



Pemanfaatan Data Citra Satelit Dalam Pemodelan Peta Topografi Berbantuan GIS (Studi Kasus: Desa Werdhi Agung)

Ni Made S. Maheswari^{#a}, Sisca V. Pandey^{#b}, Lucia I. R. Lefrandt^{#c}

[#]Program Studi Teknik Sipil Universitas Sam Ratulangi, Manado, Indonesia

^animaheswari021@student.unsrat.ac.id, ^bsisca.pandey@unsrat.ac.id, ^clucia.lefrandt@unsrat.ac.id

Abstrak

Peta topografi merupakan informasi spasial penting dalam perencanaan dan pembangunan wilayah, khususnya untuk pekerjaan tanah. Namun, metode pemetaan konvensional membutuhkan waktu, biaya, dan tenaga yang besar. Penelitian ini bertujuan untuk memodelkan peta topografi secara efisien dan menganalisis pekerjaan tanah (*cut and fill*) di Desa Werdhi Agung dengan memanfaatkan data *Digital Elevation Model* (DEM) *Shuttle Radar Topography Mission* (SRTM) berbantuan *Geographic Information System* (GIS). Data yang digunakan meliputi DEM SRTM, batas wilayah administrasi, serta data pengukuran lapangan menggunakan *handheld* GPS. Pengolahan data dilakukan menggunakan ArcGIS untuk pembuatan peta kontur dan Autodesk Civil 3D untuk analisis *cut and fill*. Evaluasi ketelitian elevasi dilakukan menggunakan metode *Root Mean Square Error* (RMSE). Hasil penelitian menunjukkan bahwa peta topografi yang dihasilkan memiliki kesesuaian visual yang baik dengan kondisi lapangan dan nilai RMSE yang memenuhi standar ketelitian pemetaan skala 1:25.000. Analisis *cut and fill* pada area seluas 2100 m² menunjukkan kelebihan galian sebesar 2.637,73 m³. Penelitian ini membuktikan bahwa DEM SRTM berbantuan GIS dapat digunakan sebagai referensi awal yang efektif dalam pemodelan topografi dan perencanaan pekerjaan tanah.

Kata kunci: peta topografi, *Digital Elevation Model* (DEM) SRTM, *Geographic Information System* (GIS)

1. Pendahuluan

1.1 Latar Belakang

Peta topografi menggambarkan kondisi permukaan bumi dan informasi ketinggian melalui garis kontur serta berperan penting dalam perencanaan wilayah, mitigasi bencana, pengelolaan sumber daya alam, dan pembangunan infrastruktur. Namun, pembuatan peta topografi secara konvensional memerlukan survei lapangan intensif, waktu lama, biaya besar, dan tenaga ahli.

Perkembangan teknologi penginderaan jauh menjadikan citra satelit sebagai alternatif pemetaan yang lebih efisien. Integrasi citra satelit dengan *Geographic Information System* (GIS) memungkinkan pengolahan dan analisis data spasial secara digital.

Penelitian ini memanfaatkan data *Digital Elevation Model* (DEM) *Shuttle Radar Topography Mission* (SRTM) untuk pemodelan peta topografi serta analisis *cut and fill* sebagai dasar perencanaan pembangunan wilayah.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang sudah dipaparkan di atas, maka dalam tugas akhir ini masalah yang dapat diangkat adalah sebagai berikut:

1. Bagaimanakah cara pembuatan peta topografi menggunakan data DEM SRTM dengan bantuan *Geographic Information System* (GIS)?
2. Bagaimanakah langkah-langkah pembuatan *cut and fill* menggunakan Civil 3D?

1.3 Tujuan Penelitian

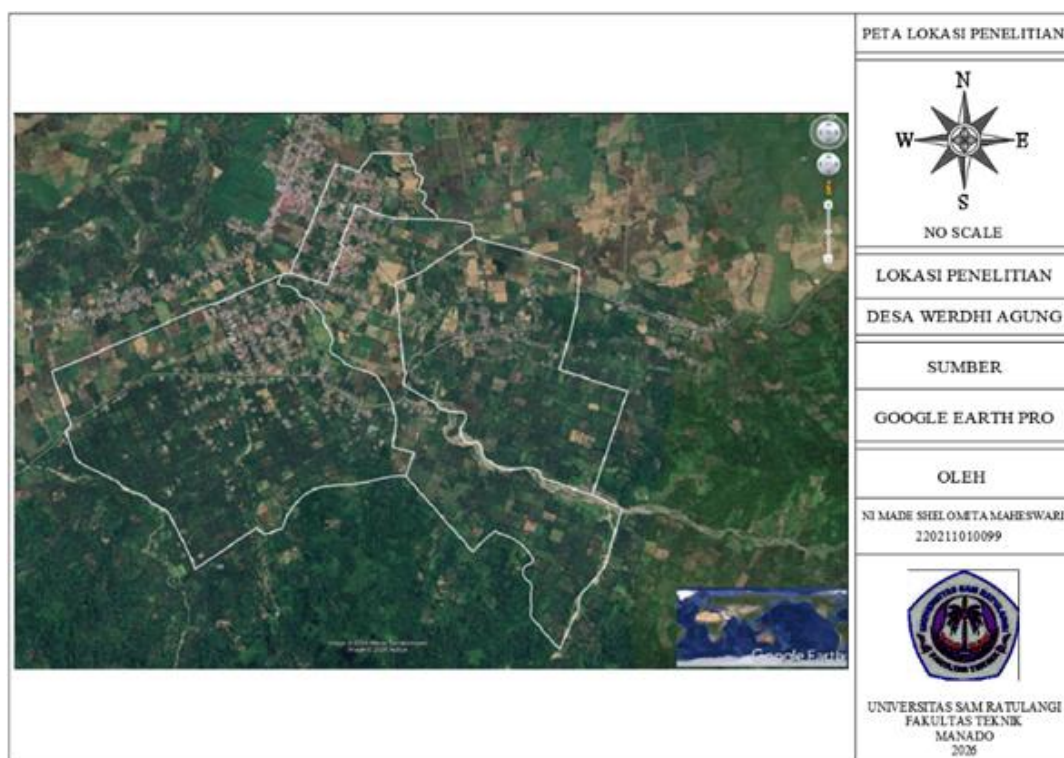
Tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Menghasilkan peta topografi Desa Werdhi Agung menggunakan data Digital Elevation Model (DEM) Shuttle Radar Topography Mission (SRTM) berbantuan Geographic Information System (GIS).
2. Menganalisis *cut and fill* menggunakan Civil 3D.

2. Metode Penelitian

2.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan selama kurang lebih empat bulan, terhitung mulai September 2025 sampai dengan Januari 2026. Lokasi penelitian berada di Desa Werdhi Agung, Kecamatan Dumoga Tengah, Kabupaten Balooang Mongondow, Provinsi Sulawesi Utara dengan luas 11.34 km² atau 1134 ha.



Gambar 1. Lokasi Penelitian (Google Earth Pro, 2025)

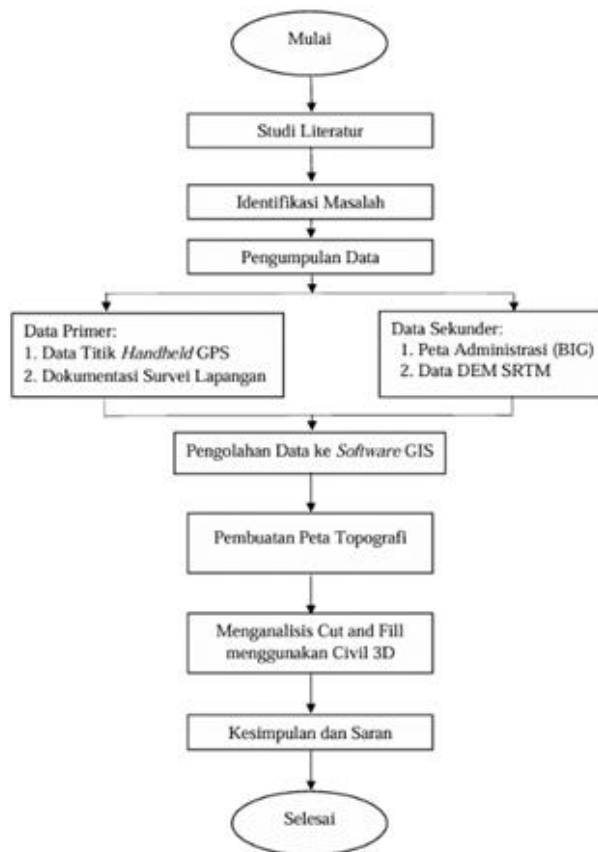
2.2 Tahap Penelitian

Kegiatan penelitian dilakukan menurut tahap yang ditunjukkan pada Gambar 2.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Gambaran Umum Pelaksanaan Penelitian

Penelitian ini menggunakan data citra satelit sebagai sumber informasi elevasi dalam pemodelan peta topografi berbantuan *Geographic Information System* (GIS) di Desa Werdhi Agung, Kecamatan Dumoga Tengah, Provinsi Sulawesi Utara. Data utama yang digunakan adalah *Digital Elevation Model* (DEM) SRTM sebagai data sekunder, didukung oleh data batas wilayah dan titik koordinat hasil pengukuran GPS. Data GPS digunakan sebagai acuan lapangan untuk evaluasi ketelitian data elevasi melalui metode *Root Mean Square Error* (RMSE). Tahap akhir penelitian meliputi analisis *cut and fill* untuk menghitung volume galian dan timbunan berdasarkan perbedaan elevasi.



Gambar 2. Bagan Alir Penelitian

3.2 Batas Wilayah Desa Werdhi Agung

Pengambilan batas wilayah didasarkan pada data administrasi resmi dari Badan Informasi Geospasial (BIG) sebagai acuan cakupan wilayah penelitian. Desa Werdhi Agung memiliki luas total 11,34 km² dan terbagi menjadi empat wilayah administratif, yaitu Desa Werdhi Agung seluas 2,34 km², Desa Werdhi Agung Utara seluas 0,36 km², Desa Werdhi Agung Timur seluas 4,00 km², dan Desa Werdhi Agung Selatan seluas 4,64 km².

3.3 Data DEM SRTM

Pengambilan data *Digital Elevation Model* (DEM) SRTM dilakukan menggunakan data elevasi digital hasil *Shuttle Radar Topography Mission* (SRTM), yang merupakan misi kerja sama antara NASA dan *National Geospatial-Intelligence Agency* (NGA). Data DEM SRTM diperoleh sebagai data sekunder melalui situs resmi *United States Geological Survey* (USGS). Data DEM SRTM digunakan untuk merepresentasikan kondisi elevasi permukaan bumi yang menjadi dasar dalam pemodelan peta topografi, analisis ketinggian, serta perhitungan perbedaan elevasi pada wilayah penelitian.

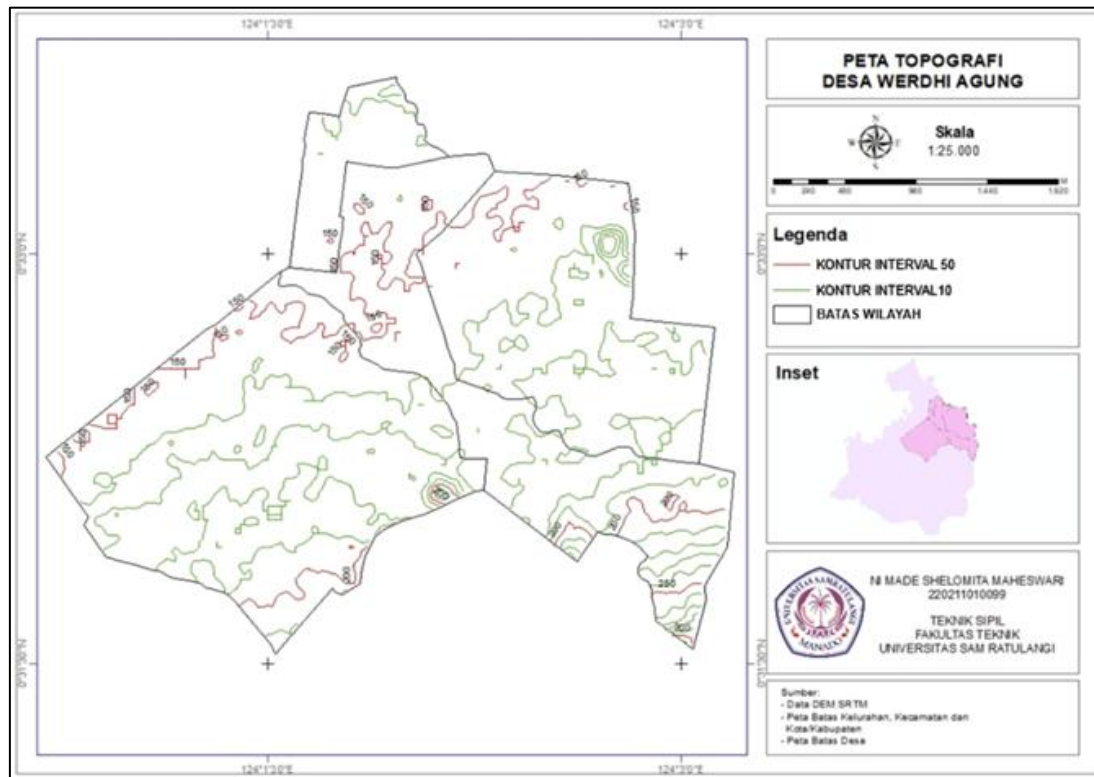
3.4 Data GPS Handheld

Pengumpulan data *Global Positioning System* (GPS) dilakukan menggunakan GPS *handheld* merek Garmin tipe 78s dengan tingkat deviasi kurang dari 10 meter. Sebanyak 13 titik GPS dikumpulkan secara langsung di lapangan dan digunakan sebagai data acuan untuk menguji ketelitian data elevasi DEM melalui perhitungan *Root Mean Square Error* (RMSE).

3.5 Pengolahan Peta Desa Werdhi Agung menggunakan ArcGIS

Pengolahan peta Desa Werdhi Agung dilakukan menggunakan perangkat lunak ArcGIS melalui tahapan pemotongan data DEM SRTM berdasarkan batas wilayah penelitian dan

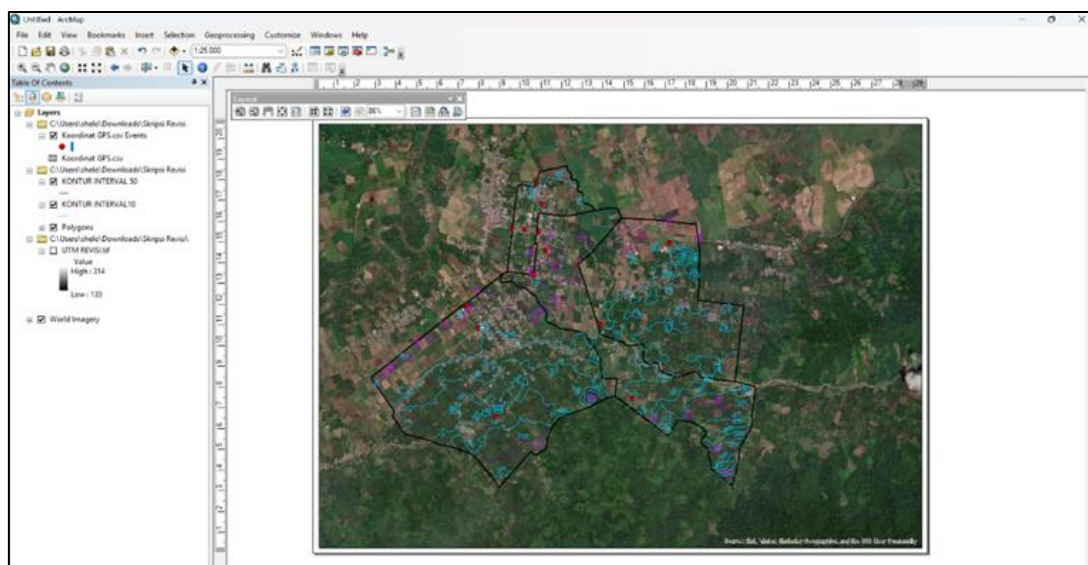
pengolahan data elevasi hingga menghasilkan peta kontur. Peta kontur tersebut menunjukkan variasi ketinggian permukaan tanah di wilayah Desa Werdhi Agung, yang direpresentasikan oleh sebaran garis kontur dengan interval tertentu. Pola kontur yang terbentuk mengindikasikan adanya daerah dengan topografi landai hingga curam, sehingga mencerminkan perbedaan elevasi dan kemiringan lereng pada beberapa bagian wilayah desa.



Gambar 3. Peta Kontur Desa Werdhi Agung (ArcMap 10.8, 2026)

3.6 Kalibrasi Data DEM SRTM

Hasil visualisasi pada gambar di bawah menunjukkan bahwa peta kontur Desa Werdhi Agung memiliki tingkat keselarasan yang baik antara titik koordinat hasil pengukuran *Global Positioning System* (GPS) dengan data elevasi yang berasal dari *Digital Elevation Model* (DEM) SRTM.



Gambar 4. Kalibrasi Titik Koordinat GPS dan Data DEM SRTM (ArcMap 10.8, 2026)

3.7 Uji Ketelitian Data DEM SRTM

Uji ketelitian data dilakukan dengan membandingkan nilai elevasi DEM SRTM yang diperoleh dari ArcMap dengan hasil pengukuran GPS di lapangan sebagai data acuan. Selisih nilai elevasi pada setiap titik kontrol dianalisis menggunakan metode *Root Mean Square Error* (RMSE) dengan tujuan untuk mengetahui tingkat ketelitian vertikal data DEM SRTM dalam penelitian ini. Hasil perhitungan RMSE dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 1. Data Titik Koordinat GPS (Survei Lapangan, 2025)

Titik Koordinat GPS			
Titik	X	Y	Elevasi (Z)
1	0061219	0614417	150 m
2	0061788	0614568	142 m
3	0061530	0614631	141 m
4	0060676	0614522	145 m
5	0061053	0616165	157 m
6	0060070	0615333	162 m
7	0059179	0615720	169 m
8	0058959	0614074	187 m
9	0060028	0613858	159 m
10	0060305	06137150	151 m
11	0060965	0614676	149 m
12	0061187	0614586	148 m
13	0061226	0614267	143 m

Tabel 2. Data DEM SRTM (Hasil Analisis, 2026)

DEM SRTM			
Titik	X	Y	Elevasi (Z)
1	0061219	0614417	146,928396 m
2	0061788	0614568	142 m
3	0061530	0614631	144,7112215 m
4	0060676	0614522	148,4984584 m
5	0061053	0616165	154,1303237 m
6	0060070	0615333	159,6123832 m
7	0059179	0615720	169,63665 m
8	0058959	0614074	182,5618688 m
9	0060028	0613858	153,6646316 m
10	0060305	06137150	151,0808281 m
11	0060965	0614676	149,4525707 m
12	0061187	0614586	145,1942055 m
13	0061226	0614267	147 m

Tabel 3. Perhitungan RMSE (Hasil Analisis, 2026)

No	Data Elevasi GPS (Yi)	Data Elevasi DEM SRTM (Yi)	Δh (Yi - Yi)	Elevasi setelah dikoreksi (Yi + mean (Δh))	RMSE sebelum koreksi (Δh)	Δh Koreksi (Yi - (Yi + mean (Δh)))	RMSE setelah koreksi (Δh)
1	150	146,928396	3,071604024	147,9724345	9,43475128	2,027565478	4,111021768
2	142	142	0	143,0440385	0	-1,044038546	1,090016485
3	141	144,7112215	-3,711221486	145,75526	13,77316492	-4,755260032	22,61249797
4	145	148,4984584	-3,498458371	149,5424969	12,23921097	-4,542496917	20,63427824
5	157	154,1303237	2,869676333	155,1743622	8,235042256	1,825637787	3,33295333
6	162	159,6123832	2,387616775	160,6564218	5,700713864	1,343578229	1,805202458
7	169	169,63665	-0,636649999	170,6806885	0,405323221	-1,680688545	2,824713985
8	187	182,5618688	4,43813116	183,6059074	19,69700819	3,394092614	11,51986467
9	159	153,6646316	5,335368393	154,7086702	28,46615589	4,291329847	18,41551186
10	151	151,0808281	-0,080828091	152,1248666	0,00653318	-1,124866637	1,265324951
11	149	149,4525707	-0,452570715	150,4966093	0,204820252	-1,496609261	2,23983928
12	148	145,1942055	2,805794528	146,238244	7,872482933	1,761755982	3,10378414
13	143	147	-4	148,0440385	16	-5,044038546	25,44232485
		Offset mean (Δh)	1,044038546	Hasil RMSE Awal ($\sqrt{\Delta h^2/n}$)	3,063873955	Hasil RMSE Koreksi ($\sqrt{\Delta h^2/n}$)	3,017861367

Tingkat ketelitian vertikal hasil evaluasi juga dapat dinyatakan dalam bentuk *Linear Error* 90% (LE90), yang diturunkan dari nilai *Root Mean Square Error* (RMSE) Vertikal (elevasi).

$$LE90 = 1.6499 \times 3.01786136 = 4.979169$$

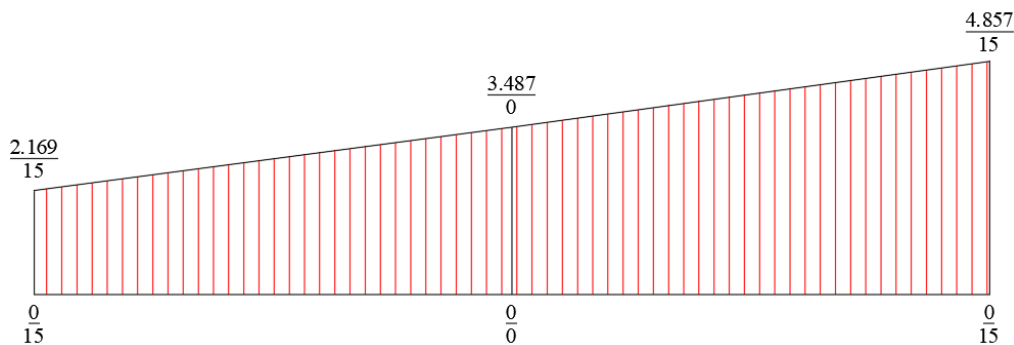
Berdasarkan hasil perhitungan diperoleh nilai LE90 sebesar 4,979169. Berdasarkan kriteria ketelitian peta Rupa Bumi Indonesia (RBI), nilai tersebut menunjukkan bahwa data termasuk dalam kelas satu untuk peta skala 1:25.000 dengan interval kontur 10 meter.

3.8 Analisis Cut and Fill

Analisis cut and fill digunakan untuk mengestimasi volume galian dan timbunan pada area kajian dengan membandingkan permukaan tanah eksisting berdasarkan data DEM SRTM dan permukaan rencana. Analisis ini menghasilkan volume cut, volume fill, serta volume bersih yang merepresentasikan kebutuhan perataan lahan secara keseluruhan.

3.9 Analisis Potongan Melintang dan Luas Penampang

Potongan melintang digunakan untuk menggambarkan perbedaan elevasi antara permukaan tanah eksisting dan elevasi rencana pada setiap *station*. Gambar potongan melintang menunjukkan area galian (*cut*) dan timbunan (*fill*) yang terbentuk akibat selisih elevasi tersebut. Berdasarkan potongan melintang yang dihasilkan, dilakukan perhitungan luas penampang galian dan timbunan pada *station* sebagai dasar analisis volume pekerjaan tanah.



Gambar 5. Potongan Melintang STA 0+000 (Civil 3D, 2026)

STA 0+000

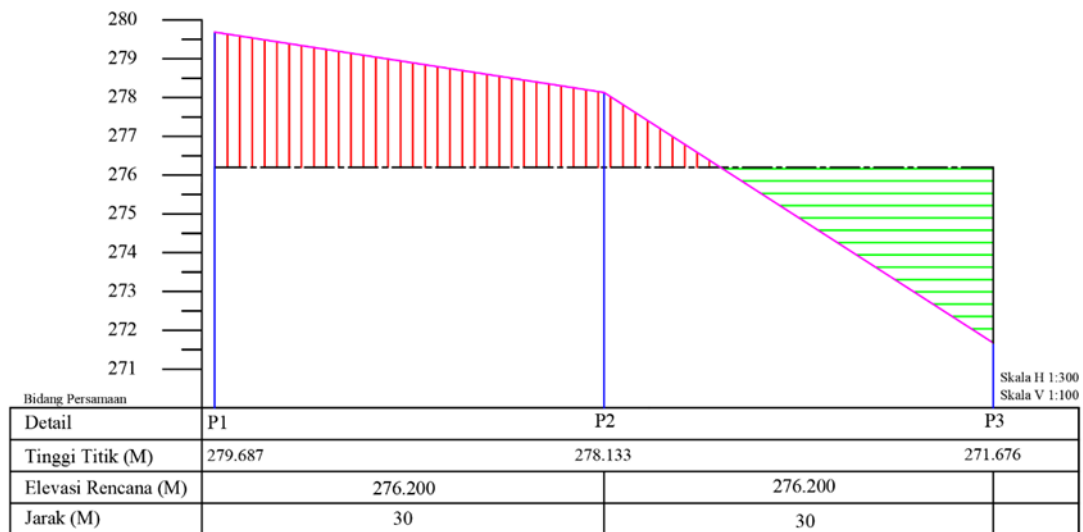
$$\begin{aligned} \text{Luas Penampang Kiri} &= \frac{0}{0}, \frac{0}{15}, \frac{2,169}{15}, \frac{3,487}{15}, \frac{0}{0} \\ &= 0,5 \times ((0 \times 0) + (15 \times 2,169) + (15 \times 3,487) + (0 \times 0)) \\ &\quad - ((0 \times 15) + (0 \times 15) + (2,169 \times 0) + (3,487 \times 0)) \\ &= 0,5 \times 84,84 \\ &= 42,42 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Luas Penampang Kanan} &= \frac{0}{0}, \frac{0}{15}, \frac{4,857}{15}, \frac{3,487}{15}, \frac{0}{0} \\ &= 0,5 \times ((0 \times 0) + (15 \times 4,857) + (15 \times 3,487) + (0 \times 0)) \\ &\quad - ((0 \times 15) + (0 \times 15) + (4,857 \times 0) + (3,487 \times 0)) \\ &= 0,5 \times 125,16 \\ &= 62,58 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Luas Penampang Total} &= \text{Luas Penampang Kiri} + \text{Luas Penampang Kanan} \\ &= 42,42 \text{ m}^2 + 62,58 \text{ m}^2 \\ &= 105 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

3.10 Analisis Potongan Memanjang

Potongan memanjang disusun untuk merepresentasikan profil elevasi sepanjang area perencanaan pada kondisi eksisting dan rencana. Potongan memanjang ini memberikan gambaran kontinuitas perubahan elevasi serta menunjukkan lokasi terjadinya pekerjaan galian (*cut*) dan timbunan (*fill*).



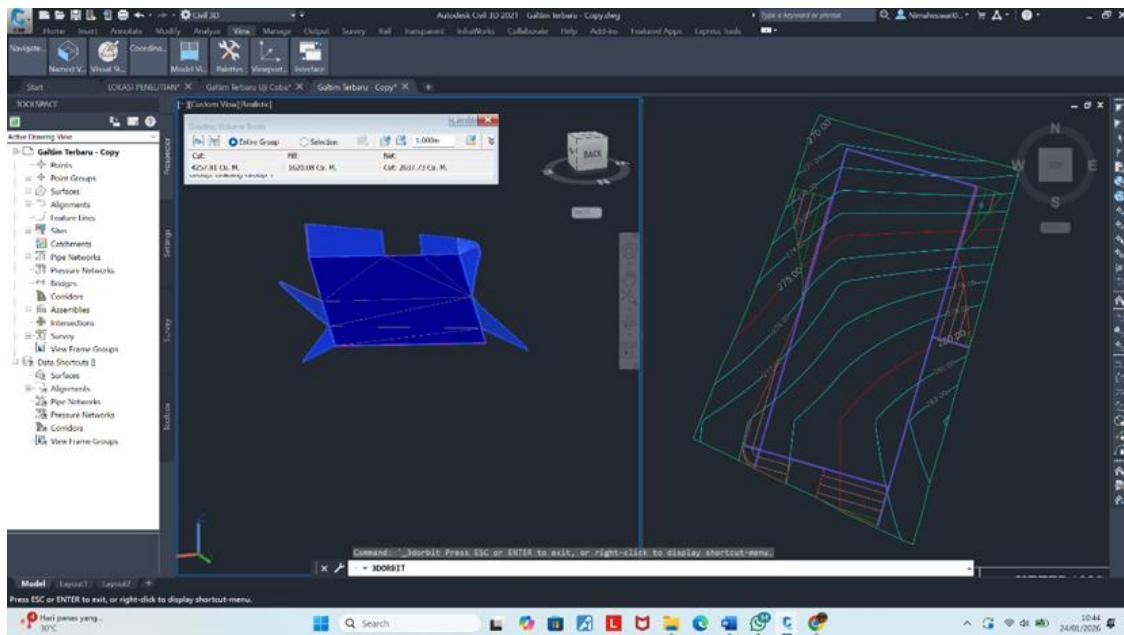
Gambar 6. Potongan Memanjang (Civil 3D, 2026)

3.11 Perhitungan Volume Pekerjaan Tanah dengan Civil 3D

Perhitungan volume pekerjaan tanah dilakukan menggunakan Autodesk Civil 3D dengan membandingkan permukaan tanah existing dan permukaan rencana. Analisis menghasilkan volume galian dan timbunan yang digunakan sebagai dasar evaluasi pekerjaan tanah.

$$V_{net} = V_{cut} - V_{fill}$$

$$V_{net} = 4257,81 - 1620,08 = 2637,73 \text{ m}^3$$



Gambar 7. Perhitungan dan Gambar View 3D Cut and Fill (Civil 3D, 2026)

4. Kesimpulan

- Peta topografi Desa Werdhi Agung berhasil dihasilkan menggunakan data DEM SRTM berbantuan GIS, dengan peta kontur yang merepresentasikan variasi ketinggian wilayah. Hasil evaluasi ketelitian menunjukkan nilai RMSE sebesar 3,017861367 dan LE90 sebesar 4,979169, yang menunjukkan keselarasan yang baik dengan data GPS lapangan serta memenuhi standar ketelitian kelas satu untuk peta skala 1:25.000 dengan interval kontur 10 meter.

- Analisis cut and fill dilakukan menggunakan Autodesk Civil 3D dan menghasilkan volume galian sebesar 4257,81 m³ serta volume timbunan sebesar 1620,08 m³, sehingga diperoleh volume bersih sebesar 2637,73 m³ yang menunjukkan kelebihan galian pada area penelitian.

Referensi

- Afani, I., Yuwono, B., & Bashit, N. (2019). Optimalisasi Pembuatan Peta Kontur Skala Besar menggunakan Kombinasi Data Pengukuran Terestris dan Foto Udara Format Kecil.
- Burrough, P., McDonnell, R., & Llyod, C. (2015). *Principles of Geographical Information Systems* (Third). Oxford University Press.
- Donya, M., Sasmito, B., & Nugraha, A. (2020). Visualisasi Peta Fasilitas Umum Kelurahan Sumurboto dengan ArcGis OnlineI. 9(4).
- Karla, P. (2020). Topographic Maps. Retrieved from British Columbia/Yukon Pressbooks-Laboratory Manual For Earth Science website: <https://pressbooks.bccampus.ca/geolmanual/part/chapter-6/topographic-maps>
- K.G., N., E.K., K., & N., C. (2006). SRTM vs ASTER Elevation Products. Comparison for Two Regions in Crete, Greece. *International Journal of Remote Sensing*.
- Longley, P., Goodchild, M., Maguire, D., & Rhind, D. (2015). *Geographic Information Science and Systems* (Fourth). Wiley.
- Marjuki, B. (2016). Survei dan Pemetaan Menggunakan GPS. Retrieved from <https://books.google.co.id/books?id=wILvDAAAQBAJ&printsec=frontcover#v=onepage&q&f=false>
- Michael N., D. (2002). *GIS Modeling in Raster*.
- Muhammadiyah, A. R. (2018). Pemetaan Objek Wisata Bahari Kabupaten Kepulauan Selayar Berbasis Sistem Informasi Geografi. *Jurnal Environmental Science*, 1(1).<https://doi.org/10.35580/jes.v1i1.7337>
- Priambodo, A., Nur, A. A., Sandri, D., Ahmada, N. H., & Septiandiani, F. (2023). Pelatihan Penggunaan Software ArcGis dan Avenza Maps dalam Pengelolaan Data Spasial dan Peta Digital bagi Perangkat Desa di Kabupaten Purbalingga. *Abdimas Galuh*, 5(1), 498. <https://doi.org/10.25157/ag.v5i1.9824>
- Priyadinata, R., & Siregar, C. A. (2022). Perbandingan Analisis Perhitungan Cut and Fill menggunakan Data Topografi yang dilakukan dengan Pengukuran Manual dan Digital. *Sistem Infrastruktur Teknik Sipil (SIMTEKS)*, 2(2), 215. <https://doi.org/10.32897/simteks.v2i2.1239>
- Rostianingsih, S., Gunadi, K., & Handoyo, I. (2004). Pemodelan Peta Topografi ke Objek Tiga Dimensi. 5(1).
- Sukiati. (2016). *Metodologi Penelitian Sebuah Pengantar*. Medan: CV.Manhaji.
- Sukmawati, K., & Rahmah, A. (2022). Pengembangan Geographic Information System (GIS) guna Pengelolaan Komoditas Tanaman Cabai. *Jurnal Informatika Terpadu*, 8(2), 78–84. <https://doi.org/10.54914/jit.v8i2.458>
- Wibowo, K. M., Kanedi, I., & Jumadi, J. (2015). Sistem Informasi Geografis (SIG) menentukan Lokasi Pertambangan Batu Bara di Provinsi Bengkulu berbasis Website. 11(1).
- Arifin dan Nurhayati. (2000). *Pemeliharaan Taman*. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Budiharjo dan Sujarto. (2005). *Kota Berkelanjutan*. Bandung: Alumni.
- Dermawan, Edy. (2009). *Ruang Publik dalam Arsitektur Kota*. Semarang: Badan Penerbit Undip.
- Dermawan, Edy. (2014). *Visual Estetika Taman Arsitektur Kota*. Semarang: Badan Penerbit Undip.
- Hakim, Rustam. (2003). *Komponen Perancangan Arsitektur Lansekap*. Jakarta: Bumi Aksara.
- Laure, Michael. (1984). *Pengantar Kepada Arsitektur Pertamanan*. Bandung: Intermatra.
- Neufert, Ernst. (1996). *Data Arsitek*. Jakarta: Erlangga.
- Pedoman Ruang Terbuka Hijau di Kawasan Perkotaan. (2010). Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No 05/PRT/M/2008 Tentang Pedoman Penyediaan dan Pemanfaatan Ruang Terbuka Hijau di Kawasan Perkotaan.
- Shirvani, Hamid. (1985). *The Urban Design Process*. New York: Van Nostrand Rein Hold Company.