

Estimasi Biaya dan Waktu Pelaksanaan Pekerjaan *Grouting* Proyek Pembangunan Bendungan Lausimeme

Esra G Palawi ¹, Junita Eka Susanti ^{1,*}, Anita Lestari Condro Winarsih ²

¹ Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknologi Infrastruktur dan Kewilayahan, Institut Teknologi Sumatera, Indonesia

² Departemen Teknik Sipil, Sekolah Vokasi, Universitas Diponegoro, Indonesia

*Email (Penulis Korespondensi): junita.susanti@si.itera.ac.id

Abstrak

Perencanaan yang berkualitas sangat penting untuk memastikan infrastruktur memenuhi standar yang diharapkan, baik dari segi metode pelaksanaan, anggaran, maupun waktu. Kualitas proyek diukur dari sejauh mana pelaksanaannya sesuai rencana, di mana pemilihan metode pekerjaan yang tepat akan memengaruhi jumlah tenaga kerja, material, dan peralatan yang diperlukan. Aspek-aspek ini berhubungan erat dengan anggaran serta jadwal proyek yang nantinya dikontrol melalui rencana anggaran biaya (RAB) dan penjadwalan waktu. Pada Proyek Pembangunan Bendungan Lausimeme, bendungan ini dirancang untuk menjadi sumber air baku, sumber energi listrik, tujuan pariwisata, dan sebagai upaya mitigasi banjir. Fokus pekerjaan adalah grouting di area riverbed dengan metode up stage, mengingat fondasi batuan utuh di lokasi tersebut. Untuk mencapai efisiensi dan efektivitas, diperlukan estimasi biaya dan waktu yang tepat. Pada penelitian ini, estimasi biaya dihitung menggunakan analisis Standar Nasional Indonesia (SNI), sementara estimasi waktu didasarkan pada produktivitas yang diukur dari siklus kerja berdasarkan observasi lapangan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa metode grouting up stage pada 169 titik di Bendungan Lausimeme memerlukan biaya sebesar Rp 7.116.820.932, termasuk overhead sebesar 5% dan profit sebesar 10%. Waktu pelaksanaan yang dibutuhkan untuk menyelesaikan pekerjaan ini diperkirakan selama 240 hari kerja.

Kata kunci: *Estimasi biaya dan waktu, kualitas proyek, bendungan lausimeme, grouting*

1. Pendahuluan

Infrastruktur yang berkualitas sangat bergantung pada perencanaan yang tepat dan menyeluruh, terutama dalam hal metode pelaksanaan, pengelolaan biaya, serta estimasi waktu (Anam & Caroline, 2021; Astana, 2017; Castollani & Puro, 2020; Ilallah & Waskito, 2020; Kasus et al., 2016; Raharjo & Sutardi, 2021; Sumantri et al., 2022; Supadi & Kesy Garside, 2021; Syalomei Tangkau et al., 2022). Pada proyek infrastruktur, kualitas diukur dari kesesuaian pelaksanaan dengan perencanaan awal, sehingga pemilihan metode pekerjaan yang sesuai dengan kondisi lapangan menjadi krusial (Hansen & Anondho, 2019; Johari & Gunawan, 2021; Maini et al., 2024; Sirait et al., 2023; Susanti & Maini, 2019; Wilwin & Sutandi, 2021). Metode yang tepat akan menentukan jumlah tenaga kerja, material, dan peralatan yang dibutuhkan, yang semuanya berdampak langsung pada anggaran dan jadwal proyek. Agar proyek berjalan lancar, rencana anggaran biaya (RAB) (Cahyani et al., 2021; Kasus et al., 2016; Putra & Sembiring, 2017; Ridwan, 2018) dan penjadwalan waktu berfungsi sebagai alat kontrol untuk memastikan pelaksanaan sesuai rencana.

Proyek Pembangunan Bendungan Lausimeme merupakan salah satu contoh infrastruktur yang dirancang dengan beragam fungsi strategis. Selain menjadi sumber air baku dan energi listrik, bendungan ini diproyeksikan sebagai destinasi pariwisata serta langkah mitigasi untuk mengurangi risiko banjir. Pada proyek ini, salah satu pekerjaan yang ditinjau adalah *grouting* di area *riverbed*, yang menggunakan metode *up stage*. Pemilihan metode ini didasarkan pada kondisi fondasi lokasi yang berupa batuan utuh. Mengingat pentingnya ketepatan metode ini, diperlukan perencanaan biaya dan waktu yang efisien agar pekerjaan *grouting* dapat mencapai hasil optimal tanpa membebani sumber daya proyek.

Penelitian mengenai pekerjaan *grouting* sebagai metode perbaikan fondasi pada infrastruktur, khususnya dalam aspek biaya dan waktu, masih sangat jarang dilakukan. Minimnya penelitian ini membuka peluang untuk mengeksplorasi efisiensi serta keandalan *grouting* sebagai alternatif perbaikan fondasi yang dapat diaplikasikan pada berbagai proyek konstruksi. Dengan memfokuskan pada analisis biaya dan waktu, penelitian ini bertujuan Hasil penelitian ini dapat digunakan oleh para praktisi konstruksi untuk memperoleh gambaran umum, informasi, dan solusi pilihan mengenai perbandingan metode pada pekerjaan *grouting* dari perspektif waktu dan biaya pelaksanaannya.

2. Metode

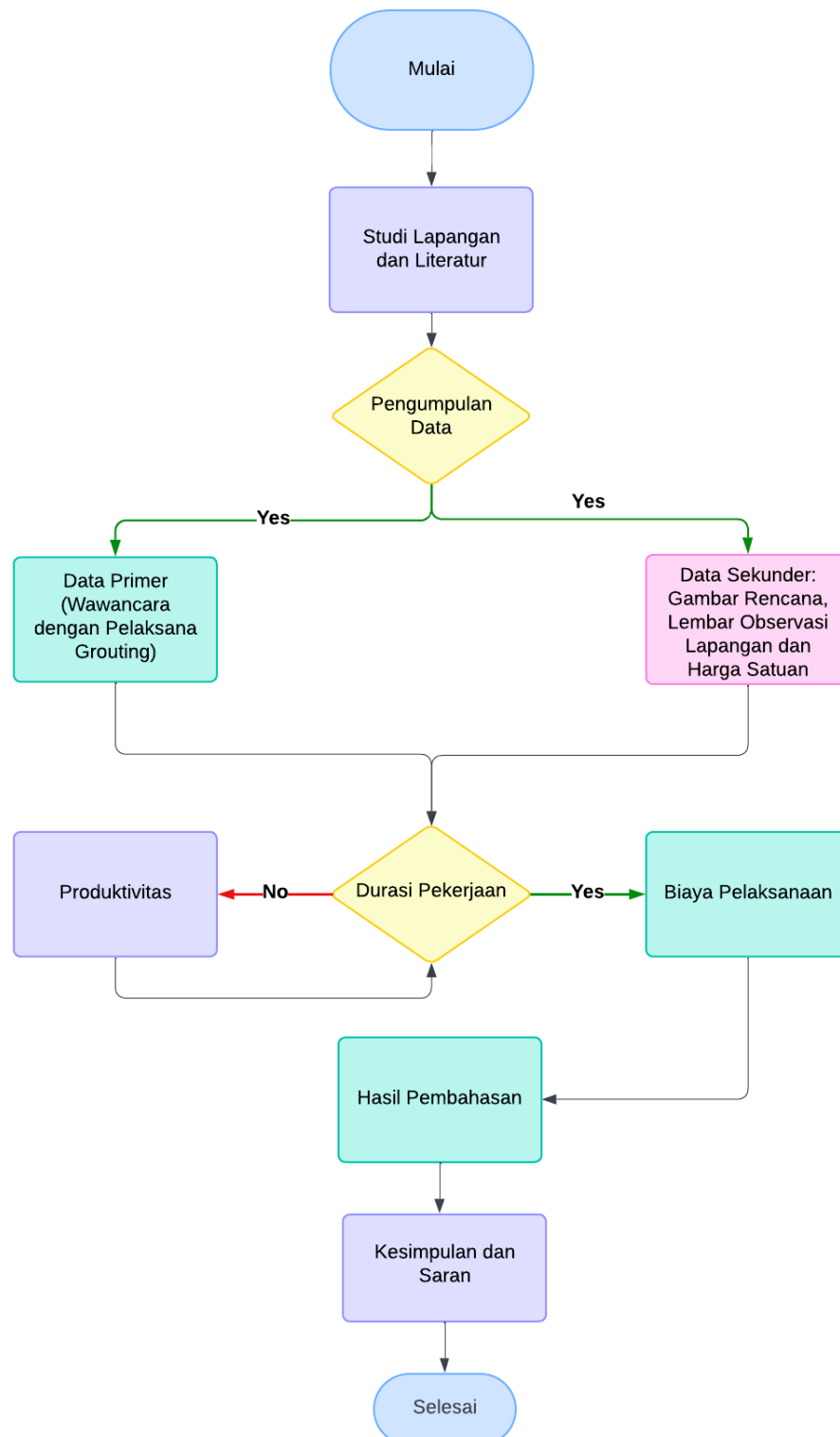
Penelitian dilakukan di Proyek Pembangunan Bendungan Lausimeme yang terletak di Desa Rumah Gerat, Kecamatan Sibiru-biru, Kabupaten Deli Serdang, Provinsi Sumatera Utara dengan koordinat lokasi 3,3493° Lintang Utara, 98,6491° Bujur Timur.



Gambar 1. Gambaran umum proyek

Dalam penelitian ini, perencanaan yang terstruktur sangat diperlukan untuk memperoleh hasil yang optimal dan sesuai dengan tujuan penelitian. Tahapan-tahapan penelitian yang telah disusun secara sistematis ditampilkan pada Gambar 2. Setiap tahapan dirancang untuk memastikan kelancaran proses serta ketercapaian target penelitian secara efektif dan efisien. Dalam penelitian ini digunakan dua jenis data, yaitu data primer dan data sekunder. Data primer merupakan data yang diperoleh langsung dari survei lapangan. Data ini dikumpulkan melalui wawancara dengan pihak terkait dalam pelaksanaan pekerjaan *grouting*. Melalui wawancara tersebut, diperoleh informasi dari pelaksana lapangan mengenai material, peralatan, dan sumber daya manusia yang terlibat dalam pekerjaan *grouting*.

Sementara itu, data sekunder adalah data yang sudah ada sebelumnya dan dikumpulkan oleh pihak lain. Dalam penelitian ini, data sekunder diperoleh dari Proyek Bendungan Lausimeme, Deli Serdang. Data ini meliputi gambar rencana, lembar observasi lapangan, Harga Satuan Pokok Kegiatan (HSPK) Kota Medan, Analisa Harga Satuan Pekerjaan (AHSP) Bendungan Tugu Tahun 2021, serta Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Nomor 1 Tahun 2022. Data primer dan sekunder tersebut menjadi dasar analisis dalam penelitian ini.



Gambar 2. Diagram alir penelitian

Metode analisis dalam penelitian ini, dilakukan analisis data yang difokuskan pada pekerjaan *grouting* di bendungan dengan menggunakan Metode *Up Stage*. Tujuan dari analisis ini adalah untuk mengevaluasi berbagai aspek, terutama dari segi waktu dan biaya terkait pelaksanaan pekerjaan *grouting*. Analisis yang dilakukan meliputi beberapa aspek penting, yaitu analisis metode pelaksanaan, analisis produktivitas, analisis durasi pelaksanaan pekerjaan, dan analisis biaya pelaksanaan. Setiap analisis ini bertujuan untuk memberikan pemahaman yang lebih mendalam mengenai efisiensi dan efektivitas pelaksanaan pekerjaan *grouting*, sehingga dapat dihasilkan rekomendasi yang konstruktif untuk perbaikan di masa mendatang. Dengan demikian, penelitian ini tidak hanya sekadar menilai hasil, tetapi juga berupaya untuk meningkatkan kinerja dan pengelolaan proyek di masa depan. Dalam analisis produktivitas proses pekerjaan *grouting*, dilakukan evaluasi terhadap produktivitas tenaga kerja dan alat, khususnya alat bor. Untuk menghitung produktivitas tenaga kerja, dilakukan wawancara dengan pelaksana pekerjaan *grouting* dan observasi langsung di lapangan. Sementara itu, produktivitas alat bor dihitung berdasarkan volume per siklus waktu, di mana waktu siklus mengacu pada waktu yang diperlukan mesin bor untuk menyelesaikan satu proses kerja. Rumus perhitungan produktivitas alat bor dapat dilihat pada Persamaan (1) hingga Persamaan (5)

$$Q_1 = \frac{V \cdot p \cdot F_a \cdot 60}{T_s} \quad (1)$$

$$\text{Koefisien Alat} = \frac{1}{Q} \quad (2)$$

$$Q'_1 = Q_1 \cdot T_k \quad (3)$$

Perhitungan koefisien tenaga kerja menggunakan Persamaan (4) dan (5)

$$\text{Pekerja} = \frac{T_k \cdot P}{Q'_1} \quad (4)$$

$$\text{Mandor} = \frac{T_k \cdot M}{Q'_1} \quad (5)$$

Keterangan :

Q_1 = Kapasitas Produksi (m/jam)

p = Kedalaman pengeboran (m)

F_a = Faktor efisiensi alat

T_s = Total waktu siklus (menit)

V = Kapasitas alat (titik)

Q = Kapasitas produksi (m/jam)

Q'_1 = Produksi perhari

T_k = Waktu kerja efektif (jam)

P = Jumlah pekerja (orang)

M = Jumlah Mandor (orang)

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Analisis Metode Pelaksanaan Proyek

Metode pelaksanaan pekerjaan pada Proyek Bendungan Lausimeme dimulai dengan tahap pengeboran, diikuti oleh pengujian tekanan air (*water pressure test*), kemudian dilanjutkan dengan *grouting*, dan diakhiri dengan penutupan lubang *capping* (*plugging*). Pada

tahap *water pressure test* dan *grouting*, tekanan yang digunakan untuk menginjeksikan air dan semen bervariasi tergantung pada kedalaman titik pengujian. Perhitungan tekanan ini dilakukan oleh perencana berdasarkan SNI 2411 Tahun 2008 yang mengatur cara uji kelulusan air bertekanan di lapangan, dengan tekanan tertinggi yang diizinkan sebesar 0,23 kali dari kedalaman pengujian.

Campuran semen dan air yang digunakan dalam proses *grouting* dapat dilihat pada Tabel 1. Campuran tersebut dimulai dari rasio air (*water*) dan semen (*cement*) yang paling encer, yaitu 1:10, hingga rasio yang paling kental, yaitu 1:0,5. Setiap jenis titik dan kedalaman pengujian dimulai dengan campuran paling encer untuk mencegah terjadinya kegagalan injeksi pada rekahan kecil. Tekanan yang digunakan selama *grouting* disesuaikan dengan hasil pengujian *water pressure test*.

Tabel 1. Campuran semen *grouting*

No	Mix Semen : Air	Semen (Zak)	Volume Berat Perbandingan			Volume Perubahan Campuran		Perubahan Campuran Semen : Air
			Semen (Kg)	Air (Ltr)	Vol. Campuran (Ltr)	Batch (Jumlah Injeksi)	Total Volume Pergantian Campuran (Ltr)	
1	1:10	0.5	20	200	206.45	3	619.35	1:5
2	1:5	1	40	200	212.9	2	425.81	1:3
3	1:3	2	80	240	265.81	2	531.61	1:2
4	1:2	3	120	240	278.71	2	557.42	1:1
5	1:1	5	200	200	264.52	4	1058.06	1:0.5
6	1:0,5	8	320	160	263.23	4	1052.9	-

Berdasarkan analisis metode kerja, jumlah alat yang digunakan untuk pekerjaan *grouting* Bendungan Lausimeme adalah tiga mesin bor. Namun, untuk keperluan analisis dalam penelitian ini, diasumsikan hanya satu mesin bor yang akan digunakan untuk menyelesaikan seluruh rangkaian pekerjaan, mulai dari pengeboran hingga *plugging*. Hal ini dikarenakan jumlah alat yang digunakan pada setiap proyek bendungan dapat bervariasi sesuai dengan perencanaan. Selain itu, jam kerja yang diasumsikan adalah delapan jam kerja per hari.

3.2. Analisis Volume Pekerjaan

Volume pengeboran (*drilling*) Pengeboran menggunakan satuan meter di mana 5 m = 1 *stage*. Untuk area *blanked* 1 titik memiliki kedalaman 5 m, area *curtain* memiliki kedalaman 55 m dan terkhusus area *curtain* (*pilot*) terdapat pekerjaan *coring* untuk mendapatkan sampel batuan yang nantinya akan digunakan untuk inspeksi geologi sehingga titik *curtain* (*pilot*) memerlukan waktu lebih lama dibanding titik *curtain*. Perhitungan volume pengeboran titik *blanked* (*drilling*):

Satuan pengeboran : m'
 Jumlah titik (*n*) : 126
 Kedalaman titik (*h*) : 5 m'
 Volume pekerjaan : Jumlah titik x Kedalaman titik

: 126 x 5 m

: 630 m

Berdasarkan contoh perhitungan volume pengeboran titik *blanked* di atas maka dapat dihitung volume pengeboran untuk titik *curtain* dan *pilot*. Selain volume pengeboran analisis ini juga memperhitungan volume item pekerjaan yang lain berupa volume *Water Preassure Test* (WPT), volume *grouting*, volume semen *grouting* titik *blanked*, volume semen *grouting* titik *curtain*, volume semen *capping grouting* (*plugging*). Berdasarkan hasil perhitungan volume semen untuk titik *blanked* maka volume semen untuk titik *curtain*, *curtain* (*pilot*) dan pekerjaan *plugging* juga dapat dihitung dengan rumus yang sama dengan mengalikan jumlah titik dengan volume semen terbesar dari data hasil observasi, sehingga didapatkan volume semen untuk *grouting* pada Tabel 2.

Tabel 2. Volume Semen (Ton) *Grouting*

<i>Hole</i>	<i>h</i> (m)	Volume/Titik (ton)	<i>n</i> (titik)	Total (ton)
<i>Blanked</i>	5	0.367	126	46.31
<i>Curtain</i>	55	4.459	38	169.48
<i>Curtain (Pilot)</i>	55	4.459	5	22.3
<i>Plugging</i>	1	0.004	169	0.707

3.3. Analisis Produktivitas

Perhitungan produktivitas pengeboran, *water preassure test*, dan *grouting* digunakan asumsi waktu terlama dari data hasil observasi di lapangan sedangkan untuk waktu *plugging* digunakan estimasi waktu. Jumlah tenaga kerja yang digunakan adalah 4 pekerja dan 1 mandor. Pada perhitungan koefisien alat digunakan faktor efisiensi alat dikarenakan banyaknya faktor yang mempengaruhi proses produksi seperti faktor cuaca, peralatan, operator, kondisi lapangan dan manajemen kerja sehingga digunakan faktor efisiensi yang terdapat pada Tabel 3.

Tabel 3. Faktor Efisiensi Alat

Kondisi Operasi	Pemeliharaan Mesin				
	Baik Sekali	Baik	Sedang	Buruk	Buruk Sekali
Baik Sekali	0,83	0,81	0,76	0,70	0,63
Baik	0,78	0,75	0,71	0,65	0,60
Sedang	0,72	0,69	0,65	0,60	0,54
Buruk	0,63	0,61	0,57	0,52	0,45
Buruk Sekali	0,53	0,50	0,47	0,42	0,32

Faktor efisiensi alat yang digunakan adalah sebesar 0,83. Hal ini dikarenakan mesin bor beroperasi dengan sangat baik dan terpelihara secara optimal, baik dari segi pemeliharaan maupun operasional. Alat tersebut tidak pernah mengalami kerusakan selama operasional, sehingga pekerjaan tidak pernah terhambat akibat masalah teknis. Pemeliharaan alat meliputi pembersihan dari tanah atau serpihan batuan dan pelumasan komponen setelah penggunaan untuk memastikan performa alat tetap optimal.

Perhitungan produktivitas tiap pekerjaan dilakukan dengan jam kerja efektif (T_k) sebesar 8 jam kerja per hari. Produktivitas dihitung menggunakan Persamaan (1) hingga Persamaan (5). Berdasarkan hasil analisis, produktivitas minimum terjadi pada pekerjaan pengeboran (*drilling*) di titik *Blanked*, dengan produktivitas pekerja sebesar 0,6120 dan

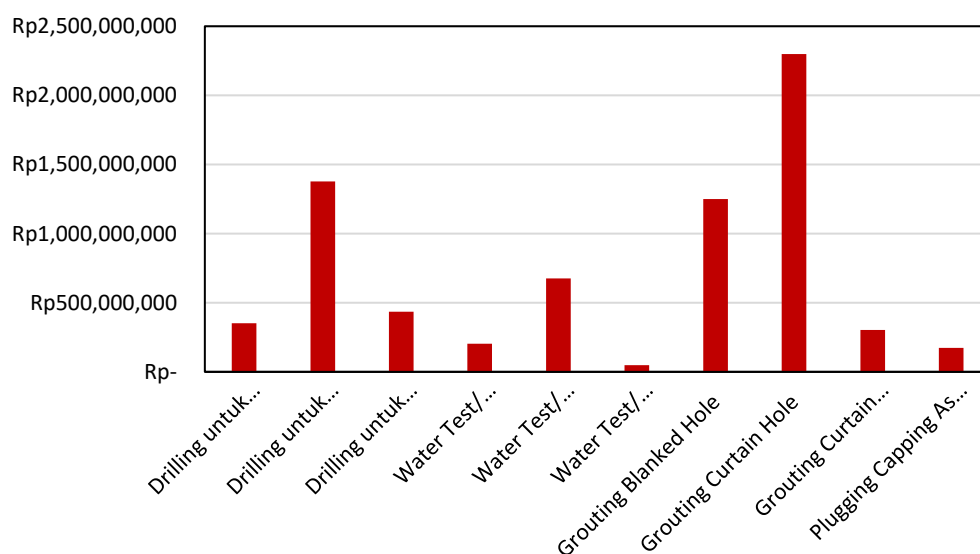
mandor sebesar 0,0128. Sebaliknya, produktivitas maksimum terjadi pada pekerjaan *grouting* di titik *Blanked*, dengan produktivitas pekerja sebesar 2,0337 dan mandor sebesar 0,0424. Rekapitulasi hasil analisis produktivitas pekerjaan secara lengkap disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Rekapitulasi hasil analisis produktivitas proyek pembangunan bendungan lausimeme

No	Titik	T_s (menit)	V (titik)	p (m')	Q_1 (jam)	Koef. Alat (jam)	Tenaga Kerja (jam)	
							Pekerja	Mandor
Produktivitas Pekerjaan Pengeboran (<i>Drilling</i>)								
1	<i>Blanked</i>	38.10	1	5	6.54	0.1530	0.6120	0.0128
2	<i>Curtain</i>	493.80	1	55	5.55	0.1803	0.7211	0.0150
3	<i>Curtain (Pilot)</i>	1183.01	1	55	2.32	0.4319	1.7277	0.0360
Produktivitas Pekerjaan <i>Water Preassure Test</i> (WPT)								
1	<i>Blanked</i>	22.00	1	1	2.26	0.4418	1.7671	0.0368
2	<i>Curtain</i>	22.00	1	1	2.26	0.4418	1.7671	0.0368
3	<i>Curtain (Pilot)</i>	83.00	1	7	4.20	0.2381	0.9524	0.0198
Produktivitas Pekerjaan <i>Grouting</i>								
1	<i>Blanked</i>	126.60	1	5	1.97	0.5084	2.0337	0.0424
2	<i>Curtain</i>	719.80	1	55	3.81	0.2628	1.0512	0.0219
3	<i>Curtain (Pilot)</i>	719.80	1	55	3.81	0.2628	1.0512	0.0219
Produktivitas Pekerjaan <i>Plugging (Capping Grouting)</i>								
1	<i>Blanked</i>	16.00	1	1	3.11	0.3213	1.2851	0.0268
2	<i>Curtain</i>	16.00	1	1	3.11	0.3213	1.2851	0.0268
3	<i>Curtain (Pilot)</i>	16.00	1	1	3.11	0.3213	1.2851	0.0268

3.4. Analisis Biaya Pekerjaan

Analisis biaya pekerjaan dengan menggunakan harga satuan Kota Medan, harga yang digunakan adalah harga yang paling mendekati dengan spesifikasi. Sehingga dari hasil perhitungan koefisien yang telah dilakukan didapatkanlah analisa harga satuan pekerjaan (AHSP) dengan diperoleh koefisien tenaga kerja, bahan dan peralatan dikalikan dengan harga satuan. Hasil analisis biaya per item pekerjaan ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Biaya Per Item Pekerjaan

Biaya pelaksanaan total keseluruhan dari semua item pekerjaan yang ditunjukkan pada Gambar 3 yang diperlukan untuk menyelesaikan pekerjaan *grouting area riverbed* senilai Rp 7.116.820.932 (tujuh milyar seratus enam belas juta delapan ratus dua puluh ribu sembilan ratus tiga puluh dua rupiah) yang sudah termasuk ke dalam *overhead* (5%) dan profit (10%).

3.5. Analisis Waktu Pekerjaan

Waktu pekerjaan dapat dihitung setelah didapatkannya volume pekerjaan, produktivitas dan juga biaya pelaksanaan dari masing masing pekerjaan. Asumsi yang digunakan adalah satu alat untuk mengerjakan semua titik sampai selesai. Dari perhitungan durasi pekerjaan tiap jenis titik yang telah dilakukan, waktu total yang diperlukan untuk menyelesaikan pekerjaan *grouting* yang dimulai dari pekerjaan *drilling*, WPT, *grouting* dan *plugging* pada *area riverbed* adalah 240 hari kerja dengan pengoperasian satu alat mesin bor.

Kesimpulan

Dari hasil analisis, dapat disimpulkan bahwa metode pelaksanaan pekerjaan *grouting* pada Proyek Bendungan Lausimeme menggunakan Metode *Up Stage*, yang dimulai dari titik *pilot*, *blanked*, dan *curtain*. Proses ini mencakup serangkaian langkah, yaitu *drilling*, *water pressure test*, *grouting*, dan *plugging*, dengan *grouting* dilakukan pada tahap akhir setelah titik selesai dilakukan *drilling (up stage)*. Estimasi waktu pelaksanaan pekerjaan *grouting* dengan menggunakan Metode *Up Stage* adalah 240 hari kerja, dengan pengoperasian satu unit alat. Selain itu, estimasi biaya untuk pelaksanaan pekerjaan *grouting* pada proyek ini sebesar Rp 7.116.820.932 (tujuh milyar seratus enam belas juta delapan ratus dua puluh ribu sembilan ratus tiga puluh dua rupiah), yang sudah termasuk *overhead* sebesar 5% dan profit sebesar 10%. Kesimpulan ini menunjukkan bahwa Metode *Up Stage* efisien dalam pelaksanaan pekerjaan *grouting* serta memberikan gambaran yang jelas mengenai waktu dan biaya yang diperlukan untuk menyelesaikan proyek tersebut.

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih yang sangat mendalam kepada Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Direktorat Jenderal Sumber Daya Air Balai Wilayah Sungai Sumatera II beserta PT. Wijaya Karya (Persero) – Bumi Karsa (KSO) selaku kontraktor pelaksana proyek, atas dukungan yang sangat luar biasa dalam bentuk informasi, data, dan diskusi selama pengambilan data primer maupun sekunder.

Daftar Pustaka

- Anam, S., & Caroline, J. (2021). Perencanaan Estimasi Biaya K3 pada Proyek Pembangunan Kantor di Surabaya. *Jurnal Teknik Sipil*, 2(1). <https://doi.org/10.31284/j.jts.2021.v2i1.1719>
- Astana, I. N. Y. (2017). Estimasi Biaya Konstruksi Gedung Dengan Cost Significant Model. *Jurnal Riset Rekayasa Sipil*, 1(1). <https://doi.org/10.20961/jrrs.v1i1.14706>
- Cahyani, R. F., Rafik, A., & Hadi, S. (2021). Perbandingan Anggaran Biaya (RAB) Pelat Lantai Konvensional dengan Pelat Lantai Komposit (BONDEK). *Jurnal Gradasi Teknik Sipil*, 5(1). <https://doi.org/10.31961/gradasi.v5i1.981>
- Castollani, A., & Puro, S. (2020). Analisis Biaya dan Waktu pada Proyek Apartemen Dengan Metode Earned Value Concept. *Jurnal Rekayasa Konstruksi Mekanika Sipil (JRKMS)*. <https://doi.org/10.54367/jrkms.v3i1.701>

- Hansen, H., & Anondho, B. (2019). Analisis Faktor Manajemen Proyek Dominan yang Mempengaruhi Pelaksanaan Proyek Infrastruktur di Daerah Pedesaan. *JMTS: Jurnal Mitra Teknik Sipil*, 2(4). <https://doi.org/10.24912/jmts.v2i4.6304>
- Ilallah, A. F., & Waskito, J. P. H. (2020). Penerapan Metode Cost Significant Model pada Estimasi Biaya Pembangunan Kantor Pelayanan Masyarakat Di Kota Surabaya. *Axial : Jurnal Rekayasa Dan Manajemen Konstruksi*, 8(2). <https://doi.org/10.30742/axial.v8i2.1035>
- Johari, G. J., & Gunawan, A. (2021). Analisa Faktor yang Mempengaruhi Keterlambatan Proyek Infrastruktur di Kabupaten Garut. *Jurnal Konstruksi*, 19(1). <https://doi.org/10.33364/konstruksi/v.19-1.887>
- Kasus, S., Lanjutan, P., Gedung, P., Universitas, D., Maret, S., Sugiyarto, S., Muali, A., & Hartono, W. (2016). Estimasi Biaya Konstruksi Bangunan Gedung Dengan Metode Cost Significant Model Studi Kasus Proyek Lanjutan Pembangunan Gedung Di Universitas Sebelas Maret Surakarta. *Matriks Teknik Sipil*, 4(2).
- Maini, M., Kurniawan, R., Susanti, J. E., Syuhada, S., Kiranaratri, A. H., Tambunan, H. F., Ekaputra, R. A., Utami, E. T., Prayogi, G. R., Aprilia, A. S., & Ilpandari, I. (2024). Pendampingan Penyusunan DED Rumah Produksi Bersama Sentra IKM Olahan Hasil Laut untuk UMKM Kota Pangkalpinang Provinsi Kepulauan Bangka Belitung. *I-Com: Indonesian Community Journal*, 4(3), 2288–2300. <https://doi.org/10.33379/icom.v4i3.5366>
- Putra, D., & Sembiring, E. (2017). Perancangan Aplikasi Perhitungan Rencana Anggaran Biaya (RAB) Pembangunan Rumah Dengan Metode Burgerlijkeopenbare Werken (BOW). *Pelita Informatika Budi Dharma*, 16(1).
- Raharjo, D. P. K., & Sutardi, S. (2021). Pengaruh Kesiapan Perencanaan Detail Bendungan Terhadap Kinerja Pelaksanaan Kontrak dari Aspek Biaya, Waktu dan Mutu (Studi Kasus Pelaksanaan Bendungan Tiga Dihaji Paket 2 Sumatera Selatan). *INDONESIAN JOURNAL OF CONSTRUCTION ENGINEERING AND SUSTAINABLE DEVELOPMENT (CESD)*, 4(2). <https://doi.org/10.25105/cesd.v4i2.10416>
- Ridwan, M. (2018). Rancang Bangun Aplikasi Perhitungan Rencana Anggaran Biaya (RAB) Pembangunan Rumah Tinggal. *Jurnal SemanTIK Universitas Halu Oleo*, 4(1).
- Sirait, E., Manurung, E. H., Mubarak, A., & Suropto, S. (2023). Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Tingkat Risiko Pada Proyek Konstruksi Infrastruktur. *Jurnal Rekayasa Konstruksi Mekanika Sipil (JRKMS)*, 6(1). <https://doi.org/10.54367/jrkms.v6i1.2556>
- Sumantri, Muh. F., Arsjad, T. Tj., & Malingkas, G. Y. (2022). Perhitungan Rencana Anggaran Biaya Dan Waktu Pelaksanaan Pada Proyek Pembangunan Gedung Kantor Inspektorat Daerah Bolaang Mongondow. *Tekno*, 20(82).
- Supadi, S., & Kesy Garside, A. (2021). Analisis Estimasi Biaya Konstruksi Pembangunan Gedung Dengan Metode Cost Significant Model (Pada Studi Kasus Perluasan Gedung Kargo Bandar Udara Internasional Juanda-Surabaya). *Seminar Keinsinyuran Program Studi Program Profesi Insinyur*, 1(1). <https://doi.org/10.22219/skpsppi.v1i0.4233>
- Susanti, J. E., & Maini, M. (2019). Analisis Kelayakan Ekonomi Proyek Pembangunan Gedung Olahraga (GOR) Kabupaten Bangka. *FROPIL (Forum Profesional Teknik Sipil)*, 7(1). <https://doi.org/10.33019/fropil.v7i1.1404>
- Syalomei Tangkau, P., Sumajouw, M. D. J., & Malingkas, G. Y. (2022). Estimasi Biaya Konstruksi Bangunan Gedung Di Manado Dengan Cost Significant Model. *Jurnal Ilmiah Media Engineering*, 12(1).
- Wilwin, W., & Sutandi, A. (2021). Studi Identifikasi Risiko pada Proyek Infrastruktur di Indonesia. *JMTS: Jurnal Mitra Teknik Sipil*, 4(1). <https://doi.org/10.24912/jmts.v0i0.10646>

This is an open access journal distributed under the Creative Commons Attribution License CC BY 4.0, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited

