

Integrasi GIS Ke Civil 3D dalam Desain Geometrik Jalan Pada Ruas Jalan Hertasning Menuju Ke Ruas Jalan Malino

Ince Muhammad Mahfud Malik¹, Ahmar Kasim², Lambang Basri Said³, Ali Mallombasi⁴, Zaifuddin⁵

^{1,2,3,4,5}Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muslim Indonesia

Jl. Urip Sumoharjo Km 05 Panaikang, Kec. Panakkukang, Kota Makassar, Sulawesi Selatan 90231

Email: ¹incemahfud97@gmail.com; ²ahmarkasim@gmail.com; ³lambangbasri.said@umi.ac.id

⁴alimalombassi@umi.ac.id; ⁵zaifuddin.zaifuddin@umi.ac.id

ABSTRAK

Metode GIS merupakan solusi atau alternatif untuk mengefesienkan waktu dan biaya dalam pembuatan data topografi perencanaan jalan. GIS sebagai alat yang digunakan untuk mengolah data yang bereferensi geografis dan Civil 3D adalah software desain yang membawa proses desain infrastruktur ke level terbaik dan yang lebih mudah dimengerti, dan kompatibilitasnya dengan teknologi terkini Building Information Modeling (BIM) telah terbukti meningkatkan efisiensi dalam konstruksi. Dua unsur antara GIS dan Civil 3D diintegrasikan untuk mendapatkan desain geometrik jalan seperti data topografi perencanaan trase jalan dan hasil desain geometrik jalan menggunakan Civil 3D. Data yang digunakan adalah data sekunder dan data primer yang didapatkan dari analisa GIS dan Survey lokasi perencanaan. Metode yang digunakan adalah aplikasi GIS seperti Google Eathr, Global Mapper dan ArcGIS. Desain geometrik menggunakan Civil 3D dan analisa perhitungan geometrik jalan. Dari hasil analisis didapatkan topografi 4 kecamatan Kabupaten Gowa diantaranya Bontomarranu (364Ha), Pallangga (1.372Ha) Pattalassang (315Ha), dan Somba Opu (1.869Ha) ketinggian 40 m sampai 390 m diatas permukaan air laut dan hasil desain geometrik jalan dengan panjang ruas jalan 7,917 km, tikungan sebanyak 10 diantaranya S-C-S sebanyak 6, F-C Sebanyak 4 tikungan dan lengkungan vertikal 54, cekung 24 dan cembung 30, total galian 102.478,64 m³ timbunan 7.292,72 m³.

Kata Kunci: GIS, civil 3D, desain geometrik jalan

ABSTRACT

The GIS method is a solution or alternative to streamline time and cost in making road planning topographical data. GIS as a tool used to process geographically referenced data and Civil 3D is a design software that brings the infrastructure design process to the best and easier level to understand, and its compatibility with the latest Building Information Modeling (BIM) technology has been shown to increase efficiency in construction. Two elements between GIS and Civil 3D are integrated to obtain a geometric road design, such as topographic data on road alignment planning and road geometric design results using Civil 3D. The data used are secondary data and primary data obtained from GIS analysis and planning location surveys. The method used is GIS applications such as Google Eathr, Global Mapper and ArcGIS. Geometric design using Civil 3D and road geometric calculation analysis. From the analysis results obtained topography of 4 sub-districts of Gowa Regency including Bontomarranu (364Ha), Pallangga (1.372Ha) Pattalassang (315Ha), and Somba Opu (1,869Ha) altitude 40 m to 390 m above sea level and geometric design results of roads with sections length roads 7,917 km, 10 bends including 6 SCS, FC 4 bends and 54 vertical curves, 24 concave and 30 convex, total excavation 102,478.64 m³ pile 7,292.72 m³.

Keywords: GIS, civil 3D, road geometric design

1. Pendahuluan

1.1 Latar Belakang

Sulawesi selatan (Sul-Sel) merupakan pintu gerbang kawasan Indonesia timur melalui perhubungan laut, darat, dan udara (Humang & A. Zulfadly, 2016). Perkembangan sosial ekonomi di Sul-Sel terus meningkat ditandai peningkatan belanja pemerintah daerah dan perkembangan infrastruktur.

Salah satu upaya pemerintah dalam mempercepat pengembangan ekonomi (Sul-Sel) yaitu dengan meningkatnya pelayanan publik seperti pengembangan sarana dan prasarana transportasi, salah satu prasarana transportasi adalah jalan. Jalan merupakan prasarana transportasi darat yang meliputi segala bagian jalan termasuk bangunan pelengkap yang diperuntukan bagi lalu lintas yang berada pada permukaan tanah (UU No. 38 Tahun 2004 Tentang Jalan, 2004).

Wilayah Sul-Sel terdiri dari kawasan urban dan rural/ kawasan geografis terdiri dari dataran dan ketinggian bervariasi di setiap wilayah, maka dari itu penulis berinisiatif untuk melakukan perencanaan trase dan geometrik jalan berdasarkan data GIS yang sangat bermanfaat untuk perencanaan jalan serta mudah untuk didapatkan dan mengefisienkan waktu dalam perencanaan jalan.

Metode GIS merupakan solusi atau alternatif untuk mengefisienkan waktu dan biaya dalam pembuatan data topografi perencanaan jalan yang dimana datanya berbasis data spasial atau data yang berbasis keruangan dan datanya dapat didapatkan dari media internet (H. Makalalag et al., 2016). Metode GIS dapat digunakan berbagai jenis perencanaan seperti pembuatan jalan baru sebab datanya tidak terlalu jauh dari yang ada di lapangan.

Salah satu aplikasi yang digunakan untuk mendesain geometrik jalan adalah AutoCad Land Desktop dalam perencanaan geometrik jalan dimana dalam software Civil 3D sudah menggunakan konsep Dynamic

Modeling yaitu konsep integrated proses desain. Jika kita melakukan perubahan di saat kita melakukan desain maka secara otomatis akan memperbaharui keseluruhan proses desain yang berkaitan sehingga sangat menghemat waktu (Pribadi et al., 2013).

Metode GIS dan Civil 3D merupakan sistem pembaruan dan memiliki suatu unsur yang berbeda. Maka dari itu kami sebagai penulis mencoba untuk mengintegrasikan kedua hal tersebut.

1.2 Rumusan masalah

- 1) Bagaimana penyusunan komposisi topografi berbasis Geografik information Sistem (GIS)?
- 2) Bagaimana cara membuat desain perencanaan geometrik jalan menggunakan Civil 3D?

1.3 Tujuan Penelitian

Maksud penulisan bagaimana cara mengintegrasikan GIS ke Civil 3D dalam perencanaan desain geometrik jalan dengan tujuan penulisan sebagai berikut

- 1) Mendapatkan data topografi dan perencanaan trase jalan berdasarkan data GIS.
- 2) Mendapatkan hasil desain geometrik jalan menggunakan Civil 3D.

2. Metode Penelitian

Perencanaan geometrik jalan membutuhkan data perencanaan salah satunya topografi. Topografi yang dimaksud merupakan beda tinggi permukaan tanah (Kontur) dan tata guna lahan yang menjadi acuan dalam perencanaan jalan (Syaripudin, 2014). Metode analisis topografi menggunakan aplikasi GIS diantaranya ArcGIS, Google Earth dan Global Mapper.

2.1 Penyusunan dan Perencanaan

Penyusunan topografi berdasarkan data dan lokasi perencanaan jalan. Data dalam pembuatan topografi merupakan data yang berbasis Geospasial yang berbasis keruangan dan penyusunan topografi menggunakan ArcGis.

Dalam perencanaan dan desain geometrik data yang dipersiapkan berupa fungsi jalan, kelas jalan, dan tipikal penampang desain menggunakan Civil 3D. Wilayah pembuatan topografi berada di UTM 50 bagian selatan secara khusus 4 kabupaten kabupaten Gowa diantaranya Bontomarannu, Pallangga, Pattalasang dan Somba Opu dengan luas keseluruhan $\pm 2052,867$ Ha. Dengan panjang ruas jalan $8+917,12$

2.2 Data Perencanaan

Data dan informasi Spasial merupakan dasar dalam GIS data ataupun realitas di dunia atau alam yang akan diolah menjadi informasi yang terangkum dalam suatu sistem berbasis keruangan dengan tujuan-tujuan tertentu format file geodatabase file lainnya merupakan data *spasial* dengan format *shepefile* (shp.) Seperti Digital Elevation Model (DEM) dan tata guna lahan (Abdussamad et al., 2014).

Data yang digunakan dalam perencanaan jalan berupa data primer dan data sekunder. Data primer didapatkan dari hasil analisa GIS sedangkan data sekunder didapatkan dari Instansi yang terkait.

Dalam pembuatan topografi data yang digunakan berupa data sekunder file *Shapafile* data yang berbasis keruangan. merupakan data yang didapatkan dari hasil

penelitian secara langsung tanpa melalui perantara data sekunder ini merupakan laporan atau arsip. Data ini di dapatkan dari instansi terkait melalui media internet.

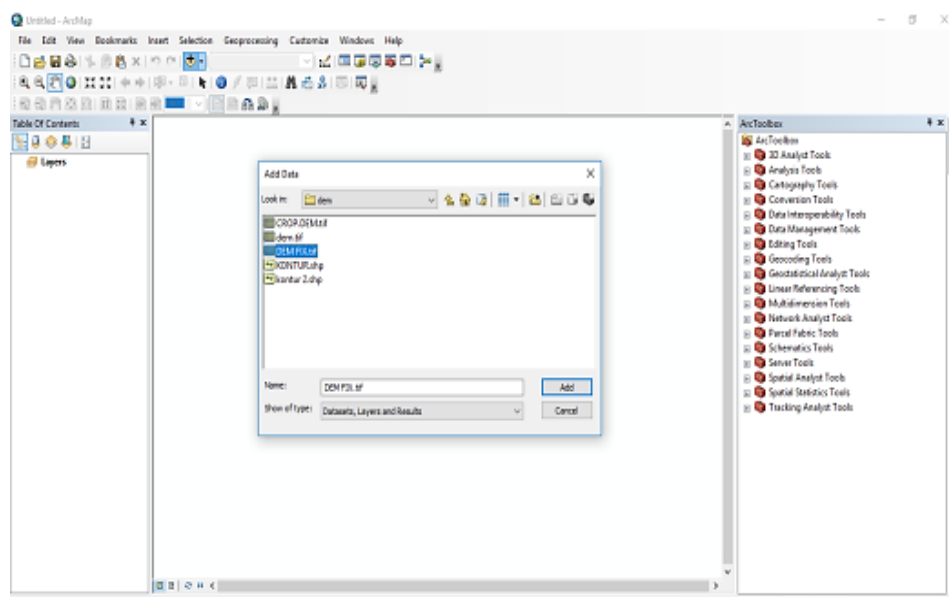
Dalam perencanaan dan desain geometrik data yang digunakan adalah data primer dan data sekunder yang didapatkan dari survei lapangan dan dari instansi yang terkait dalam perencanaan jalan.

2.3 Langkah-Langka Kerja GIS

Tahapan kerja GIS meliputi 3 hal yaitu Input, Analisa, dan Output langka kerja sebagai berikut (Harseno & Igor R Tampubolon, 2007):

1) Input

Tahapan kerja SIG yang pertama adalah data masukan, yaitu suatu tahapan pada SIG yang dapat digunakan untuk memasukkan dan mengubah data asli ke dalam bentuk yang dapat diterima oleh komputer. Data-data yang masuk tersebut membentuk database (data dasar) di dalam komputer yang dapat disimpan dan digunakan kembali untuk dipergunakan atau untuk pengolahan selanjutnya. Tahapan kerja masukan data meliputi pengumpulan data dari berbagai sumber data dan proses pemasukan data. Berikut Proses Pemasukan data GIS.



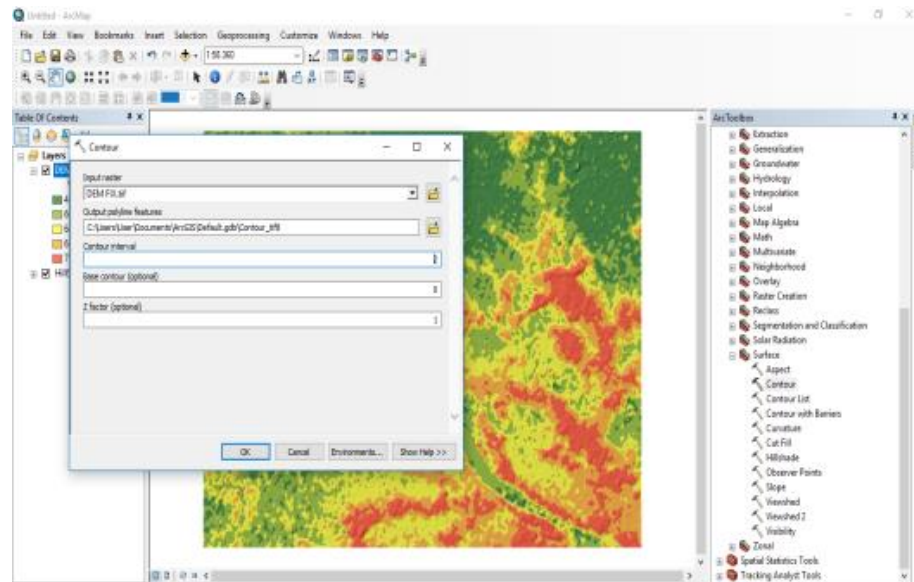
Gambar 1 Pemasukan data

Integrasi GIS Ke Civil 3D Dalam Desain Geometrik Jalan Pada Ruas Jalan Hertasing Menuju Ke Ruas Jalan Malino

2) Analisa

Tahapan analisis data adalah tahapan dalam GIS yang berfungsi menyimpan, menimbun, menarik kembali, memanipulasi, dan

menganalisis data yang telah tersimpan dalam komputer. Berikut adalah contoh menipulasi data GIS atau Analisa data GIS.

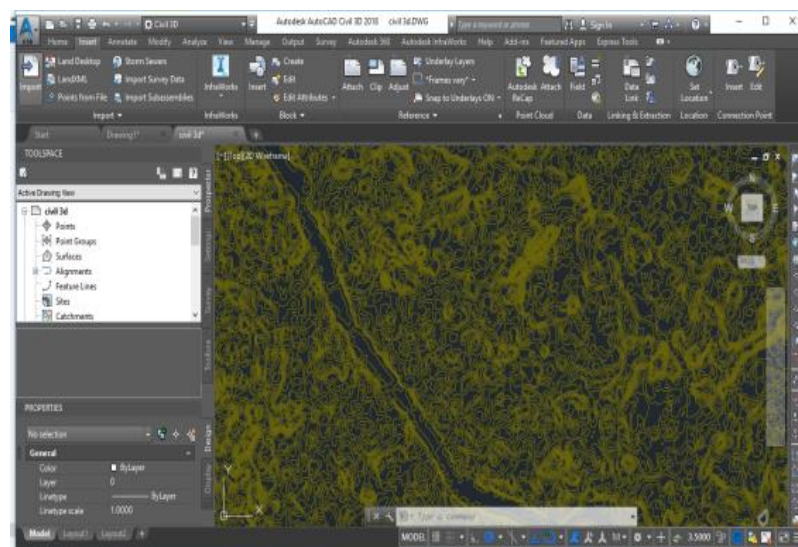


Gambar 2 Analisa data

3) Output

Tahapan keluaran data, yaitu tahapan dalam GIS yang berfungsi menyajikan atau menampilkan hasil akhir dari proses GIS dalam bentuk peta, grafik, tabel, laporan, dan bentuk informasi digital lainnya yang diperlukan untuk perencanaan, analisis, dan penentuan kebijakan

terhadap suatu objek geografis. Misalnya, untuk mendukung pengambilan keputusan dalam perencanaan dan pengelolaan penggunaan lahan (*land use*), sumber daya alam, lingkungan, transportasi, fasilitas kota, dan pelayanan umum lainnya. Berikut adalah tata cara Penggunaan GIS.

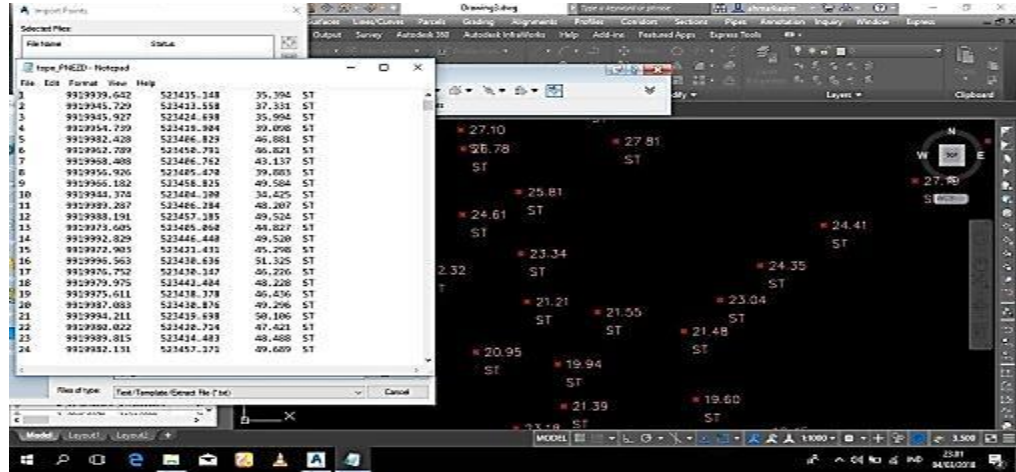


Gambar 3 Ouput

2.4 Langkah-langkah Kerja Civil 3D

Langkah kerja atau tahapan dalam Civil dalam penulisan Tugas Akhir adalah sebagai berikut:

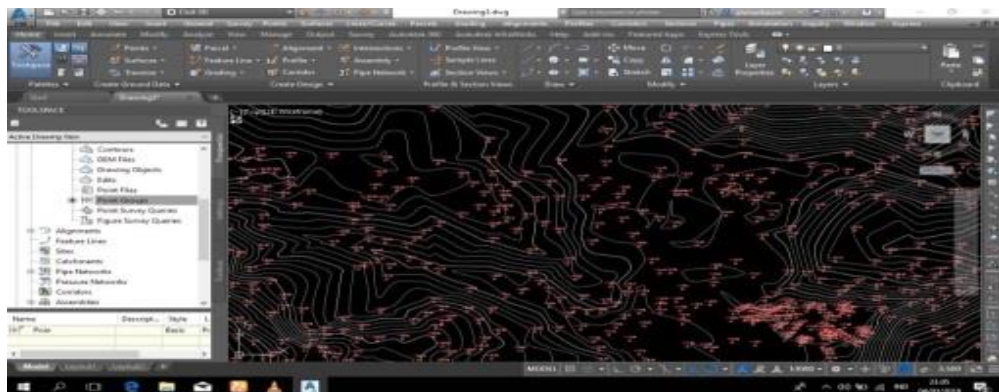
1) Import Poin
Tahap memasukan data Point GPS sebagai berikut:



Gambar 4 Import point

2) Pembuatan Surface.

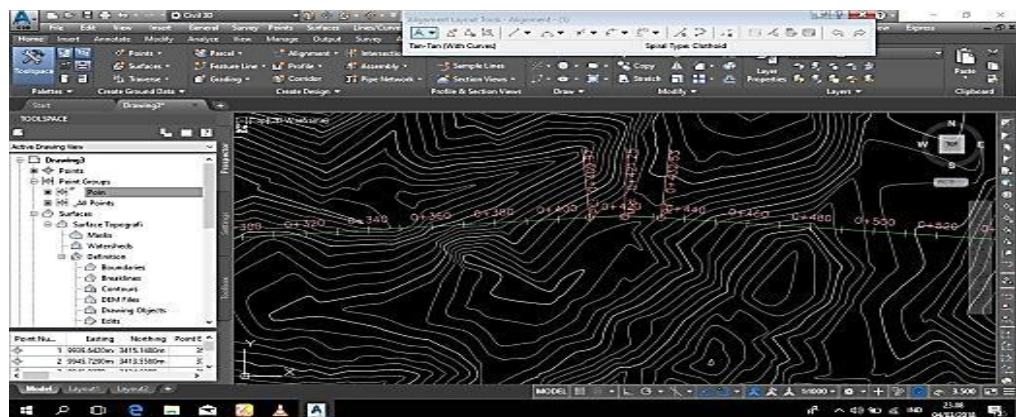
Adalah tahap memasukan data kontur dan edit data kontur.



Gambar 5 Surface

3) Pembuatan Alignement Horizontal.

Pembuatan Alignemen Horizontal tahap pembuatan trase jalan.

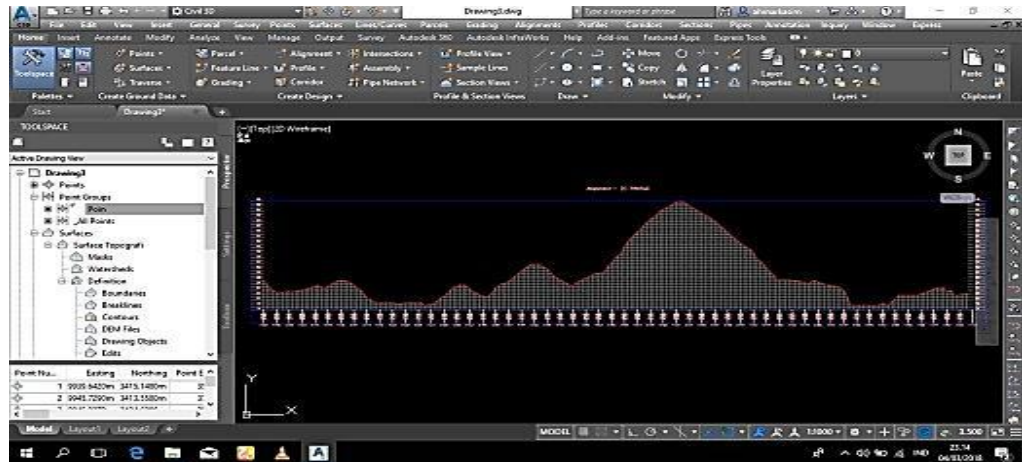


Gambar 6 Alignment horizontal

Integrasi GIS Ke Civil 3D Dalam Desain Geometrik Jalan Pada Ruas Jalan Hertasing Menuju Ke Ruas Jalan Malino

4) Pembuatan Profile

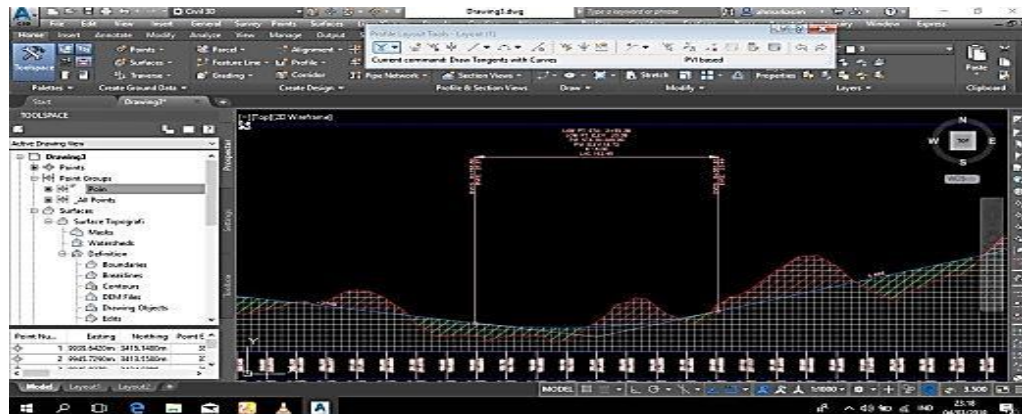
Tahap menampilkan data Profile elevasi tanah asli pada trase jalan



Gambar 7 Profile

5) Pembuatan Alignment Vertikal

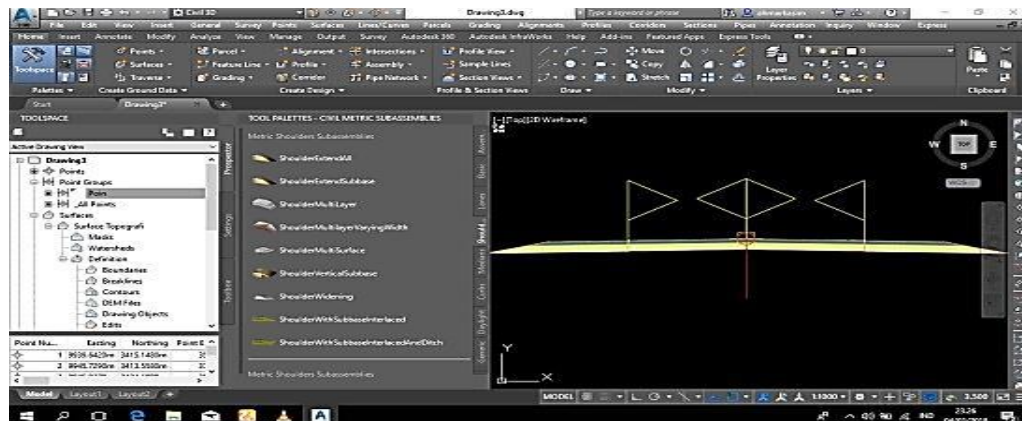
Pembuatan garis lengkung pada tampilan vertikal perencanaan jalan.



Gambar 8 Alignment vertikal

6) Cross Section

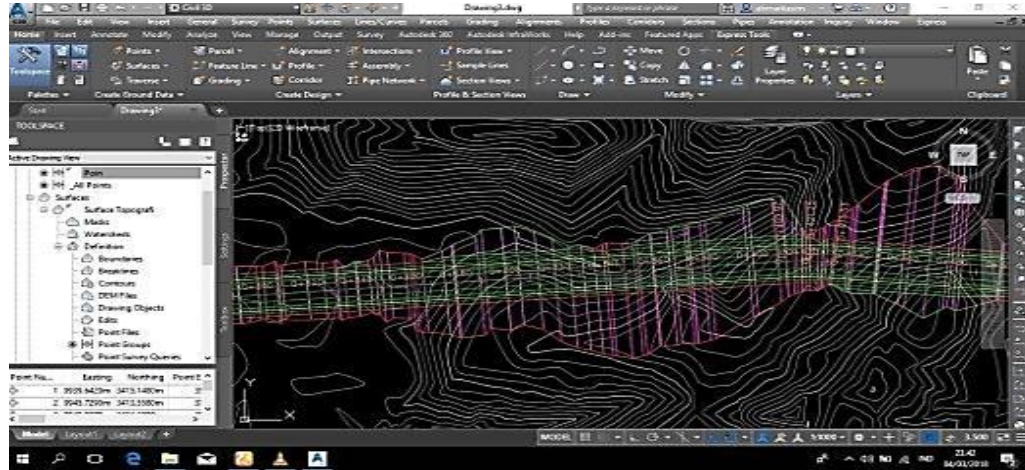
Cross Section atau Assembly atau Sub Assembly Tipikal jalan.



Gambar 9 Cross section

7) Coridor
Pembentukan baseline alignment
horizontal dengan menempatkan

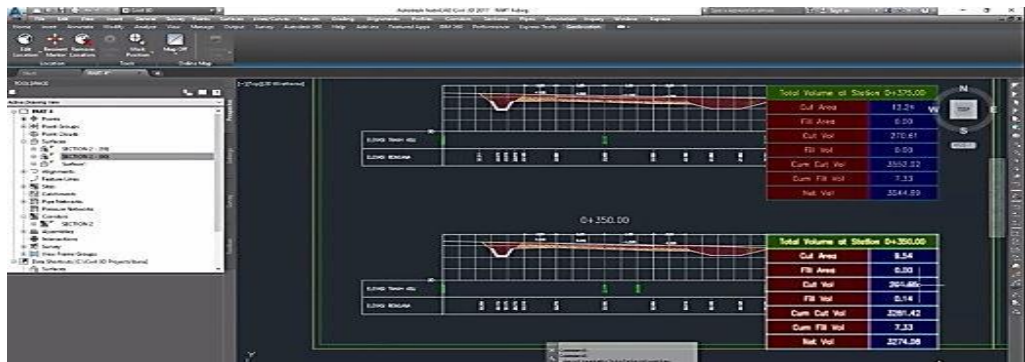
assembly pada trase jalan yang dibuat
pada tahap sebelumnya.



Gambar 10 Coridor

8) Menampilkan Cross Section.

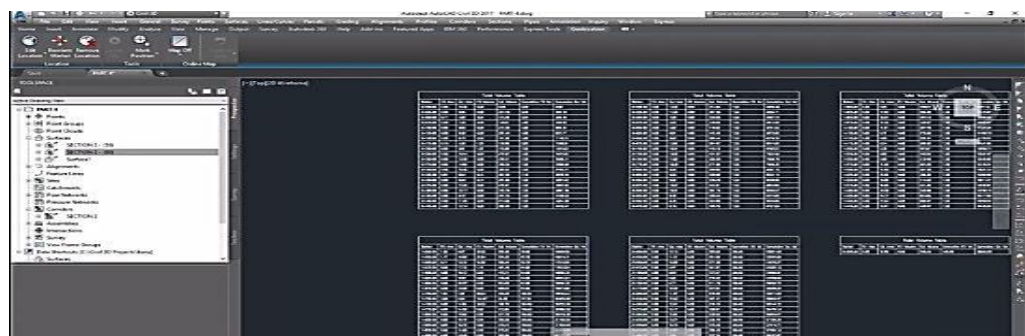
Menampilkan cross section yang dibuat
dari tipikal penampang jalan.



Gambar 11 Tampilan Cross Section

9) Tampilan Volume Galian Dan
Timbunan.

Galian dan timbunan dari hasil
perencanaan alignment vertikal.



Gambar 12 Galian Dan Timbunan

10) Output

Layout hasil dari perencanaan jalan berupa long section dan cross section. Berikut adalah langkah kerja Civil 3D.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Analisa Sistem Informasi Geografis

1) Analisa Wilayah Perencanaan.

Lokasi perencanaan jalan merupakan kabupaten Gowa yang berada di garis lintang 5° 1'0" dan garis bujur 199°27'4"

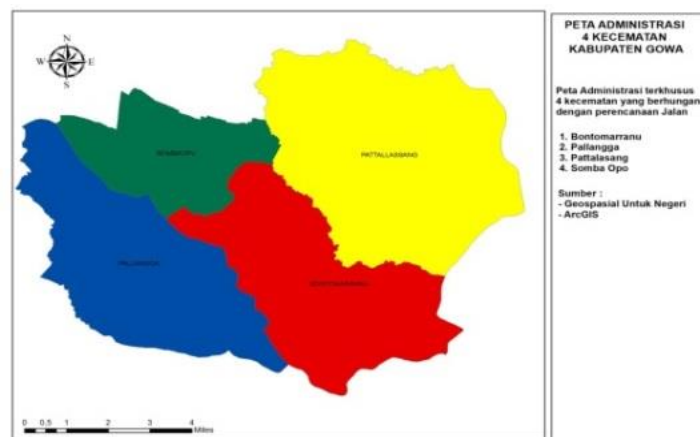
dan secara geografis memiliki luas 1.883,24 km persegi.

Secara khusus ada 4 kecamatan yang akan yang berhubungan dengan perencanaan jalan diantaranya.

Tabel 1 Keterangan Lokasi

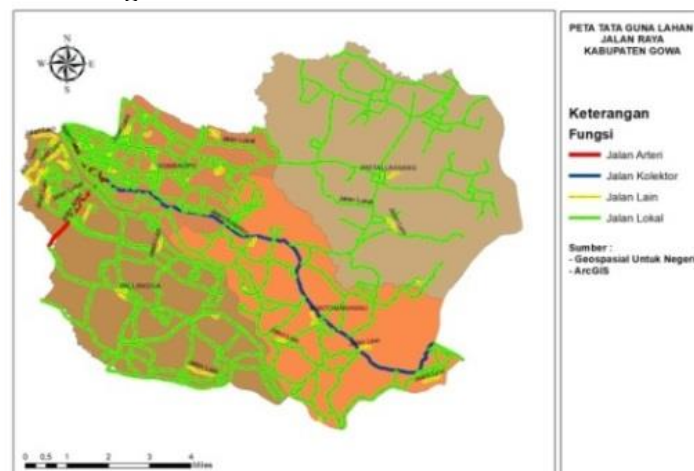
No	Kecamatan	Luas	Ket.
1	Bontomarrannu	364Ha	Kota
2	Pallangga	1.372Ha	Kota
3	Pattalassang	315Ha	Kota
4	Somba Opu	1.869Ha	Kota

Dengan peta sebagai berikut:



Gambar 13 Lokasi pembuatan topografi

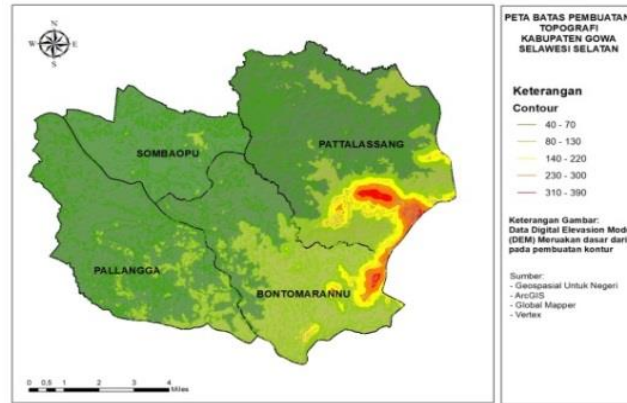
2) Anlisa Tata Guna Jaringan Jalan.



Gambar 14 Analisa Jaringan Jalan

Berdasarkan dari 4 kecamatan diwilayah perencanaan jalan terdapat 4 Jenis jalan diantaranya Jalan arteri, kolektor, Lokal dan lingkungan. Berikut adalah petenya.

3) Analisa Topografi
Wilayah perencanaan jalan diantaranya 4 Kecamatan memiliki garis ketinggian antara 40 m sampai dengan 390 m diatas permukaan air laut.



Gambar 15 Analisa topografi

3.2 Perencanaan Geometrik Jalan

1) Data Perencanaan

Jln. H.M. Yasin Limpo memiliki jarak ± 8 km dengan data sebagai berikut:

Fungsi Jalan : Kolektor Primer
Umur Rencana : 10 Tahun
Kecepatan Rencana : 60 km/jam
Jenis Jalan : 2/2 UD
Lebar : 2 x 4,6 m
Median : Tidak Ada
Bahu Jalan : 1,3 m
ROW : 25 m

Seperelevasi : 10 %
e Badan Jalan : 3%
e Bahu Jalan : 5%

2) Menentukan Klasifikasi Medan

Diketahui STA 0+000,00 – STA +100,00 dengan ketinggian STA 0+100,00 66,642 dan ketinggian STA 0+000,00 ketinggian 67,786 diperoleh kemiringan -1,137 % termasuk kedalam medan datar. Berikut adalah ketinggian beberapa station.

Tabel 2 Analisa klasifikasi medan

Nama Station	Station	Jarak Antar Station	Elevasi	Persen Kemiringan	Keterangan
STA1	0+000.00		67,786		
		100		-1,178	Datar
STA2	0+100.00		66,608		
		100		5,096	Bukit
STA3	0+200.00		71,704		
		100		-0,931	Datar
STA4	0+300.00		70,773		
		100		3,339	Bukit
STA5	0+400.00		74,112		

3) Analisa Jenis Tikungan.

a) Tikungan Spiral-Circle-Spiral
 $R \leq 1200$ m

b) Full-Circle
 $R \geq 1200$ m

c) Spiral-Spiral
 $L_c \leq 20$ m atau $\Delta = 0$

Tabel 3 Analisa jenis tikungan

Code	Station	Keterangan	Delta			R (m)	Type Tikungan	Jenis Tikungan
			°	"				
P1	0+188,144	Tikungan	34	42	8,05	477	KIRI	S-C-S
P2	0+941,660	Tikungan	28	33	57,00	1146	KANAN	S-C-S
P3	2+034,753	Tikungan	48	33	42,53	716	KIRI	S-C-S
P4	3+334,859	Tikungan	24	16	4,10	205	KANAN	S-C-S
P5	4+052,992	Tikungan	4	49	24,03	2100	KIRI	F-C

4) Analisa Alinyemen Horizontal

Untuk tikungan S-C-S didapatkan dengan analisa data sebagai berikut:

Tabel 4 Hasil perhitungan tikungan S-C-S

Parameter desain dan simbol	Nilai	Satuan
PI.STA		
Bentuk tikungan	S-CS	
V _r	60	km/jam
R tikungan	286	m
Sudut belok (Δ)	35,42	°
D	5,01	°
L _s	123,90	m
θ _s	12,41	°
θ _c	10,60	°
L _c	52,92	m
X _c	123,90	m
Y _c	8,95	m
p	2,26	m
k	62,43	m
E _s	16,61	m
T _s	154,49	m
e _{max}	10,00	%
e _n	0,06	%
L _{tot}	300,72	m

Dan untuk tikungan F-C didapatkan data sebagai berikut:

Tabel 5 Hasil perhitungan tikungan F-C

Parameter desain dan simbol	Niali	Satuan
PI.STA		
Bentuk Tikungan	F-C	
V _r	60	km/jam
R tikungan	2100	m
Sudut belok (Δ)	4,97	°
R _{min}	112,048	m
T _c	91,137	m
Parameter desain dan simbol	Niali	Satuan
E _c	1,977	m
D	0,682	°
D _{max}	12,784	°
E _{max}	10	%
E	2	%
L _c =L _{tot}	182,068	m

- 5) Menentukan Pelebaran Pada Tikungan
Untuk pelebaran pada tikungan didapatkan data sebagai berikut:

Tabel 6. Analisa Pelebaran Pada Tikungan.

Nama Tikungan	Rd m	Vr km/jam	Z m	Rc m	Ri M	Rw m	Bt m	Δb m
PI1	477	60	0,288	475,350	475,256	477,951	6,677	0,777
PI2	1146	60	0,186	1144,350	1144,311	1146,950	6,465	0,565
PI3	716	60	0,235	714,350	714,288	716,951	6,561	0,661
PI4	205	60	0,440	203,350	203,131	205,950	7,078	1,178
PI5	2100	60	0,137	2098,350	2098,329	2100,950	6,380	0,480
PI6	2110	60	0,137	2108,350	2108,329	2110,950	6,380	0,480
PI7	2865	60	0,118	2863,350	2863,334	2865,950	6,349	0,449
PI8	573	60	0,263	571,350	571,272	573,951	6,620	0,720
PI9	318	60	0,353	316,350	316,209	318,951	6,836	0,936
PI10	2210	60	0,134	2208,350	2208,330	2210,950	6,375	0,475

- 6) Perhitungan Jarak Pandang

Diketahui data:

$$Vr = 60 \text{ km / jam}$$

$$T = 2,5 \text{ dtk.}$$

$$Fp = 0,28-0,45$$

- a. Jarak pandang henti

$$= 3,922 \text{ m}$$

- b. Jarak pandang menyiap

$$t1 = 3,816 \text{ m}$$

$$t2 = 9,560 \text{ m}$$

$$m = \text{antara } 10-15 \text{ km/jam}$$

$$a = 2,268 \text{ m}$$

$$d1 = 57,633 \text{ m}$$

$$d2 = 159,461 \text{ m}$$

$$d3 = 30 \text{ m}$$

$$d4 = 106,313 \text{ m}$$

$$dpM = 353,437 \text{ m}$$

- 7) Perhitungan Alinyemen Vertikal

Analisa alinyemen vertikal tipe cekung yang berada di PVI 10+110 didapatkan data sebagai berikut:

$$Ldy = 2,02 \%$$

$$Jh = 46,33 \text{ m}$$

$$A = [5,480\%]$$

$$K = 20,073$$

Analisa perhitungan alinyemen tipe cembung yang berada di PVI 2 0+215 data sebagai berikut:

$$Ldi = 2,02 \% \text{ (memenuhi syarat)}$$

$$Jh = 46,33 \text{ m}$$

$$A = [5,480\%]$$

$$K = 17,495$$

- 8) Penomoran Station

Untuk Tikungan S-C-S berada di PI1 dari hasil analisa didapatkan data sebagai berikut:

$$TS = 0+014,029$$

$$SC = 0+302,932$$

$$CS = 0+352,932$$

Untuk Tikungan F-C berada di PI5 dari hasil analisa didapatkan data sebagai berikut:

$$TC = 3+568,605$$

$$CT = 3+598,605$$

4. Penutup

4.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisa GIS dan tinjauan lokasi perencanaan jalan ruas jalan Hertasing menuju keruas jalan Malino didapatkan kesimpulan sebagai berikut:

- 1) Wilayah yang berhubungan dengan perencanaan jalan terdapat 4 Kecamatan diantaranya Bontomarranu, Pallangga, Pattalassang dan Somba Opu dengan luas wlayah Bontomarrannu (364 Ha), Pallangga (1.372 Ha), Pattalassang (315 Ha), dan Somba Opu (1.869 Ha).
- 2) Berdasarkan 4 kecamatan yang ditinjau dalam pembuatan topografi diketahui garis ketinggian antara 40 m sampai dengan 390 m dari permukaan air laut.

Berdasarkan dari hasil perencanaan geometrik jalan yang menghubungkan ruas jalan Hertasning menuju keruas jalan Malino yang merupakan Jln. H.M Yasin Limpo Kabupaten Gowa.

- 1) Jln. H.M. Yasin Limpo kabupaten Gowa memiliki panjang ruas STA 0 + 000.00 – STA 7+917.55.
- 2) Alinyemen Horizontal pada Jln. H.M. Yasin Limpo Kabupaten Gowa direncanakan 2 jenis tikungan diantaranya sebagai berikut:
 - a) Spiral – Circle – Spiral sebanyak 6 Tikungan
 - b) Full Circle Sebanyak 4 Tikungan.
- 3) Alinyemen Vertikal pada Jln. H.M Yasin Limpo Kabupaten Gowa sebanyak 54 Lengkungan diantaranya sebagai berikut:
 - a) Cekung sebanyak 24 Lengkungan.
 - b) Cembung sebanyak 30 Lengkungan.
- 4) Total galian dan timbunan yang di dapatkan dalam perencanaan adalah
 - a) Galian Sebesar 102.478,64 m³
 - b) Timbunan Sebesar 7.292,72 m³

4.2 Saran

- 1) *Sistem informasi Gogerafis (GIS)* dengan aplikasi ArcGIS sangatlah efektif dalam analisis data *spasial*, beberapa keuntungan yang dihasilkan antara lain biaya jauh lebih murah dibanding *survey* lapangan dan ketetapan koordinat cukup akurat.
- 2) Sistem Informasi Geografi dan Civil 3D merupakan bukti dari kemajuan teknologi dibidang ketekniksipilan yang memberikan kemudahan dalam perencanaan seperti pemetaan yang skala besar dan perencanaan jalan yang didalamnya terdapat spesifikasi dalam perencanaan jalan.

Daftar Pustaka

- Abdussamad, S., Dako, A. Y., Harun, E. H., & Amali, L. M. K. (2014). *Sistem Informasi Geografis Potensi Dan Pemanfaatan Energi Di Propinsi Gorontalo*.
- H. Makalalag, D., Rindengan, Y. D. Y., & Sengkey, R. (2016). Sistem Informasi Geografis Monitoring Dan Evaluasi Proyek Dinas Pekerjaan Umum Kota Kotamobagu. *Jurnal Teknik Informatika*, 9(1), 1–9. <https://doi.org/10.35793/jti.9.1.2016.14640>
- Harseno, E., & Igor R Tampubolon, V. (2007). Aplikasi Sistem Informasi Geografis Dalam Pemetaan Batas Administrasi, Tanah, Geologi, Penggunaan Lahan, Lereng, Daerah Istimewa Yogyakarta Dan Daerah Aliran Sungai Di Jawa Tengah Menggunakan Software Arcview GIS. *Majalah Ilmiah UKRIM Edisi I*, 1, 63–80. <http://e-jurnal.ukrimuniversity.ac.id/file/11201.pdf>
- Humang, W. P., & A. Zulfadly, A. Z. (2016). Analisis Keterpaduan Moda Transportasi Angkutan Penyeberangan dengan Jalan Raya di Pelabuhan Bajoe Kab. Bone. *PENA TEKNIK: Jurnal Ilmiah Ilmu-Ilmu Teknik*, 1(1), 27. https://doi.org/10.51557/pt_jiit.v1i1.56
- UU No. 38 tahun 2004 tentang Jalan, Peraturan Tentang jalan 3 (2004).
- Pribadi, D., Paransa, M. J., Sendow, T. K., & Undap, L. J. (2013). Tinjauan Geometrik Jalan Pada Ruas Jalan Airmadidi-Tondano Menggunakan Alat Bantu GPS. *Jurnal Sipil Statik*, 1(7), 499–504.
- Syaripudin, A. (2014). *Pengantar Survey dan Pengukuran*. Direktorat Pembinaan SMK.