

Analisis Perhitungan Volume Galian dan Timbunan Menggunakan Metode *Manual Cross Section* Dan Program *Civil 3D* (Studi Kasus: Proyek MRO Hanggar Pondok Cabe)

Muhamad Nurcahya

Universitas Kahuripan Kediri

muhamad.nurcahya@students.kahuripan.ac.id

Abstrak

Perhitungan volume galian dan timbunan merupakan elemen kritis dalam proyek konstruksi yang berdampak langsung pada efisiensi biaya dan waktu pelaksanaan. Penelitian ini menganalisis perbandingan akurasi dan efisiensi antara metode manual *Cross Section* dengan program *Autodesk Civil 3D* pada Proyek MRO Hanggar Pondok Cabe yang memiliki variasi topografi tinggi. Data koordinat (X, Y, Z) dari pengukuran Total Station diolah menggunakan *Microsoft Excel* dengan rumus geometri prisma dan *Autodesk Civil 3D* dengan fitur volume calculation berbasis perbandingan surface. Hasil penelitian menunjukkan *Autodesk Civil 3D* menghasilkan volume galian 928,86 m³ dan timbunan 4.341,89 m³, sedangkan metode manual menghasilkan 928,82 m³ dan 4.261,36 m³. Deviasi 1,89% pada timbunan dipicu perbedaan teknik interpolasi TIN pada *Civil 3D* dibandingkan asumsi linier metode manual. *Autodesk Civil 3D* terbukti unggul dengan efisiensi waktu 70-80% dan fleksibilitas tinggi melalui sistem dynamic model. Disimpulkan bahwa *Autodesk Civil 3D* lebih akurat dan efisien untuk proyek kompleks, sementara metode manual tetap relevan sebagai verifikasi lapangan.

Kata Kunci: Volume Tanah, *Cross Section*, *Autodesk Civil 3D*, Galian dan Timbunan

Abstract:

Cut and fill volume calculation is a critical element in construction projects that directly impacts cost efficiency and execution time. This study analyzes the accuracy and efficiency comparison between the manual *Cross Section* method and *Autodesk Civil 3D* software on the Pondok Cabe MRO Hangar Project, which has significant topographical variation. Coordinate data (X, Y, Z) from Total Station measurements were processed using *Microsoft Excel* with prismoidal geometry formulas and *Autodesk Civil 3D* with surface comparison-based volume calculation features. The results show that *Autodesk Civil 3D* produced cut volume of 928.86 m³ and fill volume of 4,341.89 m³, while the manual method produced 928.82 m³ and 4,261.36 m³. The 1.89% deviation in fill volume was caused by differences in TIN interpolation techniques in *Civil 3D* compared to the linear assumptions of the manual method. *Autodesk Civil 3D* proved superior with 70-80% time efficiency and high flexibility through

its dynamic modeling system. It is concluded that *Autodesk Civil 3D* is more accurate and efficient for complex projects, while the manual method remains relevant as field verification.

Keywords: Earthwork Volume, Cross Section, *Autodesk Civil 3D*, Cut and Fill

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Dalam sektor konstruksi infrastruktur modern, perhitungan volume tanah merupakan salah satu elemen paling kritis yang mendasari keberhasilan tahap perencanaan dan eksekusi lapangan [1]. Akurasi dalam menentukan volume tidak hanya berdampak pada aspek teknis, tetapi juga secara langsung memengaruhi efisiensi anggaran biaya, manajemen waktu pelaksanaan, hingga faktor keamanan operasional [2]. Pekerjaan tanah (earthwork) mencakup kegiatan galian dan timbunan guna mencapai elevasi rencana yang sesuai dengan desain konstruksi [3]. Setiap pekerjaan tanah wajib mempertimbangkan kondisi geologis dan stabilitas lereng guna mencegah timbulnya permasalahan teknis jangka panjang yang dapat menurunkan kualitas bangunan [4].

Realisasi desain kontur lahan sering kali memerlukan pemindahan massa tanah yang signifikan. Galian dilakukan ketika elevasi tanah asli melampaui elevasi rencana, di mana faktor jenis tanah menjadi pertimbangan utama untuk mencegah longsor [5]. Sebaliknya, timbunan dilakukan untuk menaikkan elevasi permukaan dengan material yang memenuhi spesifikasi teknis tertentu agar mampu menahan beban konstruksi di atasnya tanpa terjadi penurunan tanah (settlement) yang berlebih [6]. Menekankan bahwa ketidakteknelitian dalam estimasi volume galian dan timbunan dapat menyebabkan pembengkakan biaya logistik dan ketidakseimbangan durasi penggunaan alat berat [7].

Secara konvensional, praktisi konstruksi menggunakan metode manual *Cross Section* untuk

menghitung volume pekerjaan tanah. Metode ini bekerja dengan menganalisis penampang melintang pada interval jarak tertentu dan menghitung luasannya menggunakan rumus geometri sebelum akhirnya dikalikan dengan jarak antar penampang untuk mendapatkan volume total. Meskipun metode ini merupakan teknik dasar yang fundamental, implementasinya pada lahan luas sering kali menghadapi kendala efisiensi [8]. Proses input data yang masif secara manual sangat rawan terhadap kesalahan manusia (*human error*) serta membutuhkan durasi pengerjaan yang lama [9].

Seiring dengan kemajuan teknologi digital di industri teknik sipil, penggunaan perangkat lunak berbasis pemodelan informasi bangunan seperti Autodesk Civil 3D mulai diadopsi secara luas. Perangkat lunak ini memanfaatkan data survei lapangan untuk membangun model permukaan digital yang memungkinkan perbandingan antara permukaan tanah eksisting dan permukaan rencana secara otomatis [10]. Civil 3D mampu menghasilkan perhitungan yang lebih presisi dan menyediakan visualisasi tiga dimensi yang detail, sehingga sangat efektif digunakan pada area dengan topografi yang kompleks guna meminimalisir selisih perhitungan yang sering terjadi pada metode manual [11].

Proyek MRO Hanggar Pondok Cabe merupakan salah satu proyek infrastruktur strategis yang membutuhkan persiapan lahan dengan tingkat presisi tinggi untuk mendukung struktur hanggar yang masif. Kondisi kontur tanah di lokasi Pondok Cabe yang bervariasi menuntut adanya estimasi volume tanah yang akurat guna memastikan ketepatan biaya dan logistik material. Mengingat pentingnya aspek tersebut, penelitian ini bertujuan untuk melakukan analisis komparatif antara metode manual cross section dan program Autodesk Civil 3D. Diharapkan, hasil analisis ini dapat memberikan rekomendasi mengenai metode yang paling efisien dan akurat untuk diterapkan pada proyek tersebut.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana prosedur dan hasil perhitungan volume galian (*cut*) dan timbunan (*fill*) pada Proyek MRO Hanggar Pondok Cabe jika dihitung menggunakan metode manual *Cross Section*?
2. Bagaimana prosedur dan hasil perhitungan volume galian (*cut*) dan timbunan (*fill*) pada Proyek MRO Hanggar Pondok Cabe jika dihitung menggunakan program *Autodesk Civil 3D*?
3. Sejauh mana perbandingan akurasi hasil volume dan efisiensi waktu pengerjaan antara metode manual *Cross Section* dengan program *Autodesk*

Civil 3D pada proyek tersebut?

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Untuk mengetahui prosedur dan besaran hasil perhitungan volume galian (*cut*) dan timbunan (*fill*) pada Proyek MRO Hanggar Pondok Cabe dengan menggunakan metode *Manual Cross Section*.
2. Untuk mengetahui prosedur dan besaran hasil perhitungan volume galian (*cut*) dan timbunan (*fill*) pada Proyek MRO Hanggar Pondok Cabe dengan menggunakan bantuan program *Autodesk Civil 3D*.
3. Untuk menganalisis perbandingan akurasi hasil volume serta efisiensi waktu pengerjaan antara metode *Manual Cross Section* dan program *Autodesk Civil 3D* guna menentukan metode yang paling optimal bagi proyek tersebut.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pekerjaan Tanah (*Earthwork*)

Pekerjaan tanah merupakan bagian integral dari proyek konstruksi sipil yang melibatkan pemindahan, penggalian, dan penimbunan massa tanah untuk mencapai profil permukaan yang direncanakan. Keberhasilan pekerjaan tanah sangat bergantung pada pemahaman terhadap sifat fisik tanah dan stabilitas lereng guna menjamin daya dukung tanah yang optimal bagi struktur di atasnya [12].

2.2 Galian (*Cut*) dan Timbunan (*Fill*)

Galian adalah proses pemindahan tanah dari elevasi asli yang lebih tinggi menuju elevasi rencana. Dalam proses ini, aspek keamanan menjadi prioritas utama untuk mencegah terjadinya kelongsoran pada dinding galian. Stabilitas galian dipengaruhi oleh parameter kuat geser tanah, kadar air, dan pembebanan di sekitar area galian [13].

Timbunan dilakukan untuk menaikkan elevasi permukaan tanah sesuai desain yang diinginkan. Material timbunan harus memenuhi kriteria teknis tertentu dan dilakukan melalui proses pemadatan selapis demi selapis. Hal ini bertujuan untuk meminimalisir angka pori sehingga risiko penurunan tanah (*settlement*) di masa depan dapat ditekan [14].

2.3 Metode Perhitungan Volume Manual (*Cross Section*)

Metode *Cross Section* atau penampang melintang merupakan metode konvensional yang digunakan untuk menghitung volume tanah dengan cara membagi area pekerjaan menjadi beberapa potongan penampang pada interval jarak tertentu. Prinsip utama metode ini adalah dengan menghitung luas dari dua penampang yang berurutan, kemudian mencari nilai rata-ratanya dan mengalikannya dengan jarak horizontal antar penampang tersebut [15].

Rumus umum metode cross section adalah sebagai berikut:

$$V = \frac{A_1 + A_2}{2} \times L$$

Keterangan:

- V = Volume tanah (m^3)
- A_1 = Luas penampang pertama (m^2)
- A_2 = Luas penampang kedua (m^2)
- L = Jarak antar penampang (m)

Metode *cross section* banyak digunakan karena sederhana dan mudah dipahami, namun membutuhkan ketelitian tinggi dalam pengukuran dan penggambaran penampang. Meskipun metode ini dapat dilakukan dengan bantuan Microsoft Excel untuk mempercepat perhitungan, ketelitian hasil tetap sangat bergantung pada kerapatan interval penampang yang diambil [15].

2.4 Autodesk Civil 3D

Autodesk Civil 3D adalah perangkat lunak berbasis Building Information Modeling (BIM) yang dirancang khusus untuk bidang teknik sipil, terutama dalam perencanaan infrastruktur dan pengolahan data survei lahan. Civil 3D bekerja dengan menciptakan model permukaan digital berbasis titik koordinat (X, Y, Z). Perangkat lunak ini mampu mengintegrasikan data lapangan secara dinamis, sehingga setiap perubahan pada desain akan secara otomatis memperbarui perhitungan volume [16].

Menurut Autodesk (2023), keunggulan utama Civil 3D adalah kemampuannya membandingkan dua surface (permukaan eksisting dan rencana) secara volumetrik dengan tingkat presisi yang jauh lebih tinggi dibandingkan metode manual. Penggunaan teknologi digital mampu mereduksi risiko kesalahan input data dan mempercepat durasi pengolahan data hingga 60% dibandingkan metode manual [17].

III. METODE PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Lokasi kegiatan penelitian berada di Jalan Raya Pondok Cabe, Pondok Cabe Udik, Kec. Pamulang, Kota Tangerang Selatan, Provinsi Banten. Penelitian dilaksanakan pada periode Maret hingga Juni 2026 dengan tahapan yang meliputi studi literatur, pengumpulan data lapangan, pengolahan data topografi, perhitungan volume menggunakan kedua metode, analisis perbandingan, dan penyusunan laporan akhir.

3.2 Populasi dan Sampel Penelitian

Populasi dalam penelitian ini adalah seluruh data topografi dan koordinat titik ukur yang mencakup seluruh luasan lahan pada Proyek MRO Hanggar Pondok Cabe. Teknik pengambilan sampel yang digunakan adalah Sampling Jenuh (Total Sampling), artinya seluruh populasi data koordinat pada area proyek digunakan sebagai sampel penelitian tanpa ada yang dikurangi [18]. Hal ini dilakukan karena luasan area proyek yang spesifik memungkinkan penggunaan seluruh data untuk mendapatkan akurasi volume yang maksimal.

3.3 Metode dan Rancangan Penelitian

Rancangan penelitian ini menggunakan metode Eksperimen Komparatif, yaitu sebuah prosedur penelitian yang bertujuan untuk membandingkan dua perlakuan atau teknik berbeda pada satu objek atau kumpulan data yang sama [19]. Dalam konteks ini, data topografi Proyek MRO Hanggar Pondok Cabe diproses menggunakan dua metode untuk diuji tingkat akurasi dan efisiensinya.

Variabel penelitian:

- Variabel Bebas: Metode perhitungan (Metode *Manual Cross Section* dan Metode *Digital Autodesk Civil 3D*)
- Variabel Terikat: Besaran volume galian dan timbunan (m^3), serta durasi waktu pengolahan data

3.4 Instrumen Penelitian

3.4.1 Perangkat Keras (*Hardware*)

Perangkat keras yang digunakan meliputi:

1. Total Station: Instrumen optis/elektronik untuk mengukur sudut dan jarak guna mendapatkan koordinat (X, Y) dan elevasi (Z)
2. Prisma dan Pole: Sebagai target pantulan gelombang dari Total Station
3. Laptop/PC: Dengan spesifikasi yang memadai untuk menjalankan pemodelan tiga dimensi.

3.4.2 Perangkat Lunak (*Software*)

1. *Autodesk Civil 3D 2023*: Perangkat lunak berbasis BIM untuk membangun Digital Terrain Model (DTM) dan menghitung volume melalui metode Composite
2. *Microsoft Excel*: Untuk tabulasi data numerik dan alat hitung rumus rata-rata luas ujung (Average End Area)
3. *AutoCAD*: Untuk memvisualisasikan penampang melintang (cross section).

3.5 Teknik Pengumpulan Data

3.5.1 Data Primer (Survei Lapangan)

Data primer diperoleh secara langsung dari sumber asli di lokasi penelitian melalui:

1. Observasi Lapangan: Peninjauan langsung ke area proyek untuk mengamati kondisi topografi dan batasan lahan
2. Pengukuran Topografi (Terestris): Pengumpulan data koordinat eksisting menggunakan alat Total Station. Titik-titik permukaan tanah diambil secara sistematis untuk mendapatkan representasi ketinggian lahan yang akurat.

3.5.2 Data Sekunder (Dokumentasi)

Data sekunder diperoleh melalui:

1. Studi Dokumen Teknik: Pengambilan data dari Shop Drawing atau gambar rencana yang memuat *Finish Grade* (elevasi rencana)
2. Studi Pustaka: Pengumpulan teori, rumus volume tanah, dan standar operasional penggunaan *Autodesk Civil 3D*.

3.6 Teknik Analisis Data

3.6.1 Perhitungan Volume Manual dengan *Microsoft Excel*

Proses pengolahan data dengan *Microsoft Excel* dilakukan dalam beberapa tahapan:

1. Pembuatan data koordinat dari gambar *cross section*
2. Perhitungan luas penampang masing-masing *cross section* dengan metode koordinat [20]:

$$\text{Luas} = \text{ABS} \times (0.5 \times (\sum (x_i y_{i+1} - y_i x_{i+1})))$$

3. Perhitungan volume antara dua penampang dengan metode prisma [21]:

$$V = \frac{h}{6} \times (A_1 + 4M + A_2)$$
 di mana M adalah luas rata-rata penampang

3.6.2 Metode Menggunakan Program *Civil 3D*

Perhitungan volume menggunakan program *Autodesk Civil 3D* dilakukan dengan tahapan:

1. Menginput data koordinat dan elevasi hasil pengukuran ke dalam program
2. Membuat *surface existing* dan *surface* rencana
3. Menentukan alignment dan cross section pada lokasi penelitian
4. Menggunakan fitur volume calculation untuk memperoleh volume galian dan timbunan secara otomatis
5. Mengekspor hasil perhitungan volume untuk dianalisis lebih lanjut

3.7 Prosedur Penelitian

Prosedur penelitian dirancang melalui tahapan-tahapan terstruktur:

1. Tahap Pra-Pengolahan: Identifikasi lokasi, pengumpulan data ukur, dan studi dokumen
2. Perhitungan Metode Manual: Pembuatan alignment, pemetaan penampang, perhitungan luas ujung, dan perhitungan volume
3. Perhitungan Metode *Autodesk Civil 3D*: *Import point*, *surface creation*, analisis volume, dan ekstraksi laporan
4. Tahap Analisis Komparatif: Uji akurasi, uji efisiensi, dan pengambilan Kesimpulan

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Tinjauan Umum

Tujuan utama dari pekerjaan ini adalah melakukan penyesuaian topografi lahan asli (*existing ground*) agar mencapai elevasi rencana (*proposed level*) yang telah ditetapkan dalam desain teknis. Hal ini mencakup penyiapan base konstruksi yang stabil untuk menopang struktur hanggar yang masif dan manajemen air (*drainase*) yang memastikan aliran air permukaan mengarah ke sistem

drainase yang direncanakan.

4.2 Hasil Perhitungan Metode Manual Cross Section

Perhitungan volume dilakukan secara manual per station (STA) dengan langkah-langkah sebagai berikut:

1. Pengumpulan Data Koordinat: Data koordinat (X, Y) setiap titik profil tanah di lapangan (kondisi eksisting) dan level rencana (proposed) dikumpulkan untuk setiap STA
2. Penentuan Luas Penampang: Luas area cut dan fill pada setiap profil dihitung menggunakan metode koordinat
3. Perhitungan Volume: Setelah luas penampang di setiap STA diketahui, volume dihitung berdasarkan jarak antar STA (interval) menggunakan metode rata-rata luas ujung (average end area method).

Hasil rekapitulasi perhitungan manual menunjukkan volume galian sebesar 928,82 m³ dan volume timbunan sebesar 4.261,36 m³ dengan dominasi pekerjaan timbunan untuk mencapai elevasi rencana yang disyaratkan.

Tabel 1. Rekapitulasi Hitungan Volume Cut dan Fill Metode Manual

No	Station	Luas Cut (m ²)	Luas Fill (m ²)	Luas Rata-rata Cut (m ²)	Luas Rata-rata Fill (m ²)	Jarak (m)	Volume Cut (m ³)	Volume Fill (m ³)
1	0+000	0,00	101,30	-	113,52	10,00	0,00	1.135,24
2	0+010	0,00	125,75	-	87,37	10,00	0,00	873,73
3	0+020	0,00	48,99	0,10	42,19	10,00	1,00	421,87
4	0+030	0,20	35,38	0,62	33,49	10,00	6,25	334,92
5	0+040	1,05	31,60	2,17	31,14	10,00	21,74	311,40
6	0+050	3,30	30,68	6,16	29,38	10,00	61,58	293,79
7	0+060	9,02	28,08	8,63	27,02	10,00	86,29	270,15
8	0+070	8,24	25,95	9,03	24,76	10,00	90,29	247,55
9	0+080	9,82	23,56	17,97	20,11	10,00	179,69	201,14
10	0+090	26,12	16,67	16,09	12,47	10,00	160,89	124,69
11	0+100	6,06	8,27	21,20	4,41	10,00	212,04	44,12
12	0+106	36,35	0,55	18,18	0,28	6,00	109,05	2,76
Total							928,82	4.261,36

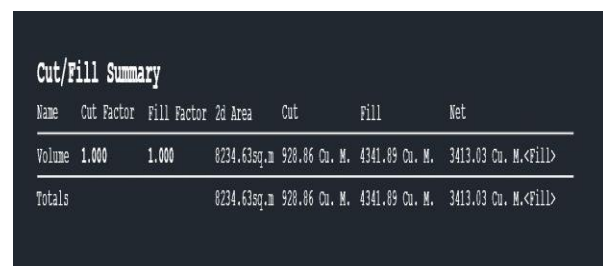
Sumber: Analisis data

4.3 Hasil Perhitungan Metode Autodesk Civil 3D

Proses perhitungan dengan *Autodesk Civil 3D* memanfaatkan model permukaan 3D (Digital Terrain Model) untuk mendapatkan hasil yang lebih akurat dan dinamis. Berikut tahapan dalam perhitungan cut dan fill menggunakan *Autodesk Civil 3D*:

1. Impor Data Survei (*Import Points*): Memasukkan data koordinat (Easting, Northing, Elevation) hasil pengukuran lapangan ke dalam Civil 3D

2. Pemilihan Grup Titik: Konfirmasi pemilihan grup titik yang akan digunakan sebagai data dasar untuk membangun model topografi
3. Model Permukaan Awal Terbentuk: Visualisasi hasil di mana titik koordinat telah diolah menjadi model permukaan dengan garis kontur
4. Penerapan Boundary: Menambahkan garis batas pada permukaan untuk membatasi area kerja
5. Inspeksi Visual 3D: Menggunakan Object Viewer untuk meninjau bentuk permukaan 3D
6. Akses Manajemen Permukaan Baru: Membuat permukaan terpisah ("*Desain*") sebagai acuan elevasi akhir
7. Definisi Properti Permukaan: Mengatur parameter permukaan baru
8. Inisiasi Penambahan Breaklines: Menyiapkan permukaan untuk menerima garis-garis fitur
9. Konfigurasi Breaklines: Mengatur detail teknis breaklines
10. Seleksi Objek Breaklines: Memilih garis di layar kerja untuk mendefinisikan geometri spesifik
11. Membuka Volumes Dashboard: Menyiapkan alat analisis untuk menghitung volume
12. Pembuatan Permukaan Volume: Pemilihan Base Surface dan Comparison Surface untuk menghitung selisih volume tanah.



Name	Cut Factor	Fill Factor	2d Area	Cut	Fill	Net
Volume	1.000	1.000	8234.63sq.m	928.86 Cu. M.	4341.89 Cu. M.	3413.03 Cu. M.<Fill>
Totals			8234.63sq.m	928.86 Cu. M.	4341.89 Cu. M.	3413.03 Cu. M.<Fill>

Gambar 1. Hasil Perhitungan Volume Civil 3D

Hasil dari *Autodesk Civil 3D* menunjukkan volume galian sebesar 928,86 m³ dan volume timbunan sebesar 4.341,89 m³. Keunggulan metode ini meliputi:

1. Akurasi Tinggi: Karena menggunakan model jaringan segitiga (TIN) yang mampu mengikuti kontur tanah asli dengan detail
2. Visualisasi Progres: Setiap perubahan pada desain elevasi rencana akan secara otomatis memperbarui nilai volume

- Integrasi Data: Hasil perhitungan dapat langsung divisualisasikan dalam bentuk *Section Views*.

4.4 Perbandingan Akurasi dan Efisiensi

Setelah melakukan perhitungan volume menggunakan kedua metode, data yang diperoleh kemudian dibandingkan untuk mengevaluasi akurasi dan efisiensi masing-masing metode.

Tabel 2. Analisis Perbandingan Hitungan Volume

Parameter	Metode Manual	Autodesk Civil 3D	Selisih (Deviasi)
Galian (Cut)	928,82 m ³	928,86 m ³	0,04 m ³ (0,004%)
Timbunan (Fill)	4.261,36 m ³	4.341,89 m ³	80,53 m ³ (1,89%)

Sumber: Analisis data

4.4.1 Analisis Akurasi

Perbedaan hasil perhitungan antara metode Cross Section manual dan *Autodesk Civil 3D* menunjukkan deviasi yang sangat tipis, dengan selisih galian sebesar 0,04 m³ dan timbunan sebesar 80,53 m³ (1,89%). Perbedaan ini dipicu oleh sistem TIN (*Triangulated Irregular Network*) pada *Civil 3D* yang lebih presisi dalam menangkap variasi elevasi spasial dibandingkan pendekatan linier pada metode manual.

Perbandingan antara volume teoretis (manual dan Civil 3D) dengan volume aktual di lapangan sebesar 3.425,50 m³ (hasil dari 527 rit pengangkutan) mengungkapkan bahwa volume teoretis merepresentasikan kondisi tanah padat (in-place), sedangkan realisasi aktual merepresentasikan loose volume yang belum terkompaksi sepenuhnya atau mengindikasikan bahwa progres pekerjaan fisik belum mencapai tahap penyelesaian 100%.

4.4.2 Analisis Efisiensi Waktu

Analisis perbandingan efisiensi waktu antara metode manual *Cross Section* dan *Autodesk Civil 3D* menunjukkan perbedaan yang sangat signifikan dalam alur kerja rekayasa. Metode manual menuntut waktu pengerjaan yang jauh lebih lama karena proses kalkulasi luas penampang pada setiap stasiun (STA) harus dilakukan secara determinan menggunakan koordinat (X, Y) satu per satu. Hal ini tidak hanya menghabiskan sumber daya waktu namun juga memiliki risiko human error yang tinggi dalam perhitungan aritmatika, serta menjadi sangat tidak praktis ketika harus melakukan perhitungan ulang secara menyeluruh dari tahap awal setiap kali terdapat revisi desain elevasi rencana.

Sebaliknya, penggunaan *Autodesk Civil 3D* menawarkan peningkatan efisiensi waktu yang sangat

drastis, dengan estimasi pengerjaan yang mencapai 70-80% lebih cepat dibandingkan metode konvensional. Hal ini dimungkinkan berkat sistem dynamic model yang memungkinkan program untuk melakukan kalkulasi volume secara otomatis dan real-time setiap kali terjadi perubahan pada permukaan rencana, sehingga memberikan fleksibilitas yang luar biasa bagi tim teknis untuk melakukan iterasi desain tanpa harus mengorbankan waktu produktif.

Tabel 3. Analisis Efisiensi Waktu Pengerjaan

Aspek	Metode Manual	Autodesk Civil 3D	Penghematan
Input Data	2-3 jam	15-30 menit	85-90%
Perhitungan Volume	4-6 jam	10-15 menit	95-97%
Revisi Desain	3-4 jam (ulang total)	5-10 menit (otomatis)	95-98%
Total Estimasi	6-9 jam	0,5-1 jam	70-80%

Sumber: Analisis data

4.5 Pembahasan

4.5.1 Faktor Penyebab Perbedaan Hasil

Perbedaan hasil perhitungan antara kedua metode disebabkan oleh beberapa faktor:

- Teknik Interpolasi:** Metode manual menggunakan interpolasi linier antar penampang dengan asumsi perubahan elevasi yang seragam, sedangkan *Civil 3D* menggunakan TIN yang membentuk jaringan segitiga untuk merepresentasikan permukaan tanah secara lebih akurat.
- Kerapatan Data:** Metode manual hanya memanfaatkan titik data pada setiap stasiun (STA) dengan interval 10 meter, sementara *Civil 3D* menggunakan seluruh titik koordinat (679 titik) dalam membangun model permukaan.
- Metode Perhitungan:** Metode manual menggunakan pendekatan rata-rata luas ujung (*Average End Area*) yang mengasumsikan perubahan volume linier, sedangkan *Civil 3D* menggunakan metode komposit yang memperhitungkan variasi spasial secara lebih detail.

4.5.2 Implikasi Praktis

Hasil penelitian ini memiliki implikasi praktis yang signifikan bagi industri konstruksi:

1. Optimalisasi Biaya: Dengan menggunakan *Civil 3D*, kontraktor dapat memperoleh estimasi volume yang lebih akurat, sehingga mengurangi risiko pembengkakan biaya akibat selisih volume.
2. Efisiensi Waktu: Penghematan waktu 70-80% memungkinkan tim teknis untuk fokus pada aspek lain dari manajemen proyek, seperti perencanaan logistik dan koordinasi lapangan.
3. Fleksibilitas Desain: Kemampuan *Civil 3D* untuk melakukan update volume secara real-time memungkinkan iterasi desain yang lebih cepat dan responsif terhadap perubahan kondisi lapangan.
4. Validasi dan Kontrol Kualitas: Meskipun *Civil 3D* lebih unggul dari segi efisiensi, metode manual tetap relevan sebagai instrumen verifikasi (*quality control*) di lapangan untuk memastikan keakuratan data input.

4.5.3 Perbandingan dengan Penelitian Terdahulu

Hasil penelitian ini sejalan dengan temuan Silaban dan Prakasa (2023) yang menyatakan bahwa metode digital lebih efisien dan akurat dibandingkan metode manual. Namun, berbeda dengan penelitian Rosida dkk. (2013) yang menemukan perbedaan hasil volume yang signifikan antara metode *Cross Section* dan *Grid*. Dalam penelitian ini, perbedaan hasil antara metode manual dan digital relatif kecil (1,89%), yang mengindikasikan bahwa metode *Cross Section* manual masih cukup akurat untuk area dengan topografi yang tidak terlalu kompleks.

V. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan mengenai perbandingan metode perhitungan volume pekerjaan tanah pada Proyek MRO Hanggar Pondok Cabe, dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Perbandingan hasil perhitungan volume pekerjaan tanah menunjukkan perbedaan nilai yang relatif kecil antara metode manual dan digital, di mana metode *Cross Section* menghasilkan volume galian sebesar 928,82 m³ dan timbunan sebesar 4.261,36 m³, sementara metode *Autodesk Civil 3D* melalui pembentukan *Digital Terrain Model* (DTM) berbasis *Triangulated Irregular Network* (TIN) mencatat volume galian sebesar 928,86 m³ dan timbunan sebesar 4.341,89 m³. Perbedaan hasil tersebut dipengaruhi oleh pendekatan teknis yang digunakan, yakni perhitungan manual berbasis rata-rata luas penampang (*Average End Area*) pada setiap titik stasiun (STA)

dibandingkan dengan pemodelan permukaan komprehensif pada perangkat lunak.

2. Analisis perbandingan menunjukkan bahwa metode *Autodesk Civil 3D* memberikan keunggulan signifikan baik dari segi akurasi maupun efisiensi operasional dibandingkan metode manual. Dalam aspek akurasi, penggunaan sistem TIN pada perangkat lunak memungkinkan penangkapan variasi elevasi secara spasial yang mendetail, sehingga menghasilkan deviasi volume galian yang sangat kecil (0,04 m³) dan perbedaan 1,89% pada volume timbunan. Selain itu, fitur *dynamic model* pada *Civil 3D* meningkatkan efisiensi waktu pengerjaan hingga 70-80% melalui kemampuan pembaruan volume secara real-time saat terjadi revisi desain.
3. Sinkronisasi antara hasil perhitungan teoretis dan data aktual di lapangan menunjukkan adanya perbedaan volume yang signifikan, di mana volume aktual sebesar 3.425,50 m³ tercatat lebih rendah dibandingkan hasil estimasi baik melalui metode manual maupun *Autodesk Civil 3D*. Selisih ini mengindikasikan perbedaan mendasar dalam interpretasi data, yaitu perhitungan teoretis merepresentasikan kondisi in-place atau tanah padat (bank volume), sementara data aktual di lapangan mencerminkan loose volume yang belum sepenuhnya dikompaksi.

REFERENSI

- [1] I. Mardiaman and E. Indriasari, *MANAJEMEN KONSTRUKSI MODERN: Integrasi Ilmu, dan Praktik Lapangan*. PENERBIT KBM INDONESIA, 2026.
- [2] N. L. Nasution, I. M. Tarigan, and N. A. Zhaharah, "Analisis dan Perancangan Anggaran Biaya Overhead Pabrik Untuk Meningkatkan Efisiensi Operasional," *J. Akad. Ekon. Dan Manaj.*, vol. 2, no. 1, pp. 546–555, 2025.
- [3] S. Musdalifah, A. M. A. Sadiq, and B. Umar, "Evaluasi Stabilitas Lereng pada Area Longsor di Ruas Jalan Tator-Enrekang Km. 242+ 400," *J. Bangunan Konstr.*, vol. 3, no. 2, pp. 187–193, 2025.
- [4] M. Syahrul, S. Musdalifah, and A. M. A. Sadiq, "Perilaku Sifat Fisik dan Mekanik Tanah Lempung dengan Campuran Abu Sekam Padi sebagai Subgrade Jalan," *J. Mahakarya Konstr.*, vol. 3, no. 1, pp. 179–184, 2026.
- [5] C. Suwahyo, A. M. A. Sadiq, I. F. S. Cangara, A. D. Maghfirah, and A. I. Nur, "Evaluasi risiko Area Longsor di Ruas Jalan Tana Toraja-Enrekang Km. 242+ 400," *J. Bangunan Konstr.*, vol. 4, no. 1, pp. 207–211, 2026.
- [6] A. K. Nisa, "Analisa Penurunan Puncak Bendungan Ditinjau Dari Instrumentasi Geoteknik Multi Settlement Layer (Studi Kasus Proyek Bendungan Jragung Paket 1)," 2024, *UNIVERSITAS PGRI SEMARANG*.
- [7] A. E. Husin, "Metode dan Peralatan Konstruksi Lanjut," 2026, *PT*.

- [8] I. Sockarno, R. Hari Murti, and H. Teguh Santoso, "Prosiding Seminar Nasional Dan Pameran Metode Dan Teknologi Bidang Konstruksi Politeknik Pekerjaan Umum Tahun 2022" Digital Construction Dalam Rangka Akselerasi Pelaksanaan Konstruksi Berkelanjutan", 2023.
- [9] E. Oktaviani and M. Masyhuri, "Analisis Risiko Human Error dalam Penggunaan Microsoft Excel dan Dampaknya terhadap Kualitas Laporan Keuangan," *J. Econ. Bus. Adv.*, vol. 1, no. 4, pp. 127–136, 2026.
- [10] F. Rahmi, I. Idrus, and Z. A. Halim, "Analisis Quantity Take Off Berbasis BIM 5D Pada Pekerjaan Struktur Beton Bangunan Bertingkat Studi Kasus SMK-SMAK Makassar," *J. Mahakarya Konstr.*, vol. 3, no. 1, pp. 207–217, 2026.
- [11] R. Alifudin and M. Mirnayani, "Pengaruh Implementasi BIM terhadap Akurasi dan Waktu Perhitungan Volume Tanah pada Proyek Infrastruktur," in *Prosiding Seminar Nasional Sains dan Teknologi Terapan*, 2024.
- [12] S. Hutagaol, "Analisis Pemilihan Alat Berat dalam Pekerjaan Galian, Penimbunan dan Pemindahan Tanah pada Proyek Pembangunan Stadion Teladan Medan," 2024.
- [13] A. A. Faisal, "Analisis Kestabilan Lereng Low Wall Pit X dengan Pendekatan Metode Probabilistik pada PT Cipta Kridatama Site MHU= Slope Stability Analysis of Low Wall Pit X Using a Probabilistic Approach at PT Cipta Kridatama Site MHU," 2025, *Universitas Hasanuddin*.
- [14] D. J. Jaya and M. Syarifuddin, *Metode Gelaran dan Pemadatan Tanah*. GUEPEDIA, 2024.
- [15] K. Hariyadi, "Pengukuran Topografi Dan Perhitungan Volume Cut And Fill Untuk Perencanaan Pembangunan Terasering Pada Area Longsor (Studi Kasus: Desa Sijantang Koto, Kecamatan Talawi, Kota Sawahlunto, Sumatera Barat)," 2025, *Universitas Winaya Mukti*.
- [16] H. Saputra, R. Pratama, and F. Asri, "Autodesk Infracore Dan Civil 3d: Solusi Inovatif Untuk Perencanaan Geometrik Jalan," *J. Rekayasa Sipil*, vol. 21, no. 2, pp. 105–116, 2025.
- [17] W. H. U. Hadi, "Pengukuran Topografi Dan Perhitungan Cut & Fill Dengan Alat Gps Geodetic Metode Rtkn Trip Dan Pengolahan Data Dengan Perangkat Lunak Civil 3D," *Technopex* 2026, vol. 9, no. 1, pp. 82–88, 2025.
- [18] A. M. A. Sadiq, "Analisis dampak besarnya pendapatan pengguna jalan yang hilang akibat kemacetan (Studi kasus: Kecamatan Manggala, Kota Makassar)," *ILTEK J. Teknol*, vol. 16, no. 2, pp. 85–90, 2021.
- [19] W. Yuliani and E. Supriatna, *Metode penelitian bagi pemula*. Penerbit Widina, 2023.
- [20] D. A. Lestari, Y. Hendrayana, and E. S. L. Toruan, "Analisa Perhitungan Timbunan Maindam Pada Proyek Bendungan Cipanas Kab. Sumedang Paket 3 Menggunakan Metode Cross Section," in *SEMINAR TEKNOLOGI MAJALENGKA (STIMA)*, 2023, pp. 130–138.
- [21] D. N. Purwati and T. Sulisty, "Article Text 668 1 10 20210109 (1)".