

Perbandingan Biaya dan Waktu Pelaksanaan Konstruksi *Bekisting* Konvensional dan *Sliding Form* pada Pekerjaan Konduit di Bendungan Cijurey Paket 1

Adden Trianto^{1*}, Ekodjati Tunggulgeni², Suprayogi³

^{1,2,3} Afiliasi: Program Studi Teknik Sipil, Universitas Pertahanan Republik Indonesia

Email: ¹addn.trianto@gmail.com; ²ekodjati2463@gmail.com; ³suprayogi0463@gmail.com

ABSTRAK

Pada pekerjaan konduit Pembangunan Bendungan Cijurey Paket I, teknologi *bekisting* merupakan aspek penting karena sepenuhnya menjadi tanggung jawab kontraktor sehingga risiko pelaksanaan perlu ditekan seminimal mungkin. Awalnya, metode pengecoran beton menggunakan *bekisting* konvensional yang dibuat langsung di lokasi proyek. Namun, perkembangan dunia konstruksi menuntut adanya metode yang lebih efisien, sehingga muncul alternatif penggunaan *bekisting* prafabrikasi. Salah satu jenis yang digunakan adalah *bekisting* *sliding form*. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi efektivitas biaya dan waktu antara *bekisting* konvensional dan *sliding form*, serta menganalisis alasan pemilihannya pada pekerjaan konduit Bendungan Cijurey Paket I. Metode penelitian dilakukan dengan menghitung estimasi biaya dan durasi pelaksanaan *bekisting* konvensional, kemudian hasilnya dibandingkan dengan data penggunaan *sliding form* pada proyek. Hasil penelitian menunjukkan bahwa Proyek Pembangunan Bendungan Cijurey Paket I dikerjakan menggunakan *bekisting* *sliding form* biaya pelat permeter persegi sebesar Rp 185.185,00 dengan selisih biaya Rp 342.819.286,34 atau sekitar 12,37% lebih murah dari perhitungan menggunakan *bekisting* konvensional yaitu rata - rata sebesar Rp 211.332,06. Selain dari segi biaya maupun dari sisi waktu pekerjaan *sliding form* memiliki waktu pengerjaan lebih cepat selama 2 jam pada setiap blok terowongan konduit dibanding dengan *bekisting* konvensional.

Kata Kunci: *Bekisting* konvensional, *Sliding form*, Biaya konstruksi, Waktu konstruksi

ABSTRACT

In the Cijurey Dam Package I conduit construction project, formwork technology is an important aspect because it is entirely the responsibility of the contractor, so the implementation risks need to be minimized. Initially, the concrete casting method used conventional formwork that was made directly at the project site. However, developments in the construction world demand more efficient methods, leading to the emergence of alternatives such as the use of prefabricated formwork. One type used is sliding formwork. This study aims to evaluate the cost and time effectiveness between conventional formwork and sliding formwork, as well as analyze the reasons for their selection in the Cijurey Dam Package I conduit work. The research method was carried out by calculating the estimated cost and duration of conventional formwork, then comparing the results with the data on the use of sliding formwork in the project. The results show that the Cijurey Dam Package I Construction Project used sliding formwork at a cost of Rp 185.185,00 per square meter, with a cost difference of Rp 342.819.286,34 or about 12,37% cheaper than the calculation using conventional formwork, which averaged - average of Rp 211.332,06. In addition to cost and time considerations, sliding formwork has a faster construction time of 2 hours per tunnel block conduit compared to conventional formwork.

Key words: Conventional formwork, Sliding form, Construction costs, Construction time

Submitted:	Reviewed:	Revised	Published:
28 November 2025	18 Januari 2026	28 Januari 2026	01 February 2026

PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi konstruksi di Indonesia semakin pesat ditandai dengan berbagai inovasi. Pada Pembangunan Bendungan Cijurey Paket I, salah satu teknologi yang diaplikasikan adalah *bekisting* atau cetakan beton. Perencanaan metode menjadi tanggung jawab kontraktor sehingga risiko pelaksanaan perlu ditekan serendah mungkin.

Bekisting berfungsi membentuk beton sesuai desain, menahan beban spesi beton, serta harus mudah dibongkar pasang. Karena proporsi

biayanya cukup besar dibanding pekerjaan beton bertulang, pemilihan metode *bekisting* berpengaruh langsung terhadap efisiensi biaya dan waktu. Awalnya, *bekisting* dibuat secara konvensional menggunakan kayu dan *multiplex* yang dipasang *in-situ*. Namun, dengan meningkatnya tuntutan efisiensi, berkembanglah penggunaan *bekisting* prafabrikasi yang diproduksi massal di pabrik dan hanya perlu dirakit di lapangan. Salah satu jenis prafabrikasi yang banyak digunakan adalah *sliding form*.

Perbedaan utama kedua metode terletak pada material dan pelaksanaan. *Bekisting* konvensional menggunakan kayu untuk acuan, pemikul, maupun penopang, dengan material dan tenaga kerja disediakan kontraktor. Sebaliknya, *sliding form* menggunakan plat besi serta baja sebagai pemikul dan penopang, dengan pekerjaan fabrikasi serta tenaga kerja ditangani oleh subkontraktor melalui sistem kontrak.

Dalam praktiknya, pemilihan metode *bekisting* harus mempertimbangkan keunggulan masing-masing agar kontraktor tidak salah mengambil keputusan. Selain faktor biaya dan waktu, penggunaan kayu sebagai material utama *bekisting* juga semakin terbatas karena berkurangnya sumber daya hutan akibat penebangan liar dan perubahan fungsi lahan. Kondisi ini menambah urgensi untuk mencari metode alternatif yang lebih berkelanjutan, seperti *sliding form*, yang dinilai lebih efisien, kuat, serta ramah lingkungan.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisis perbandingan biaya antara *bekisting* konvensional dan *sliding form*, menilai perbedaan efisiensi waktu pelaksanaan dari kedua metode tersebut, serta mengidentifikasi faktor teknis, ekonomis, dan mutu yang memengaruhi keputusan pemilihan metode *bekisting* pada pekerjaan struktur Bendungan Cijurey Paket I.

Penelitian ini dibatasi pada ruang lingkup yang fokus pada pekerjaan *bekisting* di proyek Bendungan Cijurey Paket I, Kabupaten Bogor. Analisis yang dilakukan hanya mencakup luasan *bekisting* per meter persegi. Biaya *bekisting* konvensional yang digunakan dalam penelitian merujuk pada Harga Satuan Pekerjaan (HSP) kontrak proyek, sementara biaya *bekisting sliding form* diperoleh dari data subkontraktor PT. Bintang 12. Selain itu, analisis waktu pelaksanaan didasarkan pada produktivitas tenaga kerja dan data lapangan yang tersedia.

Bendungan adalah konstruksi teknik sipil yang dirancang untuk menahan dan menampung air dari sungai atau sumber lain untuk kebutuhan seperti irigasi, pembangkit listrik, dan pengendalian banjir. Menurut Linsley (1995), bendungan adalah struktur buatan yang menyimpan air dalam volume tertentu dan mengendalikan laju alirannya. Hardiyatmo (2012) menambahkan bahwa bendungan terbuat dari urugan tanah, batu, atau beton yang mampu menahan tekanan air dan memiliki pintu air untuk mengatur aliran air. Dengan fungsi utama menampung dan mengendalikan debit air, bendungan membantu mencegah banjir dan memenuhi kebutuhan air masyarakat secara efektif.

Jenis-jenis bendungan umumnya dibedakan berdasarkan konstruksi dan bahan pembuatannya.

1. Bendungan urugan adalah tipe bendungan yang dibuat dengan mengurug tanah atau batu, yang sering kali memiliki inti kedap air dari tanah liat (Situmorang, 2015).
2. Bendungan beton terdiri dari beberapa tipe, seperti bendungan gravitasi yang mengandalkan berat sendiri untuk menahan tekanan air, bendungan lengkung yang melengkung ke arah hulu untuk menyalurkan tekanan ke tebing, dan bendungan berselang (*buttress*) yang menggunakan penopang bertingkat untuk mengurangi total volume beton (Situmorang, 2015).

Selain itu, bendungan juga dapat digolongkan berdasarkan tujuannya,

1. Bendungan satu fungsi (eka guna) yang hanya untuk irigasi atau PLTA,
2. Bendungan multi guna yang melayani beberapa fungsi sekaligus (Linsley, 1995)

Sistem konduit merupakan infrastruktur galeri atau terowongan bawah tanah yang dirancang untuk menampung dan mengonsolidasikan berbagai saluran utilitas seperti listrik, air, drainase, dan telekomunikasi dalam satu jalur terpusat (Shang dkk, 2024). Saluran konduit juga disebut sebagai bagian penting dalam pengendalian aliran air pada konstruksi bendungan, dengan struktur beton bertulang yang dirancang menahan beban luar dan tekanan air (Sibangkoman, 2018). Dimensi dan spesifikasi teknis dari saluran konduit disesuaikan dengan perhitungan hidraulik agar aliran air yang melewati konduit mampu ditangani secara efektif tanpa mengganggu kestabilan konstruksi.

Bekisting atau *formwork* adalah struktur sementara yang menahan beton basah hingga mencapai kekuatan yang cukup untuk menahan beban sendiri, sekaligus menentukan geometri dan kualitas permukaan beton dalam pekerjaan konstruksi beton bertulang (Nilimaa dkk, 2023; Azmarningrum dkk, 2024). Sistem *bekisting* modern telah berkembang dari konvensional kayu menuju sistem modular aluminium dan baja yang menawarkan tingkat pengulangan pemakaian yang lebih tinggi, efisiensi waktu, dan presisi dimensi yang lebih baik (Li dkk, 2022).

Bekisting atau *formwork* adalah struktur sementara yang berfungsi sebagai cetakan untuk beton basah hingga mencapai kekuatan yang cukup untuk memikul beban sendiri dan memberikan bentuk sesuai dengan desain. *Bekisting* tidak hanya berperan sebagai penopang beton segar tetapi juga sangat berpengaruh terhadap mutu akhir beton dan

efisiensi waktu serta biaya proyek (Maulana dkk, 2024).

Metode *sliding formwork* merupakan teknik *bekisting* yang digerakkan secara kontinu sehingga pengecoran dapat dilakukan tanpa henti (*continuous casting*). Menurut Sita dan Supriyono (2024), Metode ini terbukti meningkatkan produktivitas pekerjaan U-Ditch secara signifikan, yaitu dari 24 meter per hari menjadi 48 meter per hari per kelompok pekerja. Keunggulan lain yang dicatat dalam penelitian tersebut adalah peningkatan mutu permukaan beton, yang lebih halus, tidak keropos, dan memiliki tingkat kelurusan serta ketepatan dimensi yang lebih baik dibandingkan metode konvensional. Selain itu, *sliding form* mampu menekan waktu penggerjaan karena panel *bekisting* hanya *di-setting* sekali kemudian digeser secara manual atau semi-manual, sehingga tidak diperlukan pembongkaran dan pemasangan ulang pada setiap segmen (Sita & Supriyono, 2024). Meskipun demikian, beberapa studi lain menunjukkan bahwa sistem *sliding form* biasanya membutuhkan biaya awal yang lebih tinggi karena material dan komponennya lebih kompleks dibandingkan *bekisting* tradisional (Ariyani & Effendy, 2020). Namun demikian, metode ini tetap dinilai efektif terutama pada pekerjaan beton yang memanjang seperti saluran, dinding terowongan, dan struktur hidrolik.

Bekisting konvensional adalah sistem *bekisting* yang umum menggunakan material kayu atau multipleks dan dirakit langsung di lokasi proyek. Metode ini memiliki keunggulan berupa kemudahan penyesuaian bentuk dan biaya awal yang relatif rendah. Namun, dalam penelitian Dewi dan Sembiring (2022), ditemukan bahwa *bekisting* konvensional sering menghasilkan biaya total lebih tinggi pada proyek bangunan bertingkat karena frekuensi pemakaian ulang lebih rendah dan waktu penggerjaan lebih lama dibandingkan *bekisting* sistem. Selain itu, penelitian lain oleh Saraswati dan Indryani (2012) menunjukkan bahwa *bekisting* konvensional juga kurang efisien bila dibandingkan *bekisting* sistem atau semi-konvensional, terutama pada pekerjaan dengan volume besar dan kebutuhan perulangan tinggi. Dengan demikian, meskipun *bekisting* konvensional masih banyak dipakai karena fleksibilitasnya, metode ini secara umum kurang kompetitif dari segi waktu dan efektivitas biaya dibandingkan metode modern seperti *sliding form* atau *table form*.

Manajemen proyek konstruksi modern mencakup pengorganisasian sumber daya, pengendalian biaya-waktu-kualitas, dan koordinasi pemangku

kepentingan untuk mencapai tujuan proyek dalam konteks perubahan sosial dan lingkungan, serta berfungsi sebagai agen perubahan dalam pembangunan infrastruktur (Locatelli dkk, 2023; Lubis dkk, 2023)

Menurut Olson (2003), manajemen proyek merupakan penerapan pengetahuan, teknik, dan peralatan untuk merancang dan mengelola aktivitas proyek sehingga kebutuhan proyek terpenuhi secara efektif.

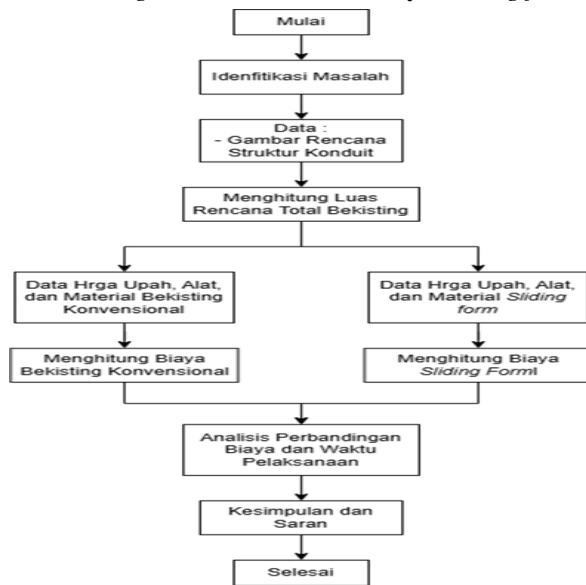
Manajemen proyek adalah penerapan ilmu, keterampilan, alat, dan teknik dalam kegiatan proyek untuk memenuhi kebutuhan dan harapan para pemangku kepentingan. Dengan demikian, manajemen proyek mencakup aspek pengelolaan secara menyeluruh dari awal hingga penyelesaian proyek agar hasilnya optimal (Schwalbe, 2015).

METODE PENELITIAN

Bagan alir penelitian

Pada penelitian ini digunakan alur metode yang digambarkan melalui *flowchart*. Proses dimulai dari identifikasi masalah hingga penarikan kesimpulan.

1. Data Primer diperoleh melalui gambar rencana struktur conduit serta penghitungan langsung terhadap luas total *bekisting* yang akan digunakan sebagai dasar analisis. Dari data tersebut dapat ditentukan kebutuhan *bekisting* pada metode konvensional maupun *sliding form*.
2. Data Sekunder mencakup informasi harga satuan upah, alat, dan material yang diperlukan untuk masing-masing metode *bekisting*. Data ini digunakan untuk menghitung biaya *bekisting* konvensional dan biaya *sliding form*.



Gambar 1. Bagan Alir Penelitian
(sumber: Penulis, 2025)

Analisis Volume Kebutuhan Bekisting

Analisa perhitungan volume kebutuhan *bekisting* dilakukan menggunakan rumus luas persegi dengan rumus luasan sebagai berikut:

$$Lt = (L1 + L2) \times \text{Panjang}$$

Luas pekerjaan *bekisting* yang ditinjau sebagai *sliding form* seperti pada gambar berikut dengan

panjang keseluruhan bangunan saluran pengelak kondukti sepanjang 540 meter.

$$L1 = 4.00 + 0.7 + 4.00 + 0.7 + 4.00 = 12.14 \text{ m}$$

$$L2 = 4.00 + 0.7 + 4.00 + 0.7 + 4.00 = 12.14 \text{ m}$$

$$Lt = (L1 + L2) \times \text{Panjang}$$

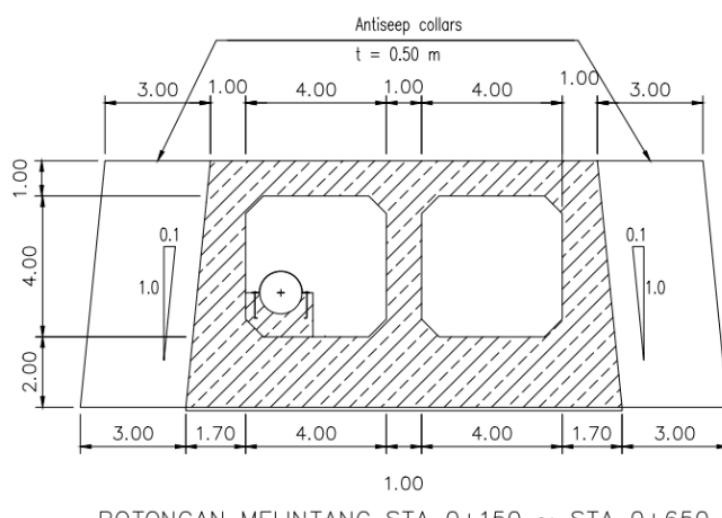
$$= (12.14 \text{ m} + 12.14 \text{ m}) \times 540 \text{ m}$$

$$= 13.111,20 \text{ m}^2$$



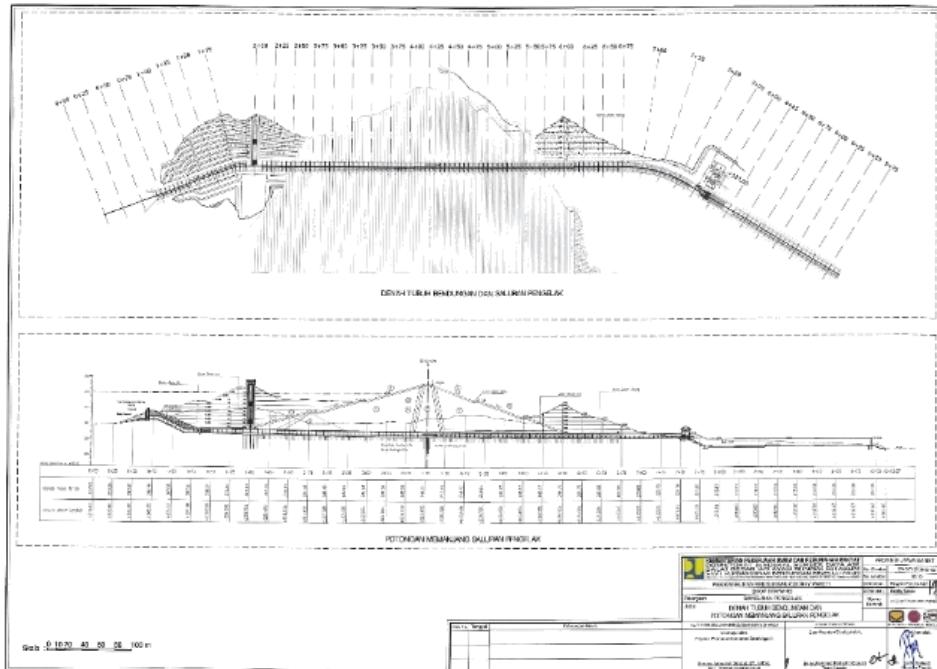
Gambar 2. Layout Saluran Kondukti Bendungan Cijurey

(sumber: Data Proyek, 2025)



Gambar 3. Gambar Potongan Melintang Saluran Kondukti

(sumber: Data Proyek, 2025)



Gambar 4. Gambar Potongan Memanjang Saluran Konduit
(sumber: Data Proyek, 2025)



Gambar 5. Gambar Stage Pengecoran *Upper* dengan *Bekisting*
(sumber: Data Proyek, 2025)

Analisis Biaya Pas. *Bekisting* *Bekisting* Konvensional

Perhitungan *bekisting* konvensional didasarkan pada Analisa Harga Satuan Pekerjaan *Bekisting* Konvensional dengan mengacu pada Upah

Minimum Pekerja daerah Kabupaten Bogor, Jawa Barat

Analisa perhitungan kebutuhan biaya *bekisting* dilakukan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\text{Harga per } m^2 = \frac{\text{Total Biaya}}{\text{Volume Total}}$$

Tabel 1. Harga Pekerjaan *Bekisting* Konvensional Pemakaian Pertama

No	Uraian	Satuan	Koef.	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)
1	2	3	4	5	6
A Tenaga Kerja					
1	Pekerja	OH	0,45	Rp 110.000,00	Rp 49.500,00
2	Tukang	OH	0,25	Rp 140.000,00	Rp 35.000,00
3	Kepala Tukang	OH	0,033	Rp 150.000,00	Rp 4.950,00
4	Mandor	OH	0,03	Rp 160.000,00	Rp 4.800,00
Jumlah Harga Tenaga Kerja					Rp 94.250,00
B Bahan					
1	<i>Multiflex Phynol Film</i> 18 mm	m ²	0,35	Rp 293.800,00	Rp 102.830,00
2	Tierod	buah	0,01	Rp 50.000,00	Rp 500,00
3	Besi Silinder Tierod	buah	0,01	Rp 75.000,00	Rp 750,00
4	Paku	kg	0,5	Rp 29.190,00	Rp 14.595,00
5	Kawat Bendrat	kg	0,17	Rp 13.000,00	Rp 2.210,00
6	Oli	liter	0,11	Rp 15.000,00	Rp 1.650,00
Jumlah Harga Bahan					Rp 122.535,00
C Peralatan					
1	Alat Bantu <i>Bekisting</i>	1		Rp 12.000,00	Rp 12.000,00
Jumlah Harga Peralatan					Rp 122.535,00
D Jumlah Harga Tenaga Kerja, Bahan, Peralatan (A+B+C)					
E <i>Overhead + Profit</i>					
F Harga Satuan Pekerjaan per-m ² (D+E)					

(sumber: Penulis, 2025)

Biaya pemakaian pertama, *phynol film* tidak mengalami kerusakan, sedangkan pada pemakaian berikutnya *phynol film* diasumsikan mengalami kerusakan dan pengurangan harga menjadi sebesar 30% untuk pemakaian kedua.

Biaya pemakaian *phynol film* kedua

$$= 30\% \times Rp\ 293.800,00 = Rp\ 88.140,00$$

Biaya bahan pada pemakaian kedua, selain minyak *bekisting*, diasumsikan dapat digunakan kembali tanpa perbaikan. Sedangkan biaya tenaga kerja sama seperti pada pemakaian pertama. Biaya per 1 m² *bekisting* pemasangan kedua dan ketiga dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 2. Harga Pekerjaan *Bekisting* Konvensional Pemakaian Kedua

No	Uraian	Satuan	Koef.	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)
1	2	3	4	5	6
A Tenaga Kerja					
1	Pekerja	OH	0,45	Rp 110.000,00	Rp 49.500,00
2	Tukang	OH	0,25	Rp 140.000,00	Rp 35.000,00
3	Kepala Tukang	OH	0,033	Rp 150.000,00	Rp 4.950,00
4	Mandor	OH	0,03	Rp 160.000,00	Rp 4.800,00
Jumlah Harga Tenaga Kerja					Rp 94.250,00
B Bahan					
1	<i>Multiflex Phynol Film</i> 18 mm	m ²	0,35	Rp 44.070,00	Rp 15.424,50
2	Tierod	buah	0,01	Rp -	Rp -
3	Besi Silinder Tierod	buah	0,01	Rp -	Rp -
4	Paku	kg	0,5	Rp -	Rp -
5	Kawa Bendrat	kg	0,17	Rp -	Rp -
6	Oli	liter	0,11	Rp 15.000,00	Rp 1.650,00
Jumlah Harga Bahan					Rp 17.074,50
C Peralatan					
1	Alat Bantu <i>Bekisting</i>	1		Rp -	Rp -
Jumlah Harga Peralatan					
D Jumlah Harga Tenaga Kerja, Bahan, Peralatan (A+B+C)					
E <i>Overhead + Profit</i>					
F Harga Satuan Pekerjaan per-m ² (D+E)					

(sumber: Penulis, 2025)

Analisis biaya *bekisting* pada saluran kondukt tersebut dibutuhkan sepanjang 540 meter dibagi menjadi 2 kali pemakaian, sehingga untuk setiap pemakaian pertama dan kedua memiliki panjang

270 meter.

$$L1 = 4.00 + 0.7 + 4.00 + 0.7 + 4.00 = 12.14 \text{ m}$$

$$L2 = 4.00 + 0.7 + 4.00 + 0.7 + 4.00 = 12.14 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} Lp1,2,3 &= (L1 + L2) \times \text{Panjang per pemakaian} \\ &= (12.14 \text{ m} + 12.14 \text{ m}) \times 270 \text{ m} \\ &= 6.555,60 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

dengan luas total sebesar 6.555,6 m² pada setiap pemakaian, maka didapatkan perhitungan kebutuhan biaya seluruhnya adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Biaya pemakaian pertama} \\ &= 6.555,60 \text{ m}^2 \times Rp 263.102,75 \\ &= Rp 1.724.796.387,9 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Biaya pemakaian kedua} \\ &= 6.555,60 \text{ m}^2 \times Rp 159.561,35 \\ &= Rp 1.046.020.386,6 \end{aligned}$$

Maka, Biaya total *bekisting* konvesional adalah

Tabel 3. Harga Total *Bekisting* Konvesional

Pemakaian	Harga
1	Rp 1.724.796.387,9
2	Rp 1.046.020.386,6
Total	Rp 2.770.816.858,34

(sumber: Penulis, 2025)

Maka dari itu dapat disimpulkan untuk biaya per m² dari pekerjaan *bekisting* konvesional adalah

$$\text{Volume Total} = 13.111,20 \text{ m}^2$$

$$\text{Total Biaya} = 2.770.816.858,34$$

$$\begin{aligned} \text{Harga per } m^2 &= \frac{\text{Total Biaya}}{\text{Volume Total}} \\ &= \frac{Rp. 2.770.816.858,34}{13.111,20 \text{ m}^2} \\ &= Rp 211.332,06 \end{aligned}$$

Sliding Form

Perhitungan biaya penggunaan *bekisting* *sliding form* pada penelitian ini didasarkan pada data aktual yang diperoleh dari subkontraktor PT. Bintang 12. Total biaya yang meliputi komponen material, peralatan, dan tenaga kerja dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 4. Harga Subkontraktor *Sliding Form*

No	Uraian	Satuan	Harga (Rp)
1	Harga Sub-kontraktor	m ²	Rp 185.185,00
	Total	m ²	Rp 185.185,00

(Sumber : Data Proyek, 2025)

Dengan biaya per-meter persegi tertulis seperti pada **Tabel 4** tersebut, berikut ini adalah perhitungan total biaya untuk pekerjaan *sliding form*

$$\text{Volume Total} = 13.111,20 \text{ m}^2$$

$$\text{Harga per } m^2 = Rp. 185.185,00$$

$$\begin{aligned} \text{Total Biaya} &= \text{Volume} \times \text{Harga per } m^2 \\ &= 13.111,20 \text{ m}^2 \times Rp. 185.185,00 \end{aligned}$$

$$= Rp. 2.427.997.572,00$$

Waktu pemasangan pekerjaan *bekisting* di tentukan oleh metode pelaksanaan, Adapun metode pelaksanaan masing-masing penggunaan *bekisting*.

Analisis Waktu Pelaksanaan

Bekisting Konvesional

Urutan pekerjaan untuk pemasangan *bekisting* konvesional untuk setiap blok adalah sebagai berikut:

- Memasang *scaffolding* sebagai penyangga dan alat bantu pemasangan *phynol film*, dibutuhkan waktu ± 1 jam;
- Menyiapkan *Phynol film* sesuai kebutuhan, dibutuhkan waktu $\pm 0,5$ jam;
- Memasang *phynol film*, dibutuhkan waktu ± 1 jam;
- Memasang tulangan dari balok kayu, dibutuhkan waktu ± 1 jam;
- Memasang papan kayu sebagai stop cor, dibutuhkan waktu $\pm 0,5$ jam;

Total efektif waktu yang dibutuhkan untuk per blok konduit adalah $\pm 4,00$ jam.

Metode Sliding Form

Urutan pekerjaan untuk pemasangan *sliding form* untuk setiap blok adalah sebagai berikut:

- Menggeser *sliding form* ke posisi blok yang akan dicor, membutuhkan waktu ± 1 jam;
- Mengembangkan *sliding form* agar sesuai dengan dimensi beton, membutuhkan waktu ± 1 jam.

Total efektif waktu yang dibutuhkan untuk per blok terowongan (per 6,0 m) adalah $\pm 2,00$ jam.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis yang telah dilakukan, diperoleh kesimpulan bahwa penggunaan metode *Sliding form* lebih murah dan cepat apabila dibandingkan dengan metode konvesional, dengan selisih biaya yang diperoleh dengan menggunakan *bekisting* teknis / *sliding form* dibandingkan dengan *bekisting* konvesional adalah Rp 342.819.286,34 atau sekitar 12,37% lebih murah dan selisih waktu yang diperlukan dalam penyelesaian pekerjaan *bekisting* dengan menggunakan *bekisting* teknis / *sliding form* dibandingkan dengan *bekisting* konvesional adalah 2 jam pada setiap blok nya.

Dari hasil penelitian ini diperoleh gambaran terkait biaya aktual dalam pelaksanaan pekerjaan *bekisting* di Terowongan, sehingga diharapkan dapat dijadikan referensi dalam pelaksanaan pekerjaan *bekisting* terowongan dan sebagai dasar

penyusunan Harga Perkiraan Sendiri (HPS).

DAFTAR PUSTAKA

- Arifin, S. (2009). *Terowongan dalam Pelaksanaan*. Jakarta: PT. Mediatama Sapta Karya
- Ariyani, M. A., & Effendy, M. (2020). Penggunaan bekisting dengan metode sliding form work pada pekerjaan saluran. *Seminar Keinsinyuran*.
- Azmarningrum, E. C., Azhar, M., & Bangun, S. (2024). Analisis Struktur Perbandingan Penggunaan Bekisting Konvensional dengan Bekisting Pelat Baja pada Kolom Kotak dan Kolom Bulat (Studi Kasus Pembangunan Cibinong City Mall 2). *Jurnal Komposit: Jurnal Ilmu-Ilmu Teknik Sipil*, 8(1), 105–110. <https://doi.org/10.32832/komposit.v8i1.14890>
- Badan Standardisasi Nasional. (1994). SNI 03-3631-1994: Desain dan Pembuatan Bekisting Beton Pracetak. BSN.
- Badan Standardisasi Nasional. (2002). SNI 03-2847-2002: Acuan Perancah dan Bekisting Bangunan. BSN.
- Badan Standardisasi Nasional. (2002). SNI 5: Perencanaan Bekisting untuk Bangunan Gedung. BSN.
- Badan Standardisasi Nasional. (2016). SNI 6880-2016: Spesifikasi Beton Struktural. BSN.
- Dewi, R. A., & Sembiring, R. A. (2022). Analisa perbandingan penggunaan bekisting konvensional dan sistem pada gedung bertingkat. *Jurnal Pendidikan Teknik Bangunan dan Sipil*, 8(1).
- Halenko, Y., & Makhynia, O. (2023). Classification of sliding formwork systems. *Ways to Improve Construction Efficiency*, 1(52), 157–170. [https://doi.org/10.32347/2707-501x.2023.52\(1\).157-170](https://doi.org/10.32347/2707-501x.2023.52(1).157-170)
- Hardiyatmo, H. C. (2012). *Hidrologi dan teknis bendungan*. Penerbit Teknik Sipil.
- Li, W., Lin, X., Bao, D. D., & Xie, Y. M. (2022). A review of formwork systems for modern concrete construction. *Structures*, 38, 52–63. <https://doi.org/10.1016/j.istruc.2022.01.089>
- Linsley, R. K. (1995). *Design and operation of dams and reservoirs*. McGraw-Hill.
- Lubis, A. P. A., Alvindra, A., & Sihombing, L. B. (2023). Metode Pelaksanaan dan Analisa Efisiensi Pekerjaan Aluminium Formwork System pada Proyek Apartemen Sudimara Forestwalk Tower Albizia. *Jurnal Komposit: Jurnal Ilmu-Ilmu Teknik Sipil*, 7(1), 71–75.
- <https://doi.org/10.32832/komposit.v7i1.9402>
- Maulana, B. F., Abadiyah, S., & Safitri, R. A. (2024). Analisa perbandingan bekisting semi sistem (knockdown) dengan bekisting konvensional berdasarkan RAB. *Jurnal Pendidikan Teknik Bangunan*, 4(2), 147–156. <https://doi.org/10.17509/jptb.v4i2.80552>
- Maskur, A., Fuadi, I., & Sukmara, E. (2023). Analisis perbandingan biaya dan waktu antara bekisting kayu multiplek dengan bekisting bondek untuk plat lantai. *Jurnal Ilmiah Teknologi Informasi Terapan*, 9(2). <https://doi.org/10.33197/jitter.vol9.iss2.2023.1023>
- Nilimaa, J., Gamil, Y., & Zhaka, V. (2023). Formwork engineering for sustainable concrete construction. *CivilEng*. <https://doi.org/10.3390/civileng4040060>
- Olson, D. L. (2003). *Project management—A systems approach to planning, scheduling, and controlling*. Wiley.
- Saraswati, Y. N. D., & Indryani, R. (2012). Analisa perbandingan penggunaan bekisting semi konvensional dengan bekisting sistem table form. *Jurnal Teknik ITS*, 1(1). <https://tinyurl.com/saraswatiJITS>
- Schwalbe, K. (2015). *Information Technology Project Management* (8th ed.). Cengage Learning.
- Shang, J., Zhou, Y., Wang, Y., Niu, Z., & Yin, F. (2024). Construction of utility tunnel power supply and distribution system. *Proceedings 3rd International Conference on Advances in Materials, Machinery, Electrical Engineering (AMMEE 2024)*. <https://doi.org/10.62051/fqnxm771>
- Sibangkoman. (2018). Modul 8 Desain Bangunan Pelengkap. Pusat Pelatihan dan Pengembangan SDM PU.
- Sita, T., & Supriyono. (2024). Inovasi metode kerja sliding formwork U-Ditch sebagai dukungan percepatan pelaksanaan Paket I.4 - Jalan Kawasan Industri Terpadu (KIT) Batang. *Jurnal Inersia*, 16(1), 92–102. <https://doi.org/10.46964/inersia.v16i1.989>
- Situmorang, M. (2015). Bendungan tipe urugan: Perencanaan dan konstruksi. PT Graha Ilmu.
- Ula, A. I. S., Sumardi, & Wahiddin, W. (2025). Analisa produktivitas bekisting eksisting dan sistem PERI pada kolom gedung kantor proyek pembangunan SMK-SMAK Bogor. *Jurnal Online Skripsi Manajemen Rekayasa Konstruksi (JOS-MRK)*, 6(1), 349–356. <https://doi.org/10.33795/jos-mrk.v6i1.6052>