

TESIS

RE-ENGINEERING PROYEK PEMBANGUNAN

PONDOK SHABRAN

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA

Disusun Dalam Rangka Memenuhi Salah Satu
Persyaratan Guna Mencapai Gelar Magister Teknik
(MT)



Oleh :

Dedi Achyadi

Nim : 20202200012

PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK SIPIL

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS ISLAM SULTAN AGUNG

2025

LEMBAR PERSETUJUAN TESIS

**RE-ENGINEERING PROYEK PEMBANGUNAN PONDOK
SHABRAN UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH
SURAKARTA**

Disusun Oleh :

Dedi Achyadi

Nim : 20202200012

Telah Diperiksa Dan Disetujui Oleh :

Tanggal,
بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Pembimbing I,

Pembimbing II,


Dr. Ir. H. Kartono Wibowo, MM., MT


Dr. Ir. H. Soedarsono.,M.Si

HALAMAN PENGESAHAN TESIS

RE-ENGINEERING PROYEK PEMBANGUNAN PONDOK
SHABRAN UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH
SURAKARTA

Disusun Oleh :

Dedi Achyadi

Nim : 20202200012

Dipertahankan di Depan Tim Penguji Tanggal

20 Februari 2026

Tim Penguji :

1. Ketua
(Dr. Ir. Kartono Wibowo, MT., MM)
2. Anggota
(Dr. Ir. Soedarsono, M.Si)
3. Anggota
(Prof Dr. Ir. Antonius, MT., IPU)

Tesis ini diterima sebagai salah satu persyaratan untuk
memperoleh gelas Magister Teknik (MT)

Semarang, 20 Februari 2026

Mengetahui,

Ketua Program Studi,

(Prof Dr. Ir. Antonius, MT., IPU)

Mengesahkan,

Dekan Fakultas Teknik

(Dr. Abdul Rochim, ST., MT)

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Dedi Achyadi

NIM : 20202200012

Dengan ini saya menyatakan bahwa Tesis yang berjudul:

RE-ENGINEERING PROYEK PEMBANGUNAN PONDOK SHABRAN UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA

Adalah benar hasil karya saya dan dengan penuh kesadaran bahwa saya tidak melakukan tindakan plagiasi atau mengambil alih seluruh atau sebagian besar karya tulis orang lain tanpa menyebutkan sumbernya. Jika saya terbukti melakukan tindakan plagiasi, saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan aturan yang berlaku.

Semarang, ..25.. Februari 2026



(Dedi Achyadi)

MOTTO

... إِنَّ اللَّهَ لَا يُغَيِّرُ مَا بِقَوْمٍ حَتَّىٰ يُغَيِّرُوا مَا بِأَنْفُسِهِمْ

Sesungguhnya Allah tidak akan mengubah keadaan suatu kaum sebelum mereka mengubah keadaan dari mereka sendiri. (Q.S Ar-Ra'd Ayat 11)

وَمَنْ جَاهَدَ فَإِنَّمَا يُجَاهِدُ لِنَفْسِهِ إِنَّ اللَّهَ لَغَنِيٌّ عَنِ الْعَالَمِينَ

Barang siapa yang bersungguh-sungguh, sesungguhnya kesungguhan tersebut untuk kebaikan dirinya sendiri. (Q.S 29 Al-Ankabut Ayat 6)

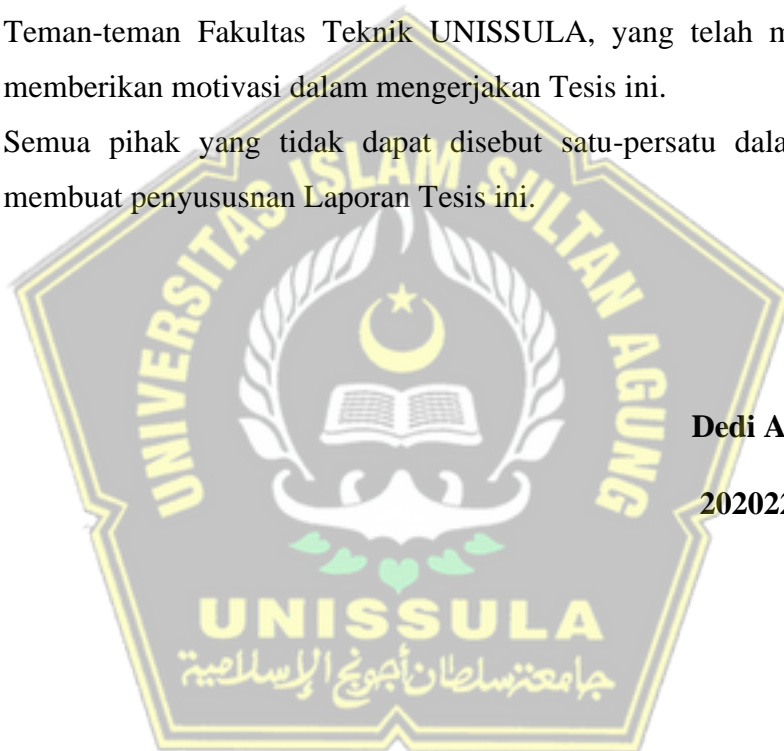
كُنْتُمْ خَيْرَ أُمَّةٍ أُخْرِجَتْ لِلنَّاسِ تَأْمُرُونَ بِالْمَعْرُوفِ وَتَنْهَوْنَ عَنِ الْمُنْكَرِ
وَتُؤْمِنُونَ بِاللَّهِ وَلَوْ آمَنَ أَهْلُ الْكِتَابِ لَكَانَ خَيْرًا لَهُمْ مِنْهُمُ الْمُؤْمِنُونَ
وَآكْثَرُهُمُ الْفَاسِقُونَ

Kamu (umat Islam) adalah umat terbaik yang dilahirkan untuk manusia, (karena kamu) menyuruh (berbuat) yang makruf, dan mencegah dari yang mungkar, dan beriman kepada Allah. Sekiranya Ahli Kitab beriman, tentulah itu lebih baik bagi mereka. Di antara mereka ada yang beriman, namun kebanyakan mereka adalah orang-orang fasik. (Q.S Ali'Imran Ayat 110)

HALAMAN PERSEMBAHAN

Alhamdulillah, Puji Syukur kehadiran Allah SWT atas segala rahmat dan hidayahNya, sehingga penulis bias menyelesaikan Laporan Tesis ini penulis persembahkan untuk :

1. Kedua orang tua saya,Istri dan anak , yang telah memeberikan dukungan kasih sayang , do'a, dan pendidikan untuk terus mengejar impian menjadi seseorang yang sukses serta mulia di dunia dan akhirat.
2. Teman-teman Fakultas Teknik UNISSULA, yang telah membantu dan memberikan motivasi dalam mengerjakan Tesis ini.
3. Semua pihak yang tidak dapat disebut satu-persatu dalam membantu membuat penyusunan Laporan Tesis ini.



Dedi Achyadi

20202200012

ABSTRAK

Proyek konstruksi bangunan gedung sering mengalami keterlambatan pelaksanaan dan pembengkakan biaya akibat pemilihan metode kerja yang kurang optimal, terutama pada pekerjaan struktur seperti pengecoran dan bekisting. Pada Proyek Pembangunan Pondok Shabran Universitas Muhammadiyah Surakarta, diperlukan upaya re-engineering metode pelaksanaan untuk mencapai percepatan waktu tanpa mengabaikan efisiensi biaya dan mutu pekerjaan. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan metode kerja pengecoran dan bekisting yang paling efektif dan efisien, serta memperoleh kombinasi metode pelaksanaan terbaik pada proyek pembangunan Pondok Shabran Universitas Muhammadiyah Surakarta.

Metode penelitian yang digunakan adalah metode kuantitatif dengan pendekatan studi kasus. Analisis dilakukan melalui tahapan re-engineering yang meliputi tahap informasi, kreatif, analisis, dan rekomendasi. Data penelitian diperoleh dari dokumen proyek berupa Rencana Anggaran Biaya (RAB), time schedule, dan gambar kerja. Variasi metode yang dianalisis meliputi beton ready mix konvensional dan beton ready mix dengan aditif Sika Viscocrete 8007, serta metode bekisting semi sistem dan bekisting sistem, dengan evaluasi berbasis analisis perbandingan waktu dan biaya.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan beton ready mix dengan aditif Sika Viscocrete 8007 mampu mempercepat pekerjaan pengecoran hingga 35 hari, sedangkan penggunaan bekisting sistem mempercepat pekerjaan bekisting hingga 40 hari, namun dengan biaya yang lebih tinggi. Kombinasi beton ready mix dengan aditif Sika Viscocrete 8007 dan sistem (Alternatif III) menghasilkan percepatan waktu 35 hari sekaligus efisiensi biaya sebesar Rp243.334.991 atau 0,941% dari total biaya proyek.

Kesimpulan penelitian ini menunjukkan bahwa penerapan re-engineering metode pelaksanaan dapat meningkatkan kinerja waktu dan biaya proyek, dengan Alternatif III sebagai metode yang paling optimal untuk proyek konstruksi bangunan gedung sejenis.

Kata Kunci : Re-engineering, pengecoran beton, bekisting, efisiensi biaya, percepatan waktu.

ABSTRACT

Building construction projects often experience schedule delays and cost overruns due to inappropriate selection of construction methods, particularly in structural works such as concrete casting and formwork. In the Pondok Shabran Development Project at Universitas Muhammadiyah Surakarta, a re-engineering approach is required to accelerate project completion while maintaining cost efficiency and work quality.

This study aims to identify the most effective and efficient methods for concrete casting and formwork, and to determine the optimal combination of construction methods for the Pondok Shabran building project.

The research adopts a quantitative method with a case study approach. The analysis is conducted through re-engineering stages, including information, creative, analysis, and recommendation phases. The data are obtained from project documents such as the Cost Budget Plan (RAB), project schedule, and working drawings. The methods evaluated include conventional ready-mix concrete and ready-mix concrete with Sika Viscocrete 8007 admixture, as well as semi-system and system formwork, using time–cost comparison analysis.

The results show that the use of ready-mix concrete with Sika Viscocrete 8007 accelerates concrete casting by 35 days, while system formwork reduces formwork duration by 40 days, although with higher costs. The combination of ready-mix concrete with Sika Viscocrete 8007 and system formwork (Alternative III) provides a 35-day schedule reduction and a cost efficiency of Rp243.334.991 or 0.941% of the total project cost.

In conclusion, the application of re-engineering in construction methods significantly improves project time and cost performance, with Alternative III identified as the most optimal solution for similar building construction projects.

Keywords : *Re-engineering, concrete casting, formwork, cost efficiency, schedule acceleration*

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah kita panjatkan puji syukur kehadirat Allah SWT yang telah memberikan rahmat, taufiq, dan hidayah-Nya. Tuhan semesta alam yang karena ridho-Nya penulis bisa menyelesaikan Thesis ini yang berjudul **Re-Engineering Proyek Pembangunan Pondok Shabran Universitas Muhammadiyah Surakarta**. Shalawat dan salam semoga tetap terlimpah curahkan kepada junjungan Nabi Muhammad SAW. Beserta para sahabatnya.

Tesis ini diajukan untuk memenuhi persyaratan dalam menyelesaikan Program Magister (S2) pada Fakultas Teknik Program Studi Magister Teknik Sipil Universitas Islam Sultan Agung (UNISSULA) Semarang. Untuk itu penyusun mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Dr. Abdul Rochim, ST., MT selaku Dekan Fakultas Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Islam Sultan Agung Semarang.
2. Bapak Prof. Dr. Ir Antonius, MT selaku Ketua Kaprodi Magister Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Islam Sultan Agung Semarang.
3. Bapak Dr. Ir. H. Kartono Wibowo, MM., MT₂ selaku Dosen Pembimbing ke 1 yang telah membimbing dengan penuh kesabaran, ke ikhlasan, dan tak lupa sering memberi saran dan masukan yang mendorong semangat.
4. Bapak Dr. Ir. H. Soedarsono, M.Si, selaku Dosen Pembimbing ke 2 yang telah membimbing dengan penuh kesabaran, ke ikhlasan, dan tak lupa sering memberi saran dan masukan yang mendorong semangat.
5. Terimakasih juga kepada rekan-rekan semua atas dukungan dan bantuan yang telah diberikan.

Penyusun menyadari bahwa Tesis ini masih memiliki kekurangan baik dari segi kualitas maupun kuantitas, serta keterbatasan ilmu pengetahuan yang dimiliki. Oleh karena itu, penyusun mengharapkan kritik dan saran yang membangun dan semoga laporan ini bermanfaat bagi institusi pendidikan di kemudian hari.

Semarang, 27 Januari 2026

Penyusun

DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN TESIS.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN TESIS.....	iii
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN.....	iv
MOTTO.....	v
HALAMAN PERSEMBAHAN.....	vi
ABSTRAK.....	vii
ABSTRACT.....	viii
KATA PENGANTAR.....	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR GAMBAR.....	xv
BAB I.....	1
PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang Permasalahan.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	2
1.4 Batasan Masalah.....	3
1.5 Manfaat Penelitian.....	3
1.6 Sistematika Penulisan.....	4
BAB II.....	5
TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Proyek Konstruksi.....	5
2.2 Manajemen Konstruksi.....	6
2.3 Re-Engineering.....	8
4.3.1 2.3.1 Manfaat Re-Engineering.....	9
4.3.2 2.3.2 Tujuan Re-Engineering.....	9
2.3.3 Tahapan Re-Engineering.....	10
2.4 Beton.....	12
2.5 Bahan Tambahan (Admixture).....	12
2.5.1 Sika Admixture.....	14
2.6 Bekisting.....	14
2.7 Rancangan Anggaran Biaya.....	18
2.7.1 Volume Pekerjaan.....	18

2.7.2	Harga Satuan Pekerjaan	18
2.7.3	Analisa Harga Satuan	19
2.7.4	Macam-Macam Biaya Proyek	19
2.8	Time Scedule	19
2.9	Penelitian Terdahulu	20
BAB III		24
3.1	Metode Penelitian	24
3.2	Objek Penelitian	24
3.3	Macam Atau Jenis Data	24
3.4	Pengolahan Data	26
3.4.1	Tahap Informasi	26
3.4.2	Tahap Kreatif	26
3.4.3	Tahap Analisis	27
3.4.4	Tahap Rekomendasi	29
3.5	Bagan Alir	29
BAB IV		31
HASIL DAN PEMBAHASAN		31
4.1	Data Proyek	31
4.1.1	Data Umum Proyek	31
4.1.2	Rencana Anggaran Biaya	32
4.1.3	Time Scedule	32
4.1.4	Dokumen Gambar Kerja	33
4.2	Analisis Re-Engineering Metode Pekerjaan Pengecoran dan Bekisting	33
4.2.1	Tahap Informasi	33
4.2.1.1	Breakdown Cost Model	33
4.2.2	Analisis Fungsi Metode Pengecoran dan Bekisting	38
4.2.2	Tahap Kreatif	41
4.2.3	Tahap Analisis Metode Pengecoran dan Bekisting	42
4.2.4	Analisis Data Pengecoran	42
4.2.5	Analisa Waktu Pengecoran	44
4.2.6	Analisa Biaya Pengecoran	46
4.2.7	Analisa Data Bekisting Awal	50
4.2.8	Analisa Waktu Bekisting Sistem	51
4.2.9	Analisa Biaya Bekisting	53
4.2.10	Perhitungan Gaji Pegawai	56
4.2.11	Biaya Operasional Umum dan Kantor	56

4.3	Komparasi Metode Pengecoran dan Bekisting Hitungan Awal	57
4.3.3	Komparasi Analisis Hasil Metode Bekisting Perhitungan Awal	60
4.3.4	Komparasi Analisis Hasil Metode Pengecoran dan Bekisting	61
4.4	Perhitungan Analisa Ulang Pekerjaan Bekisting	65
4.4.1	Komparasi Metode Pengecoran dan Bekisting	68
4.4.2	Komparasi Analisis Hasil Metode Pengecoran	71
4.4.3	Komparasi Analisis Hasil Metode Bekisting	72
4.4.4	Komparasi Analisis Hasil Metode Pengecoran dan Bekisting	73
4.5	Tahap Rekomendasi	78
4.6	Interpretasi Penelitian	79
BAB V		81
KESIMPULAN DAN SARAN		81
5.1	Kesimpulan	81
5.2	Saran	81
DAFTAR PUSTAKA		83



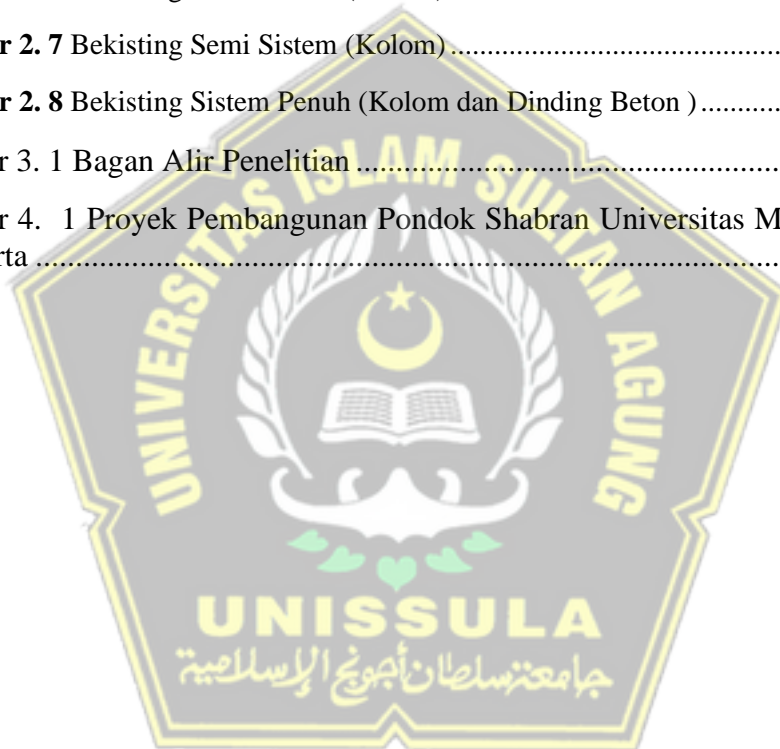
DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Penelitian Terdahulu Dan Rencana Penelitian Ini	20
Tabel 2. 2 Gap Penelitian	21
Tabel 4. 1 Rekapitulasi Biaya Proyek Pembangunan Pondok Shabran Universitas Muhammadiyah Surakarta	32
Tabel 4. 2 Breakdown Cost Model Rencana Anggaran Biaya.....	33
Tabel 4. 3 Breakdown Cost Model Pekerjaan Struktur.....	35
Tabel 4. 4 Breakdown Cost Model Pekerjaan Struktur Atas	36
Tabel 4. 5 Analisis Indeks Nilai Tukar	39
Tabel 4. 6 Harga Satuan Bahan dan Upah	42
Tabel 4. 7 Volume Pengecoran	42
Tabel 4. 8 Data Waktu Pekerjaan Plat Lantai	43
Tabel 4. 9 Data Waktu Pekerjaan Plat Lantai dengan Ready Mix dan Sika Viscocrete 8007.....	44
Tabel 4. 10 Perbandingan Waktu Pekerjaan Pengecoran.....	46
Tabel 4. 11 Pekerjaan Pengecoran Ready Mix K300	46
Tabel 4. 12 Biaya Pekerjaan Pengecoran Ready Mix K300	47
Tabel 4. 13 Analisa Harga Pemasangan Per m ³ Beton Ready Mix Dengan Sika Viscocrete 8007.....	48
Tabel 4. 14 Biaya Pekerjaan Pengecoran Ready Mix + Sika Viscocrete 8007 K300	49
Tabel 4. 15 Perbandingan Biaya Pengecoran.....	49
Tabel 4. 16 Volume Bekisting	50
Tabel 4. 17 Durasi Pekerjaan Bekisting Semi Sistem.....	50
Tabel 4. 18 Analisa Kapasitas Pekerjaan	51
Tabel 4. 19 Daftar Harga Satuan Tenaga Kerja	51
Tabel 4. 20 Daftar Harga Satuan Bahan.....	51
Tabel 4. 21 Analisa Waktu Pekerjaan Bekisting.....	52
Tabel 4. 22 Perbandingan Waktu Pekerjaan Bekisting.....	52
Tabel 4. 23 Analisa Harga Pemasangan Per m ² Bekisting Semi Sistem.....	53

Tabel 4. 24 Biaya Bekisting Semi Sistem.....	54
Tabel 4. 25 Analisa Harga Pemasangan Per m ² Bekisting Sistem 4x pakai	54
Tabel 4. 26 Biaya Bekisting Sistem	55
Tabel 4. 27 Perbandingan Biaya Pekerjaan bekisting	56
Tabel 4. 28 Perhitungan Gaji Pegawai	56
Tabel 4. 29 Biaya Operasional Umum dan Kantor	56
Tabel 4. 30 Perbandingan Biaya dan Waktu Pengecoran	57
Tabel 4. 31 Perbandingan Biaya dan Waktu Pekerjaan Bekisting.....	57
Tabel 4. 32 Efisiensi Biaya Pekerjaan Alternatif I.....	58
Tabel 4. 33 Efisiensi Biaya Pekerjaan Alternatif II	59
Tabel 4. 34 Efisiensi Biaya Pekerjaan Alternatif III	60
Tabel 4. 44 Analisis Komparasi Hasil Terhadap Waktu.....	61
Tabel 4. 45 Analisis Hasil Komparasi Hasil Terhadap Biaya.....	62
Tabel 4. 46 Analisis Komparasi Hasil Kombinasi	63
Tabel 4. 47 Selisih Biaya Hasil Kombinasi	64
Tabel 4. 36 Analisa Harga Pemasangan Per m ² Bekisting Sistem 6x pakai	66
Tabel 4. 37 Biaya Bekisting Sistem	67
Tabel 4. 38 Perbandingan Biaya Pekerjaan bekisting	68
Tabel 4. 39 Perbandingan Biaya dan Waktu Pengecoran	68
Tabel 4. 40 Perbandingan Biaya dan Waktu Pekerjaan Bekisting.....	68
Tabel 4. 41 Efisiensi Biaya Pekerjaan Alternatif I.....	69
Tabel 4. 42 Efisiensi Biaya Pekerjaan Alternatif II	70
Tabel 4. 43 Efisiensi Biaya Pekerjaan Alternatif III	71
Tabel 4. 44 Analisis Komparasi Hasil Terhadap Waktu.....	73
Tabel 4. 45 Analisis Hasil Komparasi Hasil Terhadap Biaya.....	74
Tabel 4. 46 Analisis Komparasi Hasil Kombinasi	75
Tabel 4. 47 Selisih Biaya Hasil Kombinasi	76

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 The Iron Triangle.....	6
Gambar 2. 2 Sika Viscocrete 8007	14
Gambar 2. 3 Bekisting Konvensional.....	15
Gambar 2. 4 Bekisting Semi Sistem (Balok).....	15
Gambar 2. 5 Bekisting Semi Sistem (Balok dan Plat).....	16
Gambar 2. 6 Bekisting Semi Sistem (Kolom)	16
Gambar 2. 7 Bekisting Semi Sistem (Kolom)	17
Gambar 2. 8 Bekisting Sistem Penuh (Kolom dan Dinding Beton).....	17
Gambar 3. 1 Bagan Alir Penelitian	30
Gambar 4. 1 Proyek Pembangunan Pondok Shabran Universitas Muhammadiyah Surakarta	31



BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Permasalahan

Kemajuan pada sektor konstruksi di Indonesia terus berkembang dan meningkat, baik dalam metode perencanaan maupun pelaksanaannya. Seiring dengan perkembangan tersebut, setiap proyek konstruksi memiliki sejumlah parameter utama yang harus dicapai, terutama biaya, waktu, dan mutu. Pelaksanaan proyek wajib mengikuti ketentuan dalam surat perjanjian, syarat umum dan khusus kontrak, serta spesifikasi teknis. Namun pada kenyataannya, setiap proyek sering menghadapi berbagai kendala yang dapat memicu keterlambatan, sehingga jadwal yang telah direncanakan tidak tercapai. Keterlambatan ini umumnya menimbulkan biaya tambahan (overcost) akibat bertambahnya durasi pekerjaan dan meningkatnya kebutuhan sumber daya.

Menurut Mike & Hughes, 2002 dalam (Jufri et al., 2023) Manajemen konstruksi merupakan rangkaian kegiatan perencanaan, pengorganisasian, pengarahan, dan pengendalian proyek oleh seluruh pihak terkait melalui pemanfaatan sumber daya secara optimal guna mencapai sasaran proyek. Fokus utamanya meliputi pengelolaan ruang lingkup, waktu, biaya, dan mutu pekerjaan. Pemilihan metode konstruksi perlu dilakukan secara terstruktur dan sistematis. Temuan penelitian menunjukkan bahwa penentuan metode tanpa prosedur yang jelas dapat menurunkan produktivitas proyek. Pendekatan yang diusulkan memanfaatkan pengalaman perusahaan serta data historis melalui sistem berbasis pengetahuan (knowledge-based system) untuk membantu pengambilan keputusan dalam menentukan metode konstruksi yang paling sesuai (Ferrada et al., 2013).

Dalam proyek pembangunan pondok shabran Universitas Muhammadiyah Surakarta dimana waktu pelaksanaan dalam kontrak 243 hari kalender atau sekitar 8 bulan dan untuk mentargetkan efisiensi waktu dan biaya, serta tetap berkualitas maka pihak penyedia jasa menargetkan penyelesaian proyek dalam 7 bulan, mengingat keterbatasan waktu dan

efisiensi biaya diperlukan penerapan beberapa metode percepatan. Salah satu upaya yang dapat diterapkan adalah percepatan pelaksanaan pekerjaan melalui penggunaan zat aditif pada beton serta pengaturan metode bekisting pelat lantai. penerapan metode percepatan tersebut diharapkan mampu mempersingkat durasi pekerjaan. namun demikian, setiap metode percepatan akan berdampak pada waktu dan biaya proyek, sehingga diperlukan analisis mengenai pengaruh penggunaan zat aditif dan metode bekisting terhadap kedua aspek tersebut. proyek yang akan diteliti penulis yaitu Proyek Pembangunan Pondok Shabran Universitas Muhammadiyah Surakarta.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang tersebut, rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Metode kerja apa yang dapat meningkatkan efektif dan efisien pada pekerjaan pengecoran plat lantai proyek pembangunan pondok shabran universitas muhammadiyah surakarta?
2. Metode kerja apa yang dapat meningkatkan efektif dan efisien pada pekerjaan bekisting plat lantai proyek pembangunan pondok shabran universitas muhammadiyah surakarta?
3. Metode kerja apa yang dapat meningkatkan efektif dan efisien dari pekerjaan pengecoran dan bekisting plat lantai apabila keduanya diterapkan pada proyek pembangunan pondok shabran universitas muhammadiyah surakarta?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah tersebut, penelitian ini bertujuan untuk:

1. Menentukan metode kerja paling efektif dan efisien pada pekerjaan pengecoran plat lantai, balok, dan kolom pada proyek pembangunan Pondok Shabran Universitas Muhammadiyah Surakarta.
2. Menentukan metode kerja paling efektif dan efisien pada pekerjaan bekisting plat lantai, balok, dan kolom pada proyek pembangunan Pondok Shabran Universitas Muhammadiyah Surakarta.

3. Menentukan metode kerja paling optimal pada pekerjaan pengecoran dan bekisting plat lantai, balok, dan kolom apabila diterapkan secara bersamaan pada proyek pembangunan Pondok Shabran Universitas Muhammadiyah Surakarta.

1.4 Batasan Masalah

Untuk mencegah penelitian meluas cakupannya dan menyimpang dari tujuan yang dimaksudkan, penulis telah menetapkan batasan untuk penelitian ini. *Re-engineering* dengan studi kasus proyek pembangunan pondok shabran universitas muhammadiyah surakarta dibatasi beberapa hal yaitu:

1. Proyek yang dianalisis adalah proyek pembangunan pondok shabran universitas muhammadiyah surakarta.
2. Perbandingan optimalisasi yang digunakan yaitu dengan metode bekisting sistem dan semi sistem serta pengecoran *ready mix* dan *ready mix* dicampur dengan sika viscocrete 8007.
3. Tidak meninjau dari segi analisa arsitektural.
4. Perhitungan biaya diambil sesuai dengan data yang diambil dari PT. Sinar Muhindo Kontruksi.
5. Time scedule yang digunakan sesuai dengan kontrak proyek dalam penelitian.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Temuan penelitian ini diharapkan bermanfaat, khususnya bagi para pemangku kepentingan yang terlibat dalam proyek konstruksi, karena memberikan wawasan untuk mempercepat kegiatan konstruksi dengan penggunaan aditif dalam beton.
2. Temuan penelitian ini diharapkan dapat meningkatkan pemahaman dalam bidang konstruksi dan manajemen konstruksi, khususnya mengenai dampak aditif pada biaya dan penjadwalan dalam proyek.

3. Penelitian ini diharapkan dapat menjadi rujukan bagi penelitian sejenis pada masa mendatang.

1.6 Sistematika Penulisan

Bab 1 : Pendahuluan

Bab ini memuat uraian pendahuluan yang meliputi latar belakang penelitian, rumusan masalah, tujuan penelitian, batasan masalah, manfaat penelitian, serta sistematika penulisan.

Bab II : Tinjauan Pustaka

Memuat berbagai komponen yang menjadi landasan dalam penentuan tema penelitian, penjelasan tahapan pelaksanaannya, serta penentuan metode analisis yang dirumuskan berdasarkan kajian literatur yang sesuai dengan penelitian ini

Bab III : Metode Penelitian

Bab ini menjelaskan metodologi penelitian, prosedur pengumpulan data, serta teknik penyajian dan analisis data yang digunakan.

Bab IV : Hasil Dan Pembahasan

Menjelaskan evaluasi kinerja bahan aditif, kajian terhadap upaya percepatan waktu pelaksanaan, serta analisis biaya yang timbul akibat perubahan rencana pelaksanaan.

Bab V : Penutup

Bab ini berisi tentang kesimpulan dan saran.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Proyek Konstruksi

Proyek adalah serangkaian kegiatan terencana yang dilaksanakan untuk mencapai tujuan tertentu dengan batasan waktu, biaya, dan sumber daya, serta melibatkan berbagai pihak dan bersifat sementara. (soeharto, 1995 dalam (Stephen P, 2022)).

Kegiatan proyek merupakan aktivitas sementara yang dilaksanakan dalam jangka waktu tertentu dengan pemanfaatan sumber daya yang telah ditetapkan untuk mencapai tujuan yang direncanakan. (soeharto, 1995 dalam (Stephen P, 2022)). Proyek memiliki tujuan spesifik berupa hasil atau produk tertentu, dilaksanakan dengan perencanaan biaya, jadwal, dan standar mutu yang jelas, bersifat sementara dengan batas waktu pelaksanaan yang terdefinisi, serta tidak berulang karena jenis dan intensitas kegiatannya dapat berubah selama proses berlangsung.

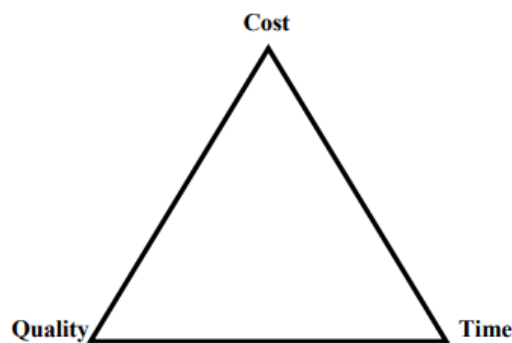
Proyek konstruksi adalah serangkaian kegiatan yang saling terkait untuk mewujudkan tujuan pembangunan dengan batasan waktu, biaya, dan mutu yang telah ditetapkan. Pelaksanaannya selalu membutuhkan berbagai sumber daya, meliputi tenaga kerja, material, peralatan, metode, dana, informasi, serta waktu. Selain itu, Proyek konstruksi memiliki tiga karakteristik utama yang dapat dianalisis melalui tiga dimensi kajian. (ervianto, 2005 dalam (Stephen P, 2022)): Proyek konstruksi bersifat unik karena setiap proyek memiliki karakteristik dan rangkaian aktivitas yang berbeda. Pelaksanaannya memerlukan pengelolaan berbagai sumber daya, seperti tenaga kerja, biaya, peralatan, metode, dan material, yang harus dikoordinasikan secara efektif oleh manajer proyek melalui struktur organisasi yang jelas guna memastikan pencapaian tujuan proyek.

2.2 Manajemen Konstruksi

Manajemen konstruksi memanfaatkan berbagai sumber daya meliputi tenaga kerja, peralatan, material, biaya, serta metode kerja melalui tahapan perencanaan, pelaksanaan, dan pengendalian, sehingga penyelesaian proyek dapat dicapai secara efisien, efektif, dan sesuai jadwal. (P, 2019) .

Manajemen konstruksi merupakan upaya pengelolaan sumber daya secara efektif dan efisien untuk mencapai tujuan proyek sesuai ketentuan yang berlaku, dengan peran utama mengoordinasikan dan mengendalikan aktivitas proyek yang kompleks melalui strategi manajemen yang adaptif selama pelaksanaan.(Kerzner, 2005).

pada awal tahun 1990-an, keberhasilan proyek secara langsung dikaitkan dengan ukuran-ukuran keberhasilan yang berorientasi pada tujuan proyek. Pada tingkat proyek, pencapaian tersebut dinilai berdasarkan ketepatan waktu, biaya yang dikeluarkan, serta mutu hasil pekerjaan. Waktu, biaya, dan mutu merupakan kriteria dasar dalam menentukan keberhasilan proyek. Hampir seluruh literatur terkait menekankan ketiga aspek tersebut serta menyoroti peran pentingnya dalam proyek konstruksi, termasuk menurut pandangan para pelaku proyek seperti walker,1995 dalam (Rani et al., 2013) . Ketiga kriteria tersebut dikenal sebagai *iron triangle*, yang berfungsi sebagai parameter utama bagi manajer proyek dan menjadi sasaran pokok dalam pelaksanaan proyek.



Gambar 2. 1 *The Iron Triangle*

Sumber : <https://blog.hptbydts.com/>

Modifikasi pada satu sisi akan berdampak pada sisi yang berlawanan. Akibatnya, pengendalian ketiga elemen ini sangat penting. Di samping manajemen biaya, kualitas, dan waktu, pengawasan juga diperlukan dalam manajemen sumber daya, pertimbangan lingkungan, penilaian risiko, dan sistem informasi. Operasi manajemen dilaksanakan melalui tugas perencanaan, koordinasi, implementasi, dan pengendalian (United States Federal transit Administration, 2009).

a. Perencanaan

Suatu proyek memerlukan perencanaan yang cermat untuk mencapai tujuannya, khususnya dengan menetapkan dasar bagi tujuannya dan menyiapkan semua rencana teknis dan administratif untuk pelaksanaannya. Hasil perencanaan, sebagai referensi Sebagai acuan pelaksanaan dan pengendalian, perencanaan perlu diperbarui secara berkelanjutan untuk menyesuaikan perubahan dan perkembangan selanjutnya.

b. Pengorganisasian

Pengenalan dan pengkategorian kategori tugas, penetapan pendelegasian wewenang dan akuntabilitas individu, dan pembentukan dasar bagi hubungan timbal balik di antara unsur-unsur organisasi.

c. Pelaksanaan

Penyelarasan semua anggota organisasi dalam kegiatan implementasi, memfasilitasi upaya kolaboratif menuju pencapaian tujuan bersama. Prosedur pemantauan dan pemutakhiran dilakukan secara konsisten untuk mencapai jadwal implementasi yang realistis dan sejalan dengan tujuan proyek. Jika terjadi penyimpangan dari rencana awal, penilaian dan tindakan perbaikan dilaksanakan untuk memastikan proyek tetap pada jalurnya.

d. Pengendalian (*Controlling*)

Kontrol memengaruhi hasil akhir suatu proyek. Tujuan operasi kontrol untuk mengurangi ketidaksesuaian yang mungkin timbul

selama proyek berlangsung. Aktivitas dalam proses kontrol mencakup pengawasan, inspeksi, dan koreksi selama fase implementasi.

2.3 Re-Engineering

Re-engineering adalah pendekatan perombakan radikal terhadap proses kerja (business processes) yang bertujuan melakukan desain ulang mendasar sehingga organisasi atau proyek mencapai peningkatan kinerja yang signifikan pada aspek biaya, waktu, kualitas, dan layanan. Definisi ini mengikuti gagasan dasar (Hammer, M., & Champy, 1993) bahwa re-engineering bukan sekadar perbaikan bertahap, melainkan pengamatan ulang dan perancangan ulang proses secara fundamental untuk menghasilkan perbaikan dramatis.

Menurut (Davenport, 1993) re-engineering dipandang sebagai sebuah pendekatan yang melibatkan analisis mendalam dan perancangan ulang atas alur kerja (workflow) dan proses-proses yang berjalan di dalam organisasi maupun lintas organisasi. Fokus utamanya adalah mengidentifikasi aktivitas yang tidak bernilai tambah, memperbaiki struktur proses yang tidak efisien, serta merancang ulang urutan kerja sehingga menghasilkan alur proses yang lebih rasional, lebih cepat, dan lebih responsif terhadap kebutuhan pemangku kepentingan. Dalam kerangka ini, re-engineering memerlukan pemahaman menyeluruh tentang hubungan antarunit, interaksi antarproses, dan keterkaitan berbagai fungsi organisasi.

Re-engineering merupakan upaya perombakan menyeluruh terhadap proses bisnis guna mencapai peningkatan signifikan dalam kinerja operasional organisasi. Perubahan radikal tersebut mencakup upaya mendesain ulang proses inti (core processes), menghilangkan aktivitas yang tidak memberi nilai tambah, mengoptimalkan pemanfaatan teknologi informasi, serta menata ulang mekanisme kerja sehingga seluruh proses dapat berjalan lebih cepat, lebih sederhana, dan lebih terukur. Menurut pandangan ini, re-engineering merupakan strategi transformasi komprehensif yang menekankan kebutuhan organisasi untuk beradaptasi

terhadap persaingan dan lingkungan yang berubah dengan cepat (Johansson, H. J., McHugh, P., Pendlebury, A. J., & Wheeler III, 1993)

4.3.1 2.3.1 Manfaat Re-Engineering

Penerapan re-engineering pada proyek gedung di Indonesia khususnya pekerjaan bekisting dan beton dengan tujuan mengatasi pembengkakan biaya dan keterlambatan, serta meningkatkan efisiensi biaya dan waktu (Wardani & Anggonowati, 2024). Mendesain kembali berbagai proses, termasuk unsur sumber daya manusia dan aliran informasi, dengan tujuan mencapai efisiensi operasional yang lebih tinggi serta peningkatan signifikan pada pengembalian investasi. Pendekatan ini menjadi relevan ketika proyek atau organisasi memiliki sistem administrasi dan proses internal yang perlu ditata ulang agar lebih efektif (Annastasia et al., 2025).

Penelitian (Cheng, 2003) menunjukkan bahwa re-engineering pada proses manajemen konstruksi mampu menghasilkan pendekatan kerja baru dan inovatif melalui perancangan ulang alur kegiatan secara fundamental, sehingga dapat memunculkan terobosan pada sistem pengelolaan proyek. Upaya perombakan proses melalui *construction process re-engineering* terbukti dapat mempercepat workflow, mengurangi langkah kerja yang tidak perlu, dan meningkatkan produktivitas proyek secara signifikan, sebagaimana ditunjukkan dalam studi *green process re-engineering* yang diadaptasi dalam sektor konstruksi (Hussain, M., Gunasekaran, A., & Yusuf, 2020). Penerapan strategi teknologi dan re-engineering pada organisasi konstruksi terbukti mampu memperbaiki struktur proses, meningkatkan kemampuan adaptasi, serta memperkuat posisi kompetitif perusahaan di industri konstruksi yang semakin dinamis. Studi (Sabki et al., 2005) mengenai *construction business process reengineering* (cbpr) menunjukkan bahwa perancangan ulang proses konstruksi dapat mengidentifikasi pemborosan, mengurangi biaya yang tidak perlu, serta meningkatkan efisiensi biaya operasional perusahaan.

4.3.2 2.3.2 Tujuan Re-Engineering

(Bennis, W., & Mische, 1996) menyebutkan tujuan rekayasa ulang, yakni:

- a. Meningkatkan produktivitas dengan membangun prosedur inovatif dan nonhierarkis yang menjaga aliran yang berkelanjutan dan terjadi dalam urutan dan kecepatan yang alami.
- b. Meningkatkan nilai pemegang saham melalui pendekatan inovatif.
- c. Meraih hasil yang luar biasa; berusaha untuk peningkatan minimal 50 persen.
- d. Mengintegrasikan fungsi untuk membangun organisasi yang lebih ramping, horizontal, dan efisien.
- e. Menghapus tingkat dan posisi organisasi yang berlebihan; yang memberikan nilai minimal kepada pemegang saham atau berkontribusi tidak signifikan terhadap daya saing ditata ulang dan dihapuskan.

2.3.3 Tahapan Re-Engineering

Tahapan pelaksanaan *re-engineering* meliputi beberapa langkah sebagai berikut:

1. Tahapan informasi

Tahap informasi dilakukan melalui pengumpulan data terkait objek penelitian untuk mengidentifikasi item pekerjaan dengan bobot dan biaya terbesar, yang dilaksanakan melalui beberapa metode berikut:

- a. *Breakdown*: metode yang menguraikan sistem dari tingkat tertinggi hingga terendah, dengan mencantumkan biaya dan durasi setiap komponen untuk menggambarkan distribusi pekerjaan.
- b. Analisis fungsi: tahapan penting dalam *re-engineering* yang membedakannya dari metode penghematan biaya lainnya, dilakukan dengan mengidentifikasi fungsi berbasis kata kerja dan kata benda. Selanjutnya dilakukan perbandingan antara nilai tukar dan nilai intrinsik melalui indeks nilai, yaitu rasio antara nilai tukar (nt) dan nilai primer (np) yang merepresentasikan biaya pemenuhan fungsi utama. (Sabrang, 1998) .

$$\text{Indeks nilai} = \frac{\text{Indeks Nilai Tukar}}{\text{Indeks Nilai Primer}}$$

- Jika nilai $Nt/np < 1$, maka re-engineering tidak layak dilakukan karena berpotensi menimbulkan kerugian.
- Jika nilai $Nt/np = 1$, maka re-engineering kurang layak dipertimbangkan karena berada pada kondisi impas (break even).
- Jika nilai $Nt/np > 1$, maka re-engineering layak dipertimbangkan untuk diterapkan. Tahap Kreatif

1. Tahap kreatif dalam *re-engineering* dilakukan melalui pengembangan ide dan alternatif solusi dengan metode studi kepustakaan dan *brainstorming*.

2. Tahap Analisis

Pada tahap ini dilakukan evaluasi terhadap alternatif hasil fase kreatif untuk menilai potensi pengembangan dan kelayakan penerapannya sebagai rekomendasi, melalui empat metode analisis berikut:

a. Metode analisis uji keabsahan data

Dalam penelitian kuantitatif, kualitas data ditentukan oleh validitas, reliabilitas, dan objektivitas. Validitas menunjukkan kesesuaian data dengan kondisi sebenarnya, reliabilitas mencerminkan konsistensi hasil pengukuran, sedangkan objektivitas diperoleh melalui observasi, pemeriksaan, atau pengukuran langsung terhadap objek penelitian.

b. Metode analisis waktu

Analisis waktu dilakukan melalui penyusunan *time schedule* berdasarkan data proyek yang tersedia.

c. Metode analisis biaya

Analisis biaya dilakukan dengan menyusun Rencana Anggaran Biaya (RAB) menggunakan Microsoft Excel melalui beberapa tahapan, yaitu pengumpulan data terkait, penyusunan sistem dan tabel perhitungan, perhitungan harga satuan pekerjaan yang terdiri dari komponen upah, bahan, dan alat, penyusunan rekap harga satuan, perhitungan volume pekerjaan berdasarkan gambar kerja, perhitungan biaya tiap item

pekerjaan, serta penentuan total RAB sebagai akumulasi hasil perkalian volume dan harga satuan pekerjaan.

d. Metode analisis komparatif

Analisis komparatif dilakukan melalui penerapan analisis Pareto dan metode optimasi, di mana prinsip Pareto menyatakan bahwa sebagian besar biaya dan waktu dipengaruhi oleh sebagian kecil komponen, yang selanjutnya digunakan sebagai dasar penentuan alternatif solusi paling optimal.

3. Tahap rekomendasi

Tahap rekomendasi merupakan tahap akhir penelitian, yang menghasilkan usulan alternatif metode kerja terpilih yang paling efektif dan efisien.

2.4 Beton

Beton dihasilkan dari pematangan campuran semen, air, agregat halus, dan agregat kasar, dengan penambahan bahan tambahan (*admixture*) apabila diperlukan untuk meningkatkan mutu beton.(Asroni, 2010).

Urutan pencampuran material umumnya dilakukan berdasarkan ukuran butir dari yang paling halus hingga paling kasar, yaitu semen, pasir, dan kerikil. Komposisi 1:2:3 menunjukkan perbandingan satu bagian semen, dua bagian pasir, dan tiga bagian kerikil.(Asroni, 2010). Kekuatan tekan beton bertambah seiring waktu dan meningkat signifikan hingga umur 28 hari, setelah itu kenaikannya relatif kecil, sehingga kekuatan rencana beton umumnya ditetapkan pada umur tersebut.

2.5 Bahan Tambahan (Admixture)

Bahan tambahan (*admixture*) merupakan zat yang ditambahkan ke dalam campuran beton pada saat pencampuran untuk memodifikasi sifat beton sesuai kebutuhan tertentu, seperti meningkatkan mutu, efisiensi waktu, kinerja, dan aspek ekonomis. Menurut ACI Committee 212.IR-81 (revisi 1986), bahan tambahan beton diklasifikasikan menjadi lima kelompok, yaitu accelerating,

air-entraining, water reducer, set-controlling, serta finely divided mineral and miscellaneous.

Penggunaan bahan tambahan pada beton segar, mortar, dan grouting bertujuan untuk meningkatkan kelecakan tanpa menambah kadar air, mengatur waktu ikat, mengurangi perubahan volume dan segregasi, memperbaiki kemampuan pemompaan, serta mempertahankan nilai slump. Sementara pada beton keras, bahan tambahan berfungsi untuk mengurangi panas hidrasi awal, mempercepat perkembangan kekuatan, meningkatkan kekuatan dan durabilitas beton, menurunkan permeabilitas, meningkatkan ikatan beton bertulang, mengurangi korosi baja, serta menghasilkan warna tertentu.

Penambahan bahan tambahan tidak mengubah komposisi utama beton, karena hanya berperan sebagai modifikasi sifat campuran. Biaya tambahan yang timbul terbatas pada pengadaan bahan tambahan, termasuk biaya transportasi, aplikasi di lapangan, dan penyelesaian akhir. Berdasarkan standar ASTM C-494 dan Departemen Pekerjaan Umum (1989), bahan tambahan beton diklasifikasikan ke dalam tujuh tipe.

Bahan tambah beton menurut ASTM C-494 terdiri atas tujuh tipe, yaitu Tipe A sebagai *water-reducing admixture* untuk mengurangi kebutuhan air pencampur, Tipe B sebagai *retarding admixture* untuk menunda pengerasan, Tipe C sebagai *accelerating admixture* untuk mempercepat pengikatan dan kekuatan awal, Tipe D yang menggabungkan fungsi pengurangan air dan penundaan pengerasan, Tipe E yang mengombinasikan pengurangan air dan percepatan pengerasan, Tipe F sebagai *high-range water reducer* atau *superplasticizer* yang mampu mengurangi air lebih dari 12% sekaligus meningkatkan kelecakan dan kekuatan beton, serta Tipe G yang merupakan *high-range water reducer* dengan efek penunda waktu pengerasan.

Durasi proyek hasil penjadwalan sering perlu dievaluasi untuk menilai tingkat efisiensinya. Optimalisasi jadwal dapat dilakukan dengan mempercepat waktu penyelesaian melalui berbagai alternatif, seperti penambahan biaya berupa peningkatan sumber daya atau perubahan metode pelaksanaan, yang pada umumnya melibatkan *trade-off* antara

waktu dan biaya guna mencapai durasi proyek yang lebih optimal.(Malifa, 2019).

2.5.1 Sika Admixture

Sika viscocrete 8007 berfungsi untuk produksi campuran beton yang membutuhkan pengembangan kekuatan tinggi, pengurangan air yang kuat, dan kemampuan alir yang sangat baik.

Sika viscocrete 8007 terutama digunakan untuk aplikasi berikut:

- Beton siap pakai
- Beton pracetak
- Beton berkinerja tinggi
- Beton yang dibuat di lokasi
- Beton pemadatan sendiri (scc)



Gambar 2. 2 Sika Viscocrete 8007

Sumber : sika.com

2.6 Bekisting

Bekisting merupakan sarana bantu sementara dalam konstruksi yang digunakan untuk membentuk beton sesuai desain struktur. Perencanaannya harus mempertimbangkan aspek teknis dan ekonomis, sehingga bekisting mampu menahan beban, mempertahankan bentuk, serta mencegah kebocoran. Menurut Wigbout (1992), perencanaan beban bekisting perlu

memperhatikan beban kerja, frekuensi penggunaan, kondisi lingkungan, pengaruh getaran, dan ketidakmerataan beban. Secara umum, beban pada bekisting terdiri atas beban horizontal akibat angin dan pelaksanaan, serta beban vertikal yang ditahan oleh sistem penopang.

1. Bekisting Konvensional

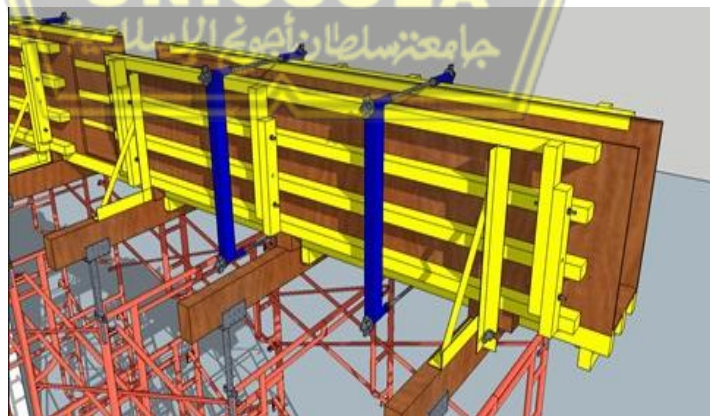
Bekisting konvensional menggunakan material utama seperti kayu, multipleks, dan papan, dengan proses pemasangan sesuai dimensi rencana serta pembongkaran bertahap setelah beton mengeras. Sistem ini memiliki keterbatasan jumlah penggunaan ulang, bergantung pada kondisi komponen yang masih layak dipakai pada tahap berikutnya.



Gambar 2. 3 Bekisting Konvensional

Sumber: Archify.Com

2. Bekisting Semi Sistem (Semi System Form)



Gambar 2. 4 Bekisting Semi Sistem (Balok)

Sumber: Clapeyronmedia

Bekisting semi sistem menggunakan material besi hollow atau baja ringan, yang memberikan daya tahan dan umur pakai lebih tinggi dibandingkan dengan bekisting konvensional.



Gambar 2. 5 Bekisting Semi Sistem (Balok dan Plat)

Sumber : Sipilpedia.Com

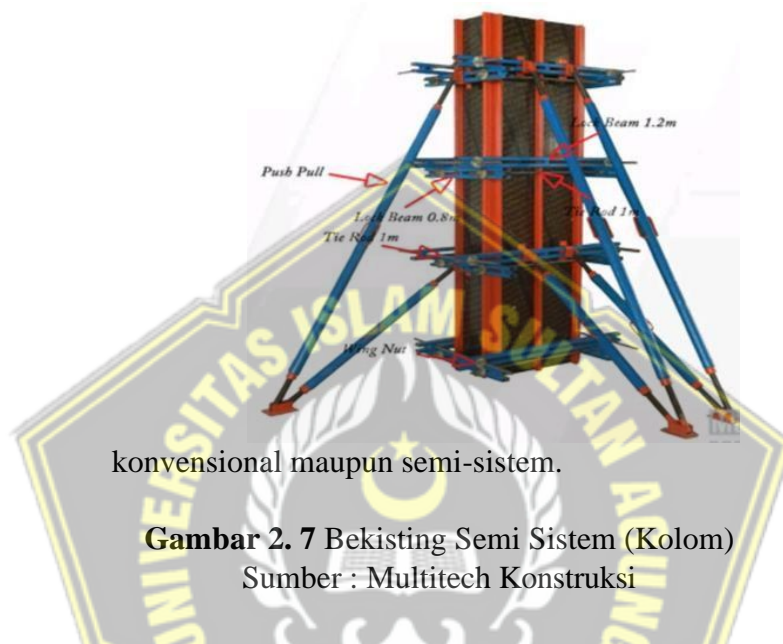


Gambar 2. 6 Bekisting Semi Sistem (Kolom)

Sumber : [Www.Pinhome.Id](http://www.Pinhome.Id)

3. Bekisting Sistem (*Flying Form*)

Bekisting sistem merupakan bekisting pabrikan berbahan besi atau baja dengan dimensi modular dan bentang tertentu yang dirancang untuk penggunaan berulang serta umumnya disediakan melalui sistem sewa. Standarisasi komponen menjadikan pelaksanaannya lebih cepat dibandingkan bekisting



konvensional maupun semi-sistem.

Gambar 2. 7 Bekisting Semi Sistem (Kolom)

Sumber : Multitech Konstruksi



Gambar 2. 8 Bekisting Sistem Penuh (Kolom dan Dinding Beton)

Sumber : New Archify.Com

2.7 Rancangan Anggaran Biaya

Rencana Anggaran Biaya (RAB) proyek merupakan estimasi pengeluaran yang mencakup biaya material, tenaga kerja, dan biaya lain yang terkait dengan pelaksanaan konstruksi (Ibrahim, 1993). Menurut Mukomoko (1987), RAB berfungsi sebagai perkiraan nilai finansial proyek yang disusun berdasarkan spesifikasi teknis, rencana kerja, daftar harga satuan, jadwal upah, serta analisis biaya setiap jenis pekerjaan. Penyusunan RAB digunakan untuk memperkirakan total biaya proyek, menentukan metode kerja, menetapkan mutu material dan peralatan, menjadi acuan harga bagi owner estimate (OE), pembandingan terhadap engineering estimate (EE) konsultan, serta dasar penyusunan harga penawaran kontraktor. Secara matematis, RAB dihitung sebagai akumulasi hasil perkalian volume tiap item pekerjaan dengan harga satuannya, yaitu $RAB = \sum(\text{volume} \times \text{harga satuan pekerjaan})$.

2.7.1 Volume Pekerjaan

Volume pekerjaan merupakan besaran kuantitas tiap item pekerjaan yang dihitung berdasarkan gambar kerja dan disesuaikan dengan ketentuan dalam *bill of quantities* (BOQ). Total biaya diperoleh dari hasil perkalian volume pekerjaan dengan harga satuan masing-masing item, sedangkan Pajak Pertambahan Nilai (PPN) sebesar 11% dihitung dari total biaya proyek. Rencana anggaran biaya mencakup seluruh biaya pekerjaan sebelum PPN.

2.7.2 Harga Satuan Pekerjaan

Analisis harga satuan pekerjaan merupakan metode penentuan biaya per satuan pekerjaan konstruksi yang dihitung berdasarkan kebutuhan bahan, tenaga kerja, dan peralatan, dengan mengacu pada harga material, upah standar, serta biaya penggunaan peralatan. Besarnya harga satuan dipengaruhi oleh koefisien analisis yang merepresentasikan konsumsi bahan, tenaga kerja, dan peralatan, serta harus disesuaikan dengan kondisi lokasi dan waktu pelaksanaan, metode kerja, efisiensi peralatan, dan jarak angkut (Putri, 2016). Harga satuan pekerjaan diperoleh dari penjumlahan biaya upah, bahan, dan

peralatan, yang masing-masing dihitung sebagai hasil perkalian harga satuan dengan koefisien analisis.

2.7.3 Analisa Harga Satuan

Analisis harga satuan mencakup perhitungan biaya material, tenaga kerja, dan peralatan untuk menentukan biaya per satuan pekerjaan. Analisis material dilakukan dengan memperkirakan kebutuhan dan biaya setiap bahan berdasarkan volume pekerjaan dan koefisien analisis, di mana indeks material menunjukkan jumlah bahan yang diperlukan per satuan pekerjaan (Ibrahim, 1993). Analisis upah menghitung kebutuhan tenaga kerja dan biaya kompensasi sesuai jenis pekerjaan, yang ditentukan dari volume pekerjaan dan koefisien tenaga kerja. Sementara itu, analisis peralatan mempertimbangkan penggunaan alat, khususnya alat berat, untuk meningkatkan efisiensi pelaksanaan dan mempercepat penyelesaian pekerjaan.

2.7.4 Macam-Macam Biaya Proyek

Biaya proyek dikelompokkan menjadi biaya langsung dan biaya tidak langsung. Biaya langsung merupakan biaya yang berhubungan langsung dengan pelaksanaan pekerjaan, seperti material dan upah tenaga kerja, yang cenderung meningkat apabila durasi proyek dipercepat. Contohnya meliputi persiapan dan pembebasan lahan, pengadaan serta pemasangan peralatan, dan kebutuhan utilitas proyek. Sementara itu, biaya tidak langsung berkaitan dengan lamanya waktu pelaksanaan namun tidak dipengaruhi oleh volume pekerjaan, seperti sewa kantor, pengamanan proyek, gaji karyawan tetap, fasilitas sementara, overhead perusahaan, perizinan, pajak, asuransi, serta biaya operasional kendaraan dan peralatan. Biaya tidak langsung umumnya meningkat seiring bertambahnya durasi proyek dan menurun apabila waktu pelaksanaan dipersingkat..

2.8 Time Scedule

Jadwal proyek menggambarkan rentang waktu pelaksanaan dari awal hingga selesai dan berperan penting dalam menyampaikan rencana

waktu serta kemajuan proyek. Penjadwalan mengatur keterkaitan antar kegiatan dan alokasi waktu setiap pekerjaan dengan mempertimbangkan efisiensi sumber daya serta berbagai kendala, sehingga mendukung evaluasi dan pencapaian hasil proyek secara optimal.

2.9 Penelitian Terdahulu

Beberapa hasil penelitian relevan dengan tesis ini didapat dari beberapa hasil penelitian ilmiah. Berikut merupakan tabel 2.1 panelitain terdahulu pada penelitian ini.

Tabel 2. 1 Penelitian Terdahulu Dan Rencana Penelitian Ini

No	Jenis Penelitian	Metode	Tujuan	Hasil Penelitian
1.	Analisis beton mutu K-400 dengan penambahan zat aditif <i>superplasticizer</i> dan <i>silica fume</i> ditinjau terhadap pengaruhnya pada waktu ikat (<i>setting time</i>). (Isnaini, Nisumanti, & Fauzi, 2023)	Metode eksperimen menggunakan zat aditif <i>superplasticizer</i> .	Untuk mengetahui pengaruh zat aditif <i>superplasticizer</i> Dan <i>silica fume</i> terhadap waktu ikat semen, dan kuat tekan beton, serta untuk mengetahui jumlah air yang digunakan pada campuran beton.	Hasil pengujian menunjukkan bahwa beton K-400 dengan penambahan <i>silica fume</i> 10% dan <i>superplasticizer</i> 3% memiliki waktu ikat tercepat dibandingkan variasi lainnya serta menghasilkan kuat tekan rata-rata tertinggi sebesar 494,9 kg/cm ² pada umur 28 hari. Penggunaan zat aditif juga memungkinkan pengurangan air sebesar 0,7–0,8 liter, sehingga mutu beton yang dihasilkan memenuhi persyaratan dan layak digunakan untuk konstruksi.
2.	<i>Effect of superplasticizer on fresh and hardened properties of concrete</i> (alsadey, 2015)	Metode eksperimen menguji kuat tekan beton dengan <i>superplasticizer</i>	Mengetahui pengaruh dosis <i>superplasticizer</i> presentase 0,6, 0,8, 1,2, 1,8, dan 2,5 terhadap kinerja beton	Penambahan <i>superplasticizer</i> dapat meningkatkan kemampuan kerja dan kuat tekan beton, meskipun penggunaan dosis tinggi berpotensi menurunkan slump. Penurunan workability tersebut dapat dikendalikan melalui pengaturan campuran, dengan efektivitas yang lebih baik dibandingkan beton tanpa <i>superplasticizer</i> , serta menghasilkan kuat tekan dan kekuatan ultimit yang melampaui kuat karakteristik rencana.

No	Jenis Penelitian	Metode	Tujuan	Hasil Penelitian
3.	Pengaruh pemakaian zat aditif terhadap laju pengerasan dan kuat desak Beton (anggraini, 2993)	Analisa beton dengan penambahan zat aditif additon he	Mengetahui perbandingan pengaruh pemakaian zat aditif terhadap kuat Desak dan laju pengerasan beton normal.	Hasil penelitian menunjukkan bahwa beton dengan zat aditif memiliki kuat tekan dan laju pengerasan yang lebih rendah pada umur 7 hari dibandingkan beton normal, namun meningkat signifikan pada umur 14–28 hari hingga melampaui beton normal. Klaim pada brosur terkait peningkatan kuat tekan lebih dari 25% serta kesetaraan kuat tekan umur 7 hari dengan umur 28 hari tidak terbukti, karena peningkatan maksimum hanya sebesar 7,33% dan kuat tekan setara beton normal umur 28 hari baru tercapai sekitar umur 17 hari.
4	Re-engineering proyek pembangunan pondok shabran universitas muhammadiyah surakarta	Analisis beton dengan penambahan zat aditif dan penggunaan bekisting semi sistem dan full sistem	Untuk mengetahui waktu dan biaya agar bisa dilakukan percepatan pembangunan	Dalam proses penelitian

Gap Analisis Penelitian

Tabel 2. 2 Gap Penelitian

No	Penelitian Terdahulu	Fokus & Metode	Temuan Utama	Gap / Kekurangan
1	Isnaini, Nisumanti, & Fauzi (2023)	Eksperimen penggunaan Superplasticizer dan Silica fume pada beton K-400	Variasi SF 10% + SP 3% memberikan waktu ikat tercepat dan kuat tekan tertinggi 494,9 kg/cm ² . Penambahan zat	Penelitian hanya menekankan kuat tekan dan waktu ikat beton; belum meninjau efektivitas metode bekisting terhadap percepatan

			aditif mengurangi kebutuhan air 0,7–0,8 liter.	konstruksi dan biaya proyek.
2	Alsadey (2015)	Eksperimen dosis Superplasticizer (0,6–2,5%) pada beton	Superplasticizer meningkatkan workability dan ultimate strength, tetapi dosis tinggi cenderung merusak workability.	Fokus hanya pada sifat beton segar dan keras, tanpa mengaitkan dengan efisiensi waktu pelaksanaan atau metode konstruksi seperti bekisting semi/full sistem.
3	Anggraini (1993)	Analisis penggunaan zat aditif Addition He	Kuat desak dan laju pengerasan beton lebih rendah di umur 7 hari, meningkat di umur 14–28 hari; peningkatan maksimum hanya 7,33%, tidak sesuai klaim brosur.	Tidak mengkaji kombinasi aditif dengan strategi percepatan proyek, bekisting, atau optimasi biaya. Hanya menekankan perbandingan kuat desak dan laju pengerasan.
4	Penelitian Saat Ini	Analisis beton + penggunaan bekisting semi/full sistem	Mengetahui waktu dan biaya untuk percepatan pembangunan Pondok Shabran UMS	Gap dari penelitian terdahulu: belum ada penelitian yang mengintegrasikan penggunaan aditif beton dengan strategi bekisting sistematis untuk percepatan konstruksi dan efisiensi biaya proyek.

Persamaan dengan Penelitian Sebelumnya

1. Fokus pada Beton dan Aditif

Penelitian Isnaini et al. (2023), Alsadey (2015), Anggraini (1993), dan penelitian ini sama-sama meneliti penggunaan zat aditif pada beton untuk meningkatkan performa beton, baik dari segi kuat tekan, workability, maupun laju pengerasan.

2. Penggunaan Metode Eksperimen

Penelitian terdahulu menggunakan metode eksperimen untuk mengevaluasi pengaruh aditif terhadap sifat beton. Penelitian Anda juga menggunakan pendekatan eksperimen beton untuk menilai performa beton saat diaplikasikan dengan sistem bekisting.

3. Tujuan Meningkatkan Kinerja Beton

Semua penelitian menekankan peningkatan kinerja beton, entah itu dari kuat tekan, waktu ikat, atau workability, sebagai variabel utama yang diuji.

4. Perhatian pada Efisiensi

Walau dalam konteks berbeda, penelitian terdahulu menyinggung efisiensi penggunaan air atau bahan aditif (Isnaini et al., 2023) dan workability (Alsadey, 2015), sementara penelitian Anda menekankan efisiensi waktu dan biaya proyek. Fokus pada peningkatan efisiensi menjadi persamaan konseptual.



BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode kuantitatif, di mana data yang diperoleh dianalisis dan diolah secara numerik berdasarkan hasil pengumpulan dan pengolahan data.

3.2 Objek Penelitian

Objek penelitian ini adalah pengaruh perbedaan metode pengecoran dan bekisting terhadap jadwal pelaksanaan dan rencana anggaran biaya pada Proyek Pembangunan Pondok Shabran Universitas Muhammadiyah Surakarta, dengan tujuan menilai dampaknya terhadap waktu dan biaya proyek.

3.3 Macam Atau Jenis Data

Jenis dan sumber data yang digunakan dalam penelitian ini dibedakan berdasarkan cara perolehannya, yaitu sebagai berikut:

a. Data primer

Data yang didapatkan melalui sumber utama atau sumber aslinya secara langsung, contohnya yaitu pencapaian kuat tekan beton dengan zat aditif yang akan digunakan. Adapun tujuan dari penggunaan data primer pada penelitian ini yaitu untuk melihat keadaan obyek yang akan dilakukan studi penelitian dengan melakukan *factory visit* atau *survey* dan juga wawancara.

Sumber data: semua didapatkan dari kontraktor PT Sinar Muhindo Konstruksi.

Instrumen Pengumpulan Data:

- Alat uji kuat tekan beton
- Alat ukur slump dan workability beton
- Formulir pencatatan hasil uji beton

Metode Pengumpulan Data:

- Pengamatan langsung (observation): Mengamati proses pembuatan dan pengecoran beton di lapangan.
- Wawancara (interview): Mengumpulkan informasi dari kontraktor, teknisi, atau supervisor proyek terkait penggunaan aditif dan kondisi pengerjaan beton.

Tujuan: Melihat kondisi nyata obyek penelitian dan mendapatkan data primer yang akurat untuk analisis kinerja beton dan efektivitas penggunaan aditif.

b. Data Sekunder

Data sekunder diperoleh dari instansi atau perusahaan terkait proyek yang telah tersedia sebelumnya, meliputi data umum proyek, gambar rencana, RAB, harga satuan upah dan bahan, BOQ, serta dokumen pendukung biaya lainnya seperti brosur Sika ViscoCrete 8007.

Sumber Data:

- Dokumen proyek, seperti gambar rencana, Rancangan Anggaran Biaya (RAB), Bill of Quantities (BOQ)
- Brosur teknis bahan (contoh: Sika Viscocrete 8007)
- Laporan progres proyek, standar konstruksi, dan publikasi terkait

Instrumen Pengumpulan Data:

- Dokumen resmi proyek (RAB, BOQ, gambar kerja)
- Brosur dan leaflet produk beton/aditif
- Formulir pencatatan data sekunder untuk analisis

Metode Pengumpulan Data:

- Studi dokumen (document review): Mengumpulkan, meninjau, dan mengekstrak data dari dokumen proyek dan brosur bahan.
- Observasi tidak langsung: Mengamati catatan atau laporan proyek yang telah terdokumentasi.

Tujuan: Mendapatkan informasi pendukung terkait biaya, jumlah bahan, spesifikasi proyek, dan panduan teknis yang relevan dengan penelitian agar analisis lebih komprehensif.

3.4 Pengolahan Data

Dalam pengolahan data untuk menganalisis dan membandingkan metode kerja pada Proyek Pembangunan Pondok Shabran Universitas Muhammadiyah Surakarta, penelitian ini dilakukan melalui beberapa tahapan sebagai berikut:

3.4.1 Tahap Informasi

Tahap informasi dilakukan melalui pengumpulan data secara menyeluruh mengenai objek penelitian untuk mengidentifikasi item pekerjaan dengan bobot, biaya, dan durasi pelaksanaan terbesar, yang dianalisis menggunakan beberapa metode:

a. Breakdown Cost Model

Metode ini digunakan untuk menggambarkan distribusi biaya setiap item pekerjaan pada suatu elemen bangunan dengan mengurutkan item dari biaya tertinggi hingga terendah. Selanjutnya, biaya tiap item dibandingkan dengan total biaya proyek untuk memperoleh persentase bobot pekerjaan, di mana item dengan bobot terbesar menjadi prioritas untuk dianalisis melalui *re-engineering*.

b. Analisis Fungsi

Metode ini bertujuan untuk mengidentifikasi fungsi penggunaan produk sampel serta mekanisme kerjanya, dengan melakukan perbandingan antara nilai tukar dan nilai primer yang dikenal sebagai indeks nilai.

3.4.2 Tahap Kreatif

Studi pustaka dilakukan dengan mengumpulkan referensi terkait pengelolaan biaya dan waktu proyek konstruksi dari berbagai sumber seperti buku dan jurnal, sedangkan teknik *brainstorming*

digunakan sebagai metode pemecahan masalah melalui diskusi bersama.

3.4.3 Tahap Analisis

Tahap analisis bertujuan mengevaluasi alternatif ide yang dihasilkan pada tahap kreatif untuk menilai kelayakan pengembangan dan penerapannya sebagai rekomendasi, melalui empat metode utama:

1. Analisis Uji Keabsahan Data

(Mekarisce & Jambi, n.d.). Langkah-langkah yang diterapkan meliputi:

- Validasi informan (Long & Johnson, 2000): Memastikan informan memiliki kompetensi dan informasi yang relevan.
- Perpanjangan pengamatan (*prolonged observation*) dilakukan dengan melakukan observasi ulang dan wawancara terhadap informan yang sama guna memverifikasi keabsahan data.
- Checking data oleh informan (member check) (Mckim, 2023): Data yang telah disusun ditampilkan kembali kepada informan untuk dikonfirmasi. Data dianggap sah bila informan menyatakan setuju.

Batasan: Validitas dan reliabilitas data dibatasi oleh jumlah informan (minimal 3 orang dengan kompetensi relevan) dan jumlah pengamatan lapangan (minimal 2 kali pengamatan untuk tiap obyek).

2. Metode Analisis Waktu

Analisis waktu dilakukan untuk menilai durasi pelaksanaan setiap metode kerja serta kombinasi metode yang diterapkan.

- Instrumen: Time schedule yang dibuat menggunakan Microsoft Excel.
- Rumus dasar perhitungan durasi total (Aji et al., 2025):

Dimana $T_{\text{total}} = \sum_{i=1}^n t_i$

T_{total} = durasi total proyek / metode kerja

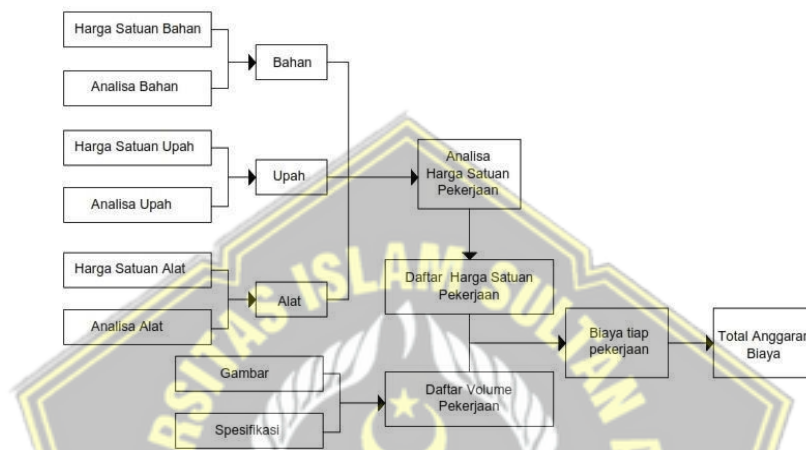
t_i = durasi tiap aktivitas atau pekerjaan ke-i

n = jumlah seluruh aktivitas

Batasan: Durasi tiap aktivitas disesuaikan dengan standar pelaksanaan konstruksi aktual dan asumsi cuaca, tenaga kerja, serta kondisi lapangan.

3. Metode Analisis Biaya

Analisis biaya dilakukan melalui penyusunan Rencana Anggaran Biaya (RAB) untuk setiap metode kerja maupun kombinasi metode, dengan tahapan perhitungan yang disajikan dalam bagan alir (flow chart):



Gambar 3.1 metode Pembuatan Rab

Sumber : scribd.com

- Instrumen: RAB dibuat menggunakan Microsoft Excel, dengan acuan harga satuan pekerja, bahan, dan peralatan.
- Rumus dasar perhitungan biaya total (Listianto et al., 2023):

$$C_{total} = \sum_{i=1}^n (Q_i \times H_i)$$

Dimana:

C_{total} = biaya total proyek / metode kerja

Q_i = volume pekerjaan ke-i

H_i = harga satuan pekerjaan ke-i

n = jumlah seluruh pekerjaan

Batasan: Harga satuan mengikuti data terbaru dari dokumen proyek dan brosur bahan, serta tidak memperhitungkan fluktuasi pasar ekstrem.

4. Analisis Komparatif dan Optimasi

Setelah memperoleh hasil analisis waktu dan biaya, dilakukan analisis Pareto untuk menentukan komponen pekerjaan yang paling dominan dalam menyumbang total biaya dan waktu.

Langkah-langkah Analisis Pareto (Novinda Annisa, 2016):

1. Mengurutkan biaya dan waktu
2. Menghitung kumulatif:

$$C_{cum,i} = \sum_{j=1}^i C_j, \quad T_{cum,i} = \sum_{j=1}^i T_j$$

3. Menghitung persentase kumulatif:

$$\%C_{cum,i} = \frac{C_{cum,i}}{C_{total}} \times 100\%, \quad \%T_{cum,i} = \frac{T_{cum,i}}{T_{total}} \times 100\%$$

Optimasi: Metode kerja paling efektif dan efisien ditentukan berdasarkan pencapaian biaya dan waktu minimum, dengan hasil optimasi digunakan sebagai rekomendasi metode terbaik bagi proyek.

Batasan:

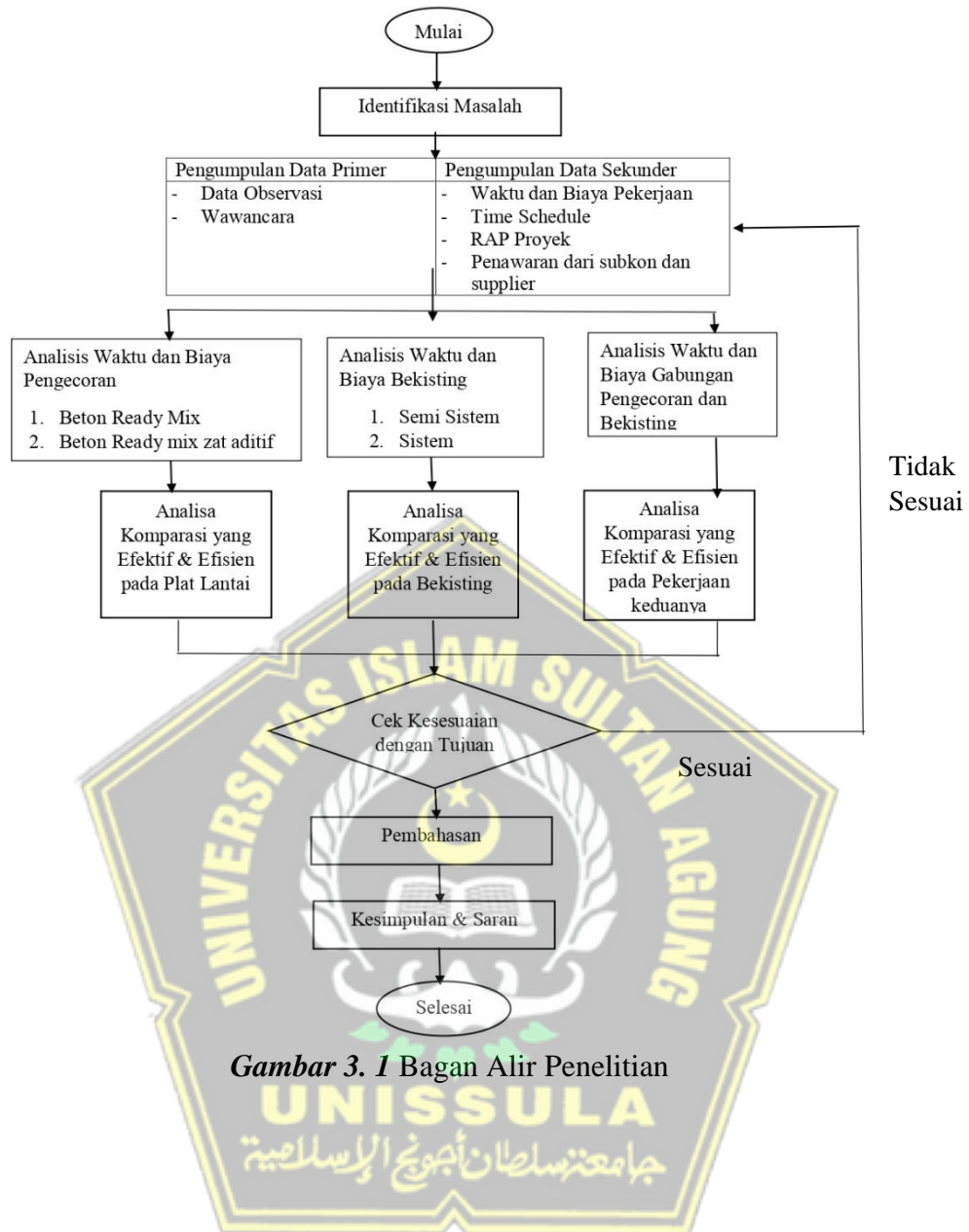
- Analisis Pareto menggunakan asumsi 80:20; 80% kontribusi biaya/waktu berasal dari 20% pekerjaan.
- Optimasi mempertimbangkan kombinasi dua metode kerja maksimal untuk mempermudah implementasi di lapangan.

3.4.4 Tahap Rekomendasi

Tahap rekomendasi merupakan tahap akhir penelitian, yang menghasilkan usulan metode kerja terpilih sebagai alternatif paling efektif dan efisien.

3.5 Bagan Alir

Berdasarkan tahapan pengolahan data tersebut, disusun bagan alir (*flow chart*) untuk mempermudah pemahaman alur tahapan penelitian sebagai berikut:



Gambar 3. 1 Bagan Alir Penelitian

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Data Proyek

Proyek Pembangunan Pondok Shabran Universitas Muhammadiyah Surakarta merupakan proyek pembangunan gedung 4 lantai di Jalan Latar Putih, Saripan, Makamhaji, Kartasura, Sukoharjo 57161, Jawa Tengah.



Gambar 4. 1 Proyek Pembangunan Pondok Shabran Universitas Muhammadiyah Surakarta

4.1.1 Data Umum Proyek

Berikut disajikan data umum proyek yang digunakan sebagai objek penelitian.:

Nama Proyek : Pembangunan Pondok Shabran Universitas Muhammadiyah Surakarta

Pemilik Proyek : Universitas Muhammadiyah Surakarta

Kontraktor : PT. Sinar Muhindo Konstruksi

Masa Pelaksanaan : 243 hari kalender

Tahun Anggaran : 2025-2026

Nilai Kontrak : Rp. 26.107.700.000,-

4.1.2 Rencana Anggaran Biaya

Data biaya proyek dirangkum dalam dokumen Rencana Anggaran Biaya (RAB) yang terdiri atas berbagai item pekerjaan, sebagaimana tercantum pada lampiran RAB Proyek Pembangunan Pondok Shabran Universitas Muhammadiyah Surakarta. Berdasarkan dokumen tersebut, dilakukan perhitungan rekapitulasi anggaran biaya dengan hasil sebagai berikut:

Tabel 4. 1 Rekapitulasi Biaya Proyek Pembangunan Pondok Shabran Universitas Muhammadiyah Surakarta

NO.	URAIAN PEKERJAAN	Harga
I.	PEKERJAAN PERSIAPAN	Rp 382.738.882
II.	LANTAI 1	Rp 6.327.723.249
III.	PEKERJAAN LANTAI 2	Rp 3.767.602.187
IV.	PEKERJAAN LANTAI 3	Rp 3.095.851.066
V.	PEKERJAAN LANTAI 4	Rp 2.787.258.052
VII.	LANTAI ATAP DAN ATAP TANGGA	Rp 1.984.968.431
VII.	PEKERJAAN MEP	Rp 7.761.558.133
Jumlah Total		Rp 26.107.700.000

(Sumber: Data Proyek Pembangunan Pondok Shabran Universitas Muhammadiyah Surakarta)

4.1.3 Time Scedule

Time schedule berfungsi sebagai alat pengendalian pelaksanaan proyek agar pekerjaan berjalan efektif dan efisien dari aspek mutu, waktu, dan biaya. Proyek Pembangunan Pondok Shabran Universitas Muhammadiyah Surakarta direncanakan berlangsung selama 243 hari kerja, dimulai pada minggu pertama November 2025 hingga minggu pertama Juli 2026. Data time schedule disajikan dalam bentuk Kurva-S yang menggambarkan durasi pelaksanaan serta progres pekerjaan selama proyek berlangsung, sedangkan rincian jenis pekerjaan, persentase, dan durasi masing-masing pekerjaan tercantum pada lampiran.

4.1.4 Dokumen Gambar Kerja

Gambar kerja memiliki peran penting dalam mendukung pelaksanaan proyek konstruksi yang efektif dan efisien, tidak hanya sebagai acuan teknis tetapi juga sebagai dasar perhitungan, pengadaan, serta pengendalian penggunaan material. Pada Proyek Pembangunan Pondok Shabran Universitas Muhammadiyah Surakarta, gambar kerja meliputi detail struktur, arsitektur, dan MEP, yang seluruh dokumennya disajikan pada lampiran.

4.2 Analisis Re-Engineering Metode Pekerjaan Pengecoran dan Bekisting

Pembahasan *re-engineering* dalam penelitian ini mencakup empat tahap, yaitu tahap informasi, kreatif, analisis, dan rekomendasi. Analisis difokuskan pada perbandingan biaya dan waktu pekerjaan beton pelat lantai, balok, dan kolom melalui evaluasi perbedaan metode pelaksanaannya.

4.2.1 Tahap Informasi

Tahap ini bertujuan mengumpulkan informasi secara menyeluruh terkait objek penelitian, yang dilakukan melalui beberapa metode sebagai berikut:

4.2.1.1 Breakdown Cost Model

Identifikasi pekerjaan dilakukan menggunakan *Breakdown Cost Model* berdasarkan data bobot pekerjaan, dengan mengurutkan item pekerjaan dari persentase terbesar hingga terkecil pada Proyek Pembangunan Pondok Shabran Universitas Muhammadiyah Surakarta.

Tabel 4. 2Breakdown Cost Model Rencana Anggaran Biaya

NO.	URAIAN PEKERJAAN	JUMLAH PEKERJAAN		KOMULATIF	
		Rp	%	Rp	%
I.	Pekerjaan persiapan	Rp 345.052.764,78	1,466	Rp 382.738.882,00	1,47
II.	Lantai 1	Rp 8.235.456.889,79	24,237	Rp 6.710.462.131,00	25,70
III.	Pekerjaan lantai 2	Rp 9.804.062.184,68	14,431	Rp 10.478.064.318,00	40,13
IV.	Pekerjaan lantai 3	Rp 269.478.800,00	11,858	Rp 13.573.915.384,00	51,99
V.	Pekerjaan lantai 4	Rp 456.980.862,75	10,676	Rp 16.361.173.436,00	62,67

VII.	Lantai atap dan atap tangga	Rp 6.996.668.498,00	7,603	Rp 18.346.141.867,00	70,27
VII.	Pekerjaan mep	Rp 26.107.700.000,00	29,729	Rp 26.107.700.000,00	100,00
	Jumlah harga pekerjaan	Rp 345.052.764,78	100,000		

(sumber : Hasil Analisa Th 2025)

Tabel 4.2 *Breakdown Cost Model Rencana Anggaran Biaya* menyajikan pembagian anggaran pada berbagai divisi pekerjaan dalam sebuah proyek konstruksi. Secara keseluruhan, tabel ini menggambarkan bagaimana anggaran didistribusikan berdasarkan dengan jenis pekerjaan yang dilakukan .

Berdasarkan rekapitulasi biaya pekerjaan konstruksi, total nilai proyek adalah sebesar Rp26.107.700.000,00 (100%). Struktur pembiayaan proyek didominasi oleh pekerjaan MEP dengan nilai Rp7.761.558.133,00 atau 29,73% dari total biaya, sehingga menjadi komponen biaya terbesar dalam pelaksanaan proyek. Selanjutnya, pekerjaan lantai 1 memiliki porsi biaya sebesar Rp6.327.723.249,00 (24,24%), diikuti oleh pekerjaan lantai 2 sebesar Rp3.767.602.187,00 (14,43%), pekerjaan lantai 3 sebesar Rp3.095.851.066,00 (11,86%), dan pekerjaan lantai 4 sebesar Rp2.787.258.052,00 (10,68%).

Sementara itu, pekerjaan lantai atap dan atap tangga menyerap biaya sebesar Rp1.984.968.431,00 (7,60%), sedangkan pekerjaan persiapan memiliki kontribusi biaya paling kecil, yaitu Rp382.738.882,00 (1,47%). Secara kumulatif, hingga selesainya pekerjaan lantai 4, progres pembiayaan telah mencapai 62,67%, dan meningkat menjadi 70,27% setelah pekerjaan lantai atap dan atap tangga diselesaikan. Dengan demikian, distribusi biaya proyek menunjukkan adanya konsentrasi biaya yang signifikan pada pekerjaan struktural lantai dan instalasi MEP, yang mencerminkan tingkat kompleksitas teknis serta kebutuhan sumber daya terbesar pada tahapan tersebut. Merujuk pada Tabel 4.2 *Breakdown Cost Model Rencana Anggaran Biaya* proyek, terlihat bahwa pekerjaan struktur memiliki porsi biaya paling dominan. Oleh karena itu, dilakukan analisis ulang dengan menerapkan metode yang sama, yaitu *Breakdown Cost Model*, guna menelaah distribusi biaya pekerjaan secara lebih mendalam.

Tabel 4. 3 Breakdown Cost Model Pekerjaan Struktur

NO.	URAIAN PEKERJAAN	JUMLAH PEKERJAAN		KOMULATIF	
		Rp	%	Rp	%
1	Pekerjaan Struktur Bawah	Rp 3.164.884.470,19	38,43	Rp 3.164.884.470,19	38,43
2	Pekerjaan Struktur Atas	Rp 5.070.572.419,61	61,57	Rp 8.235.456.889,79	100,00
JUMLAH HARGA PEKERJAAN		Rp 8.235.939.158,31	100,00		

(sumber : Hasil Analisa Th 2025)

Tabel 4.3 Breakdown Cost Model Pekerjaan Struktur menggambarkan distribusi biaya pekerjaan struktur yang terbagi ke dalam dua kelompok utama, yaitu pekerjaan struktur bawah dan pekerjaan struktur atas. Pekerjaan struktur bawah, yang mencakup pekerjaan fondasi dan elemen pendukung utama bangunan, memiliki nilai biaya sebesar Rp3.164.884.470,19 atau setara dengan 38,43% dari total biaya pekerjaan struktur. Sementara itu, pekerjaan struktur atas yang meliputi elemen struktural seperti kolom, balok, dan pelat lantai membutuhkan biaya yang lebih besar, yaitu Rp5.070.572.419,61 atau sebesar 61,57%. Akumulasi biaya dari kedua kelompok pekerjaan tersebut menghasilkan total biaya pekerjaan struktur sebesar Rp8.235.939.158,31 atau 100%.

Proporsi anggaran ini menunjukkan bahwa sebagian besar biaya pekerjaan struktur dialokasikan pada pekerjaan struktur atas. Hal tersebut disebabkan oleh kompleksitas pekerjaan yang lebih tinggi, volume material yang lebih besar, serta intensitas pelaksanaan yang lebih dominan dibandingkan dengan pekerjaan struktur bawah. Dengan demikian, pekerjaan struktur secara keseluruhan merupakan komponen utama dalam proyek yang berperan penting dalam menjamin kekuatan, kestabilan, dan keandalan bangunan secara menyeluruh. Berdasarkan Tabel 4.3, dapat disimpulkan bahwa pekerjaan struktur atas memiliki bobot biaya paling besar.

Tabel 4. 4 Breakdown Cost Model Pekerjaan Struktur Atas

NO. DIVISI	URAIAN PEKERJAAN	JUMLAH PEKERJAAN		KOMULATIF	
		Rp	%	Rp	%
Lantai 1					
1	Pekerjaan plat lantai	Rp 54.724.327,28	1,08	Rp 54.724.327,28	1,08
2	Pekerjaan Kolom	Rp 211.796.985,33	4,18	Rp 266.521.312,61	5,26
3	Pekerjaan Balok	Rp 36.601.486,75	0,72	Rp 303.122.799,37	5,98
4	Pekerjaan tangga	Rp 226.497.473,75	4,47	Rp 529.620.273,12	10,44
Lantai 2					
1	Pekerjaan Balok	Rp 405.305.064,25	7,99	Rp 934.925.337,37	18,44
2	Pekerjaan plat lantai	Rp 492.498.339,92	9,71	Rp 1.427.423.677,29	28,15
3	Pekerjaan Kolom	Rp 203.990.781,87	4,02	Rp 1.631.414.459,15	32,17
4	Pekerjaan tangga	Rp 239.619.435,01	4,73	Rp 1.871.033.894,16	36,90
Lantai 3					
1	Pekerjaan Balok	Rp 440.860.534,55	8,69	Rp 2.311.894.428,71	45,59
2	Pekerjaan plat lantai	Rp 448.764.574,37	8,85	Rp 2.760.659.003,09	54,44
3	Pekerjaan Kolom	Rp 172.754.172,41	3,41	Rp 2.933.413.175,50	57,85
4	Pekerjaan tangga	Rp 223.198.868,97	4,40	Rp 3.156.612.044,47	62,25
Lantai 4					
1	Pekerjaan Balok	Rp 406.497.257,59	8,02	Rp 3.563.109.302,06	70,27
2	Pekerjaan plat lantai	Rp 448.758.517,50	8,85	Rp 4.011.867.819,55	79,12
3	Pekerjaan Kolom	Rp 172.754.172,41	3,41	Rp 4.184.621.991,96	82,53
Lantai Atap					
1	Pekerjaan Balok dan Janggut	Rp 241.462.453,06	4,76	Rp 4.426.084.445,02	87,29
2	Pekerjaan plat lantai	Rp 543.984.212,83	10,73	Rp 4.970.068.657,85	98,02
3	Pekerjaan Kolom & Paraphet	Rp 67.409.259,59	1,33	Rp 5.037.477.917,44	99,35
4	Pekerjaan Pondasi Rooftank	Rp 33.094.502,16	0,65	Rp 5.070.572.419,61	100,00
JUMLAH HARGA PEKERJAAN		Rp 5.070.572.419,61	100		

(sumber : Hasil Analisa Th 2025)

Tabel 4.4 Breakdown Cost Model Pekerjaan Struktur Atas menyajikan gambaran rinci mengenai distribusi biaya pekerjaan struktur atas bangunan yang meliputi pekerjaan balok, plat lantai, kolom, tangga, serta pekerjaan pendukung lainnya pada setiap lantai, mulai dari Lantai 1 hingga Lantai Atap. Total biaya pekerjaan struktur atas berdasarkan tabel tersebut adalah sebesar Rp5.070.572.419,61 atau 100%. Pada Lantai 1, total biaya pekerjaan struktur atas mencapai Rp529.620.273,12 atau 10,44% dari total biaya struktur atas. Komponen biaya terbesar pada lantai ini adalah pekerjaan tangga sebesar Rp226.497.473,75 (4,47%), diikuti oleh pekerjaan kolom sebesar Rp211.796.985,33 (4,18%), pekerjaan plat lantai sebesar Rp54.724.327,28 (1,08%), serta pekerjaan balok sebesar Rp36.601.486,75 (0,72%). Kondisi ini menunjukkan bahwa pada lantai pertama, fokus pekerjaan tidak hanya pada elemen utama penopang beban seperti kolom dan plat lantai, tetapi juga pada pekerjaan tangga sebagai sarana sirkulasi vertikal awal bangunan.

Pada Lantai 2, total anggaran yang dibutuhkan meningkat menjadi Rp1.341.413.621,04 secara parsial, dengan nilai kumulatif mencapai Rp1.871.033.894,16 atau 36,90%. Pekerjaan plat lantai menjadi komponen biaya terbesar sebesar Rp492.498.339,92 (9,71%), disusul oleh pekerjaan balok sebesar Rp405.305.064,25 (7,99%), pekerjaan tangga sebesar Rp239.619.435,01 (4,73%), dan pekerjaan kolom sebesar Rp203.990.781,87 (4,02%). Peningkatan biaya ini mencerminkan semakin kompleksnya pekerjaan struktur seiring bertambahnya elevasi bangunan. Selanjutnya pada Lantai 3, total biaya pekerjaan mencapai Rp1.285.578.150,31, dengan nilai kumulatif sebesar Rp3.156.612.044,47 atau 62,25%. Pekerjaan plat lantai dan balok memiliki porsi biaya yang relatif seimbang, masing-masing sebesar Rp448.764.574,37 (8,85%) dan Rp440.860.534,55 (8,69%). Sementara itu, pekerjaan tangga membutuhkan biaya Rp223.198.868,97 (4,40%) dan pekerjaan kolom sebesar Rp172.754.172,41 (3,41%). Distribusi biaya ini menunjukkan peran penting balok dan plat lantai dalam mendistribusikan beban struktur ke elemen vertikal di bawahnya.

Pada Lantai 4, total biaya pekerjaan struktur atas tercatat sebesar Rp1.028.009.947,49, dengan nilai kumulatif mencapai Rp4.184.621.991,96 atau 82,53%. Pekerjaan plat lantai kembali menjadi komponen terbesar sebesar

Rp448.758.517,50 (8,85%), diikuti oleh pekerjaan balok sebesar Rp406.497.257,59 (8,02%) dan pekerjaan kolom sebesar Rp172.754.172,41 (3,41%). Hal ini menunjukkan bahwa pada lantai-lantai atas, dominasi biaya masih berada pada elemen horizontal dan balok sebagai pengikat struktur. Pada Lantai Atap, total biaya pekerjaan mencapai Rp885.950.427,65, sehingga secara kumulatif keseluruhan pekerjaan struktur atas mencapai Rp5.070.572.419,61 atau 100%. Komponen biaya terbesar pada lantai ini adalah pekerjaan plat lantai sebesar Rp543.984.212,83 (10,73%), diikuti oleh pekerjaan balok dan janggutuan sebesar Rp241.462.453,06 (4,76%), pekerjaan kolom dan parapet sebesar Rp67.409.259,59 (1,33%), serta pekerjaan pondasi rooftop tank sebesar Rp33.094.502,16 (0,65%). Alokasi biaya ini menunjukkan pentingnya struktur atap dalam menjamin kekakuan, kekuatan, dan fungsi bangunan secara keseluruhan, termasuk dalam menopang beban tambahan seperti rooftop tank.

Secara keseluruhan, distribusi biaya pekerjaan struktur atas menunjukkan bahwa pekerjaan plat lantai dan balok merupakan komponen dominan pada hampir setiap lantai. Hal ini menegaskan peran utama elemen-elemen tersebut dalam menjamin integritas struktural bangunan, khususnya dalam mendistribusikan beban secara aman dari lantai atap hingga ke struktur bawah.

Berdasarkan hasil analisis *breakdown*, penerapan *re-engineering* dalam penelitian ini difokuskan pada pekerjaan struktur atas, khususnya pada metode pengecoran pelat lantai, balok, dan kolom, serta metode pelaksanaan pekerjaan bekisting.

4.2.2.2 Analisis Fungsi Metode Pengecoran dan Bekisting

Berdasarkan Tabel 4.4 hasil analisis Breakdown Cost Model, pekerjaan dengan bobot biaya terbesar yang teridentifikasi salah satunya adalah pekerjaan plat lantai beton. Plat lantai beton banyak diterapkan pada bangunan bertingkat karena memiliki kemampuan menahan beban yang baik serta tingkat kekuatan yang tinggi. Seiring perkembangan teknologi konstruksi, pekerjaan beton terus mengalami inovasi melalui penerapan berbagai metode dan teknik baru, salah satunya dengan penambahan zat aditif yang bertujuan mempercepat proses pengerasan beton dalam mencapai mutu rencana.

Selain pekerjaan beton, pekerjaan bekisting juga memiliki bobot biaya yang signifikan sebagai konstruksi sementara pembentuk beton pelat lantai yang dibongkar setelah beton mencapai kekuatan awal dan digunakan kembali pada tahap berikutnya. Pada Proyek Pembangunan Pondok Shabran Universitas Muhammadiyah Surakarta digunakan bekisting semi sistem berbahan plat baja atau besi hollow, yang dipilih karena mudah diperoleh, lebih tahan lama dibandingkan bekisting konvensional, serta lebih ekonomis dan praktis dibandingkan bekisting sistem penuh. Penggunaan berulang selama masa pelaksanaan menjadikan biaya lebih efisien, dengan keunggulan utama pada ketahanan dan biaya relatif rendah. Selanjutnya, analisis fungsi dilakukan dengan mengidentifikasi fungsi pekerjaan beton dan bekisting melalui pendekatan kata kerja dan kata benda, serta membandingkan nilai tukar dan nilai primer untuk menilai kelayakan *re-engineering* sebagai dasar tahap kreatif, berdasarkan data pada tabel terkait.

Tabel 4. 5 Analisis Indeks Nilai Tukar

No	Pekerjaan	Kata Kerja	Kata Benda	Fungsi	Indeks Nilai Primer	Indeks Nilai Tukar
1	Beton K300	Menyediakan	Beton	Primer	Rp 816.579.562,50	Rp 5.070.572.420
2	Pembesian	Memperkuat	Beton	Primer	Rp 2.021.161.198,58	
3	Bekisting	Mencetak, Menahan	Beton	Primer	Rp 1.000.604.759,13	
				Jumlah	Rp 3.838.345.520,21	Rp 5.070.572.420
				Indeks Nilai	1,321	

(sumber : Hasil Analisa Th 2025)

Berdasarkan (Sabrang, 1998), apabila nilai indeks nilai lebih besar dari 1 (Indeks Nilai > 1), maka fungsi yang dianalisis layak untuk dilakukan rekayasa ulang (re-engineering) guna memperoleh metode pelaksanaan yang mampu meningkatkan nilai dengan biaya yang lebih efisien. Dalam analisis ini, Indeks Nilai Primer merupakan biaya fungsi utama yang dianalisis pada pekerjaan struktur atas, sedangkan Indeks Nilai Tukar merupakan total biaya aktual pekerjaan struktur terkait. Oleh karena itu, nilai primer yang digunakan dalam perhitungan bukan

merupakan total biaya struktur secara keseluruhan, melainkan biaya fungsi yang secara spesifik dianalisis dalam kajian penelitian.

Diperoleh dari analisa tabel diatas didapatkan indeks nilainya adalah 1,321 dimana >1 , maka item pekerjaan tersebut layak untuk dilakukan re-engineering.

1. Metode Pekerjaan Bekisting

Bekisting merupakan sarana konstruksi yang digunakan sebagai cetakan beton pada elemen struktur bangunan sesuai dengan bentuk desain yang direncanakan. Setelah beton mencapai tingkat kekerasan dan kekuatan yang memadai sehingga mampu berdiri secara stabil, bekisting kemudian dibongkar dan dapat digunakan kembali untuk pekerjaan struktur berikutnya (Putra, 2023).

Menurut American Concrete Institute (ACI) (American Concrete Institute, 2014) sebagaimana tercantum dalam buku *Formwork for Concrete*, bekisting harus memenuhi beberapa persyaratan agar dapat berfungsi dengan baik. Bekisting harus bersifat kuat sehingga mampu menahan beban yang timbul baik sebelum maupun selama proses pengecoran beton. Selain itu, bekisting harus memiliki kestabilan yang baik agar tidak mengalami pergeseran yang dapat mengakibatkan perubahan bentuk desain struktur beton dan menyebabkan ketidaksesuaian dengan persyaratan perencanaan. Bekisting juga dituntut memiliki kekakuan yang memadai untuk mencegah terjadinya perubahan dimensi struktur beton serta mengurangi risiko terjadinya beton keropos. Dalam perencanaan bekisting, perlu diperhatikan dimensi elemen beton yang akan dicetak, serta kemampuan bekisting dalam menahan beban sendiri, peralatan, dan tenaga kerja, terdapat beberapa kriteria utama yang harus dipenuhi oleh bekisting, yaitu memiliki ketahanan dan kekuatan yang cukup, kekakuan yang memadai, bersifat ekonomis, serta mudah dalam proses pemasangan dan pembongkaran.

Pada Proyek Pembangunan Pondok Shabran Universitas Muhammadiyah Surakarta jenis bekisting yang digunakan adalah bekisting semi sistem.

2. Metode Pelaksanaan Pengecoran

Berdasarkan lampiran data sheet Sika Pengecoran beton merupakan kegiatan menuangkan campuran beton ke dalam elemen struktur yang telah dipasang

tulangan. Campuran beton tersebut terdiri dari semen, agregat, dan air. Salah satu metode pelaksanaan pengecoran beton dilakukan dengan penambahan bahan admixture Sika Viscocrete 8007, yaitu bahan tambahan beton generasi ketiga yang berfungsi sebagai High Range Water Reducing dan Superplasticizer untuk beton dan mortar.

Sika Viscocrete 8007 digunakan dalam pembuatan campuran beton yang memerlukan peningkatan kuat tekan, pengurangan kadar air yang signifikan, serta kemampuan alir yang sangat baik. Admixture ini banyak diaplikasikan pada beton siap pakai, beton pracetak, beton berkinerja tinggi, beton yang dicampur di lokasi pekerjaan, serta beton pepadatan sendiri (Self Compacting Concrete/SCC).

Sebagai bahan pereduksi air berkinerja tinggi, Sika Viscocrete 8007 bekerja melalui mekanisme penyerapan pada permukaan partikel pengikat dan efek dispersi yang memisahkan partikel-partikel tersebut. Mekanisme ini menghasilkan berbagai keuntungan, antara lain pengurangan kebutuhan air yang besar sehingga meningkatkan kepadatan, kuat tekan, dan menurunkan permeabilitas beton terhadap air. Selain itu, efek plastisasi yang sangat baik meningkatkan kemampuan alir, kemudahan penempatan, dan pepadatan beton, serta mampu mengurangi penyusutan dan perilaku rangkak. Produk ini juga tidak mengandung klorida maupun zat lain yang dapat menyebabkan korosi pada tulangan baja, sehingga aman digunakan pada beton bertulang.

4.2.2 Tahap Kreatif

Setelah ditetapkan bahwa metode pekerjaan pelat lantai layak dilakukan *re-engineering*, tahap selanjutnya adalah tahap kreatif, yaitu pemilihan beberapa alternatif metode sebagai pengganti desain awal. Alternatif metode pekerjaan pelat lantai beton yang dipertimbangkan meliputi:

Eksisting	: Beton	: Beton <i>Ready Mix</i>
Bekisting	: Semi Sistem	

Alternatif I	: Beton	:Beton <i>Ready Mix</i> + Sika Viscocrete 8007
	Bekisting	: Semi Sistem
Alternatif II	: Beton	: Beton <i>Ready Mix</i>
	Bekisting	: Sistem
Alternatif III	: Beton	: Beton <i>Ready Mix</i> + Sika Viscocrete 8007
	Bekisting	: Sistem

4.2.3 Tahap Analisis Metode Pengecoran dan Bekisting

Tahap analisis dilakukan untuk mengevaluasi alternatif yang terpilih pada tahap kreatif, meliputi kajian metode pelaksanaan, biaya dan durasi pekerjaan, waktu pelaksanaan serta rencana anggaran biaya proyek alternatif, dan perbandingan waktu serta biaya antar alternatif..

4.2.4 Analisis Data Pengecoran

Pengecoran dengan beton *Ready Mix* K300 merupakan metode pekerjaan pengecoran plat lantai yang dilaksanakan pada Proyek Pembangunan Pondok Shabran Universitas Muhammadiyah Surakarta. Maka dalam penelitian ini Penulis akan melakukan perbandingan menggunakan metode pengecoran dengan beton *Ready Mix* ditambah zat aditif yaitu Sika Viscocrete.

a. Analisa Harga Satuan Pekerjaan Pengecoran

Tabel 4. 6 Harga Satuan Bahan dan Upah

NO	URAIAN	SATUAN	HARGA SATUAN
1	Readymix K300	m3	908.049,00
2	Ongkos Pompa	Hari	3.500.000,00
3	Mandor	OH	119.000,00
4	Kepala Tukang	OH	115.000,00
5	Pekerja	OH	97.000,00

(sumber : Hasil Analisa Th 2025)

b. Volume Pengecoran

Berdasarkan Lampiran bobot dan volume pekerjaan berikut adalah data mengenai volume pekerjaan yang dijadikan acuan dalam penelitian.

Tabel 4. 7 Volume Pengecoran

NO	JENIS PEKERJAAN	SATUAN	VOLUME
1	Lantai 1	m3	23,50
2	Lantai 2	m3	256,44
3	Lantai 3	m3	246,58
4	Plat Lantai 4	m3	200,30
5	Atap Dak	m3	110,71

(sumber : Hasil Analisa Th 2025)

c. Waktu Pekerjaan Pengecoran

Dengan volume pekerjaan berdasarkan tabel 4.7, maka durasi pekerjaan eksisting sesuai tabel berikut.

Tabel 4. 8Data Waktu Pekerjaan Plat Lantai

	Pekerjaan	Durasi (Jml. Hari)	Hari Ke-
LT 1	Fabrikasi	7	1
	Pasang	7	8
	Cor + Curing	14	15
	Bongkar	2	29
LT 2	Fabrikasi	7	15
	Pasang	7	22
	Cor + Curing	14	29
	Bongkar	2	43
LT 3	Fabrikasi	7	29
	Pasang	7	36
	Cor + Curing	14	43
	Bongkar	2	57
LT 4	Fabrikasi	7	36
	Pasang	7	43
	Cor + Curing	14	50
	Bongkar	2	64

ATAP	Fabrikasi	7	57
	Pasang	7	64
	Cor + Curing	14	71
	Bongkar	2	82
Selesai			84

(sumber : Hasil Analisa Th 2025)

4.2.5 Analisa Waktu Pengecoran

Analisis waktu pengecoran didasarkan pada *time schedule* yang diperoleh dari pihak kontraktor Proyek Pembangunan Pondok Shabran Universitas Muhammadiyah Surakarta. Data volume dan durasi pekerjaan menggunakan metode pengecoran *ready mix* sebagaimana tercantum pada Tabel 4.7 dan 4.8, yang menunjukkan bahwa pekerjaan pengecoran pelat lantai, balok, dan kolom berlangsung selama 131 hari.

Hasil dari beton ready mix dengan menambahkan zat adiktif Sika Viscocrete, maka akan mendapatkan kuat tekan beton 7 hari telah mencapai 80-90%. Artinya bekisting sudah bisa dibongkar untuk kemudian dapat digunakan pada pekerjaan plat lantai di atasnya, kalau untuk kolom dalam 8 jam setelah pengecoran sudah bisa dilakukan pembongkaran. Terdapat analisa waktu mengenai perbandingan waktu pekerjaan pengecoran plat lantai menggunakan Sika Viscocrete 8007 sebagai berikut.

Tabel 4. 9Data Waktu Pekerjaan Plat Lantai dengan Ready Mix dan Sika Viscocrete 8007

	Pekerjaan	Durasi (Jml. Hari)	Hari Ke-
LT 1	Fabrikasi	7	1
	Pasang	7	8
	Cor + Curing	7	15
	Bongkar	2	22
LT2	Fabrikasi	7	8
	Pasang	7	15

	Cor + Curing	7	22
	Bongkar	2	29
LT 3	Fabrikasi	7	15
	Pasang	7	22
	Cor + Curing	7	29
	Bongkar	2	36
LT 4	Fabrikasi	7	22
	Pasang	7	29
	Cor + Curing	7	36
	Bongkar	2	43
ATAP	Fabrikasi	7	29
	Pasang	7	36
	Cor + Curing	7	43
	Bongkar	2	47
Selesai			49

(sumber : Hasil Analisa Th 2025)

Tabel 4.9 *Data Waktu Pekerjaan Plat Lantai dengan Ready Mix dan Sika Viscocrete 8007* menyajikan rincian durasi waktu yang diperlukan untuk setiap tahapan pekerjaan plat lantai pada empat lantai bangunan. Setiap lantai memiliki tahapan pekerjaan yang sama, yaitu fabrikasi, pemasangan, pengecoran, dan pembongkaran, namun ada perbedaan volume pada tiap lantainya. Tabel ini menunjukkan efisiensi dalam pengaturan waktu pekerjaan yang sistematis dan berulang di setiap lantai, yang bertujuan untuk memastikan kelancaran proses pembangunan plat lantai menggunakan bahan *Ready Mix* dan aditif Sika Viscocrete 8007.

Berdasarkan tabel 4.8 dan 4.9 maka didapatkan perbandingan waktu dalam pekerjaan pengecoran sebagai berikut.

Tabel 4. 10Perbandingan Waktu Pekerjaan Pengecoran

No.	Pekerjaan	Metode	Total Waktu (Hari)
1	Pengecoran Plat	Beton Ready Mix	84
2	Pengecoran Plat	Beton Ready Mix + Sika Viscocrete 8007	49
		Efektifitas	35

(sumber : Hasil Analisa Th 2025)

Tabel 4.10 Perbandingan Waktu Pekerjaan Pengecoran menyajikan evaluasi durasi pelaksanaan pekerjaan pengecoran plat dengan dua metode yang berbeda. Metode pengecoran menggunakan beton Ready Mix membutuhkan waktu pelaksanaan selama 131 hari. Sementara itu, penerapan beton Ready Mix dengan tambahan aditif Sika Viscocrete 8007 menghasilkan waktu pelaksanaan yang lebih singkat, yaitu 84 hari. Dengan demikian, penggunaan aditif tersebut mampu mengurangi durasi pekerjaan sebesar 49 hari. Hasil ini menunjukkan bahwa penambahan Sika Viscocrete 8007 memberikan kontribusi nyata terhadap percepatan pelaksanaan pengecoran serta meningkatkan efisiensi waktu secara keseluruhan, yang berperan penting dalam mendukung pencapaian target jadwal proyek konstruksi.

4.2.6 Analisa Biaya Pengecoran

a. Pengecoran Menggunakan Beton Ready Mix

AHSP pengecoran ini pada Proyek Pembangunan Pondok Shabran Universitas Muhammadiyah Surakarta sesuai dengan tabel 4.6, untuk perhitungannya dirincikan dalam tabel berikut ini.

Tabel 4. 11Pekerjaan Pengecoran Ready Mix K300

No	Uraian	Kode	Satuan	Koefisien	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)
1	2	3	4	5	6	7
A	Tenaga Kerja					
	Mandor	L.04	OH	0,04	119.000	4.760

No	Uraian	Kode	Satuan	Koefisien	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)
	Pekerja	L.01	OH	0,4	97.000	38.800
	Kepala Tukang	L.03	OH	0,01	115.000	1.150
Jumlah Harga Tenaga Kerja						44.710
B	Bahan					
	Beton Ready Mixed	M.28x	m3	1,02	908.049	926.210
Jumlah Harga Bahan						926.210
C	Peralatan					
	Pompa		sewa-hari	0,012	3.500.000,00	42000
Jumlah Harga Peralatan						42000
D	Jumlah Harga Tenaga, Bahan dan Peralatan (A+B+C)					1.012.920
E	Overhead + profit (10%)				10 % x D	101.292
F	Harga Satuan Pekerjaan (D+E)					1.114.212

(sumber : Hasil Analisa Th 2025)

Berdasarkan tabel 4.11 maka biaya pekerjaan untuk pekerjaan pengecoran menggunakan beton Ready Mix adalah sebagai berikut.

Tabel 4. 12Biaya Pekerjaan Pengecoran Ready Mix K300

	Vol. Total Per Lantai (m ³)	Harga Pekerjaan Per m ³	Biaya Pekerjaan (hari)
	a	b	c=(a*b)
Lantai 1	23,50	Rp 1.114.211,98	Rp 26.188.438,33
Lantai 2	256,44	Rp 1.114.211,98	Rp 285.722.948,58
Lantai 3	246,58	Rp 1.114.211,98	Rp 274.736.818,48
Lantai 4	200,30	Rp 1.114.211,98	Rp 223.171.088,13
Atap Dak	110,71	Rp 1.114.211,98	Rp 123.352.736,77
Total	837,52	Total Harga Pekerjaan	Rp 933.172.030

(sumber : Hasil Analisa Th 2025)

b. Pengecoran Menggunakan Beton Ready Mix dengan Sika Viscocrete 8007

AHSP pengecoran pada Proyek Pembangunan Pondok Shabran Universitas Muhammadiyah Surakarta dengan tambahan Sika Viscocrete 8007 berdasarkan volume dan acuan harga pada tabel 4.6 dan tabel 4.7.

Tabel 4. 13 Analisa Harga Pemasangan Per m³ Beton Ready Mix Dengan Sika Viscocrete 8007

No.	Uraian	Kode	Satuan	Koefisien	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)
1	2	3	4	5	6	7
A	Tenaga Kerja					
	Mandor	L.04	OH	Rp 4.760,00	Rp 4.760,00	Rp 4.760,00
	Pekerja	L.01	OH	Rp 38.800,00	Rp 38.800,00	Rp 38.800,00
	Kepala Tukang	L.03	OH	Rp 1.150,00	Rp 1.150,00	Rp 1.150,00
Jumlah Harga Tenaga Kerja						Rp 44.710
B	Bahan					
	Beton Ready Mixed	331	m ³	Rp 926.209,98	Rp 926.209,98	Rp 926.209,98
	Sika Visconcrete 8007		liter	Rp 72.960,00	Rp 72.960,00	Rp 72.960,00
Jumlah Harga Bahan						Rp 999.170
C	Peralatan					
	Pompa		sewa-hari	Rp 42.000,00	Rp 42.000,00	Rp 42.000,00
Jumlah Harga Peralatan						Rp 42.000
D	Jumlah Harga Tenaga, Bahan dan Peralatan (A+B+C)					Rp 1.085.879,98
E	Overhead + profit (10%)				10 % x D	Rp 108.588
F	Harga Satuan Pekerjaan (D+E)					Rp 1.194.467,98

(sumber : Hasil Analisa Th 2025)

Berdasarkan tabel 4.13 dan volume pada tabel 4.7 maka biaya pekerjaan untuk pekerjaan pengecoran menggunakan beton Ready Mix adalah sebagai berikut.

Tabel 4. 14 Biaya Pekerjaan Pengecoran Ready Mix + Sika Viscocrete 8007 K300

Biaya Pekerjaan Pengecoran Ready Mix + Sika Viscocrete 8007 K300			
	Vol. Total Per Lantai (m ³)	Harga Pekerjaan Per m ³	Biaya Pekerjaan (hari)
	a	b	c=(a*b)
Lantai 1	23,50	Rp 1.194.468	Rp 28.074.775
Lantai 2	256,44	Rp 1.194.468	Rp 306.303.396
Lantai 3	246,58	Rp 1.194.468	Rp 294.525.942
Lantai 4	200,30	Rp 1.194.468	Rp 239.245.964
Atap Dak	110,71	Rp 1.194.468	Rp 132.237.758
Total	837,52	Total Harga Pekerjaan	Rp 1.000.387.835

Sumber : Hasil Analisa Th 2025)

Dari hasil Analisa perhitungan yang telah dilakukan, berdasarkan tabel 4.12 dan tabel 4.14 maka didapatkan hasil perbandingan sebagai berikut :

Tabel 4. 15 Perbandingan Biaya Pengecoran

No.	Pekerjaan Bekisting	Volume (m ³)	Ready Mix	Ready Mix + Sika Viscocrete 8007
1	Lantai 1	23,50	Rp 26.188.438,33	Rp 28.074.775,35
2	Lantai 2	256,44	Rp 285.722.948,58	Rp 306.303.395,94
3	Lantai 3	246,58	Rp 274.736.818,48	Rp 294.525.941,68
4	Lantai 4	200,30	Rp 223.171.088,13	Rp 239.245.963,65
5	Atap Dak	110,71	Rp 123.352.736,77	Rp 132.237.758,14
Total		837,52	Rp 933.172.030,28	Rp 933.172.030,28
Selisih				Rp 67.215.804,48

(sumber : Hasil Analisa Th 2025)

4.2.7 Analisa Data Bekisting Awal

Analisis data ini dilakukan untuk menghitung dan membandingkan biaya serta durasi pelaksanaan pekerjaan bekisting semi sistem dan bekisting sistem pada Proyek Pembangunan Pondok Shabran Universitas Muhammadiyah Surakarta. Objek yang dianalisis adalah pekerjaan bekisting pelat lantai yang menggunakan material multipleks. Berdasarkan hasil pengamatan di lapangan, pelaksanaan pekerjaan bekisting semi sistem memerlukan waktu 14 hari kerja dengan durasi kerja 8 jam per hari, berikut adalah data volume dan waktu pekerjaan berdasarkan lampiran bobot pekerjaan dan kurva S.

a. Volume Pekerjaan Bekisting

Tabel 4. 16 Volume Bekisting

NO	JENIS PEKERJAAN	SATUAN	VOLUME
1	Bekisting Lantai 1	M ²	1.127,06
2	Bekisting Lantai 2	M ²	2.564,96
3	Bekisting Lantai 3	M ²	2.454,14
4	Bekisting Lantai 4	M ²	1.812,38
5	Bekisting Lantai 5	M ²	1.062,62

(sumber : Hasil Analisa Th 2025)

b. Waktu Pekerjaan Bekisting

Tabel 4. 17 Durasi Pekerjaan Bekisting Semi Sistem

NO	JENIS PEKERJAAN	DURASI (hari)
1	Bekisting Lantai 1	14
2	Bekisting Lantai 2	30
3	Bekisting Lantai 3	30
4	Bekisting Lantai 4	30
5	Bekisting Lantai 5	18

(sumber : Hasil Analisa Th 2025)

c. Kapasitas Pekerjaan pada Bekisting

Tabel 4. 18 Analisa Kapasitas Pekerjaan

Jenis Bekisting	Kapasitas Produksi m ² /orang/hari
Konvensional	5,44
Semi Sistem	6,64
Sistem	60,8

(sumber : Jurnal Konstruksi dalam Farah,2024)

d. Daftar Harga Satuan Tenaga Kerja dan Bahan pekerjaan Bekisting

Berikut adalah daftar harga satuan tenaga kerja dan bahan yang digunakan dalam perhitungan analisa bekisting.

Tabel 4. 19 Daftar Harga Satuan Tenaga Kerja

No	URAIAN	SATUAN	HARGA
1	Pekerja	Oh	Rp 97.000,00
2	Tukang Kayu	Oh	Rp 108.000,00
3	Kepala Tukang	Oh	Rp 115.000,00
4	Mandor	Oh	Rp 119.000,00

(sumber : Mas Petruk 2025)

Tabel 4. 20 Daftar Harga Satuan Bahan

No	URAIAN	SATUAN	HARGA
1	Plywood Phenolic 15mm	lembar	Rp 260.440,00
2	Hollow 50.50	btg	Rp 84.000,00
3	U Head	set	Rp 25.000,00
4	Sekur Horizontal	set	Rp 54.500,00
5	Sekur Vertikal	set	Rp 54.500,00
6	Sekur Joint	set	Rp 25.000,00
7	Jack Base	set	Rp 25.000,00
8	Minyak Bekisting	ltr	Rp 25.667,00

(sumber : Hasil Analisa Th 2025)

Dari tabel diatas yang akan menjadi acuan dalam perhitungan analisa biaya pada bekisting.

4.2.8 Analisa Waktu Bekisting Sistem

Berdasarkan volume pekerjaan dan kapasitas produksi bekisting yang telah ditentukan, dapat dilakukan perhitungan untuk mengetahui durasi pelaksanaan

pekerjaan bekisting pelat lantai dengan menggunakan jenis bekisting sistem sebagai berikut.

Tabel 4. 21Analisa Waktu Pekerjaan Bekisting

	Vol. Total Per Lantai	Kapasitas Pekerjaan Per Hari (m²/orang/hari)	Pekerja (3 orang)	Waktu Pekerjaan (hari)
	a	b	c	d=(a/c)
Lantai 1	1.127,06	60,8	182,4	6,18
Lantai 2	2.564,96	60,8	182,4	14,06
	Vol. Total Per Lantai	Kapasitas Pekerjaan Per Hari (m²/orang/hari)	Pekerja (3 orang)	Waktu Pekerjaan (hari)
Lantai 3	2.454,14	60,8	182,4	13,45
Lantai 4	1.812,38	60,8	182,4	9,94
Atap	1.062,62	60,8	182,4	5,83

(sumber : Hasil Analisa Th 2025)

Dari perhitungan tabel 4.21 maka dibulatkan untuk waktu pekerjaannya dan dibuatkan juga perbandingan waktu dengan menggunakan bekisting semi sistem.

Tabel 4. 22Perbandingan Waktu Pekerjaan Bekisting

No.	Pekerjaan	Semi Sistem (hari)	Sistem (hari)
1	Lantai 1	14	4
2	Lantai 2	14	8
3	Lantai 3	14	8
4	Lantai 4	14	6
5	Atap	14	3
	Total	70	30
	Efektifitas	40	

(sumber : Hasil Analisa Th 2025)

Uraian tersebut menunjukkan analisis durasi pelaksanaan pekerjaan bekisting dengan menggunakan metode semi sistem dan sistem. Hasil analisis memperlihatkan adanya perbedaan waktu penyelesaian yang cukup signifikan antara kedua metode. Pekerjaan bekisting dengan metode semi sistem membutuhkan waktu total selama 70 hari, sedangkan penggunaan bekisting sistem hanya memerlukan waktu 30 hari. Perbedaan ini menunjukkan efisiensi waktu sebesar 40 hari. Temuan tersebut mengindikasikan bahwa penerapan bekisting sistem memberikan keunggulan dalam percepatan proses pelaksanaan konstruksi,

sehingga proyek dapat diselesaikan lebih cepat, yang pada akhirnya berpotensi menurunkan biaya pelaksanaan dan meningkatkan tingkat produktivitas pekerjaan.

4.2.9 Analisa Biaya Bekisting

Analisa rencana anggaran biaya pemasangan bekisting sistem dan spesifikasi man power pada Proyek Pembangunan Pondok Shabran Universitas Muhammadiyah Surakarta adalah sebagai berikut.

1. Bekisting Semi Sistem

Analisis harga satuan pekerjaan bekisting semi sistem ini disusun berdasarkan Rencana Anggaran Biaya yang diterapkan pada Proyek Pembangunan Pondok Shabran Universitas Muhammadiyah Surakarta. Perhitungan difokuskan pada komponen biaya yang berkaitan dengan analisis harga pemasangan bekisting semi sistem per meter persegi. Berdasarkan tabel 4.19 dan 4.20 maka perhitungan analisa didapatkan sebagai berikut.

Tabel 4. 23 Analisa Harga Pemasangan Per m² Bekisting Semi Sistem

No.	Uraian	Kode	Satuan	Koefisien	Harga Satuan (Rp)	Jumlah (Rp)
1	2	3	4	5	6	7
A.	Tenaga Kerja					
1	Pekerja	L.01	OH	0,220	97.000,00	21.340,00
2	Tukang Kayu	L.02	OH	0,110	108.000,00	11.880,00
3	Kepala Tukang	L.03	OH	0,011	115.000,00	1.265,00
4	Mandor	L.04	OH	0,011	119.000,00	1.309,00
Jumlah Harga Tenaga Kerja						35.794,00
B.	Bahan					
1	Kayu kelas III		m ³	0,040	12.588,75	503,55
2	Paku 5 - 12 cm		Kg	0,400	20.750,00	8.300,00
3	Minyak bekisting		Ltr	0,200	25.667,00	5.133,40
4	Balok kayu kelas II		m ³	0,015	12.588,75	188,83
5	Plywood tebal 9 mm		Lbr	0,350	215.250,00	75.337,50
6	Dolken kayu Ø 8-10 cm, panj 4 m		btg	2,000	26.000,00	52.000,00
Jumlah Harga Bahan						141.463,28
					2x pemakaian	70.731,64
C.	Peralatan					
Jumlah Harga Peralatan						0,00

D.	Jumlah Harga Tenaga, Bahan dan Peralatan (A+B+C)	106.525,64
E.	Overhead (10%) x D	Rp 10.652,56
F.	Harga Satuan Pekerjaan per-m² (D+E)	117.178,20

(sumber : Hasil Analisa Th 2025)

Berdasarkan tabel 4.23 maka didapatkan perhitungan biaya pekerjaan bekisting semi sistem untuk semua lantai pada tabel di bawah ini.

Tabel 4. 24 Biaya Bekisting Semi Sistem

Lantai	Vol. Total PerLantai	Harga Pekerjaan	Biaya Total
	a	b	c=(a*b)
Lantai 1	1.127,06	Rp 117.178,20	Rp 132.067.350,15
Lantai 2	2.564,96	Rp 117.178,20	Rp 300.557.431,33
Lantai 3	2.454,14	Rp 117.178,20	Rp 287.571.505,99
Lantai 4	1.812,38	Rp 117.178,20	Rp 212.371.455,70
Atap	1.062,62	Rp 117.178,20	Rp 124.515.659,31
Total	9.021,16	Total	Rp1.057.083.402,49

(sumber : Hasil Analisa Th 2025)

Berdasarkan tabel 4.24 diketahui total keseluruhan volume pekerjaan bekisting pada Proyek Pembangunan Pondok Shabran Universitas Muhammadiyah Surakarta adalah 9.021,16 m², dengan total biaya pekerjaan sebesar Rp1.057.083.402.

2. Bekisting Sistem Penuh

Analisis Harga Satuan Pekerjaan untuk pemasangan bekisting sistem ini disusun dengan mengacu pada daftar harga satuan tenaga kerja serta daftar harga satuan bahan yang digunakan sebagai dasar perhitungan. Berdasarkan tabel 4.19 dan 4.20 maka perhitungan analisa didapatkan sebagai berikut.

Tabel 4. 25 Analisa Harga Pemasangan Per m² Bekisting Sistem 4x pakai

No.	Uraian	Kode	Satuan	Koefisien	Harga Satuan (Rp)	Jumlah (Rp)
1	2	3	4	5	6	7
A.	Tenaga Kerja					
1	Pekerja	L.01	OH	0,220	97.000,00	21.340,00
2	Tukang Kayu	L.02	OH	0,110	108.000,00	11.880,00
3	Kepala Tukang	L.03	OH	0,011	115.000,00	1.265,00
4	Mandor	L.04	OH	0,011	119.000,00	1.309,00
Jumlah Harga Tenaga Kerja						35.794,00

B.	Bahan					
1	Plywood Phenolic 15mm		lembar	0,350	260.440,00	91.154,00
2	Hollow 50.50		btg	1,000	84.000,00	84.000,00
3	U Head		set	1,000	25.000,00	25.000,00
4	Sekur Horizontal		set	1,000	54.500,00	54.500,00
2	Sekur Vertikal		set	1,000	54.500,00	54.500,00
3	Sekur Joint		set	1,000	25.000,00	25.000,00
4	Jack Base		set	1,000	25.000,00	25.000,00
5	Minyak Bekisting		ltr	0,200	25.667,00	5.133,40
Jumlah Harga Bahan						364.287,40
						dipakai 4x
						91.071,85
C.	Peralatan					
Jumlah Harga Peralatan						0,00
D.	Jumlah Harga Tenaga, Bahan dan Peralatan (A+B+C)					126.865,85
E.	Overhead (10%)			10% x D		Rp 12.686,59
F.	Harga Satuan Pekerjaan per-m² (D+E)					Rp 139.552,44

(sumber : Hasil Analisa Th 2025)

Berdasarkan tabel 4.25 maka didapatkan perhitungan biaya pekerjaan bekisting sistem untuk semua lantai pada tabel di bawah ini.

Tabel 4. 26Biaya Bekisting Sistem

Lantai	Vol. Total PerLantai	Harga Pekerjaan	Biaya Total
	a	b	c=(a*b)
Lantai 1	1.127,06	Rp 139.552,44	Rp 157.284.542,35
Lantai 2	2.564,96	Rp 139.552,44	Rp 357.946.441,59
Lantai 3	2.454,14	Rp 139.552,44	Rp 342.480.958,85
Lantai 4	1.812,38	Rp 139.552,44	Rp 252.922.067,26
Atap	1.062,62	Rp 139.552,44	Rp 148.290.917,23
Total	9.021,16	Total	Rp1.258.924.927,28

(sumber : Hasil Analisa Th 2025)

Berdasarkan tabel 4.26 diketahui total keseluruhan volume pekerjaan bekisting pada Proyek Pembangunan Pondok Shabran Universitas Muhammadiyah Surakarta adalah 9.021,16 m², dengan total biaya pekerjaan sebesar Rp1.258.924.927.

Tabel 4. 27Perbandingan Biaya Pekerjaan bekisting

No.	Pekerjaan Bekisting	Volume (m2)	Semi Sistem	Sistem
1	Lantai 1	1.127,06	Rp 132.067.350	Rp 157.284.542
2	Lantai 2	2.564,96	Rp 300.557.431	Rp 357.946.442
3	Lantai 3	2.454,14	Rp 287.571.506	Rp 342.480.959
4	Lantai 4	1.812,38	Rp 212.371.456	Rp 252.922.067
5	Atap Dak	1.062,62	Rp 124.515.659	Rp 148.290.917
Total		9.021,16	Rp 1.057.083.402	Rp 1.258.924.927
Selisih				Rp 201.841.525

(sumber : Hasil Analisa Th 2025)

Dari tabel diatas yang akan menjadi acuan dalam perhitungan analisa biaya pada bekisting.

4.2.10 Perhitungan Gaji Pegawai

Biaya gaji pegawai PT. Sinar Muhindo Konstruksi dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 4. 28Pehitungan Gaji Pegawai

No	Bagian	Upah Per Bulan	Waktu Awal 243 Hari
1	Project Manager	Rp 22.500.000	Rp 180.000.000
2	Surveyor	Rp 6.500.000	Rp 52.000.000
3	Pelaksana	Rp 6.500.000	Rp 52.000.000
4	Admin	Rp 4.000.000	Rp 32.000.000
5	Drafter	Rp 6.000.000	Rp 48.000.000
JUMLAH		Rp	Rp 364.000.000

(sumber : Hasil Analisa Th 2025)

4.2.11 Biaya Operasional Umum dan Kantor

Berikut adalah rincian biaya operasional meliputi listrik kerja, air kerja dan keamanan.

Tabel 4. 29Biaya Operasional Umum dan Kantor

No	Kegiatan	per hari	Waktu Awal (240 hari)
1	Listrik Kerja	Rp 164.609	Rp 40.000.000
2	Air Kerja	Rp 123.457	Rp 30.000.000

3	Keamanan	Rp 400.000	Rp 97.200.000
	Jumlah		Rp 167.200.000

(sumber : Hasil Analisa Th 2025)

4.3 Komparasi Metode Pengecoran dan Bekisting Hitungan Awal

Berdasarkan hasil perhitungan yang telah dilakukan pada pekerjaan pengecoran dan bekisting, selanjutnya dapat dilakukan analisis perbandingan biaya dan waktu untuk memperoleh metode pelaksanaan pekerjaan yang paling optimal, dengan uraian sebagai berikut:

a. Alternatif 1 (Beton Ready Mix + Sika Viscocrete 8007 dan bekisting semi sistem)

Analisa untuk alternatif 1 yaitu menggunakan Beton Ready Mix + Sika Viscocrete 8007 dengan bekisting semi sistem berdasarkan tabel 4.10 dan 4.12, didapatkan perbandingan harga sebagai berikut.

Tabel 4. 30 Perbandingan Biaya dan Waktu Pengecoran

No	Pekerjaan	Waktu	Biaya
1	Pengecoran Ready Mix	84	Rp 933.172.030,28
2	Pengecoran Ready Mix + Sika Viscocrete 8007	49	Rp 953.900.588,41
	Selisih	35	-Rp 20.728.558,13

(sumber : Hasil Analisa Th 2025)

Berdasarkan tabel 4.22 dan 4.27, didapatkan perbandingan harga sebagai berikut.

Tabel 4. 31 Perbandingan Biaya dan Waktu Pekerjaan Bekisting

No	Pekerjaan	Waktu	Biaya
1	Bekisting Semi Sistem	70	Rp 1.057.083.402
2	Bekisting Sistem	30	Rp 1.258.924.927
	Selisih	40	-Rp 201.841.525

(sumber : Hasil Analisa Th 2025)

Berdasarkan pada tabel 4.30 perbandingan biaya dan waktu pengecoran yaitu 35 hari dan berdasarkan tabel 4.31 perbandingan waktu dan biaya bekisting yaitu 40 hari.

Total Waktu Eksisting = 154 hari

Total Waktu Kombinasi

= waktu pengecoran Ready mix dan Sika + Waktu Bekisting semi sistem
 = 49 +70 = 119 Hari

Selisis Waktu

= Total Waktu Eksisting – Total Waktu Kombinasi
 = 154 - 119 Hari = 35 Hari

Maka durasi waktu alternatif1 adalah waktu eksisting dikurangi selisih waktu, jadi 243 hari dikurangi 31 hari = 208 Hari.

Tabel 4. 32 Efisiensi Biaya Pekerjaan Alternatif I

No	Uraian	Anggaran Biaya	Durasi Waktu (hari)		Efisiensi Biaya
			Eksisting	Alternatif	
a	b	c	d	e	f = (c/d)*e
1	Gaji Pegawai	Rp364.000.000	243	208	Rp 311.572.016,46
2	Operasional Umum Kantor	Rp167.200.000,00	243	208	Rp 143.117.695,47
	Total	Rp 531.200.000			Rp 454.689.711,93
	Total Efisiensi Biaya Alternatif I				Rp 76.510.288,07

(sumber : Hasil Analisa Th 2025)

Berdasarkan tabel 4.28 dan 4.29, Maka biaya total kombinasi alternatif I yaitu sebagai berikut :

Biaya Total = Biaya Total Proyek – (Selisish Biaya Pengecoran + Biaya Efisiensi)
 = Rp 26.107.700.000 – (-Rp20.728.558,13 + Rp76.510.288,07)
 = Rp26.051.918.270,06

b. Alternatif II (Beton Ready Mix dan Bekisting Sistem)

Berikut adalah analisa untuk alternatif 2 yaitu menggunakan Beton Ready Mix dan Bekisting sistem. Berdasarkan pada tabel 4.30 perbandingan biaya dan waktu pengecoran yaitu 35 hari hari dan berdasarkan tabel 4.31 perbandingan waktu dan biaya bekisting yaitu 40 hari.

Total Waktu Eksisting = 154 hari

Total Waktu Kombinasi

= waktu pengecoran Ready mix + Waktu Bekisting sistem

$$= 84 + 30 = 114 \text{ Hari}$$

Selisis Waktu

$$= \text{Total Waktu Eksisting} - \text{Total Waktu Kombinasi}$$

$$= 154 - 114 \text{ Hari} = 40 \text{ Hari}$$

Maka durasi waktu alternatif 2 adalah waktu eksisting dikurangi selisih waktu, jadi 243 hari dikurangi 40 hari = 203 Hari.

Tabel 4. 33 Efisiensi Biaya Pekerjaan Alternatif II

No	Uraian	Anggaran Biaya	Durasi Waktu (hari)		Efisiensi Biaya
			Eksisting	Alternatif	
a	b	c	d	e	f = (c/d)*e
1	Gaji Pegawai	Rp 364.000.000	243	203	Rp 303.595.279,08
2	Operasional Umum Kantor	Rp167.200.000,00	243	203	Rp 139.453.655,66
	Total	Rp 531.200.000			Rp 443.048.934,74
	Total Efisiensi Biaya Alternatif II				Rp 88.151.065,26

(sumber : Hasil Analisa Th 2025)

Maka biaya total kombinasi alternatif II yaitu sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{Biaya Total} &= \text{Biaya Total Proyek} - (\text{Selisish Biaya Bekisting} + \text{Biaya Efisiensi}) \\ &= \text{Rp } 26.107.700.000 - (-\text{Rp } 201.841.525 + \text{Rp}88.151.065,26) \\ &= \text{Rp } 26.221.390.459,53 \end{aligned}$$

c. Alternatif III (Beton Ready Mix + Sika Viscocrete 8007 dan bekisting sistem)

Berikut adalah analisa untuk alternatif 3 yaitu menggunakan Beton Ready Mix + Sika Viscocrete 8007 dengan Bekisting Sistem .

Berdasarkan pada tabel 4.30 perbandingan biaya dan waktu pengecoran yaitu 35 hari hari dan berdasarkan tabel 4.31 perbandingan waktu dan biaya bekisting yaitu 40 hari.

$$\text{Total Waktu Eksisting} = 154 \text{ hari}$$

Total Waktu Kombinasi

$$= \text{waktu pengecoran Ready mix dan Sika} + \text{Waktu Bekisting sistem}$$

$$= 49 + 40 = 89 \text{ Hari}$$

Selisis Waktu

= Total Waktu Eksisting – Total Waktu Kombinasi

= 154 - 89 Hari = 75 Hari

Maka durasi waktu alternatif1 adalah waktu eksisting dikurangi selisih waktu, jadi 243 hari dikurangi 31 hari = 168 Hari.

Tabel 4. 34 Efisiensi Biaya Pekerjaan Alternatif III

No	Uraian	Anggaran Biaya	Durasi Waktu (hari)		Efisiensi Biaya
			Eksisting	Alternatif	
a	b	c	d	e	f = (c/d)*e
1	Gaji Pegawai	Rp 364.000.000	243	168	Rp 251.167.295,54
2	Operasional Umum Kantor	Rp167.200.000,00	243	168	Rp 115.371.351,14
	Total	Rp 531.200.000			Rp 366.538.646,67
Total Efisiensi Biaya Alternatif III					Rp 164.661.353,33

(sumber : Hasil Analisa Th 2025)

Maka biaya total kombinasi alternatif III yaitu sebagai berikut :

Biaya Total = Biaya Total Proyek – (Selisish Biaya Pengecoran + Selisih Biaya Bekisting + Biaya Efisiensi)

= Rp 26.107.700.000 – (-Rp20.728.558,13 + - Rp 201.841.525 Rp164.661.353,33)

= Rp26.165.608.729,59

4.3.3 Komparasi Analisis Hasil Metode Bekisting Perhitungan Awal

Berdasarkan tabel 4.30 hasil analisis perbandingan waktu dan biaya pekerjaan pengecoran, metode pengecoran menggunakan beton ready mix konvensional memerlukan waktu pelaksanaan selama 84 hari dengan total biaya sebesar Rp933.172.030,28. Sementara itu, metode pengecoran menggunakan ready mix yang dikombinasikan dengan aditif Sika Viscocrete 8007 mampu mempercepat durasi pelaksanaan pekerjaan menjadi 49 hari, atau lebih singkat 35 hari dibandingkan metode konvensional. Percepatan waktu tersebut berdampak pada peningkatan biaya pelaksanaan sebesar Rp20.728.558,13. Kondisi ini menunjukkan adanya hubungan trade-off antara waktu dan biaya, di mana pengurangan durasi pelaksanaan proyek dicapai dengan konsekuensi peningkatan biaya.

Meskipun demikian, dari sudut pandang manajemen proyek, metode pengecoran dengan penambahan Sika Viscocrete 8007 dapat dinilai lebih efektif apabila proyek menuntut penyelesaian dalam waktu yang lebih singkat, karena keuntungan dari efisiensi waktu yang diperoleh dapat mengimbangi tambahan biaya yang dikeluarkan.

4.3.4 Komparasi Analisis Hasil Metode Pengecoran dan Bekisting

Tabel 4. 35 Analisis Komparasi Hasil Terhadap Waktu

No.	Metode Kerja	Ket.	Waktu (hari)	Selisih Waktu (hari)	Ket. Waktu
1	Eksisting		243		
2	Alternatif I (Beton Ready Mix + Sika Viscocrete 8007 dan Semi Sistem)	Efisien	208	35	Efektif
3	Alternatif II (Beton Ready Mix dan Sistem)	In Efisien	203	40	Efektif
4	Alternatif III (Beton Ready Mix + Sika Viscocrete 8007 dan Sistem)	In Efisien	168	75	Efektif

(sumber : Hasil Analisa Th 2025)

Berdasarkan hasil analisis perbandingan metode kerja terhadap durasi pelaksanaan proyek, metode eksisting membutuhkan waktu penyelesaian selama 243 hari dan dijadikan sebagai acuan perbandingan. Alternatif I, yaitu penggunaan beton ready mix yang dikombinasikan dengan aditif Sika Viscocrete 8007 serta metode bekisting semi sistem, mampu menurunkan durasi pelaksanaan menjadi 208 hari atau lebih cepat 35 hari dibandingkan metode eksisting. Metode ini dinilai efisien dari sisi biaya dan efektif dari sisi waktu. Alternatif II yang menggunakan beton ready mix tanpa aditif dengan bekisting sistem menunjukkan durasi pelaksanaan sebesar 203 hari, atau lebih cepat 40 hari dari kondisi eksisting, namun dikategorikan tidak efisien dari sisi biaya meskipun tetap efektif dalam mempercepat waktu pelaksanaan. Selanjutnya, Alternatif III yang mengombinasikan beton ready mix

dengan aditif Sika Viscocrete 8007 dan bekisting sistem memberikan percepatan waktu paling signifikan, yaitu menjadi 168 hari atau lebih cepat 75 hari dibandingkan metode eksisting. Meskipun metode ini tergolong tidak efisien dari sisi biaya, tingkat efektivitas waktu yang dihasilkan sangat tinggi sehingga alternatif ini lebih sesuai diterapkan pada proyek dengan prioritas utama percepatan penyelesaian pekerjaan.

Tabel 4. 36 Analisis Hasil Komparasi Hasil Terhadap Biaya

No.	Metode Kerja	Ket.	Biaya	Selisih Biaya	Ket. Biaya
1	Eksisting		Rp 26.107.700.000		
2	Alternatif I (Beton Ready Mix + Sika Viscocrete 8007 dan Semi Sistem)	Efektif	Rp 26.051.918.270	Rp 55.781.730	Efisien
3	Alternatif II (Beton Ready Mix dan Sistem)	Efektif	Rp 26.221.390.460	-Rp 113.690.460	In Efisien
4	Alternatif III (Beton Ready Mix + Sika Viscocrete 8007 dan Sistem)	Efektif	Rp 26.165.608.730	-Rp 57.908.730	In Efisien

(sumber : Hasil Analisa Th 2025)

Berdasarkan hasil analisis perbandingan biaya antar metode kerja, metode eksisting memiliki total biaya pelaksanaan sebesar Rp26.107.700.000 dan digunakan sebagai dasar perbandingan. Alternatif I, yaitu penerapan beton ready mix yang dikombinasikan dengan aditif Sika Viscocrete 8007 serta metode bekisting semi sistem, menghasilkan total biaya sebesar Rp26.051.918.270. Metode ini menunjukkan penghematan biaya sebesar Rp55.781.730 dibandingkan metode eksisting, sehingga dikategorikan efisien dari sisi biaya sekaligus efektif dalam penerapannya. Alternatif II yang menggunakan beton ready mix dengan bekisting sistem memiliki total biaya sebesar Rp26.221.390.460, atau mengalami peningkatan biaya sebesar Rp113.690.460 dibandingkan metode eksisting, sehingga dinilai tidak efisien meskipun tetap efektif dari sisi pelaksanaan. Selanjutnya, Alternatif III yang mengombinasikan beton ready mix dengan aditif Sika Viscocrete 8007 dan bekisting sistem menunjukkan total biaya sebesar Rp26.165.608.730, dengan peningkatan biaya sebesar Rp57.908.730 dibandingkan

metode eksisting. Kondisi ini menunjukkan bahwa Alternatif III juga tergolong tidak efisien dari sisi biaya, namun tetap efektif untuk diterapkan apabila pertimbangan utama proyek adalah peningkatan kinerja dan percepatan pelaksanaan pekerjaan.

Tabel 4. 37 Analisis Komparasi Hasil Kombinasi

No.	Metode Kerja	Durasi Pekerjaan	Total Biaya Pekerjaan	Efisiensi Biaya Terhadap Waktu	Efisiensi Biaya Terhadap Metode Pekerjaan	Profit/Loss
1	Eksisting	243	Rp 26.107.700.000,00			
2	Alternatif I (Beton Ready Mix + Sika Viscocrete 8007 dan Semi Sistem)	208	Rp 26.051.918.270,06	Rp 76.510.288,07	-Rp 20.728.558,13	Rp 55.781.730
3	Alternatif II (Beton Ready Mix dan Sistem)	203	Rp 26.221.390.459,53	Rp 88.151.065,26	-Rp 201.841.525	-Rp 113.690.460
4	Alternatif III (Beton Ready Mix + Sika Viscocrete 8007 dan Sistem)	168	Rp 26.165.608.729,59	Rp 164.661.353,33	-Rp 222.570.082,92	-Rp 57.908.730

(sumber : Hasil Analisa Th 2025)

Berdasarkan hasil analisis integrasi antara durasi pekerjaan dan total biaya pelaksanaan, metode eksisting memiliki durasi terpanjang yaitu 243 hari dengan total biaya sebesar Rp26.107.700.000,00 dan dijadikan sebagai acuan pembanding. Alternatif I, yang menerapkan beton ready mix dengan penambahan aditif Sika Viscocrete 8007 serta bekisting semi sistem, mampu menurunkan durasi pekerjaan menjadi 208 hari atau lebih cepat 35 hari dibandingkan metode eksisting. Dari sisi efisiensi biaya terhadap waktu, metode ini menghasilkan nilai sebesar Rp76.510.288,07, yang menunjukkan adanya manfaat ekonomis akibat percepatan waktu pelaksanaan. Namun, jika ditinjau terhadap perubahan metode pekerjaan, alternatif ini memerlukan tambahan biaya sebesar Rp20.728.558,13. Secara keseluruhan, Alternatif I tetap memberikan keuntungan bersih sebesar Rp55.781.730, sehingga dapat dikategorikan sebagai metode yang relatif optimal karena mampu menyeimbangkan efisiensi waktu dan biaya.

Alternatif II, yaitu penggunaan beton ready mix dengan bekisting sistem, menunjukkan durasi pekerjaan sebesar 202,67 hari atau lebih cepat 40 hari

dibandingkan metode eksisting. Efisiensi biaya terhadap waktu yang dihasilkan mencapai Rp88.151.065,26, namun perubahan metode pekerjaan menyebabkan peningkatan biaya sebesar Rp201.841.525. Kondisi tersebut menghasilkan kerugian bersih sebesar Rp113.690.460, sehingga Alternatif II dinilai kurang menguntungkan secara ekonomi meskipun efektif dalam mempercepat durasi pelaksanaan.

Selanjutnya, Alternatif III yang mengombinasikan beton ready mix dengan aditif Sika Viscocrete 8007 dan bekisting sistem memberikan percepatan waktu paling signifikan, yaitu dengan durasi pekerjaan 167,67 hari atau lebih cepat 75 hari dibandingkan metode eksisting. Nilai efisiensi biaya terhadap waktu pada alternatif ini mencapai Rp164.661.353,33, namun peningkatan biaya akibat perubahan metode pekerjaan sebesar Rp222.570.082,92 menyebabkan terjadinya kerugian bersih sebesar Rp57.908.730. Dengan demikian, Alternatif III dinilai sangat efektif dari sisi percepatan waktu, namun kurang efisien dari sisi biaya, sehingga lebih sesuai diterapkan pada proyek yang memprioritaskan penyelesaian waktu dibandingkan pertimbangan ekonomi.

Secara keseluruhan, hasil analisis menunjukkan bahwa Alternatif I merupakan metode kerja yang paling seimbang antara efisiensi waktu dan biaya, sedangkan Alternatif III unggul dalam aspek percepatan waktu namun memerlukan konsekuensi peningkatan biaya.

Tabel 4. 38 Selisih Biaya Hasil Kombinasi

No.	Metode Kerja	Biaya	Selisih Biaya	Persentase
1	Eksisting	Rp 26.107.700.000		
2	Alternatif I (Beton Ready Mix + Sika Viscocrete 8007 dan Semi Sistem)	Rp 26.051.918.270	Rp 55.781.730	0,214
3	Alternatif II (Beton Ready Mix dan Sistem)	Rp 26.221.390.460	-Rp 113.690.460	-0,434
4	Alternatif III (Beton Ready Mix + Sika Viscocrete 8007 dan Sistem)	Rp 26.165.608.730	-Rp 57.908.730	-0,221

(sumber : Hasil Analisa Th 2025)

Berdasarkan hasil analisis perbandingan biaya terhadap metode kerja, metode eksisting memiliki total biaya sebesar Rp26.107.700.000 dan dijadikan sebagai acuan pembanding. Alternatif I, yaitu penerapan beton ready mix yang dikombinasikan dengan aditif Sika Viscocrete 8007 serta metode bekisting semi sistem, menunjukkan total biaya sebesar Rp26.051.918.270. Metode ini menghasilkan penghematan biaya sebesar Rp55.781.730 atau setara dengan penurunan biaya sebesar 0,214 persen dibandingkan metode eksisting. Hasil tersebut menunjukkan bahwa Alternatif I merupakan metode yang paling efisien dari sisi biaya di antara seluruh alternatif yang dianalisis.

Sebaliknya, Alternatif II yang menggunakan beton ready mix dengan bekisting sistem memiliki total biaya sebesar Rp26.221.390.460, atau mengalami peningkatan biaya sebesar Rp113.690.460 dibandingkan metode eksisting. Peningkatan biaya ini setara dengan kenaikan sebesar 0,434 persen, sehingga Alternatif II dikategorikan sebagai metode yang tidak efisien dari sisi biaya meskipun memberikan keunggulan dari aspek percepatan waktu pelaksanaan.

Alternatif III yang mengombinasikan beton ready mix dengan aditif Sika Viscocrete 8007 dan bekisting sistem menunjukkan total biaya sebesar Rp26.165.608.730, dengan peningkatan biaya sebesar Rp57.908.730 atau setara dengan kenaikan sebesar 0,221 persen dibandingkan metode eksisting. Hasil ini menunjukkan bahwa Alternatif III juga tergolong kurang efisien dari sisi biaya, namun masih dapat dipertimbangkan untuk diterapkan apabila proyek memiliki kebutuhan khusus terhadap peningkatan kinerja dan percepatan penyelesaian pekerjaan.

Secara keseluruhan, hasil analisis menunjukkan bahwa Alternatif I merupakan metode kerja yang paling menguntungkan secara ekonomi karena mampu menekan biaya pelaksanaan dibandingkan metode eksisting, sementara Alternatif II dan Alternatif III cenderung meningkatkan biaya proyek meskipun memberikan manfaat dari sisi percepatan waktu.

4.4 Perhitungan Analisa Ulang Pekerjaan Bekisting

Dilakukan Analisa ulang berdasarkan penelitian terdahulu yang menunjukkan bahwa bekisting sistem memiliki potensi penggunaan berulang yang tinggi pada proyek gedung bertingkat. Hal ini sejalan dengan temuan (Hansen et

al., 2020) yang melaporkan tingginya preferensi kontraktor terhadap bekisting sistem dibandingkan bekisting konvensional, yang mencerminkan keunggulan dari sisi durabilitas dan umur pakai. Kondisi tersebut mengindikasikan bahwa bekisting sistem secara umum dirancang untuk digunakan berulang dalam kisaran sekitar 6–10 kali penggunaan.

(Worku, 2025) menegaskan bahwa bekisting sistem merupakan pilihan paling efektif dalam praktik konstruksi dan merekomendasikan penerapannya secara terpadu dengan sistem lain untuk memperoleh manfaat optimal. Temuan ini mengimplikasikan bahwa bekisting sistem memiliki ketahanan teknis yang memadai untuk pemakaian berulang pada rentang 6–10 siklus pengecoran, khususnya pada pekerjaan struktur yang bersifat repetitif.

Dari sisi pengembangan teknologi, (Lee et al., 2020) menunjukkan bahwa inovasi bekisting berbasis material komposit mampu meningkatkan produktivitas dan kondisi kerja, yang secara teknis mendukung penggunaan berulang tanpa penurunan kinerja signifikan. Sementara itu, (Li et al., 2022) menyatakan bahwa pemilihan bekisting ditentukan oleh aspek keselamatan, biaya, geometri struktur, waktu pelaksanaan, dan kualitas permukaan beton, di mana bekisting sistem dinilai mampu memenuhi seluruh kriteria tersebut secara konsisten. Maka dari itu sistem secara rasional dapat diasumsikan memiliki umur pakai sekitar 6–10 kali penggunaan, sehingga asumsi tersebut layak digunakan dalam analisis waktu dan biaya pada proyek gedung bertingkat. Untuk perhitungan pada penelitian ini diasumsikan penggunaan bekisting untuk 6x pemakaian.

Tabel 4. 39 Analisa Harga Pemasangan Per m² Bekisting Sistem 6x pakai

No.	Uraian	Kode	Satuan	Koefisien	Harga Satuan (Rp)	Jumlah (Rp)
1	2	3	4	5	6	7
A.	Tenaga Kerja					
1	Pekerja	L.01	OH	0,220	97.000,00	21.340,00
2	Tukang Kayu	L.02	OH	0,110	108.000,00	11.880,00
3	Kepala Tukang	L.03	OH	0,011	115.000,00	1.265,00
4	Mandor	L.04	OH	0,011	119.000,00	1.309,00
Jumlah Harga Tenaga Kerja						35.794,00
B.	Bahan					

No.	Uraian	Kode	Satuan	Koefisien	Harga Satuan (Rp)	Jumlah (Rp)
1	Plywood Phenolic 15mm		lembar	0,350	260.440,00	91.154,00
2	Hollow 50.50		btg	1,000	84.000,00	84.000,00
3	U Head		set	1,000	25.000,00	25.000,00
4	Sekur Horizontal		set	1,000	54.500,00	54.500,00
2	Sekur Vertikal		set	1,000	54.500,00	54.500,00
3	Sekur Joint		set	1,000	25.000,00	25.000,00
4	Jack Base		set	1,000	25.000,00	25.000,00
5	Minyak Bekisting		ltr	0,200	25.667,00	5.133,40
Jumlah Harga Bahan						364.287,40
					dipakai 6x	60.714,57
C.	Peralatan					
Jumlah Harga Peralatan						0,00
D.	Jumlah Harga Tenaga, Bahan dan Peralatan (A+B+C)					96.508,57
E.	Overhead (10%)			10% x D		Rp 9.650,86
F.	Harga Satuan Pekerjaan per-m² (D+E)					106.159,42

(sumber : Hasil Analisa Th 2025)

Berdasarkan tabel 4.36 maka didapatkan perhitungan biaya pekerjaan bekisting sistem untuk semua lantai pada tabel di bawah ini.

Tabel 4. 40 Biaya Bekisting Sistem

Lantai	Vol. Total PerLantai	Harga Pekerjaan	Biaya Total
	a	b	c=(a*b)
Lantai 1	1.127,06	Rp 106.159	Rp 119.648.477
Lantai 2	2.564,96	Rp 106.159	Rp 272.294.696
Lantai 3	2.454,14	Rp 106.159	Rp 260.529.894
Lantai 4	1.812,38	Rp 106.159	Rp 192.401.235
Atap	1.062,62	Rp 106.159	Rp 112.806.905
Total	9.021,16	Total	Rp 957.681.206

(sumber : Hasil Analisa Th 2025)

Berdasarkan tabel 4.37 diketahui total keseluruhan volume pekerjaan bekisting pada Proyek Pembangunan Pondok Shabran Universitas Muhammadiyah Surakarta adalah 9.021,16 m², dengan total biaya pekerjaan sebesar Rp 957.681.206.

Tabel 4. 41 Perbandingan Biaya Pekerjaan bekisting

No.	Pekerjaan Bekisting	Volume (m2)	Semi Sistem	Sistem
1	Lantai 1	1.127,06	Rp 132.067.350	Rp 119.648.477
2	Lantai 2	2.564,96	Rp 300.557.431	Rp 272.294.696
3	Lantai 3	2.454,14	Rp 287.571.506	Rp 260.529.894
4	Lantai 4	1.812,38	Rp 212.371.456	Rp 192.401.235
5	Atap Dak	1.062,62	Rp 124.515.659	Rp 112.806.905
Total		9.021,16	Rp 1.057.083.402	Rp 957.681.206
Selisih			Rp 99.402.196	

(sumber : Hasil Analisa Th 2025)

Dari tabel diatas yang akan menjadi acuan dalam perhitungan analisa biaya pada bekisting.

4.4.1 Komparasi Metode Pengecoran dan Bekisting

Berdasarkan hasil perhitungan yang telah dilakukan pada pekerjaan pengecoran dan bekisting, selanjutnya dapat dilakukan analisis perbandingan biaya dan waktu untuk memperoleh metode pelaksanaan pekerjaan yang paling optimal, dengan uraian sebagai berikut:

a. Alternatif 1 (Beton Ready Mix + Sika Viscocrete 8007 dan bekisting semi sistem)

Analisa untuk alternatif 1 yaitu menggunakan Beton Ready Mix + Sika Viscocrete 8007 dengan bekisting semi sistem berdasarkan tabel 4.10 dan 4.12, didapatkan perbandingan harga sebagai berikut.

Tabel 4. 42Perbandingan Biaya dan Waktu Pengecoran

No	Pekerjaan	Waktu	Biaya
1	Pengecoran Ready Mix	84	Rp 933.172.030,28
2	Pengecoran Ready Mix + Sika Viscocrete 8007	49	Rp 953.900.588,41
	Selisih	35	-Rp 20.728.558,13

(sumber : Hasil Analisa Th 2025)

Berdasarkan tabel 4.22 dan 4.38, didapatkan perbandingan harga sebagai berikut.

Tabel 4. 43Perbandingan Biaya dan Waktu Pekerjaan Bekisting

No	Pekerjaan	Waktu	Biaya
1	Bekisting Semi Sistem	70	Rp 1.057.083.402
2	Bekisting Sistem	30	Rp 957.681.206
	Selisih	40	Rp 99.402.196

(sumber : Hasil Analisa Th 2025)

Berdasarkan pada tabel 4.39 perbandingan biaya dan waktu pengecoran yaitu 35 hari dan berdasarkan tabel 4.40 perbandingan waktu dan biaya bekisting yaitu 40 hari.

Total Waktu Eksisting = 154 hari

Total Waktu Kombinasi

= waktu pengecoran Ready mix dan Sika + Waktu Bekisting semi sistem

= 49 + 70 = 119 Hari

Selisis Waktu

= Total Waktu Eksisting – Total Waktu Kombinasi

= 154 - 119 Hari = 35 Hari

Maka durasi waktu alternatif1 adalah waktu eksisting dikurangi selisih waktu, jadi 243 hari dikurangi 31 hari = 208 Hari.

Tabel 4. 44Efisiensi Biaya Pekerjaan Alternatif I

No	Uraian	Anggaran Biaya	Durasi Waktu (hari)		Efisiensi Biaya
			Eksisting	Alternatif	
a	b	c	d	e	f = (c/d)*e
1	Gaji Pegawai	Rp364.000.000	243	208	Rp 311.572.016,46
2	Operasional Umum Kantor	Rp167.200.000,00	243	208	Rp 143.117.695,47
	Total	Rp 531.200.000			Rp 454.689.711,93
	Total Efisiensi Biaya Alternatif I				Rp 76.510.288,07

(sumber : Hasil Analisa Th 2025)

Berdasarkan tabel 4.39 dan 4.41, Maka biaya total kombinasi alternatif I yaitu sebagai berikut :

Biaya Total = Biaya Total Proyek – (Selisish Biaya Pengecoran + Biaya Efisiensi)
= Rp 26.107.700.000 – (-Rp20.728.558,13 + Rp76.510.288,07)
= Rp26.051.918.270,06

b. Alternatif II (Beton Ready Mix dan Bekisting Sistem)

Berikut adalah analisa untuk alternatif 2 yaitu menggunakan Beton Ready Mix dan Bekisting sistem. Berdasarkan pada tabel 4.39 perbandingan biaya dan waktu pengecoran yaitu 35 hari dan berdasarkan tabel 4.40 perbandingan waktu dan biaya bekisting yaitu 40 hari.

Total Waktu Eksisting = 154 hari

Total Waktu Kombinasi

= waktu pengecoran Ready mix + Waktu Bekisting sistem

= 84 + 30 = 114 Hari

Selisis Waktu

= Total Waktu Eksisting – Total Waktu Kombinasi

= 154 - 114 Hari = 40 Hari

Maka durasi waktu alternatif 2 adalah waktu eksisting dikurangi selisih waktu, jadi 243 hari dikurangi 40 hari = 203 Hari.

Tabel 4. 45Efisiensi Biaya Pekerjaan Alternatif II

No	Uraian	Anggaran Biaya	Durasi Waktu (hari)		Efisiensi Biaya
			Eksisting	Alternatif	
a	b	c	d	e	f = (c/d)*e
1	Gaji Pegawai	Rp 364.000.000	243	203	Rp 303.595.279,08
2	Operasional Umum Kantor	Rp167.200.000,00	243	203	Rp 139.453.655,66
	Total	Rp 531.200.000			Rp 443.048.934,74
Total Efisiensi Biaya Alternatif II					Rp 88.151.065,26

(sumber : Hasil Analisa Th 2025)

Maka biaya total kombinasi alternatif II yaitu sebagai berikut :

Biaya Total = Biaya Total Proyek – (Selisish Biaya Bekisting + Biaya Efisiensi)
 = Rp 26.107.700.000 – (Rp 99.402.196 + Rp88.151.065,26)
 = Rp 25.920.146.738

c. Alternatif III (Beton Ready Mix + Sika Viscocrete 8007 dan bekisting sistem)

Berikut adalah analisa untuk alternatif 3 yaitu menggunakan Beton Ready Mix + Sika Viscocrete 8007 dengan Bekisting Sistem . Berdasarkan pada tabel 4.39 perbandingan biaya dan waktu pengecoran yaitu 35 hari hari dan berdasarkan tabel 4.40 perbandingan waktu dan biaya bekisting yaitu 40 hari.

Total Waktu Eksisting = 154 hari

Total Waktu Kombinasi

= waktu pengecoran Ready mix dan Sika + Waktu Bekisting sistem

= 49 + 40 = 89 Hari

Selisis Waktu

= Total Waktu Eksisting – Total Waktu Kombinasi

= 154 - 89 Hari = 75 Hari

Maka durasi waktu alternatif1 adalah waktu eksisting dikurangi selisih waktu, jadi 243 hari dikurangi 31 hari = 168 Hari.

Tabel 4. 46Efisiensi Biaya Pekerjaan Alternatif III

No	Uraian	Anggaran Biaya	Durasi Waktu (hari)		Efisiensi Biaya
			Eksisting	Alternatif	
a	b	c	d	e	f = (c/d)*e
1	Gaji Pegawai	Rp 364.000.000	243	168	Rp 251.167.295,54
2	Operasional Umum Kantor	Rp167.200.000,00	243	168	Rp 115.371.351,14
	Total	Rp 531.200.000			Rp 366.538.646,67
	Total Efisiensi Biaya Alternatif I				Rp 164.661.353,33

(sumber : Hasil Analisa Th 2025)

Maka biaya total kombinasi alternatif I yaitu sebagai berikut :

Biaya Total = Biaya Total Proyek – (Selisish Biaya Pengecoran + Selisih Biaya Bekisting + Biaya Efisiensi)

= Rp 26.107.700.000 – (-Rp20.728.558,13 + Rp 99.402.196

Rp164.661.353,33)

= Rp25.864.365.008,66

4.4.2 Komparasi Analisis Hasil Metode Pengecoran

Dari analisa ini perhitungan yang digunakan dalam komparasi hasil menggunakan bekisting yang dipakai 6x karena lebih efektif dan efisien.

Berdasarkan tabel 4.30 hasil analisis perbandingan waktu dan biaya pekerjaan pengecoran, metode pengecoran menggunakan beton ready mix konvensional memerlukan waktu pelaksanaan selama 84 hari dengan total biaya sebesar Rp933.172.030,28. Sementara itu, metode pengecoran menggunakan ready mix yang dikombinasikan dengan aditif Sika Viscocrete 8007 mampu mempercepat durasi pelaksanaan pekerjaan menjadi 49 hari, atau lebih singkat 35 hari dibandingkan metode konvensional. Percepatan waktu tersebut berdampak pada peningkatan biaya pelaksanaan sebesar Rp20.728.558,13. Kondisi ini menunjukkan adanya hubungan trade-off antara waktu dan biaya, di mana pengurangan durasi pelaksanaan proyek dicapai dengan konsekuensi peningkatan biaya. Meskipun demikian, dari sudut pandang manajemen proyek, metode pengecoran dengan penambahan Sika Viscocrete 8007 dapat dinilai lebih efektif apabila proyek menuntut penyelesaian dalam waktu yang lebih singkat, karena keuntungan dari efisiensi waktu yang diperoleh dapat mengimbangi tambahan biaya yang dikeluarkan.

4.4.3 Komparasi Analisis Hasil Metode Bekisting

Berdasarkan tabel 4.40 hasil analisis perbandingan waktu dan biaya pekerjaan bekisting, penggunaan metode bekisting semi sistem memerlukan waktu pelaksanaan selama 70 hari dengan total biaya sebesar Rp1.057.083.402. Sementara itu, penerapan metode bekisting sistem mampu mempercepat durasi pekerjaan secara signifikan menjadi 30 hari, atau lebih singkat 40 hari dibandingkan metode semi sistem. Percepatan waktu tersebut berdampak pada peningkatan biaya sebesar Rp 99.402.196. Kondisi ini menunjukkan adanya hubungan trade-off antara waktu dan biaya, di mana percepatan durasi pelaksanaan pekerjaan dicapai melalui penggunaan teknologi dan sistem bekisting yang lebih modern dengan konsekuensi peningkatan biaya. Meskipun biaya yang dikeluarkan lebih besar, metode bekisting sistem dinilai lebih efektif pada proyek dengan keterbatasan waktu pelaksanaan, karena efisiensi waktu yang diperoleh dapat meningkatkan produktivitas pelaksanaan serta mengurangi risiko keterlambatan proyek secara keseluruhan.

4.4.4 Komparasi Analisis Hasil Metode Pengecoran dan Bekisting

Tabel 4. 47 Analisis Komparasi Hasil Terhadap Waktu

No.	Metode Kerja	Ket.	Waktu (hari)	Selisih Waktu (hari)	Ket. Waktu
1	Eksisting		243		
2	Alternatif I (Beton Ready Mix + Sika Viscocrete 8007 dan Semi Sistem)	Efisien	208	35	Efektif
3	Alternatif II (Beton Ready Mix dan Sistem)	In Efisien	203	40	Efektif
4	Alternatif III (Beton Ready Mix + Sika Viscocrete 8007 dan Sistem)	In Efisien	168	75	Efektif

(sumber : Hasil Analisa Th 2025)

Berdasarkan hasil analisis perbandingan metode kerja terhadap durasi pelaksanaan proyek, metode eksisting membutuhkan waktu penyelesaian selama 243 hari dan dijadikan sebagai acuan perbandingan. Alternatif I, yaitu penggunaan beton ready mix yang dikombinasikan dengan aditif Sika Viscocrete 8007 serta metode bekisting semi sistem, mampu menurunkan durasi pelaksanaan menjadi 208 hari atau lebih cepat 35 hari dibandingkan metode eksisting. Metode ini dinilai efisien dari sisi biaya dan efektif dari sisi waktu. Alternatif II yang menggunakan beton ready mix tanpa aditif dengan bekisting sistem menunjukkan durasi pelaksanaan sebesar 203 hari, atau lebih cepat 40 hari dari kondisi eksisting, namun dikategorikan tidak efisien dari sisi biaya meskipun tetap efektif dalam mempercepat waktu pelaksanaan. Selanjutnya, Alternatif III yang mengombinasikan beton ready mix dengan aditif Sika Viscocrete 8007 dan bekisting sistem memberikan percepatan waktu paling signifikan, yaitu menjadi 168 hari atau lebih cepat 75 hari dibandingkan metode eksisting. Meskipun metode ini tergolong tidak efisien dari sisi biaya, tingkat efektivitas waktu yang dihasilkan sangat tinggi sehingga alternatif ini lebih sesuai diterapkan pada proyek dengan prioritas utama percepatan penyelesaian pekerjaan.

Tabel 4. 48 Analisis Hasil Komparasi Hasil Terhadap Biaya

No.	Metode Kerja	Ket.	Biaya	Selisih Biaya	Ket. Biaya
1	Eksisting		Rp 26.107.700.000		
2	Alternatif I (Beton Ready Mix + Sika Viscocrete 8007 dan Semi Sistem)	Efektif	Rp 26.051.918.270	Rp 55.781.730	Efisien
3	Alternatif II (Beton Ready Mix dan Sistem)	Efektif	Rp 25.920.146.739	Rp 187.553.261	Efisien
4	Alternatif III (Beton Ready Mix + Sika Viscocrete 8007 dan Sistem)	Efektif	Rp 25.864.365.009	Rp 243.334.991	Efisien

(sumber : Hasil Analisa Th 2025)

Berdasarkan hasil analisis perbandingan biaya antar metode kerja, metode eksisting memiliki total biaya pelaksanaan sebesar Rp26.107.700.000 dan digunakan sebagai dasar pembandingan. Alternatif I, yaitu penerapan beton ready mix yang dikombinasikan dengan aditif Sika Viscocrete 8007 serta metode bekisting semi sistem, menghasilkan total biaya sebesar Rp26.051.918.270. Metode ini menunjukkan penghematan biaya sebesar Rp55.781.730 dibandingkan metode eksisting, sehingga dikategorikan efisien dari sisi biaya dan tetap efektif dalam pelaksanaan.

Selanjutnya, Alternatif II yang menggunakan beton ready mix dengan metode bekisting sistem menghasilkan total biaya sebesar Rp25.920.146.739, atau lebih rendah Rp187.553.261 dibandingkan metode eksisting. Penghematan biaya yang cukup signifikan ini menunjukkan bahwa Alternatif II lebih efisien secara ekonomi serta tetap efektif untuk diterapkan pada proyek.

Adapun Alternatif III, yaitu kombinasi beton ready mix, aditif Sika Viscocrete 8007, dan metode bekisting sistem, memberikan total biaya terendah sebesar Rp25.864.365.009. Metode ini mampu menekan biaya sebesar Rp243.334.991 dibandingkan metode eksisting, sehingga dinilai sebagai alternatif paling efisien sekaligus efektif. Dengan demikian, Alternatif III menjadi pilihan optimal dari sisi biaya pelaksanaan tanpa mengurangi efektivitas metode kerja yang diterapkan.

Tabel 4. 49 Analisis Komparasi Hasil Kombinasi

No.	Metode Kerja	Durasi Pekerjaan	Total Biaya Pekerjaan	Efisiensi Biaya Terhadap Waktu	Efisiensi Biaya Terhadap Metode Pekerjaan	Profit/Loss
1	Eksisting	243	Rp 26.107.700.000,00			
2	Alternatif I (Beton Ready Mix + Sika Viscocrete 8007 dan Semi Sistem)	208	Rp 26.051.918.270,06	Rp 76.510.288,07	-Rp 20.728.558,13	Rp 55.781.730
3	Alternatif II (Beton Ready Mix dan Sistem)	203	Rp 26.221.390.459,53	Rp 88.151.065,26	Rp 99.402.196	Rp 187.553.261
4	Alternatif III (Beton Ready Mix + Sika Viscocrete 8007 dan Sistem)	168	Rp 26.165.608.729,59	Rp 164.661.353,33	Rp 78.673.638,01	Rp 243.334.991

(sumber : Hasil Analisa Th 2025)

Berdasarkan hasil analisis integrasi antara durasi pekerjaan dan total biaya pelaksanaan, metode eksisting memiliki durasi pekerjaan terpanjang, yaitu 243 hari, dengan total biaya sebesar Rp26.107.700.000,00 dan dijadikan sebagai acuan pembandingan. Metode ini belum menunjukkan adanya efisiensi baik dari sisi waktu maupun biaya karena menggunakan metode pelaksanaan konvensional.

Alternatif I, yaitu penerapan beton ready mix yang dikombinasikan dengan aditif Sika Viscocrete 8007 serta metode bekisting semi sistem, mampu menurunkan durasi pekerjaan menjadi 208 hari atau lebih cepat 35 hari dibandingkan metode eksisting. Dari sisi efisiensi biaya terhadap waktu, alternatif ini menghasilkan nilai sebesar Rp76.510.288,07, yang menunjukkan adanya manfaat ekonomi akibat percepatan durasi pelaksanaan. Namun, jika ditinjau dari perubahan metode pekerjaan, alternatif ini memerlukan tambahan biaya sebesar Rp20.728.558,13. Secara keseluruhan, Alternatif I tetap memberikan keuntungan bersih sebesar Rp55.781.730, sehingga dapat dikategorikan sebagai metode yang efisien dan relatif optimal karena mampu menyeimbangkan antara percepatan waktu dan pengendalian biaya.

Alternatif II, yang menggunakan beton ready mix dengan metode bekisting sistem, menghasilkan durasi pekerjaan sebesar 203 hari atau lebih cepat sekitar 40 hari dibandingkan metode eksisting. Nilai efisiensi biaya terhadap waktu yang diperoleh mencapai Rp88.151.065,26. Selain itu, perubahan metode pekerjaan pada alternatif ini justru memberikan efisiensi biaya sebesar Rp99.402.196, sehingga secara keseluruhan Alternatif II menghasilkan keuntungan bersih sebesar Rp187.553.261. Hasil ini menunjukkan bahwa Alternatif II tidak hanya efektif dalam mempercepat waktu pelaksanaan, tetapi juga efisien dari sisi biaya.

Selanjutnya, Alternatif III yang menggabungkan beton ready mix, aditif Sika Viscocrete 8007, dan metode bekisting sistem memberikan percepatan waktu paling signifikan, dengan durasi pekerjaan menjadi 168 hari atau lebih cepat sekitar 75 hari dibandingkan metode eksisting. Efisiensi biaya terhadap waktu pada alternatif ini mencapai Rp164.661.353,33, yang merupakan nilai tertinggi dibandingkan alternatif lainnya. Selain itu, efisiensi biaya terhadap metode pekerjaan juga tercatat sebesar Rp78.673.638,01, sehingga menghasilkan keuntungan bersih paling besar, yaitu Rp243.334.991. Dengan demikian, Alternatif III dinilai sebagai metode kerja paling optimal karena mampu memberikan percepatan waktu terbesar sekaligus efisiensi biaya tertinggi.

Secara keseluruhan, hasil analisis menunjukkan bahwa seluruh alternatif mampu meningkatkan kinerja proyek dibandingkan metode eksisting. Alternatif I unggul dalam keseimbangan antara waktu dan biaya dengan risiko perubahan metode yang relatif kecil, Alternatif II memberikan efisiensi ekonomi yang cukup signifikan, sedangkan Alternatif III menjadi alternatif terbaik karena memberikan kombinasi paling optimal antara percepatan waktu dan keuntungan biaya pada proyek.

Tabel 4. 50 Selisih Biaya Hasil Kombinasi

No.	Metode Kerja	Biaya	Selisih Biaya	Persentase
1	Eksisting	Rp 26.107.700.000		
2	Alternatif I (Beton Ready Mix + Sika Viscocrete 8007 dan Semi Sistem)	Rp 26.051.918.270	Rp 55.781.730	0,214

3	Alternatif II (Beton Ready Mix dan Sistem)	Rp 25.920.146.739	Rp 187.553.261	0,724
4	Alternatif III (Beton Ready Mix + Sika Viscocrete 8007 dan Sistem)	Rp 25.864.365.009	Rp 243.334.991	0,941

(sumber : Hasil Analisa Th 2025)

Berdasarkan hasil analisis perbandingan biaya terhadap metode kerja, metode eksisting memiliki total biaya sebesar Rp26.107.700.000 dan dijadikan sebagai acuan pembandingan. Alternatif I, yaitu penerapan beton ready mix yang dikombinasikan dengan aditif Sika Viscocrete 8007 serta metode bekisting semi sistem, menunjukkan total biaya sebesar Rp26.051.918.270. Metode ini menghasilkan penghematan biaya sebesar Rp55.781.730 atau setara dengan penurunan biaya sebesar 0,214 persen dibandingkan metode eksisting. Hasil tersebut menunjukkan bahwa Alternatif I mampu memberikan efisiensi biaya, meskipun tingkat penghematannya relatif kecil.

Alternatif II yang menggunakan beton ready mix dengan metode bekisting sistem memiliki total biaya sebesar Rp25.920.146.739. Metode ini mampu menekan biaya sebesar Rp187.553.261 dibandingkan metode eksisting, atau setara dengan penghematan sebesar 0,724 persen. Nilai penghematan tersebut menunjukkan bahwa Alternatif II lebih efisien secara ekonomi dibandingkan Alternatif I, sehingga layak dipertimbangkan sebagai metode kerja yang lebih optimal dari sisi biaya.

Selanjutnya, Alternatif III yang mengombinasikan beton ready mix, aditif Sika Viscocrete 8007, dan metode bekisting sistem menghasilkan total biaya terendah sebesar Rp25.864.365.009. Alternatif ini memberikan penghematan biaya paling besar, yaitu Rp243.334.991 atau setara dengan penurunan biaya sebesar 0,941 persen dibandingkan metode eksisting. Dengan demikian, Alternatif III merupakan metode kerja yang paling efisien dari sisi biaya di antara seluruh alternatif yang dianalisis.

Secara keseluruhan, hasil analisis menunjukkan bahwa seluruh alternatif metode kerja mampu memberikan penghematan biaya dibandingkan metode eksisting. Alternatif I memberikan efisiensi biaya paling kecil, Alternatif II

menunjukkan efisiensi biaya yang cukup signifikan, sedangkan Alternatif III menjadi alternatif paling menguntungkan secara ekonomi karena mampu menekan biaya pelaksanaan proyek secara maksimal.

4.5 Tahap Rekomendasi

Pada tahap analisis diperoleh hasil bahwa setiap metode pelaksanaan memiliki implikasi yang berbeda terhadap durasi dan biaya pekerjaan. Beberapa metode mampu mempercepat waktu pelaksanaan, namun berdampak pada peningkatan biaya dibandingkan metode eksisting. Oleh karena itu, diperlukan pemilihan metode kerja yang tepat agar diperoleh kombinasi durasi pelaksanaan yang lebih singkat dengan biaya yang tetap efisien. Berdasarkan hasil penelitian, rekomendasi metode kerja dapat diuraikan sebagai berikut.

1. Metode bekisting

Apabila prioritas utama proyek adalah percepatan waktu pelaksanaan, maka metode pekerjaan bekisting sistem dapat dipertimbangkan karena mampu menghasilkan durasi pekerjaan yang lebih singkat. Namun demikian, apabila proyek lebih menekankan pada efisiensi biaya, maka metode bekisting semi sistem merupakan pilihan yang lebih tepat. Pemilihan metode bekisting ini perlu disesuaikan dengan kebutuhan, skala, serta kondisi proyek yang dilaksanakan.

2. Metode pengecoran

Untuk mencapai efektivitas waktu pelaksanaan, metode pengecoran dengan menggunakan beton ready mix yang dikombinasikan dengan aditif Sika Viscocrete 8007 dapat diterapkan karena terbukti mampu mempercepat durasi pekerjaan. Sebaliknya, apabila pertimbangan utama adalah penghematan biaya, maka metode pengecoran menggunakan beton ready mix tanpa penambahan aditif menjadi alternatif yang lebih efisien. Penentuan metode pengecoran ini juga harus mempertimbangkan karakteristik pekerjaan dan target proyek.

3. Metode komparasi

Berdasarkan hasil analisis perbandingan biaya terhadap metode kerja, metode eksisting dengan total biaya Rp26.107.700.000 dijadikan sebagai acuan pembanding. Alternatif I, yaitu penerapan beton ready mix dengan aditif Sika Viscocrete 8007 dan bekisting semi sistem, menghasilkan biaya sebesar Rp26.051.918.270 atau memberikan penghematan sebesar Rp55.781.730 (0,214 persen). Alternatif II yang menggunakan beton ready mix dengan bekisting sistem mampu menekan biaya menjadi Rp25.920.146.739, dengan penghematan sebesar Rp187.553.261 (0,724 persen). Sementara itu, Alternatif III yang mengombinasikan beton ready mix, aditif Sika Viscocrete 8007, dan bekisting sistem menghasilkan biaya terendah sebesar Rp25.864.365.009, dengan penghematan terbesar yaitu Rp243.334.991 (0,941 persen). Secara keseluruhan, hasil analisis menunjukkan bahwa seluruh alternatif metode kerja lebih efisien dibandingkan metode eksisting, dengan Alternatif III sebagai metode paling optimal dari sisi biaya pelaksanaan proyek.

4.6 Interpretasi Penelitian

Pada penelitian ini dilakukan evaluasi terhadap metode pelaksanaan pekerjaan proyek yang ditinjau dari aspek efektivitas waktu dan efisiensi biaya berdasarkan hasil analisis komparatif antara metode eksisting dan metode alternatif. Berdasarkan hasil analisis tersebut, dapat disimpulkan beberapa temuan sebagai berikut.

- Alternatif I, yaitu metode pekerjaan yang menggunakan beton ready mix dengan penambahan aditif Sika Viscocrete 8007 serta bekisting semi sistem, menunjukkan peningkatan kinerja dibandingkan metode eksisting. Durasi pelaksanaan pada alternatif ini berkurang dari 243 hari menjadi 208 hari, sehingga terjadi percepatan waktu sebesar 35 hari. Dari sisi biaya, metode ini juga memberikan efisiensi sebesar Rp55.781.730 atau setara dengan penghematan biaya sebesar 0,214 persen dibandingkan metode eksisting. Dengan demikian, Alternatif I dinilai mampu memberikan keseimbangan yang baik antara percepatan waktu dan efisiensi biaya.

- Alternatif II, yaitu metode pekerjaan yang menggunakan beton ready mix dan bekisting sistem, menghasilkan durasi pelaksanaan yang lebih singkat dibandingkan metode eksisting, yaitu sekitar 203 hari atau lebih cepat 40 hari. Selain memberikan percepatan waktu, alternatif ini juga mampu menekan biaya pelaksanaan sebesar Rp187.553.261 atau setara dengan penghematan sebesar 0,724 persen dibandingkan metode eksisting. Hasil ini menunjukkan bahwa Alternatif II efektif dari sisi waktu sekaligus efisien dari sisi biaya.
- Alternatif III, yang mengombinasikan beton ready mix dengan aditif Sika Viscocrete 8007 dan bekisting sistem, memberikan percepatan waktu paling signifikan dibandingkan metode eksisting. Durasi pelaksanaan pada alternatif ini menjadi sekitar 168 hari atau lebih cepat 75 hari. Selain itu, alternatif ini juga menghasilkan efisiensi biaya terbesar, yaitu sebesar Rp243.334.991 atau setara dengan penghematan biaya sebesar 0,941 persen dibandingkan metode eksisting. Dengan demikian, Alternatif III dinilai sebagai metode yang paling unggul baik dari sisi percepatan waktu maupun efisiensi biaya.

Secara keseluruhan, hasil pembahasan menunjukkan bahwa seluruh metode alternatif memberikan kinerja yang lebih baik dibandingkan metode eksisting. Alternatif I unggul dalam keseimbangan antara efisiensi waktu dan biaya dengan risiko perubahan metode yang relatif kecil, Alternatif II memberikan efisiensi yang lebih signifikan, sedangkan Alternatif III merupakan metode pelaksanaan paling optimal berdasarkan data penelitian ini karena mampu menghasilkan percepatan waktu terbesar sekaligus penghematan biaya tertinggi.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Kesimpulan dari penelitian yang dilakukan pada Proyek Pembangunan Pondok Shabran Universitas Muhammadiyah Surakarta, yaitu

1. Metode pengecoran paling efektif dan efisien adalah beton ready mix dengan aditif Sika Viscocrete 8007, yang mampu mempercepat durasi dari 243 hari menjadi 208 hari serta menghemat biaya sebesar Rp55.781.730 (0,214%).
2. Metode bekisting paling efektif dan efisien adalah bekisting sistem, yang mempercepat durasi hingga sekitar 40 hari dan menekan biaya sebesar Rp187.553.261 (0,724%).
3. Kombinasi beton ready mix dengan aditif Sika Viscocrete 8007 dan bekisting sistem merupakan metode paling optimal karena mempercepat durasi pelaksanaan hingga sekitar 168 hari dan memberikan penghematan biaya terbesar sebesar Rp243.334.991 (0,941%) pada proyek Pondok Shabran Universitas Muhammadiyah Surakarta.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan yang telah dilakukan pada penelitian *re-engineering* Proyek Pembangunan Pondok Shabran Universitas Muhammadiyah Surakarta, maka diperlukan beberapa saran yang diharapkan dapat menjadi bahan pertimbangan dalam pengambilan keputusan pelaksanaan proyek serta sebagai acuan bagi penelitian selanjutnya.

- Pemilihan metode pelaksanaan pekerjaan pada proyek konstruksi bangunan gedung sejenis disarankan mempertimbangkan keseimbangan antara efektivitas waktu dan efisiensi biaya agar target penyelesaian proyek dapat tercapai tanpa menimbulkan pembengkakan biaya.
- Metode pelaksanaan hasil *re-engineering* yang terbukti memberikan percepatan waktu sekaligus efisiensi biaya, khususnya kombinasi metode

yang paling optimal, dapat dijadikan sebagai acuan dalam perencanaan dan pelaksanaan proyek selanjutnya.

- Analisis *time–cost trade off* disarankan untuk dilakukan sejak tahap perencanaan awal proyek guna memperoleh alternatif metode kerja yang paling sesuai dengan kondisi lapangan, ketersediaan sumber daya, dan target waktu pelaksanaan.
- Penggunaan teknologi konstruksi, seperti aditif beton dan sistem bekisting, perlu disesuaikan dengan kebutuhan proyek serta kemampuan manajemen pelaksanaan agar manfaat percepatan waktu dapat diimbangi dengan pengendalian biaya yang efektif.
- Penelitian selanjutnya disarankan untuk mengembangkan kajian *re-engineering* dengan memasukkan variabel tambahan, seperti risiko pelaksanaan, mutu pekerjaan, dan aspek keselamatan kerja, sehingga rekomendasi yang dihasilkan menjadi lebih komprehensif dan aplikatif.



DAFTAR PUSTAKA

- Aji, N. M., Nindiani, A., Sasmi, W. T., & Perdana, M. F. (2025). Construction Project Scheduling Optimization with Critical Path Method (CPM) and Precedence Diagram Method (PDM) (Case Study: PT Samara Insan Sentosa). *SITEKIN : Jurnal Sains, Teknologi Dan Industri*, 22(2), 251–264.
- American Concrete Institute. (2014). *Formwork for Concrete* (8th ed.). American Concrete Institute.
- Annastasia, S., Suakanto, S., & Lubis, M. (2025). Business Process Reengineering based on Information Economics. *Jurnal Sistemasi Sistem Informasi*, 14, 2165–2179.
- Asroni, A. (2010). Balok Dan Plat Beton Bertulang. In *Yogyakarta: Graha Ilmu*.
- Bennis, W., & Mische, M. (1996). Organisasi abad 21: Reinventing melalui reengineering. In *Jakarta: Pustaka Binaman Pressindo*.
- Cheng, M. Y. (2003). Reengineering of construction management processes. ., *Journal of Construction Engineering and Management* ASCE.
- Dapartemen Pekerjaan Umum. (1989). *Pedoman Beton 1989 (SKBI 1.4.52.1989)*.
- Davenport, T. H. (1993). Process innovation: Reengineering work through information technology. In *Boston, MA: Harvard Business School Press*.
- Ferrada, X., Serpell, A., & Skibniewski, M. (2013). Selection of construction methods: A knowledge-based approach. *TheScientificWorldJournal*, 2013, 938503. <https://doi.org/10.1155/2013/938503>
- Hammer, M., & Champy, J. (1993). Reengineering the corporation: A manifesto for business revolution. *Harper Business*.
- Hansen, S., Siregar, P. H., & Jevica. (2020). Analytic Hierarchy Process-Based Decision-Making Framework for Formwork System Selection by Contractors. *Journal of Construction in Developing Countries*, 25(2), 235–255. Crossref. <https://doi.org/10.21315/jcdc2020.25.2.10>
- Hussain, M., Gunasekaran, A., & Yusuf, Y. (2020). Green process reengineering for operational productivity improvement: Evidence from engineering and construction sectors. *Journal of Cleaner Production, Elsevier*.
- Johansson, H. J., McHugh, P., Pendlebury, A. J., & Wheeler III, W. A. (1993). Business process reengineering: Breakpoint strategies for market dominance. In *New York, NY: John Wiley & Sons*.
- Jufri, M. H., Sari, S. N., Maulana, R., & Hermawan, A. (2023). Analisis Fungsi Manajemen Konstruksi Dalam Proyek Pembangunan Gedung Kampus Di Yogyakarta. *Jurnal Ekonomi Dan Bisnis*, 2(2).
- Kerzner, H. . (2005). *Project Management—A systems Approach to planning*.
- Lee, Dongmin, Kim, T., Lee, Dongyoun, Lim, H., Cho, H., & Kang, K. (2020). *Development Of An Advanced Composite System Form For Constructability Improvement Through A Design For Six Sigma Process*. <https://doi.org/10.3846/jcem.2020.12188>
- Li, W., Lin, X., Bao, D., & Xie, Y. M. (2022). A review of formwork systems for modern concrete construction. *Structures*. <https://doi.org/10.1016/j.istruc.2022.01.089>
- Listianto, F., Irawan, D., Cakrawala, M., Rakyat, B., Magetan, I., Sipil, J. T., Teknik, F., & Malang, U. W. (2023). Analisa perhitungan anggaran biaya

- dengan metode ahsp pupr, kab. Bangli 2022, sni 2021 dan dokumen kontrak pada proyek pembangunan rusun lantai tiga tipe 24. *Jurnal Ilmiah Teknik Sipil Dan Lingkungan (Bowplank)*, 3(2).
- Long, T., & Johnson, M. (2000). Rigour, reliability and validity in qualitative research. *Clinical Effectiveness in Nursing*, 4(1), 30–37. <https://doi.org/10.1054/cein.2000.0106>
- Malifa, Y. (2019). Konstruksi Menggunakan Metode Crashing (Studi Kasus : Pembangunan Rusun Iain Manado). *Jurnal Sipil Statik*, 7(6), 681–688.
- Mckim, C. (2023). Meaningful Member-Checking: A Structured Approach to Member- Checking. *American Journal Of Qualitative Research*, 7(2), 41–52.
- Mekarisce, A. A., & Jambi, U. (n.d.). Teknik Pemeriksaan Keabsahan Data pada Penelitian Kualitatif di Bidang Kesehatan Masyarakat Data Validity Check Techniques in Qualitative Research in Public Health. 12(33).
- Novinda Annisa. (2016). Analisis dan Evaluasi Sisa Material Konstruksi Menggunakan Metode Pareto dan Fishbone Diagram. *Jurnal Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil Universitas Brawijaya*.
- P, A. A. (2019). Buku Ajar Manajemen Proyek Program Studi. *Manajemen Proyek Konstruksi*.
- Putra, I. N. D. B. (2023). *Pelaksanaan kolom pada proyek pembangunan kamar jenazah Rumah Sakit Umum Ngudi Waluyo Wlingi Kabupaten Blitar*. Universitas Islam Blitar.
- Rani, H. A., Abdullah, C. S., Mohtar, S., Management, E., Management, E., & Management, E. (2013). The Iron Triangle As The Triple Constraints In Project Management The Iron Triangle as Project Success Criteria. *Jurnal Teknik Sipil*, 2, 1–12.
- Sabki, O. W. M., Nawati, M. N. M., Mohamed, O., & Azzli, F. (2005). Construction Business Process Reengineering (CBPR): A Case Study of Construction Organizations in Malaysia. *Jurnal Teknik Sipil ITB*, 12(3), 211–228.
- Sabrang. (1998). Analisis Nilai dalam Rekayasa Ulang Proses. . In *Jakarta: Penerbit Teknik Industri*.
- Stephen P. (2022). Studi Mengenaai Penerapan Manajemen Proyek dalam Proyek Konstruksi. *Doctoral Disertatioan, UAJY*.
- United States Federal transit Administration. (2009). *Construction Project Management Handbook*.
- Wardani, E. L., & Anggonowati, K. (2024). Re-Engineering Pada Proyek Pembangunan Gedung SMP 16 Surakarta. *Jurnal Ilmiah Sultan Agung*, 252–262.
- Worku, T. T. (2025). Formwork material selection and optimization by a comprehensive integrated subjective–objective criteria weighting MCDM model. *Discover Materials*, 5(1). Crossref. <https://doi.org/10.1007/s43939-024-00162-x>