

PERENCANAAN BEKISTING DAN PERANCAH PEMBANGUNAN GEDUNG PROGRAM STUDI TEKNIK LISTRIK POLITEKNIK NEGERI MALANG

Algina Dia Tasya^{1,*}, Fadjar Purnomo²

Mahasiswa Teknik Sipil¹, Dosen Teknik Sipil² Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Malang

¹alginadia10@gmail.com, ²fadjar.purnomo@polinema.ac.id

ABSTRAK

Pekerjaan bekisting dan perancah merupakan komponen penting dalam pembangunan struktur beton bertulang, khususnya pada proyek gedung bertingkat. Penelitian ini bertujuan untuk merencanakan dan menganalisis tiga jenis sistem bekisting, yaitu bekisting konvensional, bekisting semi sistem dan bekisting aluminium, dalam pembangunan Gedung Program Studi Teknik Listrik Politeknik Negeri Malang. Metode yang digunakan meliputi perhitungan kebutuhan material, analisis biaya dan waktu pelaksanaan, serta evaluasi efektivitas dan efisiensi dari ketiga sistem. Tahapan yang dimulai dari identifikasi masalah, pengumpulan data primer dan sekunder, dan data yang diperoleh kemudian diolah dan dianalisis untuk masing-masing metode bekisting. Secara keseluruhan, bekisting semi sistem muncul sebagai opsi paling efisien dari sisi biaya, dari alternatif sewa maupun sistem pembelian dengan nilai skor 4,33. Semi sistem memberikan keseimbangan terbaik antara biaya, kekuatan, dan efisiensi penggunaan, sehingga menjadi pilihan paling ekonomis dibandingkan dua alternatif lainnya.

Kata kunci : bekisting konvensional, bekisting semi sistem, bekisting aluminium, efektivitas, efisiensi

ABSTRACT

Formwork and scaffolding work are essential components in the construction of reinforced concrete structures, particularly in multi-story building projects. This study aims to plan and analyze three types of formwork systems—conventional formwork, semi-system formwork, and aluminum formwork—in the construction of the Electrical Engineering Study Program Building at Politeknik Negeri Malang. The methods used include calculating material requirements, analyzing implementation costs and time, and evaluating the effectiveness and efficiency of the three systems. Stages that begin with identifying the problem, collecting primary and secondary data, and then processing and analyzing the data obtained for each formwork method. Overall, the semi-system formwork emerges as the most cost-efficient option, whether under rental or purchase schemes, with a score of 4.33. The semi-system provides the best balance between cost, strength, and usage efficiency, making it the most economical choice compared to the other two alternatives.

Keywords : conventional formwork, semi-system formwork, aluminum formwork, effectiveness, efficiency

1. PENDAHULUAN

Menurut Koswara (2009), bekisting adalah struktur sementara yang digunakan untuk menampung beton segar hingga mengeras dan mampu menahan dirinya sendiri. Sementara itu menurut Wahyuni (2017), perancah adalah struktur penopang sementara yang digunakan untuk memfasilitasi pekerjaan konstruksi pada elevasi tertentu yang tidak dapat dijangkau secara langsung dari permukaan tanah. Terdapat tiga alternatif sistem bekisting yang umum digunakan yakni bekisting konvensional, semi sistem, dan aluminium yang masing-masing memiliki karakteristik berbeda dari segi biaya, efisiensi waktu, kekuatan, dan

pengulangan pemakaian. Penelitian ini bertujuan merencanakan desain bekisting konvensional, semi sistem, dan aluminium serta perancah yang aman dan kuat pada Proyek Pembangunan Gedung Program Studi Teknik Listrik Politeknik Negeri Malang, menghitung total kebutuhan material sesuai desain, menyusun strategi dan metode pelaksanaannya, menentukan metode bekisting dan perancah yang paling efektif dan efisien, serta membandingkan efektivitas biaya opsi sewa dan beli untuk menemukan volume kerja optimum saat investasi bekisting menjadi lebih ekonomis.

Ruang lingkup mencakup pekerjaan struktur atas lantai tipikal untuk bekisting kolom, balok, dan pelat Gedung Program Studi Teknik Listrik Politeknik Negeri Malang, dengan bekisting semi sistem menggunakan *plywood phenolic*, serta penilaian efektivitas ditinjau dari metode pelaksanaan dan produktivitas tenaga kerja, sementara efisiensi ditinjau dari waktu dan biaya pelaksanaan. Rencana anggaran biaya disusun mengacu HSD Kota Malang 2025 dengan koefisien AHSP ditetapkan dari hasil analisis penulis berdasarkan desain keselamatan struktur dan perencanaan material, dan seluruh analisis biaya maupun durasi menggunakan acuan siklus tercepat atau total waktu terpendek. Pekerjaan diasumsikan memakai metode bottom-up, seluruh elemen struktur dianggap belum pernah dicor sebelumnya, analisis kekuatan bekisting menggunakan *Safety Factor 3*, perhitungan RAB dilakukan dengan Microsoft Excel, serta terdapat asumsi penyesuaian pekerjaan tiap lantai sebesar 10% dari koefisien pekerja lantai sebelumnya.

2. METODE

Penelitian ini dilaksanakan melalui beberapa tahapan yang dimulai dari identifikasi masalah terkait pemilihan metode bekisting yang paling efektif dan efisien untuk mendukung pelaksanaan proyek struktur beton. Tahap berikutnya adalah pengumpulan data primer melalui dokumentasi lapangan serta data sekunder berupa dokumen teknis, gambar perencanaan, dan harga satuan dasar.

Data yang diperoleh kemudian diolah dan dianalisis untuk masing-masing metode bekisting, yaitu konvensional, semi sistem, dan aluminium, dengan langkah-langkah mencakup identifikasi spesifikasi teknis, pemilihan jenis perancah,

analisis kekuatan terhadap beban kerja, kontrol tegangan dan lendutan menggunakan faktor keamanan, penyusunan metode pelaksanaan, perhitungan volume area, analisis kebutuhan material dan peralatan, serta estimasi waktu pekerjaan. Efisiensi waktu, biaya, dan sumber daya manusia dievaluasi melalui perbandingan kecepatan pemasangan, total biaya material serta tenaga kerja, dan jumlah pekerja yang diperlukan. Hasil dari tiap analisis kemudian dinilai menggunakan sistem skor untuk menentukan tingkat efektivitas dan efisiensi masing-masing metode. Tahap akhir mencakup penentuan metode bekisting terbaik berdasarkan skor terbesar dan biaya termurah dengan durasi waktu yang sama serta penyusunan kesimpulan yang merangkum temuan penelitian dan rekomendasi untuk implementasi pada proyek sejenis.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Sebagai upaya dalam mempercepat dan mengoptimalkan pekerjaan proyek maka bekisting dan perancah harus didesain sesuai dengan bentuk bangunan dengan mempertimbangkan aspek kekuatan, kekakuan, ekonomis, dan kemudahan saat dibongkar maupun untuk dipindahkan. Gedung Program Studi Teknik Listrik Politeknik Negeri Malang merupakan gedung perkuliahan dengan total 7 lantai dengan lantai paling atas difungsikan sebagai area rooftop. Jenis bekisting yang akan direncanakan merupakan bekisting konvensional, bekisting semi sistem, dan bekisting aluminium yang diterapkan pada elemen struktur kolom, balok, dan pelat. Berikut merupakan hasil perhitungan analisa struktur pada bekisting yang direncanakan.

Tabel 1 Rekapitulasi Desain Bekisting

METODE BEKISTING KONVENSIONAL

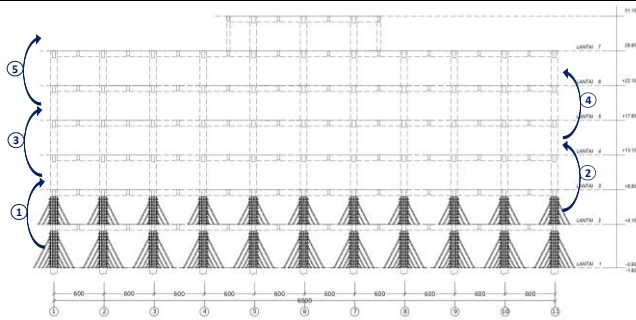
Parameter Perbandingan $L_{Rencana}$	Nilai Perbandingan pada Elemen Struktur (cm)				
	K1 80/80	K2 80/80	K3 40/40	K4 30/30	K5 50/50
Jarak Kayu Rangka Bekisting	20.0	20.0	25.0	30.0	25.0
Parameter Perbandingan $L_{Rencana}$	Nilai Perbandingan pada Elemen Struktur (cm)				
	B1 40/80	B2 40/70	B3 30/60	B4 30/50	
Jarak antar Bambu	40.0	45.0	50.0	50.0	
Jarak <i>Beamclamp</i> (Kayu)	35.0	30.0	30.0	25.0	
Jarak antar Kayu Meranti	40.0	40.0	45.0	45.0	
Jarak antar Kayu (Bodeman)	50.0	55.0	60.0	60.0	
Parameter Perbandingan $L_{Rencana}$	Nilai Perbandingan pada Elemen Struktur (cm)				
	PL1 t = 15	PL2 t = 12			
Jarak antar Kayu	40.0	40.0			

Jarak antar Tumpuan Bambu	60.0	65.0			
METODE BEKISTING SEMI SISTEM					
Parameter Perbandingan $L_{Rencana}$	Nilai Perbandingan pada Elemen Struktur (cm)				
	K1 80/80	K2 80/80	K3 40/40	K4 30/30	K5 50/50
Jarak Kayu Rangka Bekisting	20.0	20.0	25.0	30.0	25.0
Parameter Perbandingan $L_{Rencana}$	Nilai Perbandingan pada Elemen Struktur (cm)				
	B1 40/80	B2 40/70	B3 30/60	B4 30/50	
Jarak antar Besi Hollow	100.0	120.0	150.0	150.0	
Jarak <i>Beamclasp</i>	25.0	25.0	35.0	45.0	
Jarak Tumpuan Besi Hollow	40.0	50.0	45.0	35.0	
Jarak antar Suri-suri	90.0	90.0	100.0	100.0	
Parameter Perbandingan $L_{Rencana}$	Nilai Perbandingan pada Elemen Struktur (cm)				
	PL1 t = 15	PL2 t = 12			
Jarak antar Holow	100.0	120.0			
Jarak antar Balok Pikul <i>Hollow</i>	150.0	180.0			
METODE BEKISTING ALUMUNIUM					
Parameter Perbandingan $L_{Rencana}$	Nilai Perbandingan pada Elemen Struktur (cm)				
	K1 80/80	K2 80/80	K3 40/40	K4 30/30	K5 50/50
Jarak Sabuk Kolom Panel	100/220/100	100/220/100	210/210	210/210	210/210
Parameter Perbandingan $L_{Rencana}$	Nilai Perbandingan pada Elemen Struktur (cm)				
	B1 40/80	B2 40/70	B3 30/60	B4 30/50	
Jarak antar <i>Pipe Support</i>	200.0	250.0	300.0	350.0	
Parameter Perbandingan $L_{Rencana}$	Nilai Perbandingan pada Elemen Struktur (cm)				
	PL1 t = 15	PL2 t = 12			
Jarak antar <i>Pipe Support</i>	200.0	225.0			
Sumber: Hasil Perencanaan					

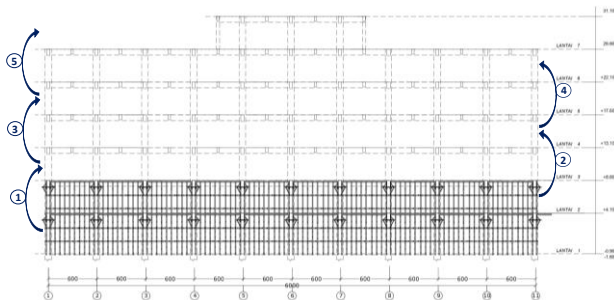
Sumber: Hasil Perencanaan

Dalam pekerjaan bekisting dan perancah, diperlukan strategi sebagai usaha untuk menjaga ketepatan hasil dan efisiensi waktu maupun biaya. Strategi pekerjaan bekisting pada Proyek Gedung Program Studi Teknik Listrik Politeknik Negeri Malang dilakukan dengan membagi siklus perputaran bekisting sebagai berikut untuk mengatur sirkulasi material bekisting dan perancah.

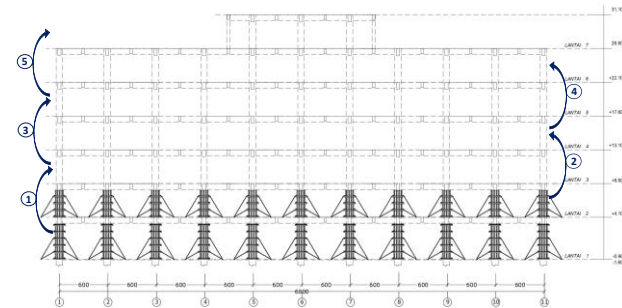
- Dilakukan persiapan pekerjaan kolom dengan melakukan fabrikasi bekisting dan pembesian.
- Pekerjaan seluruh struktur kolom pada lantai 1 dikerjakan secara bersamaan.
- Pekerjaan kolom pada lantai 2 dikerjakan pasca 48 jam pengecoran balok dan pelat lantai 2.
- Urutan pekerjaan kolom pada lantai berikutnya dilakukan serupa seperti pada poin a s/d c.
- Dilakukan persiapan pekerjaan balok dan pelat dengan melakukan fabrikasi bekisting dan pembesian dengan direncanakan ketersediaan material sebanyak 2 lantai.
- Pekerjaan bekisting balok dan pelat dilakukan setelah pekerjaan pembongkaran kolom lantai di bawahnya.
- Pekerjaan pelat lantai 2 dikerjakan secara bersamaan serta pembongkaran bekisting dilakukan 14 hari pasca dilakukan pengecoran.
- Urutan pekerjaan balok dan pelat pada lantai berikutnya dilakukan serupa seperti pada poin e s/d h.



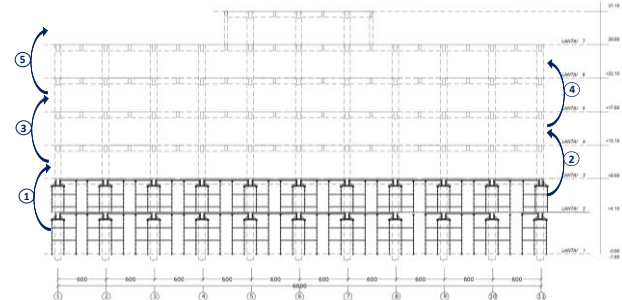
Gambar 1 Siklus Pekerjaan Kolom Bekisting Konvensional



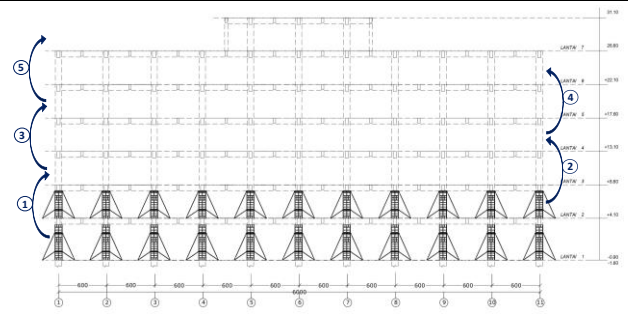
Gambar 2 Siklus Pekerjaan Balok dan Pelat Bekisting Konvensional



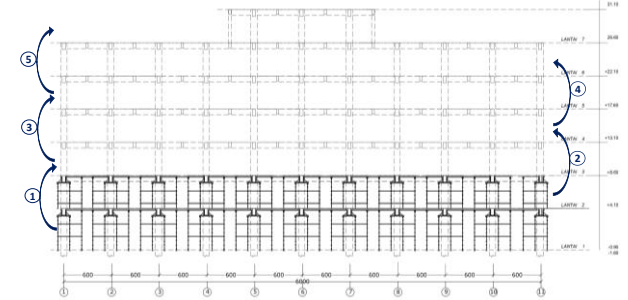
Gambar 3 Siklus Pekerjaan Kolom Bekisting Semi Sistem



Gambar 4 Siklus Pekerjaan Balok dan Pelat Bekisting Semi Sistem



Gambar 5 Siklus Pekerjaan Kolom Bekisting Aluminium



Gambar 6 Siklus Pekerjaan Balok dan Pelat Bekisting Aluminium

Penyusunan rencana durasi pekerjaan bertujuan untuk mengatur alur pekerjaan serta untuk menentukan lama waktu pada setiap item pekerjaan. Penyusunan penjadwalan diasumsikan 6 hari kerja per minggu yakni pada hari Senin hingga Sabtu. Selain itu pekerjaan struktur diasumsikan dimulai pada tanggal 1 April 2026. Penyusunan penjadwalan menggunakan aplikasi Microsoft Project untuk mempermudah penjadwalan. Pekerjaan kolom, balok, dan pelat pada setiap lantai direncanakan dengan durasi sebagai berikut.

Tabel 2. Total Durasi Pekerjaan

Metode Bekisting	Total Durasi	Ket.
Bekisting Konvensional	142 hari	Lambat
Bekisting Semi Sistem	104 hari	Sedang
Bekisting Aluminium	89 hari	Cepat

Sumber: Hasil Analisis

Berdasarkan **Tabel 2**, pekerjaan struktur dengan metode bekisting konvensional membutuhkan waktu 142 hari terhitung paling lambat diantara ketiga metode. Sedangkan metode bekisting semi sistem membutuhkan waktu 104 hari dan metode bekisting aluminium membutuhkan waktu 89 hari tercepat diantara ketiga metode bekisting. Berdasarkan perolehan durasi perencanaan, maka digunakan asumsi durasi pekerjaan untuk perhitungan produktifitas dan Rencana Anggaran Biaya yakni 89 hari untuk setiap metode bekisting dengan nilai produktifitas dihitung agar ketiga metode dapat selesai pada durasi tersebut. Sehingga direncanakan *barchart* pada setiap metode bekisting sebagai berikut.

Tabel 3. Barchart Metode Bekisting Konvensional

METODE BEKISTING KONVENSIONAL (142 HARI)																																			
Uraian Pekerjaan	Week 1							Week 2							Week 3							Week 4							Week 5						
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35
LANTAI 1																																			
Pek. Kolom																																			
Pembesian																																			
Bekisting dan Perancah																																			
Pengecoran																																			
Bongkar																																			
Pek. Balok dan Pelat																																			
Bekisting dan Perancah																																			
Pembesian																																			
Pengecoran																																			
Bongkar																																			
METODE BEKISTING KONVENSIONAL (89 HARI)																																			
Uraian Pekerjaan	Week 1							Week 2							Week 3							Week 4							Week 5						
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35
LANTAI 1																																			
Pek. Kolom																																			
Pembesian																																			
Bekisting dan Perancah																																			
Pengecoran																																			
Bongkar																																			
Pek. Balok dan Pelat																																			
Bekisting dan Perancah																																			
Pembesian																																			
Pengecoran																																			
Bongkar																																			

Sumber: Hasil Analisis

Tabel 4. Barchart Metode Bekisting Semi Sistem

METODE BEKISTING SEMI SISTEM (104 HARI)																																			
Uraian Pekerjaan	Week 1							Week 2							Week 3							Week 4							Week 5						
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35
LANTAI 1																																			
Pek. Kolom																																			
Pembesian																																			
Bekisting dan Perancah																																			
Pengecoran																																			
Bongkar																																			
Pek. Balok dan Pelat																																			
Bekisting dan Perancah																																			
Pembesian																																			
Pengecoran																																			
Bongkar																																			

METODE BEKISTING SEMI SISTEM (89 HARI)																																			
Uraian Pekerjaan	Week 1							Week 2							Week 3							Week 4							Week 5						
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35
LANTAI 1																																			
Pek. Kolom																																			
Pembesian																																			
Bekisting dan Perancah																																			
Pengecoran																																			
Bongkar																																			
Pek. Balok dan Pelat																																			
Bekisting dan Perancah																																			
Pembesian																																			
Pengecoran																																			
Bongkar																																			

Sumber: Hasil Analisis

Tabel 5. Barchart Metode Bekisting Aluminium

METODE BEKISTING ALUMUNIUM (89 HARI)																																			
Uraian Pekerjaan	Week 1							Week 2							Week 3							Week 4							Week 5						
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35
LANTAI 1																																			
Pek. Kolom																																			
Pembesian																																			
Bekisting dan Perancah																																			
Pengecoran																																			
Bongkar																																			
Pek. Balok dan Pelat																																			
Bekisting dan Perancah																																			
Pembesian																																			
Pengecoran																																			
Bongkar																																			

METODE BEKISTING ALUMUNIUM (89 HARI)																																			
Uraian Pekerjaan	Week 1							Week 2							Week 3							Week 4							Week 5						
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35
LANTAI 1																																			
Pek. Kolom																																			
Pembesian																																			
Bekisting dan Perancah																																			
Pengecoran																																			
Bongkar																																			
Pek. Balok dan Pelat																																			
Bekisting dan Perancah																																			
Pembesian																																			
Pengecoran																																			
Bongkar																																			

Sumber: Hasil Analisis

Berdasarkan hasil desain bekisting dan perhitungan volume bekisting, diperoleh Rencana Anggaran Biaya (RAB) dihitung berdasarkan durasi yang direncanakan untuk setiap metode dan alternatif percepatan durasi 89 hari diambil dari metode bekisting alumunium sebagai berikut.

Tabel 6. Rekapitulasi RAB Bekisting

Alternatif Sewa			
Uraian	Biaya Durasi Pekerjaan (Rp)		
	142 hari	104 hari	89 hari
Konvensional	2,109,749,159		2,452,392,941
Semi Sistem		1,290,126,067	1,307,322,115
Alumunium			4,284,603,524

Alternatif Beli			
Uraian	Biaya Durasi Pekerjaan (Rp)		
	142 hari	104 hari	89 hari
Konvensional	2,109,749,159		2,452,392,941
Semi Sistem		7,866,924,756	7,884,120,804
Alumunium			11,755,295,614

Sumber: Hasil Analisis

Efektivitas pekerjaan ditinjau berdasarkan parameter pelaksanaan, alat, tenaga kerja, kekuatan struktur, dan pabrikasi. Sedangkan efisiensi ditinjau berdasarkan biaya yang dibutuhkan dalam setiap metode. Digunakan skor tertinggi untuk metode bekisting yang paling unggul yakni 1,0.

Skor Peringkat ke-1 = 1,0

Skor Peringkat ke-2 = $1,0 \times \frac{2}{3}$
= 0,67
Skor Peringkat ke-3 = $1,0 \times \frac{1}{3}$
= 0,33

Berikut merupakan rincian efektifitas berdasarkan parameter pelaksanaan, alat, tenaga kerja, kekuatan, dan pabrikasi.

Tabel 7. Parameter Pelaksanaan

PELAKSANAAN			
Sistem	Skor	Peringkat	Rincian
Konvensional	0.33	3	Bekisting konvensional dinilai lebih lambat karena banyak memerlukan kegiatan potong-rakit di lapangan dan ketergantungan pada ketelitian tukang, sehingga waktu pelaksanaan bisa lebih panjang. (Haresh Sudhakarrrao Bakale, 2024)

Semi Sistem	0.67	2	Sebagian komponen lebih modular daripada konvensional, sehingga lebih cepat dan rapi dibanding kayu, tetapi tidak secepat sistem penuh yang benar-benar terstandar. (Auliyah Shabirah Supriyono, 2024)
Alumunium	1	1	Sistem panel aluminium cenderung mempercepat siklus kerja karena panel modular lebih cepat dipasang-dibongkar dan menghasilkan pekerjaan lebih terstandardisasi. (Chitra Kendre dkk, 2024)

Tabel 8. Parameter Alat

ALAT			
Sistem	Skor	Peringkat	Rincian
Konvensional	1	1	Membutuhkan alat yang lebih sederhana (alat tukang dan perancah standar) dan mudah diimprovisasi di lapangan, sehingga dinilai unggul. (Chitra Kendre dkk, 2024)
Semi Sistem	0.67	2	Masih dapat menggunakan alat lapangan umum, tetapi sebagian metode pemasangan/aksesorisnya lebih spesifik dibanding kayu murni. (Auliyah Shabirah Supriyono, 2024)
Alumunium	0.33	3	Memerlukan komponen/aksesoris sistem dan penanganan yang lebih rumit, serta perencanaan logistik yang rapi; modifikasi juga lebih terbatas dibanding kayu. (Chitra Kendre dkk, 2024)

Tabel 9. Parameter Tenaga Kerja

TENAGA KERJA			
Sistem	Skor	Peringkat	Rincian
Konvensional	1	1	Ketersediaan tenaga yang mudah dan fleksibel untuk dikerjakan tenaga lapangan umum.. (Hareh Sudhakar Rao Bakale, 2024)
Semi Sistem	0.67	2	Tidak banyak memerlukan pekerjaan penyesuaian di lapangan, tetapi tetap butuh tenaga yang paham sebagian detail sistem. (Auliyah Shabirah Supriyono, 2024)
Alumunium	0.33	3	Memerlukan pekerja terampil/terlatih untuk perakitan yang efisien. (Prof. Shahrulh.S. Shaikh dkk, 2023)

Tabel 10. Parameter Kekuatan

KEKUATAN			
Sistem	Skor	Peringkat	Rincian
Konvensional	0.33	3	Bekisting konvensional akan aman apabila dikerjakan dengan benar, tetapi paling rawan kegagalan karena variasi kualitas tinggi. (Hareh Sudhakar Rao Bakale, 2024)
Semi Sistem	0.67	2	Memiliki kekuatan yang lebih kuat dibandingkan metode konvensional karena sebagian rangka dibuat dari pabrik dengan material baja.

			(Auliyah Shabirah Supriyono, 2024)
Alumunium	1	1	Bekisting alumunium memiliki keamanan paling tinggi diantara bekisting dengan metode lain karena pabrikan dilakukan di pabrik dengan standar struktur yang ketat. (Chitra Kendre dkk, 2024)

Tabel 11. Parameter Pabrikasi

PABRIKASI			
Sistem	Skor	Peringkat	Rincian
Konvensional	0.33	3	Bergantung pada pabrikan di tempat (<i>cut to fit</i>), sehingga variasi kualitas antar tim dan potensi ketidakrataan cenderung lebih tinggi. (Haresh Sudhakar Rao Bakale, 2024)
Semi Sistem	0.67	2	Memanfaatkan sebagian komponen pabrikan dan sebagian pekerjaan lapangan, sehingga standar mutu ada tetapi tidak setinggi sistem panel penuh. (Auliyah Shabirah Supriyono, 2024)
Alumunium	1	1	Panel aluminium umumnya diproduksi secara pabrikan dengan dimensi presisi, sehingga konsistensi tinggi serta hasil permukaan beton lebih rapi/seragam (Chitra Kendre dkk, 2024)

Berikutnya, dilakukan penilaian efisiensi berdasarkan RAB yang telah dihitung menggunakan alternatif sewa dan alternatif beli. Berdasarkan Tabel 4.46, disimpulkan bahwa bekisting semi sistem merupakan pilihan yang paling unggul dari sisi biaya. Pada alternatif sewa, bekisting semi sistem menunjukkan total biaya sebesar Rp1.307.322.115,04, lebih rendah dibandingkan bekisting konvensional (Rp2.452.392.941,32) maupun bekisting aluminium yang sangat tinggi (Rp4.284.603.524,40). Hal ini menunjukkan bahwa meskipun semi sistem memiliki komponen pabrikan, efisiensi desainnya mampu menekan biaya sewa secara signifikan.

Sementara pada alternatif beli, bekisting semi sistem membutuhkan biaya lebih mahal dengan total biaya Rp7.884.120.804,72, apabila dibandingkan dengan metode bekisting konvensional (Rp2.452.392.941,32) namun lebih ekonomis dibandingkan dengan bekisting aluminium yang mencapai Rp11.755.295.614,62. Bekisting aluminium masih menjadi pilihan paling mahal baik dalam skema sewa maupun beli, karena materialnya memiliki harga pabrikan tinggi meskipun unggul dari segi efektivitas. Sehingga dilakukan scoring sebagai berikut.

Tabel 4. Scoring efektivitas dan Efisiensi

Uraian	Konvensional	Semi Sistem	Alumunium
Efektivitas			
Pelaksanaan	0.33	0.67	1.00
Alat	1.00	0.67	0.33
Pekerja	1.00	0.67	0.33
Kekuatan	0.33	0.67	1.00
Pabrikan	0.33	0.67	1.00
Total Skor	3.00	3.33	3.67
Efisiensi			
Biaya	0.67	1.00	0.33
Total Skor	3.67	4.33	4.00

Sumber: Hasil Analisis

Secara keseluruhan, bekisting semi sistem muncul sebagai opsi paling efisien dari sisi biaya, dari alternatif sewa maupun sistem pembelian. Semi sistem memberikan keseimbangan terbaik antara biaya, kekuatan, dan efisiensi penggunaan, sehingga menjadi pilihan paling ekonomis dibandingkan dua alternatif lainnya.

Berdasarkan perolehan opsi metode bekisting yang paling efisien yakni bekisting metode semi sistem, dilakukan perbandingan antara harga sewa dan beli. Diperoleh biaya sewa senilai Rp 1.307.322.115,04 sedangkan biaya beli senilai 7.884.120.804,72 dari jumlah volume yang sama. Apabila diketahui volume bekisting yang direncanakan

sejumlah 6.272,78 m², sehingga volume maksimum bekisting yang dapat dibeli dihitung sebagai berikut.

$$\frac{x}{6.272,78} = \frac{1.307.322.115,04}{7.884.120.804,72}$$

Apabila volume yang dapat dibeli adalah sejumlah x, maka:

$$x = \frac{1.307.322.115,04}{7.884.120.804,72} \times 6.272,78$$

$$x = 1.040,13$$

Berdasarkan perbandingan antara biaya sewa dan biaya beli pada metode bekisting semi sistem, diperoleh bahwa biaya sewa sebesar Rp1.307.322.115,04 jauh lebih rendah dibandingkan biaya beli sebesar Rp7.884.120.804,72 untuk volume bekisting yang sama. Dengan volume kebutuhan bekisting sebesar 6.272,78 m², perhitungan menunjukkan bahwa apabila dana sebesar biaya sewa digunakan untuk membeli bekisting, maka volume maksimum bekisting yang dapat dibeli hanya mencapai 1.040,13 m² dengan maksimal 4 kali pakai.

4. KESIMPULAN

Hasil perhitungan menunjukkan bahwa setiap metode bekisting memiliki kebutuhan teknis yang berbeda agar struktur tetap aman dan kuat. Pada bekisting konvensional, digunakan multiplek 18 mm dengan penyesuaian jarak rangka kayu untuk kolom, balok, dan pelat. Pada bekisting semi sistem, multiplek 18 mm dipadukan dengan *steel waller*, *beamclamp*, dan *hollow* dengan jarak yang disesuaikan berdasarkan kebutuhan masing-masing elemen struktur. Sementara itu, bekisting aluminium menggunakan panel aluminium berukuran standar dengan pengaturan jarak sabuk kolom sesuai tipe kolom. Pelaksanaan pekerjaan direncanakan menggunakan sistem rotasi material untuk dua lantai, serta durasi pelaksanaan yaitu 142 hari untuk konvensional, 104 hari untuk semi sistem, dan 89 hari untuk aluminium. Dari hasil penilaian efektivitas dan efisiensi, metode semi sistem memperoleh skor tertinggi yaitu 4,33, lebih tinggi dari metode konvensional dengan skor 3,67 dan aluminium dengan skor 4,00. Dengan keseimbangan terbaik antara biaya, kecepatan kerja, penggunaan tenaga, dan kekuatan struktur, bekisting semi sistem menjadi pilihan paling efektif dan efisien untuk Proyek Pembangunan Gedung Program Studi Teknik Listrik Politeknik Negeri Malang.

Metode bekisting semi sistem dengan alternatif sewa dan opsi durasi pekerjaan 104 hari merupakan metode dengan nilai biaya terendah yakni Rp 1,290,126,067.10. Selain itu biaya yang diperoleh apabila dilakukan percepatan pekerjaan hingga durasi pekerjaan 89 hari yakni senilai Rp 1,307,322,115.04. Adapun hasil perbandingan antara biaya

sewa dan biaya beli bekisting semi sistem menunjukkan bahwa dengan volume yang sama yakni 6.272,78 m² dan acuan durasi 89 hari, biaya yang dikeluarkan untuk sewa jauh lebih rendah apabila dibandingkan dengan opsi biaya beli. Dengan demikian menurut hasil analisa yang dilakukan, metode bekisting semi sistem dengan alternatif sewa merupakan opsi paling optimal yang dapat digunakan dalam Proyek Pembangunan Gedung Program Studi Teknik Listrik Politeknik Negeri Malang.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] American Concrete Institute. (2004). ACI 347-04: Guide to Formwork for Concrete. Farmington Hills, Michigan: ACI Committee 347.
- [2] Badan Standardisasi Nasional. (2019). SNI 03-2847-2019: Tata Cara Perhitungan Struktur Beton untuk Bangunan Gedung. Jakarta: BSN.
- [3] Bakale, Haresh Sudhakar Rao. (2024). Design and Analysis of Various Formwork Systems.
- [4] Firdausiah, Nuri. (2024). Analisa Efektivitas dan Efisiensi Bekisting Semi Sistem dan Aluminium Formwork pada Proyek Apartemen Westown View Surabaya. Skripsi.
- [5] Fushi Wood Group. n.d. 18 mm Film Faced Plywood / Phenolic Faced Plywood. Fushi Wood Group. <https://www.fushiwoodgroup.com/product-18mm-film-faced-plywood.html?utm> (diakses pada tanggal 10 Oktober 2025).
- [6] Gaddam, Mohan Sai. (2020). A Comparative Study On Newly Emerging Type Of Formwork Systems With Conventional Type Of Form Work Systems.
- [7] Gambhir, T. R. (2009). Concrete Technology. New Delhi: Tata McGraw-Hill.
- [8] Hurd, R. E. (2005). Formwork for Concrete Structures. New York: McGraw-Hill.
- [9] Ilham, Muhammad. (2021). 'Analisis Perbandingan Bekisting Konvensional dengan Bekisting Aluminium Ditinjau dari Aspek Biaya dan Waktu Pelaksanaan', Studi Kasus pada Proyek Pembangunan The Lana Apartment – Tangerang, Program Studi Teknik Sipil, Universitas Pancasila, Jakarta, Indonesia, pp. 23-30.
- [10] Kendre, Chitra. (2024). Comparison between Aluminum and Conventional Formwork Based of Cost and Time.
- [11] Kumkang-Kind. n.d. Kumkang-Kind Aluminum Formwork Catalog. <https://www.scribd.com/document/761473908/Kumkang-Kind-Aluminum-Formwork-Catalog> (diakses pada tanggal 23 Oktober 2025).
- [12] MORISCO. Sifat Fisika dan Mekanika Teknologi Bambu. <https://www.scribd.com/presentation/448747472/Sifat-Mekanik-Bambu> (diakses pada tanggal 23 Oktober 2025).

- [13] Oneply. n.d. Understanding Regulatory Standards for Concrete Formwork Plywood. Oneply Online Plywood Store. <https://oneplyshop.com/blogs/product-use-tips/regulatory-standards-concrete-formwork-plywood?utm> (diakses pada tanggal 13 Juli 2025).
- [14] PERI. (2014 Edisi-04). PERI UP Rosset Shoring Tower Assembly Instructions for Standard Configuration.
- [15] Prayoga, Devid Budi. (2021). Perbandingan Bekisting Konvensional Dan Semi Sistem Pada Pembangunan Gedung SAINTEK UINSA Surabaya Skripsi.
- [16] Prof. Shahrukh.S. Shaikh. (2023). Structural Design of Aluminium Formwork and Comparison with Conventional Formwork in High-Rise Building.
- [17] Rofiq, Febriansyah Ainur. (2024). Perencanaan Bekisting dan Perancah Proyek Pembangunan Gedung 2 ITB Innovation Park Kota Bandung. Skripsi.
- [18] Santoso, Andi Hermawan. (2023). PT Berlian Djaya Nusantara Scaffolding dan Construction Tools – Pricelist Harga Bekisting.
- [19] Supriyono, Auliyah Shabirah. (2025). Comparative Analysis of Formwork Systems: Cost Efficiency and Time Management in Construction Projects.
- [20] Tekad Jaya Scaffolding. (2013). <https://tjsscaffolding.blogspot.com/p/hubungi-kami.html> (diakses pada tanggal 13 Juli 2025).
- [21] Wigbout, F. 1992. Buku Pedoman Tentang Bekisting (Kotak Cetak). Jakarta: Erlangga.