

Optimalisasi Biaya Dan Waktu Pekerjaan Timbunan Tanah Berbasis Aplikasi (Studi Kasus: Proyek Pembangunan Paket CWI 01 ITS urabaya)

Imelia Putri Lestari^{*}, Lila Ayu Ratna Winanda, Eri Andrian Yudianto, Sriliani Surbakti

Institut Teknologi Nasional Malang, Jl. Jl. Sigura - Gura No.2, Sumpersari, Kec. Lowokwaru, Kota Malang,

Jawa Timur 65152

* imeliaputtrilestari09@gmail.com

ABSTRAK

Proyek pembangunan Paket CWI 01 ITS Surabaya membutuhkan pekerjaan timbunan tanah dalam jumlah besar karena kondisi lahan eksisting berupa rawa. Ketelitian dalam menghitung volume timbunan sangat penting untuk menghindari pembengkakan biaya dan keterlambatan pekerjaan. Penelitian ini menggunakan metode deskriptif kuantitatif dengan membandingkan perhitungan volume secara manual berbasis potongan melintang (*cross section*) dan perangkat lunak AutoCAD Civil 3D. Data yang digunakan meliputi hasil survei topografi Total Station, gambar rencana, serta dokumen teknis proyek. Hasil analisis menunjukkan volume timbunan sebesar 7.028,34 m³ dengan metode manual dan 7.037,99 m³ dengan Civil 3D, dengan selisih hanya 0,137%. Estimasi durasi pekerjaan adalah 113 hari untuk metode manual dan 114 hari untuk Civil 3D, dengan biaya masing-masing Rp576.935.363 dan Rp583.256.331. Perbedaan hasil keduanya relatif kecil, namun Civil 3D lebih unggul dalam efisiensi pengolahan data.

Kata Kunci: Volume Timbunan, Civil 3D, Durasi Pekerjaan, Biaya Pekerjaan

ABSTRACT

The construction project of Package CWI 01 ITS Surabaya requires large-scale soil embankment work due to the existing swampy land conditions. Accurate calculation of embankment volume is crucial to prevent budget overruns and project delays. This study applies a descriptive quantitative method by comparing volume calculations using the conventional cross-section method and AutoCAD Civil 3D software. The data were obtained from Total Station topographic surveys, design drawings, and technical project documents. The analysis results show that the embankment volume is 7,028.34 m³ using the manual method and 7,037.99 m³ using Civil 3D, with only a 0.137% difference. The estimated work duration is 113 days for the manual method and 114 days for Civil 3D, with total costs of Rp576,935,363 and Rp583,256,331, respectively. Although the differences are relatively small, Civil 3D demonstrates advantages in efficiency and data processing, supporting more effective project planning.

Keywords: Embankment Volume, Civil 3D, Work Duration, Cost Duration

1. PENDAHULUAN

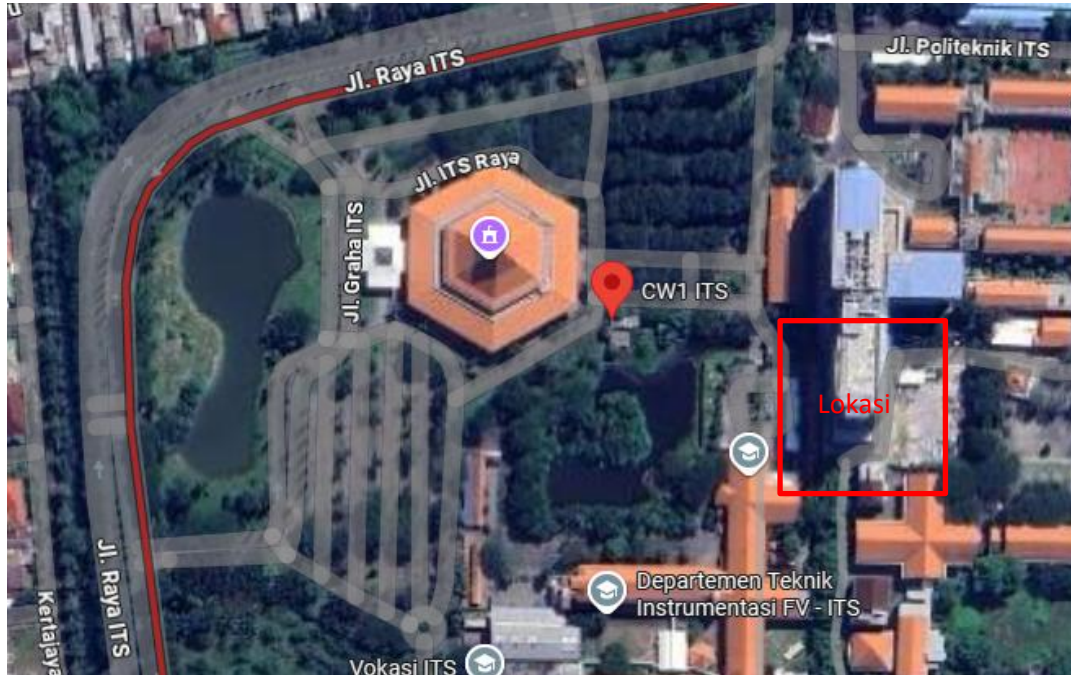
Proyek pembagunan paket CWI 01 ITS Surabaya merupakan proyek yang dibangun untuk memenuhi kurangnya fasilitas pendidikan yang terdiri dari bangunan Tower, *Central Language Culture* (CLC), dan infastruktur pendukung. Proyek pembangunan ini memiliki pekerjaan utama yang krusial yaitu pekerjaaa timbunan tanah, karena kondisi eksisting awal lahan proyek merupakan sebuah rawa sehingga perlu adanya pekerjaan timbunan tanah terlebih dahulu. Pekerjaan tanah merupakan salah satu komponen utama dalam kegiatan konstruksi yang menentukan keberhasilan tahap selanjutnya. Volume timbunan tanah yang tidak dihitung dengan akurat berpotensi menimbulkan permasalahan, seperti perbedaan antara rencana dan realisasi, pembengkakan biaya, serta keterlambatan pekerjaan (Soeharto, 1999). Pada proyek Paket CWI 01 ITS Surabaya, pekerjaan timbunan tanah memiliki cakupan cukup besar sehingga memerlukan analisis detail baik dari sisi volume maupun durasi pelaksanaan. Kajian ini menjadi penting mengingat karakteristik lokasi proyek yang membutuhkan perencanaan matang terhadap pekerjaan timbbunan tanah, ketersediaan material, kapasitas alat berat, tenaga kerja, serta strategi manajemen waktu. Analisis ini juga mendukung tercapainya efisiensi penggunaan sumber daya sekaligus menjaga kualitas hasil pekerjaan sesuai standar teknis yang berlaku.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode deskriptif kuantitatif dengan obyek pekerjaan timbunan tanah pada proyek Paket CWI 01 ITS Surabaya. Data yang diperoleh berupa data pengukuran topografi menggunakan Total Station, gambar rencana, spesifikasi teknis, dan jadwal proyek.

A. Lokasi

Penelitian ini berlokasi di jalan raya keputih, Kec. Sukolilo, Surabaya, Jawa Timur. Tepatnya di kampus ITS keputih.



Gambar 1 Lokasi Proyek

B. Teori Dasar

Menurut Hardiyatmo (2002), tanah adalah material lepas di atas batuan dasar yang tersusun dari mineral, bahan organik, dan endapan. Rongga antarpartikel dapat berisi air, udara, atau keduanya, dan terbentuk melalui proses pelapukan batuan maupun aktivitas geologi di dekat permukaan bumi.

Penentuan volume tanah dalam survei rekayasa kini dapat dilakukan lebih cepat dan akurat menggunakan Total Station (TS), di mana data hasil pengukuran langsung diolah dengan perangkat lunak untuk memperoleh informasi grafis serta volume timbunan dan galian.

Dalam era baru metode perhitungan volume timbunan tanah berkembang pesat, banyak metode baru yang dapat mempermudah dalam proses analisis, perhitungan volume timbunan tanah merupakan pekerjaan yang krusial karena berpengaruh pada analisis waktu dan biaya pada sebuah proyek konstruksi. Pada penelitian ini analisis volume timbunan dilakukan dengan 2 pendekatan yaitu, secara konvensional dan BIM Autocad Civil 3D guna memperoleh efisiensi waktu dan biaya pelaksanaan.

Perhitungan volume tanah secara konvensional dilakukan melalui pengukuran manual dan rumus matematika, namun metode ini membutuhkan waktu lebih lama dan rentan terhadap kesalahan manusia (Alifudin, n.d.). Perhitungan volume timbunan tanah secara konvensional dapat dianalisis menggunakan beberapa rumus diantaranya,

Rumus Luas:

$$\text{Luas Persegi} = p \times l$$

$$\text{Luas Segitiga} = \frac{1}{2} (a \times t)$$

Dengan satuan nilai hasil analisis M²

Rumus Volume:

$$V = p \times l \times t; \text{ dengan satuan M}^3$$

Keterangan: data yang dibutuhkan untuk menghitung / menganalisis nilai luas dan volume didapat dari pemodelan pada autocad sesuai dengan Cross Section masing-masing.

AutoCAD Civil 3D adalah perangkat lunak keluaran Autodesk yang mendukung konsep BIM untuk desain dan pemodelan proyek infrastruktur. Software ini memungkinkan perhitungan volume secara otomatis dalam bentuk laporan maupun tabel, termasuk analisis cut and fill melalui metode surface to surface (Silaban & Parakarsa Eka, 2022). Desain konstruksi yang baik berperan penting dalam estimasi biaya dan waktu pembangunan. Kondisi topografi memengaruhi volume timbunan dan galian yang menjadi dasar perhitungan waktu serta biaya pada tahap perencanaan (Sugihatro M, 2023).

Dalam proyek konstruksi, biaya, mutu, dan waktu merupakan aspek utama yang harus dikelola melalui manajemen proyek. Perencanaan biaya yang tepat, pengendalian mutu, dan pengaturan waktu yang baik penting untuk mencegah pembengkakan anggaran, kualitas buruk, serta risiko kecelakaan maupun kerusakan bangunan (Bhaskara et al., 2021).

Tahapan penelitian meliputi:

1. Pengumpulan data lapangan dan dokumen proyek.
2. Pengolahan data dengan perhitungan volume timbunan secara manual (metode cross section) dan menggunakan software Civil 3D.
3. Analisis volume dengan membandingkan hasil kedua metode.
4. Perencanaan durasi pekerjaan berdasarkan produktivitas alat dan metode penjadwalan (MS Project).
5. Pembahasan hasil untuk menilai akurasi perhitungan volume dan efisiensi durasi pekerjaan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis perhitungan volume timbunan pada proyek paket CWI 01 ini sedikit berbeda dengan proyek lainnya, dikarenakan kondisi eksisting awal yang merupakan sebuah rawa.

Perhitungan volume timbunan secara konvensional di dapat dari potongan cross section masing-masing STA, dengan luas lahan pembangunan adalah 5.437,25 M2 dengan 2 area kolam, area kolam besar dengan luas 3324,82 M2 dan luas area kolam kecil 296,22 M2 serta area kering yaitu 1816,21 M2. Berdasarkan metode pelaksanaan pada proyek Langkah utama perhitungan volume timbunan di dasari dengan perhitungan volume galian pile cap dan saluran u-dith sebagai pengurangan untuk menghasilkan volume total timbunan.

1. Perhitungan volume galian pile cap

Tabel 1 Volume Galian Pile Cap

No	Tipe Pile Cap	Volume m^3	No	Tipe Pile Cap	Volume m^3
1	Pile Cap 1	61,20	9	Pile Cap 6B'	19,15
2	Pile Cap 1'	1,80	10	Pile Cap 7	36,38
3	Pile Cap 3	16,84	11	Pile Cap 10	111,73
4	Pile Cap 4	38,99	12	Pile Cap 10'	38,93
5	Pile Cap 5	25,31	13	Pile Cap 16A	74,73
6	Pile Cap 5'	32,40	14	Pile Cap 16B	37,36
7	Pile Cap 6A	30,94	15	Pile Cap 70	48,66
8	Pile Cap 6B	57,46	16	Pile Cap 70'	97,32
Total Volume Galian Pile Cap					729,19

(Sumber: Data hasil analisis)

Berdasarkan tabel 1 perhitungan volume galian pile cap dapat dianalisis sebagai berikut:

Diketahui:

Panjang (P) = 2 m; Lebar (L) = 2 m; Tinggi (T) = 0,45 m; Jumlah pile cap (N) = 1, sehingga

Sehingga: Volume Pile Cap = $P \times L \times T \times N$

$$= 2 \times 2 \times 0,45 \times 1 = 1,80 \text{ m}^3$$

2. Perhitungan volume galian u-ditch

Tabel 2 Volume Galian U-ditch

No	Type U-ditch	Volume (m^3)
1	U-ditch 30X50	30,84
2	U-ditch 100X200	241,08

Total Volume**271,92**

(Sumber: Data hasil analisis)

Berdasarkan tabel 2 perhitungan volume galian u-ditch dapat dianalisis sebagai berikut:

Panjang saluran = 205,57 m; Lebar saluran 0,50 m; tinggi 0,30 m maka,

Volume = $P \times L \times T \times N = 205,57 \times 0,50 \times 0,30 \times 1$

= 30,84 m³

Keterangan: N = jumlah u-ditch

3. Perhitungan volume timbunan tanah

a. Metode konvensional

Tabel 3 Hasil Analisis Perhitungan Volume Timbunan Metode Manual

Uraian	Volume	Satuan	Kode
Volume Timbunan	8206,52	m ³	A
Galian	117,07	m ³	B
Pile Cap	729,194	m ³	C
Saluran Keliling gedung & Landscape	271,92	m ³	D
Total Volume Timbunan	7028,34	m³	E=A-(B+C+D)

(Sumber: Data hasil analisis)

b. Metode BIM Autocad Civil 3D

Tabel 4 Hasil Analisis Volume Timbunan Autocad Civil 3D

Uraian	Volume	Satuan	Kode
Volume Timbunan	8237,18	m ³	A
Galian	198,08	m ³	B
Pile Cap	729,194	m ³	C
Saluran Keliling gedung & Landscape	271,92	m ³	D
Total Volume Timbunan	7037,99	m³	E=A-(B+C+D)

(Sumber: Data hasil analisis)

4. Analisis waktu dan biaya

a. Penjadwalan dari hasil perhitungan volume secara manual.

Tabel 5 Perhitungan Volume Pekerjaan

NO	Uraian Pekerjaan	Volume / Satuan	
A	PEKERJAAN PERSIAPAN DAN PEMBERSIHAN		
1	Pembersihan Lapangan	1063,81	m^2
2	Pengukuran & Pemasangan Bowplank	245,80	m'
3	Pagar Sementara	245,80	m'
B	PEKERJAAN TANAH		
1	Pengeringan Air Kolam	2008,50	m^3
	Kolam Besar	1767,66	m^3
	Kolam Kecil	240,94	m^3
2	Pekerjaan urugan dengan Pemadatan Menggunakan Alat Berat	5539,23	
	Kolam Besar	4621,50	m^3
	Kolam Kecil	216,24	m^3
	Area Non Kolam	701,49	m^3
3	Pengurugan dan Pemadatan Menggunakan Alat Berat dibawah	1086,13	m^3
4	Urugan sirtu area parkir dan jalan	813,20	m^3
5	Galian Tanah	729,19	m^3
6	Urugan Tanah Kembali	81,75	m^3
	Urugan Tanah Kembali Pile Cap	72,92	m^3
	Urugan Tanah Kembali Sloof	8,83	m^3

(Sumber: Data hasil analisis)

Berdasarkan tabel 2 perhitungan volume galian u-ditch dapat dianalisis sebagai berikut:

Kolam besar, Diketahui:

Luas area pada cad = 3324,82 m²

Tinggi Kolam besar = 1,39 m

Sehingga,

Volume = luas X tinggi

= 3324,82 X 1,39

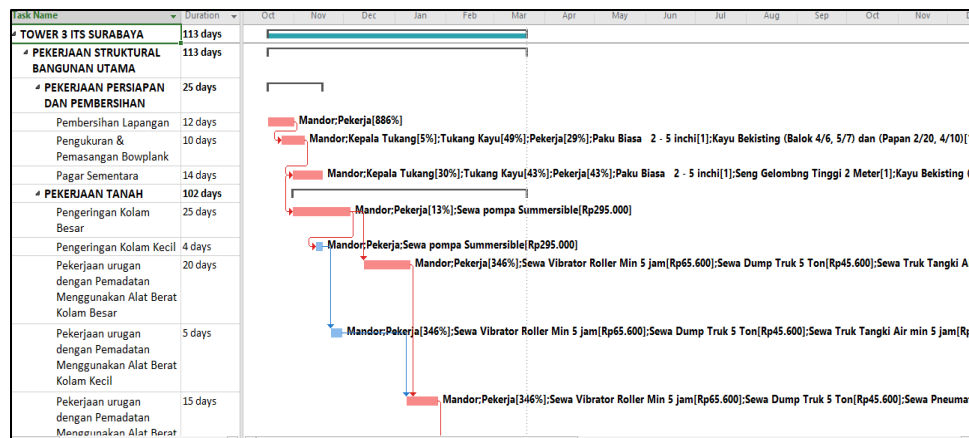
= 4621,50 m³

- Estimasi durasi (ASD)

Tabel 6 Analisis Durasi dan Tenaga Kerja Serta Kebutuhan Sewa Alat dan Material

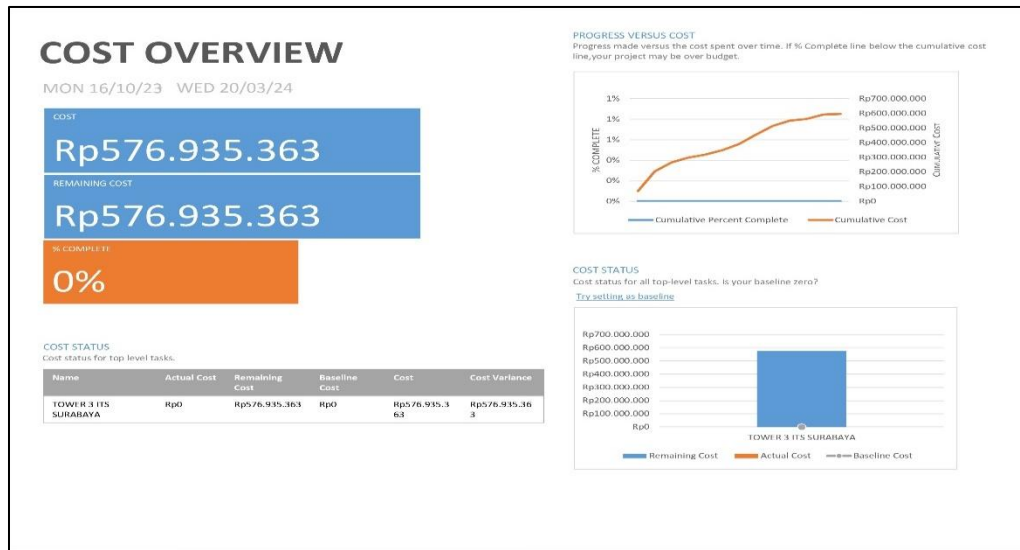
Pekerjaan Urugan Tanah									
Tenaga Kerja	Sat	Koef	Vol m ³	Total 1hari	Batas ASDM	Waktu	Rencana jadwal	Rencana Jadwal	
Pekerja	OH	0,0130	5539,23	1384,81	46	30,10	40	34,62	35
Mandor	OH	0,2500	5539,23	72,01	1	72,01	20	3,60	4
Pekerjaan Urugan Tanah									
Alat:		Koef		Sat		Volume		Total Bahan	
Sewa Truk Tangki Air min 5 jam	Truk Air	0,0140		Hari		5539,23		77,55	
Sewa Dump Truk 5 Ton	Dump	0,5040		Jam		5539,23		2791,77	
Sewa Wheel Loader kap. 1,7 - 2 m ³ , min. 5 jam	Wheel Loader	0,0090		Jam		5539,23		49,85	
Sewa Pneumatic Tire Roller Min 5	Pneumatic Tire Roller	0,0110		Jam		5539,23		60,93	
Sewa Motor Grader 125 - 140 pk Min	Motor Grader	0,0090		Jam		5539,23		49,85	
Bahan:									
Tanah Paras		1,200		M3		5539,23		6647,08	

- Penjadwalan



Gambar 2 Analisis Durasi Pekerjaan Metode Manual

- Cost Overview



Gambar 3 Cost Overview (Dari perhitungan Volume manual)

- b. Penjadwalan dari hasil perhitungan volume metode BIM Autocad Civil 3D.

Tabel 7 Perhitungan Volume Pekerjaan

NO	Uraian Pekerjaan	Volume / Satuan
A	PEKERJAAN PERSIAPAN DAN PEMBERSIHAN	
1	Pembersihan Lapangan	1063,81 m ²
2	Pengukuran & Pemasangan Bowplank	245,80 m'
3	Pagar Sementara	245,80 m'
B	PEKERJAAN TANAH	
1	Pengeringan Air Kolam	2008,50 m ³
	Kolam Besar	1767,66 m ³
NO	Uraian Pekerjaan	Volume / Satuan
	Kolam Kecil	240,94 m ³
2	Pekerjaan urugan dengan Pemadatan Menggunakan Alat Berat	5548,23
	Kolam Besar	4621,50 m ³
	Kolam Kecil	216,24 m ³
	Area Non Kolam	711,14 m ³
3	Pengurugan dan Pemadatan Menggunakan Alat Berat dibawah	1086,13 m ³
4	Urugan sirtu area parkir dan jalan	813,20 m ³
5	Galian Tanah	729,19 m ³
6	Urugan Tanah Kembali	81,75 m ³
	Urugan Tanah Kembali Pile Cap	72,92 m ³

Urugan Tanah Kembali Sloof	8,83	m^3
----------------------------	------	-------

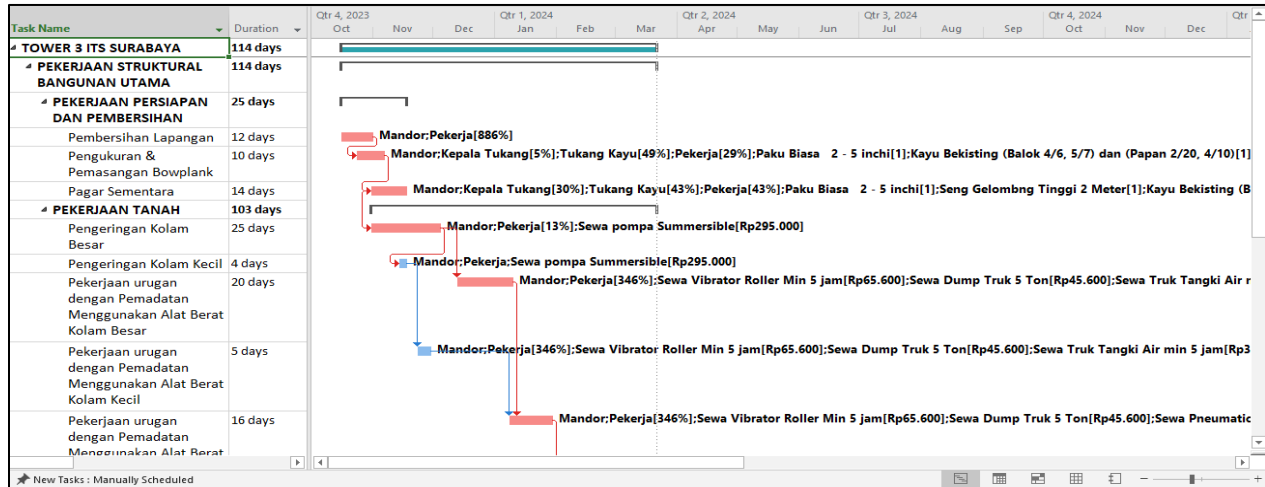
(Sumber: Data hasil analisis)

- Estimasi Durasi (ASD)

Tabel 8 Analisis Durasi dan Tenaga Kerja Serta Kebutuhan Sewa Alat dan Material

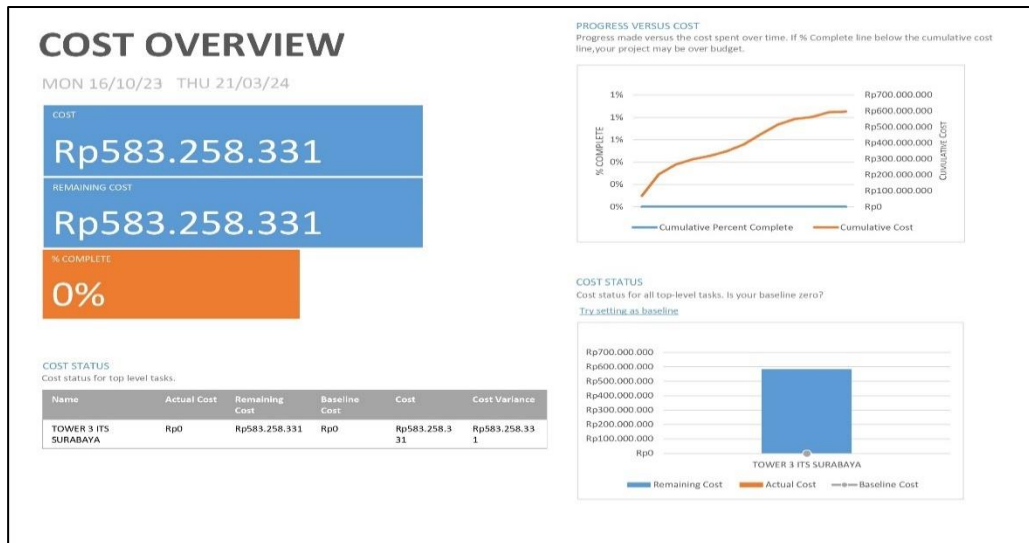
Pekerjaan Urugan Tanah									
Tenaga Kerja	Sat	Koef	Vol m^3	Total 1hari	Batas ASDM	Waktu	Rencana jadwal	Rencana Jadwal	
Pekerja	OH	0,0130	5548,23	1387,22	46	72,14	41	33,83	35
Mandor	OH	0,2500	5548,23	72,14	1	30,16	20	3,61	4
Pekerjaan Urugan Tanah									
Alat:		Koef			Sat		Volume		Total Bahan
Sewa Truk Tangki Air min 5 jam		0,0140			Hari		5548,23		77,68
Sewa Dump Truk 5 Ton		0,5040			Jam		5548,23		2796,64
Sewa Wheel Loader kap. 1,7 - 2 m ³ , min. 5 jam		0,0090			Jam		5548,23		49,94
Sewa Pneumatic Tire Roller Min 5		0,0110			Jam		5548,23		61,04
Sewa Motor Grader 125 - 140 pk Min		0,0090			Jam		5548,23		49,94
Sewa Vibrator Roller Min 5 jam		0,0120			Jam		5548,23		66,59
Bahan: Tanah Paras		1,200			M ³		5548,23		6658,66

- Penjadwalan



Gambar 4 Analisis Durasi Pekerjaan Metode Manual

- Cost Overview



Gambar 5 Cost Overview (Dari perhitungan Volume Civil 3D)

- c. Analisis Perbandingan Waktu dan Biaya

Metode	Durasi	Total Biaya	Biaya permeter kubik
Manual	113 hari	Rp.576.935.363	Rp. 106.108
Civil 3D	114 hari	Rp. 583.256.331	Rp. 107.271

4. KESIMPULAN

1. Hasil analisis menunjukkan bahwa volume timbunan tanah dengan metode manual sebesar 7.028,34 m³ dan dengan AutoCAD Civil 3D sebesar 7.037,99 m³, dengan selisih hanya 0,137%.
2. Durasi pekerjaan tercatat 113 hari (manual) dan 114 hari (Civil 3D), dengan biaya masing-masing Rp 576.935.363 dan Rp 583.256.331.

Perbedaan hasil menunjukkan bahwa Civil 3D lebih akurat sekaligus mempermudah pengolahan data meskipun biaya sedikit lebih besar. Untuk penelitian berikutnya, disarankan menggunakan *Building Information Modelling* (BIM) yang memudahkan dalam updating pada pelaksanaan pekerjaan, dan mendukung pengambilan keputusan proyek secara lebih efektif.

5. DAFTAR PUSTAKA

- Adhi Karya. (2020). *PT ADHI KARYA (PERSERO) Tbk. METODE KERJA*.
- Alifudin, R. (n.d.). *Pengaruh Implementasi BIM terhadap Akurasi dan Waktu Perhitungan Volume Tanah pada Proyek Infrastruktur*. 1–7.
- Alifudin, R., & Mercu Buana, U. (n.d.). *Pengaruh Implementasi BIM terhadap Akurasi dan Waktu Perhitungan Volume Tanah pada Proyek Infrastruktur*.
- Anna Rosida et al. (n.d.). *Perbandingan Ketelitian Perhitungan Volume Galian Menggunakan Metode Cross Section dan Aplikasi Lain (Studi Kasus: Bendungan Pandanduri Lotim)*.
- Arba'i, H. T. A. (2022). *Implementasi Building Information Modeling*. <https://eprints.umm.ac.id/96611/>
- Bhaskara, A., Maulana, F. M., & Masagala, A. M. (2021). Analisis Penjadwalan Waktu Dan Biaya Proyek Dengan Menggunakan Linear Scheduling Method. *Jurnal Teknik Sipil*, 12(2), 60. <https://doi.org/10.36448/jts.v12i2.2246>
- Boulevard, J., Sektor, B., Jaya, B., & Selatan, T. (n.d.). *Surveying (Civ-104) Pertemuan 12 : Metode Pengukuran Volume Universitas Pembangunan Jaya*.
- Cipanas, B., Sumedang, K. A. B., & Menggunakan, P. (n.d.-a). *Analisa Perhitungan Volume Timbunan Maindam Pada Proyek*. d.
- Cipanas, B., Sumedang, K. A. B., & Menggunakan, P. (n.d.-b). *Analisa Perhitungan Volume Timbunan Maindam Pada Proyek*. d.
- Friastri, S., & Setiawan, A. (2024). Systematic Literature Review: Peranan metode BIM dalam Integrated Project Delivery (IPD) untuk Mencapai Triple Constraint. *Jurnal Rekayasa Konstruksi Mekanika Sipil (JRKMS)*, 7(1), 39–46. <https://doi.org/10.54367/jrkms.v7i1.3182>
- Hardiyanto. (2002). *mekanika-tanah-i*.
- Majid, A. H. (2020). Perhitungan Volume Galian Timbunan dan Estimasi Blaya. *Perhitungan Volume Galian Timbunan Dan Estimasi Blaya Universitas Jember Kampus Bondowoso Sisi Barat*. <https://repository.unej.ac.id/>
- Roesdiana, T. (2023). *Structural Planning of a 10 Floor Apartment Building With the*

Concept of Building Information Modeling (Bim). *Jurnal Konstruksi Dan Infrastruktur*, 11(1), 39–44. <https://doi.org/10.33603/jki.v11i1.8094>

Silaban, E. M., & Parakarsa Eka, F. M. (2022). Tinjauan Perbandingan Metode Perhitungan Volume Timbunan di Proyek Sierra Intercultural School Secara Manual dan Fotogrametri. *Astratechnologic*, 13(2), 81–87.

Sugihatro M. (2023). *Analisis Perbandingan Antara Metode Lidar dan Terrestrial dalam Perhitungan Volume Galian dan Timbunan untuk Mencapai Efisiensi Biaya dan Waktu.*