

Perbandingan Volume *Cut and Fill* di Proyek Gudang Wings di Padalarang Menggunakan Metode Grading dan Stationing pada Civil 3D

Adit Syahputra*, Parmono

Program Studi Pendidikan Teknik Bangunan, Fakultas Pendidikan Teknik dan Industri,
Universitas Pendidikan Indonesia, Bandung, Indonesia

*aditsyahputra@upi.edu

Diajukan: 15 April 2026, Revisi: 3 Juni 2026, Diterima: 20 Juni 2026

Abstract

Site grading accuracy is a critical factor in construction project cost estimation, particularly for large-scale warehouse developments. This study compares two volume calculation methods available in AutoCAD Civil 3D - the Grading (Composite Volume) method and the Stationing (Average End Area) method - applied to the Wings DC Padalarang Warehouse project covering an area of 14,388.74 m². The Grading method, based on a surface-to-surface grid comparison, yielded Cut: 32,765.27 m³, Fill: 3,107.89 m³, and Net: 29,657.00 m³. The Stationing method, using 10-meter cross-section intervals, yielded Cut: 32,107.41 m³, Fill: 2,305.67 m³, and Net: 28,906.75 m³. Deviation analysis showed differences of 2.01% for cut, 27.96% for fill, and 2.53% for net volume. Results indicate that the Grading method is more accurate for area-based projects due to its comprehensive grid coverage, while the Stationing method, though commonly used for administrative reporting, shows significant deviation on complex terrain. Closer stationing intervals improve accuracy.

Keywords: *Cut and Fill, Metode Grading, Metode Stationing, Civil3D*

Abstrak

Akurasi perataan lahan merupakan faktor penting dalam estimasi biaya proyek konstruksi, khususnya untuk pengembangan gudang skala besar. Studi ini membandingkan dua metode perhitungan volume yang tersedia di AutoCAD Civil 3D metode Perataan (Volume Komposit) dan metode Penentuan Stasiun (Luas Ujung Rata-rata) yang diterapkan pada proyek Gudang Wings DC Padalarang yang mencakup area seluas 14.388,74 m². Metode Grading yaitu metode yang berdasarkan perbandingan grid permukaan ke permukaan, menghasilkan Galian: 32.765,27 m³, Timbunan: 3.107,89 m³, dan Volume Bersih: 29.657,00 m³. Metode Penentuan Stasiun, menggunakan interval penampang 10 meter, menghasilkan Galian: 32.107,41 m³, Timbunan: 2.305,66 m³, dan Volume Bersih: 28.906,75 m³. Analisis deviasi menunjukkan perbedaan sebesar 2.01% untuk galian, 27.96% untuk timbunan, dan 2.53% untuk volume bersih. Hasil menunjukkan bahwa metode Grading lebih akurat untuk proyek berbasis area karena cakupan gridnya yang komprehensif, sedangkan metode Stationing, meskipun umum digunakan untuk pelaporan administratif, menunjukkan deviasi yang signifikan pada medan yang kompleks. Interval stationing yang lebih dekat meningkatkan akurasi.

Kata Kunci: Volume, Galian, Timbunan, Civil3D

1. PENDAHULUAN

Kegiatan pembangunan konstruksi merupakan salah satu upaya untuk memajukan kehidupan manusia dalam mendukung segala kegiatan dan juga untuk memajukan perekonomian suatu daerah dan negara (Jack Widjajakusuma et al., 2025). Salah satu kebutuhan utama adalah menentukan volume pekerjaan tanah berupa *cut and fill*. Pada salah satu proyek Gudang Wings DC Padalarang, volume pekerjaan tanah yang masif

menjadikan akurasi perhitungan sangat penting. Perhitungan volume yang tepat diperlukan agar tidak ada pihak yang dirugikan dan proses perhitungan dilakukan dengan berbagai metode serta bantuan berbagai perangkat lunak. Dengan memanfaatkan *Autodesk Civil 3D*, penelitian ini bertujuan untuk menguji tingkat akurasi perhitungan volume galian dan timbunan dengan berbagai metode (Rosida dkk, 2013). Cheng dan Jiang (2013) menunjukkan bahwa metode 3D berbasis DTM dapat diterapkan menggunakan *Civil 3D* untuk perhitungan volume pekerjaan tanah, sedangkan akurasi metode *Average End Area* dipengaruhi oleh interval antarpemampang.

Pekerjaan tanah adalah pekerjaan awal yang sangat penting dan menjadi pendahulu sebelum dimulainya pekerjaan konstruksi, yaitu untuk menentukan elevasi rencana, karena elevasi di lapangan akan berbeda dengan elevasi rencana. Oleh karena itu diperlukan proses galian dan timbunan guna menyesuaikan elevasinya (Purwaamijaya, 2008). Pekerjaan galian (cutting) dan timbunan (filling) pada umumnya memiliki konsep serupa dalam proses pengukuran dan perhitungannya, yang mana adalah pengerjaan galian terlebih dahulu dilakukan sebelum pengerjaan timbunan (Gultom & Rassarandi, 2020).

Jack Widjajakusuma (2025) menyatakan bahwa perbedaan perhitungan volume antara kontraktor dan konsultan sering menjadi pemicu perselisihan (*dispute*) yang berdampak pada margin profit dan jadwal pelaksanaan. Ketidakakuratan ini umumnya disebabkan oleh perbedaan metode perhitungan yang digunakan serta keterbatasan representasi kondisi topografi yang kompleks secara manual (Lama et al., 2013). Oleh karena itu, penggunaan teknologi *Building Information Modeling* (BIM) melalui perangkat lunak seperti *AutoCAD Civil 3D* menjadi standar industri dalam meningkatkan presisi perhitungan. Pada perhitungan cut berbanding terbalik dengan perhitungan timbunan, yaitu pada tikungan 1 dan 3 memiliki nilai standar deviasi yang lebih besar dari tikungan 2 dan 4 untuk metode pemampang rata – rata, hal tersebut berarti bentuk tikungan juga mempengaruhi perhitungan pada metode pemampang rata - rata (Firmansyah et al., 2023).

Integrasi data topografi dengan *Civil 3D* memungkinkan pemodelan geometrik sekaligus perhitungan kuantitas pekerjaan tanah secara digital. Malik et al. (2019) menunjukkan bahwa integrasi GIS dan *Civil 3D* dapat digunakan untuk mengolah data topografi, menyusun desain geometrik, serta memperoleh volume galian dan timbunan dalam suatu pekerjaan infrastruktur. Penerapan BIM juga dilaporkan dapat meningkatkan efisiensi pengendalian proyek dan mendukung pengambilan keputusan berbasis model (Putra, 2025). Pada tingkat pemodelan pekerjaan, model tiga dimensi dapat digunakan sebagai dasar analisis kuantitas untuk mendukung penyusunan biaya konstruksi (Herlambang et al., 2025). Dalam konteks pekerjaan tanah, *AutoCAD Civil 3D* memungkinkan data hasil pengukuran diolah menjadi permukaan digital yang selanjutnya digunakan dalam proses *grading* dan perhitungan volume galian dan timbunan (Ariyanto, 2021).

AutoCAD Civil 3D menawarkan beberapa algoritma perhitungan volume. Dua metode yang paling dominan adalah metode *Grading (Composite Volume)* dan metode *Stationing (Average End Area)*. Menurut A. Saleem (2024) metode *Composite Volume* berbasis perbandingan dua permukaan (*surface-to-surface*) dianggap memberikan hasil paling akurat untuk pekerjaan berbasis luasan karena menghitung selisih elevasi pada setiap titik grid permukaan.

Namun, meskipun proyek Gudang Wings DC merupakan pekerjaan berbasis luasan, administrasi kontrak dan pelaporan tagihan (*opname*) bisa saja digunakan metode *Average End Area (Stationing)*. Azzumardi dkk (2022) mencatat bahwa penggunaan metode ini pada area luas dan berkontur memiliki kelemahan, yaitu tidak terhitungnya volume tanah yang berada di antara dua pemampang, yang berpotensi menghasilkan deviasi volume di luar batas toleransi.

Dalam hal ini, selisih perhitungan antara metode BIM dan konvensional bisa mencapai angka yang signifikan. Penelitian ini bertujuan menguji secara empiris besaran deviasi yang dihasilkan antara metode Grading (volume aktual total) dan metode *Stationing (Average End Area)*

2. METODE PENELITIAN

A. Lokasi dan Data Penelitian

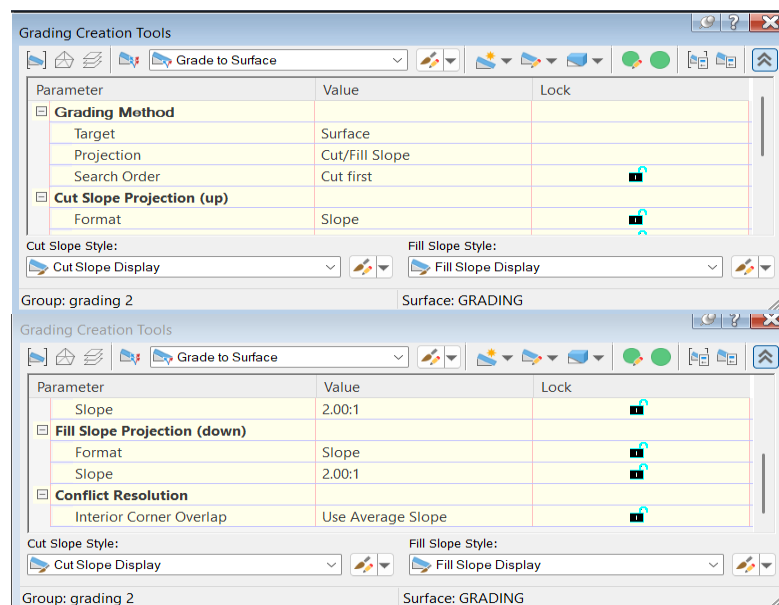
Penelitian ini merupakan studi kasus di Proyek Gudang Wings DC Padalarang, Jawa Barat. Data yang digunakan adalah data topografi *existing* (MC 0) berupa koordinat (X, Y, Z) hasil pengukuran lapangan menggunakan *Total Station*, serta data rencana (*Design Grading/MC 100*) berdasarkan gambar *For Construction* yang diperoleh langsung dari proyek.

B. Perangkat Lunak

Seluruh analisis dilakukan menggunakan *AutoCAD Civil 3D 2024*. Data topografi diolah menjadi model permukaan digital (*Digital Terrain Model/DTM*) sebagai dasar perhitungan volume.

C. Metode Grading (*Composite Volume*)

Metode *Grading* bekerja dengan membandingkan dua permukaan (*Surface Existing* vs *Surface Design*) secara *grid*. *Civil 3D* menghitung selisih elevasi pada setiap titik *grid* permukaan sehingga seluruh area tertutup tanpa celah. Proses meliputi: (1) pembuatan *Surface Existing* dari data koordinat lapangan; (2) pembuatan *Surface Design* berdasarkan elevasi rencana FFL = -4,60 m; (3) pembangunan *Grading Group* dengan parameter kemiringan lereng 2:0:1; dan (4) pembacaan hasil dari *Volume Dashboard Civil 3D*. Parameter *Grading* bisa dilihat di Gambar 1.



Gambar 1. Parameter Grading

Sumber: Hasil Pengolahan Data Civil 3D

D. Metode Stationing (*Average End Area*)

Metode *Stationing* menggunakan rumus rata-rata luas penampang:

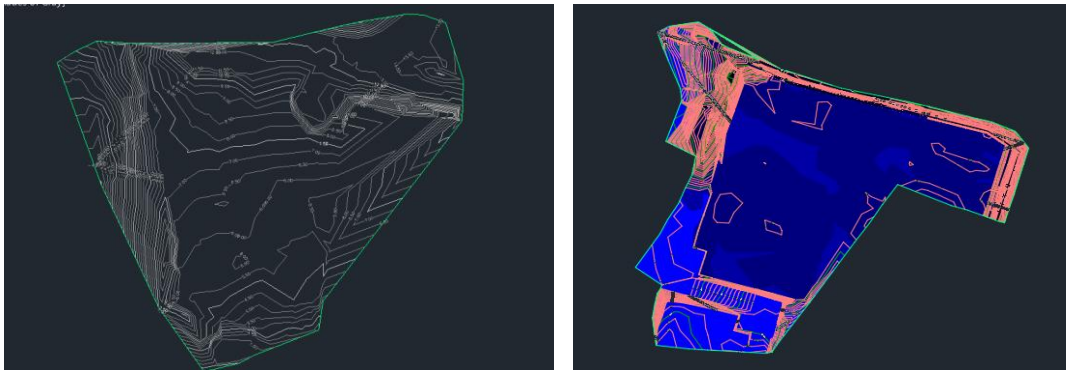
$$V = ((A_1 + A_2) / 2) \times L \quad (1)$$

di mana V = Volume (m^3), A_1 dan A_2 = luas penampang melintang (m^2), L = jarak antar penampang (m). Proses meliputi: (1) pembuatan *Alignment* sebagai garis acuan; (2) pembuatan *Sample Lines* dengan interval tetap 10 meter; (3) pembuatan *Section View* untuk menampilkan profil potongan; dan (4) pembacaan hasil dari *Volume Table Civil 3D* (Firmansyah, 2023).

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Deskripsi Kondisi Topografi

Berdasarkan visualisasi *Surface Existing* yang diolah dari data koordinat lapangan, topografi lahan Proyek Gudang Wings DC Padalarang didominasi oleh bentuk permukaan bergelombang (*undulating*) dan berbukit (*hilly*). Elevasi tertinggi berada pada kisaran +17,764 m dan elevasi terendah pada -5,070 m, dengan beda tinggi sebesar 22,834 m. Kerapatan kontur yang tinggi mengindikasikan adanya kemiringan lereng yang terjal pada beberapa segmen. Kondisi geometri yang kompleks ini menjadi latar belakang pentingnya perbandingan metode hitung antara *Grading* dan *Stationing*. *Surface Existing* dan *Surface Rencana* dari *Autodesk Civil 3D* bisa dilihat dari gambar 2.



Gambar 2. *Surface Existing* dan *Surface Design*

Sumber: Hasil Pengolahan Data *Civil 3D*

Data rencana (*Design Surface/MC 100*) menetapkan elevasi lantai akhir (*Finish Floor Level/FFL*) = -4,60 m dengan batas pekerjaan seluas 14.388,74 m^2 yang mencakup area bangunan gudang utama, area manuver kendaraan, dan jalan akses. Elevasi maksimum dan minimum bisa dilihat di Gambar 3.

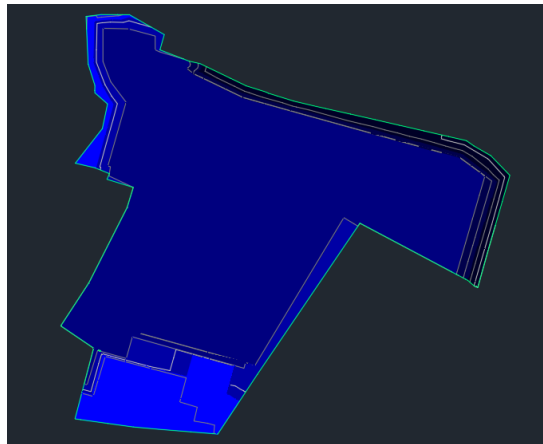
Data	
Number Of Points	303
Minimum Elevation	-5.070m
Maximum Elevation	17.764m

Gambar 3. Elevasi Minimum dan Maximum

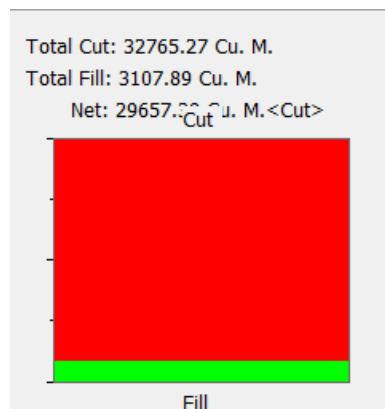
Sumber: Hasil Pengolahan Data *Civil 3D*

B. Hasil Perhitungan Volume Metode Grading (Composite Volume)

Metode Grading menghasilkan volume berbasis *grid* yang menutup seluruh permukaan area tanpa celah, sehingga merepresentasikan kondisi aktual lahan secara menyeluruh. Rekapitulasi hasil perhitungan adalah sebagai berikut: Area = 14.388,74 m²; Volume Galian (*Cut*) = 32.765,27 m³; Volume Timbunan (*Fill*) = 2.107,89 m³; Volume Bersih (*Net*) = 29.657,00 m³. Metode *Composite Volume* memiliki keunggulan dalam merepresentasikan kondisi topografi secara menyeluruh karena menghitung seluruh *grid* permukaan (Firmansyah et al., 2023). *Surface Grading* hasil dari *Autodesk Civil 3D* bisa dilihat di gambar 4, dan hasil total volume metode grading bisa dilihat di gambar 5.



Gambar 4. *Surface Grading*



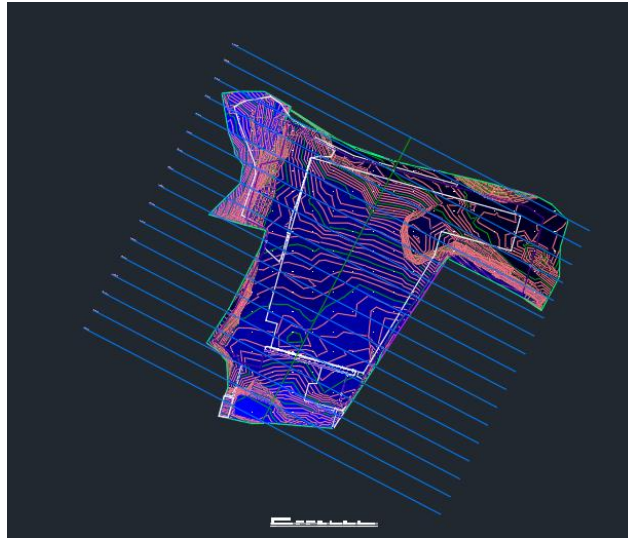
Gambar 5. *Volume Metode Grading*

Sumber: Hasil Pengolahan Data *Civil 3D*

Metode Grading menghasilkan volume berbasis *grid* yang menutup seluruh permukaan area tanpa celah, sehingga merepresentasikan kondisi aktual lahan secara menyeluruh. Rekapitulasi hasil perhitungan adalah sebagai berikut: Area = 14.388,74 m²; Volume Galian (*Cut*) = 32.765,27 m³; Volume Timbunan (*Fill*) = 3.107,89 m³; Volume Bersih (*Net*) = 29.657,00 m³. Metode *Composite Volume* memiliki keunggulan dalam merepresentasikan kondisi topografi secara menyeluruh karena menghitung seluruh *grid* permukaan (Firmansyah et al., 2023).

C. Hasil Perhitungan Volume Metode Stationing (*Average End Area*)

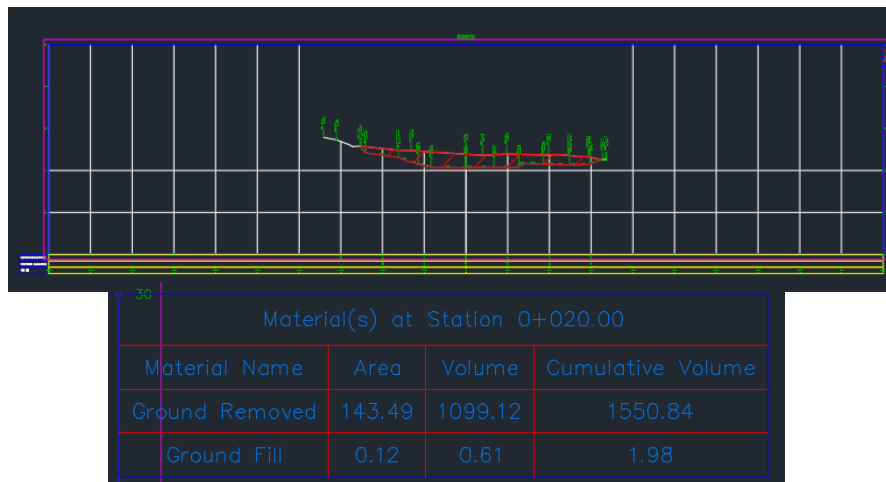
Metode Stationing yang digunakan yaitu menggunakan aplikasi *Autodesk Civil 3D*. Interval yang digunakan yaitu setiap 10 m.



Gambar 6. Metode Stationing (*Average End Area*)

Sumber: Hasil Pengolahan Data *Civil 3D*

Pada Gambar 7, menunjukkan salah satu potongan hasil analisis metode *stationing* pada STA 0+020 m yang diperoleh dari pengolahan data topografi menggunakan perangkat lunak *Civil 3D*. Pada penampang ini, teridentifikasi luas area galian (*cut*) sebesar 143,49 m² dan area timbunan (*fill*) sebesar 0,12 m². Volume galian pada segmen ini sebesar 1099,12 m³ dengan volume kumulatif 1550,84 m³, sedangkan volume timbunan sebesar 0,61 m³ dengan volume kumulatif 1,98 m³. Data ini menunjukkan bahwa pada STA tersebut didominasi oleh pekerjaan galian dibandingkan timbunan.

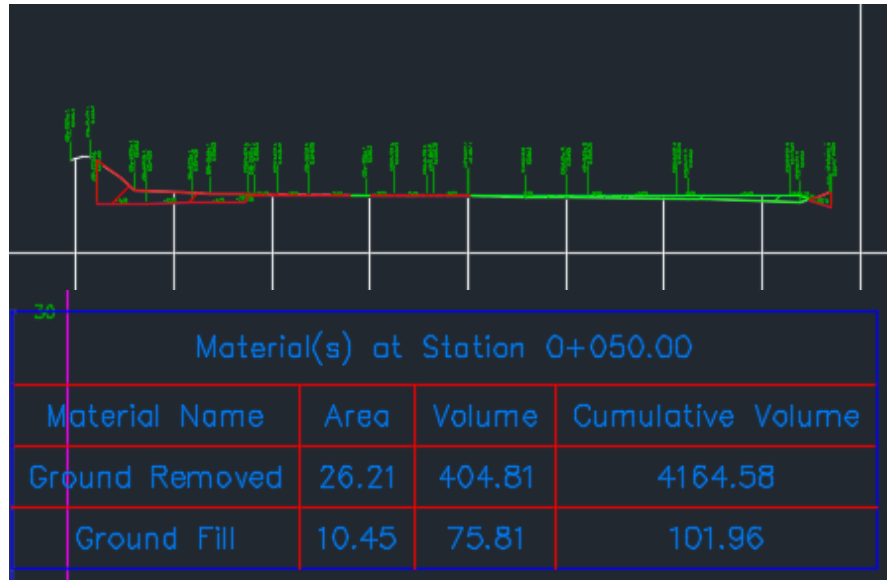


Gambar 7. Potongan STA 0+020

Sumber: Hasil Pengolahan Data *Civil 3D*

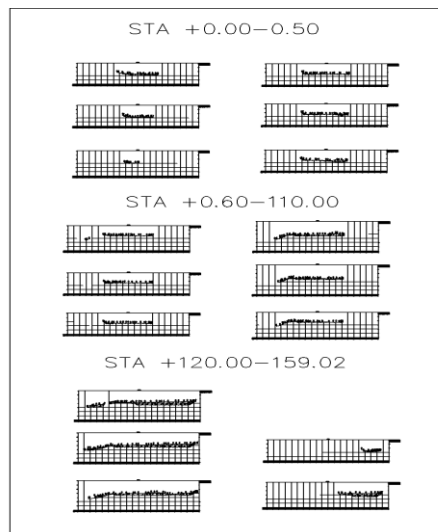
Pada Gambar 8, menunjukkan salah satu potongan hasil analisis metode *stationing* pada STA 0+0,50 m yang diperoleh dari pengolahan data topografi menggunakan perangkat lunak *Civil 3D*. Pada penampang ini, teridentifikasi luas area galian (*cut*) sebesar 26,21 m² dan area timbunan (*fill*) sebesar 10,45 m². Volume galian pada segmen ini sebesar 404,81 m³ dengan volume kumulatif 1955,65 m³, sedangkan volume timbunan sebesar 11,06 m³ dengan volume kumulatif 12,64 m³.

m³ dengan volume kumulatif 4164,58 m³, sedangkan volume timbunan sebesar 75,81 m³ dengan volume kumulatif 101,96 m³. Data ini menunjukkan bahwa pada STA tersebut didominasi oleh pekerjaan galian dibandingkan timbunan, sama seperti STA 0+020.



Gambar 8. Potongan STA 0+050
Sumber: Hasil Pengolahan Data Civil 3D

Metode Stationing dengan interval 10 meter menghasilkan rekapitulasi berikut: Area = 14.388,74 m²; Volume Galian (*Cut*) = 32.107,41 m³; Volume Timbunan (*Fill*) = 3.200,66 m³; Volume Bersih (*Net*) = 28.906,75 m³. Metode *Average End Area* memiliki tingkat akurasi yang bergantung pada jarak antar penampang. Semakin rapat interval stationing, maka hasil perhitungan akan semakin mendekati kondisi aktual. Gambar tiap Penampang bisa dilihat di Gambar 9. Total Volume Metode Stationing bisa dilihat dari Tabel 1.



Gambar 9. Rekapitulasi Gambar Penampang Tiap Stationing
Sumber: Hasil Pengolahan Data Civil 3D

Tabel 1. Total Volume

Station	Fill Area	Cut Area	Fill Volume	Cut Volume	Cumulative Fill Vol	Cumulative Cut Vol
0+000.00	0.27	14.01	0.00	0.00	0.00	0.00
0+010.00	0.00	76.33	1.37	451.72	1.37	451.72
0+020.00	0.12	143.49	0.61	1099.12	1.98	1550.84
0+030.00	0.00	121.77	0.61	1326.31	2.59	2877.15
0+040.00	4.71	54.76	23.56	882.62	26.15	3759.77
0+050.00	10.45	26.21	75.81	404.81	101.96	4164.58
0+060.00	3.46	26.20	69.55	262.04	171.51	4426.63
0+070.00	4.13	36.06	37.94	311.29	209.45	4737.91
0+080.00	1.00	34.10	25.63	350.77	235.08	5088.69
0+090.00	18.93	72.28	99.64	531.90	334.72	5620.59
0+100.00	26.08	140.47	225.07	1063.76	559.79	6684.35
0+110.00	33.58	238.70	298.32	1895.87	858.11	8580.22
0+120.00	54.40	463.36	439.91	3510.34	1298.02	12090.56
0+130.00	93.27	733.87	738.38	5986.18	2036.40	18076.74
0+140.00	69.78	672.85	815.25	7033.64	2851.65	25110.38
0+150.00	0.00	364.49	348.88	5186.72	3200.53	30297.10
0+159.02	0.03	36.71	0.13	1810.30	3200.66	32107.41

Sumber: Hasil Pengolahan Data *Civil 3D***D. Perbandingan dan Analisis Deviasi**

Dalam tabel 2 disajikan perbandingan hasil kedua metode beserta nilai deviasi yang dihitung menggunakan rumus: $\text{Deviasi (\%)} = \frac{|\text{Nilai A} - \text{Nilai B}|}{\text{Nilai A}} \times 100\%$.

Tabel 2. Perbandingan Hasil Volume *Cut and Fill* antara Metode *Grading & Stationing*

Metode	Cut (m³)	Fill (m³)	Net (m³)
Grading (Composite Volume)	32.765,27	3.107,89	29.657,00
Stationing (Average End Area)	32.107,41	3.200,66	28.906,75
Deviasi (%)	2,01%	27,96%	2,53%

Sumber: Hasil Pengolahan Data *Civil 3D*

Deviasi volume galian sebesar 2,01% menunjukkan bahwa metode *Stationing* cenderung meremehkan volume galian. Deviasi volume timbunan sebesar 27,96% merupakan yang terbesar, mengindikasikan bahwa area-area kecil yang membutuhkan penimbunan tidak tertangkap secara optimal oleh potongan melintang. Deviasi volume bersih sebesar 2,53% menunjukkan bahwa meskipun komponen *cut* dan *fill* masing-masing memiliki deviasi yang signifikan, nilai netnya relatif lebih mendekati karena pengaruh yang saling mengkompensasi.

Perbedaan hasil antara kedua metode disebabkan oleh tiga faktor utama. Pertama, kompleksitas topografi: lahan dengan beda tinggi 22,834 m dan kontur tidak beraturan menyebabkan metode *Stationing* kurang mampu menangkap seluruh variasi elevasi. Kedua, *interval stationing*: interval 10 meter masih menyisakan kemungkinan adanya volume yang tidak terhitung di antara dua penampang. Ketiga, pendekatan perhitungan yang berbeda: *Grading* berbasis *surface* (lebih detail dan menyeluruh), sedangkan *Stationing* berbasis penampang (*sampling*). Menurut Firmansyah (2023) metode berbasis

surface-to-surface memiliki tingkat akurasi lebih tinggi karena menghitung seluruh *grid* permukaan.

Dengan asumsi harga satuan timbunan sebesar Rp.250.000/m³, perbedaan Fill sebesar 27,96 % antara kedua metode berpotensi menimbulkan selisih biaya yang cukup signifikan, yang dapat menjadi sumber sengketa dalam progress opname.

E. Rekomendasi Metode

Berdasarkan hasil analisis, metode *Grading* lebih direkomendasikan untuk proyek berbasis area seperti gudang dan kawasan industri, perhitungan estimasi biaya awal, dan analisis volume presisi tinggi. Metode *Stationing* lebih cocok diterapkan pada proyek linear (jalan raya, saluran, sungai) dan kebutuhan administrasi proyek (*opname*). Apabila metode *Stationing* tetap digunakan sebagai syarat administrasi, interval *stationing* sebaiknya diperketat (misalnya per 5 meter) untuk meningkatkan akurasi perhitungan dan meminimalisasi potensi sengketa volume.

4. KESIMPULAN

Penelitian ini berhasil menganalisis dan membandingkan dua metode perhitungan volume pekerjaan tanah pada Proyek Gudang Wings DC Padalarang menggunakan *AutoCAD Civil 3D*. Metode *Grading* menghasilkan volume lebih besar (*Cut*: 32.765,27 m³; *Fill*: 3.107,89 m³; *Net*: 29.657,00 m³) dibandingkan metode *Stationing* (*Cut*: 32.107,41 m³; *Fill*: 3.200,66 m³; *Net*: 28.906,75 m³).

Deviasi antara kedua metode mencapai 2,01% untuk volume galian, 27,96% untuk volume timbunan, dan 2,53% untuk volume bersih. Deviasi ini secara teknis cukup signifikan untuk memengaruhi estimasi biaya dan keputusan manajerial. Faktor utama penyebab deviasi adalah kompleksitas topografi lahan Padalarang yang berbukit-bukit dan penggunaan interval *stationing* 10 meter.

Dapat disimpulkan bahwa pada pekerjaan berbasis area seperti lahan gudang, metode *Grading* lebih akurat dan direkomendasikan sebagai acuan teknis. Metode *Stationing* tetap dapat digunakan untuk keperluan administrasi, namun interval harus diperketat agar deviasi dapat diminimalkan.

5. DAFTAR PUSTAKA

- Azzumardi, I. A., Budisusanto, Y., & Yuwono, Y. (2022). Analisis interval jarak profil melintang terhadap perhitungan volume pada jalan lurus dan jalan berkelok. *Geoid*, 18(1), 124–135. <https://doi.org/10.12962/j24423998.v18i1.12205>
- Cheng, J., & Jiang, L. (2013). Accuracy comparison of roadway earthwork computation between 3D and 2D methods. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 96, 1277–1285. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2013.08.145>
- Firmansyah, I., Yuwono, Y., & Budisusanto, Y. (2023). Analisis perbandingan volume metode penampang rata-rata, composite volume, dan prismoidal untuk jalan berkelok. *Jurnal Sipil KOKOH*, 21(1), 29–40. <https://doi.org/10.17509/k.v21i1.61024>
- Gultom, R. I., Rassarandi, F. D., & Siagian, G. P. (2020). Perhitungan volume galian dan timbunan dengan metode cut & fill pada pembangunan jalan dan area parkir Rusun 2 Kawasan Industrial Panbil Muka Kuning. *Prosiding Seminar Nasional Terapan Riset Inovatif (SENTRINOV)*, 6(1), 702–709.

- Herlambang, B., Winanda, L. A. R., & Sunarwadi, H. S. W. (2025). Permodelan struktur dan arsitektur pekerjaan gedung untuk mendukung pengaplikasian Building Information Modeling. *Jurnal Teknik Sipil MACCA*, 10(1), 1–12. <https://doi.org/10.33096/ed1z6c91>
- Malik, I. M. M., Kasim, A., Said, L. B., Mallombasi, A., & Zaifuddin. (2019). Integrasi GIS ke Civil 3D dalam desain geometrik jalan pada ruas Jalan Hertasning menuju ke ruas Jalan Malino. *JILMATEKS (Jurnal Ilmiah Mahasiswa Teknik Sipil)*, 1(2), 149–159.
- Putra, W. D. (2025). Penerapan Building Information Modeling (BIM) dalam manajemen proyek konstruksi: Literature review. *Jurnal Teknik Sipil MACCA*, 10(1), 85–91. <https://doi.org/10.33096/z0x8kk31>
- Rosida, A., Kahar, S., & Awaluddin, M. (2013). Perbandingan ketelitian perhitungan volume galian menggunakan metode cross section dan aplikasi lain (Studi kasus: Bendungan Pandanduri Lotim). *Jurnal Geodesi Undip*, 2(3).
- Tulloh, M. U. R. R., Yuwono, Y., & Kurniawan, A. (2020). Analisis perbandingan perhitungan volume bersih galian dan timbunan (net volume) dengan metode trapezoidal dan borrow pit pada perangkat lunak AutoCAD Civil 3D. *Geoid*, 16(1), 106–120. <https://doi.org/10.12962/geoid.v16i1.1673>