 Perbandingan Selisih Biaya dan Durasi Rotasi Bekisting.	139

# BAB 1

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Pembangunan gedung merupakan salah satu aspek penting dalam pengembangan infrastruktur pendidikan, yang berpengaruh langsung terhadap kualitas pembelajaran dan kegiatan akademik. Dalam konteks ini, penggunaan metode bekisting yang efisien dan efektif sangat diperlukan untuk memastikan bahwa proses konstruksi berjalan dengan baik, tepat waktu, dan sesuai anggaran. Proyek konstruksi gedung bertingkat (*high rise building*) membutuhkan perencanaan yang matang, terutama pada pekerjaan bekisting. Pemasangan bekisting dalam dunia konstruksi merupakan salah satu pelaksanaan yang dilakukan dan menjadi langkah yang krusial dan memengaruhi hasil akhir proyek secara signifikan. (ARIYANTI, 2018)

Bekisting adalah cetakan sementara sebagai tempat pengecoran beton, dengan tujuan agar menghasilkan beton dengan bentuk dan ukuran sesuai dengan spesifikasi. Saat kita mengamati kondisi pemasangan bekisting dengan menggunakan metode yang kurang efektif, kita dapat melihat dampak negatifnya terhadap produktivitas dan waktu pekerjaan di lapangan. Salah satu upaya yang dapat dilakukan demi mencapai efektivitas biaya dan waktu pada pekerjaan bekisting yaitu dengan melaksanakan sistem rotasi bekisting.

Metode rotasi bekisting, yang memungkinkan penggunaan kembali bekisting secara efisien, telah menjadi pilihan yang semakin populer dalam proyek-proyek konstruksi modern. Metode ini tidak hanya mengurangi limbah material, tetapi juga dapat mempercepat proses konstruksi dengan meminimalkan waktu yang diperlukan untuk pemasangan dan pembongkaran bekisting. Sistem rotasi yang akan dimodelkan pada penelitian ini yaitu rotasi 2 lantai, 2,5 lantai, dan 3 lantai.

## 1.2 Rumusan Masalah

Terdapat permasalahan yang dapat dirumuskan dalam penulisan penelitian ini yaitu sebagai berikut:

1. Berapakah kebutuhan material dan durasi pengerjaan yang digunakan tiap metode rotasi bekisting?
2. Berapakah biaya yang dibutuhkan untuk tiap metode rotasi bekisting yang ditinjau?
3. Manakah alternatif metode rotasi pekerjaan bekisting yang paling optimal dari segi waktu dan biaya untuk dilaksanakan dalam Pembangunan Gedung Bertingkat di Kota Medan?

## 1.3 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah yang ditetapkan untuk penulisan penelitian ini yaitu sebagai berikut:

1. Perencanaan metode rotasi bekisting ini hanya pada struktur kolom, balok, dan plat lantai.
2. Perencanaan hanya meliputi segi biaya dan waktu.
3. Biaya dan waktu serta metode bekisting yang ditinjau adalah menggunakan jenis bekisting semi sistem dengan perkuatan besi *hollow*.
4. Perhitungan biaya dan waktu dilakukan dengan membandingkan antara strategi rotasi bekisting yang ditinjau dengan kondisi di lapangan.
5. Metode rotasi bekisting yang dianalisis adalah rotasi bekisting 2 lantai, rotasi bekisting 2,5 lantai, dan rotasi bekisting 3 lantai.
6. Standar yang digunakan untuk metode rotasi bekisting adalah *American Concrete Institute (ACI) – 347*, *ISO 9001:2015*, *Lean Construction Institute (LCI)*.
7. Penelitian ini dilakukan berdasarkan gambar perencanaan proyek konstruksi Rumah Sakit Umum SEAH Medan.
8. Analisa kebutuhan material bekisting berasal dari data gambar proyek.
9. Analisa produktivitas dan durasi dilakukan berdasarkan wawancara di lapangan.

10. Dalam menganalisis durasi pekerjaan bekisting, dilakukan wawancara di lapangan yang nantinya dijadikan acuan dalam membuat penjadwalan.
11. Perhitungan durasi hanya memperhitungkan waktu pekerjaan pemasangan dan pembongkaran bekisting saja dan tidak memperhitungkan waktu *curing* beton.
12. Pada analisa biaya juga akan memperhitungkan sisa/*waste* dari material bekisting.
13. Pada analisa sisa/*waste*, material yang diperhitungkan bukan material yang menjadi sampah konstruksi (yang memang sudah tidak berfungsi) melainkan material yang terbuang di dalam proses (akibat kerusakan dan diganti dengan material yang baru). Tidak memperhitungkan biaya alat berat untuk pemasangan bekisting. Kenaikan harga material tidak diperhitungkan.
14. Dalam menganalisis biaya pekerjaan bekisting mengacu pada Harga Satuan Material dan Upah Kota Medan Tahun 2024.

#### **1.4 Tujuan Penelitian**

Berdasarkan batasan - batasan diatas, maka penulisan penelitian ini disusun dengan tujuan, antara lain:

1. Mengetahui kebutuhan material yang dibutuhkan, durasi pengerjaan, dan biaya yang dibutuhkan untuk masing – masing metode rotasi yang dianalisis.
2. Menilai keefektifan metode rotasi bekisting yang dianalisis antara lain rotasi bekisting 2 lantai, rotasi bekisting 2,5 lantai, dan rotasi bekisting 3 lantai dalam konteks Pembangunan Gedung Rumah Sakit Umum SEAH Medan, dengan mempertimbangkan faktor - faktor seperti kebutuhan material, waktu pelaksanaan, dan biaya.
3. Mengidentifikasi kelebihan dan kekurangan masing-masing metode rotasi bekisting dalam proyek konstruksi tersebut.

## **1.5 Manfaat Penelitian**

Manfaat dari penulisan penelitian ini dapat dikemukakan menjadi dua sisi, antara lain:

### **1.5.1 Manfaat Teoritis**

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi terhadap pengembangan ilmu pengetahuan di bidang teknik sipil, khususnya dalam metode konstruksi dan penggunaan bekisting. Hasil penelitian dapat menjadi referensi bagi penelitian selanjutnya yang berkaitan dengan inovasi dalam teknik konstruksi.

### **1.5.2 Manfaat Praktis**

Penelitian ini dapat berfungsi sebagai panduan bagi proyek-proyek konstruksi serupa di masa depan, memberikan wawasan tentang praktik terbaik dalam penggunaan metode bekisting yang dapat diadaptasi sesuai dengan kebutuhan spesifik proyek.

## **1.6 Sistematika Penulisan**

Dalam penyusunan Tugas Akhir ini penulis menyesuaikan dengan sistematika yang telah ditetapkan sebelumnya, adapun sistematika penulisan Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut:

### **BAB 1 PENDAHULUAN**

Dalam bab ini membahas tentang latar belakang penelitian, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, dan sistematika penulisan.

### **BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA**

Dalam bab ini berisikan tentang teori yang berupa pengertian dan landasan teori dari penelitian sebelumnya dan metode metode perhitungan yang digunakan.

### **BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN**

Dalam bab ini dapat diuraikan mengenai tahapan penelitian, tentang bagaimana penelitian dilaksanakan, Teknik pengumpulan data, metode analisis.

#### BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN

Membahas tentang data hasil penelitian dan analisis yang telah dilakukan.

#### BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN

Dalam Bab ini merupakan penutup yang berisikan tentang kesimpulan dan saran atas hasil penelitian yang sudah dilakukan.

## BAB 2

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Penelitian Terdahulu

Irenisa, dkk. (2023) sebelumnya melakukan penelitian dengan judul Analisa Perbandingan Metode Sistem Rotasi Bekisting Balok Dan Pelat Pada Pembangunan Gedung Parkir di Kawasan Pura Besakih dengan tujuan menganalisis beberapa model sistem rotasi bekisting untuk mendapatkan hasil yang paling optimal dari segi biaya dan waktu yang kemudian akan diperoleh alternatif terbaik dari strategi rotasi bekisting pada proyek tersebut. Permodelan metode sistem rotasi bekisting yang dilakukan meliputi sistem rotasi 0.5 lantai, 1 lantai, dan 1.5 lantai. Masing-masing model terdiri dari beberapa tahapan yaitu metode pelaksanaan rotasi bekisting, analisis kebutuhan material, analisis produktivitas dan durasi, serta analisis biaya untuk kemudian diolah menjadi suatu grafik yang dapat menampilkan hasil yang paling optimal. Hasil analisis menunjukkan sistem rotasi bekisting balok dan pelat yang paling optimal pada Proyek Pembangunan Gedung Parkir di Kawasan Pura Besakih yaitu sistem rotasi 1 lantai yang membutuhkan biaya sebesar Rp. 10.941.741.863 dan durasi pelaksanaan sepanjang 124 hari.

Zhagita (2018) sebelumnya melakukan penelitian yang berjudul Perencanaan Metode Pelaksanaan Pekerjaan Bekisting Pada Proyek Hotel Lifestyle Surabaya dengan tujuan untuk menganalisis metode rotasi pekerjaan bekisting yang paling optimal dari segi waktu dan biaya yang kemudian akan diperoleh alternatif terbaik dari strategi rotasi bekisting pada proyek tersebut. Pada setiap alternatif metode dilakukan tahapan studi literatur dan pengumpulan data, identifikasi kekuatan bekisting, skenario pelaksanaan, dan analisa. Pada tahap analisa, hal – hal yang diperhitungkan yaitu kebutuhan material, produktivitas & durasi, biaya, serta *waste material*. Kemudian dilakukan pemilihan alternatif metode dengan menggunakan pareto optima. Dari grafik pareto optima, didapatkan hasil yang paling optimal dari segi waktu dan biaya untuk dilaksanakan dalam Proyek Hotel Lifestyle Surabaya yaitu metode rotasi 2 lantai dengan durasi pelaksanaan selama

107 hari dan biaya Rp 1.992.516.097,00. Sedangkan untuk rotasi 1,5 lantai diperoleh durasi pelaksanaan selama 126 hari dan biaya Rp 1.972.279.747,00 serta untuk rotasi 2,5 lantai diperoleh durasi pelaksanaan 105 hari dan biaya Rp 2.180.620.423,00.

Markus Antonius (2016), melakukan penelitian berjudul Efektivitas Waktu dan Biaya Penggunaan Bekisting Teknik Rotasi (Studi Kasus Pekerjaan Revitalisasi dan Pengembangan Asrama Haji Palangka Raya). Dengan tujuan mengetahui biaya dan waktu alternatif rotasi pekerjaan bekisting yang optimal pada proyek revitalisasi dan pengembangan asrama haji Palangka Raya tersebut. Konsep yang dipakai dalam menghitung biaya dan waktu dari masing-masing alternatif rotasi yaitu dengan menganalisa data mulai dari perhitungan perkuatan bekisting, volume material, analisa produktivitas, analisa waktu hingga analisa biaya. Alternatif yang dilakukan adalah rotasi 1 lantai, 1,5 lantai, dan 2 lantai. Dari hasil analisa diperoleh pelaksanaan bekisting dengan biaya dan waktu yang paling optimal adalah menggunakan rotasi 1,5 lantai dengan pembagian zona 4 dengan biaya sebesar Rp. 7.416.248.276,94 dan durasi pelaksanaan bekisting 199 hari.

Andy (2015) melakukan penelitian dengan judul Analisa Perbandingan Biaya & Waktu Pelaksanaan Rotasi Bekisting Pada Apartemen Puncak Bukit Golf Surabaya. Dengan tujuan membandingkan alternatif rotasi pekerjaan bekisting dari segi biaya dan waktu pada proyek apartemen puncak bukit golf tersebut. Konsep yang dipakai dalam menghitung biaya dan waktu dari masing – masing alternatif rotasi yaitu dengan menganalisa data mulai dari perhitungan perkuatan bekisting, volume material, analisa produktivitas, analisa waktu hingga analisa biaya. Alternatif yang akan dipakai yaitu rotasi 1 lantai hingga 2 lantai dengan pembagian zona sebanyak 1 macam yaitu 5 zona. Hasil penelitian dari perhitungan waktu dan biaya diketahui bahwa alternatif 1 yaitu rotasi 1 lantai memiliki biaya pelaksanaan sebesar Rp 7.694.021.826,85 dalam waktu 279 hari. Sedangkan alternatif 2 yaitu rotasi 1,5 lantai memiliki biaya pelaksanaan sebesar Rp 7.416.248.276,94 dan waktu pelaksanaan selama 199 hari. Dan alternatif 3 yaitu rotasi 2 lantai memiliki biaya pelaksanaan sebesar Rp 8.819.889.283,40 dan waktu pelaksanaan selama 149 hari.

Muhammad Ilham Aditya (2014), sebelumnya melakukan penelitian berjudul Perbandingan Alternatif Rotasi Pekerjaan Bekisting Pada Gedung Apartemen Bale Hinggil Surabaya Ditinjau dari Segi Biaya dan Waktu. Dengan tujuan mengetahui biaya dan waktu alternatif rotasi pekerjaan bekisting yang optimal pada proyek apartemen Bale Hinggil tersebut. Konsep yang dipakai dalam menghitung biaya dan waktu dari masing-masing alternatif rotasi yaitu dengan menganalisa data mulai dari perhitungan perkuatan bekisting, volume material, analisa produktivitas, analisa waktu hingga analisa biaya. Alternatif yang dilakukan adalah rotasi 1 lantai, 1,5 lantai, dan 2 lantai dengan pembagian 4 dan 5 zona. Dari hasil analisa diperoleh pelaksanaan bekisting dengan biaya dan waktu yang paling optimal adalah menggunakan rotasi 1,5 lantai dengan pembagian zona 4 dengan biaya sebesar Rp. 3.282.228.312,00 dan durasi pelaksanaan bekisting 159 hari.

Dengan demikian, kesimpulan yang bisa diambil ialah rotasi bekisting dapat dilaksanakan pada suatu bangunan, baik yang beraturan maupun yang tidak beraturan. Namun, yang membedakan ialah jumlah material yang dibutuhkan. Begitu pula dengan jenis - jenis rotasi bekisting yang akan diterapkan, semakin banyak jumlah rotasi bekisting maka akan semakin cepat waktu pelaksanaannya, namun biaya yang akan dikeluarkan semakin banyak karena material yang dibutuhkan semakin bertambah. Sebaliknya, semakin sedikit jumlah rotasi bekisting, maka waktu pelaksanaan menjadi lebih lama, namun biaya yang dibutuhkan lebih murah.

## **2.2 Definisi Bekisting**

Bekisting adalah cetakan beton yang membantu struktur yang digunakan untuk membuat beton sesuai dengan ukuran, bentuk, penampilan, posisi, dan keselarasan yang diinginkan. Bekisting merupakan struktur sementara yang harus cukup kuat untuk menopang beratnya sendiri, berat beton basah, beban hidup dan beban peralatan yang digunakan selama pengecoran. Perencanaan bekisting harus memenuhi persyaratan teknis dan ekonomis, harus efisien, kokoh, tidak dapat dideformasi, memenuhi persyaratan permukaan, kedap air, mudah dipasang dan dibongkar.

Bekisting disebut juga acuan dan perancah. Acuan yaitu bagian dari konstruksi bekisting yang berfungsi untuk membuat cetakan beton sesuai yang diinginkan. Dalam dunia konstruksi, acuan dibagi dalam 2 (dua) macam: acuan tetap yaitu acuan yang dirancang untuk tidak dibongkar lagi dan acuan tersebut tidak mengurangi kekuatan dan tidak berpengaruh buruk pada konstruksi bangunan. Acuan tidak tetap adalah acuan yang dirancang dan akan dibongkar saat beton sudah cukup kuat untuk menopang bebannya sendiri. (Rezky Ariessa Dewi, 2022)

Menurut Blake (1975), ada beberapa aspek yang harus diperhatikan pada pemakaian bekisting dalam suatu pekerjaan konstruksi beton yakni:

1. Kualitas bekisting yang akan digunakan harus tepat dan layak serta sesuai dengan bentuk pekerjaan struktur yang akan dikerjakan.
2. Keamanan bagi pekerja konstruksi tersebut, maka bekisting harus cukup kuat menahan beton.
3. Biaya pemakaian bekisting yang harus direncanakan sehemat mungkin

Menurut Trijeti (2011) bahan bekisting dapat dikatakan baik apabila memenuhi beberapa persyaratan antara lain tidak bocor dan menghisap air dalam campuran beton. Untuk beton dengan permukaan artistik, bekisting mempunyai tekstur diinginkan, kekuatan seperti bekisting harus yang harus diperhitungkan, ukuran atau dimensi sesuai dengan perencanaan, ketelitian (presisi) ukuran (siku, lurus, dimensi tepat), kebersihan dalam bekisting diperiksa sebelum penuangan beton dan mudah untuk dilakukan penyetulan dan pembongkaran.

### **2.3 Fungsi dan Ketentuan Bekisting**

Pada umumnya sebuah bekisting beserta alat – alat penopangnya merupakan sebuah konstruksi yang bersifat sementara dengan tiga fungsi utama, yaitu:

1. Bekisting menentukan bentuk dari konstruksi beton yang akan dibuat. Bentuk sederhana dari sebuah konstruksi beton menghendaki sebuah bekisting yang sederhana.
2. Bekisting harus dapat menyerap dengan aman beban yang ditimbulkan oleh spesi beton dan berbagai beban luar serta getaran. Dalam hal ini perubahan

bentuk yang timbul dan geseran-geseran dapat diperkenankan asalkan tidak melampaui toleransi - toleransi tertentu.

3. Bekisting harus dapat dipasang, dilepas, dan dipindahkan dengan mudah.

Karena adanya tiga fungsi utama tersebut, maka ada beberapa syarat yang harus dipenuhi bagi suatu bekisting, yaitu:

1. Mempunyai volume stabil sehingga dapat dihasilkan dimensi beton yang akurat.
2. Dapat digunakan berulang kali.
3. Mudah dibongkar pasang serta dipindahkan.
4. Rapat, tidak bocor sehingga tidak memungkinkan air semen keluar dari cetakan.
5. Mempunyai daya lekat rendah dengan beton dan mudah membersihkannya.

## 2.4 Material Bekisting

Beberapa jenis material bekisting yang digunakan pada penelitian ini diantaranya adalah sebagai berikut:

### 1. Triplek

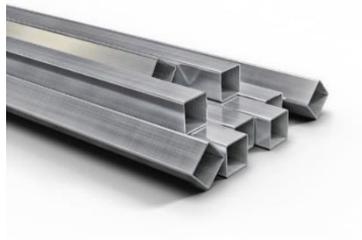
Triplek (*plywood*) adalah salah satu material yang umum digunakan sebagai bekisting dalam konstruksi, khususnya untuk pengecoran beton. Bekisting adalah cetakan sementara yang digunakan untuk membentuk beton saat masih dalam keadaan basah hingga mengeras.



Gambar 2.1: Triplek.

## 2. Besi *Hollow*

Besi *hollow* adalah besi yang berbentuk pipa kotak. Besi *hollow* biasanya terbuat dari besi galvanis, *stainless* atau besi baja. (Abdillah Rizqon, 2020)



Gambar 2.2: Besi *Hollow*.

## 3. *Lock Beam*

*Lock beam* terbuat dari *double* besi *hollow* yang sudah dipabrikasi dan dipasang mengelilingi sisi kolom yang berfungsi sebagai sabuk kolom.



Gambar 2.3: *Lock Beam*.

## 4. *Tie Rod* dan *Wing Nut*

*Tie rod* terbuat dari besi yang dipasang di antara *lock beam* pada keempat sisi kolom dan berfungsi sebagai pengunci agar bekisting kolom tidak bergerak pada saat pengecoran. *Wing nut* dipasang pada sisi kanan dan kiri *tie rod*.



Gambar 2.4: *Tie Rod* dan *Wing Nut*.

### 5. *Push Pull Prop dan Kicker Brace*

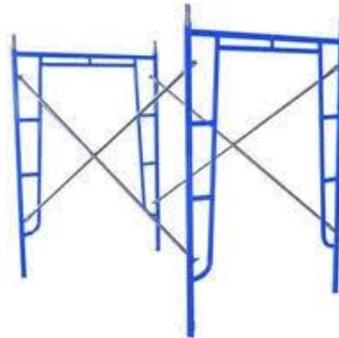
Berfungsi sebagai penyangga untuk bekisting kolom yang Dimana keduanya akan dipasang pada tiap sisi kolom.



Gambar 2.5: *Push Pull Prop dan Kicker Brace.*

### 6. *Scaffolding Set*

*Scaffolding set*, atau yang biasa disebut perancah, adalah struktur sementara yang digunakan dalam proyek konstruksi untuk memberikan akses aman dan stabil bagi pekerja dan material saat mengerjakan bangunan di ketinggian. Struktur ini terdiri dari berbagai komponen yang dirakit menjadi satu kesatuan untuk mendukung pekerjaan konstruksi, renovasi, atau perawatan bangunan. Satu set *scaffolding* terdiri dari 2 *main frame*, 2 *cross brace* dan 2 *joint pin*.



Gambar 2.6: *Scaffolding Set.*

### 7. *U – Head Jack*

*U Head Jack* adalah komponen perancah (*scaffolding*) yang berbentuk seperti huruf "U" dan berfungsi sebagai penyangga, pengapit, serta penahan konstruksi di bagian atas perancah agar tidak mudah goyang. *U Head Jack*

biasanya digunakan pada bagian atas perancah untuk menopang balok atau bagian struktur lainnya.



Gambar 2.7: *U Head Jack*.

#### 8. *Jack Base*

*Jack base* adalah bagian dari sistem perancah (*scaffolding*) yang berfungsi sebagai kaki atau tumpuan dasar untuk menopang beban dan menyesuaikan ketinggian perancah.



Gambar 2.8: *Jack Base*.

#### 9. *Support Pipa Galvanis*

*Pipe support scaffolding* adalah salah satu jenis aksesoris *scaffolding* atau perancah yang berfungsi untuk meratakan beban pada setiap bagian *scaffolding* yang didukungnya. Dengan kata lain, *pipe support* ini membantu mendistribusikan beban secara lebih merata, sehingga meningkatkan keamanan dan stabilitas *scaffolding*.



Gambar 2.9: *Pipe Support*.

## 2.5 Macam – Macam Bekisting

Adapun jenis bekisting yang secara umum masih digunakan khususnya di Indonesia antara lain (Rahadianto et al. 2022):

### 1. Bekisting Konvensional

Bekisting konvensional adalah bekisting yang menggunakan meterial utama berupa kayu, multiplek, dan papan. Dalam proses pengerjaannya, bekisting dipasang sesuai dengan dimensi struktur yang akan dibangun.

Keunggulan bekisting konvensional adalah:

- 1) Materialnya mudah dicari
- 2) Murah.
- 3) Tidak memerlukan pekerja yang ahli.

Kekurangan bekisting konvensional adalah:

- 1) Material kayu tidak awet untuk dipakai berulang-ulang kali.
- 2) Membutuhkan waktu untuk pasang dan bongkar bekisting yang menjadi lebih lama.
- 3) Banyak menghasilkan sampah kayu dan paku.
- 4) Bentuknya tidak presisi.



Gambar 2.10: Bekisting Konvensional.

## 2. Bekisting Semi Konvensional

Semi konvensional seiring berkembangnya teknologi konstruksi maka dilakukan peningkatan pada metode bekisting konvensional, sehingga dirancanglah sistem bekisting semi konvensional yang terbuat dari *plywood* dan besi *hollow*.

Keunggulan bekisting semi sistem adalah:

1. Tahan lama/awet sehingga dapat digunakan seterusnya sampai pekerjaan selesai;
2. Lebih mudah dalam hal pemasangan dan pembongkaran;
3. Mampu meminimalisir jumlah pekerja yang dibutuhkan jika dibandingkan ketika pekerjaan konstruksi tersebut menggunakan bekisting konvensional;
4. Jika ditotal sampai pekerjaan bangunan selesai, bekisting semi sistem ini tidaklah menelan biaya yang terlalu tinggi jika dibandingkan dengan pemakaian bekisting konvensional.



Gambar 2.11: Bekisting Semi Sistem.

### 3. Bekisting Sistem (PERI)

Bekisting sistem (PERI) adalah elemen elemen bekisting yang dibuat di pabrik, sebagian besar komponen terbuat dari baja. Bekisting sistem dimaksudkan untuk penggunaan berulang kali.



Gambar 2.12: Bekisting Sistem (PERI).

### 4. Bekisting Alumunium

Bekisting alumunium merupakan salah satu bekisting yang digunakan di Indonesia penggunaan bekisting alumunium ini cocok untuk bangunan bertingkat tinggi dengan lantai yang luas dan bentuk ukuran beton yang sama. Meluasnya penggunaan bekisting alumunium merupakan langkah maju yang besar bagi industri konstruksi, yang tidak hanya meningkatkan efisiensi industri, tetapi juga menghemat bahan, biaya, tenaga kerja dan waktu. Bekisting alumunium memiliki kualitas yang baik dan metode

pengolahan yang sederhana, sehingga akan semakin banyak digunakan dalam konstruksi bangunan di masa depan (Rahadianto et al. 2022).



Gambar 2.13: Bekisting Aluminium.

## 2.6 Tahapan Pelaksanaan Bekisting

Terdapat 3 tahapan pekerjaan bekisting yaitu pembuatan (pabrikasi), pemasangan, dan pembongkaran. (John E, 1983)

### 1. Bekisting Kolom

Kolom merupakan salah satu elemen struktur utama pada bangunan gedung yang digunakan untuk menyalurkan beban-beban di atasnya ke pondasi bangunan. Ukuran dan jumlah kolom pada suatu bangunan sangat tergantung dari perencanaan struktur. Berikut langkah kerja pelaksanaan bekisting kolom:

#### A. Pabrikasi

Pabrikasi adalah pembuatan bekisting sebelum dirakit di lapangan. Sebelum pabrikasi dimulai tentu harus disiapkan terlebih dahulu bahan-bahan yang akan digunakan antara lain multiplek, *hollow*, sekrup, *tie rod*, *wing nut*, dan *support* sebagai penyangga. Kemudian melakukan pemotongan multiplek dan besi *hollow* sesuai dengan dimensi kolom yang ada pada gambar kerja. Setelah dipotong sesuai dengan kebutuhan, lembaran-lembaran multiplek tersebut akan dirakit menjadi satu dengan menggunakan pengaku besi *hollow*.

## B. Pemasangan

Sebelum pemasangan bekisting dilanjutkan, dipastikan terlebih dahulu pembesian kolom sudah selesai. Berikut langkah-langkah dalam memasang bekisting kolom pada struktur:

- a. Membuat *marking* posisi kolom
- b. Memasang sepatu kolom
- c. Memasang sabuk balok (*lock beam*) yang terbuat dari *double hollow* pada bekisting kolom agar lebih kuat. Untuk mengunci balok tersebut harus menggunakan *tie rod* dan *wing nut*.
- d. Memasang *support* yang terdiri dari *push pull prop* dan *Kicker brace* pada keempat sisi kolom. Fungsi dari *support* yaitu sebagai penyangga agar saat pengecoran, kolom tidak miring ataupun goyang.

## C. Pembongkaran

Langkah-langkah dalam pembongkaran bekisting kolom pada struktur sebagai berikut:

- a. Pembongkaran bekisting kolom diawali dengan mengendorkan *wing nut*
- b. Melepaskan *lock beam* satu per satu kemudian disimpan atau ditumpuk di tempat yang telah disediakan.
- c. Mengendorkan *push pull prop* dan *Kicker brace*, kemudian dilepas dan ditumpuk di tempat yang telah disediakan secara hati – hati.
- d. Kemudian melepaskan multiplek bekisting kolom secara satu per satu dan hati-hati agar multiplek dapat digunakan kembali.

## 2. Bekisting Balok

Balok merupakan struktur utama pada sebuah gedung. Pada bangunan tertentu struktur balok dan pelat dibuat ekspos sehingga memerlukan material bekisting yang khusus. Berikut langkah kerja pelaksanaan bekisting balok.

### A. Pabrikasi

Mempersiapkan material bekisting untuk balok, yaitu multiplek (*phenolic*) yang akan digunakan pada sisi dinding balok (tembereng) dan alas balok (bodeman). Kemudian multiplek dipotong sesuai dengan dimensi dinding dan alas dari balok yang akan dikerjakan.

## B. Pemasangan

Langkah-langkah pemasangan bekisting balok adalah sebagai berikut:

- a. Survey memberi tanda atau marking elevasi pinjaman pada kolom struktur.
- b. Memasang perancah (*Scaffolding*) dengan jarak antar tiang sesuai gambar kerja. Memasang perancah ini diawali dengan pemasangan *base jack* pada kaki tiang untuk mengatur ketinggian *Scaffolding* tersebut.
- c. Memasang komponen *Scaffolding* lainnya dan disesuaikan dengan tinggi dari masing-masing balok dengan menggunakan *Main Frame* dan diperkuat dengan *Cross Brace*.
- d. Bila diperlukan untuk menyambung *Scaffolding*, maka dapat menggunakan *Joint pin*.
- e. Memasang *U Head Jack* untuk menjepit gelagar.
- f. Memasang gelagar memanjang.
- g. Memasang balok suri di atas gelagar memanjang dengan jarak pemasangan sesuai gambar kerja.
- h. Memasang *hollow* di atas balok suri searah dengan gelagar
- i. Memasang alas balok (bodeman) dengan mengacu pada titik as balok.
- j. Setelah alas balok terpasang dengan benar, maka dilakukan perangkaian panel dinding balok (tembereng) serta kayu dan *hollow* tembereng.
- k. Memasang siku untuk mempertahankan ketegakan dinding balok.

## C. Pembongkaran

Langkah-langkah dalam pembongkaran bekisting balok pada struktur sebagai berikut:

- a. Diawali dengan melepas siku penahan dinding balok.
- b. Membongkar kayu dan *hollow* tembereng, serta panel dinding balok.
- c. Mengendorkan *u head* pada daerah yang akan dibongkar.
- d. Melepas alas balok (bodeman), *hollow* bodeman, balok suri dan gelagar memanjang.
- e. Membongkar perancah (*Scaffolding*) kemudian diletakkan di tempat yang telah disediakan secara teratur.

## 3. Bekisting Pelat

Berikut langkah-langkah pengerjaan bekisting pelat:

#### A. Pabrikasi

Persiapan material bekisting pelat berupa multiplek *phenolic* yang dipotong sesuai dengan ukuran pelat yang akan dikerjakan.

#### B. Pemasangan

Langkah-langkah pemasangan bekisting pelat adalah sebagai berikut:

- a. Mengukur dasar elevasi pelat lantai, sebagai dasar bekisting.
- b. Memasang pipa galvanis dengan jarak antar pipa sesuai gambar kerja. Memasang pipa galvanis ini diawali dengan pemasangan *base jack* pada dasar pipa untuk mengatur ketinggian pipa tersebut.
- c. Memasang *U Head Jack* untuk menjepit balok suri
- d. Memasang balok suri di atas *u head*, jarak pemasangan sesuai gambar kerja
- e. Memasang besi *hollow* di atas balok suri searah dengan panjang plat.
- f. Memasang bekisting kontak pelat berupa multiplek *phenolic*.
- g. Mengecek kerataan dan elevasi permukaan bekisting.

#### C. Pembongkaran

Langkah-langkah dalam pembongkaran bekisting pelat pada struktur sebagai berikut:

- a. Pembongkaran diawali dengan mengendorkan *u head* pada daerah yang akan dibongkar
- b. Melepas lembaran – lembaran multiplek, besi *hollow*, dan balok suri.
- c. Membongkar pipa galvanis dan komponen lainnya kemudian diletakkan di tempat yang telah disediakan secara teratur.

### 2.7 Standar dan Acuan Perencanaan

Dalam perencanaan metode rotasi bekisting pada penelitian ini, penulis mengacu pada beberapa standar dan acuan teknis yang digunakan secara luas dalam industri konstruksi, baik nasional maupun internasional.

Salah satu acuan utama adalah ACI 347-04 – *Guide to Formwork for Concrete*, yang diterbitkan oleh American Concrete Institute. Standar ini memberikan panduan teknis terkait perencanaan, pelaksanaan, dan penggunaan ulang bekisting beton. ACI 347-04 membahas secara spesifik mengenai ketentuan

waktu pembongkaran, keamanan kerja, dan efisiensi penggunaan material bekisting, sehingga relevan untuk digunakan dalam analisis metode rotasi bekisting dalam penelitian ini. Selain itu, penelitian ini juga mengacu pada prinsip - prinsip *Lean Construction* yang dikembangkan oleh *Lean Construction Institute (LCI)* dan diterapkan dalam bentuk sistem *Advanced Work Packaging (AWP)* sebagaimana dijelaskan dalam dokumen CII IR 272-12 (2016). Pendekatan ini mendukung efisiensi pelaksanaan proyek dengan meminimalkan pemborosan dan meningkatkan koordinasi antar pelaku proyek. Penelitian ini juga selaras dengan prinsip ISO 9001:2015 mengenai *Quality Management Systems*, terutama dalam aspek efisiensi proses dan peningkatan kualitas secara berkelanjutan (*continuous improvement*), yang menjadi salah satu landasan dalam pengambilan keputusan metode optimal.

Dengan menggabungkan standar teknis dan pendekatan manajerial ini, diharapkan metode rotasi bekisting yang dianalisis mampu memberikan hasil yang optimal dalam hal durasi pekerjaan dan efisiensi biaya pada proyek konstruksi.

## **2.8 Lean Construction**

*Lean Construction* merupakan pendekatan manajemen proyek yang berfokus pada peningkatan efisiensi dan pengurangan pemborosan (*waste*) dalam seluruh siklus proyek konstruksi. Menurut Howell (1999), pendekatan ini bertujuan memaksimalkan nilai bagi pelanggan melalui desain dan pelaksanaan yang terkoordinasi, serta penggunaan prinsip produksi yang efisien.

Dalam penelitian ini, prinsip *lean* diterapkan melalui metode rotasi bekisting yang mendukung efisiensi penggunaan material serta optimalisasi durasi dan biaya. Pendekatan ini juga didukung oleh sistem *Advanced Work Packaging (AWP)* sebagaimana dijelaskan oleh *Construction Industry Institute (CII, 2016)*, yang menyatakan bahwa AWP merupakan praktik yang sejalan dengan prinsip - prinsip *lean* dalam mengelola batasan dan memperbaiki aliran kerja konstruksi.

## **2.9 Rotasi Bekisting**

Rotasi bekisting ialah suatu sistem perputaran letak / bongkar pasang dari material bekisting terhadap suatu gedung. Rotasi bekisting dapat diterapkan pada

kriteria gedung yang memiliki jumlah lantai lebih dari 1. Hal ini merupakan salah satu upaya untuk menekan biaya konstruksi. Penurunan biaya dapat diperoleh dengan menekan biaya bekisting. Dengan cara, pemanfaatan berulang atau pemakaian kembali material bekisting. Penentuan rotasi bekisting pekerjaan pada bangunan gedung bertingkat dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti berikut:

1. Biaya proyek
2. Bentuk struktur
3. Metode pekerjaan
4. Schedule Pelaksanaan
5. Ketersediaan sumber daya

(ARIYANTI, 2018)

Ada beberapa macam rotasi bekisting, di antaranya rotasi bekisting 1 lantai, rotasi bekisting 1,5 lantai, rotasi bekisting 2 lantai, rotasi bekisting 2,5 lantai. Pada konstruksi bangunan yang besar, pada umumnya area pekerjaan dibagi menjadi zona - zona guna memudahkan dalam sirkulasi pekerjaan dan transportasi alat serta material. Pelaksanaan dari rotasi bekisting ini juga akan dikaitkan dengan pembagian daripada zona - zona tersebut.

## **2.10 Analisa Kebutuhan Material**

Analisa kebutuhan material ialah menghitung banyaknya jumlah material yang dibutuhkan untuk membangun satu struktur. Analisa kebutuhan material biasa disebut dengan volume suatu pekerjaan. Besarnya volume dari suatu pekerjaan bekisting tergantung dari luasan struktur yang direncanakan. Untuk mencari volume pekerjaan bekisting ini mengacu pada penelitian terdahulu milik (ARIYANTI, 2018) dikarenakan di Indonesia, penggunaan *Standard Method of Measurement* (SMM) belum di rekomendasikan oleh institusi Negara dan belum dinyatakan dalam kontrak. Tahun 2009, pemerintah melalui Pekerjaan Umum (PU) telah mencoba membuat Standar Metoda Pengukuran (SMP) yang melibatkan Quantity Surveying Indonesia (IQSI), Institusi pendidikan, dan perwakilan dari dunia konstruksi lainnya. Namun Standar Metoda Pengukuran (SMP) tersebut sampai sekarang belum selesai (Dwifitra Jumas, 2017). Volume untuk pekerjaan bekisting ini akan dinyatakan dalam satuan m<sup>2</sup>.

### 2.10.1 Perhitungan Kebutuhan Material Bekisting Kolom

#### A. Perhitungan Kebutuhan Multiplek

$$\text{Volume} = 2 \times b \text{ kolom} \times \text{panjang efektif kolom} \quad (2.1)$$

### 2.10.2 Perhitungan Kebutuhan Material Bekisting Balok

#### A. Perhitungan Kebutuhan Multiplek

##### 1. Multiplek Bodeman

$$\text{Volume} = b \text{ balok} \times \text{panjang efektif balok} \quad (2.2)$$

##### 2. Multiplek Tembereng

$$\text{Volume} = 2 \times h \text{ balok} \times \text{panjang efektif balok} \quad (2.3)$$

#### B. Perhitungan Kebutuhan Balok Suri

##### 1. Jumlah Balok Suri per Balok

$$n \text{ Balok Suri} = \frac{\text{Panjang Efektif balok}}{\text{jarak antar balok suri}} \quad (2.4)$$

##### 2. Volume Balok Suri

$$\text{Volume} = \text{jumlah balok suri per balok} \quad (2.5)$$

### 2.10.3 Perhitungan Kebutuhan Material Bekisting Pelat

#### A. Perhitungan Kebutuhan Multiplek

$$\text{Volume} = b \text{ pelat} \times \text{panjang efektif pelat} \quad (2.6)$$

## 2.11 Analisa Produktivitas dan Durasi

Dalam membangun suatu gedung, akan terdiri dari beberapa pekerjaan yaitu seperti pekerjaan kolom, balok, dan pelat, dimana setiap tahapan pelaksanaannya akan dibagi lagi menjadi beberapa sub pekerjaan yang saling berkaitan seperti pekerjaan pembesian, bekisting, dan pengecoran. Karena adanya hubungan keterkaitan antara pekerjaan satu dengan pekerjaan yang lain, apabila pekerjaan bekisting mengalami keterlambatan maka seluruh jadwal pekerjaan struktur mengalami keterlambatan pula. Begitupun sebaliknya, apabila pekerjaan bekisting dapat selesai tepat waktu atau bahkan lebih cepat dari rencana, maka pekerjaan struktur akan selesai tepat waktu atau lebih cepat dari rencana. Jadi kinerja waktu bekisting memiliki hubungan dalam menentukan kinerja waktu pekerjaan proyek struktur secara keseluruhan. Cepat atau lambatnya pelaksanaan pekerjaan bekisting

juga sangat dipengaruhi oleh pekerjaannya sendiri. Sumber daya manusia atau tenaga kerja, sebagai penentu keberhasilan proyek, harus memiliki kualifikasi, keterampilan dan keahlian yang sesuai dengan kebutuhan untuk mencapai keberhasilan suatu proyek. Faktor yang harus dipertimbangkan adalah:

1. Produktivitas tenaga kerja
2. Jumlah tenaga kerja

Untuk analisa produktivitas dari pelaksanaan pekerjaan bekisting akan dilakukan perhitungan berdasarkan wawancara di lapangan. Bila produktivitas dari pekerja telah diketahui, untuk selanjutnya perhitungan kebutuhan durasi dapat dilakukan dengan cara membagi kebutuhan bekisting dari setiap luasan dengan produktivitas dari tiap pekerja. Sehingga dapat diketahui waktu pelaksanaan dari perencanaan metode strategi rotasi bekisting tersebut.

$$\text{Durasi} = \frac{\text{Kebutuhan bekisting per 1 zona}}{\text{kapasitas produksi 1 orang}} \quad (2.7)$$

## 2.12 Analisa Biaya Bekisting

Penggunaan material yang berulang dari bekisting ditujukan untuk mencapai nilai ekonomis dari material. Panel – panel bekisting sebaiknya dirancang agar mudah dipasang, dibongkar, dan diperkuat sehingga akan memperkecil resiko kerusakan pada material. Faktor – faktor yang mempengaruhi dalam menghitung biaya pekerjaan yaitu:

- A. Jenis metode yang dipakai
- B. Pemilihan tenaga kerja

Untuk biaya bekisting ini ada dua hal yang akan diperhitungkan, yaitu biaya dari material bekisting itu sendiri dan biaya upah dari para tenaga.

- A. Biaya Material Perhitungan material yang digunakan biasanya dibuat dahulu daftar bahan yang menjelaskan mengenai:
  - a. Banyaknya material
  - b. Ukuran material

Analisa biaya material dari pekerjaan bekisting dapat diperoleh dengan menjumlahkan kebutuhan material yang diperlukan untuk menghasilkan 1 m<sup>2</sup> area kontak. Kemudian dikalikan dengan harga satuan material tersebut.

B. Upah Tenaga Perhitungan upah dari para tenaga sangat dipengaruhi oleh bermacam-macam hal, diantaranya:

- a. Panjangnya jam kerja yang diperlukan untuk menyelesaikan pekerjaan
- b. Keadaan tempat pekerjaan
- c. Keterampilan atau keahlian dari tenaga kerja yang mengerjakan pekerjaan tersebut

Analisa biaya upah tenaga dari pekerjaan bekisting dapat diperoleh dengan menjumlahkan kebutuhan tenaga yang diperlukan kemudian dikalikan dengan harga satuan upah tenaga tersebut dan dikalikan juga dengan durasi pelaksanaan pekerjaan bekisting.

- a. Perhitungan Biaya Material

$$\text{Bahan} = \text{volume material} \times \text{harga satuan material} \quad (2.8)$$

- b. Perhitungan Upah Pekerja

$$\text{Upah} = \sum \text{tenaga} \times \text{durasi} \times \text{harga satuan upah} \quad (2.9)$$

### 2.13 Analisa *Waste Material*

Dalam menganalisa sisa material yang pertama melakukan perhitungan kebutuhan material *waste* akibat sisa pemotongan material. Kemudian akan dikalikan dengan harga satuan dari setiap material tersebut untuk mendapatkan nilai *Waste Cost*. Volume *waste* berfungsi untuk mengukur berapa banyaknya *waste material* yang terjadi selama pekerjaan bekisting berlangsung, dan *Waste Cost* untuk mengukur besarnya kerugian dari setiap pembelian material terhadap total biaya keseluruhan dari kebutuhan pekerjaan bekisting.

- a. Perhitungan kebutuhan material *Waste*

$$V. \text{ waste} = \text{volume material datang} - \text{volume material terpasang} \quad (2.10)$$

### 2.14 Perhitungan *Waste Cost*

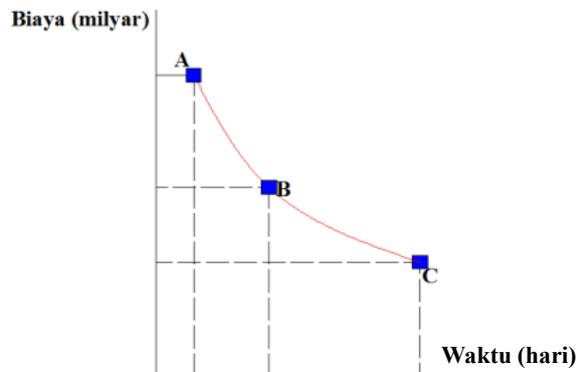
Perhitungan *Waste Cost* diakibatkan oleh sisa potongan material triplek yang tidak bisa digunakan kembali.

- A. Perhitungan *Waste Cost* Akibat Sisa Potongan

$$\text{Waste Cost} = \text{volume waste} \times \text{harga satuan material} \quad (2.11)$$

## 2.15 Pemilihan Alternatif

Dari keseluruhan perhitungan, kemudian akan didapatkan hasil dari ketiga perencanaan metode tersebut, yaitu metode mana yang memiliki nilai paling optimal dari segi waktu dan biaya dengan menggunakan teori Pareto Optima. Seperti yang terlihat pada gambar di bawah ini.



Gambar 2.14: Contoh Grafik Pareto Optima.

Gambar tersebut memperlihatkan sebuah grafik yang terdiri dari titik-titik yang merupakan hasil perhitungan dari beberapa perencanaan metode, dimana terdapat 2 fungsi tujuan yaitu pada sisi vertikal merupakan fungsi biaya dan pada sisi horizontal merupakan fungsi waktu/durasi. Untuk mendapatkan metode yang paling optimal yaitu dengan memplotkan hasil waktu dan biaya dari beberapa metode yang telah dianalisa ke dalam grafik. Pada grafik akan ditampilkan beberapa titik dari hasil perhitungan. Untuk mendapatkan hasil yang paling optimal, yaitu titik yang letaknya paling mendekati titik 0. Berdasarkan grafik di atas, ketiga titik tersebut tidak bisa saling mengalahkan karena memiliki keunggulan masing – masing. Titik A, merupakan metode yang paling optimal bila dilihat dari segi waktu. Karena titik A merupakan titik yang paling mendekati titik 0 terhadap sumbu x (segi waktu). Titik C, juga merupakan metode yang paling optimal namun bila dilihat dari segi biaya, Karena titik C adalah titik yang paling mendekati titik 0 terhadap sumbu y (segi biaya). Sedangkan untuk titik B, merupakan metode yang paling optimal bila dilihat dari segi waktu dan biaya, karena titik tersebut titik yang paling mendekati 0 bila dilihat dari sisi diagonal (dari segala titik yang berada pada daerah tersebut).

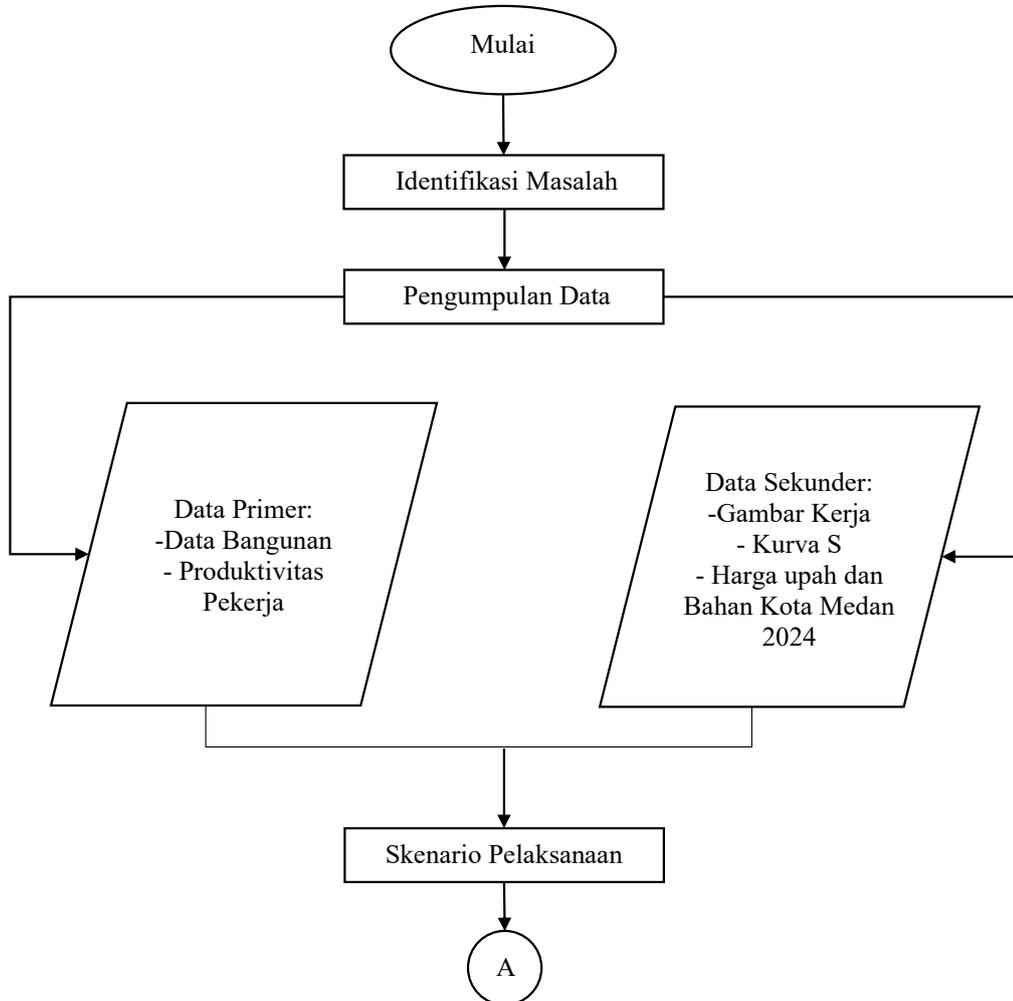
# BAB 3

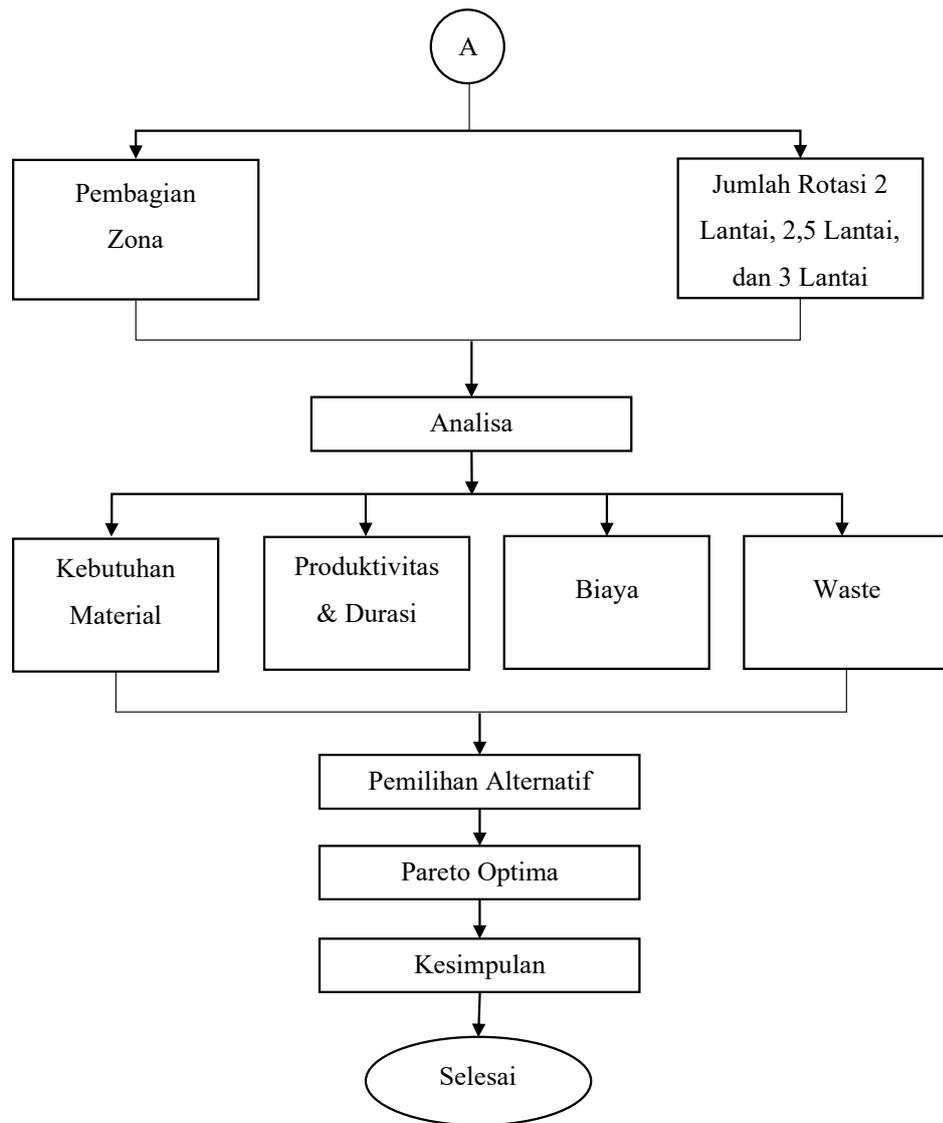
## METODE PENELITIAN

### 3.1 Metode Penelitian

Jenis penelitian ini merupakan penelitian kuantitatif deskriptif, dengan pendekatan studi kasus, yang bertujuan untuk membandingkan efektivitas beberapa metode rotasi bekisting berdasarkan aspek waktu dan biaya.

### 3.2 Diagram Alir Penelitian





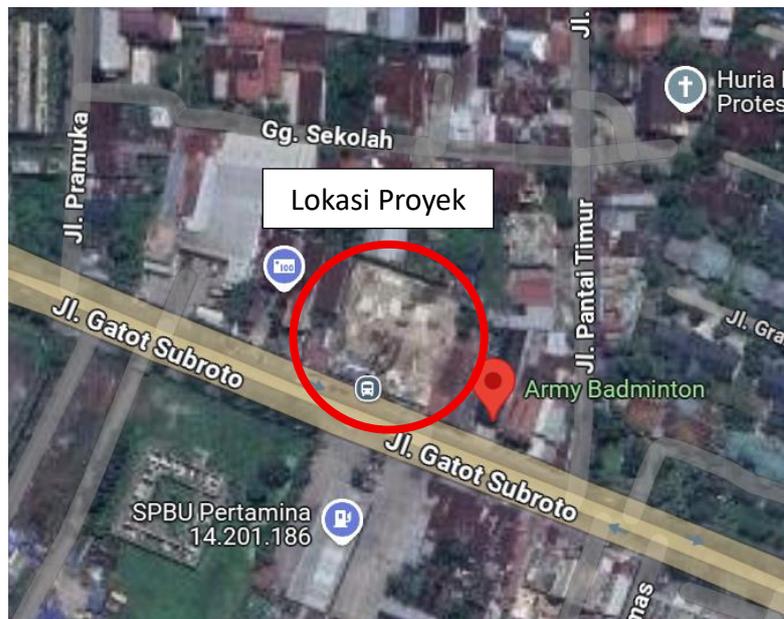
Gambar 3.1: Diagram Alir Penelitian.

### 3.3 Lokasi Proyek

Penelitian tugas akhir ini dilakukan pada Pembangunan Gedung Rumah Sakit Umum SEAH, Jalan Gatot Subroto, Kel. Cinta Damai, Kec. Medan Helvetia, Kota Medan.



Gambar 3.2: Kondisi Lapangan Proyek Konstruksi.



Gambar 3.3: Lokasi Proyek.

### 3.4 Data Proyek

Adapun data umum proyek yang digunakan dalam penulisan tugas akhir ini adalah sebagai berikut.

Nama Proyek : Pembangunan Rumah Sakit Umum SEAH Medan

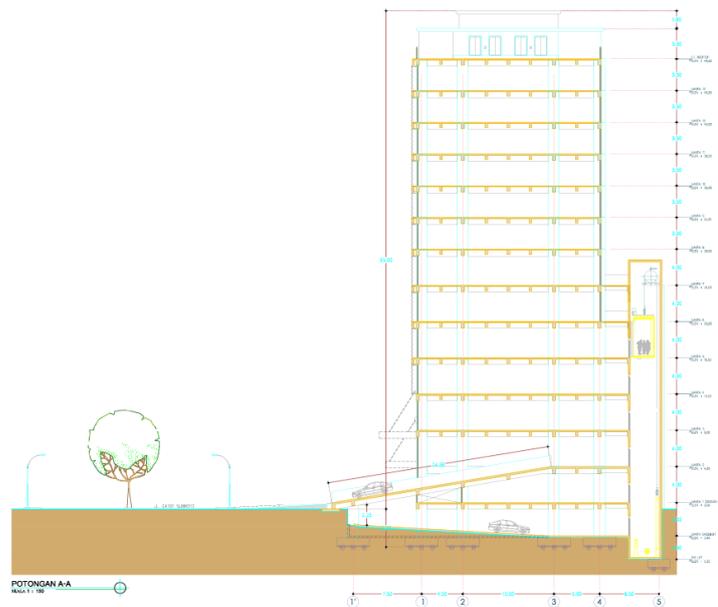
Nama Pemilik : David Lionardi

Alamat Pemilik : Prum Krakatau Asri No. B1

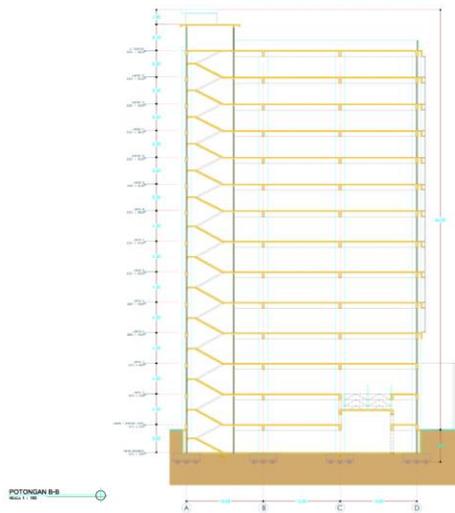
Nomor Kontrak : SK-PBG 127103-16042024-001  
Tanggal Kontrak : 16 April 2024  
Jenis : Rumah Sakit  
Jumlah Unit : 1 (Satu)  
Jumlah Lantai : 14 Lantai dengan Basement 1 Lantai  
Kelurahan : Cinta Damai  
Kecamatan : Helvetia



Gambar 3.4: Papan IMB Proyek Konstruksi.



Gambar 3.5: Potongan A-A Bangunan.



Gambar 3.6: Potongan B-B Bangunan.

Adapun data yang diperoleh untuk penyusunan tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

#### 1. Data Primer

Data primer merupakan data yang didapatkan secara langsung melalui wawancara di lapangan, yang meliputi:

- a. Data bangunan
- b. Produktivitas pekerja

#### 2. Data Sekunder

Data sekunder merupakan data yang diperoleh dari sumber lain, yang meliputi:

- a. Gambar Kerja
- b. Kurva S
- c. Harga Upah dan Bahan Kota Medan 2024

### 3.5 Data Bangunan

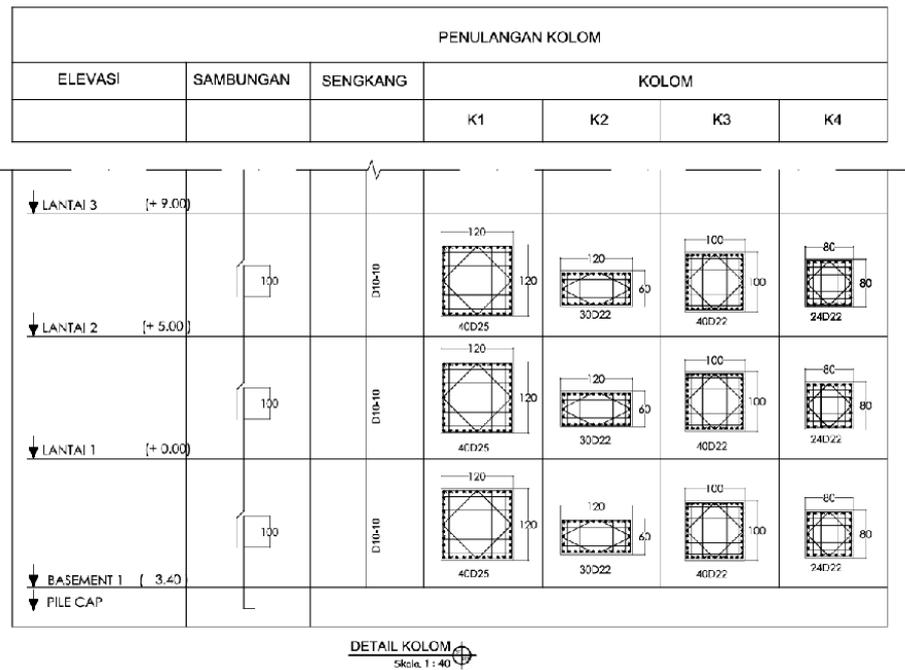
Adapun beberapa contoh data bangunan yang diperoleh dari gambar kerja adalah sebagai berikut. Untuk rekapitulasi data bangunan selengkapnya dapat dilihat pada lampiran.

Tabel 3.1: Data Kolom Lantai Basement - Lantai 1.

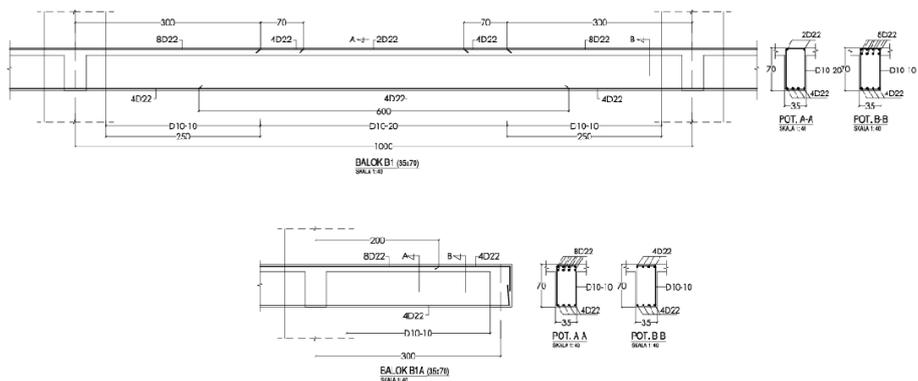
No.	Tipe Kolom	Dimensi			Jumlah
		B (cm)	H (cm)	T (cm)	
1	K1	120	120	480	4
2	K2	120	60	480	3
3	K3	100	100	480	3
4	K4	80	80	480	2
5	K5	120	120	480	2
6	K6	100	100	480	3
7	K7	80	80	480	3
8	K9	70	70	480	5
9	K10	60	60	480	1
10	K11	40	40	480	6
11	K12	60	60	480	8
Total					40

Tabel 3.2: Data Pembalokan Horizontal Lt 1.

No.	Tipe Balok	Dimensi			Jumlah
		B (cm)	H (cm)	P (cm)	
1	B1	35	70	1000	7
2	B1	35	70	895	3
3	B2	35	60	450	1
4	B3	35	60	500	2
5	B3B	35	60	300	1
6	BA1	30	65	895	6
7	BA1A	30	65	655	1
8	BA2	30	65	1000	14
9	BA2A	30	65	500	1
10	BA5	30	65	500	5
11	BA8	30	65	895	1
12	B11	35	70	895	1
13	B11	35	70	1000	1
14	B11A	35	70	655	1
15	B11B	35	70	500	1
16	B11C	35	70	250	1
17	BA11	35	70	895	3
18	BA12	35	70	1000	3
19	BA12A	35	70	655	3
20	BA12B	35	70	500	3



Gambar 3.7: Detail Kolom K1, K2, K3, K4 pada Basement - Lt 3.

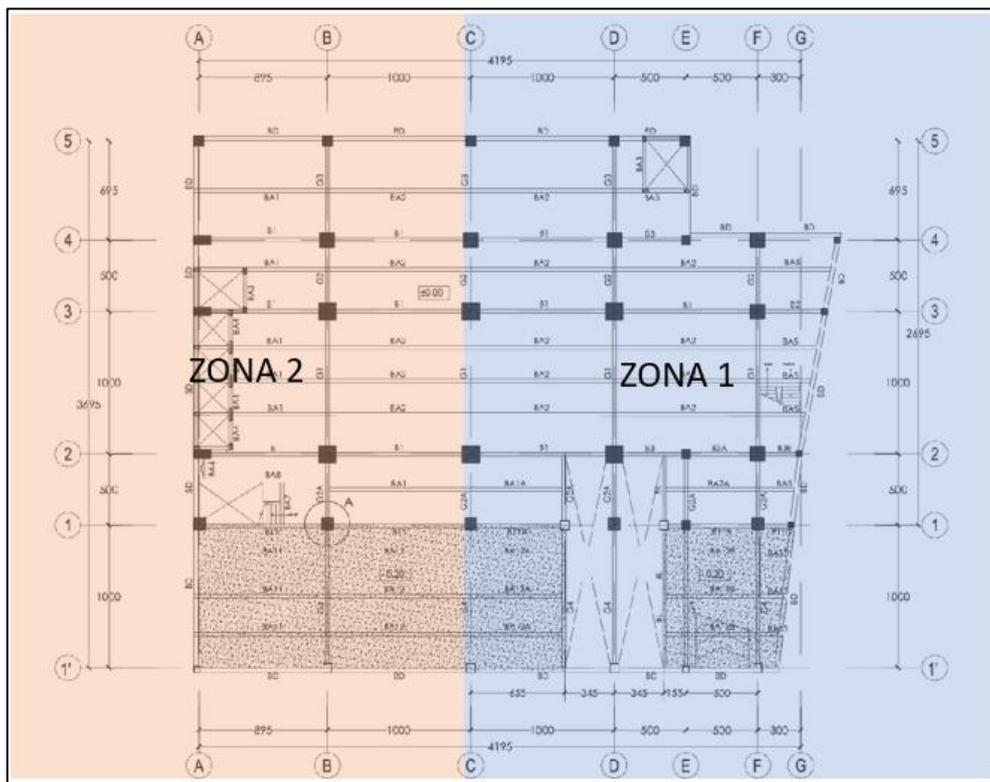


Gambar 3.8: Detail Balok B1 dan B1A.

### 3.6 Metode Pelaksanaan Rotasi Pekerjaan Bekisting

Perencanaan rotasi bekisting ini akan direncanakan dengan menggunakan jenis bekisting yang sesuai dengan kondisi di lapangan. Dan akan direncanakan sebanyak 3 macam metode yaitu metode I dengan rotasi bekisting 2 lantai, metode

II dengan rotasi bekisting 2,5 lantai, serta metode III dengan rotasi bekisting 3 lantai. Karena adanya perbedaan luasan antara lantai basement – Lt. 1, Lt. 2 – Lt.7 dan Lt. 8 – atap, sehingga akan dibedakan 2 tipe zona seperti pembagian zona yang terlihat pada gambar. Pembagian zona pelaksanaan dalam penelitian ini ditentukan berdasarkan hasil wawancara dengan pihak pelaksana di lapangan, yang memberikan informasi mengenai pembagian area kerja sesuai dengan urutan dan kebutuhan konstruksi.



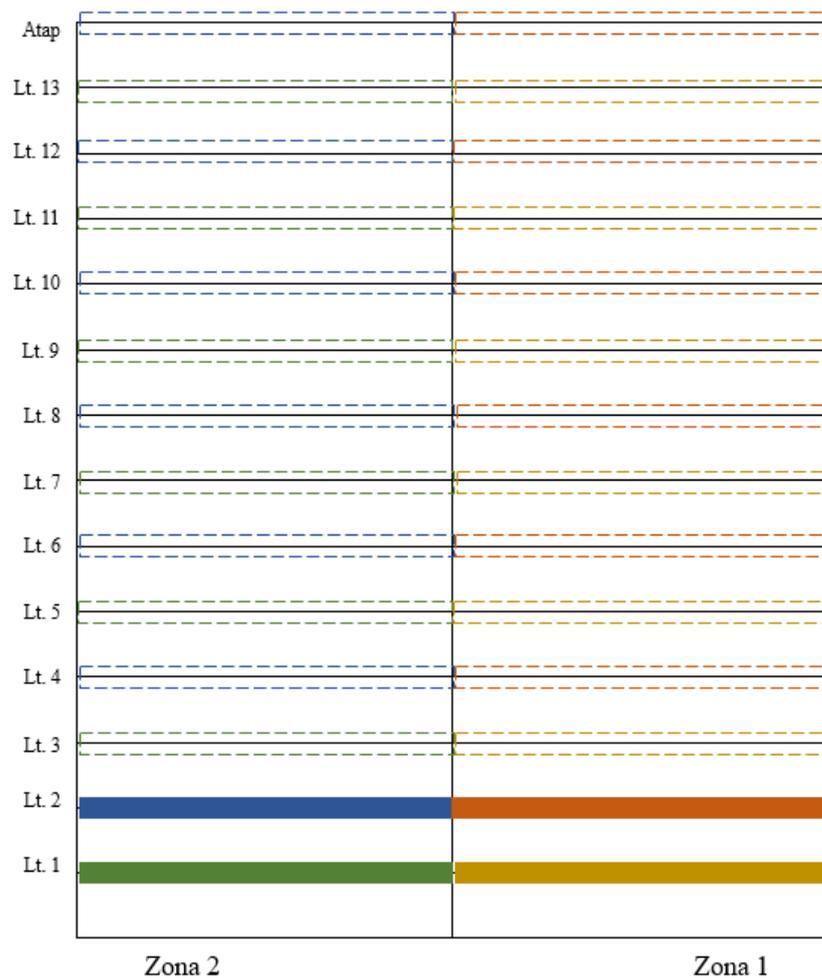
Gambar 3. 9: Pembagian Zona Proyek Konstruksi

Adapun skenario alternatif - alternatif pada pekerjaan bekisting adalah sebagai berikut:

### 3.6.1 Metode I (Rotasi Bekisting 2 Lantai)

Pada rotasi bekisting 2 lantai perlu disiapkan bekisting 2 lantai penuh. Pertama - tama pemasangan bekisting akan dilakukan untuk 1 lantai penuh. Pada

pemasangan bekisting untuk lantai 2 tidak perlu menunggu pembongkaran bekisting lantai 1. Bila beton pada lantai 1 sudah cukup mengeras, selanjutnya akan dipasang bekisting pada lantai 2 secara penuh seperti pelaksanaan pada lantai sebelumnya. Material bekisting bisa dibongkar dan digunakan untuk lantai – lantai selanjutnya bila umur beton sudah mencukupi.

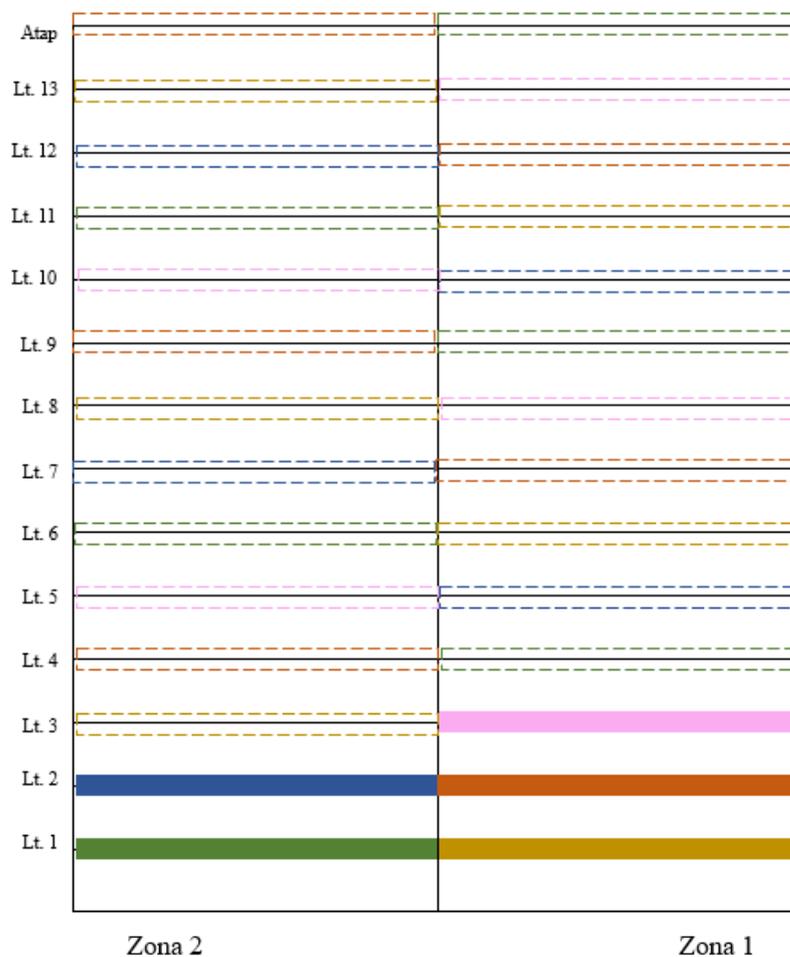


Gambar 3.10: Rotasi Bekisting 2 Lantai.

### 3.6.2 Metode II (Rotasi Bekisting 2,5 Lantai)

Pada rotasi bekisting 2.5 lantai perlu disiapkan bekisting 2.5 lantai penuh. Dalam satu gedung akan dibagi 2 zona per lantai. Pertama - tama pemasangan bekisting akan dilakukan untuk 1 lantai penuh. Pada pemasangan bekisting untuk

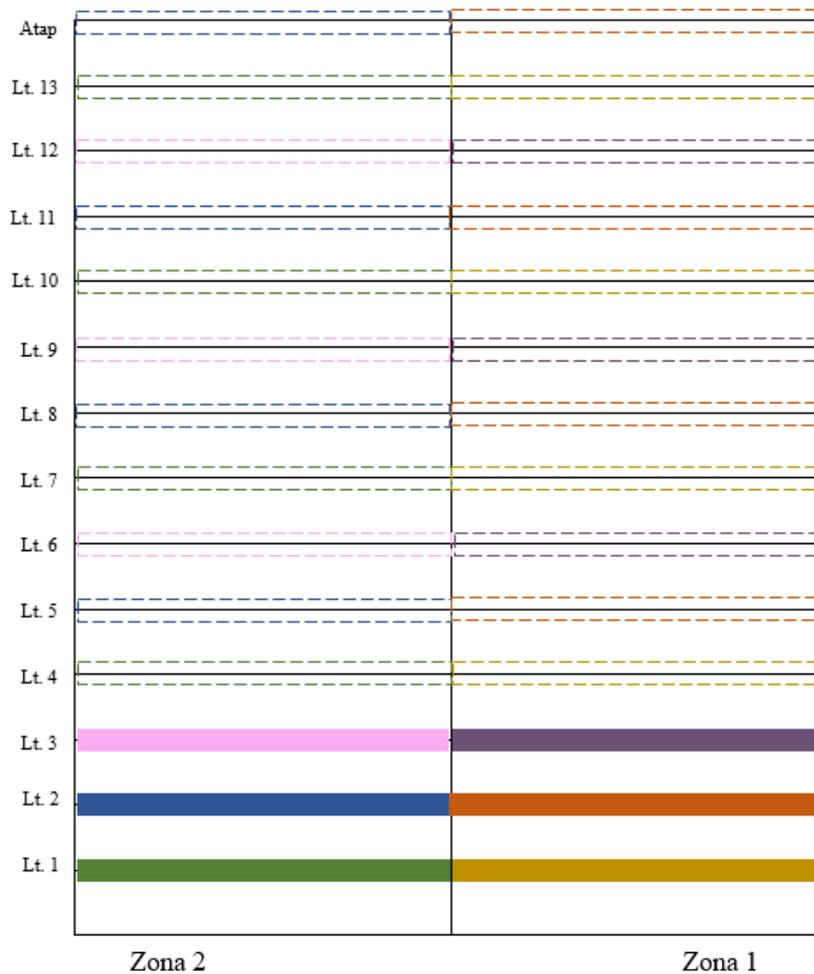
lantai 2 tidak perlu menunggu pembongkaran bekisting lantai 1. Bila beton pada lantai 1 sudah cukup mengeras, selanjutnya akan dipasang bekisting pada lantai 2 secara penuh (zona 1 dan zona 2) seperti pelaksanaan pada lantai sebelumnya. Selanjutnya akan dipasang bekisting baru ½ lantai (zona 1) pada lantai 3. Karena material bekisting hanya menyiapkan 2,5 lantai, untuk memasang bekisting ½ lantai selanjutnya, untuk zona 2 pada lantai 3, yaitu dengan menggunakan material yang telah digunakan sebelumnya pada zona 1 lantai 1. Siklus pemasangan bekisting, pengecoran dan pembongkaran akan berlanjut seperti ini hingga lantai akhir. Seperti terlihat pada gambar 3.6. Material bekisting bisa dibongkar dan digunakan untuk lantai – lantai selanjutnya bila beton sudah mencapai umur yang diinginkan.



Gambar 3.11: Rotasi Bekisting 2,5 Lantai.

### 3.6.3 Metode III (Rotasi Bekisting 3 Lantai)

Pada rotasi bekisting 3 lantai perlu disiapkan bekisting 3 lantai penuh. Pertama - tama pemasangan bekisting akan dilakukan untuk 1 lantai penuh. Pada pemasangan bekisting untuk lantai 2 dan lantai 3 tidak perlu menunggu pembongkaran bekisting lantai 1. Bila beton pada lantai 1 sudah cukup mengeras, selanjutnya akan dipasang bekisting pada lantai 2 secara penuh seperti pelaksanaan pada lantai sebelumnya. Material bekisting bisa dibongkar dan digunakan untuk lantai – lantai selanjutnya bila umur beton sudah mencukupi.



Gambar 3.12: Rotasi Bekisting 3 Lantai.

## BAB 4

### HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada tahapan ini akan dilakukan analisa data yang diperoleh dari proses pengumpulan data seperti yang telah dijelaskan pada bab sebelumnya. Adapun proses analisa pengolahan data tersebut adalah analisa kebutuhan material, produktivitas, durasi, dan biaya bekisting.

#### 4.1 Perhitungan Kebutuhan Material Bekisting Kolom

Berikut ini akan dibahas tentang kebutuhan material yang diperlukan untuk struktur kolom (pada tiap zona) yaitu kebutuhan triplek, *hollow*, sekrup, *lock beam*, *tie rod*, *wing nut*, dan *support* sebagai penyangga.

##### 1. Kolom Lantai 1 Zona 2

Dimensi Kolom AS B-3

$$\text{Lebar kolom (b)} = 1,2 \text{ m}$$

$$\text{Panjang Kolom (h)} = 1,2 \text{ m}$$

$$\text{Tinggi Kolom (L)} = 4,8 \text{ m}$$

##### a. Kebutuhan Material Triplek

$$\begin{aligned} 1) \text{ Luas sisi b} &= 2 \times b \times L \\ &= 2 \times 1,2 \times 4,8 \\ &= 11,52 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 2) \text{ Luas sisi h} &= 2 \times b \times L \\ &= 2 \times 1,2 \times 4,8 \\ &= 11,52 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 3) \text{ Luas total} &= \text{Luas sisi b} + \text{Luas sisi h} \\ &= 11,52 + 11,52 \\ &= 23,04 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

##### 4) Kebutuhan Triplek

$$\begin{aligned} \text{Triplek} &= \frac{\text{Luas Total}}{1,22 \times 2,44} \\ &= \frac{23,04}{1,22 \times 2,44} \end{aligned}$$

$$= 7,74 \text{ lembar} = 8 \text{ lembar}$$

**b. Kebutuhan Material *Hollow***

Direncanakan jarak antar *Hollow* 50.50.1,6 adalah 0,5 m.

$$\text{Hollow sisi b} = \frac{1,2}{0,5} + 1 = 3,4 \text{ batang} = 4 \text{ batang}$$

$$\text{Hollow sisi L} = \frac{1,2}{0,5} + 1 = 3,4 \text{ batang} = 4 \text{ batang}$$

$$\text{Kebutuhan Hollow} = \text{Hollow sisi b} + \text{Hollow sisi L}$$

$$= 4 \text{ batang} + 4 \text{ batang}$$

$$= 8 \text{ batang}$$

**c. Kebutuhan Material Sekrup**

Kebutuhan sekrup untuk bekisting kolom adalah 2,73 kg/10m<sup>2</sup>. Maka,

$$\text{Sekrup} = \frac{\text{Luas Total}}{10 \text{ m}^2} \times 2,73 \text{ kg}$$

$$= \frac{23,04}{10 \text{ m}^2} \times 2,73 \text{ kg}$$

$$= 6,29 \text{ kg}$$

**d. Kebutuhan Material *Lock Beam***

*Lock beam* terbuat dari besi *hollow* berukuran 20.50.0,6 yang dipasang di sisi kolom yang berfungsi sebagai sabuk kolom. Direncanakan jarak antar *lock beam* adalah 0,5 m.

$$\text{LB} = 4 \times \frac{\text{tinggi kolom}}{\text{jarak hollow}}$$

$$= 4 \times \frac{4,8}{0,5}$$

$$= 38,4 \text{ batang} = 39 \text{ buah}$$

**e. Kebutuhan Material *Tie Rod***

*Tie rod* terbuat dari besi yang dipasang diantara *lock beam* pada keempat sisi kolom, dan berfungsi sebagai pengunci agar bekisting kolom tidak bergerak pada saat pengecoran. Sama seperti *lock beam*, *tie rod* dipasang dengan jarak 0,5m.

$$\text{Tie rod} = 4 \times \frac{\text{tinggi kolom}}{\text{jarak hollow}}$$

$$= 4 \times \frac{4,8}{0,5}$$

$$= 38,4 \text{ batang} = 39 \text{ buah}$$

**f. Kebutuhan Material *Wing Nut***

Fungsi *wing nut* sama seperti *tie rod*. *Wing nut* dipasang pada sisi kanan dan kiri *tie rod*.

$$\begin{aligned} \text{Wing nut} &= 2 \times \text{jumlah tie rod} \\ &= 2 \times 39 \text{ batang} \\ &= 78 \text{ buah} \end{aligned}$$

**g. Kebutuhan Material *Support***

Support yang berfungsi sebagai penyangga untuk bekisting kolom ini terdiri 2 komponen, yaitu *push pull prop* dan *Kicker brace*. Yang dimana keduanya sama akan dipasang pada tiap sisi kolom.

$$\begin{aligned} \text{Push pull prop} &= 4 \times n \\ &= 4 \times 1 \\ &= 4 \text{ buah} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Kicker brace} &= 4 \times n \\ &= 4 \times 1 \\ &= 4 \text{ buah} \end{aligned}$$

Untuk perhitungan selengkapnya akan ditabelkan pada tabel 4.1 dan 4.2.

Tabel 4. 1 : Rekapitulasi Kebutuhan Material Bekisting Kolom Zona 1 Per Lantai.

REKAPTULASI KEBUTUHAN MATERIAL KOLOM PER LANTAI										
ZONA 1										
LANTAI	Luas (m <sup>2</sup> )	Triplek (lembar)	Hollow 50.50.1,6 (batang)	Lock Beam (batang)	Sekrup (kg)	Tie Rod (buah)	Wing Nut (buah)	Push Pull Prof (buah)	Kicker Brace (buah)	
Lt. 1	85.58	29	166	1092	100.11	1092	2184	112	112	
Lt. 2	54.72	19	102	496	61.41	496	992	64	64	
Lt. 3	42.71	15	94	496	54.77	496	992	64	64	
Lt. 4	42.71	15	94	496	54.77	496	992	64	64	
Lt. 5	37.39	13	90	465	49.80	465	930	60	60	
Lt. 6	37.39	13	90	465	49.80	465	930	60	60	
Lt. 7	33.33	12	90	465	46.89	465	930	60	60	
Lt. 8	33.33	12	90	465	46.89	465	930	56	56	
Lt. 9	23.60	8	84	434	38.59	434	868	56	56	
Lt. 10	23.60	8	84	434	38.59	434	868	56	56	
Lt. 11	23.60	8	84	434	38.59	434	868	56	56	
Lt. 12	16.42	6	72	372	29.88	372	744	48	48	
Lt. 13	16.42	6	72	372	29.88	372	744	48	48	

Tabel 4. 2: Rekapitulasi Kebutuhan Material Bekisting Kolom Zona 2 Per Lantai.

REKAPTULASI KEBUTUHAN MATERIAL KOLOM PER LANTAI										
ZONA 2										
LANTAI	Luas (m2)	Triplek (lembar)	Hollow 50.50.1,6 (batang)	Lock Beam (batang)	Sekrup (kg)	Tie Rod (buah)	Wing Nut (buah)	Push Pull Prop (buah)	Kicker Brace (buah)	
Lt. 1	47.23	16	77	468	56.09	468	936	48	48	
Lt. 2	31.54	11	67	310	37.76	310	620	40	40	
Lt. 3	27.32	10	66	341	36.93	341	682	40	40	
Lt. 4	27.32	10	66	341	36.93	341	682	40	40	
Lt. 5	28.69	10	72	372	39.42	372	744	40	40	
Lt. 6	28.69	10	72	372	39.42	372	744	40	40	
Lt. 7	29.83	11	72	372	40.25	372	744	40	40	
Lt. 8	29.83	11	72	372	40.25	372	744	32	32	
Lt. 9	12.43	5	48	248	21.16	248	496	32	32	
Lt. 10	12.43	5	48	248	21.16	248	496	32	32	
Lt. 11	12.43	5	48	248	21.16	248	496	32	32	
Lt. 12	10.94	4	48	248	19.92	248	496	32	32	
Lt. 13	10.94	4	48	248	19.92	248	496	32	32	

#### 4.1.1 Perhitungan Kebutuhan Material Kolom Berdasarkan Rotasi

Jika sudah melakukan perhitungan kebutuhan material untuk kolom dari masing - masing lantai dan di setiap zonanya, kemudian material tersebut dianalisa kebutuhannya berdasarkan rotasi. Tujuan menganalisa kebutuhan material berdasarkan rotasinya karena terdapat beberapa material yang tidak bisa dipakai secara terus menerus karena memiliki masa pakai tertentu. Dan nantinya juga akan berpengaruh terhadap biaya. Material yang akan ditinjau untuk rotasi pada kolom ini yaitu triplek, besi *hollow*, sekrup, *tie rod*, *wing nut*, dan *support*. Masa pemakaian material kolom dapat dilihat pada tabel 4.3 berikut:

Tabel 4.3: Masa Pemakaian Material Bekisting Kolom.

Material	Masa Pakai
Triplek 12 mm	2 – 3 kali pakai
Besi <i>Hollow</i>	Selamanya
Sekrup	Tiap pergantian triplek
<i>Tie Rod</i>	Selamanya
<i>Wing Nut</i>	Selamanya
<i>Support</i>	Selamanya

Catatan: Pada saat survey lapangan, diperoleh data bahwa material triplek dapat digunakan 2 hingga 3 kali pakai. Namun dalam penelitian ini, triplek akan digunakan hanya dalam 3 kali pakai saja karena diasumsikan akan mengalami kerusakan setelah 3 kali pemakaian.

##### 4.1.1.1 Rotasi Material Bekisting Kolom 2 Lantai

Rotasi material untuk bekisting kolom yang akan dijelaskan berikut adalah rotasi 2 lantai. Maksud dari 2 lantai di sini yaitu material bekisting yang akan dipersiapkan untuk kolom adalah sebanyak 2 lantai penuh. Karena material yang akan dipersiapkan sebanyak 2 lantai penuh, maka material yang perlu disediakan yaitu material a (merah muda) untuk kolom lantai 1 zona 1, material b (kuning) untuk kolom lantai 1 zona 2, material c (hijau) untuk kolom lantai 2 zona 1, material d (biru) untuk kolom lantai 2 zona 2. Keempat material tersebut akan dilakukan



$$= 412 \text{ batang}$$

Karena *hollow* memiliki masa pakai selamanya sehingga kebutuhan *hollow* ini bisa digunakan kembali untuk lantai - lantai selanjutnya dan tidak perlu membeli baru.

### 3) Kebutuhan Material *Lock Beam*

Berdasarkan dari hasil perhitungan kebutuhan material tiap lantai dan tiap zona (tabel 4.1 dan tabel 4.2) kebutuhan *lock beam* pada lantai 1 penuh – lantai 2 penuh yaitu,

$$\begin{aligned} \text{Lock Beam} &= \text{Lt. 1 Zona 1} + \text{Lt. 1 Zona 2} + \text{Lt. 2 Zona 1} + \text{Lt. 2 Zona 2} \\ &= 1092 + 468 + 496 + 310 \\ &= 2366 \text{ batang} \end{aligned}$$

Karena *lock beam* memiliki masa pakai selamanya sehingga kebutuhan *lock beam* ini bisa digunakan kembali untuk lantai - lantai selanjutnya dan tidak perlu membeli baru.

### 4) Kebutuhan Material Sekrup

Berdasarkan dari hasil perhitungan kebutuhan material tiap lantai dan tiap zona (tabel 4.1 dan tabel 4.2) kebutuhan sekrup pada lantai 1 penuh – lantai 2 penuh yaitu,

$$\begin{aligned} \text{Sekrup} &= \text{Lt. 1 Z1} + \text{Lt. 1 Z2} + \text{Lt. 2 Z1} + \text{Lt. 2 Z2} \\ &= 100,11 + 56,09 + 61,41 + 37,76 \\ &= 255,37 \text{ kg} \end{aligned}$$

### 5) Kebutuhan Material *Tie Rod*

Berdasarkan dari hasil perhitungan kebutuhan material tiap lantai dan tiap zona (tabel 4.1 dan tabel 4.2) kebutuhan *tie rod* pada lantai 1 penuh – lantai 2 penuh yaitu,

$$\begin{aligned} \text{Tie rod} &= \text{Lt. 1 Zona 1} + \text{Lt. 1 Zona 2} + \text{Lt. 2 Zona 1} + \text{Lt. 2 Zona 2} \\ &= 1092 + 468 + 496 + 310 \\ &= 2366 \text{ buah} \end{aligned}$$

Karena *tie rod* memiliki masa pakai selamanya sehingga kebutuhan *tie rod* ini bisa digunakan kembali untuk lantai - lantai selanjutnya dan tidak perlu membeli baru.

**6) Kebutuhan Material *Wing Nut***

Berdasarkan dari hasil perhitungan kebutuhan material tiap lantai dan tiap zona (tabel 4.1 dan tabel 4.2) kebutuhan *wing nut* pada lantai 1 penuh – lantai 2 penuh yaitu,

$$\begin{aligned} \textit{Wing nut} &= \text{Lt. 1 Zona 1} + \text{Lt. 1 Zona 2} + \text{Lt. 2 Zona 1} + \text{Lt. 2 Zona 2} \\ &= 2184 + 936 + 992 + 620 \\ &= 4732 \text{ buah} \end{aligned}$$

Karena *wing nut* memiliki masa pakai selamanya sehingga kebutuhan *wing nut* ini bisa digunakan kembali untuk lantai - lantai selanjutnya dan tidak perlu membeli baru.

**7) Kebutuhan Material *Push Pull Prop***

Berdasarkan dari hasil perhitungan kebutuhan material tiap lantai dan tiap zona (tabel 4.1 dan tabel 4.2) kebutuhan *push pull prop* pada lantai 1 penuh – lantai 2 penuh yaitu,

$$\begin{aligned} \textit{Push Pull Prop} &= \text{Lt. 1 Zona 1} + \text{Lt. 1 Zona 2} + \text{Lt. 2 Zona 1} + \text{Lt. 2 Zona 2} \\ &= 112 + 48 + 64 + 40 \\ &= 264 \text{ buah} \end{aligned}$$

Karena *push pull prop* memiliki masa pakai selamanya sehingga kebutuhan *push pull prop* ini bisa digunakan kembali untuk lantai - lantai selanjutnya dan tidak perlu membeli baru.

**8) Kebutuhan Material *Kicker Brace***

Berdasarkan dari hasil perhitungan kebutuhan material tiap lantai dan tiap zona (tabel 4.1 dan tabel 4.2) kebutuhan *kicker brace* pada lantai 1 penuh – lantai 2 penuh yaitu,

$$\begin{aligned} \textit{Kicker Brace} &= \text{Lt. 1 Zona 1} + \text{Lt. 1 Zona 2} + \text{Lt. 2 Zona 1} + \text{Lt. 2 Zona 2} \\ &= 112 + 48 + 64 + 40 \\ &= 264 \text{ buah} \end{aligned}$$

Karena *kicker brace* memiliki masa pakai selamanya sehingga kebutuhan *kicker brace* ini bisa digunakan kembali untuk lantai - lantai selanjutnya dan tidak perlu membeli baru.

Untuk perhitungan selengkapnya akan ditabelkan pada tabel 4.4.

Tabel 4. 4: Rekapitulasi Kebutuhan Material Bekisting Kolom Rotasi 2 Lantai.

LANTAI	REKAPTULASI KEBUTUHAN MATERIAL KOLOM (2 LT)														
	ZONA 1							ZONA 2							
	Triplek (lembar)	Hollow 50.50.1, 6 (batang)	Lock Beam (batang)	Sekrup (kg)	Tie Rod (buah)	Wing Nut (buah)	Push Pull Prop (buah)	Kicker Brace (buah)	Triplek (lembar)	Hollow 50.50.1,6 (batang)	Lock Beam (batang)	Sekrup (kg)	Tie Rod (buah)	Wing Nut (buah)	Push Pull Prop (buah)
Lt. 1 - Lt. 2	48	268	1588	161.53	1588	3176	176	27	144	778	93.85	778	1556	88	88
Lt. 3 - Lt. 4															
Lt. 5 - Lt. 6															
Lt. 7 - Lt. 8	24			93.78				22			80.50				
Lt. 9 - Lt. 10															
Lt. 11 - Lt. 12															
Lt. 13	6			29.88				4			19.92				

#### 4.1.1.2 Rotasi Material Bekisting Kolom 2,5 Lantai

Rotasi material untuk bekisting kolom yang akan dijelaskan berikut adalah rotasi 2,5 lantai. Maksud dari 2,5 lantai di sini yaitu material bekisting yang akan dipersiapkan untuk kolom adalah sebanyak 2,5 lantai penuh.

Atap							
Lt. 13		6		5			
Lt. 12		5		5			
Lt. 11		5		5			
Lt. 10		4		4			
Lt. 9		4		4			
Lt. 8		4		3			
Lt. 7		3		3			
Lt. 6		3		3			
Lt. 5		2		2			
Lt. 4		2		2			
Lt. 3		2		1		e	
Lt. 2	d	1		1		c	
Lt. 1	b	1		1		a	
			Zona 2		Zona 1		

Gambar 4.2: Rotasi Material Bekisting 2,5 Lantai.

Karena material yang akan dipersiapkan sebanyak 2,5 lantai penuh, maka material yang perlu disediakan yaitu material a (merah muda) untuk kolom lantai 1 zona 1, material b (kuning) untuk kolom lantai 1 zona 2, material c (hijau) untuk kolom lantai 2 zona 1, material d (biru) untuk kolom lantai 2 zona 2, dan material e (merah) untuk kolom lantai 3 zona 1. Kelima material tersebut akan dilakukan rotasi secara bergantian seperti yang terlihat pada gambar dan disesuaikan pula dengan masa pakainya. Contoh perhitungannya adalah sebagai berikut: Untuk rotasi 2 lantai, maka perhitungan awal yaitu kebutuhan material untuk kolom dari lantai 1 – lantai 3 Zona 1.

##### 1) Kebutuhan Material Triplek

Berdasarkan dari hasil perhitungan kebutuhan material tiap lantai dan tiap zona (tabel 4.1 dan tabel 4.2) kebutuhan triplek pada lantai 1 - lantai 3 Zona 1 yaitu,

$$\begin{aligned} \text{Triplek} &= \text{Lt. 1 Z1} + \text{Lt. 1 Z2} + \text{Lt. 2 Z1} + \text{Lt. 2 Z2} + \text{Lt. 3 Z1} \\ &= 29 + 16 + 19 + 11 + 15 \end{aligned}$$

= 90 lembar

Karena triplek memiliki masa pakai sampai 3 kali, sehingga kebutuhan triplek ini bisa digunakan kembali untuk lantai - lantai selanjutnya. Akan dilakukan pembelian baru bila sudah melebihi masa pakai.

## 2) Kebutuhan Material *Hollow 50.50.1,6*

Berdasarkan dari hasil perhitungan kebutuhan material tiap lantai dan tiap zona (tabel 4.1 dan tabel 4.2) kebutuhan *Hollow 50.50.1,6* pada lantai 1 – lantai 3 Zona 1 yaitu,

$$\begin{aligned} \text{Hollow} &= \text{Lt. 1 Z1} + \text{Lt. 1 Z2} + \text{Lt. 2 Z1} + \text{Lt. 2 Z2} + \text{Lt. 3 Z1} \\ &= 166 + 77 + 102 + 67 + 94 \\ &= 506 \text{ batang} \end{aligned}$$

Karena *hollow* memiliki masa pakai selamanya sehingga kebutuhan *hollow* ini bisa digunakan kembali untuk lantai - lantai selanjutnya dan tidak perlu membeli baru.

## 3) Kebutuhan Material *Lock Beam*

Berdasarkan dari hasil perhitungan kebutuhan material tiap lantai dan tiap zona (tabel 4.1 dan tabel 4.2) kebutuhan *lock beam* pada lantai 1 – lantai 3 Zona 1 yaitu,

$$\begin{aligned} \text{Lock Beam} &= \text{Lt. 1 Z1} + \text{Lt. 1 Z2} + \text{Lt. 2 Z1} + \text{Lt. 2 Z2} + \text{Lt. 3 Z1} \\ &= 1092 + 468 + 496 + 310 + 496 \\ &= 2862 \text{ batang} \end{aligned}$$

Karena *lock beam* memiliki masa pakai selamanya sehingga kebutuhan *lock beam* ini bisa digunakan kembali untuk lantai - lantai selanjutnya dan tidak perlu membeli baru.

## 4) Kebutuhan Material Sekrup

Berdasarkan dari hasil perhitungan kebutuhan material tiap lantai dan tiap zona (tabel 4.1 dan tabel 4.2) kebutuhan sekrup pada lantai 1 – lantai 3 Zona 1 yaitu,

$$\begin{aligned} \text{Sekrup} &= \text{Lt. 1 Z1} + \text{Lt. 1 Z2} + \text{Lt. 2 Z1} + \text{Lt. 2 Z2} + \text{Lt. 3 Z1} \\ &= 100,11 + 56,09 + 61,41 + 37,76 + 54,77 \\ &= 310,14 \text{ kg} \end{aligned}$$

### 5) Kebutuhan Material *Tie Rod*

Berdasarkan dari hasil perhitungan kebutuhan material tiap lantai dan tiap zona (tabel 4.1 dan tabel 4.2) kebutuhan *tie rod* pada lantai 1 – lantai 3 Zona 1 yaitu,

$$\begin{aligned} \textit{Tie rod} &= \text{Lt. 1 Z1} + \text{Lt. 1 Z2} + \text{Lt. 2 Z1} + \text{Lt. 2 Z2} + \text{Lt. 3 Z1} \\ &= 1092 + 468 + 496 + 310 + 496 \\ &= 2862 \text{ batang} \end{aligned}$$

Karena *tie rod* memiliki masa pakai selamanya sehingga kebutuhan *tie rod* ini bisa digunakan kembali untuk lantai - lantai selanjutnya dan tidak perlu membeli baru.

### 6) Kebutuhan Material *Wing Nut*

Berdasarkan dari hasil perhitungan kebutuhan material tiap lantai dan tiap zona (tabel 4.1 dan tabel 4.2) kebutuhan *wing nut* pada lantai 1 – lantai 3 Zona 1 yaitu,

$$\begin{aligned} \textit{Wing nut} &= \text{Lt. 1 Z1} + \text{Lt. 1 Z2} + \text{Lt. 2 Z1} + \text{Lt. 2 Z2} + \text{Lt. 3 Z1} \\ &= 2184 + 936 + 992 + 620 + 992 \\ &= 5724 \text{ buah} \end{aligned}$$

Karena *wing nut* memiliki masa pakai selamanya sehingga kebutuhan *wing nut* ini bisa digunakan kembali untuk lantai - lantai selanjutnya dan tidak perlu membeli baru.

### 7) Kebutuhan Material *Push Pull Prop*

Berdasarkan dari hasil perhitungan kebutuhan material tiap lantai dan tiap zona (tabel 4.1 dan tabel 4.2) kebutuhan *push pull prop* pada lantai 1 – lantai 3 Zona 1 yaitu,

$$\begin{aligned} \textit{Push Pull Prop} &= \text{Lt. 1 Z1} + \text{Lt. 1 Z2} + \text{Lt. 2 Z1} + \text{Lt. 2 Z2} + \text{Lt. 3 Z1} \\ &= 112 + 48 + 64 + 40 + 64 \\ &= 328 \text{ buah} \end{aligned}$$

Karena *push pull prop* memiliki masa pakai selamanya sehingga kebutuhan *push pull prop* ini bisa digunakan kembali untuk lantai - lantai selanjutnya dan tidak perlu membeli baru.

### 8) Kebutuhan Material *Kicker Brace*

Berdasarkan dari hasil perhitungan kebutuhan material tiap lantai dan tiap zona (tabel 4.1 dan tabel 4.2) kebutuhan *kicker brace* pada lantai 1 – lantai 3 Zona 1 yaitu,

$$\begin{aligned} \text{Kicker Brace} &= \text{Lt. 1 Z1} + \text{Lt. 1 Z2} + \text{Lt. 2 Z1} + \text{Lt. 2 Z2} + \text{Lt. 3 Z1} \\ &= 112 + 48 + 64 + 40 + 64 \\ &= 328 \text{ buah} \end{aligned}$$

Karena *kicker brace* memiliki masa pakai selamanya sehingga kebutuhan *kicker brace* ini bisa digunakan kembali untuk lantai - lantai selanjutnya dan tidak perlu membeli baru.

Untuk perhitungan selengkapnya akan ditabelkan pada tabel 4.5.

Tabel 4. 5: Rekapitulasi Kebutuhan Material Bekisting Kolom Rotasi 2,5 Lantai.

LANTAI	REKAPTULASI KEBUTUHAN MATERIAL KOLOM (2,5 LT)															
	ZONA 1							ZONA 2								
	Triplek (lembar)	Hollow 50.50.1, 6 (batang)	Lock Beam (batang)	Sekrup (kg)	Tie Rod (buah)	Wing Nut (buah)	Push Pull Prop (buah)	Kicker Brace (buah)	Triplek (lembar)	Hollow 50.50.1,6 (batang)	Lock Beam (batang)	Sekrup (kg)	Tie Rod (buah)	Wing Nut (buah)	Push Pull Prop (buah)	Kicker Brace (buah)
Lt. 1 - Lt. 3 Z1	63	362	2084	216.30	2084	4168	240	27	144	778	93.85	778	1556	88	88	
Lt. 3 Z2 - Lt. 5																
Lt. 6 - Lt. 8 Z1				77.18				21								
Lt. 8 Z2 - Lt. 10	16															
Lt. 11 - Lt. 13 Z1																
Lt. 13 Z2																



= 100 lembar

Karena triplek memiliki masa pakai sampai 3 kali, sehingga kebutuhan triplek ini bisa digunakan kembali untuk lantai - lantai selanjutnya. Akan dilakukan pembelian baru bila sudah melebihi masa pakai.

## 2) **Kebutuhan Material *Hollow 50.50.1,6***

Berdasarkan dari hasil perhitungan kebutuhan material tiap lantai dan tiap zona (tabel 4.1 dan tabel 4.2) kebutuhan *Hollow 50.50.1,6* pada lantai 1 penuh – lantai 3 penuh yaitu,

$$\begin{aligned} \text{Hollow} &= \text{Lt. 1 Z1} + \text{Lt. 1 Z2} + \text{Lt. 2 Z1} + \text{Lt. 2 Z2} + \text{Lt. 3 Z1} + \text{Lt. 3 Z2} \\ &= 166 + 77 + 102 + 67 + 94 + 66 \\ &= 572 \text{ batang} \end{aligned}$$

Karena *hollow* memiliki masa pakai selamanya sehingga kebutuhan *hollow* ini bisa digunakan kembali untuk lantai - lantai selanjutnya dan tidak perlu membeli baru.

## 3) **Kebutuhan Material *Lock Beam***

Berdasarkan dari hasil perhitungan kebutuhan material tiap lantai dan tiap zona (tabel 4.1 dan tabel 4.2) kebutuhan *lock beam* pada lantai 1 penuh – lantai 3 penuh yaitu,

$$\begin{aligned} \text{Lock Beam} &= \text{Lt. 1 Z1} + \text{Lt. 1 Z2} + \text{Lt. 2 Z1} + \text{Lt. 2 Z2} + \text{Lt. 3 Z1} + \text{Lt. 3 Z2} \\ &= 1092 + 468 + 496 + 310 + 496 + 341 \\ &= 3203 \text{ batang} \end{aligned}$$

Karena *lock beam* memiliki masa pakai selamanya sehingga kebutuhan *lock beam* ini bisa digunakan kembali untuk lantai - lantai selanjutnya dan tidak perlu membeli baru.

## 4) **Kebutuhan Material Sekrup**

Berdasarkan dari hasil perhitungan kebutuhan material tiap lantai dan tiap zona (tabel 4.1 dan tabel 4.2) kebutuhan sekrup pada lantai 1 – lantai 3 Zona 1 yaitu,

$$\begin{aligned} \text{Sekrup} &= \text{Lt. 1 Z1} + \text{Lt. 1 Z2} + \text{Lt. 2 Z1} + \text{Lt. 2 Z2} + \text{Lt. 3 Z1} + \text{Lt. 3 Z2} \\ &= 100,11 + 56,09 + 61,41 + 37,76 + 54,77 + 36,93 \\ &= 347,07 \text{ kg} \end{aligned}$$

### 5) Kebutuhan Material *Tie Rod*

Berdasarkan dari hasil perhitungan kebutuhan material tiap lantai dan tiap zona (tabel 4.1 dan tabel 4.2) kebutuhan *tie rod* pada lantai 1 penuh – lantai 3 penuh yaitu,

$$\begin{aligned} \text{Tie rod} &= \text{Lt. 1 Z1} + \text{Lt. 1 Z2} + \text{Lt. 2 Z1} + \text{Lt. 2 Z2} + \text{Lt. 3 Z1} + \text{Lt. 3 Z2} \\ &= 1092 + 468 + 496 + 310 + 496 + 341 \\ &= 3203 \text{ batang} \end{aligned}$$

Karena *tie rod* memiliki masa pakai selamanya sehingga kebutuhan *tie rod* ini bisa digunakan kembali untuk lantai - lantai selanjutnya dan tidak perlu membeli baru.

### 6) Kebutuhan Material *Wing Nut*

Berdasarkan dari hasil perhitungan kebutuhan material tiap lantai dan tiap zona (tabel 4.1 dan tabel 4.2) kebutuhan *wing nut* pada lantai 1 penuh – lantai 3 penuh yaitu,

$$\begin{aligned} \text{Wing nut} &= \text{Lt. 1 Z1} + \text{Lt. 1 Z2} + \text{Lt. 2 Z1} + \text{Lt. 2 Z2} + \text{Lt. 3 Z1} + \text{Lt. 3 Z2} \\ &= 2184 + 936 + 992 + 620 + 992 + 682 \\ &= 6406 \text{ buah} \end{aligned}$$

Karena *wing nut* memiliki masa pakai selamanya sehingga kebutuhan *wing nut* ini bisa digunakan kembali untuk lantai - lantai selanjutnya dan tidak perlu membeli baru.

### 7) Kebutuhan Material *Push Pull Prop*

Berdasarkan dari hasil perhitungan kebutuhan material tiap lantai dan tiap zona (tabel 4.1 dan tabel 4.2) kebutuhan *push pull prop* pada lantai 1 penuh – lantai 3 penuh yaitu,

$$\begin{aligned} \text{Push Pull} &= \text{Lt. 1 Z1} + \text{Lt. 1 Z2} + \text{Lt. 2 Z1} + \text{Lt. 2 Z2} + \text{Lt. 3 Z1} + \text{Lt. 3 Z2} \\ &= 112 + 48 + 64 + 40 + 64 + 40 \\ &= 368 \text{ buah} \end{aligned}$$

Karena *push pull prop* memiliki masa pakai selamanya sehingga kebutuhan *push pull prop* ini bisa digunakan kembali untuk lantai - lantai selanjutnya dan tidak perlu membeli baru.

### 8) Kebutuhan Material *Kicker Brace*

Berdasarkan dari hasil perhitungan kebutuhan material tiap lantai dan tiap zona (tabel 4.1 dan tabel 4.2) kebutuhan *kicker brace* pada lantai 1 penuh – lantai 3 penuh yaitu,

$$\begin{aligned} \text{Kicker Br.} &= \text{Lt. 1 Z1} + \text{Lt. 1 Z2} + \text{Lt. 2 Z1} + \text{Lt. 2 Z2} + \text{Lt. 3 Z1} + \text{Lt. 3 Z2} \\ &= 112 + 48 + 64 + 40 + 64 + 40 \\ &= 368 \text{ buah} \end{aligned}$$

Karena *kicker brace* memiliki masa pakai selamanya sehingga kebutuhan *kicker brace* ini bisa digunakan kembali untuk lantai - lantai selanjutnya dan tidak perlu membeli baru.

Untuk perhitungan selengkapnya akan ditabelkan pada tabel 4.6.

Tabel 4. 6: Rekapitulasi Kebutuhan Material Bekisting Kolom Rotasi 3 Lantai.

LANTAI	REKAPITULASI KEBUTUHAN MATERIAL KOLOM (3 LT)															
	ZONA 1							ZONA 2								
	Triplek (lembar)	Hollow 50.50.1, 6 (batang)	Lock Beam (batang)	Sekrup (kg)	Tie Rod (buah)	Wing Nut (buah)	Push Pull Prop (buah)	Kicker Brace (buah)	Triplek (lembar)	Hollow 50.50.1,6 (batang)	Lock Beam (batang)	Sekrup (kg)	Tie Rod (buah)	Wing Nut (buah)	Push Pull Prop (buah)	Kicker Brace (buah)
Lt. 1 - Lt. 3	63	362	2084	216.30	2084	4168	240	37	210	1119	130.78	1119	2238	128	128	
Lt. 4 - Lt. 6																
Lt. 7 - Lt. 9																
Lt. 10 - Lt. 12	22			107.06				14			62.24					
Lt. 13																

## 4.2 Perhitungan Kebutuhan Material Bekisting Balok

Berikut ini akan dibahas tentang kebutuhan material yang diperlukan untuk struktur balok pada tiap zona yaitu kebutuhan triplek, *hollow* suri, *hollow* gelagar, *hollow* tembereng, *hollow* bodeman, paku, sekrup, besi siku, perancah dan komponen lainnya seperti yang terlihat pada gambar.

### 1. Balok Lantai 1 Zona 2

Dimensi balok AS A-B, 4:

$$\text{Lebar balok (b)} = 0,35 \text{ m}$$

$$\text{Tinggi balok (h)} = 0,7 \text{ m}$$

$$\text{Panjang balok (L)} = 8,95 \text{ m}$$

$$\text{Tebal plat (t)} = 0,12 \text{ m}$$

$$H_{\text{eff}} (\text{tinggi efektif}) = h - t = 0,7 - 0,12 = 0,58 \text{ m}$$

#### a. Kebutuhan Material Triplek

$$\text{Luas tembereng} = 2 \times h_{\text{eff}} \times L$$

$$= 2 \times 0,58 \times 8,95$$

$$= 10,4 \text{ m}^2$$

$$\text{Luas bodeman} = b \times L$$

$$= 0,35 \times 8,95$$

$$= 3,1 \text{ m}^2$$

$$\text{Luas total} = L_{\text{Bodeman}} + L_{\text{Tembereng}}$$

$$= 3,1 \text{ m}^2 + 10,4 \text{ m}^2$$

$$= 13,5 \text{ m}^2$$

$$\text{Keb. Triplek} = \text{Luas total} / 1,22 \times 2,44$$

$$= 13,5 \text{ m}^2 / 1,22 \times 2,44$$

$$= 4,54 \text{ lembar} = 5 \text{ lembar}$$

#### b. Kebutuhan Material *Hollow* Suri

Balok suri – suri direncanakan menggunakan *double profile* berukuran 20.50.0,6 mm dengan jarak antar suri 0,8 m yang sudah dipabrikasi terlebih dahulu sesuai dengan yang direncanakan.

$$\text{Hollow suri} = \frac{L}{\text{jarak suri}} + 1 = \frac{8,95}{0,8} + 1 = 12,18 \text{ batang} = 13 \text{ batang}$$

**c. Kebutuhan Material *Hollow* Gelagar**

Besi *hollow* dipasang secara horizontal dan akan digunakan besi *hollow* dengan ukuran 50.50.1,6 mm.

$$\begin{aligned}n \text{ scaff} &= \frac{L}{\text{Jarak scaff}} + 1 \\ &= \frac{8,95}{1,8} + 1 = 5,97 \text{ buah} = 6 \text{ buah}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Hollow} &= 2 \times n \text{ scaff} \\ &= 2 \times 6 \text{ buah} \\ &= 12 \text{ batang}\end{aligned}$$

**d. Kebutuhan Material *Hollow* Bodeman dan Tembereng**

Besi *hollow* dipasang secara horizontal dan akan digunakan besi *hollow* dengan ukuran 50.50.1,6 mm.

- *Hollow* Bodeman  $= \frac{b}{\text{jarak hollow}} + 1 \times L \times n$   
 $= \frac{0,5}{0,8} + 1 \times 8,95 \times 1$   
 $= 9,575 \text{ m}$
- *Hollow* Tembereng  $= 2 \times (L \times 2bh)$   
 $= 2 \times (8,95 \times 2)$   
 $= 35,8 \text{ m}$

Karena di pasaran untuk 1 batang *hollow* memiliki Panjang 6 m, maka banyaknya *hollow* yang dibutuhkan untuk balok tersebut adalah,

$$\text{Hollow} = \frac{\text{hollow bod} + \text{hollow temb}}{6 \text{ m}} = \frac{9,575 + 35,8}{6} = 7,56 \text{ batang} = 8 \text{ batang}$$

**e. Kebutuhan Material Sekrup**

Kebutuhan sekrup untuk bekisting balok adalah 3,64 kg/10m<sup>2</sup>, maka:

$$\begin{aligned}\text{Sekrup} &= \frac{\text{Luas tembereng}}{10 \text{ m}^2} \times 3,64 \text{ kg} \\ &= \frac{10,4}{10 \text{ m}^2} \times 3,64 \text{ kg} \\ &= 3,78 \text{ kg}\end{aligned}$$

**h. Kebutuhan Material Paku**

Kebutuhan sekrup untuk bekisting balok adalah 3,64 kg/10m<sup>2</sup>, maka:

$$\text{Sekrup} = \frac{\text{Luas tembereng}}{10 \text{ m}^2} \times 3,64 \text{ kg}$$

$$= \frac{10,4}{10 \text{ m}^2} \times 3,64 \text{ kg}$$

$$= 3,78 \text{ kg}$$

**i. Kebutuhan Material Besi Siku**

$$\begin{aligned} \text{Besi siku} &= 2 \times n \text{ balok suri} \\ &= 2 \times 13 \\ &= 26 \text{ buah} \end{aligned}$$

**j. Kebutuhan Material Perancah (*Main Frame*)**

Untuk mengetahui banyaknya jumlah *Main Frame* yang akan digunakan yaitu dengan melihat ketinggian balok tersebut. *Main Frame* yang akan digunakan yaitu tipe T190 dengan jarak antar frame 1,8 m.

$$\begin{aligned} n \text{ main frame} &= \frac{L}{\text{Jarak main frame}} + 1 \\ &= \frac{8,95}{1,8} + 1 \\ &= 5,97 \text{ buah} = 6 \text{ buah} \end{aligned}$$

Karena jarak antara lantai yang satu dengan lantai berikutnya yaitu 3,4 m, maka perlu adanya penyambungan *Main Frame* (*Main Frame* disusun bertingkat), sehingga:

$$\begin{aligned} \text{Keb. Main Frame} &= 2 \times n \text{ Main Frame} \\ &= 2 \times 6 \text{ buah} \\ &= 12 \text{ buah} \end{aligned}$$

**k. Kebutuhan Material *Cross Brace***

$$\begin{aligned} \text{Cross Brace} &= 2 \times n \text{ Main Frame} \\ &= 2 \times 6 \text{ buah} \\ &= 12 \text{ buah} \end{aligned}$$

**l. Kebutuhan Material *Jack Base***

$$\begin{aligned} \text{Jack Base} &= 2 \times n \text{ main frame} \\ &= 2 \times 6 \text{ buah} \\ &= 12 \text{ buah} \end{aligned}$$

**m. Kebutuhan Material *U-head Jack***

$$\begin{aligned}U\text{-head Jack} &= 2 \times n \text{ main frame} \\ &= 2 \times 6 \text{ buah} \\ &= 12 \text{ buah}\end{aligned}$$

**n. Kebutuhan Material *Joint Pin***

$$\begin{aligned}Joint Pin &= 2 \times n \text{ main frame} \\ &= 2 \times 6 \text{ buah} \\ &= 12 \text{ buah}\end{aligned}$$

Untuk perhitungan selengkapnya akan ditabelkan pada tabel 4.7 dan 4.8.

Tabel 4. 7: Rekapitulasi Kebutuhan Material Bekisting Balok Zona 1 Per Lantai.

REKAPITULASI KEBUTUHAN MATERIAL BALOK PER LANTAI												
ZONA 1												
LANTAI	Luas (m2)	Triplek (lembar)	Hollow 50.50.1,6 (batang)	Hollow 20.50.0,6 (batang)	Besi Siku (buah)	Paku (kg)	Sekrup (kg)	Main Frame (buah)	Cross Brace (buah)	Jack Base (buah)	U Head (buah)	Joint Pin (buah)
Lt. 1	94.9371	32	1057	641	1282	175.14	175.14	654	654	654	654	1308
Lt. 2	56.062	19	684	415	830	109.72	109.72	422	422	422	422	844
Lt. 3	74.091	25	798	483	966	135.29	135.29	492	492	492	492	984
Lt. 4	74.091	25	798	483	966	135.29	135.29	492	492	492	492	984
Lt. 5	74.091	25	798	483	966	135.29	135.29	492	492	492	492	984
Lt. 6	74.091	25	798	483	966	135.29	135.29	492	492	492	492	984
Lt. 7	74.091	25	798	483	966	135.29	135.29	492	492	492	492	984
Lt. 8	68.3715	23	747	451	902	127.01	127.01	460	460	460	460	920
Lt. 9	61.495	21	660	399	798	112.93	112.93	406	406	406	406	812
Lt. 10	61.495	21	660	399	798	112.93	112.93	406	406	406	406	812
Lt. 11	61.495	21	660	399	798	112.93	112.93	406	406	406	406	812
Lt. 12	61.495	21	660	399	798	112.93	112.93	406	406	406	406	812
Lt. 13	61.495	21	660	399	798	112.93	112.93	406	406	406	406	812
Atap	61.495	21	660	399	798	112.93	112.93	406	406	406	406	812

Tabel 4. 8: Rekapitulasi Kebutuhan Material Bekisting Balok Zona 2 Per Lantai.

REKAPITULASI KEBUTUHAN MATERIAL BALOK PER LANTAI												
ZONA 2												
LANTAI	Luas (m2)	Triplek (lembar)	Hollow 50.50.1,6 (batang)	Hollow 20.50.0,6 (batang)	Besi Siku (buah)	Paku (kg)	Sekrup (kg)	Main Frame (buah)	Cross Brace (buah)	Jack Base (buah)	U Head (buah)	Joint Pin (buah)
Lt. 1	77.5763	27	858	532	1064	143.36	143.36	524	524	524	524	1048
Lt. 2	62.8533	22	721	444	888	119.20	119.20	442	442	442	442	884
Lt. 3	63.8248	22	725	448	896	120.82	120.82	444	444	444	444	888
Lt. 4	63.8248	22	725	448	896	120.82	120.82	444	444	444	444	888
Lt. 5	63.8248	22	725	448	896	120.82	120.82	444	444	444	444	888
Lt. 6	63.8248	22	725	448	896	120.82	120.82	444	444	444	444	888
Lt. 7	63.8248	22	725	448	896	120.82	120.82	444	444	444	444	888
Lt. 8	51.2473	18	573	364	728	97.21	97.21	362	362	362	362	724
Lt. 9	51.2473	18	636	364	728	97.21	97.21	362	362	362	362	724
Lt. 10	51.2473	18	636	364	728	97.21	97.21	362	362	362	362	724
Lt. 11	51.2473	18	636	364	728	97.21	97.21	362	362	362	362	724
Lt. 12	51.2473	18	636	364	728	97.21	97.21	362	362	362	362	724
Lt. 13	51.2473	18	636	364	728	97.21	97.21	362	362	362	362	724
Atap	51.2473	18	636	364	728	97.21	97.21	362	362	362	362	724

#### 4.2.1 Kebutuhan Material Balok Berdasarkan Rotasi

Jika sudah melakukan perhitungan kebutuhan material untuk balok dari masing - masing lantai dan di setiap zonanya, kemudian material tersebut dianalisa kebutuhannya berdasarkan rotasi. Tujuan menganalisa kebutuhan material berdasarkan rotasinya karena terdapat beberapa material yang tidak bisa dipakai secara terus menerus karena memiliki masa pakai tertentu. Dan nantinya juga akan berpengaruh terhadap biaya. Material yang akan ditinjau untuk rotasi pada kolom ini yaitu triplek, besi *hollow*, paku, sekrup, *main frame*, *cross brace*, *jack base*, *U head jack*, *joint pin*, dan besi siku. Masa pemakaian material kolom dapat dilihat pada tabel 4.4 berikut:

Tabel 4.9: Masa Pemakaian Material Bekisting Balok.

<b>Material</b>	<b>Masa Pakai</b>
Triplek 12 mm	2 – 3 kali pakai
Besi <i>Hollow</i>	Selamanya
Paku	Sekali pakai
Sekrup	Tiap pergantian triplek
<i>Main Frame</i>	Selamanya
<i>Cross Brace</i>	Selamanya
<i>Jack Base</i>	Selamanya
<i>U Head Jack</i>	Selamanya
<i>Joint pin</i>	Selamanya
Besi siku	Selamanya

Catatan: Pada saat survey lapangan, diperoleh data bahwa material triplek dapat digunakan 2 hingga 3 kali pakai. Namun dalam penelitian ini, triplek akan digunakan hanya dalam 3 kali pakai saja karena diasumsikan akan mengalami kerusakan setelah 3 kali pemakaian.

##### 4.2.1.1 Rotasi Material Bekisting Balok 2 Lantai

Rotasi material untuk bekisting balok yang akan dijelaskan berikut adalah rotasi 2 lantai. Maksudnya adalah material bekisting yang akan dipersiapkan untuk balok adalah sebanyak 2 lantai penuh.



Gambar 4.4: Rotasi Material Bekisting Balok 2 Lantai.

Karena material yang akan dipersiapkan sebanyak 2 lantai penuh, maka material yang perlu disediakan yaitu material a (merah muda) untuk balok lantai 1 zona 1, material b (kuning) untuk balok lantai 1 zona 2, material c (hijau) untuk balok lantai 2 zona 1, material d (biru) untuk balok lantai 2 zona 2. Keempat material tersebut akan dilakukan rotasi secara bergantian seperti yang terlihat pada gambar dan disesuaikan pula dengan masa pakainya. Contoh perhitungannya adalah sebagai berikut: Untuk rotasi 2 lantai, maka perhitungan awal yaitu kebutuhan material untuk balok dari lantai 1 penuh – lantai 2 penuh.

### 1) Kebutuhan Material Triplek

Berdasarkan dari hasil perhitungan kebutuhan material tiap lantai dan tiap zona (tabel 4.7 dan tabel 4.8) kebutuhan triplek pada lantai 1 penuh – lantai 2 penuh yaitu:

$$\begin{aligned}
 \text{Triplek} &= \text{Lt. 1 Zona 1} + \text{Lt. 1 Zona 2} + \text{Lt. 2 Zona 1} + \text{Lt. 2 Zona 2} \\
 &= 32 + 27 + 19 + 22 \\
 &= 100 \text{ lembar}
 \end{aligned}$$

Karena triplek memiliki masa pakai sampai 3 kali, sehingga kebutuhan triplek ini bisa digunakan kembali untuk lantai - lantai selanjutnya. Akan dilakukan pembelian baru bila sudah melebihi masa pakai.

## 2) Kebutuhan Material *Hollow 50.50.1,6*

Berdasarkan dari hasil perhitungan kebutuhan material tiap lantai dan tiap zona (tabel 4.7 dan tabel 4.8) kebutuhan *Hollow 50.50.1,6* pada lantai 1 penuh – lantai 2 penuh yaitu,

$$\begin{aligned} \text{Hollow} &= \text{Lt. 1 Zona 1} + \text{Lt. 1 Zona 2} + \text{Lt. 2 Zona 1} + \text{Lt. 2 Zona 2} \\ &= 1057 + 858 + 684 + 721 \\ &= 3320 \text{ batang} \end{aligned}$$

Karena *hollow* memiliki masa pakai selamanya sehingga kebutuhan *hollow* ini bisa digunakan kembali untuk lantai - lantai selanjutnya dan tidak perlu membeli baru.

## 3) Kebutuhan Material Balok *Hollow Suri*

Berdasarkan dari hasil perhitungan kebutuhan material tiap lantai dan tiap zona (tabel 4.7 dan tabel 4.8) kebutuhan balok *hollow suri* pada lantai 1 penuh – lantai 2 penuh yaitu,

$$\begin{aligned} \text{Balok Suri} &= \text{Lt. 1 Zona 1} + \text{Lt. 1 Zona 2} + \text{Lt. 2 Zona 1} + \text{Lt. 2 Zona 2} \\ &= 641 + 532 + 415 + 444 \\ &= 2032 \text{ batang} \end{aligned}$$

Karena balok suri memiliki masa pakai selamanya sehingga kebutuhan balok suri ini bisa digunakan kembali untuk lantai - lantai selanjutnya dan tidak perlu membeli baru.

## 4) Kebutuhan Material Paku

Berdasarkan dari hasil perhitungan kebutuhan material tiap lantai dan tiap zona (tabel 4.7 dan tabel 4.8) kebutuhan paku pada lantai 1 penuh – lantai 2 penuh yaitu,

$$\begin{aligned} \text{Paku} &= \text{Lt. 1 Zona 1} + \text{Lt. 1 Zona 2} + \text{Lt. 2 Zona 1} + \text{Lt. 2 Zona 2} \\ &= 175,14 + 143,36 + 109,72 + 119,20 \\ &= 547,42 \text{ kg} \end{aligned}$$

Karena paku hanya bisa digunakan sekali, maka untuk lantai selanjutnya akan membeli baru sesuai dengan volume tiap lantainya.

### 5) Kebutuhan Material Sekrup

Berdasarkan dari hasil perhitungan kebutuhan material tiap lantai dan tiap zona (tabel 4.7 dan tabel 4.8) kebutuhan sekrup pada lantai 1 penuh – lantai 2 penuh yaitu,

$$\begin{aligned}\text{Sekrup} &= \text{Lt. 1 Zona 1} + \text{Lt. 1 Zona 2} + \text{Lt. 2 Zona 1} + \text{Lt. 2 Zona 2} \\ &= 175,14 + 143,36 + 109,72 + 119,20 \\ &= 547,42 \text{ kg}\end{aligned}$$

Untuk sekrup, akan ada pembelian baru setiap ada pergantian triplek.

### 6) Kebutuhan Material Besi Siku

Berdasarkan dari hasil perhitungan kebutuhan material tiap lantai dan tiap zona (tabel 4.7 dan tabel 4.8) kebutuhan besi siku pada lantai 1 penuh – lantai 2 penuh yaitu,

$$\begin{aligned}\text{Besi siku} &= \text{Lt. 1 Zona 1} + \text{Lt. 1 Zona 2} + \text{Lt. 2 Zona 1} + \text{Lt. 2 Zona 2} \\ &= 1282 + 1064 + 830 + 888 \\ &= 4064 \text{ buah}\end{aligned}$$

Karena besi siku memiliki masa pakai selamanya sehingga kebutuhan besi siku ini bisa digunakan kembali untuk lantai - lantai selanjutnya dan tidak perlu membeli baru.

### 7) Kebutuhan Material *Main Frame*

Berdasarkan dari hasil perhitungan kebutuhan material tiap lantai dan tiap zona (tabel 4.7 dan tabel 4.8) kebutuhan *main frame* pada lantai 1 penuh – lantai 2 penuh yaitu,

$$\begin{aligned}\text{Main Frame} &= \text{Lt. 1 Zona 1} + \text{Lt. 1 Zona 2} + \text{Lt. 2 Zona 1} + \text{Lt. 2 Zona 2} \\ &= 654 + 524 + 422 + 442 \\ &= 2042 \text{ buah}\end{aligned}$$

Karena *main frame* memiliki masa pakai selamanya sehingga kebutuhan *cross brace* ini bisa digunakan kembali untuk lantai - lantai selanjutnya dan tidak perlu membeli baru.

### 8) Kebutuhan Material *Cross Brace*

Berdasarkan dari hasil perhitungan kebutuhan material tiap lantai dan tiap zona (tabel 4.7 dan tabel 4.8) kebutuhan *cross brace* pada lantai 1 penuh – lantai 2 penuh yaitu,

$$\begin{aligned} \text{Cross Brace} &= \text{Lt. 1 Zona 1} + \text{Lt. 1 Zona 2} + \text{Lt. 2 Zona 1} + \text{Lt. 2 Zona 2} \\ &= 654 + 524 + 422 + 442 \\ &= 2042 \text{ buah} \end{aligned}$$

Karena *cross brace* memiliki masa pakai selamanya sehingga kebutuhan *cross brace* ini bisa digunakan kembali untuk lantai - lantai selanjutnya dan tidak perlu membeli baru.

### 9) Kebutuhan Material *Jack Base*

Berdasarkan dari hasil perhitungan kebutuhan material tiap lantai dan tiap zona (tabel 4.7 dan tabel 4.8) kebutuhan *jack base* pada lantai 1 penuh – lantai 2 penuh yaitu,

$$\begin{aligned} \text{Jack Base} &= \text{Lt. 1 Zona 1} + \text{Lt. 1 Zona 2} + \text{Lt. 2 Zona 1} + \text{Lt. 2 Zona 2} \\ &= 654 + 524 + 422 + 442 \\ &= 2042 \text{ buah} \end{aligned}$$

Karena *jack base* memiliki masa pakai selamanya sehingga kebutuhan *jack base* ini bisa digunakan kembali untuk lantai - lantai selanjutnya dan tidak perlu membeli baru.

### 10) Kebutuhan Material *U Head Jack*

Berdasarkan dari hasil perhitungan kebutuhan material tiap lantai dan tiap zona (tabel 4.7 dan tabel 4.8) kebutuhan *U head jack* pada lantai 1 penuh – lantai 2 penuh yaitu,

$$\begin{aligned} \text{U Head Jack} &= \text{Lt. 1 Zona 1} + \text{Lt. 1 Zona 2} + \text{Lt. 2 Zona 1} + \text{Lt. 2 Zona 2} \\ &= 654 + 524 + 422 + 442 \\ &= 2042 \text{ buah} \end{aligned}$$

Karena *U Head Jack* memiliki masa pakai selamanya sehingga kebutuhan *U Head Jack* ini bisa digunakan kembali untuk lantai - lantai selanjutnya dan tidak perlu membeli baru.

### 11) Kebutuhan Material *Joint Pin*

Berdasarkan dari hasil perhitungan kebutuhan material tiap lantai dan tiap zona (tabel 4.7 dan tabel 4.8) kebutuhan *Joint Pin* pada lantai 1 penuh – lantai 2 penuh yaitu,

$$\begin{aligned} \text{Joint Pin} &= \text{Lt. 1 Zona 1} + \text{Lt. 1 Zona 2} + \text{Lt. 2 Zona 1} + \text{Lt. 2 Zona 2} \\ &= 654 + 524 + 422 + 442 \\ &= 2042 \text{ buah} \end{aligned}$$

Karena *Joint Pin* memiliki masa pakai selamanya sehingga kebutuhan *Joint Pin* ini bisa digunakan kembali untuk lantai - lantai selanjutnya dan tidak perlu membeli baru.

Untuk perhitungan selengkapnya akan ditabelkan pada tabel 4.10 dan 4.11.

Tabel 4. 10: Rekapitulasi Kebutuhan Material Bekisting Balok Zona 1 Rotasi 2 Lantai.

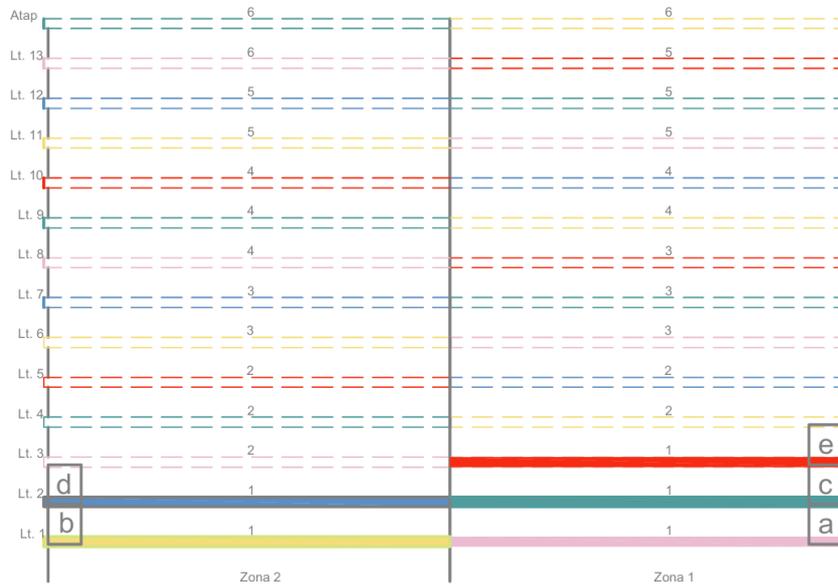
REKAPITULASI KEBUTUHAN MATERIAL BALOK PER LANTAI (2 LT)											
ZONA 1											
LANTAI	Triplek (lembar)	Hollow 50.50.1,6 (batang)	Balok SURI (batang)	Besi Siku (buah)	Paku (kg)	Sekrup (buah)	Main Frame (buah)	Cross Brace (buah)	Jack Base (buah)	U Head Jack (buah)	Joint Pin (buah)
Lt. 1 - Lt. 2	51	1741	1056	2112	284.87	284.87	1076	1076	1076	1076	2152
Lt. 3 - Lt. 4					270.57						
Lt. 5 - Lt. 6					270.57						
Lt. 7 - Lt. 8	48				262.29	262.29					
Lt. 9 - Lt. 10					225.87						
Lt. 11 - Lt. 12					225.87						
Lt. 13 - Atap	42				225.87	225.87					

Tabel 4. 11: Rekapitulasi Kebutuhan Material Bekisting Balok Zona 2 Rotasi 2 Lantai.

REKAPITULASI KEBUTUHAN MATERIAL BALOK PER LANTAI (2 LT)											
ZONA 2											
LANTAI	Triplek	Hollow 50.50.1,6	Balok SURI	Besi Siku	Paku	Sekrup	Main Frame	Cross Brace	Jack Base	U Head Jack	Joint Pin
	(lembar)	(batang)	(batang)	(buah)	(kg)	(buah)	(buah)	(buah)	(buah)	(buah)	(buah)
Lt. 1 - Lt. 2	49	1579	976	1952	262.56	262.56	966	966	966	966	1932
Lt. 3 - Lt. 4					241.64						
Lt. 5 - Lt. 6					241.64						
Lt. 7 - Lt. 8	40				218.03	218.03					
Lt. 9 - Lt. 10					194.42						
Lt. 11 - Lt. 12					194.42						
Lt. 13 - Atap	36				194.42	194.42					

#### 4.2.1.2 Rotasi Material Bekisting Balok 2,5 Lantai

Rotasi material untuk bekisting balok yang akan dijelaskan berikut adalah rotasi 2,5 lantai. Maksudnya yaitu material bekisting yang akan dipersiapkan untuk balok adalah sebanyak 2,5 lantai penuh.



Gambar 4.5: Rotasi Material Bekisting Balok 2,5 Lantai.

Karena material yang akan dipersiapkan sebanyak 2,5 lantai penuh, maka material yang perlu disediakan yaitu material a (merah muda) untuk balok lantai 1 zona 1, material b (kuning) untuk balok lantai 1 zona 2, material c (hijau) untuk balok lantai 2 zona 1, material d (biru) untuk balok lantai 2 zona 2, dan material e (merah) untuk balok lantai 3 zona 1. Kelima material tersebut akan dilakukan rotasi secara bergantian seperti yang terlihat pada gambar dan disesuaikan pula dengan masa pakainya. Contoh perhitungannya adalah sebagai berikut: Untuk rotasi 2,5 lantai, maka perhitungan awal yaitu kebutuhan material untuk balok dari lantai 1 – lantai 3 Zona 1.

##### 1) Kebutuhan Material Triplek

Berdasarkan dari hasil perhitungan kebutuhan material tiap lantai dan tiap zona (tabel 4.7 dan tabel 4.8) kebutuhan triplek pada lantai 1 – lantai 3 zona 1 yaitu:

$$\text{Triplek} = \text{Lt. 1 Z1} + \text{Lt. 1 Z2} + \text{Lt. 2 Z1} + \text{Lt. 2 Z2} + \text{Lt. 3 Z1}$$

$$= 32 + 27 + 19 + 22 + 25$$

$$= 125 \text{ lembar}$$

Karena triplek memiliki masa pakai sampai 3 kali, sehingga kebutuhan triplek ini bisa digunakan kembali untuk lantai - lantai selanjutnya. Akan dilakukan pembelian baru bila sudah melebihi masa pakai.

## 2) Kebutuhan Material *Hollow 50.50.1,6*

Berdasarkan dari hasil perhitungan kebutuhan material tiap lantai dan tiap zona (tabel 4.7 dan tabel 4.8) kebutuhan *Hollow 50.50.1,6* pada lantai 1 – lantai 3 zona 1 yaitu,

$$\begin{aligned} \text{Hollow} &= \text{Lt. 1 Z1} + \text{Lt. 1 Z2} + \text{Lt. 2 Z1} + \text{Lt. 2 Z2} + \text{Lt. 3 Z1} \\ &= 1057 + 858 + 684 + 721 + 798 \\ &= 4118 \text{ batang} \end{aligned}$$

Karena *hollow* memiliki masa pakai selamanya sehingga kebutuhan *hollow* ini bisa digunakan kembali untuk lantai - lantai selanjutnya dan tidak perlu membeli baru.

## 3) Kebutuhan Material Balok *Hollow Suri*

Berdasarkan dari hasil perhitungan kebutuhan material tiap lantai dan tiap zona (tabel 4.7 dan tabel 4.8) kebutuhan balok suri pada lantai 1 – lantai 3 zona 1 yaitu,

$$\begin{aligned} \text{Balok Suri} &= \text{Lt. 1 Z1} + \text{Lt. 1 Z2} + \text{Lt. 2 Z1} + \text{Lt. 2 Z2} + \text{Lt. 3 Z1} \\ &= 641 + 532 + 415 + 444 + 483 \\ &= 2515 \text{ batang} \end{aligned}$$

Karena balok suri memiliki masa pakai selamanya sehingga kebutuhan balok suri ini bisa digunakan kembali untuk lantai - lantai selanjutnya dan tidak perlu membeli baru.

## 4) Kebutuhan Material Paku

Berdasarkan dari hasil perhitungan kebutuhan material tiap lantai dan tiap zona (tabel 4.7 dan tabel 4.8) kebutuhan paku pada lantai 1 – lantai 3 zona 1 yaitu,

$$\begin{aligned} \text{Paku} &= \text{Lt. 1 Z1} + \text{Lt. 1 Z2} + \text{Lt. 2 Z1} + \text{Lt. 2 Z2} + \text{Lt. 3 Z1} \\ &= 175,14 + 143,36 + 109,72 + 119,20 + 135,29 \\ &= 682,71 \text{ kg} \end{aligned}$$

Karena paku hanya bisa digunakan sekali, maka untuk lantai selanjutnya akan membeli baru sesuai dengan volume tiap lantainya.

#### 5) **Kebutuhan Material Sekrup**

Berdasarkan dari hasil perhitungan kebutuhan material tiap lantai dan tiap zona (tabel 4.7 dan tabel 4.8) kebutuhan sekrup pada lantai 1 – lantai 3 zona 1 yaitu,

$$\begin{aligned}\text{Sekrup} &= \text{Lt. 1 Z1} + \text{Lt. 1 Z2} + \text{Lt. 2 Z1} + \text{Lt. 2 Z2} + \text{Lt. 3 Z1} \\ &= 175,14 + 143,36 + 109,72 + 119,20 + 135,29 \\ &= 682,71 \text{ kg}\end{aligned}$$

Untuk sekrup, akan ada pembelian baru setiap ada pergantian triplek.

#### 6) **Kebutuhan Material Besi Siku**

Berdasarkan dari hasil perhitungan kebutuhan material tiap lantai dan tiap zona (tabel 4.7 dan tabel 4.8) kebutuhan besi siku pada lantai 1 – lantai 3 zona 1 yaitu,

$$\begin{aligned}\text{Besi siku} &= \text{Lt. 1 Z1} + \text{Lt. 1 Z2} + \text{Lt. 2 Z1} + \text{Lt. 2 Z2} + \text{Lt. 3 Z1} \\ &= 1282 + 1064 + 830 + 888 + 966 \\ &= 5030 \text{ buah}\end{aligned}$$

Karena besi siku memiliki masa pakai selamanya sehingga kebutuhan besi siku ini bisa digunakan kembali untuk lantai - lantai selanjutnya dan tidak perlu membeli baru.

#### 7) **Kebutuhan Material *Main Frame***

Berdasarkan dari hasil perhitungan kebutuhan material tiap lantai dan tiap zona (tabel 4.7 dan tabel 4.8) kebutuhan *main frame* pada lantai 1 – lantai 3 zona 1 yaitu,

$$\begin{aligned}\text{Main Frame} &= \text{Lt. 1 Z1} + \text{Lt. 1 Z2} + \text{Lt. 2 Z1} + \text{Lt. 2 Z2} + \text{Lt. 3 Z1} \\ &= 654 + 524 + 422 + 442 + 492 \\ &= 2534 \text{ buah}\end{aligned}$$

Karena *main frame* memiliki masa pakai selamanya sehingga kebutuhan *cross brace* ini bisa digunakan kembali untuk lantai - lantai selanjutnya dan tidak perlu membeli baru.

### 8) Kebutuhan Material *Cross Brace*

Berdasarkan dari hasil perhitungan kebutuhan material tiap lantai dan tiap zona (tabel 4.7 dan tabel 4.8) kebutuhan *cross brace* pada lantai 1 – lantai 3 zona 1 yaitu,

$$\begin{aligned} \text{Cross Brace} &= \text{Lt. 1 Z1} + \text{Lt. 1 Z2} + \text{Lt. 2 Z1} + \text{Lt. 2 Z2} + \text{Lt. 3 Z1} \\ &= 654 + 524 + 422 + 442 + 492 \\ &= 2534 \text{ buah} \end{aligned}$$

Karena *cross brace* memiliki masa pakai selamanya sehingga kebutuhan *cross brace* ini bisa digunakan kembali untuk lantai - lantai selanjutnya dan tidak perlu membeli baru.

### 9) Kebutuhan Material *Jack Base*

Berdasarkan dari hasil perhitungan kebutuhan material tiap lantai dan tiap zona (tabel 4.7 dan tabel 4.8) kebutuhan *jack base* pada lantai 1 – lantai 3 zona 1 yaitu,

$$\begin{aligned} \text{Jack Base} &= \text{Lt. 1 Z1} + \text{Lt. 1 Z2} + \text{Lt. 2 Z1} + \text{Lt. 2 Z2} + \text{Lt. 3 Z1} \\ &= 654 + 524 + 422 + 442 + 492 \\ &= 2534 \text{ buah} \end{aligned}$$

Karena *jack base* memiliki masa pakai selamanya sehingga kebutuhan *jack base* ini bisa digunakan kembali untuk lantai - lantai selanjutnya dan tidak perlu membeli baru.

### 10) Kebutuhan Material *U Head Jack*

Berdasarkan dari hasil perhitungan kebutuhan material tiap lantai dan tiap zona (tabel 4.7 dan tabel 4.8) kebutuhan *U head jack* pada lantai 1 – lantai 3 zona 1 yaitu,

$$\begin{aligned} \text{U Head Jack} &= \text{Lt. 1 Z1} + \text{Lt. 1 Z2} + \text{Lt. 2 Z1} + \text{Lt. 2 Z2} + \text{Lt. 3 Z1} \\ &= 654 + 524 + 422 + 442 + 492 \\ &= 2534 \text{ buah} \end{aligned}$$

Karena *U Head Jack* memiliki masa pakai selamanya sehingga kebutuhan *U Head Jack* ini bisa digunakan kembali untuk lantai - lantai selanjutnya dan tidak perlu membeli baru.

### 11) Kebutuhan Material *Joint Pin*

Berdasarkan dari hasil perhitungan kebutuhan material tiap lantai dan tiap zona (tabel 4.7 dan tabel 4.8) kebutuhan *Joint Pin* pada lantai 1 – lantai 3 zona 1 yaitu,

$$\begin{aligned} \text{Joint Pin} &= \text{Lt. 1 Z1} + \text{Lt. 1 Z2} + \text{Lt. 2 Z1} + \text{Lt. 2 Z2} + \text{Lt. 3 Z1} \\ &= 654 + 524 + 422 + 442 + 492 \\ &= 2534 \text{ buah} \end{aligned}$$

Karena *Joint Pin* memiliki masa pakai selamanya sehingga kebutuhan *Joint Pin* ini bisa digunakan kembali untuk lantai - lantai selanjutnya dan tidak perlu membeli baru.

Untuk perhitungan selengkapnya akan ditabelkan pada tabel 4.12 dan 4.13.

Tabel 4. 12: Rekapitulasi Kebutuhan Material Bekisting Balok Zona 1 Rotasi 2,5 Lantai.

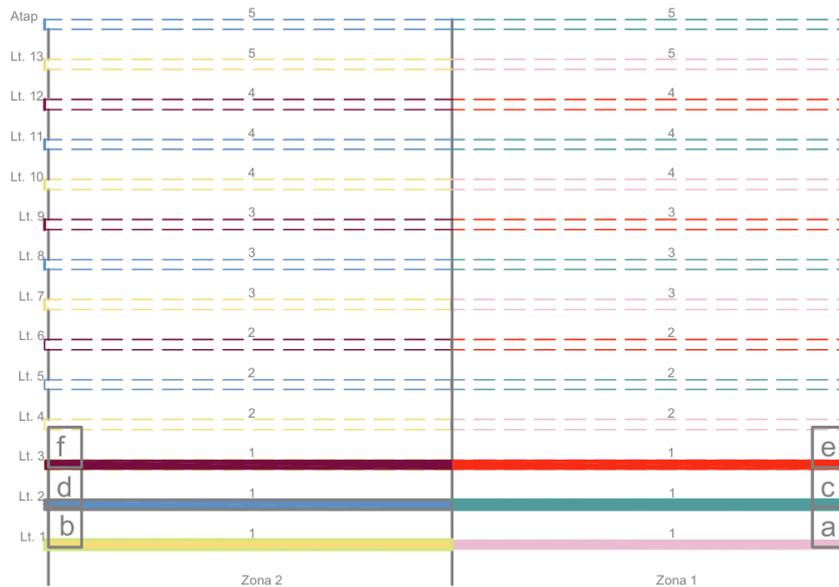
REKAPITULASI KEBUTUHAN MATERIAL BALOK PER LANTAI (2,5 LT)											
ZONA 1											
LANTAI	Triplek (lembar)	Hollow 50.50.1,6 (batang)	Balok SURI (batang)	Besi Siku (buah)	Paku (kg)	Sekrup (buah)	Main Frame (buah)	Cross Brace (buah)	Jack Base (buah)	U Head Jack (buah)	Joint Pin (buah)
Lt. 1 - Lt. 3 Z1	76	2539	1539	3078	420.15	420.15	1568	1568	1568	1568	3136
Lt. 3 Z2 - Lt. 5					270.57						
Lt. 6 - Lt. 8 Z1					397.58						
Lt. 8 Z2 - Lt. 10	42				225.87	225.87					
Lt. 11 - Lt. 13 Z1					338.80						
Lt. 13 Z2 - Atap					112.93						

Tabel 4. 13: Rekapitulasi Kebutuhan Material Bekisting Balok Zona 2 Rotasi 2,5 Lantai.

REKAPITULASI KEBUTUHAN MATERIAL BALOK PER LANTAI (2,5 LT)											
ZONA 2											
LANTAI	Triplek (lembar)	Hollow 50.50.1,6 (batang)	Balok SURI (batang)	Besi Siku (buah)	Paku (kg)	Sekrup (buah)	Main Frame (buah)	Cross Brace (buah)	Jack Base (buah)	U Head Jack (buah)	Joint Pin (buah)
Lt. 1 - Lt. 3 Z1	49	1579	976	1952	262.56	262.56	966	966	966	966	1932
Lt. 3 Z2 - Lt. 5					362.47						
Lt. 6 - Lt. 8 Z1					241.64						
Lt. 8 Z2 - Lt. 10	54				291.63	291.63					
Lt. 11 - Lt. 13 Z1					194.42						
Lt. 13 Z2 - Atap					194.42						

#### 4.2.1.2 Rotasi Material Bekisting Balok 3 Lantai

Rotasi material untuk bekisting balok yang akan dijelaskan berikut adalah rotasi 3 lantai. Maksudnya yaitu material bekisting yang akan dipersiapkan untuk balok adalah sebanyak 3 lantai penuh.



Gambar 4.6: Rotasi Material Bekisting Balok 3 Lantai.

Karena material yang akan dipersiapkan sebanyak 3 lantai penuh, maka material yang perlu disediakan yaitu material a (merah muda) untuk balok lantai 1 zona 1, material b (kuning) untuk balok lantai 1 zona 2, material c (hijau) untuk balok lantai 2 zona 1, material d (biru) untuk balok lantai 2 zona 2, material e (merah) untuk balok lantai 3 zona 1, dan material f (ungu) untuk balok lantai 3 zona 2. Keenam material tersebut akan dilakukan rotasi secara bergantian seperti yang terlihat pada gambar dan disesuaikan pula dengan masa pakainya. Contoh perhitungannya adalah sebagai berikut: Untuk rotasi 3 lantai, maka perhitungan awal yaitu kebutuhan material untuk balok dari lantai 1 penuh – lantai 3 penuh.

##### 1) Kebutuhan Material Triplek

Berdasarkan dari hasil perhitungan kebutuhan material tiap lantai dan tiap zona (tabel 4.7 dan tabel 4.8) kebutuhan triplek pada lantai 1 penuh – lantai 3 penuh yaitu:

$$\begin{aligned}
\text{Triplek} &= \text{Lt. 1 Z1} + \text{Lt. 1 Z2} + \text{Lt. 2 Z1} + \text{Lt. 2 Z2} + \text{Lt. 3 Z1} + \text{Lt. 3 Z2} \\
&= 32 + 27 + 19 + 22 + 25 + 22 \\
&= 147 \text{ lembar}
\end{aligned}$$

Karena triplek memiliki masa pakai sampai 3 kali, sehingga kebutuhan triplek ini bisa digunakan kembali untuk lantai - lantai selanjutnya. Akan dilakukan pembelian baru bila sudah melebihi masa pakai.

## 2) Kebutuhan Material *Hollow 50.50.1,6*

Berdasarkan dari hasil perhitungan kebutuhan material tiap lantai dan tiap zona (tabel 4.7 dan tabel 4.8) kebutuhan *Hollow 50.50.1,6* pada lantai 1 penuh – lantai 3 penuh yaitu,

$$\begin{aligned}
\text{Hollow} &= \text{Lt. 1 Z1} + \text{Lt. 1 Z2} + \text{Lt. 2 Z1} + \text{Lt. 2 Z2} + \text{Lt. 3 Z1} + \text{Lt. 3 Z2} \\
&= 1057 + 858 + 684 + 721 + 798 + 719 \\
&= 4828 \text{ batang}
\end{aligned}$$

Karena *hollow* memiliki masa pakai selamanya sehingga kebutuhan *hollow* ini bisa digunakan kembali untuk lantai - lantai selanjutnya dan tidak perlu membeli baru.

## 3) Kebutuhan Material Balok *Hollow Suri*

Berdasarkan dari hasil perhitungan kebutuhan material tiap lantai dan tiap zona (tabel 4.7 dan tabel 4.8) kebutuhan balok suri pada lantai 1 penuh – lantai 3 penuh yaitu,

$$\begin{aligned}
\text{Balok Suri} &= \text{Lt. 1 Z1} + \text{Lt. 1 Z2} + \text{Lt. 2 Z1} + \text{Lt. 2 Z2} + \text{Lt. 3 Z1} + \text{Lt. 3 Z2} \\
&= 641 + 532 + 415 + 444 + 483 + 448 \\
&= 2963 \text{ batang}
\end{aligned}$$

Karena balok suri memiliki masa pakai selamanya sehingga kebutuhan balok suri ini bisa digunakan kembali untuk lantai - lantai selanjutnya dan tidak perlu membeli baru.

## 4) Kebutuhan Material Paku

Berdasarkan dari hasil perhitungan kebutuhan material tiap lantai dan tiap zona (tabel 4.7 dan tabel 4.8) kebutuhan paku pada lantai 1 – lantai 3 zona 1 yaitu,

$$\begin{aligned}
\text{Paku} &= \text{Lt. 1 Z1} + \text{Lt. 1 Z2} + \text{Lt. 2 Z1} + \text{Lt. 2 Z2} + \text{Lt. 3 Z1} + \text{Lt. 3 Z2} \\
&= 175,14 + 143,36 + 109,72 + 119,20 + 135,29 + 120,82 \\
&= 803,53 \text{ kg}
\end{aligned}$$

Karena paku hanya bisa digunakan sekali, maka untuk lantai selanjutnya akan membeli baru sesuai dengan volume tiap lantainya.

#### 5) **Kebutuhan Material Sekrup**

Berdasarkan dari hasil perhitungan kebutuhan material tiap lantai dan tiap zona (tabel 4.7 dan tabel 4.8) kebutuhan sekrup pada lantai 1 – lantai 3 zona 1 yaitu,

$$\begin{aligned}\text{Sekrup} &= \text{Lt. 1 Z1} + \text{Lt. 1 Z2} + \text{Lt. 2 Z1} + \text{Lt. 2 Z2} + \text{Lt. 3 Z1} + \text{Lt. 3 Z2} \\ &= 175,14 + 143,36 + 109,72 + 119,20 + 135,29 + 120,82 \\ &= 803,53 \text{ kg}\end{aligned}$$

Untuk sekrup, akan ada pembelian baru setiap ada pergantian triplek.

#### 6) **Kebutuhan Material Besi Siku**

Berdasarkan dari hasil perhitungan kebutuhan material tiap lantai dan tiap zona (tabel 4.7 dan tabel 4.8) kebutuhan besi siku pada lantai 1 – lantai 3 zona 1 yaitu,

$$\begin{aligned}\text{Besi siku} &= \text{Lt. 1 Z1} + \text{Lt. 1 Z2} + \text{Lt. 2 Z1} + \text{Lt. 2 Z2} + \text{Lt. 3 Z1} \\ &= 1282 + 1064 + 830 + 888 + 966 + 896 \\ &= 5926 \text{ buah}\end{aligned}$$

Karena besi siku memiliki masa pakai selamanya sehingga kebutuhan besi siku ini bisa digunakan kembali untuk lantai - lantai selanjutnya dan tidak perlu membeli baru.

#### 7) **Kebutuhan Material *Main Frame***

Berdasarkan dari hasil perhitungan kebutuhan material tiap lantai dan tiap zona (tabel 4.7 dan tabel 4.8) kebutuhan *main frame* pada lantai 1 – lantai 3 zona 1 yaitu,

$$\begin{aligned}\text{Main Frame} &= \text{Lt. 1 Z1} + \text{Lt. 1 Z2} + \text{Lt. 2 Z1} + \text{Lt. 2 Z2} + \text{Lt. 3 Z1} + \text{Lt. 3 Z2} \\ &= 654 + 524 + 422 + 442 + 492 + 444 \\ &= 2978 \text{ buah}\end{aligned}$$

Karena *main frame* memiliki masa pakai selamanya sehingga kebutuhan *cross brace* ini bisa digunakan kembali untuk lantai - lantai selanjutnya dan tidak perlu membeli baru.

### 8) Kebutuhan Material *Cross Brace*

Berdasarkan dari hasil perhitungan kebutuhan material tiap lantai dan tiap zona (tabel 4.7 dan tabel 4.8) kebutuhan *cross brace* pada lantai 1 – lantai 3 zona 1 yaitu,

$$\begin{aligned} \text{Cross Brace} &= \text{Lt. 1 Z1} + \text{Lt. 1 Z2} + \text{Lt. 2 Z1} + \text{Lt. 2 Z2} + \text{Lt. 3 Z1} + \text{Lt. 3 Z2} \\ &= 654 + 524 + 422 + 442 + 492 + 444 \\ &= 2978 \text{ buah} \end{aligned}$$

Karena *cross brace* memiliki masa pakai selamanya sehingga kebutuhan *cross brace* ini bisa digunakan kembali untuk lantai - lantai selanjutnya dan tidak perlu membeli baru.

### 9) Kebutuhan Material *Jack Base*

Berdasarkan dari hasil perhitungan kebutuhan material tiap lantai dan tiap zona (tabel 4.7 dan tabel 4.8) kebutuhan *jack base* pada lantai 1 – lantai 3 zona 1 yaitu,

$$\begin{aligned} \text{Jack Base} &= \text{Lt. 1 Z1} + \text{Lt. 1 Z2} + \text{Lt. 2 Z1} + \text{Lt. 2 Z2} + \text{Lt. 3 Z1} + \text{Lt. 3 Z2} \\ &= 654 + 524 + 422 + 442 + 492 + 444 \\ &= 2978 \text{ buah} \end{aligned}$$

Karena *jack base* memiliki masa pakai selamanya sehingga kebutuhan *jack base* ini bisa digunakan kembali untuk lantai - lantai selanjutnya dan tidak perlu membeli baru.

### 10) Kebutuhan Material *U Head Jack*

Berdasarkan dari hasil perhitungan kebutuhan material tiap lantai dan tiap zona (tabel 4.7 dan tabel 4.8) kebutuhan *U head jack* pada lantai 1 – lantai 3 zona 1 yaitu,

$$\begin{aligned} \text{U Head Jack} &= \text{Lt. 1 Z1} + \text{Lt. 1 Z2} + \text{Lt. 2 Z1} + \text{Lt. 2 Z2} + \text{Lt. 3 Z1} + \text{Lt. 3 Z2} \\ &= 654 + 524 + 422 + 442 + 492 + 444 \\ &= 2978 \text{ buah} \end{aligned}$$

Karena *U Head Jack* memiliki masa pakai selamanya sehingga kebutuhan *U Head Jack* ini bisa digunakan kembali untuk lantai - lantai selanjutnya dan tidak perlu membeli baru.

### 11) Kebutuhan Material *Joint Pin*

Berdasarkan dari hasil perhitungan kebutuhan material tiap lantai dan tiap zona (tabel 4.7 dan tabel 4.8) kebutuhan *Joint Pin* pada lantai 1 – lantai 3 zona 1 yaitu,

$$\begin{aligned} \text{Joint Pin} &= \text{Lt. 1 Z1} + \text{Lt. 1 Z2} + \text{Lt. 2 Z1} + \text{Lt. 2 Z2} + \text{Lt. 3 Z1} + \text{Lt. 3 Z2} \\ &= 654 + 524 + 422 + 442 + 492 + 444 \\ &= 2978 \text{ buah} \end{aligned}$$

Karena *Joint Pin* memiliki masa pakai selamanya sehingga kebutuhan *Joint Pin* ini bisa digunakan kembali untuk lantai - lantai selanjutnya dan tidak perlu membeli baru.

Untuk perhitungan selengkapnya bisa dilihat pada tabel 4.14 dan 4.15.

Tabel 4. 14: Rekapitulasi Kebutuhan Material Bekisting Balok Zona 1 Rotasi 3 Lantai.

REKAPITULASI KEBUTUHAN MATERIAL BALOK PER LANTAI (3 LT)											
ZONA 1											
LANTAI	Triplek (lembar)	Hollow 50.50.1,6 (batang)	Balok SURI (batang)	Besi Siku (buah)	Paku (kg)	Sekrup (buah)	Main Frame (buah)	Cross Brace (buah)	Jack Base (buah)	U Head Jack (buah)	Joint Pin (buah)
Lt. 1 - Lt. 3	76	2539	1539	3078	420.15	420.15	1568	1568	1568	1568	3136
Lt. 4 - Lt. 6					405.86						
Lt. 7 - Lt. 9					375.23						
Lt. 10 - Lt. 12	63				338.80	338.80					
Lt. 13 - Atap					225.87						

Tabel 4. 15: Rekapitulasi Kebutuhan Material Bekisting Balok Zona 2 Rotasi 3 Lantai.

REKAPITULASI KEBUTUHAN MATERIAL BALOK PER LANTAI (3 LT)											
ZONA 2											
LANTAI	Triplek (lembar)	Hollow 50.50.1,6 (batang)	Balok SURI (batang)	Besi Siku (buah)	Paku (kg)	Sekrup (buah)	Main Frame (buah)	Cross Brace (buah)	Jack Base (buah)	U Head Jack (buah)	Joint Pin (buah)
Lt. 1 - Lt. 3	71	2304	1424	2848	383.38	383.38	1410	1410	1410	1410	2820
Lt. 4 - Lt. 6					362.47						
Lt. 7 - Lt. 9					315.24						
Lt. 10 - Lt. 12	54				291.63	291.63					
Lt. 13 - Atap					194.42						

### 4.3 Perhitungan Kebutuhan Material Plat

Berikut ini akan dibahas tentang kebutuhan material yang diperlukan untuk struktur plat pada tiap zona yaitu kebutuhan triplek, balok suri, *hollow*, *support* dan komponen lainnya.

#### 1. Plat Lantai Zona 1

Dimensi plat AS A-B ; 5 -5'

Lebar plat (b) = 3,475 m

Panjang plat (p) = 8,95 m

#### a. Kebutuhan Material Triplek

$$\begin{aligned} 1) \text{ Luas plat} &= b \times p \\ &= 3,475 \times 8,95 \\ &= 31,10 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 2) \text{ Triplek} &= \frac{\text{Luas plat}}{1,22 \times 2,44} \\ &= \frac{31,10}{1,22 \times 2,44} \\ &= 10,45 \text{ lembar} = 11 \text{ lembar} \end{aligned}$$

#### b. Kebutuhan Material Balok Suri

Balok suri – suri direncanakan menggunakan double profile berukuran 20.50.0,6 mm dengan jarak antar suri 0,8 m yang sudah dipabrikasi terlebih dahulu sesuai dengan yang direncanakan.

$$\begin{aligned} \text{Hollow} &= \left( \frac{b}{\text{jarak hollow}} + 1 \right) \\ &= \left( \frac{3,475}{0,8} + 1 \right) \\ &= 6 \text{ batang} \end{aligned}$$

#### c. Kebutuhan Material *Hollow*

Pada plat, material *hollow* ini dipasang sebelum triplek (setelah balok suri) setelah horizontal sejajar dengan plat tersebut. Berfungsi untuk menahan beban dari multiplek yang nantinya akan disalurkan ke balok suri. Akan digunakan besi *hollow* berukuran 50.50.1,6 mm dengan jarak antar suri yaitu 0,8 m.

$$\begin{aligned}
Hollow &= \left( \frac{b}{\text{jarak hollow}} + 1 \right) \\
&= \left( \frac{3,475}{0,8} + 1 \right) \\
&= 6 \text{ batang}
\end{aligned}$$

**d. Kebutuhan Material Support**

Pada plat, material *support* ini menggunakan pipa galvanis yang dirangkai menjadi satu kesatuan dengan *Jack Base* dan *U-head Jack*. Jarak antar *support* adalah 1 m. Berikut perhitungan untuk mengetahui kebutuhan *support* pada plat AS A-B ; 5 -5' lantai 1 zona 2 ini.

$$\begin{aligned}
Support &= \left( \frac{p}{\text{jarak support}} + 1 \right) \times \left( \frac{b}{\text{jarak support}} + 1 \right) \\
&= \left( \frac{8,95}{1} + 1 \right) \times \left( \frac{3,475}{1} + 1 \right) \\
&= 44,53 \text{ buah} \approx 45 \text{ buah}
\end{aligned}$$

**e. Kebutuhan Material Jack Base**

*Jack Base* dipasang pada dasar *support*, sehingga:

$$\begin{aligned}
Jack Base &= Support \\
&= 45 \text{ buah}
\end{aligned}$$

**f. Kebutuhan Material U-head Jack**

Berbeda dengan *Jack Base* yang dipasang pada dasar *support*, untuk *U-head Jack* ini dipasang pada ujung *support* atau bagian atas pipa *support*. Tetapi jumlah kebutuhannya sama, sehingga:

$$\begin{aligned}
U-head Jack &= Support \\
&= 45 \text{ buah}
\end{aligned}$$

Untuk perhitungan selengkapnya akan ditabelkan pada tabel 4.16 dan 4.17.

Tabel 4. 16: Rekapitulasi Kebutuhan Material Bekisting Plat Zona 1 Per Lantai.

REKAPITULASI KEBUTUHAN MATERIAL PLAT PER LANTAI							
ZONA 1							
LANTAI	Luas (m <sup>2</sup> )	Triplek (lembar)	Hollow 50.50.1,6 (batang)	Hollow 20.50.0,6 (batang)	Jack Base (buah)	U Head (buah)	Support (buah)
Lt. 1	699.31	235	194	194	1008	1008	1008
Lt. 2	523.79	176	112	112	556	556	556
Lt. 3	475.16	160	124	124	792	792	792
Lt. 4	475.16	160	124	124	792	792	792
Lt. 5	475.16	160	124	124	792	792	792
Lt. 6	475.16	160	124	124	792	792	792
Lt. 7	475.16	160	124	124	792	792	792
Lt. 8	411.38	139	124	124	792	792	792
Lt. 9	383.51	129	100	100	680	680	680
Lt. 10	383.51	129	100	100	680	680	680
Lt. 11	383.51	129	100	100	680	680	680
Lt. 12	383.51	129	100	100	680	680	680
Lt. 13	383.51	129	100	100	680	680	680
Atap	383.51	129	100	100	680	680	680

Tabel 4. 17: Rekapitulasi Kebutuhan Material Bekisting Plat Zona 2 Per

REKAPITULASI KEBUTUHAN MATERIAL PLAT PER LANTAI									
ZONA 2									
LANTAI	Luas (m <sup>2</sup> )	Triplek (lembar)	Hollow 50.50.1,6 (batang)	Hollow 20.50.0,6 (batang)	Jack Base (buah)	U Head (buah)	Support (buah)		
Lt. 1	622.42	210	144	144	1000	1000	1000		
Lt. 2	484.25	163	99	99	669	669	669		
Lt. 3	483.28	163	104	104	704	704	704		
Lt. 4	483.28	163	104	104	704	704	704		
Lt. 5	483.28	163	104	104	704	704	704		
Lt. 6	483.28	163	104	104	704	704	704		
Lt. 7	483.28	163	104	104	704	704	704		
Lt. 8	354.75	120	104	104	704	704	704		
Lt. 9	354.75	120	80	80	592	592	592		
Lt. 10	383.51	129	80	80	592	592	592		
Lt. 11	383.51	129	80	80	592	592	592		
Lt. 12	383.51	129	80	80	592	592	592		
Lt. 13	383.51	129	80	80	592	592	592		
Atap	383.51	129	80	80	592	592	592		

### 4.3.1 Kebutuhan Material Plat Berdasarkan Rotasi

Jika sudah melakukan perhitungan kebutuhan material untuk plat dari masing – masing lantai dan di setiap zonanya, kemudian material tersebut dianalisa kebutuhannya berdasarkan rotasi. Material yang akan ditinjau untuk rotasi pada plat ini yaitu triplek, besi *hollow*, *support*, *jack base*, dan *u-head*. Masa pemakaian material plat dapat dilihat pada tabel berikut :

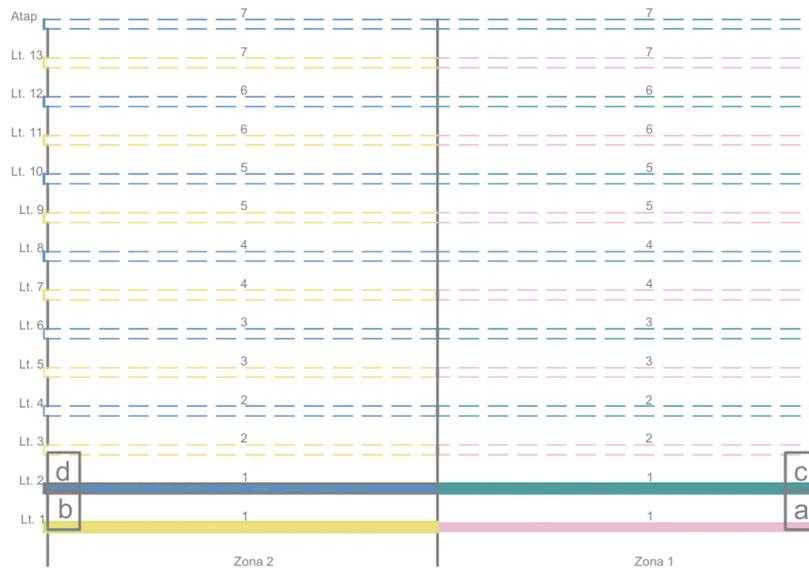
Tabel 4.18: Masa Pemakaian Material Bekisting Plat.

<b>Material</b>	<b>Masa Pakai</b>
Triplek 12 mm	2 – 3 kali pakai
Besi <i>Hollow</i>	Selamanya
<i>Jack Base</i>	Selamanya
<i>U Head Jack</i>	Selamanya
<i>Support</i>	Selamanya

Catatan: Pada saat survey lapangan, diperoleh data bahwa material triplek dapat digunakan 2 hingga 3 kali pakai. Namun dalam penelitian ini, triplek akan digunakan hanya dalam 3 kali pakai saja karena diasumsikan akan mengalami kerusakan setelah 3 kali pemakaian.

#### 4.3.1.1 Rotasi Material Bekisting Plat 2 Lantai

Rotasi material untuk bekisting plat yang akan dijelaskan berikut adalah rotasi 2 lantai. Maksudnya adalah material bekisting yang akan dipersiapkan untuk plat adalah sebanyak 2 lantai penuh. Karena material yang akan dipersiapkan sebanyak 2 lantai penuh, maka material yang perlu disediakan yaitu material a (merah muda) untuk plat lantai 1 zona 1, material b (kuning) untuk plat lantai 1 zona 2, material c (hijau) untuk plat lantai 2 zona 1, material d (biru) untuk plat lantai 2 zona 2. Keempat material tersebut akan dilakukan rotasi secara bergantian seperti yang terlihat pada gambar dan disesuaikan pula dengan masa pakainya. Contoh perhitungannya adalah sebagai berikut: Untuk rotasi 2 lantai, maka perhitungan awal yaitu kebutuhan material untuk plat dari lantai 1 penuh – lantai 2 penuh.



Gambar 4.7: Rotasi Material Bekisting Plat 2 Lantai.

### 1) Kebutuhan Material Triplek

Berdasarkan dari hasil perhitungan kebutuhan material tiap lantai dan tiap zona (tabel 4.16 dan tabel 4.17) kebutuhan triplek pada lantai 1 penuh – lantai 2 penuh yaitu:

$$\begin{aligned}
 \text{Triplek} &= \text{Lt. 1 Zona 1} + \text{Lt. 1 Zona 2} + \text{Lt. 2 Zona 1} + \text{Lt. 2 Zona 2} \\
 &= 235 + 210 + 176 + 163 \\
 &= 784 \text{ lembar}
 \end{aligned}$$

Karena triplek memiliki masa pakai sampai 3 kali, sehingga kebutuhan triplek ini bisa digunakan kembali untuk lantai - lantai selanjutnya. Akan dilakukan pembelian baru bila sudah melebihi masa pakai.

### 2) Kebutuhan Material *Hollow 50.50.1,6*

Berdasarkan dari hasil perhitungan kebutuhan material tiap lantai dan tiap zona (tabel 4.16 dan tabel 4.17) kebutuhan *Hollow 50.50.1,6* pada lantai 1 penuh – lantai 2 penuh yaitu,

$$\begin{aligned}
 \text{Hollow} &= \text{Lt. 1 Zona 1} + \text{Lt. 1 Zona 2} + \text{Lt. 2 Zona 1} + \text{Lt. 2 Zona 2} \\
 &= 194 + 144 + 112 + 99 \\
 &= 549 \text{ batang}
 \end{aligned}$$

Karena *hollow* memiliki masa pakai selamanya sehingga kebutuhan *hollow* ini bisa digunakan kembali untuk lantai - lantai selanjutnya dan tidak perlu membeli baru.

### 3) Kebutuhan Material *Support*

Berdasarkan dari hasil perhitungan kebutuhan material tiap lantai dan tiap zona (tabel 4.16 dan tabel 4.17) kebutuhan *support* pada lantai 1 penuh – lantai 2 penuh yaitu,

$$\begin{aligned} \text{Hollow} &= \text{Lt. 1 Zona 1} + \text{Lt. 1 Zona 2} + \text{Lt. 2 Zona 1} + \text{Lt. 2 Zona 2} \\ &= 194 + 144 + 112 + 99 \\ &= 549 \text{ batang} \end{aligned}$$

Karena *support* memiliki masa pakai selamanya sehingga kebutuhan *support* ini bisa digunakan kembali untuk lantai - lantai selanjutnya dan tidak perlu membeli baru.

### 4) Kebutuhan Material *Jack Base*

Berdasarkan dari hasil perhitungan kebutuhan material tiap lantai dan tiap zona (tabel 4.16 dan tabel 4.17) kebutuhan *jack base* pada lantai 1 penuh – lantai 2 penuh yaitu,

$$\begin{aligned} \text{Jack Base} &= \text{Lt. 1 Zona 1} + \text{Lt. 1 Zona 2} + \text{Lt. 2 Zona 1} + \text{Lt. 2 Zona 2} \\ &= 1008 + 1000 + 556 + 669 \\ &= 3233 \text{ buah} \end{aligned}$$

Karena *jack base* memiliki masa pakai selamanya sehingga kebutuhan *jack base* ini bisa digunakan kembali untuk lantai - lantai selanjutnya dan tidak perlu membeli baru.

### 5) Kebutuhan Material *U Head Jack*

Berdasarkan dari hasil perhitungan kebutuhan material tiap lantai dan tiap zona (tabel 4.16 dan tabel 4.17) kebutuhan *U head jack* pada lantai 1 penuh – lantai 2 penuh yaitu,

$$\begin{aligned} \text{U Head Jack} &= \text{Lt. 1 Zona 1} + \text{Lt. 1 Zona 2} + \text{Lt. 2 Zona 1} + \text{Lt. 2 Zona 2} \\ &= 1008 + 1000 + 556 + 669 \\ &= 3233 \text{ buah} \end{aligned}$$

Karena *U Head Jack* memiliki masa pakai selamanya sehingga kebutuhan *U Head Jack* ini bisa digunakan kembali untuk lantai - lantai selanjutnya dan tidak perlu membeli baru.

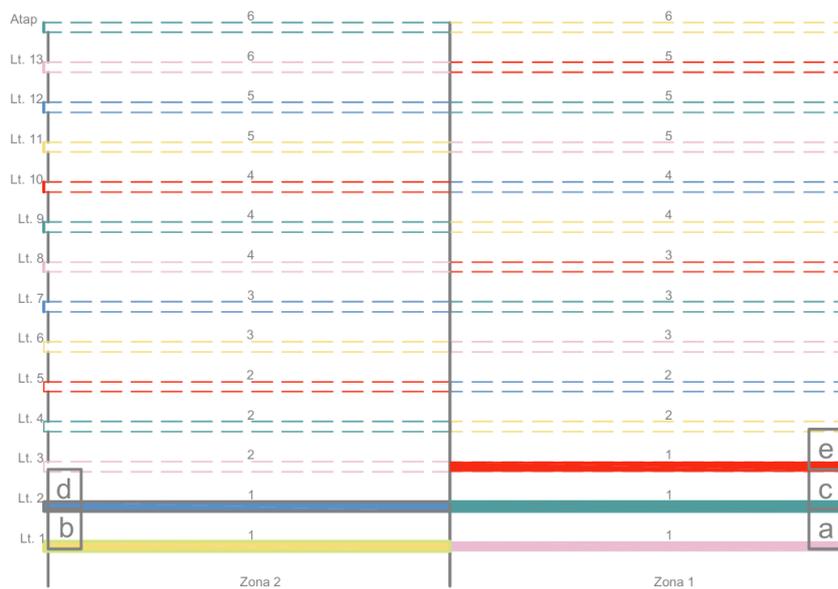
Untuk perhitungan selengkapnya dapat dilihat pada tabel 4.19.

Tabel 4. 19: Rekapitulasi Kebutuhan Material Bekisting Plat Rotasi 2 Lantai.

REKAPITULASI KEBUTUHAN MATERIAL PLAT PER LANTAI (2 LT)												
LANTAI	ZONA 1						ZONA 2					
	Triplek	Hollow 50.50.1, 6	Balok Suri	Jack Base	U Head Jack	Support	Triplek	Hollow 50.50.1, 6	Balok Suri	Jack Base	U Head Jack	Support
	(lembar)	(batang)	(batang)	(buah)	(buah)	(buah)	(lembar)	(batang)	(batang)	(buah)	(buah)	(buah)
Lt. 1 - Lt. 2	411	306	306	1564	1564	1564	373	243	243	1669	1669	1669
Lt. 3 - Lt. 4												
Lt. 5 - Lt. 6												
Lt. 7 - Lt. 8	299						283					
Lt. 9 - Lt. 10												
Lt. 11 - Lt. 12												
Lt. 13 - Atap	258						258					

### 4.3.1.2 Rotasi Material Bekisting Plat 2,5 Lantai

Rotasi material untuk bekisting plat yang akan dijelaskan berikut adalah rotasi 2,5 lantai. Maksudnya yaitu material bekisting yang akan dipersiapkan untuk plat adalah sebanyak 2,5 lantai penuh.



Gambar 4.8: Rotasi Material Bekisting Plat 2,5 Lantai.

Karena material yang akan dipersiapkan sebanyak 2,5 lantai penuh, maka material yang perlu disediakan yaitu material a (merah muda) untuk plat lantai 1 zona 1, material b (kuning) untuk plat lantai 1 zona 2, material c (hijau) untuk plat lantai 2 zona 1, material d (biru) untuk plat lantai 2 zona 2, dan material e (merah) untuk plat lantai 3 zona 1. Kelima material tersebut akan dilakukan rotasi secara bergantian seperti yang terlihat pada gambar dan disesuaikan pula dengan masa pakainya. Contoh perhitungannya adalah sebagai berikut: Untuk rotasi 2,5 lantai, maka perhitungan awal yaitu kebutuhan material untuk balok dari lantai 1 – lantai 3 Zona 1.

### 1) Kebutuhan Material Triplek

Berdasarkan dari hasil perhitungan kebutuhan material tiap lantai dan tiap zona (tabel 4.7 dan tabel 4.8) kebutuhan triplek pada lantai 1 – lantai 3 zona 1 yaitu:

$$\begin{aligned}\text{Triplek} &= \text{Lt. 1 Z1} + \text{Lt. 1 Z2} + \text{Lt. 2 Z1} + \text{Lt. 2 Z2} + \text{Lt. 3 Z1} \\ &= 235 + 210 + 176 + 163 + 160 \\ &= 944 \text{ lembar}\end{aligned}$$

Karena triplek memiliki masa pakai sampai 3 kali, sehingga kebutuhan triplek ini bisa digunakan kembali untuk lantai - lantai selanjutnya. Akan dilakukan pembelian baru bila sudah melebihi masa pakai.

### 2) Kebutuhan Material *Hollow 50.50.1,6*

Berdasarkan dari hasil perhitungan kebutuhan material tiap lantai dan tiap zona (tabel 4.16 dan tabel 4.17) kebutuhan *Hollow 50.50.1,6* pada lantai 1 – lantai 3 zona 1 yaitu,

$$\begin{aligned}\text{Hollow} &= \text{Lt. 1 Z1} + \text{Lt. 1 Z2} + \text{Lt. 2 Z1} + \text{Lt. 2 Z2} + \text{Lt. 3 Z1} \\ &= 194 + 144 + 112 + 99 + 124 \\ &= 673 \text{ batang}\end{aligned}$$

Karena *hollow* memiliki masa pakai selamanya sehingga kebutuhan *hollow* ini bisa digunakan kembali untuk lantai - lantai selanjutnya dan tidak perlu membeli baru.

### 3) Kebutuhan Material *Support*

Berdasarkan dari hasil perhitungan kebutuhan material tiap lantai dan tiap zona (tabel 4.16 dan tabel 4.17) kebutuhan *support* pada lantai 1 – lantai 3 zona 1 yaitu,

$$\begin{aligned}\text{Hollow} &= \text{Lt. 1 Z1} + \text{Lt. 1 Z2} + \text{Lt. 2 Z1} + \text{Lt. 2 Z2} + \text{Lt. 3 Z1} \\ &= 194 + 144 + 112 + 99 + 124 \\ &= 673 \text{ batang}\end{aligned}$$

Karena *support* memiliki masa pakai selamanya sehingga kebutuhan *support* ini bisa digunakan kembali untuk lantai - lantai selanjutnya dan tidak perlu membeli baru.

#### 4) **Kebutuhan Material *Jack Base***

Berdasarkan dari hasil perhitungan kebutuhan material tiap lantai dan tiap zona (tabel 4.16 dan tabel 4.17) kebutuhan *jack base* pada lantai 1 – lantai 3 zona 1 yaitu,

$$\begin{aligned} \text{Jack Base} &= \text{Lt. 1 Z1} + \text{Lt. 1 Z2} + \text{Lt. 2 Z1} + \text{Lt. 2 Z2} + \text{Lt. 3 Z1} \\ &= 1008 + 1000 + 556 + 669 + 792 \\ &= 4025 \text{ buah} \end{aligned}$$

Karena *jack base* memiliki masa pakai selamanya sehingga kebutuhan *jack base* ini bisa digunakan kembali untuk lantai - lantai selanjutnya dan tidak perlu membeli baru.

#### 5) **Kebutuhan Material *U Head Jack***

Berdasarkan dari hasil perhitungan kebutuhan material tiap lantai dan tiap zona (tabel 4.16 dan tabel 4.17) kebutuhan *U head jack* pada lantai 1 – lantai 3 zona 1 yaitu,

$$\begin{aligned} \text{U Head Jack} &= \text{Lt. 1 Z1} + \text{Lt. 1 Z2} + \text{Lt. 2 Z1} + \text{Lt. 2 Z2} + \text{Lt. 3 Z1} \\ &= 1008 + 1000 + 556 + 669 + 792 \\ &= 4025 \text{ buah} \end{aligned}$$

Karena *U Head Jack* memiliki masa pakai selamanya sehingga kebutuhan *U Head Jack* ini bisa digunakan kembali untuk lantai - lantai selanjutnya dan tidak perlu membeli baru.

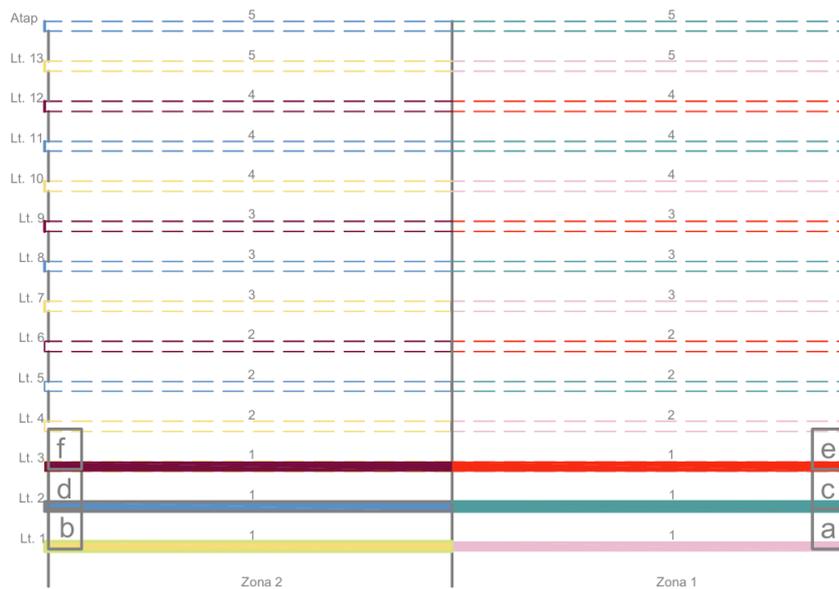
Untuk perhitungan selengkapnya dapat dilihat pada tabel 4.20.

Tabel 4. 20: Rekapitulasi Kebutuhan Material Bekisting Plat Rotasi 2,5 Lantai.

LANTAI	REKAPITULASI KEBUTUHAN MATERIAL PLAT PER LANTAI (2,5 LT)												
	ZONA 1					ZONA 2							
	Triplek (lembar)	Hollow 50.50.1, 6	Balok Suri	Jack Base	U Head Jack	Support	Triplek	Hollow 50.50.1, 6	Balok Suri	Jack Base	U Head Jack	Support	
Lt. 1 - Lt. 3 Z1	571	430	(batang)	(buah)	(buah)	(buah)	373	(batang)	(batang)	(buah)	1669	(buah)	1669
Lt. 3 Z2 - Lt. 5													
Lt. 6 - Lt. 8 Z1													
Lt. 8 Z2 - Lt. 10	258					369							
Lt. 11 - Lt. 13 Z1													
Lt. 13 Z2 - Atap													

### 4.3.1.3 Rotasi Material Bekisting Plat 3 Lantai

Rotasi material untuk bekisting plat yang akan dijelaskan berikut adalah rotasi 3 lantai. Maksudnya yaitu material bekisting yang akan dipersiapkan untuk plat adalah sebanyak 3 lantai penuh.



Gambar 4.9: Rotasi Material Bekisting Plat 3 Lantai.

Karena material yang akan dipersiapkan sebanyak 3 lantai penuh, maka material yang perlu disediakan yaitu material a (merah muda) untuk plat lantai 1 zona 1, material b (kuning) untuk plat lantai 1 zona 2, material c (hijau) untuk plat lantai 2 zona 1, material d (biru) untuk plat lantai 2 zona 2, material e (merah) untuk plat lantai 3 zona 1, dan material f (ungu) untuk plat lantai 3 zona 2. Keenam material tersebut akan dilakukan rotasi secara bergantian seperti yang terlihat pada gambar dan disesuaikan pula dengan masa pakainya. Contoh perhitungannya adalah sebagai berikut: Untuk rotasi 3 lantai, maka perhitungan awal yaitu kebutuhan material untuk balok dari lantai 1 penuh – lantai 3 penuh.

### 1) **Kebutuhan Material Triplek**

Berdasarkan dari hasil perhitungan kebutuhan material tiap lantai dan tiap zona (tabel 4.16 dan tabel 4.17) kebutuhan triplek pada lantai 1 penuh – lantai 3 penuh yaitu:

$$\begin{aligned}\text{Triplek} &= \text{Lt. 1 Z1} + \text{Lt. 1 Z2} + \text{Lt. 2 Z1} + \text{Lt. 2 Z2} + \text{Lt. 3 Z1} + \text{Lt. 3 Z2} \\ &= 235 + 210 + 176 + 163 + 160 + 163 \\ &= 1107 \text{ lembar}\end{aligned}$$

Karena triplek memiliki masa pakai sampai 3 kali, sehingga kebutuhan triplek ini bisa digunakan kembali untuk lantai - lantai selanjutnya. Akan dilakukan pembelian baru bila sudah melebihi masa pakai.

### 2) **Kebutuhan Material *Hollow 50.50.1,6***

Berdasarkan dari hasil perhitungan kebutuhan material tiap lantai dan tiap zona (tabel 4.16 dan tabel 4.17) kebutuhan *Hollow 50.50.1,6* pada lantai 1 penuh – lantai 3 penuh yaitu,

$$\begin{aligned}\text{Hollow} &= \text{Lt. 1 Z1} + \text{Lt. 1 Z2} + \text{Lt. 2 Z1} + \text{Lt. 2 Z2} + \text{Lt. 3 Z1} + \text{Lt. 3 Z2} \\ &= 194 + 144 + 112 + 99 + 124 + 104 \\ &= 777 \text{ batang}\end{aligned}$$

Karena *hollow* memiliki masa pakai selamanya sehingga kebutuhan *hollow* ini bisa digunakan kembali untuk lantai - lantai selanjutnya dan tidak perlu membeli baru.

### 3) **Kebutuhan Material *Support***

Berdasarkan dari hasil perhitungan kebutuhan material tiap lantai dan tiap zona (tabel 4.16 dan tabel 4.17) kebutuhan *support* pada lantai 1 penuh – lantai 3 penuh yaitu,

$$\begin{aligned}\text{Hollow} &= \text{Lt. 1 Z1} + \text{Lt. 1 Z2} + \text{Lt. 2 Z1} + \text{Lt. 2 Z2} + \text{Lt. 3 Z1} + \text{Lt. 3 Z2} \\ &= 194 + 144 + 112 + 99 + 124 + 104 \\ &= 777 \text{ batang}\end{aligned}$$

Karena *support* memiliki masa pakai selamanya sehingga kebutuhan *support* ini bisa digunakan kembali untuk lantai - lantai selanjutnya dan tidak perlu membeli baru.

#### 4) **Kebutuhan Material *Jack Base***

Berdasarkan dari hasil perhitungan kebutuhan material tiap lantai dan tiap zona (tabel 4.16 dan tabel 4.17) kebutuhan *jack base* pada lantai 1 penuh – lantai 3 penuh yaitu,

$$\begin{aligned} \text{Jack Base} &= \text{Lt. 1 Z1} + \text{Lt. 1 Z2} + \text{Lt. 2 Z1} + \text{Lt. 2 Z2} + \text{Lt. 3 Z1} + \text{Lt. 3 Z2} \\ &= 1008 + 1000 + 556 + 669 + 792 + 704 \\ &= 4729 \text{ buah} \end{aligned}$$

Karena *jack base* memiliki masa pakai selamanya sehingga kebutuhan *jack base* ini bisa digunakan kembali untuk lantai - lantai selanjutnya dan tidak perlu membeli baru.

#### 5) **Kebutuhan Material *U Head Jack***

Berdasarkan dari hasil perhitungan kebutuhan material tiap lantai dan tiap zona (tabel 4.16 dan tabel 4.17) kebutuhan *U head jack* pada lantai 1 penuh – lantai 3 penuh yaitu,

$$\begin{aligned} \text{U Head Jack} &= \text{Lt. 1 Z1} + \text{Lt. 1 Z2} + \text{Lt. 2 Z1} + \text{Lt. 2 Z2} + \text{Lt. 3 Z1} + \text{Lt. 3 Z2} \\ &= 1008 + 1000 + 556 + 669 + 792 + 704 \\ &= 4729 \text{ buah} \end{aligned}$$

Karena *U Head Jack* memiliki masa pakai selamanya sehingga kebutuhan *U Head Jack* ini bisa digunakan kembali untuk lantai - lantai selanjutnya dan tidak perlu membeli baru.

Untuk perhitungan selengkapnya dapat dilihat pada tabel

Tabel 4. 21: Rekapitulasi Kebutuhan Material Bekisting Plat Rotasi 3 Lantai.

REKAPITULASI KEBUTUHAN MATERIAL PLAT PER LANTAI (3 LT)												
LANTAI	ZONA 1						ZONA 2					
	Triplek (lembar)	Hollow 50.50.1, 6 (batang)	Balok Suri (batang)	Jack Base (buah)	U Head Jack (buah)	Support (buah)	Triplek (lembar)	Hollow 50.50.1,6 (batang)	Balok Suri (batang)	Jack Base (buah)	U Head Jack (buah)	Support (buah)
Lt. 1 - Lt. 3	571	430	430	2356	2356	2356	536	347	347	2373	2373	2373
Lt. 4 - Lt. 6												
Lt. 7 - Lt. 9												
Lt. 10 - Lt. 12	387						387					
Lt. 13 - Atap												

#### 4.4 Analisa Produktivitas dan Durasi

Analisis produktivitas dan durasi perlu ditinjau untuk mengetahui total waktu yang diperlukan guna menyelesaikan suatu pekerjaan berdasarkan total volume pekerjaan dan kapasitas pekerjaan yang dapat dilakukan oleh pekerja. Pada penelitian ini, perhitungan produktivitas pekerja didapatkan dari data wawancara secara langsung di lapangan. Berdasarkan wawancara yang dilakukan di lapangan, pekerjaan konstruksi 1 zona dapat dilakukan dalam kurang lebih 10 hari, dengan total pekerja untuk pekerjaan struktural vertikal berjumlah 8 orang dan pekerja untuk pekerjaan struktural horizontal adalah berjumlah 18 orang.

##### 4.4.1 Perhitungan Produktivitas dan Durasi Kolom

Berdasarkan wawancara di lapangan, untuk 1 hari kerja (8 jam), 1 grup kerja yang terdiri dari 1 tukang dan 1 pekerja (buruh) dapat menyelesaikan pekerjaan pemasangan bekisting kolom sebesar 8 m<sup>2</sup>/ hari dan menyelesaikan pekerjaan pembongkaran bekisting kolom sebesar 12 m<sup>2</sup>/hari. Untuk penyelesaian pekerjaan struktur vertikal, dibutuhkan 4 grup kerja.

###### A. Kolom Lantai 1 Zona 1

Dari perhitungan kebutuhan material, didapatkan luas total bekisting untuk kolom lantai 1 zona 1 adalah sebesar 85,524 m<sup>2</sup>.

###### 1) Durasi Pemasangan

Kebutuhan durasi untuk memasang bekisting kolom apabila menggunakan 4 grup kerja adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \bullet \text{ Durasi pasang} &= \frac{\text{volume 1 zona}}{\text{kapasitas produksi pasang} \times 4 \text{ grup}} \\ &= \frac{85,524}{8 \times 4} \\ &= 2,67 \text{ hari} = 3 \text{ hari} \end{aligned}$$

###### 2) Durasi Pembongkaran

Kebutuhan durasi untuk membongkar bekisting kolom apabila menggunakan 4 grup kerja adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \bullet \text{ Durasi bongkar} &= \frac{\text{volume 1 zona}}{\text{kapasitas produksi pasang} \times 4 \text{ grup}} \\ &= \frac{85,524}{12 \times 4} \end{aligned}$$

$$= 1,78 \text{ hari} = 2 \text{ hari}$$

## B. Kolom Lantai 1 Zona 2

Dari perhitungan kebutuhan material, didapatkan luas total bekisting untuk kolom lantai 1 zona 2 adalah sebesar 47,232 m<sup>2</sup>.

### 1) Durasi Pemasangan

Kebutuhan durasi untuk memasang bekisting kolom apabila menggunakan 4 grup kerja adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \bullet \text{ Durasi pasang} &= \frac{\text{volume 1 zona}}{\text{kapasitas produksi pasang} \times 4 \text{ grup}} \\ &= \frac{47,232}{8 \times 4} \\ &= 1,48 \text{ hari} = 2 \text{ hari} \end{aligned}$$

### 2) Durasi Pembongkaran

Kebutuhan durasi untuk membongkar bekisting kolom apabila menggunakan 4 grup kerja adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \bullet \text{ Durasi bongkar} &= \frac{\text{volume 1 zona}}{\text{kapasitas produksi pasang} \times 4 \text{ grup}} \\ &= \frac{47,232}{12 \times 4} \\ &= 0,98 \text{ hari} = 1 \text{ hari} \end{aligned}$$

Untuk perhitungan selengkapnya akan dapat dilihat pada tabel 4.22.

Tabel 4. 22: Rekapitulasi Durasi dan Produktivitas Pekerjaan Bekisting Kolom.

LANTAI	ZONA 1						ZONA 2					
	Luas (m <sup>2</sup> )	Jumlah Grup Kerja	Pasang		Bongkar		Luas (m <sup>2</sup> )	Jumlah Grup Kerja	Pasang		Bongkar	
			Prod. (m <sup>2</sup> /hari)	Durasi (hari)	Prod. (m <sup>2</sup> /hari)	Durasi (hari)			Prod. (m <sup>2</sup> /hari)	Durasi (hari)	Prod. (m <sup>2</sup> /hari)	Durasi (hari)
Lt. 1	85.58	4	8	3	12	2	47.23	4	8	2	12	1
Lt. 2	54.72	4	8	2	12	2	31.54	4	8	1	12	1
Lt. 3	42.71	4	8	2	12	1	27.32	4	8	1	12	1
Lt. 4	42.71	4	8	2	12	1	27.32	4	8	1	12	1
Lt. 5	37.39	4	8	2	12	1	28.69	4	8	1	12	1
Lt. 6	37.39	4	8	2	12	1	28.69	4	8	1	12	1
Lt. 7	33.33	4	8	2	12	1	29.83	4	8	1	12	1
Lt. 8	33.33	4	8	2	12	1	29.83	4	8	1	12	1
Lt. 9	23.60	4	8	1	12	1	12.43	4	8	1	12	1
Lt. 10	23.60	4	8	1	12	1	12.43	4	8	1	12	1
Lt. 11	23.60	4	8	1	12	1	12.43	4	8	1	12	1
Lt. 12	16.42	4	8	1	12	1	10.94	4	8	1	12	1
Lt. 13	16.42	4	8	1	12	1	10.94	4	8	1	12	1

#### 4.4.2 Perhitungan Produktivitas dan Durasi Balok

Berdasarkan wawancara di lapangan, untuk 1 hari kerja (8 jam), 1 grup kerja yang terdiri dari 1 tukang dan 1 pekerja (buruh) dapat menyelesaikan pekerjaan pemasangan bekisting balok sebesar 8 m<sup>2</sup>/ hari dan menyelesaikan pekerjaan pembongkaran bekisting balok sebesar 12 m<sup>2</sup>/hari. Untuk penyelesaian pekerjaan struktur horizontal, dibutuhkan 9 grup kerja.

##### A. Balok Lantai 1 Zona 1

Dari perhitungan kebutuhan material, didapatkan luas total bekisting untuk balok lantai 1 zona 1 adalah sebesar 94,93 m<sup>2</sup>.

##### 1) Durasi Pemasangan

Kebutuhan durasi untuk memasang bekisting balok apabila menggunakan 9 grup kerja adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \bullet \text{ Durasi pasang} &= \frac{\text{volume 1 zona}}{\text{kapasitas produksi pasang} \times 9 \text{ grup}} \\ &= \frac{94,93}{8 \times 9} \\ &= 1,32 \text{ hari} = 2 \text{ hari} \end{aligned}$$

##### 2) Durasi Pembongkaran

Kebutuhan durasi untuk membongkar bekisting kolom apabila menggunakan 4 grup kerja adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \bullet \text{ Durasi bongkar} &= \frac{\text{volume 1 zona}}{\text{kapasitas produksi pasang} \times 9 \text{ grup}} \\ &= \frac{94,93}{12 \times 9} \\ &= 0,89 \text{ hari} = 1 \text{ hari} \end{aligned}$$

##### B. Balok Lantai 1 Zona 2

Dari perhitungan kebutuhan material, didapatkan luas total bekisting untuk balok lantai 1 zona 2 adalah sebesar 77,58 m<sup>2</sup>.

##### 1) Durasi Pemasangan

Kebutuhan durasi untuk memasang bekisting balok apabila menggunakan 9 grup kerja adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \bullet \text{ Durasi pasang} &= \frac{\text{volume 1 zona}}{\text{kapasitas produksi pasang} \times 9 \text{ grup}} \\ &= \frac{77,58}{8 \times 9} \end{aligned}$$

$$= 1,07 \text{ hari} = 2 \text{ hari}$$

2) Durasi Pembongkaran

Kebutuhan durasi untuk membongkar bekisting kolom apabila menggunakan 4 grup kerja adalah sebagai berikut:

- Durasi bongkar  $= \frac{\text{volume 1 zona}}{\text{kapasitas produksi pasang} \times 9 \text{ grup}}$   
 $= \frac{77,58}{12 \times 9}$   
 $= 0,72 \text{ hari} = 1 \text{ hari}$

Untuk perhitungan selengkapnya akan dapat dilihat pada tabel 4.23.

Tabel 4. 23: Rekapitulasi Durasi dan Produktivitas Pekerjaan Bekisting Balok.

LANTAI	ZONA 1						ZONA 2					
	Luas (m2)	Jumlah Grup Kerja	Pasang		Bongkar		Luas (m2)	Jumlah Grup Kerja	Pasang		Bongkar	
			Prod. (m2/hari)	Durasi (hari)	Prod. (m2/hari)	Durasi (hari)			Prod. (m2/hari)	Durasi (hari)	Prod. (m2/hari)	Durasi (hari)
Lt. 1	94.94	9	8	2	12	1	77.58	9	8	2	12	1
Lt. 2	56.06	9	8	1	12	1	62.85	9	8	1	12	1
Lt. 3	74.09	9	8	2	12	1	63.82	9	8	1	12	1
Lt. 4	74.09	9	8	2	12	1	63.82	9	8	1	12	1
Lt. 5	74.09	9	8	2	12	1	63.82	9	8	1	12	1
Lt. 6	74.09	9	8	2	12	1	63.82	9	8	1	12	1
Lt. 7	74.09	9	8	2	12	1	63.82	9	8	1	12	1
Lt. 8	68.37	9	8	1	12	1	51.25	9	8	1	12	1
Lt. 9	61.50	9	8	1	12	1	51.25	9	8	1	12	1
Lt. 10	61.50	9	8	1	12	1	51.25	9	8	1	12	1
Lt. 11	61.50	9	8	1	12	1	51.25	9	8	1	12	1
Lt. 12	61.50	9	8	1	12	1	51.25	9	8	1	12	1
Lt. 13	61.50	9	8	1	12	1	51.25	9	8	1	12	1
Atap	61.50	9	8	1	12	1	51.25	9	8	1	12	1

#### 4.4.3 Perhitungan Produktivitas dan Durasi Plat

Berdasarkan wawancara di lapangan, untuk 1 hari kerja (8 jam), 1 grup kerja yang terdiri dari 1 tukang dan 1 pekerja (buruh) dapat menyelesaikan pekerjaan pemasangan bekisting plat sebesar 8 m<sup>2</sup>/ hari dan menyelesaikan pekerjaan pembongkaran bekisting plat sebesar 12 m<sup>2</sup>/hari. Untuk penyelesaian pekerjaan struktur horizontal, dibutuhkan 9 grup kerja.

##### A. Plat Lantai 1 Zona 1

Dari perhitungan kebutuhan material, didapatkan luas total bekisting untuk plat lantai 1 zona 1 adalah sebesar 699,31 m<sup>2</sup>.

###### 1) Durasi Pemasangan

Kebutuhan durasi untuk memasang bekisting balok apabila menggunakan 9 grup kerja adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \bullet \text{ Durasi pasang} &= \frac{\text{volume 1 zona}}{\text{kapasitas produksi pasang} \times 9 \text{ grup}} \\ &= \frac{699,31}{8 \times 9} \\ &= 9,71 \text{ hari} = 10 \text{ hari} \end{aligned}$$

###### 2) Durasi Pembongkaran

Kebutuhan durasi untuk membongkar bekisting kolom apabila menggunakan 4 grup kerja adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \bullet \text{ Durasi bongkar} &= \frac{\text{volume 1 zona}}{\text{kapasitas produksi pasang} \times 9 \text{ grup}} \\ &= \frac{699,31}{12 \times 9} \\ &= 6,48 \text{ hari} = 7 \text{ hari} \end{aligned}$$

##### B. Plat Lantai 1 Zona 2

Dari perhitungan kebutuhan material, didapatkan luas total bekisting untuk balok lantai 1 zona 2 adalah sebesar 622,42 m<sup>2</sup>.

###### 1) Durasi Pemasangan

Kebutuhan durasi untuk memasang bekisting balok apabila menggunakan 9 grup kerja adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \bullet \text{ Durasi pasang} &= \frac{\text{volume 1 zona}}{\text{kapasitas produksi pasang} \times 9 \text{ grup}} \\ &= \frac{622,42}{8 \times 9} \end{aligned}$$

$$= 8,65 \text{ hari} = 9 \text{ hari}$$

2) Durasi Pembongkaran

Kebutuhan durasi untuk membongkar bekisting kolom apabila menggunakan 4 grup kerja adalah sebagai berikut:

- Durasi bongkar  $= \frac{\text{volume 1 zona}}{\text{kapasitas produksi pasang} \times 9 \text{ grup}}$   
 $= \frac{622,42}{12 \times 9}$   
 $= 5,76 \text{ hari} = 6 \text{ hari}$

Untuk perhitungan selengkapnya dapat dilihat pada tabel 4.24.

Tabel 4. 24: Rekapitulasi Durasi dan Produktivitas Pekerjaan Bekisting Plat.

LANTAI	ZONA 1						ZONA 2					
	Luas (m <sup>2</sup> )	Jumlah Grup Kerja	Pasang		Bongkar		Luas (m <sup>2</sup> )	Jumlah Grup Kerja	Pasang		Bongkar	
			Prod. (m <sup>2</sup> /hari)	Durasi (hari)	Prod. (m <sup>2</sup> /hari)	Durasi (hari)			Prod. (m <sup>2</sup> /hari)	Durasi (hari)	Prod. (m <sup>2</sup> /hari)	Durasi (hari)
Lt. 1	699.31	9	8	10	12	7	622.42	9	8	9	12	6
Lt. 2	523.79	9	8	8	12	5	484.25	9	8	7	12	5
Lt. 3	475.16	9	8	7	12	5	483.28	9	8	7	12	5
Lt. 4	475.16	9	8	7	12	5	483.28	9	8	7	12	5
Lt. 5	475.16	9	8	7	12	5	483.28	9	8	7	12	5
Lt. 6	475.16	9	8	7	12	5	483.28	9	8	7	12	5
Lt. 7	475.16	9	8	7	12	5	483.28	9	8	7	12	5
Lt. 8	411.38	9	8	6	12	4	354.75	9	8	5	12	4
Lt. 9	383.51	9	8	6	12	4	354.75	9	8	5	12	4
Lt. 10	383.51	9	8	6	12	4	383.51	9	8	6	12	4
Lt. 11	383.51	9	8	6	12	4	383.51	9	8	6	12	4
Lt. 12	383.51	9	8	6	12	4	383.51	9	8	6	12	4
Lt. 13	383.51	9	8	6	12	4	383.51	9	8	6	12	4
Atap	383.51	9	8	6	12	4	383.51	9	8	6	12	4

#### **4.4.4 Rekapitulasi Durasi Pekerjaan Bekisting Kolom, Balok, dan Plat Berdasarkan Rotasi Bekisting**

Dari hasil perhitungan produktivitas dan durasi pekerjaan bekisting kolom, balok, dan plat berdasarkan rotasi bekisting, diperoleh total durasi untuk masing – masing metode rotasi sebagai berikut:

1. Rotasi 2 Lantai = 182 hari
2. Rotasi 2,5 Lantai = 146 hari
3. Rotasi 3 Lantai = 123 hari

Durasi pekerjaan yang diperoleh dari perhitungan pada masing - masing metode rotasi merupakan hasil penjumlahan waktu pemasangan dan pembongkaran bekisting. Perhitungan ini tidak memperhitungkan waktu tunggu beton (*curing*) hingga beton mencapai kekuatan tertentu sebelum pelepasan total penyangga.

Waktu tunggu beton yang dipakai mengacu pada pedoman *formwork* ACI 347 dan praktik lapangan. Panel bekisting vertikal umumnya dapat dilepas dalam 24 – 48 jam, sedangkan panel pada plat dan balok dapat dilepas lebih awal sekitar 3 – 7 hari dengan penyangga (*shoring*) tetap dipertahankan. Pelepasan *shoring* penuh biasanya dilakukan setelah 14 – 21 hari atau setelah beton mencapai persentase kekuatan desain ( $\pm 70\%$ ), sedangkan umur 28 hari tetap dipakai sebagai acuan kuat tekan penuh untuk pengujian mutu. Maka dengan demikian, total durasi pekerjaan bekisting per lantai dapat diperkirakan sekitar 40 hari sebelum material bekisting dapat sepenuhnya dipindahkan ke lantai berikutnya.

#### **4.5 Analisa Biaya**

Pada subbab ini, biaya yang dianalisa dan diperhitungkan yaitu biaya material dan upah sesuai dengan metode rotasi yang dilaksanakan. Untuk mendapatkan biaya material bekisting dari tiap rotasi, kebutuhan material dan biaya upah berdasarkan rotasi akan dikalikan dengan harga satuan yang diperoleh dari Harga dan Upah Kota Medan Tahun 2024.

#### 4.5.1 Analisa Biaya Rotasi Bekisting 2 Lantai

##### 4.5.1.1 Analisa Biaya Material Kolom Rotasi 2 Lantai

Untuk perhitungan awal, yaitu kebutuhan material kolom dari lantai 1 – lantai 2 akan dikalikan dengan harga satuan material yang didapatkan dari Harga dan Upah Kota Medan tahun 2024 dan harga pasar seperti yang terlihat pada tabel 4.25.

Tabel 4.25: Harga Material Bekisting Kolom.

Material	Satuan	Harga
Triplek 12 mm	Lembar	Rp. 217.800
<i>Lock Beam</i>	Batang	Rp. 25.000
<i>Hollow 50.50.1,6.6</i>	Batang	Rp. 10.000
Sekrup	Kg	Rp. 70.180
<i>Tie Rod dan Wing Nut</i>	Set	Rp. 25.000
<i>Push Pull Prop</i>	Buah	Rp. 100.000
<i>Kicker Brace</i>	Buah	Rp. 75.000

##### 1) Biaya Material Triplek 12 mm

$$\begin{aligned}\text{Triplek} &= \text{Triplek}_{1-2} \times \text{harga satuan} \\ &= 75 \times \text{Rp. 217.800} \\ &= \text{Rp. 16.335.000}\end{aligned}$$

##### 2) Biaya Material Sekrup

$$\begin{aligned}\text{Sekrup} &= \text{Sekrup}_{1-2} \times \text{harga satuan} \\ &= 255,38 \times \text{Rp. 70.180} \\ &= \text{Rp. 17.922.568}\end{aligned}$$

Sedangkan untuk material *support* beserta komponennya akan direncanakan menyewa, sehingga biaya yang dikeluarkan adalah biaya sewa per bulan. Maka, biaya materialnya yaitu kebutuhan material *support* dan komponennya akan

dikalikan dengan harga sewa kemudian dikalikan juga dengan durasi total. Pada rotasi 2 lantai ini diperoleh durasi pelaksanaan bekisting selama 182 hari = ± 6 bulan.

3) Biaya Material *Lock Beam*

$$\begin{aligned} \text{Lock Beam} &= \text{Lock Beam}_{1-2} \times \text{harga satuan} \times \text{durasi} \\ &= 2366 \times \text{Rp. } 25.000 \times 6 \\ &= \text{Rp. } 354.900.000 \end{aligned}$$

4) Biaya Material *Hollow 50.50.1,6.6*

$$\begin{aligned} \text{Hollow } 50.50.1,6.6 &= \text{Hollow}_{1-2} \times \text{harga satuan} \times \text{durasi} \\ &= 412 \times \text{Rp. } 10.000 \times 6 \\ &= \text{Rp. } 24.720.000 \end{aligned}$$

5) Biaya Material *Tie Rod* dan *Wing Nut*

1 Set terdiri dari 1 *tie rod* dan 2 *wing nut*, maka berdasarkan perhitungan kebutuhan materiak untuk rotasi bekisting kolom 2 lantai diperlukan sebanyak 2366 set.

$$\begin{aligned} \text{Tie Rod dan Wing Nut} &= \text{Tie rod dan wing nut}_{1-2} \times \text{harga satuan} \times \text{durasi} \\ &= 2366 \times \text{Rp. } 25.000 \times 6 \\ &= \text{Rp. } 354.900.000 \end{aligned}$$

6) Biaya Material *Push Pull Prop*

$$\begin{aligned} \text{Push Pull Prop} &= \text{Push pull prop}_{1-2} \times \text{harga satuan} \times \text{durasi} \\ &= 264 \times \text{Rp. } 100.000 \times 6 \\ &= \text{Rp. } 158.400.000 \end{aligned}$$

7) Biaya Material *Kicker Brace*

$$\begin{aligned} \text{Kicker Brace} &= \text{Kicker brace}_{1-2} \times \text{harga satuan} \times \text{durasi} \\ &= 264 \times \text{Rp. } 75.000 \times 6 \\ &= \text{Rp. } 118.800.000 \end{aligned}$$

Untuk perhitungan selanjutnya, biaya material kolom lantai 3 – lantai 13 akan dilakukan dengan cara yang sama sesuai dengan kebutuhan materialnya.

#### 4.5.1.2 Analisa Biaya Material Balok Rotasi 2 Lantai

Untuk perhitungan awal, yaitu kebutuhan material balok dari lantai 1 – lantai 2 akan dikalikan dengan harga satuan material yang didapatkan dari Harga

dan Upah Kota Medan tahun 2024 dan harga pasar seperti yang terlihat pada tabel 4.26.

Tabel 4.26: Harga Material Bekisting Balok.

Material	Satuan	Harga
Triplek 12 mm	Lembar	Rp. 217.800
Balok Suri	Batang	Rp. 25.000
<i>Hollow 50.50.1,6.6</i>	Batang	Rp. 10.000
Sekrup	Kg	Rp. 70.180
Paku	Kg	Rp. 75.625
Besi Siku	Buah	Rp. 14.000
<i>Scaffolding Set</i>	Set	Rp. 30.000
<i>U Head Jack</i>	Buah	Rp. 9.000
<i>Jack Base</i>	Buah	Rp. 9.000

1) Biaya Material Triplek 12 mm

$$\begin{aligned} \text{Triplek} &= \text{Triplek}_{1-2} \times \text{harga satuan} \\ &= 100 \times \text{Rp. 217.800} \\ &= \text{Rp. 21.780.000} \end{aligned}$$

2) Biaya Material Sekrup

$$\begin{aligned} \text{Sekrup} &= \text{Sekrup}_{1-2} \times \text{harga satuan} \\ &= 547,43 \times \text{Rp. 70.180} \\ &= \text{Rp. 38.418.637} \end{aligned}$$

3) Biaya Material Paku

$$\begin{aligned} \text{Paku} &= \text{Paku}_{1-2} \times \text{harga satuan} \\ &= 547,43 \times \text{Rp. 75.625} \\ &= \text{Rp. 41.384.268} \end{aligned}$$

Sedangkan untuk material *support* beserta komponennya akan direncanakan menyewa, sehingga biaya yang dikeluarkan adalah biaya sewa per bulan. Maka,

biaya materialnya yaitu kebutuhan material *support* dan komponennya akan dikalikan dengan harga sewa kemudian dikalikan juga dengan durasi total. Pada rotasi 2 lantai ini diperoleh durasi pelaksanaan bekisting selama 182 hari = ± 6 bulan.

1) Biaya Material Balok Suri

$$\begin{aligned} \text{Balok Suri} &= \text{Balok Suri}_{1-2} \times \text{harga satuan} \times \text{durasi} \\ &= 2032 \times \text{Rp. } 25.000 \times 6 \\ &= \text{Rp. } 304.800.000 \end{aligned}$$

2) Biaya Material *Hollow 50.50.1,6.6*

$$\begin{aligned} \text{Hollow } 50.50.1,6.6 &= \text{Hollow}_{1-2} \times \text{harga satuan} \times \text{durasi} \\ &= 3320 \times \text{Rp. } 10.000 \times 6 \\ &= \text{Rp. } 199.200.000 \end{aligned}$$

3) Biaya Material Besi Siku

$$\begin{aligned} \text{Besi Siku} &= \text{Besi siku}_{1-2} \times \text{harga satuan} \times \text{durasi} \\ &= 4064 \times \text{Rp. } 14.000 \times 6 \\ &= \text{Rp. } 341.376.000 \end{aligned}$$

4) Biaya Material *Scaffolding Set*

1 *Scaffolding Set* terdiri dari 2 *main frame*, 2 *cross brace*, dan 4 *joint pin*. Berdasarkan perhitungan kebutuhan material total *scaffolding set* yang diperlukan untuk rotasi bekisting balok 2 lantai adalah 1021 set.

$$\begin{aligned} \text{Scaffolding Set} &= \text{Scaffolding set}_{1-2} \times \text{harga satuan} \times \text{durasi} \\ &= 1021 \times \text{Rp. } 30.000 \times 6 \\ &= \text{Rp. } 183.780.000 \end{aligned}$$

5) Biaya Material *Jack Base*

$$\begin{aligned} \text{Jack Base} &= \text{Jack Base}_{1-2} \times \text{harga satuan} \times \text{durasi} \\ &= 2042 \times \text{Rp. } 9.000 \times 6 \\ &= \text{Rp. } 110.268.000 \end{aligned}$$

6) Biaya Material *U Head Jack*

$$\begin{aligned} \text{U Head Jack} &= \text{U head jack}_{1-2} \times \text{harga satuan} \times \text{durasi} \\ &= 2042 \times \text{Rp. } 9.000 \times 6 \\ &= \text{Rp. } 110.268.000 \end{aligned}$$

Untuk perhitungan selanjutnya, biaya material balok lantai 3 – atap akan dilakukan dengan cara yang sama sesuai dengan kebutuhan materialnya.

#### 4.5.1.3 Analisa Biaya Material Plat Rotasi 2 Lantai

Untuk perhitungan awal, yaitu kebutuhan material plat dari lantai 1 – lantai 2 akan dikalikan dengan harga satuan material yang didapatkan dari Harga dan Upah Kota Medan tahun 2024 dan harga pasar seperti yang terlihat pada tabel 4.27.

Tabel 4.27: Harga Material Bekisting Plat.

Material	Satuan	Harga
Triplek 12 mm	Lembar	Rp. 217.800
Balok Suri	Batang	Rp. 25.000
<i>Hollow 50.50.1,6.6</i>	Batang	Rp. 10.000
<i>Jack Base</i>	Buah	Rp. 9.000
<i>U Head Jack</i>	Buah	Rp. 9.000
<i>Support Pipa Galvanis</i>	Buah	Rp. 25.000

##### 1) Biaya Material Triplek 12 mm

$$\begin{aligned}
 \text{Triplek} &= \text{Triplek}_{1-2} \times \text{harga satuan} \\
 &= 784 \times \text{Rp. } 217.800 \\
 &= \text{Rp. } 170.755.200
 \end{aligned}$$

Sedangkan untuk material *support* beserta komponennya akan direncanakan menyewa, sehingga biaya yang dikeluarkan adalah biaya sewa per bulan. Maka, biaya materialnya yaitu kebutuhan material *support* dan komponennya akan dikalikan dengan harga sewa kemudian dikalikan juga dengan durasi total. Pada rotasi 2 lantai ini diperoleh durasi pelaksanaan bekisting selama 182 hari = ± 6 bulan.

##### 2) Biaya Material Balok Suri

$$\text{Balok Suri} = \text{Balok suri}_{1-2} \times \text{harga satuan} \times \text{durasi}$$

$$= 549 \times \text{Rp. } 25.000 \times 6$$

$$= \text{Rp. } 82.350.000$$

3) Biaya Material *Hollow 50.50.1,6.6*

$$\textit{Hollow 50.50.1,6.6} = \textit{Hollow}_{1-2} \times \text{harga satuan} \times \text{durasi}$$

$$= 549 \times \text{Rp. } 10.000 \times 6$$

$$= \text{Rp. } 32.940.000$$

4) Biaya Material *Support*

$$\textit{Support} = \textit{Support}_{1-2} \times \text{harga satuan} \times \text{durasi}$$

$$= 3233 \times \text{Rp. } 25.000 \times 6$$

$$= \text{Rp. } 484.950.000$$

5) Biaya Material *Jack Base*

$$\textit{Jack Base} = \textit{Jack Base}_{1-2} \times \text{harga satuan} \times \text{durasi}$$

$$= 3233 \times \text{Rp. } 9.000 \times 6$$

$$= \text{Rp. } 174.582.000$$

6) Biaya Material *U Head Jack*

$$\textit{U Head Jack} = \textit{U Head Jack}_{1-2} \times \text{harga satuan} \times \text{durasi}$$

$$= 3233 \times \text{Rp. } 9.000 \times 6$$

$$= \text{Rp. } 174.582.000$$

Untuk perhitungan selanjutnya, biaya material plat lantai 3 – atap akan dilakukan dengan cara yang sama sesuai dengan kebutuhan materialnya.

#### 4.5.1.4 Analisa Biaya Upah Pekerja Rotasi 2 Lantai

Tabel 4.28: Tabel Upah Pekerja.

Tenaga	Satuan	Harga
Mandor	OH	Rp. 351.807
Tukang	OH	Rp. 293.183
Buruh	OH	Rp. 181.560

Dari hasil penjadwalan untuk rotasi 2 lantai, didapatkan durasi total 182 hari dengan kebutuhan tenaga sebanyak 4 grup kerja untuk bekisting kolom, 9 grup kerja untuk bekisting balok dan plat. Total kebutuhan tenaga untuk rotasi 2 lantai ini adalah:

- |                           |   |
|---------------------------|---|
| a. Tukang Bekisting Kolom | = 4 x 2 zona                                  |
|                           | = 8 orang                                     |
| Tukang Bekisting Balok    | = 9 x 2 zona                                  |
|                           | = 18 orang                                    |
| Tukang Bekisting Plat     | = 9 x 2 zona                                  |
|                           | = 18 orang                                    |
| Total Tukang              | = 8 + 18 + 18                                 |
|                           | = 44 orang                                    |
| b. Buruh Bekisting Kolom  | = 4 x 2 zona                                  |
|                           | = 8 orang                                     |
| Buruh Bekisting Balok     | = 9 x 2 zona                                  |
|                           | = 18 orang                                    |
| Buruh Bekisting Plat      | = 9 x 2 zona                                  |
|                           | = 18 orang                                    |
| Total Buruh               | = 8 + 18 + 18                                 |
|                           | = 44 orang                                    |
| c. Mandor                 | = $\frac{44 \text{ orang}}{44 \text{ orang}}$ |
|                           | = 1 orang                                     |

Maka biaya upah tenaga untuk metode rotasi 2 lantai dapat dihitung sebagai berikut:

- |           |                                      |
|-----------|--------------------------------------|
| a. Tukang | = Total tukang x durasi x harga upah |
|           | = 44 orang x 182 hari x Rp. 293.183  |
|           | = Rp. 2.347.809.464                  |
| b. Buruh  | = Total buruh x durasi x harga upah  |
|           | = 44 orang x 182 hari x Rp. 181.560  |
|           | = Rp. 1.453.932.480                  |
| c. Mandor | = Total mandor x durasi x harga upah |
|           | = 1 orang x 182 hari x Rp. 351.807   |

= Rp. 64.028.874

#### 4.5.2 Analisa Biaya Rotasi Bekisting 2,5 Lantai

##### 4.5.2.1 Analisa Biaya Material Kolom Rotasi 2,5 Lantai

Untuk perhitungan awal, yaitu kebutuhan material kolom dari lantai 1 – lantai 3 zona 1 akan dikalikan dengan harga satuan material yang didapatkan dari Harga dan Upah Kota Medan tahun 2024 dan harga pasar yang sudah tercantum pada tabel sebelumnya.

1) Biaya Material Triplek 12 mm

Triplek = Triplek<sub>1-3Z1</sub> x harga satuan  
= 90 x Rp. 217.800  
= Rp. 19.602.000

2) Biaya Material Sekrup

Sekrup = Sekrup<sub>1-3Z1</sub> x harga satuan  
= 310,15 x Rp. 70.180  
= Rp. 21.766.327

Sedangkan untuk material *support* beserta komponennya akan direncanakan menyewa, sehingga biaya yang dikeluarkan adalah biaya sewa per bulan. Maka, biaya materialnya yaitu kebutuhan material *support* dan komponennya akan dikalikan dengan harga sewa kemudian dikalikan juga dengan durasi total. Pada rotasi 2,5 lantai ini diperoleh durasi pelaksanaan bekisting selama 146 hari = ± 5 bulan.

3) Biaya Material *Lock Beam*

*Lock Beam* = *Lock beam*<sub>1-3Z1</sub> x harga satuan x durasi  
= 2862 x Rp. 25.000 x 5  
= Rp. 357.750.000

4) Biaya Material *Hollow 50.50.1,6.6*

*Hollow 50.50.1,6.6* = *Hollow*<sub>1-3Z1</sub> x harga satuan x durasi  
= 506 x Rp. 10.000 x 5  
= Rp. 25.300.000

8) Biaya Material *Tie Rod* dan *Wing Nut*

1 Set terdiri dari 1 *tie rod* dan 2 *wing nut*, maka berdasarkan perhitungan kebutuhan materiak untuk rotasi bekisting kolom 2,5 lantai diperlukan sebanyak 2862 set.

$$\begin{aligned} \text{Tie Rod dan Wing Nut} &= \text{Tie rod dan wing nut}_{1-3Z1} \times \text{harga satuan} \times \text{durasi} \\ &= 2862 \times \text{Rp. } 25.000 \times 5 \\ &= \text{Rp. } 357.750.000 \end{aligned}$$

9) Biaya Material *Push Pull Prop*

$$\begin{aligned} \text{Push Pull Prop} &= \text{Push pull prop}_{1-3Z1} \times \text{harga satuan} \times \text{durasi} \\ &= 328 \times \text{Rp. } 100.000 \times 5 \\ &= \text{Rp. } 164.000.000 \end{aligned}$$

10) Biaya Material *Kicker Brace*

$$\begin{aligned} \text{Kicker Brace} &= \text{Kicker brace}_{1-3Z1} \times \text{harga satuan} \times \text{durasi} \\ &= 328 \times \text{Rp. } 75.000 \times 5 \\ &= \text{Rp. } 123.000.000 \end{aligned}$$

Untuk perhitungan selanjutnya, biaya material kolom lantai 3 Zona 2 – lantai 13 akan dilakukan dengan cara yang sama sesuai dengan kebutuhan materialnya.

#### 4.5.2.2 Analisa Biaya Material Balok Rotasi 2,5 Lantai

Untuk perhitungan awal, yaitu kebutuhan material balok dari lantai 1 – lantai 3 zona 1 akan dikalikan dengan harga satuan material yang didapatkan dari Harga dan Upah Kota Medan tahun 2024 yang sudah tercantum pada tabel sebelumnya.

1) Biaya Material Triplek 12 mm

$$\begin{aligned} \text{Triplek} &= \text{Triplek}_{1-3Z1} \times \text{harga satuan} \\ &= 125 \times \text{Rp. } 217.800 \\ &= \text{Rp. } 27.225.000 \end{aligned}$$

2) Biaya Material Sekrup

$$\begin{aligned} \text{Sekrup} &= \text{Sekrup}_{1-3Z1} \times \text{harga satuan} \\ &= 682,71 \times \text{Rp. } 70.180 \\ &= \text{Rp. } 47.912.587 \end{aligned}$$

3) Biaya Material Paku

$$\begin{aligned}
 \text{Paku} &= \text{Paku}_{1-3Z1} \times \text{harga satuan} \\
 &= 682,71 \times \text{Rp. } 75.625 \\
 &= \text{Rp. } 51.629.943
 \end{aligned}$$

Sedangkan untuk material *support* beserta komponennya akan direncanakan menyewa, sehingga biaya yang dikeluarkan adalah biaya sewa per bulan. Maka, biaya materialnya yaitu kebutuhan material *support* dan komponennya akan dikalikan dengan harga sewa kemudian dikalikan juga dengan durasi total. Pada rotasi 2,5 lantai ini diperoleh durasi pelaksanaan bekisting selama 146 hari = ± 5 bulan.

4) Biaya Material Balok Suri

$$\begin{aligned}
 \text{Balok Suri} &= \text{Balok Suri}_{1-3Z1} \times \text{harga satuan} \times \text{durasi} \\
 &= 2515 \times \text{Rp. } 25.000 \times 5 \\
 &= \text{Rp. } 314.375.000
 \end{aligned}$$

5) Biaya Material *Hollow 50.50.1,6.6*

$$\begin{aligned}
 \text{Hollow } 50.50.1,6.6 &= \text{Hollow}_{1-3Z1} \times \text{harga satuan} \times \text{durasi} \\
 &= 4118 \times \text{Rp. } 10.000 \times 5 \\
 &= \text{Rp. } 205.900.000
 \end{aligned}$$

6) Biaya Material Besi Siku

$$\begin{aligned}
 \text{Besi Siku} &= \text{Besi siku}_{1-3Z1} \times \text{harga satuan} \times \text{durasi} \\
 &= 5030 \times \text{Rp. } 14.000 \times 5 \\
 &= \text{Rp. } 352.100.000
 \end{aligned}$$

7) Biaya Material *Scaffolding Set*

1 *Scaffolding Set* terdiri dari 2 *main frame*, 2 *cross brace*, dan 4 *joint pin*.

Berdasarkan perhitungan kebutuhan material total *scaffolding set* yang diperlukan untuk rotasi bekisting balok 2,5 lantai adalah 1267 set.

$$\begin{aligned}
 \text{Scaffolding Set} &= \text{Scaffolding set}_{1-3Z1} \times \text{harga satuan} \times \text{durasi} \\
 &= 1267 \times \text{Rp. } 30.000 \times 5 \\
 &= \text{Rp. } 190.050.000
 \end{aligned}$$

8) Biaya Material *Jack Base*

$$\begin{aligned}
 \text{Jack Base} &= \text{Jack Base}_{1-3Z1} \times \text{harga satuan} \times \text{durasi} \\
 &= 2534 \times \text{Rp. } 9.000 \times 5 \\
 &= \text{Rp. } 114.030.000
 \end{aligned}$$

9) Biaya Material *U Head Jack*

$$\begin{aligned} U \text{ Head Jack} &= U \text{ head jack}_{1-3Z1} \times \text{harga satuan} \times \text{durasi} \\ &= 2534 \times \text{Rp. } 9.000 \times 5 \\ &= \text{Rp. } 114.030.000 \end{aligned}$$

Untuk perhitungan selanjutnya, biaya material balok lantai 3 zona 2 – atap akan dilakukan dengan cara yang sama sesuai dengan kebutuhan materialnya.

#### 4.5.2.3 Analisa Biaya Material Plat Rotasi 2,5 Lantai

Untuk perhitungan awal, yaitu kebutuhan material plat dari lantai 1 – lantai 3 zona 1 akan dikalikan dengan harga satuan material yang didapatkan dari Harga dan Upah Kota Medan tahun 2024 dan harga pasar yang sudah tercantum pada tabel sebelumnya.

1) Biaya Material Triplek 12 mm

$$\begin{aligned} \text{Triplek} &= \text{Triplek}_{1-3Z1} \times \text{harga satuan} \\ &= 944 \times \text{Rp. } 217.800 \\ &= \text{Rp. } 205.603.200 \end{aligned}$$

Sedangkan untuk material *support* beserta komponennya akan direncanakan menyewa, sehingga biaya yang dikeluarkan adalah biaya sewa per bulan. Maka, biaya materialnya yaitu kebutuhan material *support* dan komponennya akan dikalikan dengan harga sewa kemudian dikalikan juga dengan durasi total. Pada rotasi 2,5 lantai ini diperoleh durasi pelaksanaan bekisting selama 146 hari = ± 5 bulan.

2) Biaya Material Balok Suri

$$\begin{aligned} \text{Balok Suri} &= \text{Balok suri}_{1-3Z1} \times \text{harga satuan} \times \text{durasi} \\ &= 673 \times \text{Rp. } 25.000 \times 5 \\ &= \text{Rp. } 84.125.000 \end{aligned}$$

3) Biaya Material *Hollow 50.50.1,6.6*

$$\begin{aligned} \text{Hollow } 50.50.1,6.6 &= \text{Hollow}_{1-3Z1} \times \text{harga satuan} \times \text{durasi} \\ &= 673 \times \text{Rp. } 10.000 \times 5 \\ &= \text{Rp. } 33.650.000 \end{aligned}$$

4) Biaya Material *Support*

$$\begin{aligned} \text{Support} &= \text{Support}_{1-3Z1} \times \text{harga satuan} \times \text{durasi} \\ &= 4025 \times \text{Rp. } 25.000 \times 5 \\ &= \text{Rp. } 503.125.000 \end{aligned}$$

5) Biaya Material *Jack Base*

$$\begin{aligned} \text{Jack Base} &= \text{Jack Base}_{1-3Z1} \times \text{harga satuan} \times \text{durasi} \\ &= 4025 \times \text{Rp. } 9.000 \times 5 \\ &= \text{Rp. } 181.125.000 \end{aligned}$$

6) Biaya Material U Head Jack

$$\begin{aligned} \text{U Head Jack} &= \text{U Head Jack}_{1-3Z1} \times \text{harga satuan} \times \text{durasi} \\ &= 4025 \times \text{Rp. } 9.000 \times 5 \\ &= \text{Rp. } 181.125.000 \end{aligned}$$

Untuk perhitungan selanjutnya, biaya material plat lantai 3 zona 2 – atap akan dilakukan dengan cara yang sama sesuai dengan kebutuhan materialnya.

#### 4.5.2.4 Analisa Biaya Upah Pekerja Rotasi 2,5 Lantai

Dari hasil penjadwalan untuk rotasi 2,5 lantai, didapatkan durasi total 146 hari dengan kebutuhan tenaga sebanyak 4 grup kerja untuk bekisting kolom, 9 grup kerja untuk bekisting balok dan plat. Total kebutuhan tenaga untuk rotasi 2,5 lantai ini adalah:

a. Tukang Bekisting Kolom	= 4 x 2 zona
	= 8 orang
Tukang Bekisting Balok	= 9 x 2 zona
	= 18 orang
Tukang Bekisting Plat	= 9 x 2 zona
	= 18 orang
Total Tukang	= 8 + 18 + 18
	= 44 orang
b. Buruh Bekisting Kolom	= 4 x 2 zona
	= 8 orang
Buruh Bekisting Balok	= 9 x 2 zona

$$\begin{aligned}
 &= 18 \text{ orang} \\
 \text{Buruh Bekisting Plat} &= 9 \times 2 \text{ zona} \\
 &= 18 \text{ orang} \\
 \text{Total Buruh} &= 8 + 18 + 18 \\
 &= 44 \text{ orang} \\
 \text{c. Mandor} &= \frac{44 \text{ orang}}{44 \text{ orang}} \\
 &= 1 \text{ orang}
 \end{aligned}$$

Maka biaya upah tenaga untuk metode rotasi 2,5 lantai dapat dihitung sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 \text{a. Tukang} &= \text{Total tukang} \times \text{durasi} \times \text{harga upah} \\
 &= 44 \text{ orang} \times 146 \text{ hari} \times \text{Rp. } 293.183 \\
 &= \text{Rp. } 1.883.407.592 \\
 \text{b. Buruh} &= \text{Total buruh} \times \text{durasi} \times \text{harga upah} \\
 &= 44 \text{ orang} \times 146 \text{ hari} \times \text{Rp. } 181.560 \\
 &= \text{Rp. } 1.166.341.440 \\
 \text{c. Mandor} &= \text{Total mandor} \times \text{durasi} \times \text{harga upah} \\
 &= 1 \text{ orang} \times 146 \text{ hari} \times \text{Rp. } 351.807 \\
 &= \text{Rp. } 51.363.822
 \end{aligned}$$

### 4.5.3 Analisa Biaya Rotasi Bekisting 3 Lantai

#### 4.5.3.1 Analisa Biaya Material Kolom Rotasi 3 Lantai

Untuk perhitungan awal, yaitu kebutuhan material kolom dari lantai 1 – lantai 3 akan dikalikan dengan harga satuan material yang didapatkan dari Harga dan Upah Kota Medan tahun 2024 dan harga pasar yang sudah tercantum pada tabel sebelumnya.

$$\begin{aligned}
 &1) \text{ Biaya Material Triplek 12 mm} \\
 \text{Triplek} &= \text{Triplek}_{1-3} \times \text{harga satuan} \\
 &= 100 \times \text{Rp. } 217.800 \\
 &= \text{Rp. } 21.780.000 \\
 &2) \text{ Biaya Material Sekrup} \\
 \text{Sekrup} &= \text{Sekrup}_{1-3} \times \text{harga satuan}
 \end{aligned}$$

$$= 347,08 \times \text{Rp. } 70.180$$

$$= \text{Rp. } 24.358.074$$

Sedangkan untuk material *support* beserta komponennya akan direncanakan menyewa, sehingga biaya yang dikeluarkan adalah biaya sewa per bulan. Maka, biaya materialnya yaitu kebutuhan material *support* dan komponennya akan dikalikan dengan harga sewa kemudian dikalikan juga dengan durasi total. Pada rotasi 2,5 lantai ini diperoleh durasi pelaksanaan bekisting selama 123 hari = ± 4 bulan.

3) Biaya Material *Lock Beam*

$$\begin{aligned} \text{Lock Beam} &= \text{Lock beam}_{1-3} \times \text{harga satuan} \times \text{durasi} \\ &= 3203 \times \text{Rp. } 25.000 \times 4 \\ &= \text{Rp. } 320.300.000 \end{aligned}$$

4) Biaya Material *Hollow 50.50.1,6.6*

$$\begin{aligned} \text{Hollow } 50.50.1,6.6 &= \text{Hollow}_{1-3} \times \text{harga satuan} \times \text{durasi} \\ &= 572 \times \text{Rp. } 10.000 \times 4 \\ &= \text{Rp. } 22.880.000 \end{aligned}$$

5) Biaya Material *Tie Rod* dan *Wing Nut*

1 Set terdiri dari 1 *tie rod* dan 2 *wing nut*, maka berdasarkan perhitungan kebutuhan materiak untuk rotasi bekisting kolom 3 lantai diperlukan sebanyak 3203 set.

$$\begin{aligned} \text{Tie Rod dan Wing Nut} &= \text{Tie rod dan wing nut}_{1-3} \times \text{harga satuan} \times \text{durasi} \\ &= 3203 \times \text{Rp. } 25.000 \times 4 \\ &= \text{Rp. } 320.300.000 \end{aligned}$$

6) Biaya Material *Push Pull Prop*

$$\begin{aligned} \text{Push Pull Prop} &= \text{Push pull prop}_{1-3} \times \text{harga satuan} \times \text{durasi} \\ &= 368 \times \text{Rp. } 100.000 \times 4 \\ &= \text{Rp. } 147.200.000 \end{aligned}$$

7) Biaya Material *Kicker Brace*

$$\begin{aligned} \text{Kicker Brace} &= \text{Kicker brace}_{1-3} \times \text{harga satuan} \times \text{durasi} \\ &= 368 \times \text{Rp. } 75.000 \times 4 \\ &= \text{Rp. } 110.400.000 \end{aligned}$$

Untuk perhitungan selanjutnya, biaya material kolom lantai 4 – lantai 13 akan dilakukan dengan cara yang sama sesuai dengan kebutuhan materialnya.

#### 4.5.3.2 Analisa Biaya Material Balok Rotasi 3 Lantai

Untuk perhitungan awal, yaitu kebutuhan material balok dari lantai 1 – lantai 3 akan dikalikan dengan harga satuan material yang didapatkan dari Harga dan Upah Kota Medan tahun 2024 yang sudah tercantum pada tabel sebelumnya.

1) Biaya Material Triplek 12 mm

$$\begin{aligned}\text{Triplek} &= \text{Triplek}_{1-3} \times \text{harga satuan} \\ &= 147 \times \text{Rp. } 217.800 \\ &= \text{Rp. } 32.016.600\end{aligned}$$

2) Biaya Material Sekrup

$$\begin{aligned}\text{Sekrup} &= \text{Sekrup}_{1-3} \times \text{harga satuan} \\ &= 803,53 \times \text{Rp. } 70.180 \\ &= \text{Rp. } 56.391.735\end{aligned}$$

3) Biaya Material Paku

$$\begin{aligned}\text{Paku} &= \text{Paku}_{1-3} \times \text{harga satuan} \\ &= 803,53 \times \text{Rp. } 75.625 \\ &= \text{Rp. } 60.766.926\end{aligned}$$

Sedangkan untuk material *support* beserta komponennya akan direncanakan menyewa, sehingga biaya yang dikeluarkan adalah biaya sewa per bulan. Maka, biaya materialnya yaitu kebutuhan material *support* dan komponennya akan dikalikan dengan harga sewa kemudian dikalikan juga dengan durasi total. Pada rotasi 3 lantai ini diperoleh durasi pelaksanaan bekisting selama 123 hari = ± 4 bulan.

4) Biaya Material Balok Suri

$$\begin{aligned}\text{Balok Suri} &= \text{Balok Suri}_{1-3} \times \text{harga satuan} \times \text{durasi} \\ &= 2963 \times \text{Rp. } 25.000 \times 4 \\ &= \text{Rp. } 296.300.000\end{aligned}$$

5) Biaya Material *Hollow 50.50.1,6.6*

$$\text{Hollow } 50.50.1,6.6 = \text{Hollow}_{1-3} \times \text{harga satuan} \times \text{durasi}$$

$$= 4843 \times \text{Rp. } 10.000 \times 4$$

$$= \text{Rp. } 193.720.000$$

6) Biaya Material Besi Siku

$$\text{Besi Siku} = \text{Besi siku}_{1-3} \times \text{harga satuan} \times \text{durasi}$$

$$= 5926 \times \text{Rp. } 14.000 \times 4$$

$$= \text{Rp. } 331.856.000$$

7) Biaya Material *Scaffolding Set*

1 *Scaffolding Set* terdiri dari 2 *main frame*, 2 *cross brace*, dan 4 *joint pin*. Berdasarkan perhitungan kebutuhan material total *scaffolding set* yang diperlukan untuk rotasi bekisting balok 3 lantai adalah 1489 set.

$$\text{Scaffolding Set} = \text{Scaffolding set}_{1-3} \times \text{harga satuan} \times \text{durasi}$$

$$= 1489 \times \text{Rp. } 30.000 \times 4$$

$$= \text{Rp. } 178.680.000$$

8) Biaya Material *Jack Base*

$$\text{Jack Base} = \text{Jack Base}_{1-3} \times \text{harga satuan} \times \text{durasi}$$

$$= 2978 \times \text{Rp. } 9.000 \times 4$$

$$= \text{Rp. } 107.208.000$$

9) Biaya Material *U Head Jack*

$$\text{U Head Jack} = \text{U head jack}_{1-3} \times \text{harga satuan} \times \text{durasi}$$

$$= 2978 \times \text{Rp. } 9.000 \times 4$$

$$= \text{Rp. } 107.208.000$$

Untuk perhitungan selanjutnya, biaya material balok lantai 4 – atap akan dilakukan dengan cara yang sama sesuai dengan kebutuhan materialnya.

#### 4.5.3.3 Analisa Biaya Material Plat Rotasi 3 Lantai

Untuk perhitungan awal, yaitu kebutuhan material plat dari lantai 1 – lantai 3 akan dikalikan dengan harga satuan material yang didapatkan dari Harga dan Upah Kota Medan tahun 2024 dan harga pasar yang sudah tercantum pada tabel sebelumnya.

1) Biaya Material Triplek 12 mm

$$\text{Triplek} = \text{Triplek}_{1-3} \times \text{harga satuan}$$

$$= 1107 \times \text{Rp. } 217.800$$

$$= \text{Rp. } 241.104.600$$

Sedangkan untuk material *support* beserta komponennya akan direncanakan menyewa, sehingga biaya yang dikeluarkan adalah biaya sewa per bulan. Maka, biaya materialnya yaitu kebutuhan material *support* dan komponennya akan dikalikan dengan harga sewa kemudian dikalikan juga dengan durasi total. Pada rotasi 3 lantai ini diperoleh durasi pelaksanaan bekisting selama 123 hari = ± 4 bulan.

2) Biaya Material Balok Suri

$$\begin{aligned} \text{Balok Suri} &= \text{Balok suri}_{1-3} \times \text{harga satuan} \times \text{durasi} \\ &= 777 \times \text{Rp. } 25.000 \times 4 \\ &= \text{Rp. } 77.700.000 \end{aligned}$$

3) Biaya Material *Hollow 50.50.1,6.6*

$$\begin{aligned} \text{Hollow } 50.50.1,6.6 &= \text{Hollow}_{1-3} \times \text{harga satuan} \times \text{durasi} \\ &= 777 \times \text{Rp. } 10.000 \times 4 \\ &= \text{Rp. } 31.080.000 \end{aligned}$$

4) Biaya Material *Support*

$$\begin{aligned} \text{Support} &= \text{Support}_{1-3} \times \text{harga satuan} \times \text{durasi} \\ &= 4729 \times \text{Rp. } 25.000 \times 4 \\ &= \text{Rp. } 472.900.000 \end{aligned}$$

5) Biaya Material *Jack Base*

$$\begin{aligned} \text{Jack Base} &= \text{Jack Base}_{1-3} \times \text{harga satuan} \times \text{durasi} \\ &= 4729 \times \text{Rp. } 9.000 \times 5 \\ &= \text{Rp. } 170.244.000 \end{aligned}$$

6) Biaya Material *U Head Jack*

$$\begin{aligned} \text{U Head Jack} &= \text{U Head Jack}_{1-3} \times \text{harga satuan} \times \text{durasi} \\ &= 4729 \times \text{Rp. } 9.000 \times 5 \\ &= \text{Rp. } 170.244.000 \end{aligned}$$

Untuk perhitungan selanjutnya, biaya material plat lantai 4 – atap akan dilakukan dengan cara yang sama sesuai dengan kebutuhan materialnya.

#### 4.5.3.4 Analisa Biaya Upah Pekerja Rotasi 3 Lantai

Dari hasil penjadwalan untuk rotasi 3, lantai, didapatkan durasi total 123 hari dengan kebutuhan tenaga sebanyak 4 grup kerja untuk bekisting kolom, 9 grup kerja untuk bekisting balok dan plat. Total kebutuhan tenaga untuk rotasi 3 lantai ini adalah:

- a. Tukang Bekisting Kolom = 4 x 2 zona  
= 8 orang
- Tukang Bekisting Balok = 9 x 2 zona  
= 18 orang
- Tukang Bekisting Plat = 9 x 2 zona  
= 18 orang
- Total Tukang = 8 + 18 + 18  
= 44 orang
- b. Buruh Bekisting Kolom = 4 x 2 zona  
= 8 orang
- Buruh Bekisting Balok = 9 x 2 zona  
= 18 orang
- Buruh Bekisting Plat = 9 x 2 zona  
= 18 orang
- Total Buruh = 8 + 18 + 18  
= 44 orang
- c. Mandor =  $\frac{44 \text{ orang}}{44 \text{ orang}}$   
= 1 orang

Maka biaya upah tenaga untuk metode rotasi 3 lantai dapat dihitung sebagai berikut:

- a. Tukang = Total tukang x durasi x harga upah  
= 44 orang x 123 hari x Rp. 293.183  
= Rp. 1.586.706.396
- b. Buruh = Total buruh x durasi x harga upah  
= 44 orang x 123 hari x Rp. 181.560  
= Rp. 982.602.720

$$\begin{aligned}
\text{c. Mandor} &= \text{Total mandor} \times \text{durasi} \times \text{harga upah} \\
&= 1 \text{ orang} \times 123 \text{ hari} \times \text{Rp. } 351.807 \\
&= \text{Rp. } 43.272.261
\end{aligned}$$

#### 4.5.4 Rekapitulasi Biaya Pekerjaan Bekisting Kolom, Balok, dan Plat Berdasarkan Rotasi Bekisting

Dari hasil perhitungan biaya material dan upah pada masing – masing pekerjaan bekisting untuk struktur kolom, balok, dan plat berdasarkan metode rotasi bekisting diperoleh hasil total biaya sebagai berikut:

Tabel 4.29: Rekapitulasi Biaya Pekerjaan Bekisting Kolom, Balok, dan Plat berdasarkan Rotasi Bekisting.

Rotasi	Material			Upah Pekerja	Total
	Kolom	Balok	Plat		
2 Lt	Rp 1,072,640,459	Rp 1,658,529,252	Rp 1,358,280,689	Rp 3,865,770,818.00	Rp 7,955,221,219
2,5 Lt	Rp 1,087,386,164	Rp 1,672,257,390	Rp 1,324,464,936	Rp 3,101,112,854.00	Rp 7,185,221,343
3 Lt	Rp 985,746,133	Rp 1,622,318,538	Rp 1,331,108,983	Rp 2,612,581,377.00	Rp 6,551,755,031

1. Rotasi 2 Lantai = Rp. 7.955.221.219
2. Rotasi 2,5 Lantai = Rp. 7.185.221.343
3. Rotasi 3 Lantai = Rp. 6.551.755.031

Berdasarkan hasil perhitungan, biaya terbesar terdapat pada Zona 1. Hal ini disebabkan oleh volume pekerjaan pada zona tersebut yang lebih besar dibandingkan dengan Zona 2. Luas area lantai pada Zona 1 lebih lebar, sehingga kebutuhan material, durasi pemasangan, dan tenaga kerja juga meningkat. Dengan demikian, perbedaan biaya antar zona lebih dipengaruhi oleh besarnya volume pekerjaan daripada faktor metode rotasi itu sendiri. Untuk perhitungan selengkapnya akan ditabelkan pada lampiran.

#### 4.6 Analisa Material Sisa (*Waste Material*)

Analisa material sisa yang akan diperhitungkan pada penelitian ini adalah material sisa potongan yang tidak terpakai. Material bekisting yang akan mengalami *waste* yaitu triplek karena pada penelitian tugas akhir ini, kebutuhan material triplek akan direncanakan membeli dengan dimensi dan harga yang tercantum pada Daftar Harga dan Upah Kota Medan Tahun 2024. Telah dijelaskan pada subbab sebelumnya bahwa dari hasil wawancara di lapangan, material triplek memiliki masa pakai hingga 3 kali pakai. Dimana, bila triplek sudah mencapai 3 kali pemakaian, maka harus melakukan pembelian material baru sesuai dengan kebutuhannya.

##### 4.6.1 Analisa Material Sisa Rotasi 2 Lantai

Berikut akan dibahas *waste material* akibat sisa potongan pada bekisting struktur kolom, balok, dan plat berdasarkan perhitungan rotasi 2 lantai.

###### 4.6.1.1 Analisa Material Sisa Kolom 2 Lantai

Berikut contoh perhitungan *waste material* triplek kolom untuk rotasi 2 lantai. Dipakai triplek 12 mm dengan ukuran 1,22 m x 2,44 m.

###### 1. Lantai 1 – Lantai 2

$$\begin{aligned}\text{Volume kedatangan triplek (d)} &= 75 \text{ lembar} \\ \text{Volume terpasang triplek (p)} &= \text{Luas area kerja} / (1,22 \times 2,44) \\ &= 73,59 \text{ lembar} \\ \text{Volume } waste &= d - p \\ &= 75 - 73,59 \\ &= 1,41 \text{ lembar}\end{aligned}$$

Dikarenakan ada beberapa material triplek yang masih utuh, maka material triplek yang berlebih dapat disimpan sebagai material cadangan apabila terjadi kekurangan. *Waste cost* dihitung dari volume triplek yang benar – benar terpotong.

$$\begin{aligned}\text{Waste cost} &= \text{Volume } waste \times \text{harga satuan} \\ &= 0,41 \text{ lembar} \times \text{Rp. 217.800}\end{aligned}$$

$$= \text{Rp. } 88.325$$

#### 4.6.1.2 Analisa Material Sisa Balok 2 Lantai

Berikut contoh perhitungan *waste material* triplek balok untuk rotasi 2 lantai. Dipakai triplek 12 mm dengan ukuran 1,22 m x 2,44 m.

##### 1. Lantai 1 – Lantai 2

$$\begin{aligned}\text{Volume kedatangan triplek (d)} &= 100 \text{ lembar} \\ \text{Volume terpasang triplek (p)} &= \text{Luas area kerja} / (1,22 \times 2,44) \\ &= 97,90 \text{ lembar} \\ \text{Volume waste} &= d - p \\ &= 100 - 97,90 \\ &= 2,10 \text{ lembar}\end{aligned}$$

Dikarenakan ada beberapa material triplek yang masih utuh, maka material triplek yang berlebih dapat disimpan sebagai material cadangan apabila terjadi kekurangan. *Waste cost* dihitung dari volume triplek yang benar – benar terpotong.

$$\begin{aligned}\text{Waste cost} &= \text{Volume waste} \times \text{harga satuan} \\ &= 0,10 \text{ lembar} \times \text{Rp. } 217.800 \\ &= \text{Rp. } 21.786\end{aligned}$$

#### 4.6.1.3 Analisa Material Sisa Plat 2 Lantai

Berikut contoh perhitungan *waste material* triplek balok untuk rotasi 2 lantai. Dipakai triplek 12 mm dengan ukuran 1,22 m x 2,44 m.

##### 1. Lantai 1 – Lantai 2

$$\begin{aligned}\text{Volume kedatangan triplek (d)} &= 784 \text{ lembar} \\ \text{Volume terpasang triplek (p)} &= \text{Luas area kerja} / (1,22 \times 2,44) \\ &= 782,64 \text{ lembar} \\ \text{Volume waste} &= d - p \\ &= 784 - 782,64 \\ &= 1,36 \text{ lembar}\end{aligned}$$

Dikarenakan ada beberapa material triplek yang masih utuh, maka material triplek yang berlebih dapat disimpan sebagai material cadangan apabila terjadi kekurangan. *Waste cost* dihitung dari volume triplek yang benar – benar terpotong.

$$\begin{aligned}
 \text{Waste cost} &= \text{Volume waste} \times \text{harga satuan} \\
 &= 0,36 \text{ lembar} \times \text{Rp. 217.800} \\
 &= \text{Rp. 77.777}
 \end{aligned}$$

Tabel 4.30: *Waste Cost* Akibat Sisa Potongan Rotasi 2 Lantai.

Rotasi	Waste Cost Akibat Sisa Potongan			Total
	Kolom	Balok	Plat	
2 Lantai	Rp 388,188.55	Rp 182,707.85	Rp 369,511.15	Rp 940,407.55

Berdasarkan dari hasil perhitungan, *waste cost* yang diakibatkan potongan pada material triplek pada rotasi 2 lantai ini adalah sebesar Rp. 940.407.

#### 4.6.2 Analisa Material Sisa Rotasi 2,5 Lantai

Berikut akan dibahas *waste material* akibat sisa potongan pada bekisting struktur kolom, balok, dan plat berdasarkan perhitungan rotasi 2,5 lantai.

##### 4.6.2.1 Analisa Material Sisa Kolom 2,5 Lantai

Berikut contoh perhitungan *waste material* triplek kolom untuk rotasi 2,5 lantai. Dipakai triplek 12 mm dengan ukuran 1,22 m x 2,44 m.

##### 1. Lantai 1 – Lantai 3 Zona 1

$$\begin{aligned}
 \text{Volume kedatangan triplek (d)} &= 90 \text{ lembar} \\
 \text{Volume terpasang triplek (p)} &= \text{Luas area kerja} / (1,22 \times 2,44) \\
 &= 87,94 \text{ lembar} \\
 \text{Volume waste} &= d - p \\
 &= 90 - 87,94 \\
 &= 2,06 \text{ lembar}
 \end{aligned}$$

Dikarenakan ada beberapa material triplek yang masih utuh, maka material triplek yang berlebih dapat disimpan sebagai material cadangan apabila terjadi kekurangan. *Waste cost* dihitung dari volume triplek yang benar – benar terpotong.

$$\begin{aligned} \text{Waste cost} &= \text{Volume waste} \times \text{harga satuan} \\ &= 0,06 \text{ lembar} \times \text{Rp. } 217.800 \\ &= \text{Rp. } 12.467 \end{aligned}$$

#### 4.6.2.2 Analisa Material Sisa Balok 2,5 Lantai

Berikut contoh perhitungan *waste material* triplek balok untuk rotasi 2,5 lantai. Dipakai triplek 12 mm dengan ukuran 1,22 m x 2,44 m.

##### 1. Lantai 1 – Lantai 3 Zona 1

$$\begin{aligned} \text{Volume kedatangan triplek (d)} &= 125 \text{ lembar} \\ \text{Volume terpasang triplek (p)} &= \text{Luas area kerja} / (1,22 \times 2,44) \\ &= 122,79 \text{ lembar} \\ \text{Volume waste} &= d - p \\ &= 125 - 122,79 \\ &= 2,21 \text{ lembar} \end{aligned}$$

Dikarenakan ada beberapa material triplek yang masih utuh, maka material triplek yang berlebih dapat disimpan sebagai material cadangan apabila terjadi kekurangan. *Waste cost* dihitung dari volume triplek yang benar – benar terpotong.

$$\begin{aligned} \text{Waste cost} &= \text{Volume waste} \times \text{harga satuan} \\ &= 0,21 \text{ lembar} \times \text{Rp. } 217.800 \\ &= \text{Rp. } 45.858 \end{aligned}$$

#### 4.6.2.3 Analisa Material Sisa Plat 2 Lantai

Berikut contoh perhitungan *waste material* triplek balok untuk rotasi 2,5 lantai. Dipakai triplek 12 mm dengan ukuran 1,22 m x 2,44 m.

#### 1. Lantai 1 – Lantai 3 Zona 1

$$\begin{aligned}\text{Volume kedatangan triplek (d)} &= 944 \text{ lembar} \\ \text{Volume terpasang triplek (p)} &= \text{Luas area kerja} / (1,22 \times 2,44) \\ &= 942,26 \text{ lembar} \\ \text{Volume waste} &= d - p \\ &= 944 - 942,26 \\ &= 1,74 \text{ lembar}\end{aligned}$$

Dikarenakan ada beberapa material triplek yang masih utuh, maka material triplek yang berlebih dapat disimpan sebagai material cadangan apabila terjadi kekurangan. *Waste cost* dihitung dari volume triplek yang benar – benar terpotong.

$$\begin{aligned}\text{Waste cost} &= \text{Volume waste} \times \text{harga satuan} \\ &= 1,74 \text{ lembar} \times \text{Rp. 217.800} \\ &= \text{Rp. 379.872}\end{aligned}$$

Tabel 4.31: *Waste Cost* Akibat Sisa Potongan Rotasi 2,5 Lantai.

Rotasi	Waste Cost Akibat Sisa Potongan			Total
	Kolom	Balok	Plat	
2,5 Lantai	Rp 181,480.49	Rp 53,954.30	Rp 195,464.31	Rp 430,899.10

Berdasarkan dari hasil perhitungan, *waste cost* yang diakibatkan potongan pada material triplek pada rotasi 2,5 lantai ini adalah sebesar Rp. 430.899.

#### 4.6.3 Analisa Material Sisa Rotasi 3 Lantai

Berikut akan dibahas *waste material* akibat sisa potongan pada bekisting struktur kolom, balok, dan plat berdasarkan perhitungan rotasi 3 lantai.

##### 4.6.3.1 Analisa Material Sisa Kolom 3 Lantai

Berikut contoh perhitungan *waste material* triplek kolom untuk rotasi 3 lantai. Dipakai triplek 12 mm dengan ukuran 1,22 m x 2,44 m.

1. Lantai 1 – Lantai 3

$$\begin{aligned}\text{Volume kedatangan triplek (d)} &= 100 \text{ lembar} \\ \text{Volume terpasang triplek (p)} &= \text{Luas area kerja} / (1,22 \times 2,44) \\ &= 97,12 \text{ lembar} \\ \text{Volume waste} &= d - p \\ &= 100 - 97,12 \\ &= 2,88 \text{ lembar}\end{aligned}$$

Dikarenakan ada beberapa material triplek yang masih utuh, maka material triplek yang berlebih dapat disimpan sebagai material cadangan apabila terjadi kekurangan. *Waste cost* dihitung dari volume triplek yang benar – benar terpotong.

$$\begin{aligned}\text{Waste cost} &= \text{Volume waste} \times \text{harga satuan} \\ &= 0,88 \text{ lembar} \times \text{Rp. 217.800} \\ &= \text{Rp. 191.431}\end{aligned}$$

#### 4.6.3.2 Analisa Material Sisa Balok 3 Lantai

Berikut contoh perhitungan *waste material* triplek balok untuk rotasi 3 lantai. Dipakai triplek 12 mm dengan ukuran 1,22 m x 2,44 m.

1. Lantai 1 – Lantai 3

$$\begin{aligned}\text{Volume kedatangan triplek (d)} &= 147 \text{ lembar} \\ \text{Volume terpasang triplek (p)} &= \text{Luas area kerja} / (1,22 \times 2,44) \\ &= 144,23 \text{ lembar} \\ \text{Volume waste} &= d - p \\ &= 147 - 144,23 \\ &= 2,77 \text{ lembar}\end{aligned}$$

Dikarenakan ada beberapa material triplek yang masih utuh, maka material triplek yang berlebih dapat disimpan sebagai material cadangan apabila terjadi kekurangan. *Waste cost* dihitung dari volume triplek yang benar – benar terpotong.

$$\text{Waste cost} = \text{Volume waste} \times \text{harga satuan}$$

$$= 0,77 \text{ lembar} \times \text{Rp. } 217.800$$

$$= \text{Rp. } 167.668$$

#### 4.6.3.3 Analisa Material Sisa Plat 3 Lantai

Berikut contoh perhitungan *waste material* triplek balok untuk rotasi 3 lantai. Dipakai triplek 12 mm dengan ukuran 1,22 m x 2,44 m.

##### 1. Lantai 1 – Lantai 3

$$\text{Volume kedatangan triplek (d)} = 1107 \text{ lembar}$$

$$\begin{aligned} \text{Volume terpasang triplek (p)} &= \text{Luas area kerja} / (1,22 \times 2,44) \\ &= 1104,61 \text{ lembar} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Volume waste} &= d - p \\ &= 1107 - 1104,61 \\ &= 2,39 \text{ lembar} \end{aligned}$$

Dikarenakan ada beberapa material triplek yang masih utuh, maka material triplek yang berlebih dapat disimpan sebagai material cadangan apabila terjadi kekurangan. *Waste cost* dihitung dari volume triplek yang benar – benar terpotong.

$$\begin{aligned} \text{Waste cost} &= \text{Volume waste} \times \text{harga satuan} \\ &= 0,39 \text{ lembar} \times \text{Rp. } 217.800 \\ &= \text{Rp. } 84.753 \end{aligned}$$

Tabel 4.32: *Waste Cost* Akibat Sisa Potongan Rotasi 3 Lantai.

Rotasi	Waste Cost Akibat Sisa Potongan			Total
	Kolom	Balok	Plat	
3 Lantai	Rp 323,363.64	Rp 250,232.58	Rp 87,416.69	Rp 661,012.90

Berdasarkan dari hasil perhitungan, *waste cost* yang diakibatkan potongan pada material triplek pada rotasi 3 lantai ini adalah sebesar Rp. 661.012.

#### 4.7 Perbandingan Durasi, Biaya, dan Waste Pekerjaan Bekisting Struktur Kolom, Balok, dan Plat Berdasarkan Rotasi

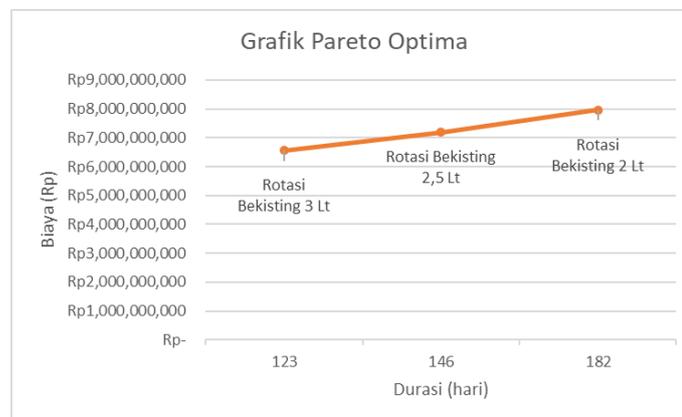
Dari hasil penelitian perhitungan pekerjaan bekisting kolom, balok, dan plat berdasarkan masing – masing metode rotasi bekisting yang telah dilakukan, maka didapatkan perbandingan durasi, biaya, dan *waste* seperti yang terlihat pada tabel 4.33:

Tabel 4.33: Rekapitulasi Total Biaya dan Durasi berdasarkan Rotasi Bekisting.

Rotasi	Durasi (hari)	Biaya Total	Waste Cost	Total Biaya
2 Lantai	182	Rp 7,958,775,226.27	Rp 940,407.55	Rp 7,959,715,633.82
2,5 Lantai	146	Rp 7,188,265,842.54	Rp 430,899.10	Rp 7,188,696,741.63
3 Lantai	123	Rp 6,555,029,643.93	Rp 661,012.90	Rp 6,555,690,656.83

#### 4.8 Pemilihan Alternatif Metode Rotasi Bekisting

Durasi dan biaya total yang telah diperoleh dari penelitian ini kemudian dimasukkan ke dalam grafik pareto optima untuk mencari metode rotasi bekisting mana yang paling optimal.



Gambar 4.10: Grafik Pareto Optima.

Berdasarkan hasil analisis yang ditunjukkan pada Gambar *Grafik Pareto Optima*, dapat dilihat bahwa metode rotasi bekisting 3 lantai memberikan

kombinasi biaya dan durasi yang paling optimal dibandingkan dengan metode rotasi bekisting 2,5 lantai maupun 2 lantai. Metode rotasi bekisting 3 lantai mampu menyelesaikan pekerjaan dalam waktu 123 hari dengan total biaya sebesar Rp. 6.555.690.656, yang merupakan biaya terendah di antara ketiga alternatif. Kondisi ini dapat terjadi meskipun metode rotasi bekisting 3 lantai membutuhkan jumlah material bekisting yang lebih banyak. Hal tersebut disebabkan oleh strategi penyediaan material yang sebagian besar dilakukan melalui sistem sewa. Hal ini sejalan dengan penelitian oleh Rafik & Cahyani (2018) yang membandingkan biaya penggunaan scaffolding dalam sistem beli dan sewa. Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa biaya sewa scaffolding jauh lebih murah dibandingkan biaya beli, sehingga penggunaan sistem sewa dinilai lebih efisien dalam menekan biaya pekerjaan bekisting.

#### 4.9 Analisis Metode Rotasi Bekisting

Analisis dilakukan dengan mempertimbangkan hubungan antara waktu pelaksanaan dan biaya yang ditampilkan dalam Grafik Pareto Optima serta perincian biaya dan durasi pada masing-masing metode. Dengan pendekatan ini, dapat diperoleh gambaran yang jelas mengenai kelebihan dan kekurangan tiap metode, sehingga pemilihan metode rotasi bekisting dapat dilakukan secara lebih terukur dan berdasarkan data yang objektif.

Tabel 4.34: Perbandingan Selisih Biaya dan Durasi Rotasi Bekisting.

Perbandingan Metode	Selisih Waktu (hari)	Selisih Waktu (%)	Selisih Biaya (Rp)	Selisih Biaya (%)
3 Lantai terhadap 2,5 Lantai	23 hari	15,75% lebih cepat	Rp. 633.006.084	8,45% lebih murah
3 Lantai terhadap 2 Lantai	59 hari	32,42% lebih cepat	Rp. 1.404.024.976	18,75% lebih murah
2,5 Lantai terhadap 2 Lantai	36 hari	19,78% lebih cepat	Rp. 771.018.892	11,25% lebih murah

Berdasarkan hasil analisis biaya dan durasi pelaksanaan, ketiga metode rotasi bekisting menunjukkan karakteristik dan tingkat efisiensi yang berbeda. Metode rotasi bekisting 3 lantai terbukti menjadi pilihan paling optimal, dengan durasi pelaksanaan tercepat yaitu 123 hari. Waktu tersebut lebih cepat 15,75% dibanding metode 2,5 lantai dan 32,42% lebih cepat dibanding metode 2 lantai. Dari sisi biaya, metode ini juga memberikan penghematan signifikan, dengan total biaya sebesar Rp. 6.555.690.656 miliar, atau 8,45% lebih murah dibanding metode 2,5 lantai, dan 18,75% lebih murah dibanding metode 2 lantai. Efisiensi ini dicapai berkat ketersediaan material bekisting yang memadai untuk mendukung rotasi kerja cepat, sehingga waktu tunggu antar siklus pemasangan menjadi minimal. Meski demikian, metode ini memerlukan modal awal yang besar untuk pengadaan material bekisting dalam jumlah banyak, serta membutuhkan koordinasi logistik dan penjadwalan yang lebih kompleks.

Metode rotasi bekisting 2,5 lantai memiliki kebutuhan material yang lebih sedikit dibanding metode 3 lantai, sehingga modal awal yang diperlukan relatif lebih rendah. Durasi pelaksanaan metode ini adalah 146 hari, atau 19,78% lebih cepat dibanding metode 2 lantai. Namun, dibanding metode 3 lantai, metode ini membutuhkan waktu lebih lama 15,75%, yang berdampak pada meningkatnya biaya sewa dan biaya overhead proyek. Total biaya yang diperlukan mencapai Rp. 7.188.696 miliar, atau 8,45% lebih mahal dibanding metode 3 lantai. Sementara itu, metode rotasi bekisting 2 lantai memiliki kebutuhan material paling sedikit, sehingga dapat menjadi pilihan bagi proyek dengan keterbatasan modal awal atau ruang penyimpanan material. Koordinasi logistik pada metode ini juga relatif lebih sederhana. Namun, dari sisi durasi, metode ini merupakan yang paling lama, yaitu 182 hari, atau 32,42% lebih lambat dibanding metode 3 lantai, dan 19,78% lebih lambat dibanding metode 2,5 lantai. Biaya totalnya pun menjadi yang tertinggi, yakni Rp. 7.959.715.633, atau 18,75% lebih mahal dibanding metode 3 lantai, dan 11,25% lebih mahal dibanding metode 2,5 lantai. Durasi yang panjang ini menurunkan efisiensi kerja karena waktu tunggu antar rotasi bekisting menjadi lebih lama.

Berdasarkan keseluruhan analisis, metode rotasi bekisting 3 lantai dinilai paling unggul dalam hal efisiensi waktu dan biaya, meskipun memiliki kelemahan

pada tingginya kebutuhan modal awal. Namun, penghematan waktu yang signifikan mampu menekan biaya sewa dan overhead secara keseluruhan, sehingga memberikan keuntungan total bagi pelaksanaan proyek.

#### **4.10 Pemantauan Kemajuan Proyek Berdasarkan Kurva S**

Berdasarkan wawancara dengan pihak pelaksana proyek, hingga periode pengamatan terakhir tidak terdapat deviasi antara rencana dan realisasi. Hal ini menunjukkan bahwa pelaksanaan proyek masih sesuai dengan jadwal yang telah direncanakan. Ketiadaan deviasi ini menandakan bahwa koordinasi lapangan berjalan efektif dan penggunaan metode pelaksanaan, termasuk metode rotasi bekisting yang diterapkan, tidak menimbulkan hambatan signifikan terhadap jadwal proyek. Dengan demikian, progres pekerjaan dapat tetap terjaga dan potensi keterlambatan dapat diminimalkan. Kurva S proyek konstruksi dapat dilihat pada lampiran. Adapun metode rotasi bekisting yang digunakan pada proyek ini adalah metode rotasi 3 lantai. Hal ini sejalan dengan hasil analisis penelitian yang menunjukkan bahwa metode rotasi 3 lantai merupakan metode paling optimal, baik dari segi durasi maupun biaya, sehingga mendukung kelancaran pelaksanaan proyek di lapangan. Kurva S proyek konstruksi dapat dilihat pada lampiran.

## BAB 5

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis perbandingan tiga alternatif metode rotasi bekisting, dapat disimpulkan hal – hal sebagai berikut:

1. Dari hasil analisis penelitian ini, didapatkan biaya dan durasi untuk masing – masing metode sebagai berikut:
  - a. Untuk metode rotasi bekisting 2 lantai didapatkan biaya pengerjaan sebesar Rp. 7.959.715.633 miliar dengan durasi pengerjaan 182 hari.
  - b. Untuk metode rotasi bekisting 2,5 lantai didapatkan biaya pengerjaan sebesar Rp. 7.188.696.741 miliar dengan durasi pengerjaan 146 hari.
  - c. Untuk metode rotasi bekisting 3 lantai didapatkan biaya pengerjaan sebesar Rp. 6.555.690.656 miliar dengan durasi pengerjaan 123 hari.
2. Metode rotasi bekisting 3 lantai merupakan metode paling optimal dilihat dari segi durasi dan biaya pelaksanaan. Metode ini memerlukan waktu pelaksanaan 123 hari, lebih cepat 15,75% dibanding metode 2,5 lantai dan 32,42% dibanding metode 2 lantai. Dari segi biaya, metode ini membutuhkan total sebesar Rp. 6.555.690.656 miliar, yang 8,45% lebih murah dibanding metode 2,5 lantai, dan 18,75% lebih murah dibanding metode 2 lantai. Efisiensi metode 3 lantai didukung oleh ketersediaan material bekisting yang mencukupi untuk mempercepat rotasi pekerjaan, sehingga waktu tunggu antar siklus menjadi minimal dan biaya sewa bekisting dapat ditekan.
3. Berdasarkan hasil analisis, masing - masing metode rotasi bekisting memiliki kelebihan dan kekurangan tersendiri. Metode rotasi 2 lantai membutuhkan material paling sedikit, sehingga modal awal lebih kecil, namun konsekuensinya durasi pelaksanaan menjadi paling lama dan biaya total lebih tinggi. Metode rotasi 2,5 lantai berada pada posisi tengah, dengan kebutuhan material dan modal awal yang sedang, serta durasi dan biaya yang lebih efisien dibanding metode 2 lantai, meskipun masih kalah optimal

dibanding metode 3 lantai. Adapun metode rotasi 3 lantai menjadi yang paling unggul karena mampu menghasilkan durasi tercepat dan biaya terendah, walaupun menuntut ketersediaan material lebih banyak di awal. Dengan demikian, pemilihan metode rotasi bekisting pada proyek konstruksi perlu mempertimbangkan keseimbangan antara ketersediaan modal, durasi pelaksanaan, dan biaya total agar dapat mencapai efektivitas yang maksimal.

## **5.2 Saran**

Berdasarkan hasil penelitian ini, disarankan beberapa hal berikut:

1. Dalam kondisi normal tanpa kendala modal awal, metode rotasi bekisting 3 lantai direkomendasikan sebagai pilihan utama karena memberikan efisiensi waktu dan biaya terbaik.
2. Apabila proyek memiliki keterbatasan dana di awal atau ruang penyimpanan material terbatas, metode rotasi bekisting 2,5 lantai dapat menjadi alternatif, dengan mempertimbangkan konsekuensi terhadap durasi proyek.
3. Metode rotasi bekisting 2 lantai sebaiknya hanya digunakan pada kondisi yang sangat membatasi jumlah material yang dapat dimiliki, karena durasinya yang panjang dapat meningkatkan biaya total proyek.
4. Untuk penelitian selanjutnya, analisis dapat diperluas dengan mempertimbangkan faktor-faktor lain seperti produktivitas tenaga kerja, cuaca, dan pengaruh desain struktur terhadap kebutuhan bekisting, sehingga rekomendasi yang dihasilkan menjadi lebih komprehensif.

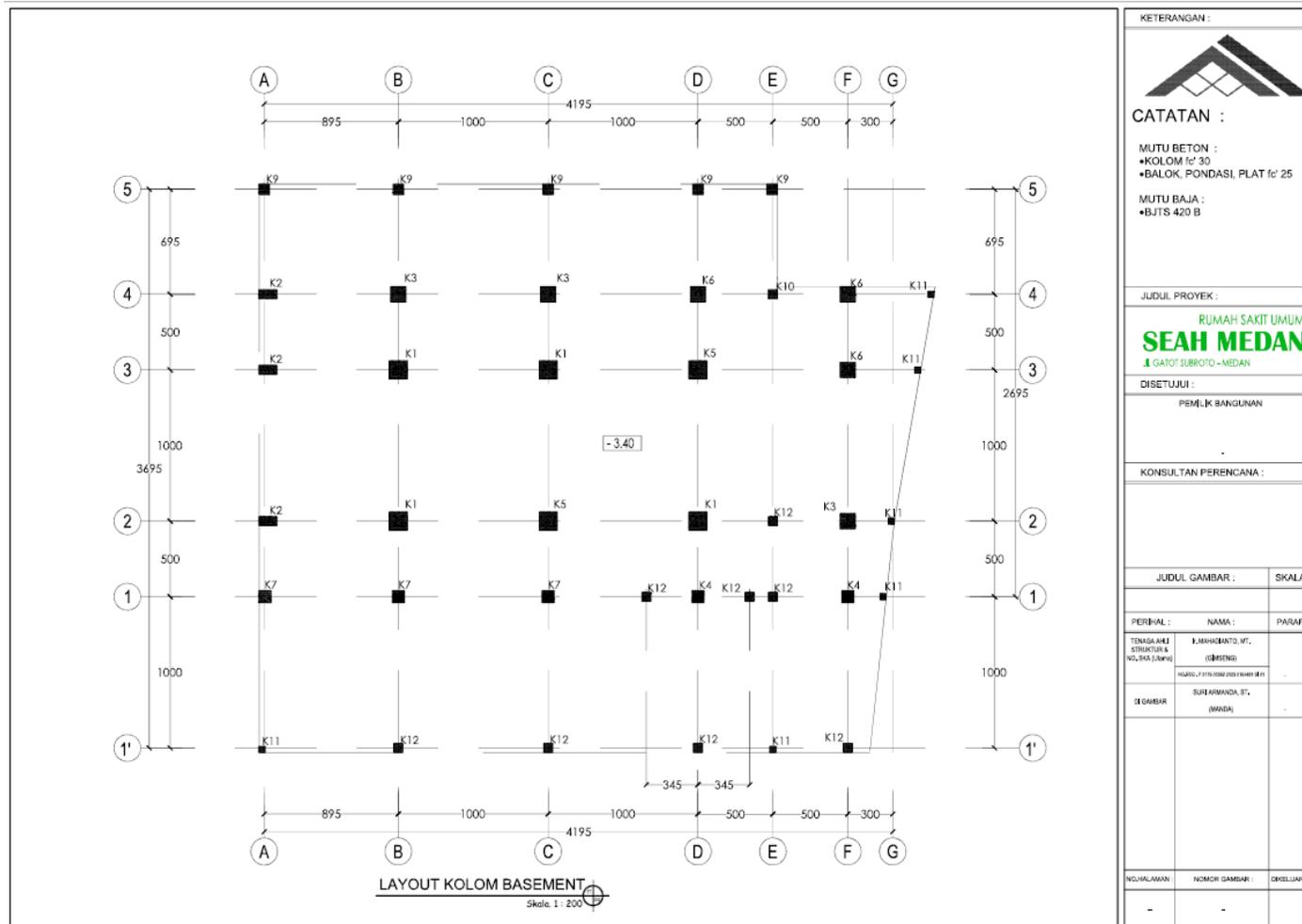
## DAFTAR PUSTAKA

- Abdillah Rizqon, S. D. (2020). Manajemen Bekisting Semi Sistem Pada Proyek Apartemen Begawan Malang. *Jos - Mrk*, 38-45.
- Ariyanti, Z. D. (2018). Perencanaan Metode Pelaksanaan Pekerjaan Bekisting Pada Proyek Hotel Lifestyle Surabaya. *Undegraduate Thesis Its*.
- Aunur Rafik, R. F. (2018). Analisis Perbandingan Biaya Penggunaan Perancah Kayu Galam Dan Perancah Besi (Scaffolding). *Jurnal Gradasi Teknik Sipil Volume 2, No.1*, 20-32.
- Blake, L. (1975). *Civil Engineer's Reference Book*. London : The Butterwth & Co. Ltd.
- Dwifitra Jumas, S. N. (2017). Analisa Kebutuhan Standardisasi Pengukuran Kuantitas (Standard Method Of Measurement) Pada Industri Konstruksi Di Indonesia. *Jurnal Rekayasa*, 016-026.
- Esther Glory Sirait, P. C. (2023). Perbandingan Penggunaan Sistem Bekisting Konvensional Dan Alumunium Pada Proyek Pembangunan Mall X. *Crane : Civil Engineering Research Journal* , 49-57.
- Gaddam Mohan Sai, A. A. (2020). A Comparative Study On Newly Emerging Type Of Formwork Systems With Conventional Type Of Form Work Systems. *International Journal Of Engineering Research And Applications*, 736-740.
- Hanif Rahman Maulana, D. I. (2024). Analisis Perbandingan Penggunaan Bekisting Konvensional Dan Semi Konvensional Dari Aspek Mutu, Waktu Dan Biaya . *Jurnal Ilmiah Teknik Sipil Dan Lingkungan*, 1-6.
- Howell, G. A. (1999). *What Is Lean Construction? Proceedings Of The Iglc-7*. Berkeley: University Of California.
- Hurd, M. (2005). *Formwork For Concrete Special Publication No.4, Seventh Edition*. Michigan, Usa: American Concrete Institute (Aci).
- Ir. Trijeti, M. B. (2011). Studi Perbandingan Bekisting Konvensional Dengan Pch (Perth Construction Hire) . *Jurnal Konstruksia*, 45-55.
- Irenisa Nabila Az Zahra, S. N. (2022). Analisis Perbandingan Metode Sistem Rotasi Bekisting Balok Dan Pelat Pada Pembangunan Gedung Parkir Di Balok Dan Pelat Pada Pembangunan Gedung Parkir Di Kawasan Pura Besakih. *Jurnal Inovasi Konstruksi*, 12-26.
- John E, C. (1983). *Structural Concrete Cost Estimating*. New York: Mcgraw Hill Book Company. .
- Mahdika Putra Nanda, L. M. (2023). Penggunaan Bekisting Modular Dalam Transformasi Proyek Konstruksi. *Jurnal Rekayasa Infrastruktur*, 128-136.

- Moh Arif Bakhtiar Efendi, R. G. (2021). Pertimbangan Biaya Dalam Pemilihan Bekisting . *Pilar Teknologi : Jurnal Ilmiah Ilmu-Ilmu Teknik* , 69-75.
- Rezky Ariessa Dewi, R. A. (2022). Analisa Perbandingan Penggunaan Bekisting Konvensional Dan Sistem Pada Gedung Bertingkat . *Jurnal Pendidikan Teknik Bangunan Dan Sipil*, 9-14.
- Soedrajat, S. A. (1994). *Analisa (Cara Modern) Anggaran Biaya Pelaksanaan*. Bandung: Nova.
- Standardization, I. O. (2015). *Iso 9001:2015 Quality Management Systems – Requirements*.
- Sunggono, K. H. (1984). *Buku Teknik Sipil*. Bandung: Nova.
- Wigbout, F. I. (1992). *Buku Pedoman Tentang Bekisting (Kotak Cetak)*. Jakarta: Erlangga.
- Wulfram. (2006). *Eksplorasi Teknologi Dalam Proyek Konstruksi Beton Pracetak & Bekisting*. Yogyakarta: Penerbit Andi.

## **LAMPIRAN**

# Lampiran 1. Gambar Kerja Proyek Konstruksi



KETERANGAN :		
		
CATATAN :		
MUTU BETON :		
•KOLOM f'c 30		
•BALOK, PONDASI, PLAT f'c 25		
MUTU BAJA :		
•BJTS 420 B		
JUDUL PROYEK :		
RUMAH SAKIT UMUM <b>SEAH MEDAN</b> 1 GAYUT SUBROTO - MEDAN		
DISETUJUI :		
PEMILIK BANGUNAN		
KONSULTAN PERENCANA :		
-		
JUDUL GAMBAR :	SKALA :	
PERIBAL :	NAMA :	PARAF :
TENGAHAJI STRUKTUR & Mekanikal (NIP. 198003001000000000)	B. BAHAMANTO, MT. (081210000000000000)	
DIGAMBAR :	SUPRIARMANDA, ST. (MADA)	
NO. HALAMAN :	NO. MEREK GAMBAR :	DIKELUARKAN :
-	-	-

PENULANGAN KOLOM						
ELEVASI	SAMBUNGAN	SENGKANG	KOLOM			
			K1	K2	K3	K4
▼ LANTAI 3 (+ 9.00)	100	D10-10				
▼ LANTAI 2 (+ 5.00)						
▼ LANTAI 1 (+ 0.00)						
▼ BASEMENT 1 (- 3.40)						
▼ PILE CAP						

DETAIL KOLOM  
Skala: 1 : 40

KETERANGAN :



CATATAN :

MUTU BETON :  
 ■ KOLOM 10' 30'  
 ■ BALOK, FONDASI, PLAT 10' 25'  
 MUTU BAJA :  
 ■ BJTS 420 B

JUDUL PROYEK :

RUMAH SAKITUMJUM  
**SEAH MEDAN**  
 J. GATOT SUBROTO - MEDAN

DISETUJUI :

PEMILIK BANGUNAN

KONSULTAN PERENCANA :

JUDUL GAMBAR : SKALA :

PERIHAL : NAMA PARAF :

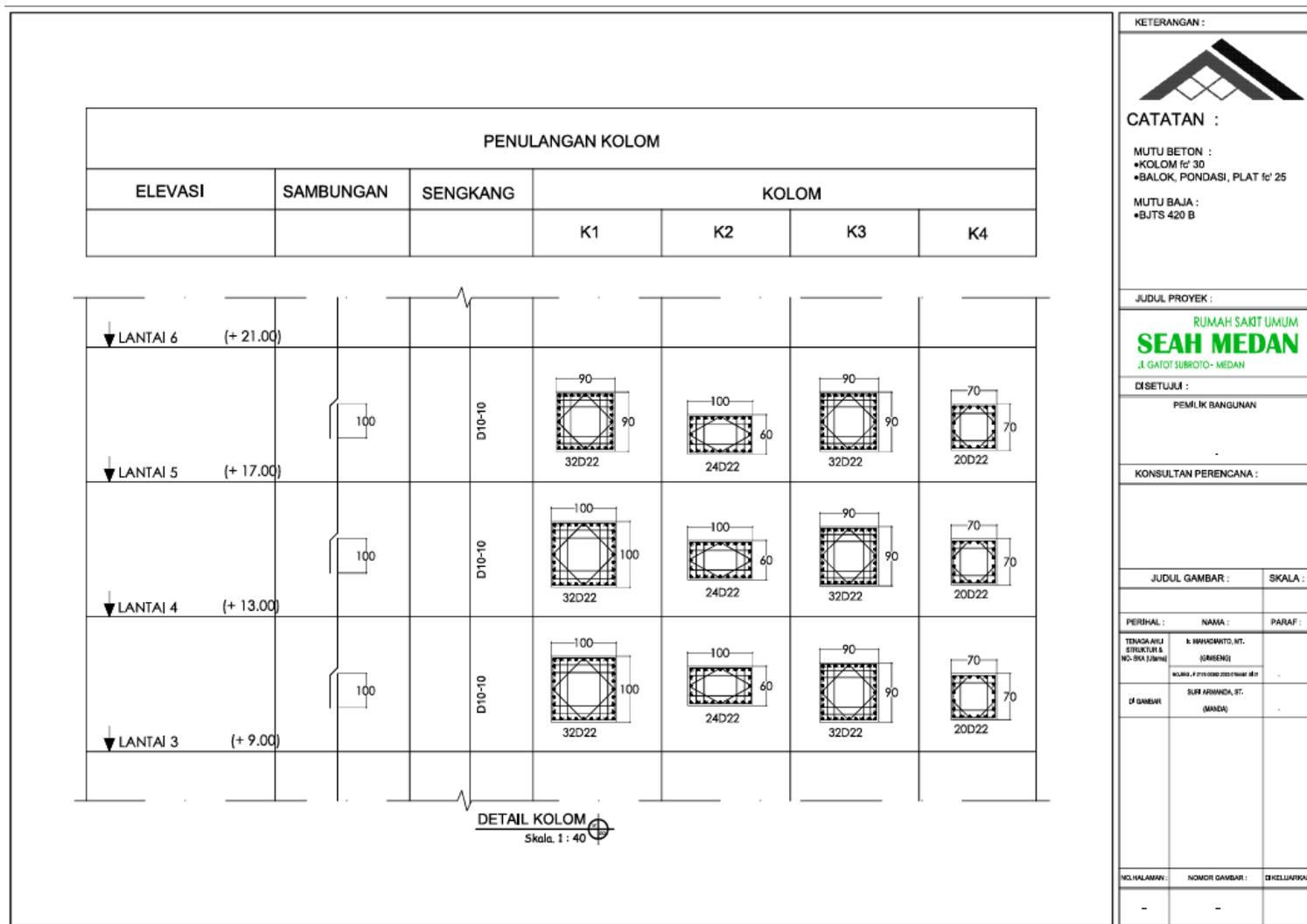
TERAKAH AHRI  
 STRUKTUR &  
 NO. SIPA, SURABAYA  
 Ir. MAHADIWITO, MT.  
 (SIMPUSING)  
 VTS/001/2018/0001/0001/0001/0001

DICAMBAI : SURI NAWEDA, ST.  
 (MARDIA)

NO HALAMAN : NO. GAMBAR : DIBELAKKANG







KETERANGAN :



CATATAN :

- MUTU BETON :
- KOLOM f'c' 30
  - BALOK, PONDASI, PLAT f'c' 25
- MUTU BAJA :
- BJTS 420 B

JUDUL PROYEK :

RUMAH SAKIT UMUM  
**SEAH MEDAN**  
 JI. GATOT SUBROTO - MEDAN

DISETUJUI :

PEMILIK BANGUNAN

KONSULTAN PERENCANA :

-

JUDUL GAMBAR : SKALA :

PERIHAL : NAMA : PARAF :

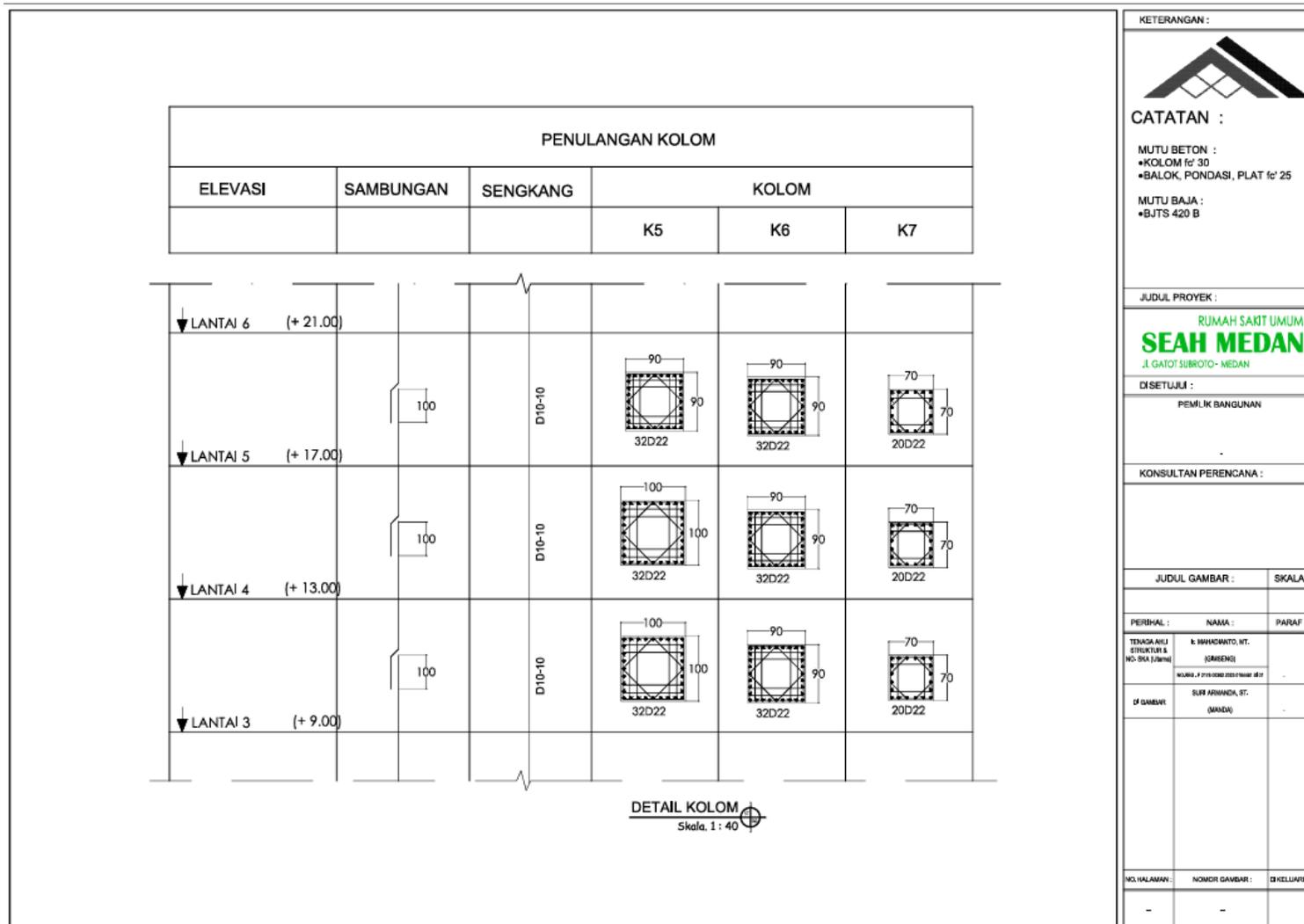
TEMBAK ARIJ STRUKTUR & KONSULTAN PERENCANA	I. HANAWATO, MT. (SIPRENSI)	
	NO. REG. # 21101000200100001401	

DR. GAMBIR (MADA)	SUFI ARRAWADI, ST. (MADA)	
----------------------	------------------------------	--

NO. HALAMAN : NOMOR GAMBAR : IKELUARAN :

- - -





KETERANGAN :



CATATAN :

- MUTU BETON :
- KOLOM f'c 30
  - BALOK, PONDASI, PLAT f'c 25
- MUTU BAJA :
- BJTS 420 B

JUDUL PROYEK :

**RUMAH SAKIT UMUM**  
**SEAH MEDAN**  
Jl. GATOT SUBROTO - MEDAN

DI SETUJUI :

PEMLIK BANGUNAN

KONSULTAN PERENCANA :

-

JUDUL GAMBAR : SKALA :

-

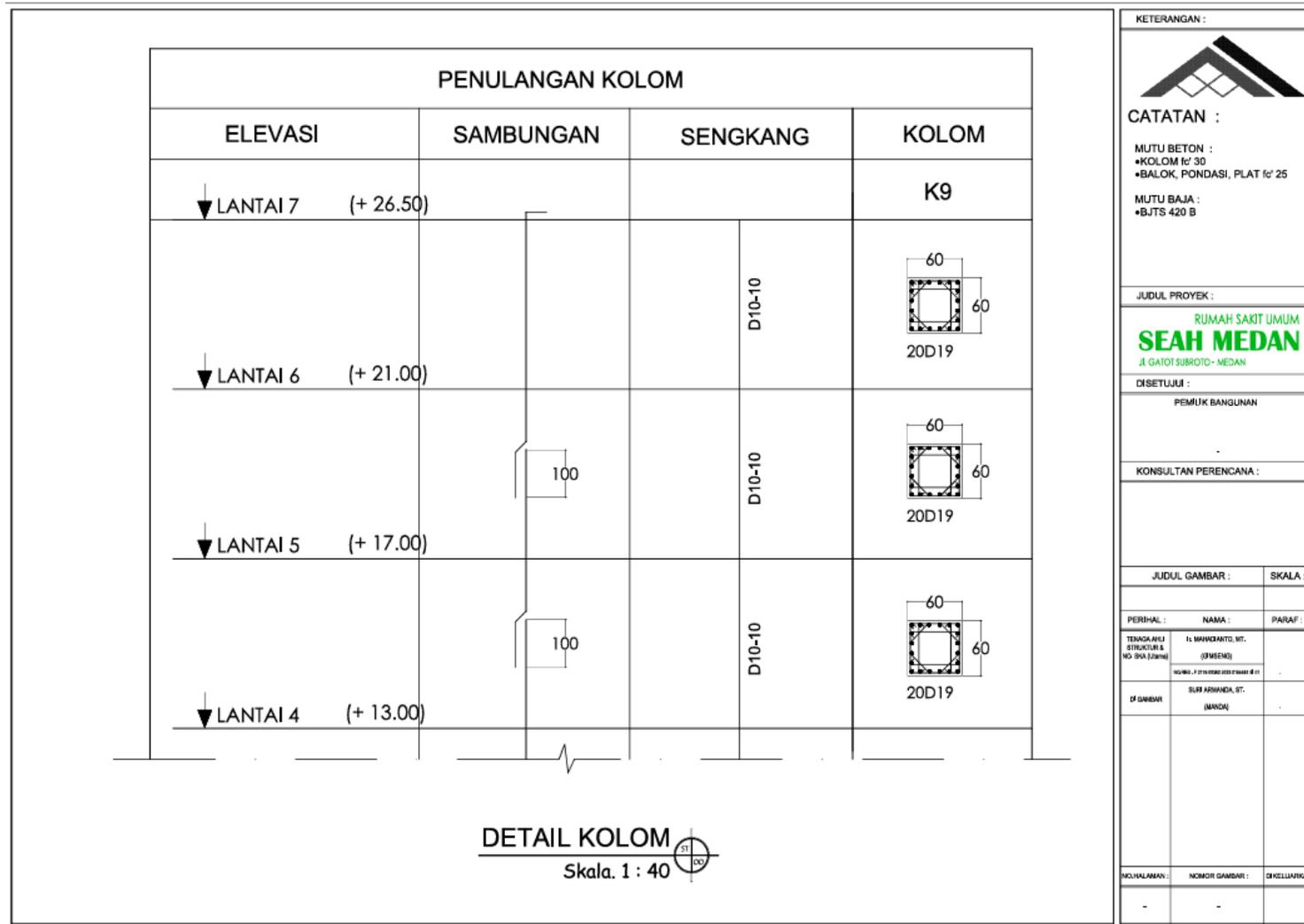
PERIHAL : NAMA : PARAF :

TEKNIK ANILU STRUKTUR & NO. SISA (SIPROK)	E. HAHMADWITO, MT. (SIPROK)	-
---	-----------------------------	---

D/GAMBAR	SUFRI ARMANDA, ST. (MANDA)	-
----------	----------------------------	---

-

NO. HALAMAN :	NOMOR GAMBAR :	DIKELUARKAN :
-	-	-







PENULANGAN KOLOM						
ELEVASI	SAMBUNGAN	SENGKANG	KOLOM			
			K1	K2	K3	K4

↓ LANTAI 12 (+ 46.50)	100	D10-10				
↓ LANTAI 11 (+ 42.50)	100	D10-10				
↓ LANTAI 10 (+ 38.50)	100	D10-10				
↓ LANTAI 9 (+ 34.50)	100	D10-10				

DETAIL KOLOM  
Skala: 1 : 40

KETERANGAN :



CATATAN :

MUTU BETON :  
•KOLOM f'c' 30  
•BALOK, PONDASI, PLAT f'c' 25

MUTU BAJA :  
•BJTS 420 B

JUDUL PROYEK :

RUMAH SAKIT UMUM  
**SEAH MEDAN**  
Jl. GATOT SUBROTO - MEDAN

DISETUJUI :

PEMILIK BANGUNAN

KONSULTAN PERENCANA :

JUDUL GAMBAR : SKALA :

PERIBHAL : NAMA : PARAF :

TERANGA ANJLI  
STRUKTUR &  
NO. SKA (2014)

Ir. BAHADWANTO, MT.  
(MARENS)

KOLAB. P. 21100000000000000000

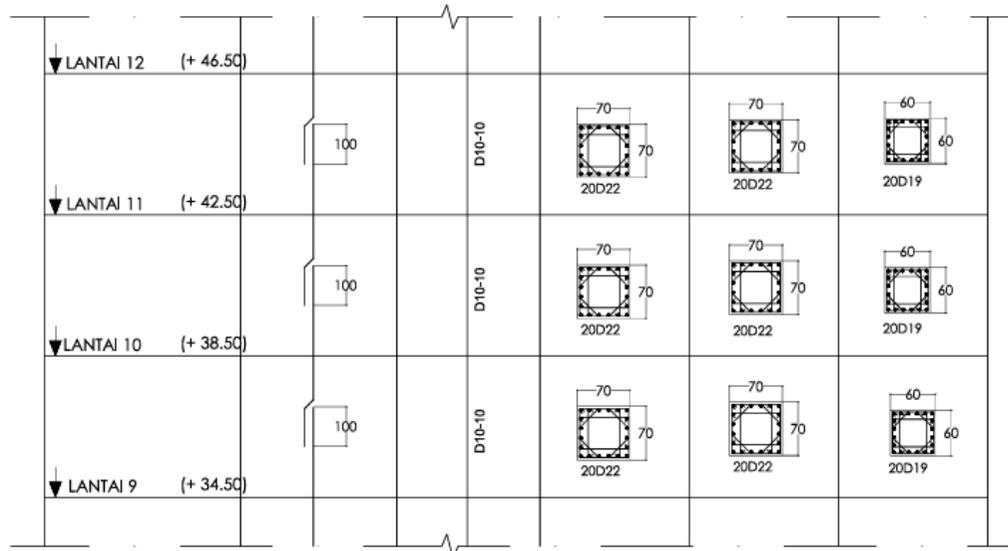
DI GAMBAR :

SURY ARIMANDA, ST.  
(MARENS)

NO. HALAMAN : NOMOR GAMBAR : EKSELURANGAN

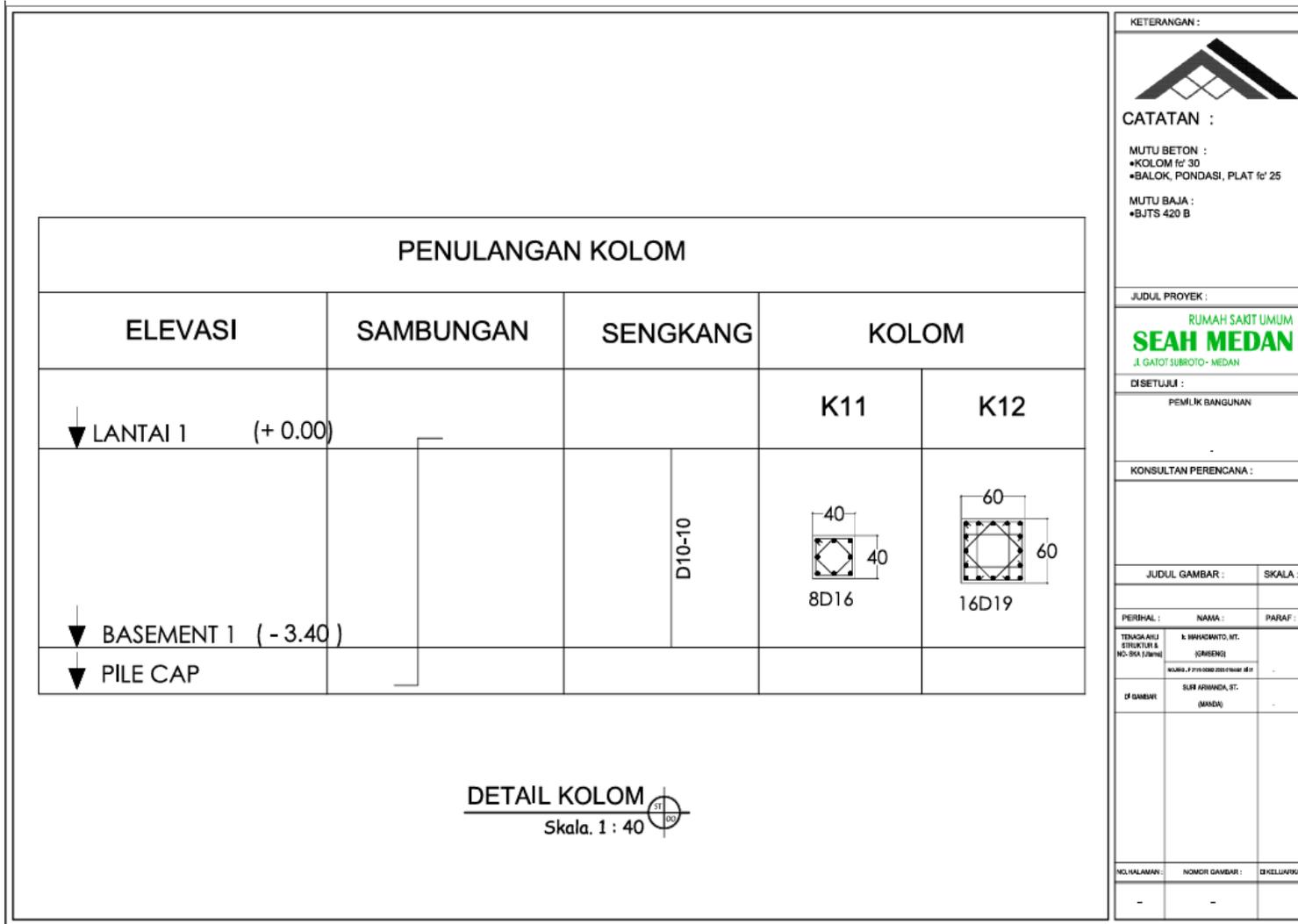
- - -

PENULANGAN KOLOM					
ELEVASI	SAMBUNGAN	SENGKANG	KOLOM		
			K5	K6	K7



**DETAIL KOLOM**  
Skala. 1 : 40

KETERANGAN :		
		
<b>CATATAN :</b>		
MUTU BETON : •KOLOM f'c 30 •BALOK, PONDASI, PLAT f'c 25		
MUTU BAJA : •BJTS 420 B		
JUDUL PROYEK :		
RUMAH SAKIT UMUM <b>SEAH MEDAN</b> JL. GATOT SUBROTO - MEDAN		
DISETUJUI :		
PEMILIK BANGUNAN		
KONSULTAN PERENCANA :		
JUDUL GAMBAR : SKALA :		
PERHAL : NAMA : PARAF :		
TENAGA AHLI STRUKTUR & NO. SKA.13.2010	PT. MANDANTO, MIT. (PUSKESMAS) NO. 1711/2010/2013/PTM/11/01	
D1 GAMBAR	SURY ARSANDA, ST. (MANDA)	
NO. UJALAMAN : NOMOR GAMBAR : DI KELLUARIN		
-	-	



KETERANGAN :



CATATAN :

MUTU BETON :  
 •KOLOM f'c' 30  
 •BALOK, PONDASI, PLAT f'c' 25

MUTU BAJA :  
 •BJTS 420 B

JUDUL PROYEK :

RUMAH SAKIT UMUM  
**SEAH MEDAN**  
 J.L. GATOT SUBROTO - MEDAN

DISETUJULI :

PEMILIK BANGUNAN

KONSULTAN PERENCANA :

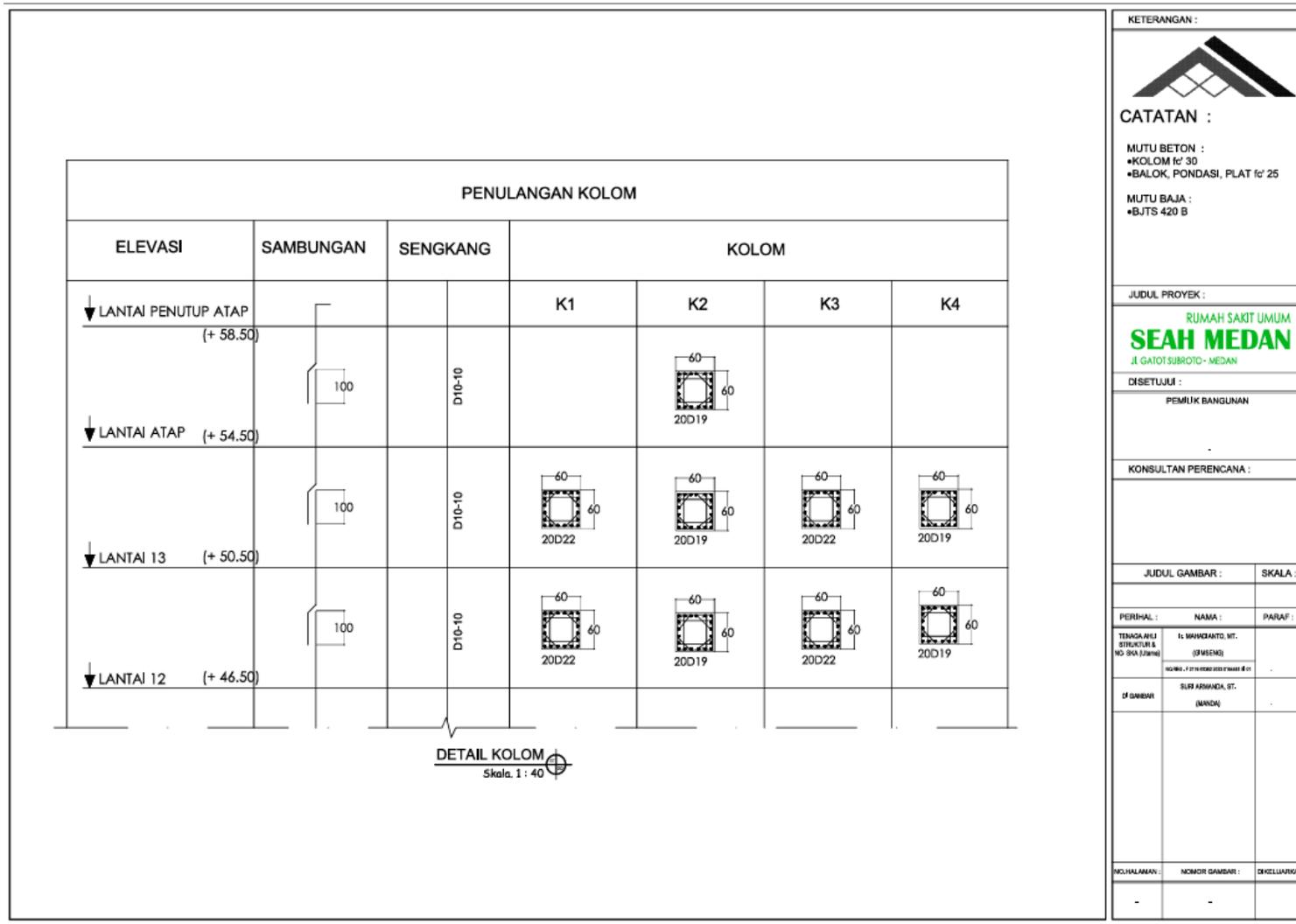
JUDUL GAMBAR : SKALA :

PERHAL : NAMA : PARAF :

TENAGA AHLI STRUKTUR & NO. SKA (MARE)	I. MAHENDITO, ST. (MARESI)	-
	NO. RI. P. 1710/2002/2013/1000/01/11	

DI GAMBAR	SURI APRINDA, ST. (MAREDA)	-
-----------	----------------------------	---

NO. HALAMAN :	NOMOR GAMBAR :	DI KELLUATKAN :
-	-	-



KETERANGAN :



**CATATAN :**

MUTU BETON :  
 •KOLOM f'c 30  
 •BALOK, PONDASI, PLAT f'c 25

MUTU BAJA :  
 •B.JTS 420 B

---

JUDUL PROYEK :

RUMAH SAKIT UMUM  
**SEAH MEDAN**  
 JL. GATOT SUBROTO - MEDAN

DISETUJUI :

PEMUK BANGUNAN

---

KONSULTAN PERENCANA :

---

JUDUL GAMBAR : SKALA :

PERHAL :	NAMA :	PARAF :
TENAGA AHLI STRUKTUR & NO. SIPA (Ekspon)	PT. MAHAKANTO, ST. (PMEK)	
NO. SIPA : P/STRUKTUR/2023/0001/01	SUR ARWANDA, ST. (MANDA)	

---

NO. HALAMAN :	NOMOR GAMBAR :	DOKUMENTASI
-	-	

PENULANGAN KOLOM					
ELEVASI	SAMBUNGAN	SENGKANG	KOLOM		
▼ LANTAI ATAP (+ 54.50)			K5	K6	K7
▼ LANTAI 13 (+ 50.50)		D10-10			
▼ LANTAI 12 (+ 46.50)	100	D10-10			

DETAIL KOLOM  
Skala. 1 : 40

KETERANGAN :



CATATAN :

MUTU BETON :  
 •KOLOM f'c' 30  
 •BALOK, PONDASI, PLAT f'c' 25  
 MUTU BAJA :  
 •BJTS 420 B

JUDUL PROYEK :

RUMAH SAKIT UMUM  
**SEAH MEDAN**  
 JL. GATOT SUBROTO - MEDAN

DISETUJULI :

PEMILIK BANGUNAN

KONSULTAN PERENCANA :

JUDUL GAMBAR : SKALA :

PERHAL : NAMA : PARAF :

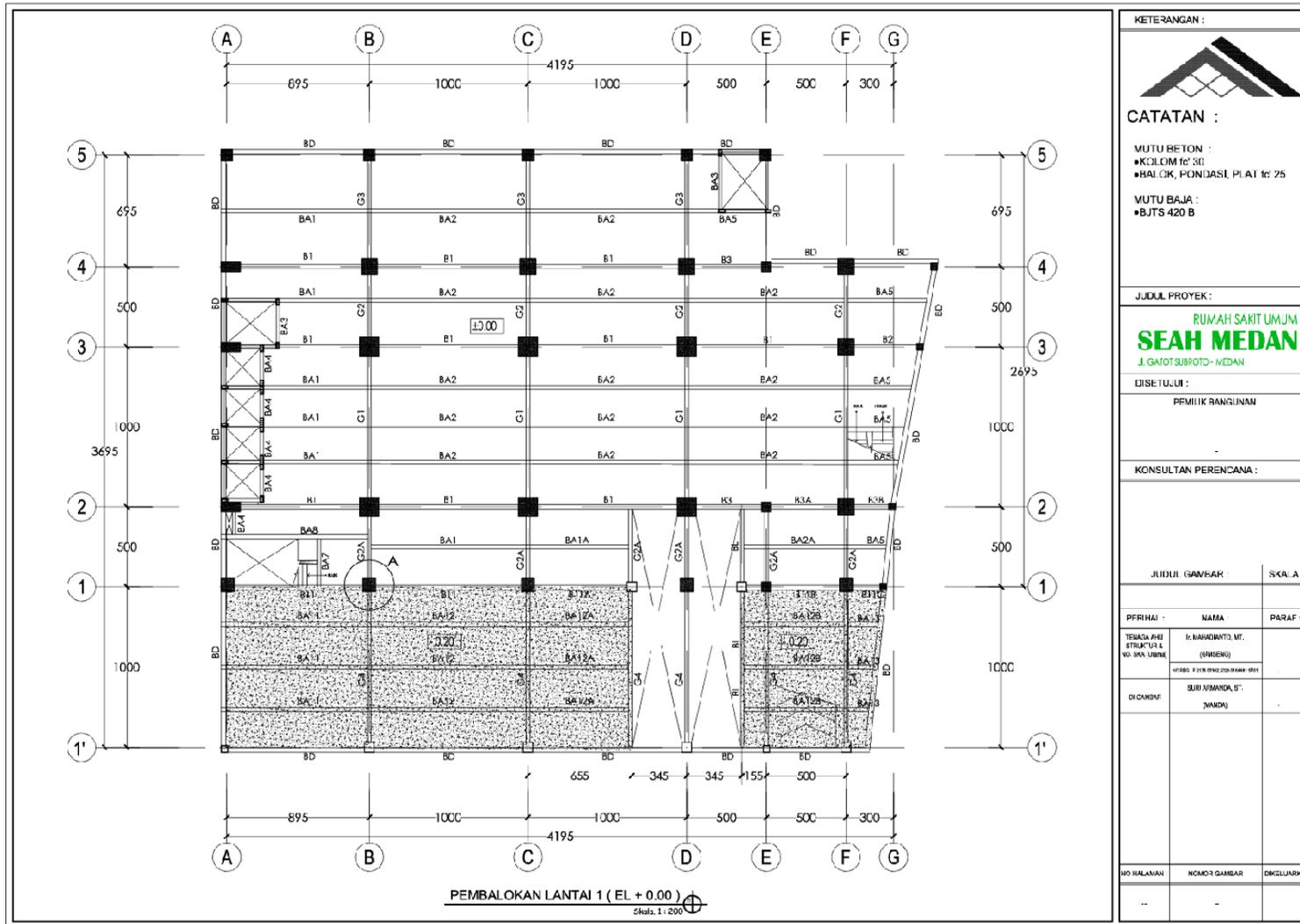
TENAGA AHLI STRUKTUR & NO. SIPA (SIPRE) : E. IMHAWARTO, MT. (IMSENK)

NO. SIPA (SIPRE) : NO. SIPA (SIPRE) : -

DI GAMBAR : SUR ARWANDA, ST. (MANDA)

NO. HALAMAN : NOMOR GAMBAR : DIKELUARKAN

- - -



KETERANGAN :



CATATAN :

- MUTU BETON :
  - KOLOM  $f_c' : 30$
  - BALOK, PONDASI, PLAT  $f_c' : 25$
- MUTU BAJA :
  - BJTS 420 B

JUDUL PROYEK :

**RUMAH SAKIT UJUM  
SEAH MEDAN**  
J. GATOT SUBROTO - MEDAN

DISETUJUI :

PEMIK RANGKUNAN

KONSULTAN PERENCANA :

-

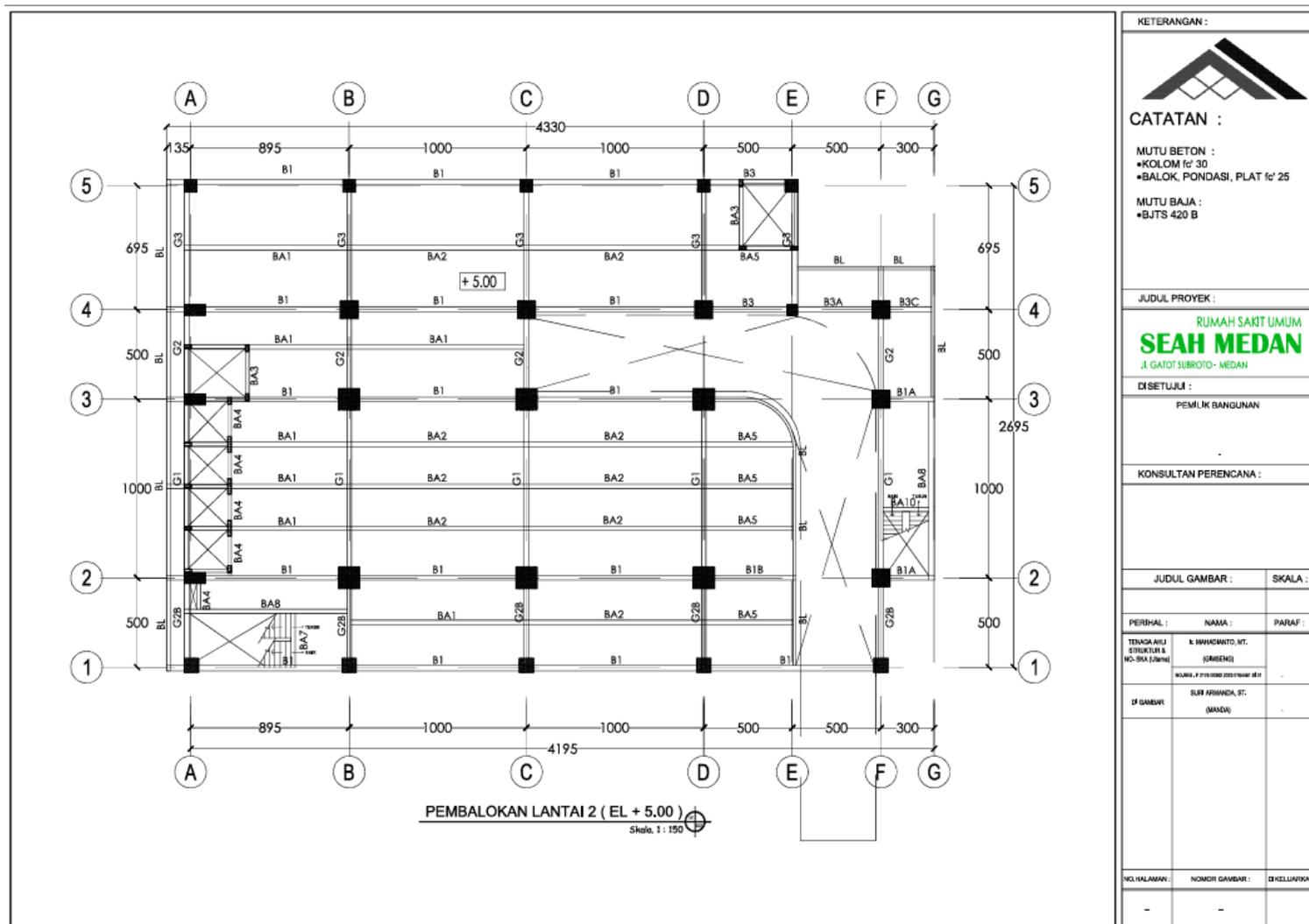
JUDUL GAMBAR : SKALA :

PERHAJI : NAMA : PARAF :

TEMAKHAJI STRUKTUR & NO. SKA. UJUM	I. MARADWANTO, MT. (RMS/ENG)
	UJUM 11111111111111111111

DISORANG : SUB NIMANDA, S. (MADA)

NO HALAMAN	NOMOR GAMBAR	DISELURUKAN
-	-	-



KETERANGAN :



CATATAN :

- MUTU BETON :
- KOLOM f'c 30
  - BALOK, PONDASI, PLAT f'c 25
- MUTU BAJA :
- BJTS 420 B

JUDUL PROYEK :

RUMAH SAKIT UMUM  
**SEAH MEDAN**  
Jl. GATOT SUBROTO - MEDAN

DISETUJUI :

PEMILIK BANGUNAN

KONSULTAN PERENCANA :

-

JUDUL GAMBAR : SKALA :

PERHAL : NAMA : PARAF :

TENAGA AHLI STRUKTUR & NO. SIKAP (SIKAP)	E. HAHADWITO, MT. (SIKAP)	
	WALIKU, P. PRINOWAN (SIKAP)	

DI GAMBAR :	SURI ARIMANDA, ST. (MANDA)	
-------------	----------------------------	--

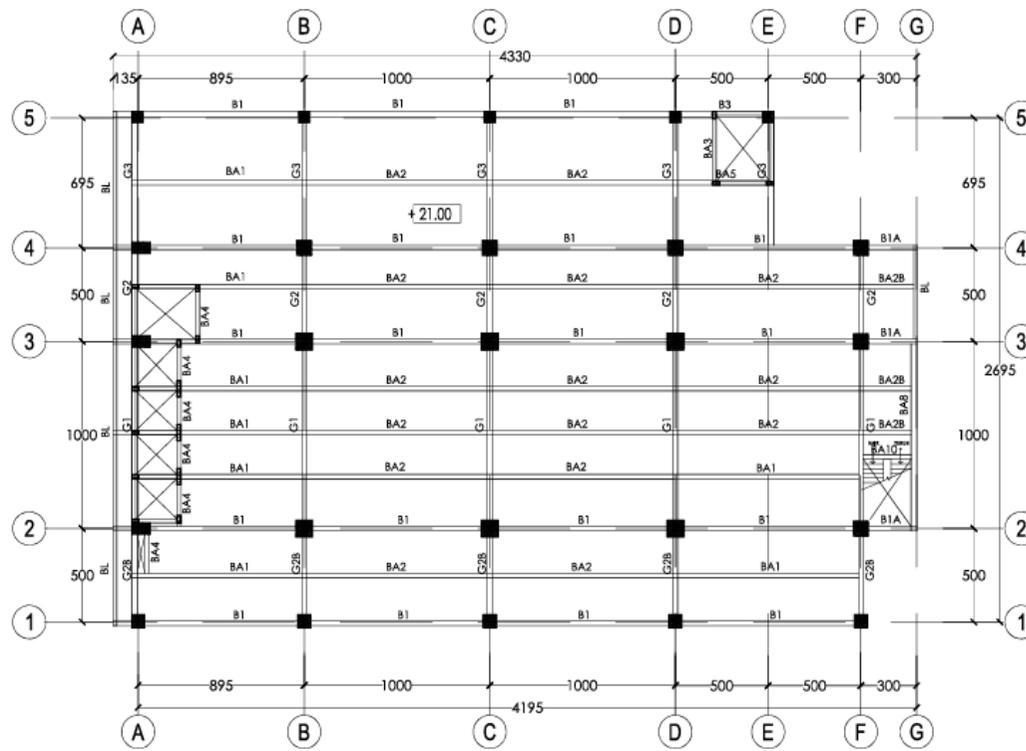
NO. HALAMAN : NOMOR GAMBAR : EKSELURANGAN :

-	-	-
---	---	---









PEMBALOKAN LANTAI 6 ( EL + 21.00 )  
Skala: 1 : 150

KETERANGAN :

CATATAN :

MUTU BETON :  
 •KOLOM f'c 30  
 •BALOK, PONDASI, PLAT f'c 25

MUTU BAJA :  
 •BJTS 420 B

---

JUDUL PROYEK :

RUMAH SAKIT UMUM  
**SEAH MEDAN**  
 J. GATOT SUBROTO - MEDAN

DISETUJUI :

PEMLIK BANGUNAN

---

KONSULTAN PERENCANA :

---

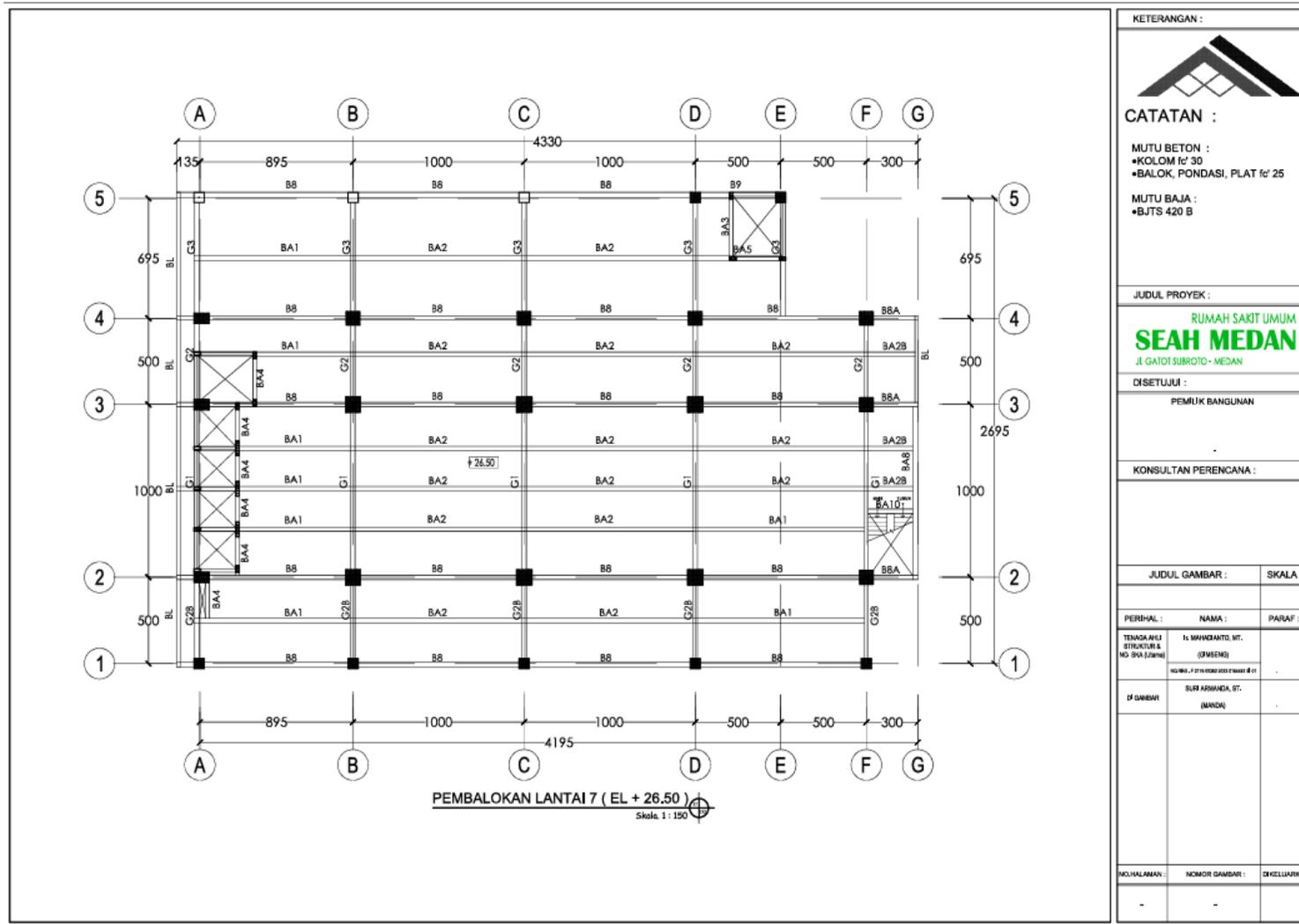
JUDUL GAMBAR : SKALA :

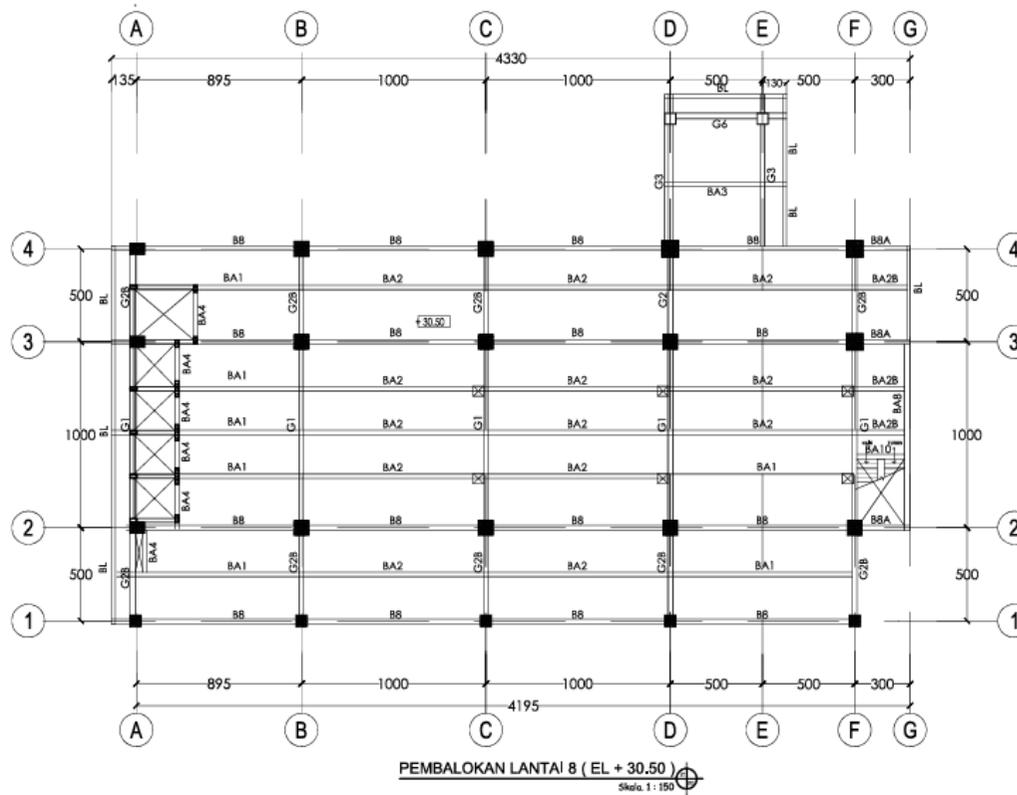
---

PERHAL :	NAMA :	PARAF :
TEKNIK ARSIT. STRUKTUR & MCK-304 (2016)	B. HAHANGWOTO, MT. (MRENS)	
IF GAMBAR :	SURYA PRANANDA, ST. (MADA)	

---

NOMOR HALAMAN :	NOMOR GAMBAR :	DIKELUARKAN :
-	-	





KETERANGAN :



CATATAN :

- MUTU BETON :
  - KOLOM f'c' 30
  - BALOK, PONDASI, PLAT f'c' 25
- MUTU BAJA :
  - BJTS 420 B

JUDUL PROYEK :

RUMAH SAKIT UMUM  
**SEAH MEDAN**  
JL. GATOT SUBROTO - MEDAN

DISETUJUI :

PEMILIK BANGUNAN

KONSULTAN PERENCANA :

JUDUL GAMBAR : SKALA :

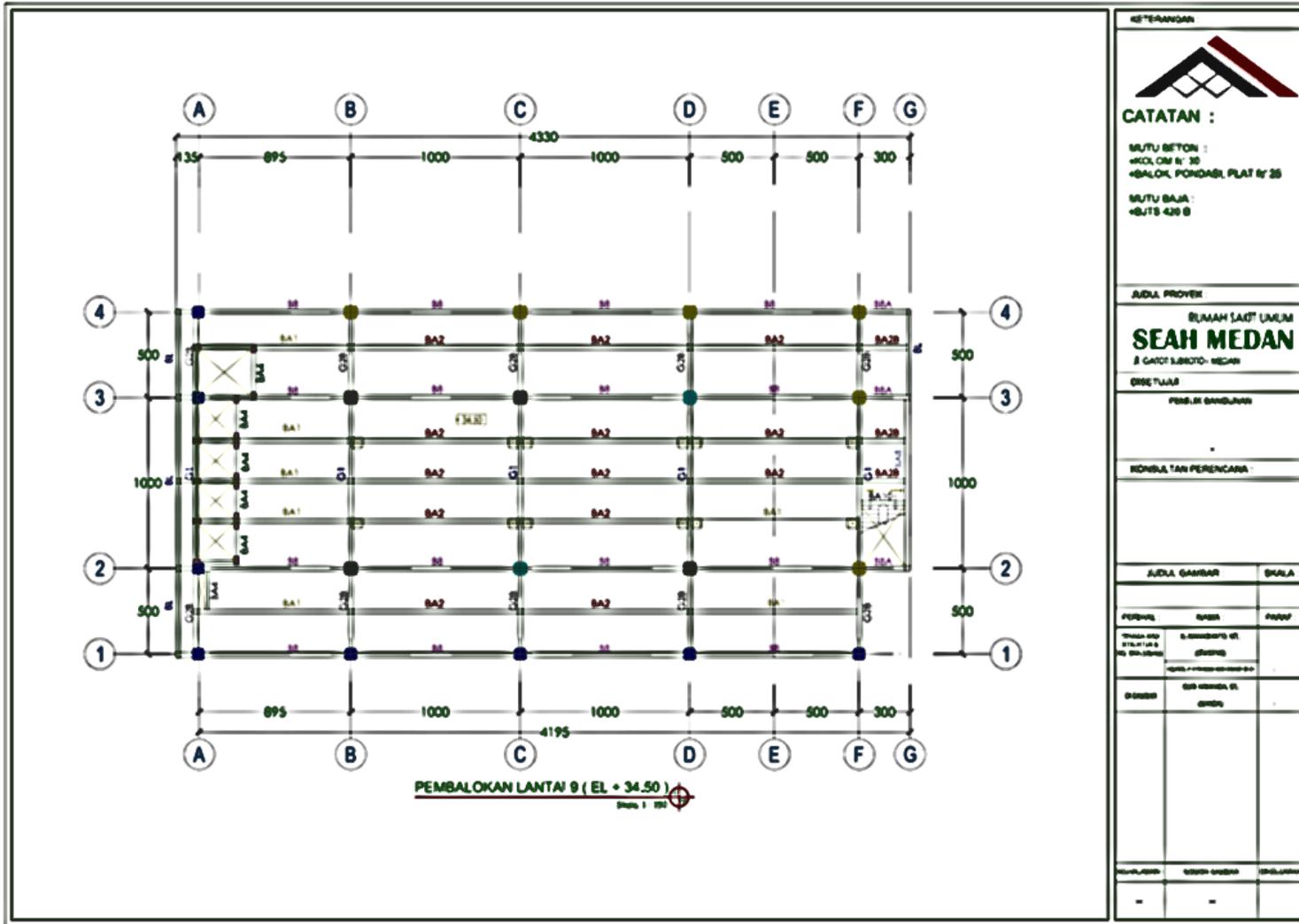
PERHAL : NAMA : PARAF :

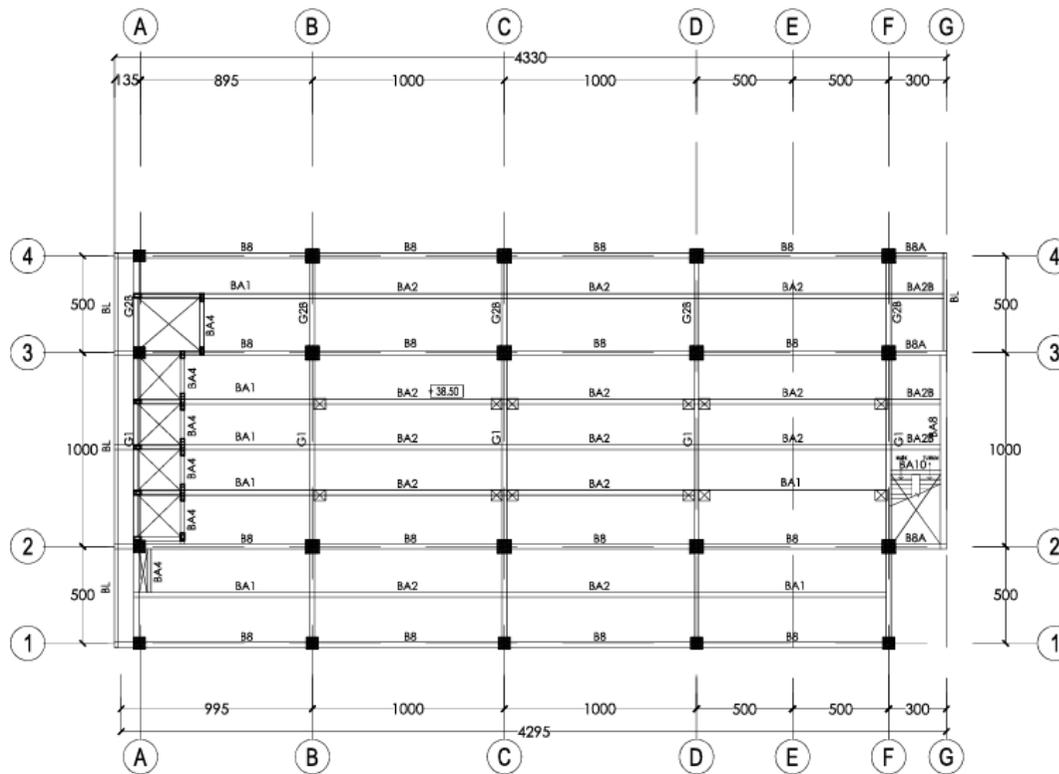
TERANGSIKUR & NAMA (JURUSAN) : N. IMHAMAMTO, INT. (SARING)

KORUS. P. 2710100020010001001

DI GAMBAR : SUKIR ARMANDA, ST. (MANE)

NO. HALAMAN : NOMOR GAMBAR : KELLUAR/DOK





PEMBALOKAN LANTAI 10 ( EL + 38,50 )  
Skala: 1 : 150

KETERANGAN :



CATATAN :

MUTU BETON :  
 •KOLOM f'c' 30  
 •BALOK, PONDASI, PLAT f'c' 25  
 MUTU BAJA :  
 •BUTS 420 B

JUDUL PROYEK :

RUMAH SAKIT UMUM  
**SEAH MEDAN**  
 JL. GATOT SUBROTO - MEDAN

DISETUJUI :

PEMILIK BANGUNAN

KONSULTAN PERENCANA :

JUDUL GAMBAR : SKALA :

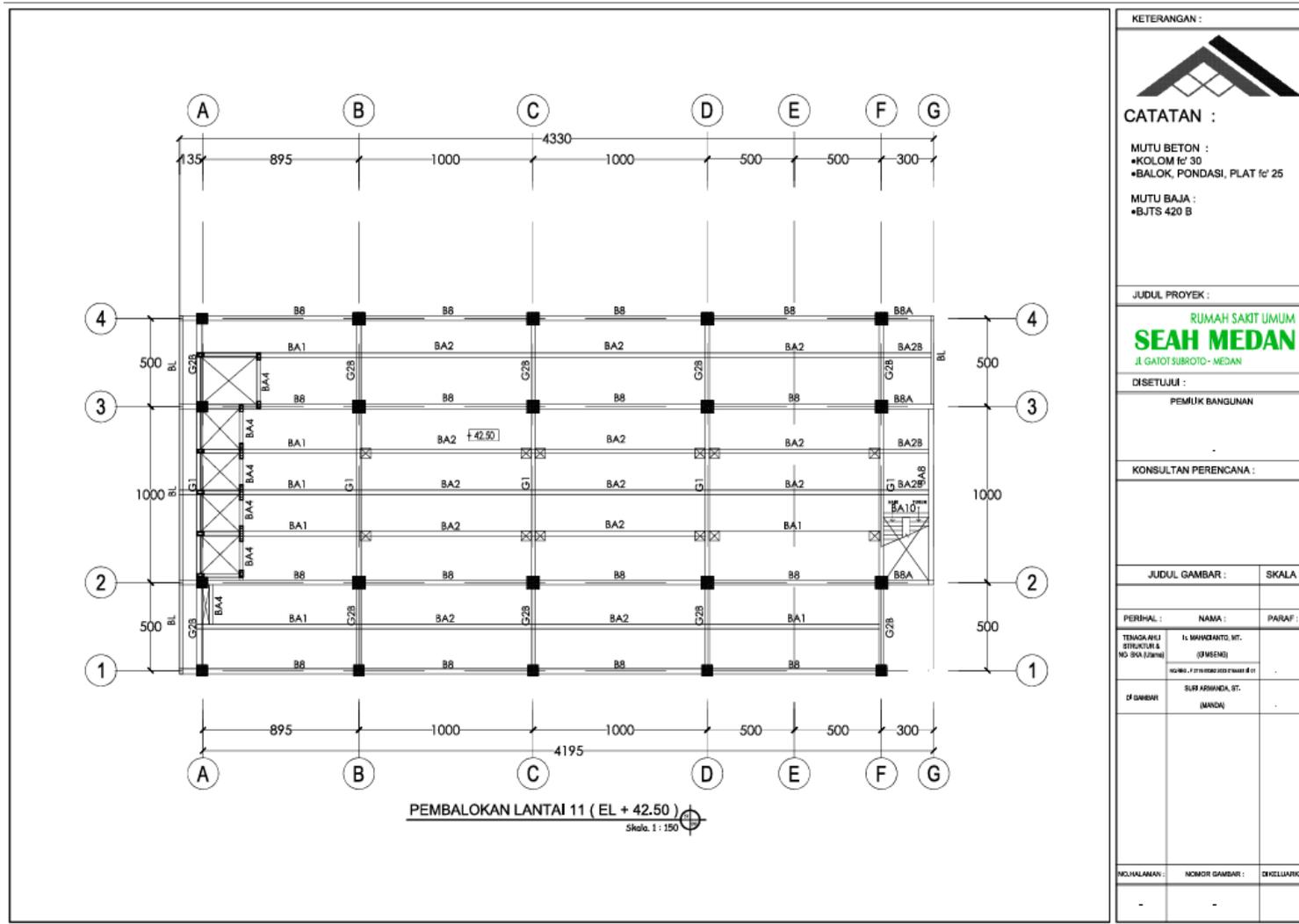
PERHAL : NAMA : PARAF :

TERANG BUKU STRUKTUR & NO. SKA (Jurnal) : N. BAHARWITO, MT. (IRBENG)

OF GAMBAR : SURI ARMANDA, ST. (MADA)

NO. HALAMAN : NOMOR GAMBAR : KEMULAIAN

- - -



KETERANGAN :



CATATAN :

- MUTU BETON :
  - KOLOM 10' 30
  - BALOK, PONDASI, PLAT 10' 25
- MUTU BAJA :
  - BJTS 420 B

JUDUL PROYEK :

RUMAH SAKIT UMUM  
**SEAH MEDAN**  
Jl. GATOT SUBROTO - MEDAN

DISETUIJUI :

PEMUK BANGUNAN

KONSULTAN PERENCANA :

-

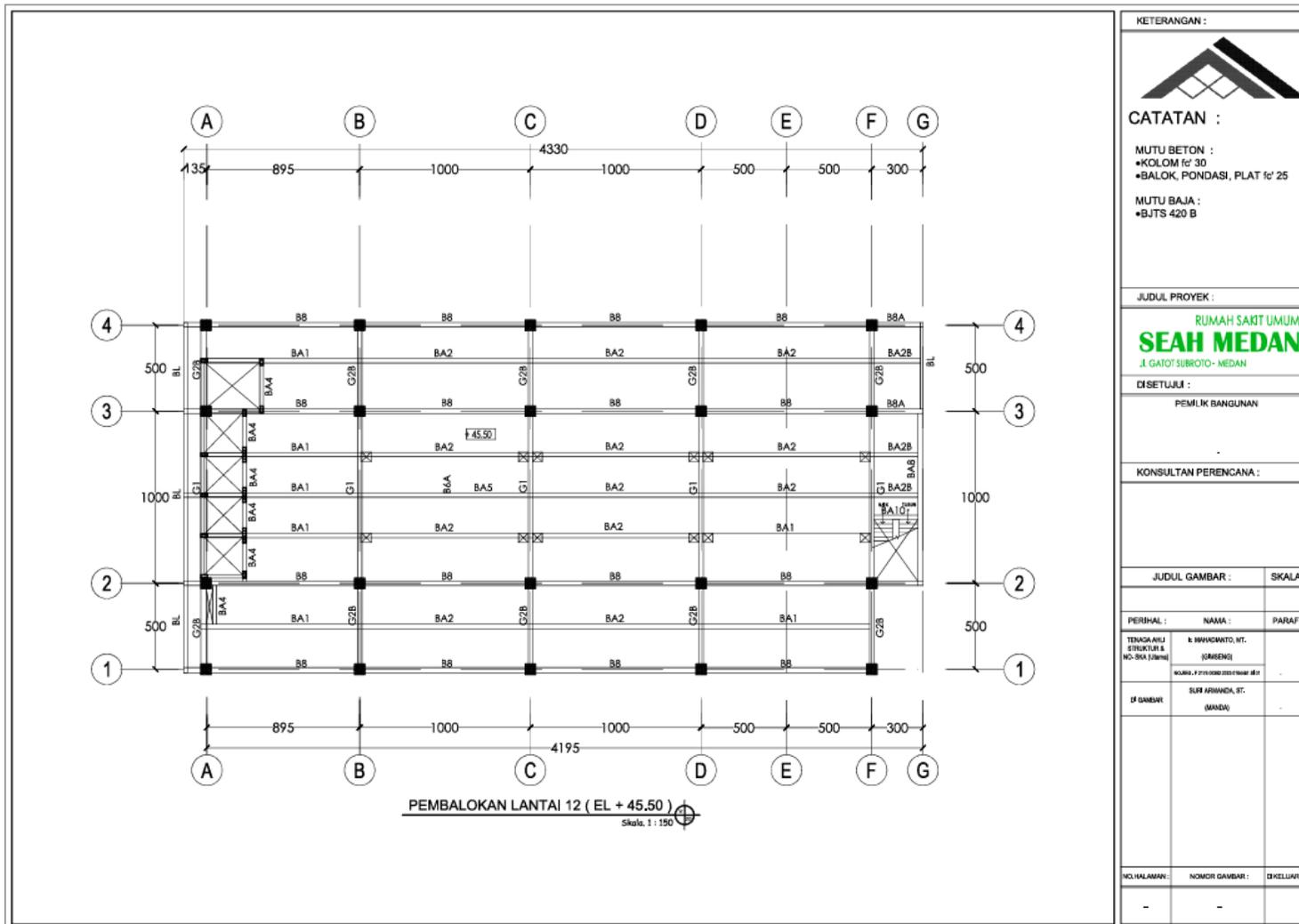
JUDUL GAMBAR : SKALA :

PERHAL : NAMA : PARAF :

TENAGA AHLI STRUKTUR & NO. SKA (JAWAB)	L. MAHERANTO, ST. (MSEEM)	
	NO. SKA : 12110000000000000000	

D/GAMBAR	SURYA WINDA, ST. (MINDA)	
----------	--------------------------	--

NO. HALAMAN :	NOMOR GAMBAR :	DOKUMENTASI :
-	-	-



KETERANGAN :



CATATAN :

- MUTU BETON :
  - KOLOM f'c/ 30
  - BALOK, PONDASI, PLAT f'c/ 25
- MUTU BAJA :
  - BUJTS 420 B

JUDUL PROYEK :

RUMAH SAKIT UMUM  
**SEAH MEDAN**  
JL. GATOT SUBROTO - MEDAN

DISETUJUI :

PEMILIK BANGUNAN  
-

KONSULTAN PERENCANA :  
-

JUDUL GAMBAR : SKALA :

PERIKHAL : NAMA : PARAF :

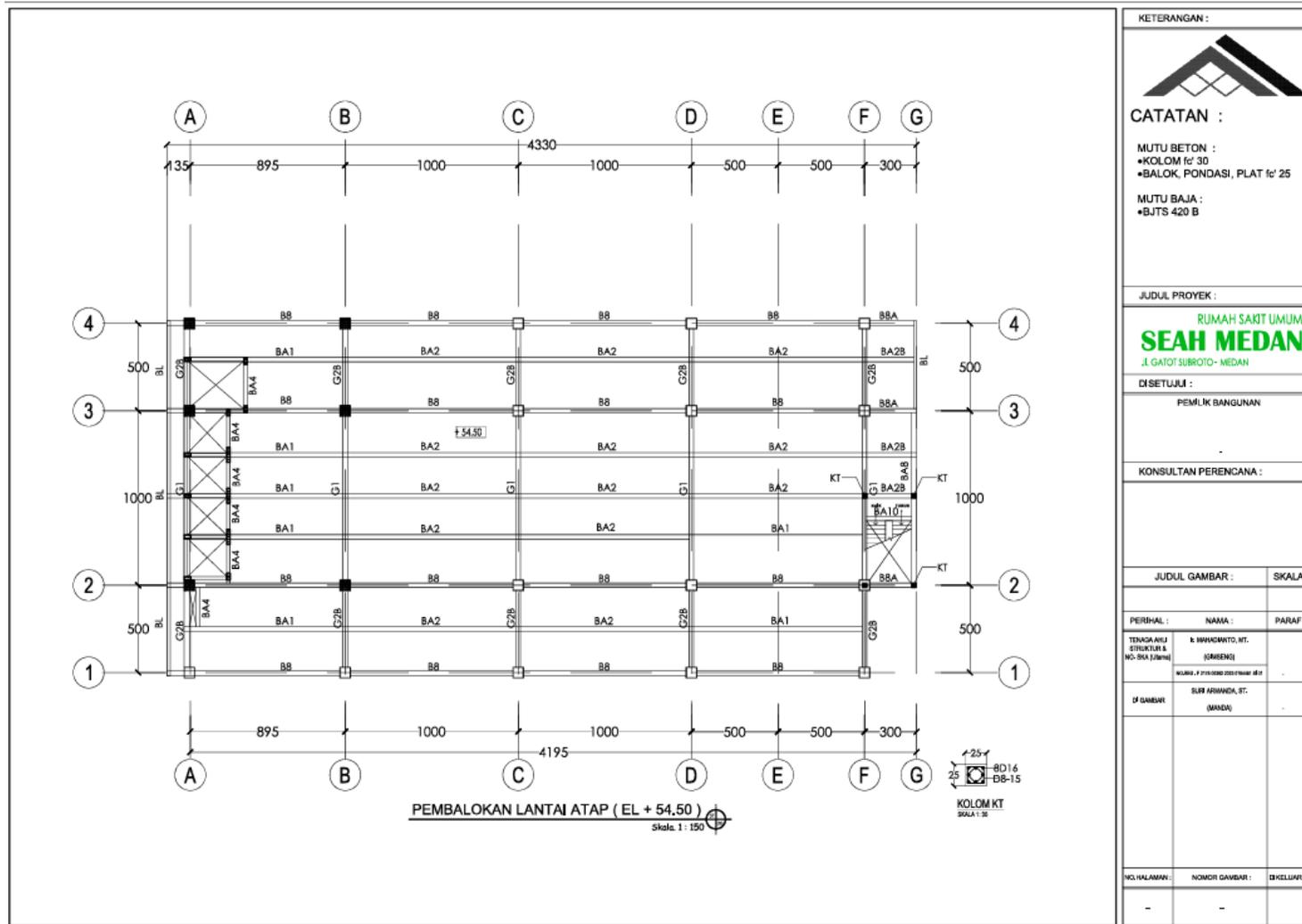
TENAGA AHLI STRUKTUR & NO. SSK (JURAH)	S. BAHANDANTO, MT. (SMBENG)
--	-----------------------------

DI GAMBAR	SUFER ARMANDA, ST. (MANDA)
-----------	----------------------------

NO. HALAMAN : NOMOR GAMBAR : DI KELLUAFKAN :

-	-	
---	---	--





KETERANGAN :



CATATAN :

- MUTU BETON :
  - KOLOM f'c' 30
  - BALOK, PONDASI, PLAT f'c' 25
- MUTU BAJA :
  - BJTS 420 B

JUDUL PROYEK :

RUMAH SAKIT UMUM  
**SEAH MEDAN**  
JL. GATOT SUBROTO - MEDAN

DISETUJUI :

PEMILIK BANGUNAN

KONSULTAN PERENCANA :

-

JUDUL GAMBAR : SKALA :

PERHAL : NAMA : PARAF :

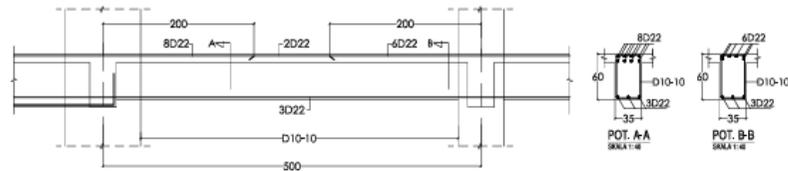
TEKNIK ANJUK STRUKTUR & NO. SKA (Jilid)	R. BAHANDANTO, MT. (MRENS)	
---	----------------------------	--

DJ. GAMBAR	SUPRI ARMANDA, ST. (MADA)	
------------	---------------------------	--

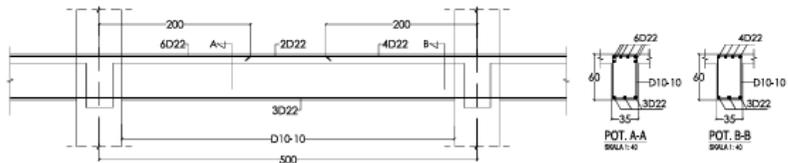
NOMOR HALAMAN : NOMOR GAMBAR : KEMULAIAN

-	-	
---	---	--

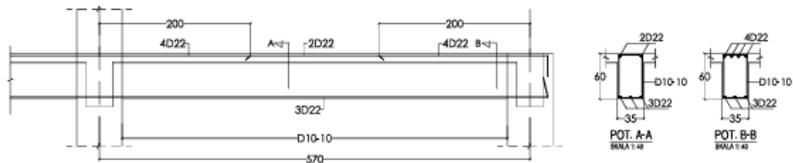




BALOK B3 (35x60)  
SKALA: 1/40



BALOK B3A (35x60)  
SKALA: 1/40



BALOK B3B (35x60)  
SKALA: 1/40

KETERANGAN :



CATATAN :

MUTU BETON :  
 •KOLOM f'c' 30  
 •BALOK, PONDASI, PLAT f'c' 25  
 MUTU BAJA :  
 •BJTS 420 B

JUDUL PROYEK :

RUMAH SAKIT UMUM  
**SEAH MEDAN**  
 JL. GATOT SUBROTO - MEDAN

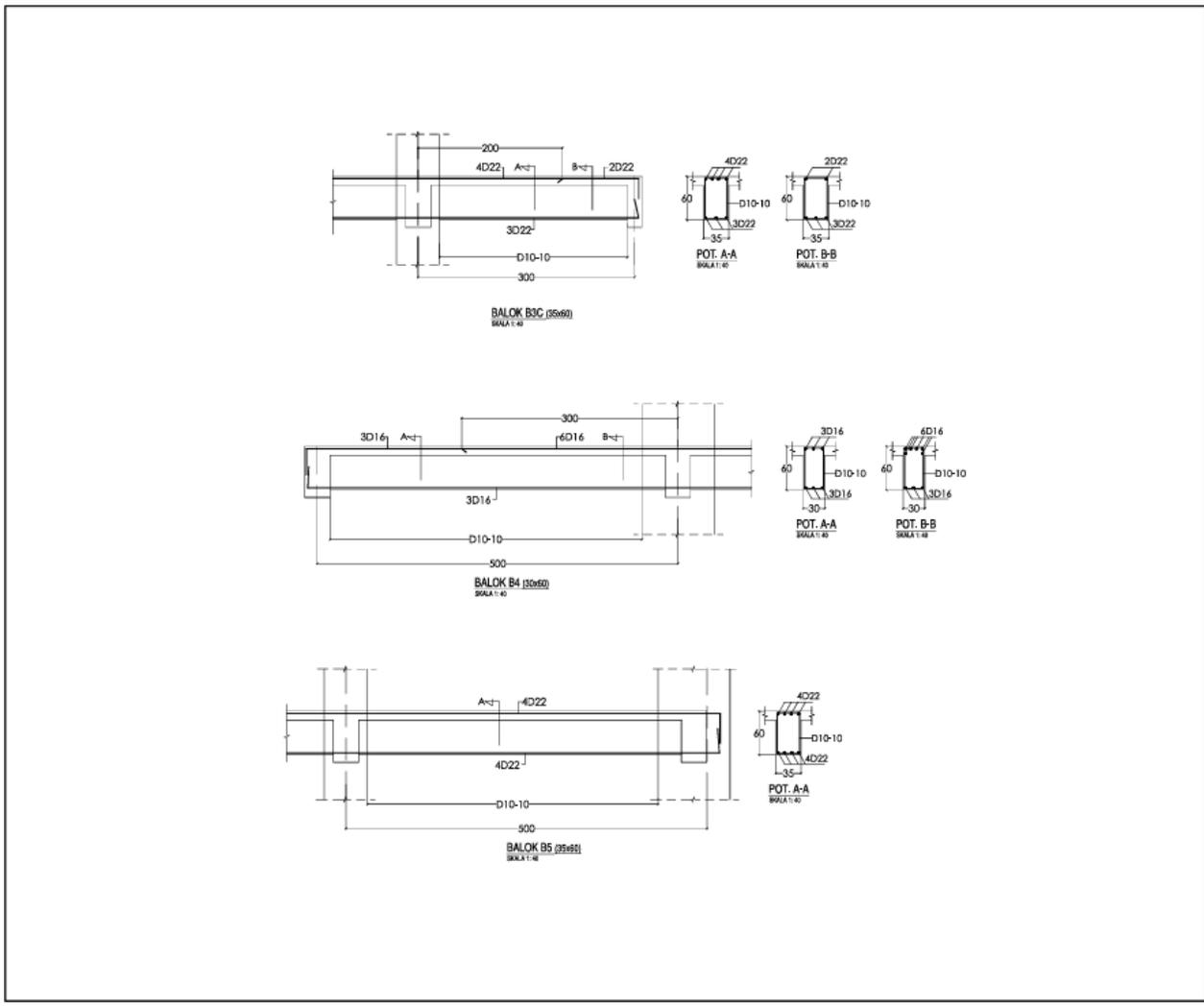
DISETUJUI :

PEMILIK BANGUNAN

KONSULTAN PERENCANA :

JUDUL GAMBAR : SKALA :

PERIBAH :	NAMA :	PARAF :
TENAGA AHLI STRUKTUR & NO SKA (JABAR)	1. MANIKMANTO, MT. (MUSEMI)	
DY GAMBIR	SUPRI ARMANDA, ST. (MANDA)	
KORREKSI :		
NO. HALAMAN :	NOMOR GAMBAR :	DIKELUARKAN :
-	-	



KETERANGAN :



**CATATAN :**  
 MUTU BETON :  
 •KOLOM f'c' 30  
 •BALOK, PONDASI, PLAT f'c' 25  
 MUTU BAJA :  
 •BJTS 420 B

JUDUL PROYEK :

RUMAH SAKIT UMUM  
**SEAH MEDAN**  
 J. GATOT SUBROTO - MEDAN

DISETUJUI :

PEMILIK BANGUNAN

KONSULTAN PERENCANA :

JUDUL GAMBAR : SKALA :

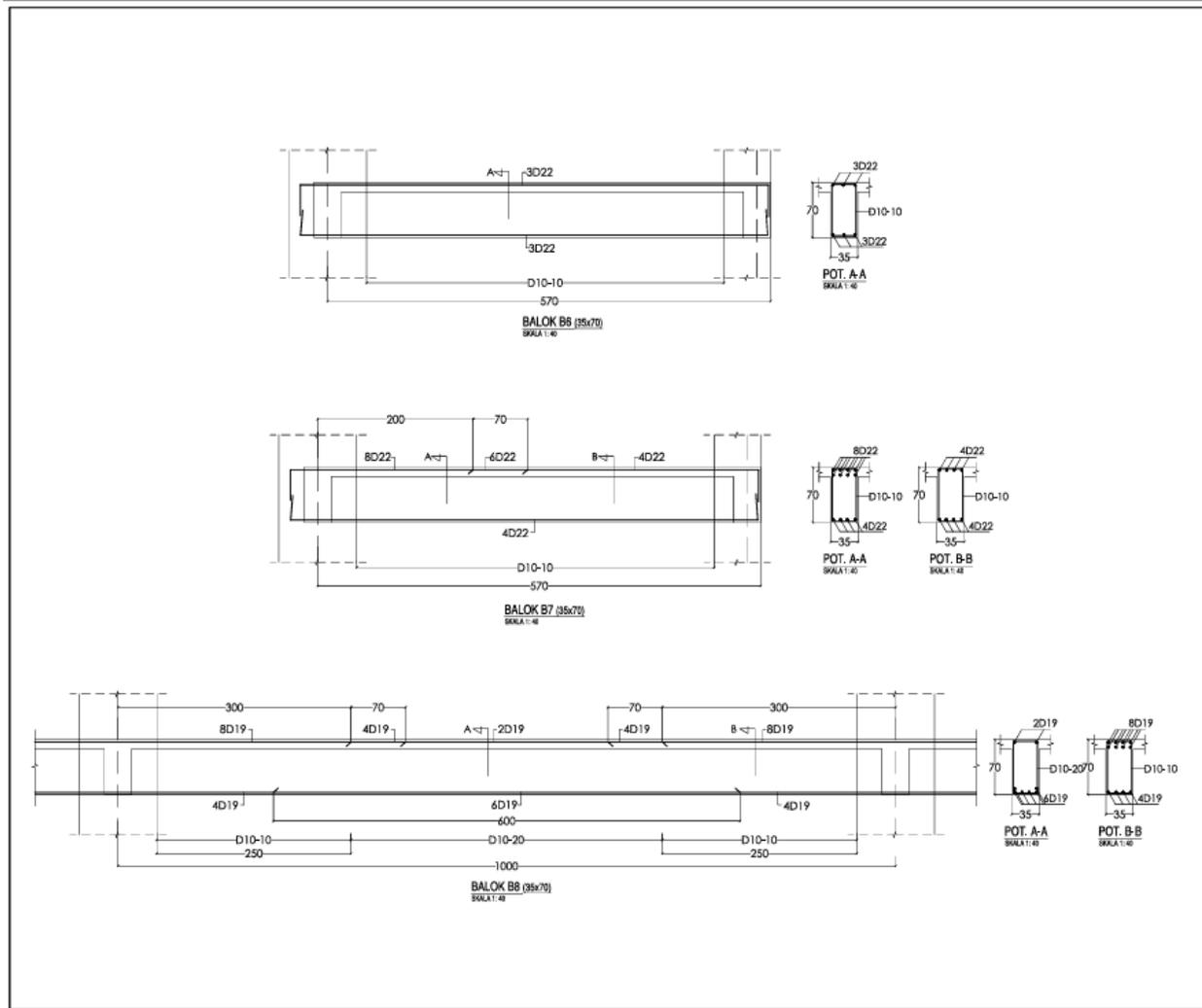
PERHAL : NAMA : PARAF :

TENAGA AHLI STRUKTUR & NO. SIPA (2019)	K. IMHAWANTO, MT. (RASEN)	
	NO. SIPA 1719/2019/STRUKTUR/MT	

DI GAMBAR	SURI APRIANDA, ST. (MADA)	
-----------	---------------------------	--

NO. HALAMAN : NOMOR GAMBAR : DIKELUARKAN

-	-	
---	---	--



KETERANGAN :

CATATAN :

MUTU BETON :  
 •KOLOM f'c/ 30  
 •BALOK, PONDASI, PLAT f'c/ 25

MUTU BAJA :  
 •BUJTS 420 B

JUDUL PROYEK :

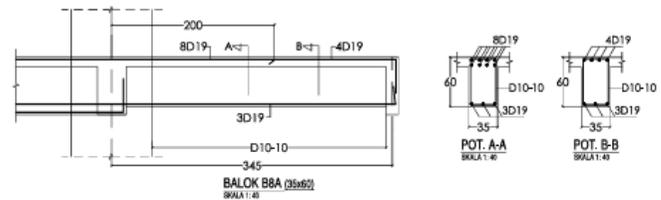
RUMAH SAKIT UMUM  
**SEAH MEDAN**  
 JL. GATOT SUBROTO - MEDAN

DISETJUI :

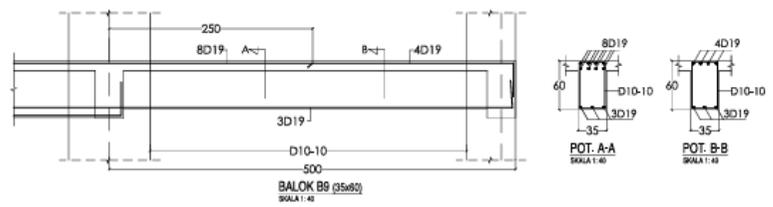
PEMILIK BANGUNAN

KONSULTAN PERENCANA :

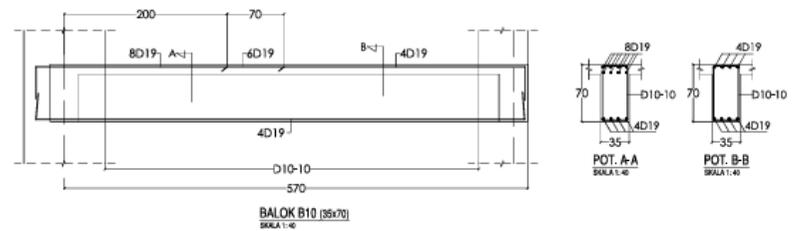
JUDUL GAMBAR :	SKALA :	
PERHAL :	NAMA :	PARAF :
TEKNIK/ARHIT. STRUKTUR & MTD (SALAH)	1. MANIKANTO, MT. (PUSKESMAS)	
DI GAMBAR :	SUP. ARS. MDA, ST. (MADA)	
NOVALAMANY :	NOMOR GAMBAR :	REKELLAMANN :
-	-	



BALOK B8A (35x60)  
SKALA 1:40



BALOK B9 (35x60)  
SKALA 1:40



BALOK B10 (35x70)  
SKALA 1:40

KETERANGAN :



CATATAN :

- MUTU BETON :  
 •KOLOM f'c' 30  
 •BALOK, PONDASI, PLAT f'c' 25
- MUTU BAJA :  
 •BJTS 420 B

JUDUL PROYEK :

RUMAH SAKIT UMUM  
**SEAH MEDAN**  
 J. GATOT SUBROTO - MEDAN

DISETUJUI :

PEMLIK BANGUNAN

KONSULTAN PERENCANA :

JUDUL GAMBAR : SKALA :

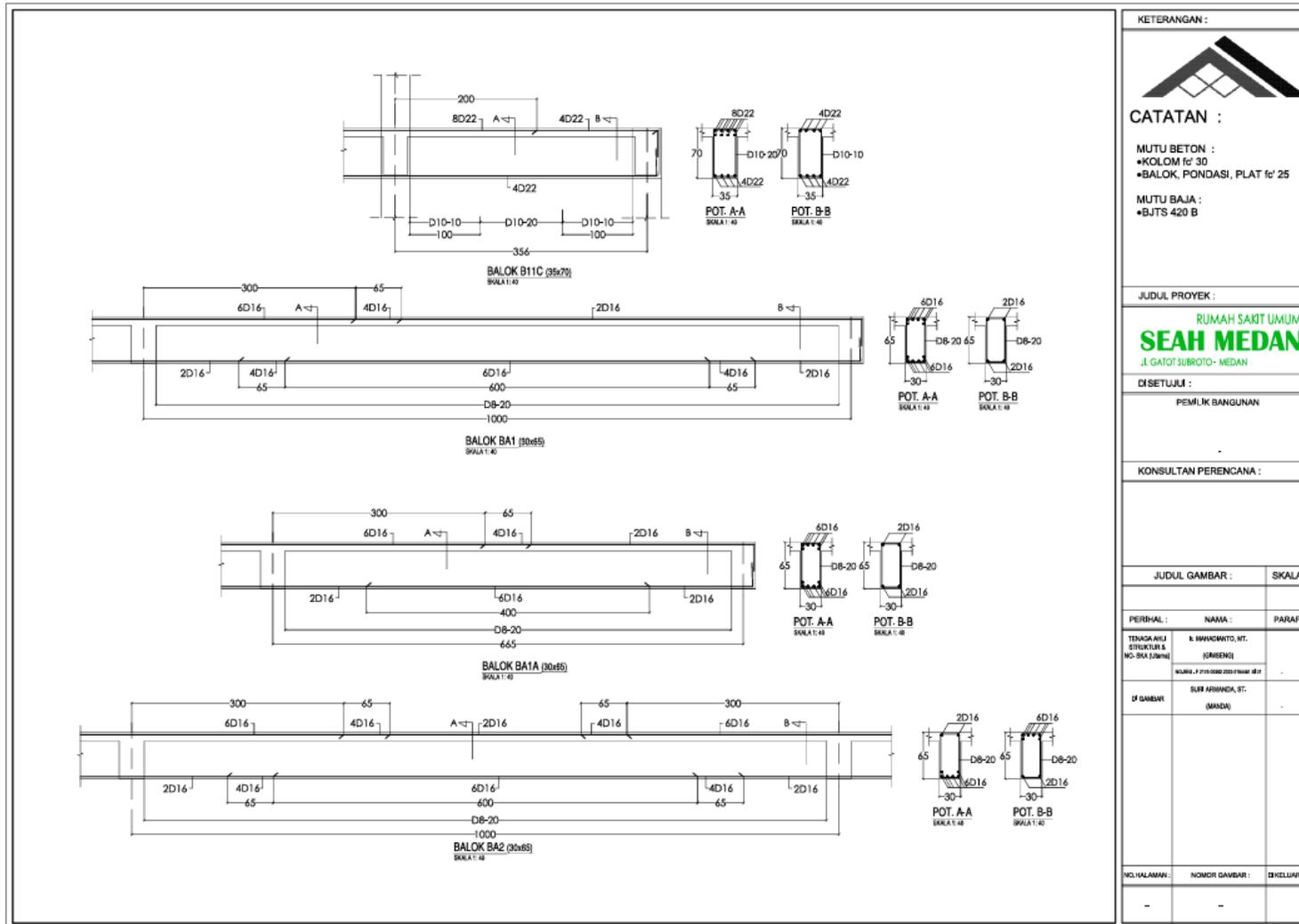
PERHAL : NAMA : PARAF :

TENAGA AHLI STRUKTUR & NO. SKA (JAWA)	Ir. MAHANTO, I.T. (MARS)	
	KORNO, P. P. 01000000000000000000	

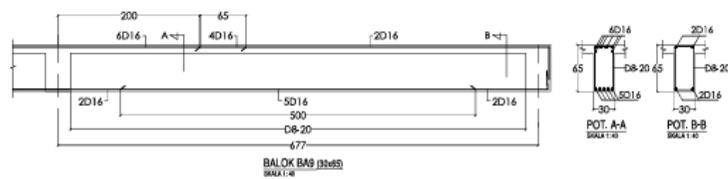
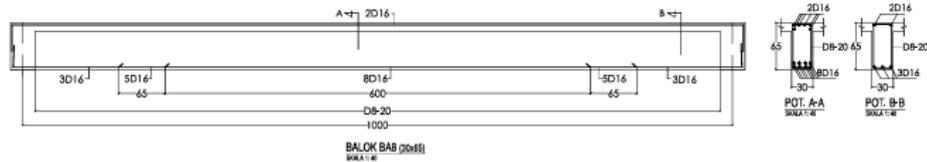
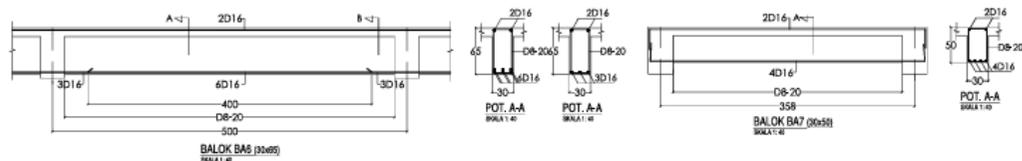
DI GAMBAR	SURI ARIFAH, ST. (MARS)	
-----------	-------------------------	--

NO. HALAMAN :	NOMOR GAMBAR :	DI KELLUAFKAN
---------------	----------------	---------------

-	-	
---	---	--







KETERANGAN :



CATATAN :

- MUTU BETON :  
 •KOLOM f'c 30  
 •BALOK, PONDASI, PLAT f'c 25
- MUTU BAJA :  
 •BJTS 420 B

JUDUL PROYEK :

RUMAH SAKIT UMUM  
**SEAH MEDAN**  
 J. GATOT SUBROTO - MEDAN

DISETUJUI :

PEMLIK BANGUNAN

KONSULTAN PERENCANA :

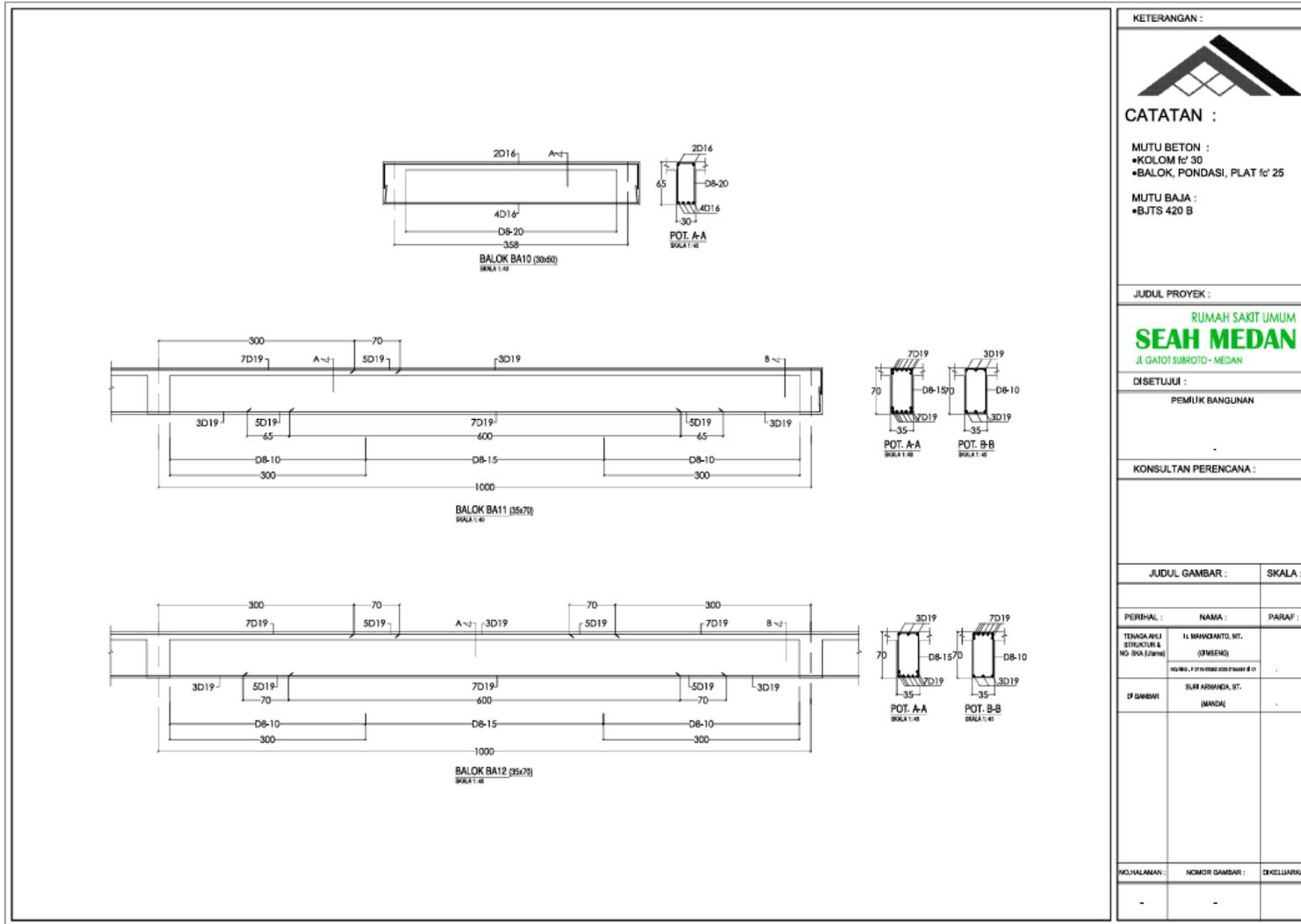
JUDUL GAMBAR : SKALA :

PERIBAL : NAMA : PARAF :

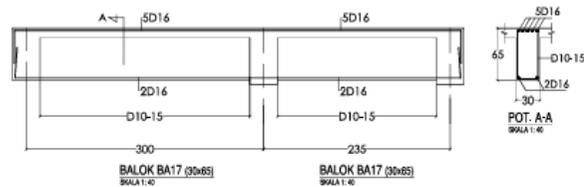
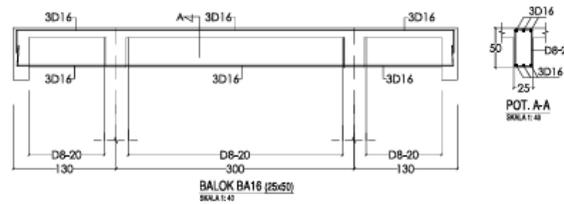
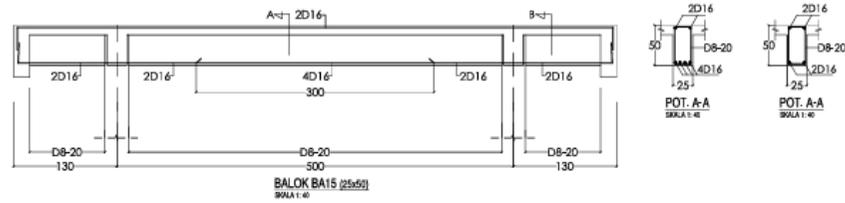
TEKNIKUS STRUKTUR & NO. SKA (SAR) : & IMAHARTO, NT. (JURBENG)

IP GABUNG : SURY ARINDA, ST. (MANDI)

NO. HALAMAN : NOMOR GAMBAR : KELLUAR/KAN







KETERANGAN :



CATATAN :

MUTU BETON :  
 •KOLOM f'c' 30  
 •BALOK, PONDASI, PLAT f'c' 25  
 MUTU BAJA :  
 •BJTS 420 B

JUDUL PROYEK :

RUMAH SAKIT UMUM  
**SEAH MEDAN**  
 JL. GATOT SUBROTO - MEDAN

DISETUJUI :

PEMILIK BANGUNAN

KONSULTAN PERENCANA :

JUDUL GAMBAR : SKALA :

PERHAL : NAMA : PARAF :

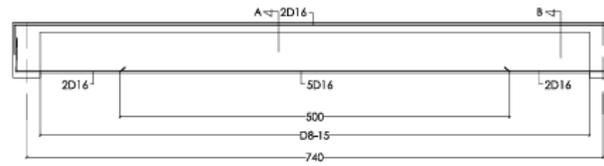
TIMAGA ARI  
 STRUKTUR &  
 NO. SKA (JABAR)

1. MAHENDI, ST.  
 (MSENI)

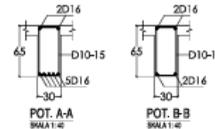
OF GAMBAR

SURYA KURNIA, ST.  
 (MADA)

MUHALAMAN : NOMOR GAMBAR : DISKUSI/REVISI

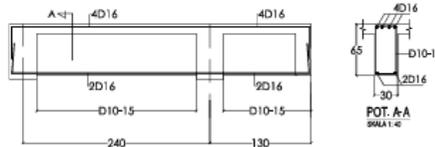


BALOK BA18 (30x65)  
SKALA 1:40

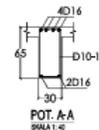


POT. A-A  
SKALA 1:40

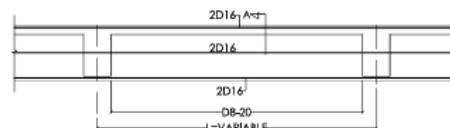
POT. B-B  
SKALA 1:40



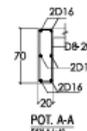
BALOK BA19 (30x65)  
SKALA 1:40



POT. A-A  
SKALA 1:40



BALOK BL (20x70)  
SKALA 1:40



POT. A-A  
SKALA 1:40

KETERANGAN :



CATATAN :

- MUTU BETON :  
 •KOLOM f'c' 30  
 •BALOK, PONDASI, PLAT f'c' 25
- MUTU BAJA :  
 •BJTS 420 B

JUDUL PROYEK :

RUMAH SAKIT UMUM  
**SEAH MEDAN**  
 JL. GATOT SUBROTO - MEDAN

DISETUJUI :

PEMILIK BANGUNAN

KONSULTAN PERENCANA :

JUDUL GAMBAR : SKALA :

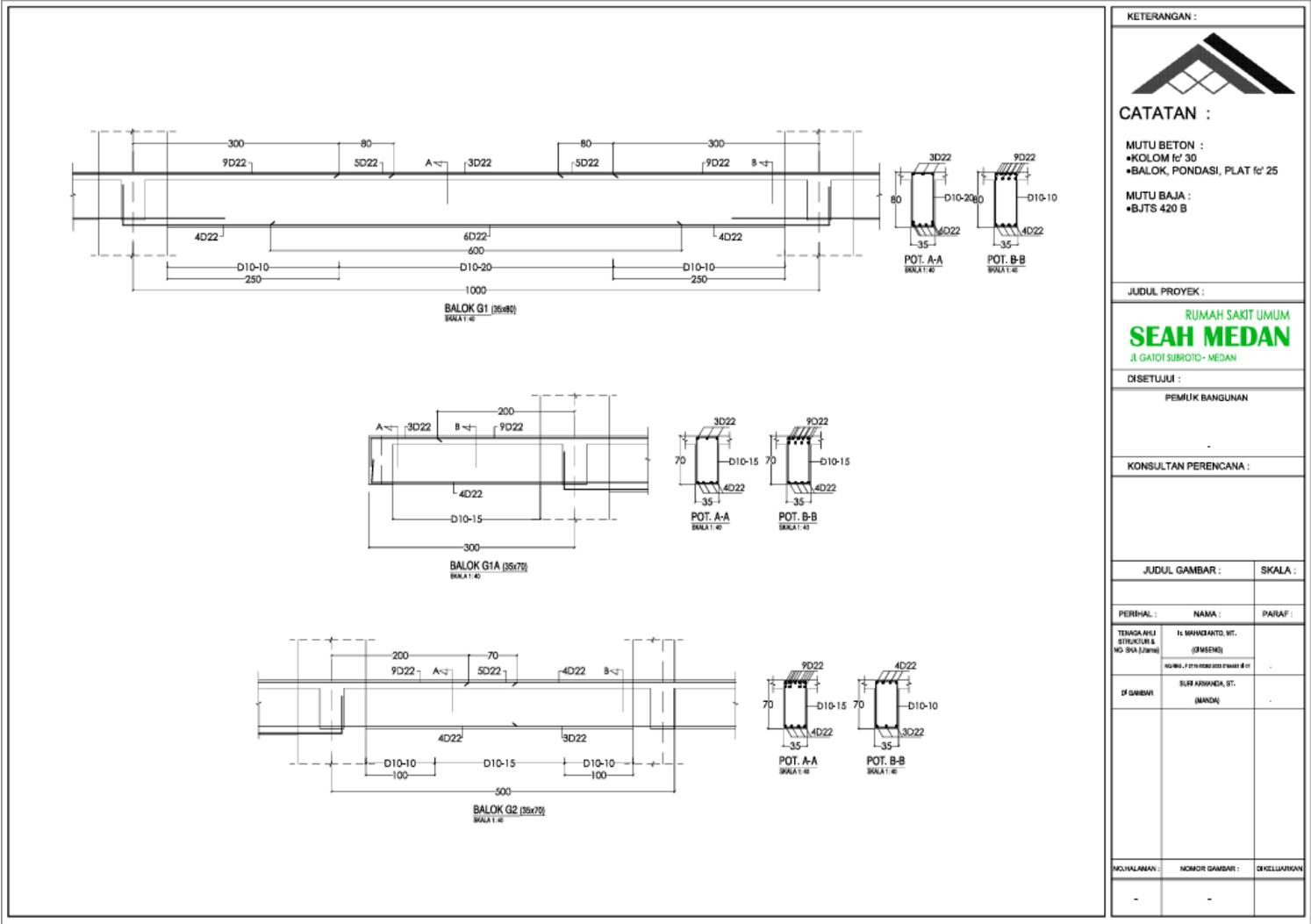
PERIBAL : NAMA : PARAF :

TERKASAHJI STRUKTUR & NO. SKA (SANGRE) & BAHADWARTO, NT. (SAMBENI)

IF GAMBAR: SURY ARWANDA, ST. (MANDA)

MULAI MAMAM : NOMOR GAMBAR : KELLUAPRON

- - -



**KETERANGAN :**

**CATATAN :**

MUTU BETON :  
 •KOLOM f'c 30  
 •BALOK, PONDASI, PLAT f'c 25

MUTU BAJA :  
 •BJTS 420 B

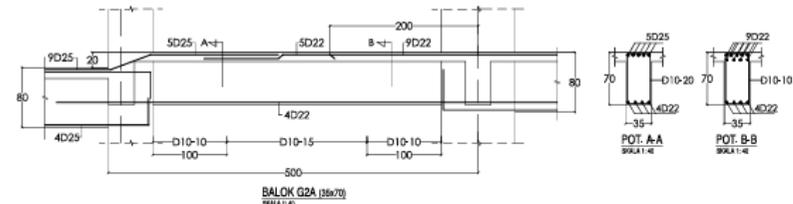
JUDUL PROYEK :  
**RUMAH SAKIT UMUM  
 SEAH MEDAN**  
 JL. GATOT SUBROTO - MEDAN

DISETUJULI :  
 PEMUK BANGUNAN

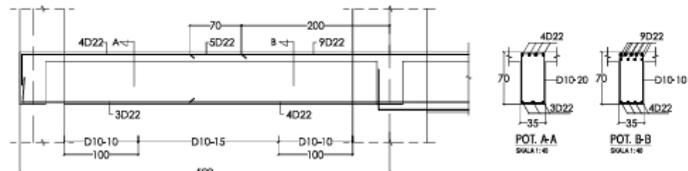
KONSULTAN PERENCANA :

JUDUL GAMBAR : SKALA :

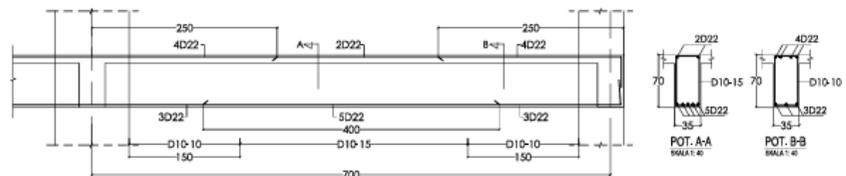
PERHAL :	NAMA :	PARAF :
TENAGA REKayasa STRUKTUR & NO. SKA (2018)	IL MANDHARTO, ST. (M.ENG)	
DI GAMBAR :	SURI ARWANDA, ST. (MANDA)	
NO. HALAMAN :	NOMOR GAMBAR :	DIKELUARKAN :
-	-	



BALOK G2A (38x70)  
SKALA 1:40



BALOK G2B (38x70)  
SKALA 1:40



BALOK G3 (38x70)  
SKALA 1:40

KETERANGAN :



CATATAN :

- MUTU BETON :
- KOLOM f'c' 30
  - BALOK, PONDASI, PLAT f'c' 25
- MUTU BAJA :
- BJTS 420 B

JUDUL PROYEK :

RUMAH SAKIT UMUM  
**SEAH MEDAN**  
J. GATOT SUBROTO - MEDAN

DISETUJUI :

PEMILIK BANGUNAN

KONSULTAN PERENCANA :

JUDUL GAMBAR : SKALA :

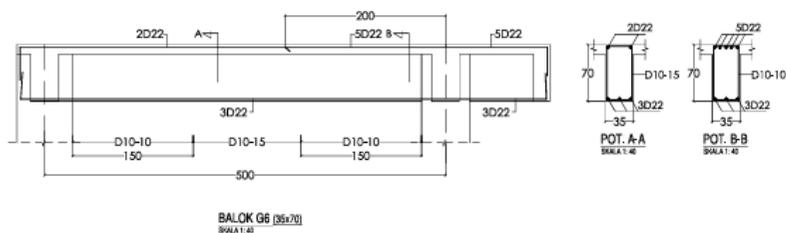
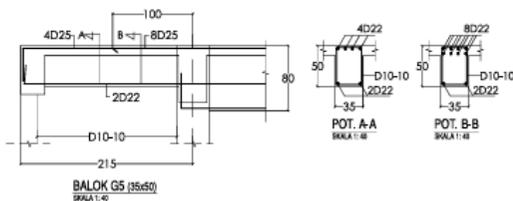
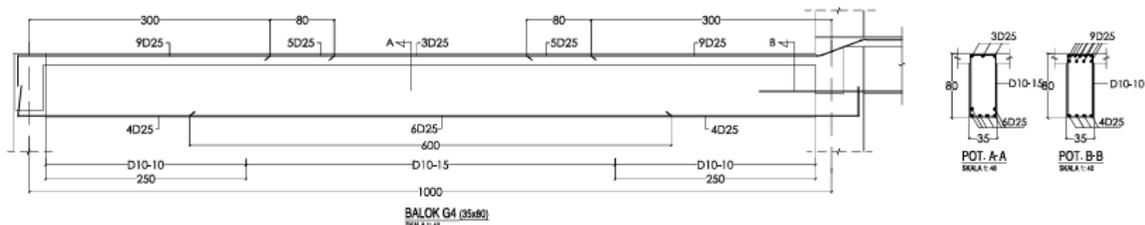
PERHAL : NAMA : PARAF :

TEKNIK AWAL STRUKTUR & NO-SKA (JAWA)	B. BHAWANANTO, MT. (GABENOR)	
--	---------------------------------	--

DI GAMBAR	SURYA ARWANDA, ST. (MANSU)	
-----------	-------------------------------	--

NOMOR HALAMAN : NOMOR GAMBAR : PERKELUARAN :

-	-	
---	---	--



KETERANGAN :



CATATAN :

- MUTU BETON :  
 •KOLOM f'c' 30  
 •BALOK, PONDASI, PLAT f'c' 25
- MUTU BAJA :  
 •BJTS 420 B

JUDUL PROYEK :

RUMAH SAKIT UMUM  
**SEAH MEDAN**  
 JL. GAIOT SUBROTO - MEDAN

DISETUJUI :

PEMUK BANGUNAN

KONSULTAN PERENCANA :

JUDUL GAMBAR : SKALA :

PERHAL : NAMA : PARAF :

TENAGA AHLI STRUKTUR & MCK (SIP) (SIP)	EL. MAMUKANTO, INT. (SIP/SEMI)	D10-10
	KOLONG, P. PERENCANA PERENCANA (SIP)	
DI GAMBAR	SUPRI ARWANDA, INT. (MANDA)	D10-10

NO. KUALIFIKASI : NO. GAMBAR : NO. KUALIFIKASI :

- - -



### Lampiran 3. Lembar Asistensi Seminar Proposal



LAPORAN TUGAS AKHIR  
 FAKULTAS TEKNIK  
 PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
 UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA  
 Jl. Kapten Mukhtar Basri No.3 Medan Telp. (061)6622400

#### LEMBAR ASISTENSI

Nama : Fita Tiara Murdela  
 NPM : 2307210207P  
 Program Studi : Teknik Sipil  
 Bidang Ilmu : Struktur  
 Judul Skripsi : Analisis Komparatif Efektivitas Metode Rotasi Bekisting Pada Pembangunan Gedung Fakultas Bahasa Dan Seni Universitas Negeri Medan

NO	HARI/TANGGAL	KETERANGAN	PABAF
①	27/12-2024	- Perbaiki Batasan masalah - Perbaiki Flow chart	
②	30/12-2024	Azi untuk Seminar proposal	

DOSEN PEMBIMBING .

(Ir. Tondi Amirsyah Putera, M.T)

## Lampiran 4. Lembar Asistensi Seminar Hasil



LAPORAN TUGAS AKHIR  
 FAKULTAS TEKNIK  
 PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
 UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA  
 Jl. Kapten Mukhtar Basri No.3 Medan Telp. (061)6622400

### LEMBAR ASISTENSI

Nama : Fita Tiara Murdela  
 NPM : 2307210207P  
 Program Studi : Teknik Sipil  
 Bidang Ilmu : Struktur  
 Judul Skripsi : Analisis Komparatif Efektivitas Metode Rotasi Bekisting  
 Pada Pembangunan Gedung Rumah Sakit Umum SEAH  
 Medan

NO	HARI/TANGGAL	KETERANGAN	PARAF
①	16/6-2015	- Sambi judul agar lebih tepat - Perbaiki tujuan - Latarasan Masalah - Masalah Standard Ritak 2 - kecilkan diagram Air - Tampak benar di perlihatkan - Pencerahan zona	
②	4/8-2015	- Lanjutkan keandian berikutnya	
③	12/8-2015	Ace untuk seminar hasil	

DOSEN PEMBIMBING

(Ir. Tondi Amirsyah Putra, M.T)

## Lampiran 5. Berita Acara Seminar Hasil

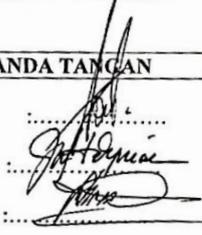
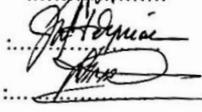
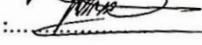
**DAFTAR HADIR SEMINAR  
TUGAS AKHIR TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK – UMSU**

Peserta seminar

Nama : Fita Tiara Murdela

NPM : 23072102107p

Judul Tugas Akhir : Analisis Komparatif Efektivitas Metode Rotasi Bekisting Pada Pembangunan Gedung Rumah Sakit Umum Seah Medan .

DAFTAR HADIR		TANDA TANGAN	
Pembimbing I	: Ir Tondi Amirsyah Putra ST.MT	:	
Pembanding I	: Dr Josef Hadipramana	:	
Pembanding II	: Dr. Fahrizal Zulkarnain	:	
No	NPM	Nama Mahasiswa	Tanda Tangan
1	2307210222P	SYFANA ISHIKA AISHA	
2	2307210214D	Beni Fajar Anas Siaraya	
3	2107210182	ANDIL WIRA YUSTISI SIRISGAR	
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			

Medan, 15 Rabiul Awal 1447 H  
08 September 2025 M

Ketua Prodi T. Sipil



Dr Josef Hadipramana

**DAFTAR EVALUASI SEMINAR FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA**

---

Nama : Fita Tiara Murdela  
NPM : 23072102107p  
Judul Tugas Akhir : Analisis Komparatif Efektivitas Metode Rotasi Bekisting Pada  
Pembangunan Gedung Rumah Sakit Umum Seah Medan.

Dosen Pembanding - I : Dr Josef Hadipramana  
Dosen Pembanding - II : Dr. Fahrizal Zulkarnain  
Dosen Pembimbing - I : Ir Tondi Amirsyah Putra ST.MT

*Ace perump 1. 1/9-20.*  
*J*

**KEPUTUSAN**

1. Baik dapat diterima ke sidang sarjana ( collogium)
2. Dapat mengikuti sidang sarjana (collogium) setelah selesai melaksanakan perbaikan antara lain :
  - *kebutuhan material dimajukan ke kuliv*
  - *perhitungan niches di munculkan ke buku*
  - *penyediaan referensi pada pembahasan bab. IV ketika*  
*menyebutkan hasil analisis*
3. Harus mengikuti seminar kembali  
Perbaikan :  
.....  
.....  
.....  
.....

Medan, 15 Rabiul Awal 1447 H  
08 September 2025 M

Diketahui :  
Ketua Prodi. T. Sipil

Dosen Pembanding- I

*Josef Hadipramana*  
Dr Josef Hadipramana

*Josef Hadipramana*  
Dr Josef Hadipramana

**DAFTAR EVALUASI SEMINAR FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA**

Nama : Fita Tiara Murdela  
NPM : 23072102107p  
Judul Tugas Akhir : Analisis Komparatif Efektivitas Metode Rotasi Bekisting Pada  
Pembangunan Gedung Rumah Sakit Umum Seah Medan .

Dosen Pembanding - I : Dr Josef Hadipramana  
Dosen Pembanding - II : Dr. Fahrizal Zulkarnain  
Dosen Pembimbing - I : Ir Tondi Amirsyah Putra ST.MT

**KEPUTUSAN**

1. Baik dapat diterima ke sidang sarjana ( collogium)
2. Dapat mengikuti sidang sarjana (collogium) setelah selesai melaksanakan perbaikan antara lain:
  - ..... *Libur dng Cah: Am 1 & 2* .....
  - ..... *Dari: Mikhlat Fgo 2m* .....
  - ..... *Alga 2m terakab* .....
3. Harus mengikuti seminar kembali  
Perbaikan :  
.....  
.....  
.....

*Acc Revisi 1/9/25  
AN  
Rizki Efrida*

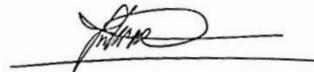
Medan 15 Rabiul Awal 1447 H  
08 September 2025 M

Diketahui :  
Ketua Prodi. T. Sipil

Dosen Pembanding- II



Dr Josef Hadipramana



Dr. Fahrizal Zulkarnain

## Lampiran 6. Tabel Harga Pekerjaan Bekisting Kolom Berdasarkan Rotasi

### 1) Rekapitulasi Harga Pekerjaan Bekisting Kolom Rotasi 2 Lantai

LANTAI	REKAPTULASI HARGA MATERIAL KOLOM (2 LT)															
	ZONA 1								ZONA 2							
	Triplek (lembar)	Hollow 50.50.1,6 (batang)	Lock Beam (batang)	Sekrup (kg)	Tie Rod (buah)	Wing Nut (buah)	Push Pull Prop (buah)	Kicker Brace (buah)	Triplek (lembar)	Hollow 50.50.1,6 (batang)	Lock Beam (batang)	Sekrup (kg)	Tie Rod (buah)	Wing Nut (buah)	Push Pull Prop (buah)	Kicker Brace (buah)
Lt. 1 - Lt. 2	Rp 10,454,400.00	Rp 16,080,000.00	Rp 238,200,000.00	Rp 11,336,079.96	Rp	238,200,000.00	Rp 105,600,000.00	Rp 79,200,000.00	Rp 5,880,600.00	Rp 8,640,000.00	Rp 116,700,000.00	Rp 6,586,145.97	Rp	116,700,000.00	Rp 52,800,000.00	Rp 39,600,000.00
Lt. 3 - Lt. 4																
Lt. 5 - Lt. 6																
Lt. 7 - Lt. 8	Rp 5,227,200.00			Rp 6,581,547.77					Rp 4,791,600.00			Rp 5,649,647.20				
Lt. 9 - Lt. 10																
Lt. 11 - Lt. 12																
Lt. 13	Rp 1,306,800.00			Rp 2,096,776.28					Rp 871,200.00			Rp 1,397,850.85				

### 2) Rekapitulasi Harga Pekerjaan Bekisting Kolom 2,5 Lantai

LANTAI	REKAPTULASI HARGA MATERIAL KOLOM (2,5 LT)															
	ZONA 1								ZONA 2							
	Triplek (lembar)	Hollow 50.50.1,6 (batang)	Lock Beam (batang)	Sekrup (kg)	Tie Rod (buah)	Wing Nut (buah)	Push Pull Prop (buah)	Kicker Brace (buah)	Triplek (lembar)	Hollow 50.50.1,6 (batang)	Lock Beam (batang)	Sekrup (kg)	Tie Rod (buah)	Wing Nut (buah)	Push Pull Prop (buah)	Kicker Brace (buah)
Lt. 1 - Lt. 3 Z1	Rp 13,721,400.00	Rp 18,100,000.00	Rp 260,500,000.00	Rp 15,180,169.80	Rp	260,500,000.00	Rp 120,000,000.00	Rp 90,000,000.00	Rp 5,880,600.00	Rp 7,200,000.00	Rp 97,250,000.00	Rp 6,586,145.97	Rp	97,250,000.00	Rp 44,000,000.00	Rp 33,000,000.00
Lt. 3 Z2 - Lt. 5																
Lt. 6 - Lt. 8 Z1																
Lt. 8 Z2 - Lt. 10	Rp 3,484,800.00			Rp 5,416,672.06					Rp 4,573,800.00			Rp 5,795,256.67				
Lt. 11 - Lt. 13 Z1																
Lt. 13 Z2																

### 3) Rekapitulasi Harga Pekerjaan Bekisting Kolom 3 Lantai

LANTAI	REKAPTULASI HARGA MATERIAL KOLOM (3 LT)															
	ZONA 1								ZONA 2							
	Triplek (lembar)	Hollow 50.50.1,6 (batang)	Lock Beam (batang)	Sekrup (kg)	Tie Rod (buah)	Wing Nut (buah)	Push Pull Prop (buah)	Kicker Brace (buah)	Triplek (lembar)	Hollow 50.50.1,6 (batang)	Lock Beam (batang)	Sekrup (kg)	Tie Rod (buah)	Wing Nut (buah)	Push Pull Prop (buah)	Kicker Brace (buah)
Lt. 1 - Lt. 3	Rp 13,721,400.00	Rp 14,480,000.00	Rp 208,400,000.00	Rp 15,180,169.80	Rp	208,400,000.00	Rp 96,000,000.00	Rp 72,000,000.00	Rp 8,058,600.00	Rp 8,400,000.00	Rp 111,900,000.00	Rp 9,177,994.43	Rp	111,900,000.00	Rp 51,200,000.00	Rp 38,400,000.00
Lt. 4 - Lt. 6																
Lt. 7 - Lt. 9																
Lt. 10 - Lt. 12	Rp 4,791,600.00			Rp 7,513,448.34					Rp 3,049,200.00			Rp 4,368,283.92				
Lt. 13																

## Lampiran 7. Tabel Harga Pekerjaan Bekisting Balok Berdasarkan Rotasi

### 1) Rekapitulasi Harga Pekerjaan Bekisting Balok 2 Lantai

REKAPITULASI HARGA MATERIAL BALOK PER LANTAI (2 LT)												
LANTAI	ZONA 1											
	Triplek	Hollow 50.50.1,6	Balok Suri	Besi Siku	Paku	Sekrup	Main Frame	Cross Brace	Joint Pin	U Head Jack	Jack Base	
	(lembar)	(batang)	(batang)	(buah)	(kg)	(buah)	(buah)	(buah)	(buah)	(buah)	(buah)	
Lt. 1 - Lt. 2	Rp 11,107,800.00	Rp 104,460,000.00	Rp 158,400,000.00	Rp 177,408,000.00	Rp 21,542,938.92	Rp 19,991,847.32	Rp 96,840,000.00				Rp 58,104,000.00	Rp 58,104,000.00
Lt. 3 - Lt. 4					Rp 20,462,181.74							
Lt. 5 - Lt. 6					Rp 20,462,181.74							
Lt. 7 - Lt. 8	Rp 10,454,400.00				Rp 19,835,986.17	Rp 18,407,795.17						
Lt. 9 - Lt. 10					Rp 17,081,364.30							
Lt. 11 - Lt. 12					Rp 17,081,364.30							
Lt. 13 - Atap	Rp 9,147,600.00				Rp 17,081,364.30	Rp 15,851,506.07						

REKAPITULASI HARGA MATERIAL BALOK PER LANTAI (2 LT)												
LANTAI	ZONA 2											
	Triplek	Hollow 50.50.1,6	Balok Suri	Besi Siku	Paku	Sekrup	Main Frame	Cross Brace	Joint Pin	U Head Jack	Jack Base	
	(lembar)	(batang)	(batang)	(buah)	(kg)	(buah)	(buah)	(buah)	(buah)	(buah)	(buah)	
Lt. 1 - Lt. 2	Rp 10,672,200.00	Rp 94,740,000.00	Rp 146,400,000.00	Rp 163,968,000.00	Rp 19,856,218.88	Rp 18,426,571.12	Rp 86,940,000.00				Rp 52,164,000.00	Rp 52,164,000.00
Lt. 3 - Lt. 4					Rp 18,274,296.04							
Lt. 5 - Lt. 6					Rp 18,274,296.04							
Lt. 7 - Lt. 8	Rp 8,712,000.00				Rp 16,488,724.75	Rp 15,301,536.57						
Lt. 9 - Lt. 10					Rp 14,703,153.47							
Lt. 11 - Lt. 12					Rp 14,703,153.47							
Lt. 13 - Atap	Rp 7,840,800.00				Rp 14,703,153.47	Rp 13,644,526.42						

2) Rekapitulasi Harga Pekerjaan Bekisting Balok 2,5 Lantai

REKAPITULASI HARGA MATERIAL BALOK PER LANTAI (2,5 LT)											
LANTAI	ZONA 1										
	Triplek	Hollow 50.50.1,6	Balok Suri	Besi Siku	Paku	Sekrup	Main Frame	Cross Brace	Joint Pin	U Head Jack	Jack Base
	(lembar)	(batang)	(batang)	(buah)	(kg)	(buah)	(buah)	(buah)	(buah)	(buah)	(buah)
Lt. 1 - Lt. 3 Z1	Rp 16,552,800.00	Rp 126,950,000.00	Rp 192,375,000.00	Rp 215,460,000.00	Rp 31,774,029.79	Rp 29,486,299.64	Rp		117,600,000.00	Rp 70,560,000.00	Rp 70,560,000.00
Lt. 3 Z2 - Lt. 5					Rp 20,462,181.74						
Lt. 6 - Lt. 8 Z1					Rp 30,067,077.04						
Lt. 8 Z2 - Lt. 10	Rp 9,147,600.00				Rp 17,081,364.30	Rp 15,851,506.07					
Lt. 11 - Lt. 13 Z1					Rp 25,622,046.45						
Lt. 13 Z2 - Atap					Rp 8,540,682.15						

REKAPITULASI HARGA MATERIAL BALOK PER LANTAI (2,5 LT)											
LANTAI	ZONA 2										
	Triplek	Hollow 50.50.1,6	Balok Suri	Besi Siku	Paku	Sekrup	Main Frame	Cross Brace	Joint Pin	U Head Jack	Jack Base
	(lembar)	(batang)	(batang)	(buah)	(kg)	(buah)	(buah)	(buah)	(buah)	(buah)	(buah)
Lt. 1 - Lt. 3 Z1	Rp 10,672,200.00	Rp 78,950,000.00	Rp 122,000,000.00	Rp 136,640,000.00	Rp 19,856,218.88	Rp 18,426,571.12	Rp		72,450,000.00	Rp 43,470,000.00	Rp 43,470,000.00
Lt. 3 Z2 - Lt. 5					Rp 27,411,444.06						
Lt. 6 - Lt. 8 Z1					Rp 18,274,296.04						
Lt. 8 Z2 - Lt. 10	Rp 11,761,200.00				Rp 22,054,730.20	Rp 20,466,789.62					
Lt. 11 - Lt. 13 Z1					Rp 14,703,153.47						
Lt. 13 Z2 - Atap					Rp 14,703,153.47						

### 3) Rekapitulasi Harga Pekerjaan Bekisting Balok 3 Lantai

REKAPITULASI HARGA MATERIAL BALOK PER LANTAI (3 LT)												
LANTAI	ZONA 1											
	Triplek	Hollow 50.50.1,6	Balok Suri	Besi Siku	Paku	Sekrup	Main Frame	Cross Brace	Joint Pin	U Head Jack	Jack Base	
	(lembar)	(batang)	(batang)	(buah)	(kg)	(buah)	(buah)	(buah)	(buah)	(buah)	(buah)	
Lt. 1 - Lt. 3	Rp 16,552,800.00	Rp 101,560,000.00	Rp 153,900,000.00	Rp 172,368,000.00	Rp 31,774,029.79	Rp 29,486,299.64	Rp 94,080,000.00					Rp 56,448,000.00
Lt. 4 - Lt. 6					Rp 30,693,272.61							
Lt. 7 - Lt. 9					Rp 28,376,668.32							
Lt. 10 - Lt. 12	Rp 13,721,400.00				Rp 25,622,046.45	Rp 23,777,259.11						
Lt. 13 - Atap					Rp 17,081,364.30							

REKAPITULASI HARGA MATERIAL BALOK PER LANTAI (3 LT)											
LANTAI	ZONA 2										
	Triplek	Hollow 50.50.1,6	Balok Suri	Besi Siku	Paku	Sekrup	Main Frame	Cross Brace	Joint Pin	U Head Jack	Jack Base
	(lembar)	(batang)	(batang)	(buah)	(kg)	(buah)	(buah)	(buah)	(buah)	(buah)	(buah)
Lt. 1 - Lt. 3	Rp 15,463,800.00	Rp 92,160,000.00	Rp 142,400,000.00	Rp 159,488,000.00	Rp 28,993,366.90	Rp 26,905,844.49	Rp 84,600,000.00			Rp 50,760,000.00	Rp 50,760,000.00
Lt. 4 - Lt. 6					Rp 27,411,444.06						
Lt. 7 - Lt. 9					Rp 23,840,301.49						
Lt. 10 - Lt. 12	Rp 11,761,200.00				Rp 22,054,730.20	Rp 20,466,789.62					
Lt. 13 - Atap					Rp 14,703,153.47						

**Lampiran 8. Tabel Harga Pekerjaan Bekisting Plat Berdasarkan Rotasi**

**1) Rekapitulasi Harga Pekerjaan Bekisting Plat 2 Lantai**

REKAPITULASI HARGA MATERIAL PLAT PER LANTAI (2 LT)												
LANTAI	ZONA 1						ZONA 2					
	Triplek	Hollow 50.50.1,6	Balok Suri	Jack Base	U Head Jack	Support	Triplek	Hollow 50.50.1,6	Balok Suri	Jack Base	U Head Jack	Support
	(lembar)	(batang)	(batang)	(buah)	(buah)	(buah)	(lembar)	(batang)	(batang)	(buah)	(buah)	(buah)
Lt. 1 - Lt. 2	Rp 89,515,800.00	Rp 18,360,000.00	Rp 45,900,000.00	Rp 84,456,000.00	Rp 84,456,000.00	Rp 234,600,000.00	Rp 81,239,400.00	Rp 14,580,000.00	Rp 36,450,000.00	Rp 90,126,000.00	Rp 90,126,000.00	Rp 250,350,000.00
Lt. 3 - Lt. 4												
Lt. 5 - Lt. 6												
Lt. 7 - Lt. 8	Rp 65,122,200.00						Rp 61,637,400.00					
Lt. 9 - Lt. 10												
Lt. 11 - Lt. 12												
Lt. 13 - Atap	Rp 56,192,400.00						Rp 56,192,400.00					

**2) Rekapitulasi Harga Pekerjaan Bekisting Plat 2,5 Lantai**

REKAPITULASI HARGA MATERIAL PLAT PER LANTAI (2,5 LT)												
LANTAI	ZONA 1						ZONA 2					
	Triplek	Hollow 50.50.1,6	Balok Suri	Jack Base	U Head Jack	Support	Triplek	Hollow 50.50.1,6	Balok Suri	Jack Base	U Head Jack	Support
	(lembar)	(batang)	(batang)	(buah)	(buah)	(buah)	(lembar)	(batang)	(batang)	(buah)	(buah)	(buah)
Lt. 1 - Lt. 3 Z1	Rp 124,363,800.00	Rp 21,500,000.00	Rp 53,750,000.00	Rp 106,020,000.00	Rp 106,020,000.00	Rp 294,500,000.00	Rp 81,239,400.00	Rp 12,150,000.00	Rp 30,375,000.00	Rp 75,105,000.00	Rp 75,105,000.00	Rp 208,625,000.00
Lt. 3 Z2 - Lt. 5												
Lt. 6 - Lt. 8 Z1												
Lt. 8 Z2 - Lt. 10	Rp 56,192,400.00						Rp 80,368,200.00					
Lt. 11 - Lt. 13 Z1												
Lt. 13 Z2 - Atap												

**3) Rekapitulasi Harga Pekerjaan Bekisting Plat 3 Lantai**

REKAPITULASI HARGA MATERIAL PLAT PER LANTAI (3 LT)												
LANTAI	ZONA 1						ZONA 2					
	Triplek	Hollow 50.50.1,6	Balok Suri	Jack Base	U Head Jack	Support	Triplek	Hollow 50.50.1,6	Balok Suri	Jack Base	U Head Jack	Support
	(lembar)	(batang)	(batang)	(buah)	(buah)	(buah)	(lembar)	(batang)	(batang)	(buah)	(buah)	(buah)
Lt. 1 - Lt. 3	Rp 124,363,800.00	Rp 17,200,000.00	Rp 43,000,000.00	Rp 84,816,000.00	Rp 84,816,000.00	Rp 235,600,000.00	Rp 116,740,800.00	Rp 13,880,000.00	Rp 34,700,000.00	Rp 85,428,000.00	Rp 85,428,000.00	Rp 237,300,000.00
Lt. 4 - Lt. 6												
Lt. 7 - Lt. 9												
Lt. 10 - Lt. 12	Rp 84,288,600.00						Rp 84,288,600.00					
Lt. 13 - Atap												

**Lampiran 9. Tabel Analisa *Waste Material* Bekisting Kolom Akibat Potongan Berdasarkan Rotasi**

**1) *Waste Material* Bekisting Kolom Rotasi 2 Lantai**

WASTE MATERIAL KOLOM AKIBAT SISA POTONGAN (ROTASI 2 LANTAI)								
Material	Satuan	Lantai	Vol. Material Datang	Vol. Material Pasangan	Vol. Waste	Vol. Waste Karena Potongan	Harga Satuan	Waste Cost
Triplek	Lembar	Lt. 1 - Lt. 2	75	73.59	1.41	0.41	Rp 217,800.00	Rp 88,325.77
		Lt. 7 - Lt. 8	46	42.43	3.57	0.57	Rp 217,800.00	Rp 123,679.49
		Lt. 13	10	9.19	0.81	0.81	Rp 217,800.00	Rp 176,183.28

Note: Material triplek yang berlebih dapat disimpan sebagai material cadangan apabila terjadi kekurangan material triplek, maka dari itu Waste Cost dihitung dari volume triplek yang benar - benar terpotong.

**2) *Waste Material* Bekisting Kolom Rotasi 2,5 Lantai**

WASTE MATERIAL KOLOM AKIBAT SISA POTONGAN (ROTASI 2,5 LANTAI)								
Material	Satuan	Lantai	Vol. Material Datang	Vol. Material Pasangan	Vol. Waste	Vol. Waste Karena Potongan	Harga Satuan	Waste Cost
Triplek	Lembar	Lt. 1 - Lt. 3 Z1	90	87.94	2.06	0.06	Rp 217,800.00	Rp 12,467.45
		Lt. 8 Z2 - Lt. 10	37	34.22	2.78	0.78	Rp 217,800.00	Rp 169,013.03

Note: Material triplek yang berlebih dapat disimpan sebagai material cadangan apabila terjadi kekurangan material triplek, maka dari itu Waste Cost dihitung dari volume triplek yang benar - benar terpotong.

**3) Waste Material Bekisting Kolom Rotasi 3 Lantai**

WASTE MATERIAL KOLOM AKIBAT SISA POTONGAN (ROTASI 3 LANTAI)								
Material	Satuan	Lantai	Vol. Material Datang	Vol. Material Pasangan	Vol. Waste	Vol. Waste Karena Potongan	Harga Satuan	Waste Cost
Triplek	Lembar	Lt. 1 - Lt. 3	100	97.12	2.88	0.88	Rp 217,800.00	Rp 191,431.04
		Lt. 10 - Lt. 12	36	33.39	2.61	0.61	Rp 217,800.00	Rp 131,932.60
Note: Material triplek yang berlebih dapat disimpan sebagai material cadangan apabila terjadi kekurangan material triplek, maka dari itu Waste Cost dihitung dari volume triplek yang benar - benar terpotong.								

**Lampiran 10. Tabel Analisa Waste Material Bekisting Balok Akibat Potongan Berdasarkan Rotasi**

**1) Waste Material Bekisting Balok Rotasi 2 Lantai**

WASTE MATERIAL BALOK AKIBAT SISA POTONGAN (ROTASI 2 LANTAI)								
Material	Satuan	Lantai	Vol. Material Datang	Vol. Material Pasangan	Vol. Waste	Vol. Waste Karena Potongan	Harga Satuan	Waste Cost
Triplek	Lembar	Lt. 1 - Lt. 2	100	97.90	2.10	0.10	Rp 217,800.00	Rp 21,786.95
		Lt. 7 - Lt. 8	88	86.51	1.49	0.49	Rp 217,800.00	Rp 105,878.25
		Lt. 13 - Atap	78	75.75	2.25	0.25	Rp 217,800.00	Rp 55,042.64
Note: Material triplek yang berlebih dapat disimpan sebagai material cadangan apabila terjadi kekurangan material triplek, maka dari itu Waste Cost dihitung dari volume triplek yang benar - benar terpotong.								

**2) Waste Material Bekisting Balok Rotasi 2,5 Lantai**

WASTE MATERIAL BALOK AKIBAT SISA POTONGAN (ROTASI 2,5 LANTAI)								
Material	Satuan	Lantai	Vol. Material Datang	Vol. Material Pasangan	Vol. Waste	Vol. Waste Karena Potongan	Harga Satuan	Waste Cost
Triplek	Lembar	Lt. 1 - Lt. 3 Z1	125	122.79	2.21	0.21	Rp 217,800.00	Rp 45,858.50
		Lt. 8 Z2 - Lt. 10	96	92.96	3.04	0.04	Rp 217,800.00	Rp 8,095.80
Note: Material triplek yang berlebih dapat disimpan sebagai material cadangan apabila terjadi kekurangan material triplek, maka dari itu Waste Cost dihitung dari volume triplek yang benar - benar terpotong.								

**3) Waste Material Bekisting Balok Rotasi 3 Lantai**

WASTE MATERIAL BALOK AKIBAT SISA POTONGAN (ROTASI 3 LANTAI)								
Material	Satuan	Lantai	Vol. Material Datang	Vol. Material Pasangan	Vol. Waste	Vol. Waste Karena Potongan	Harga Satuan	Waste Cost
Triplek	Lembar	Lt. 1 - Lt. 3	147	144.23	2.77	0.77	Rp 217,800.00	Rp 167,668.61
		Lt. 10 - Lt. 12	117	113.62	3.38	0.38	Rp 217,800.00	Rp 82,563.96
Note: Material triplek yang berlebih dapat disimpan sebagai material cadangan apabila terjadi kekurangan material triplek, maka dari itu Waste Cost dihitung dari volume triplek yang benar - benar terpotong.								

**Lampiran 11. Tabel Analisa Waste Material Bekisting Plat Akibat Potongan Berdasarkan Rotasi**

**1) Waste Material Bekisting Plat Rotasi 2 Lantai**

WASTE MATERIAL PLAT AKIBAT SISA POTONGAN (ROTASI 2 LANTAI)								
Material	Satuan	Lantai	Vol. Material Datang	Vol. Material Pasangan	Vol. Waste	Vol. Waste Karena Potongan	Harga Satuan	Waste Cost
Triplek	Lembar	Lt. 1 - Lt. 2	784	782.64	1.36	0.36	Rp 217,800.00	Rp 77,777.09
		Lt. 7 - Lt. 8	582	579.34	2.66	0.66	Rp 217,800.00	Rp 144,758.57
		Lt. 13 - Atap	516	515.33	0.67	0.67	Rp 217,800.00	Rp 146,975.49
Note: Material triplek yang berlebih dapat disimpan sebagai material cadangan apabila terjadi kekurangan material triplek, maka dari itu Waste Cost dihitung dari volume triplek yang benar - benar terpotong.								

**2) Waste Material Bekisting Plat Rotasi 2,5 Lantai**

WASTE MATERIAL PLAT AKIBAT SISA POTONGAN (ROTASI 2,5 LANTAI)								
Material	Satuan	Lantai	Vol. Material Datang	Vol. Material Pasangan	Vol. Waste	Vol. Waste Karena Potongan	Harga Satuan	Waste Cost
Triplek	Lembar	Lt. 1 - Lt. 3 Z1	944	942.26	1.74	0.74	Rp 217,800.00	Rp 160,381.30
		Lt. 8 Z2 - Lt. 10	627	624.84	2.16	0.16	Rp 217,800.00	Rp 35,083.01
Note: Material triplek yang berlebih dapat disimpan sebagai material cadangan apabila terjadi kekurangan material triplek, maka dari itu Waste Cost dihitung dari volume triplek yang benar - benar terpotong.								

**3) Waste Material Bekisting Plat Rotasi 3 Lantai**

WASTE MATERIAL PLAT AKIBAT SISA POTONGAN (ROTASI 3 LANTAI)								
Material	Satuan	Lantai	Vol. Material Datang	Vol. Material Pasangan	Vol. Waste	Vol. Waste Karena Potongan	Harga Satuan	Waste Cost
Triplek	Lembar	Lt. 1 - Lt. 3	1107	1104.61	2.39	0.39	Rp 217,800.00	Rp 84,753.45
		Lt. 10 - Lt. 12	774	772.99	1.01	0.01	Rp 217,800.00	Rp 2,663.24
Note: Material triplek yang berlebih dapat disimpan sebagai material cadangan apabila terjadi kekurangan material triplek, maka dari itu Waste Cost dihitung dari volume triplek yang benar - benar terpotong.								

## DAFTAR RIWAYAT HIDUP



### DATA DIRI PENYUSUN

Nama Lengkap : Fita Tiara Murdela  
Tempat, Tanggal Lahir : Medan, 31 Agustus 2002  
Jenis Kelamin : Perempuan  
Alamat : Jl. Bambu V No. 27, Medan.  
Agama : Islam  
Nomor Handphone : 0823-6480-3037  
Nama Ayah : Murianto, S.E  
Nama Ibu : Delfannur Tanjung  
E-mail : [fitatiaramurdela@gmail.com](mailto:fitatiaramurdela@gmail.com)

### RIWAYAT PENDIDIKAN

No	Jenjang Pendidikan	Nama Sekolah	Tempat	Tahun Ijazah
1	SD	SD Swasta Islam Al-Ulum Terpadu Medan	Medan	2014
2	SMP	Madrasah Tsanawiyah Negeri 2 Medan	Medan	2017
3	SMA	SMA Negeri 1 Medan	Medan	2020
4	Diploma III	Politeknik Negeri Medan	Medan	2023
5	Strata I	Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara	Medan	-