



**ANALISIS GEOMETRIK DAN PERKERASAN JALAN DENGAN SISTEM
INFORMASI GEOGRAFIS (SIG) DAN AUTOCAD 3D PADA UNIVERSITAS
KATOLIK INDONESIA SANTU PAULUS RUTENG
(GEOMETRIC ANALYSIS AND ROAD PAVEMENT WITH GEOGRAPHIC
INFORMATION SYSTEM (GIS) AND 3D AUTOCAD AT INDONESIAN
CATHOLIC UNIVERSITY OF SANTU PAULUS RUTENG)**

Hasti Megandari ¹, Danang Wijanarko²

Program Studi Teknik Sipil Universitas Tulungagung

Jalan Kimangunsarkoro Beji, Kec. Boyolangu, Kab. Tulungagung 66233

Alamat korespondensi:

email: hastimegandari@gmail.com

Program Studi Teknik Sipil Universitas Tulungagung

Jalan Kimangunsarkoro Beji, Kec. Boyolangu, Kab. Tulungagung 66233

Alamat korespondensi:

email: danangwnjrkl1@gmail.com

Abstrack

The road serves as a means of supporting academic activities within the Catholic University of Santu Paulus Ruteng's campus area. Every year, the number of students grows, which has an effect on the ever-increasing number of vehicles. The ideal road lane width can be determined using geometric analysis in accordance with road geometric planning criteria. An analysis of the road capacity shows that segment 1 has a saturation level of 1,339, segment 2 has a saturation level of 0,571, segment 3 has a saturation level of 0.311, and segment 4 has a saturation level of 0,252. Analysis of the horizontal alignment of the eleven existing bends necessitates widening the pavement at the bends. Only segment 2 of the segment road geometric analysis that meets planning standards is segment 2. From the three methods of geometric analysis, a recommendation is made to improve the geometric of the road in the campus area of the Catholic University of Santu Paulus Ruteng. PI 1 bend necessitates a pavement width of 1,390 meters; PI 2 bend 2,286 meters; PI 3 bend 3,495 meters; PI 4 bend 3,495 meters; PI 5 bend 3,495 meters; PI 6 bend necessitates a pavement width of 3,000 meters; 7 meters of road, 3.5 meters of lane, and 2.5 meters of sidewalk.

Keywords: Road Geometric Analysis.

Abstrak

Jalan berfungsi sebagai sarana penunjang kegiatan akademik di lingkungan kampus Universitas Katolik Santu Paulus Ruteng. Setiap tahunnya, jumlah mahasiswa terus bertambah, yang berimbas pada jumlah kendaraan yang terus meningkat. Lebar jalur jalan yang ideal dapat ditentukan dengan menggunakan analisis geometrik sesuai dengan kriteria perencanaan geometrik jalan. Analisis kapasitas jalan menunjukkan bahwa ruas 1 memiliki tingkat kejenuhan 1,339, ruas 2 memiliki tingkat kejenuhan 0,571, ruas 3 memiliki tingkat kejenuhan 0,311, dan ruas 4 memiliki tingkat kejenuhan 0,252. Analisis alinyemen horizontal dari sebelas belokan eksisting memerlukan pelebaran perkerasan pada belokan tersebut. Hanya segmen 2 dari analisis geometrik jalan segmen yang memenuhi standar perencanaan adalah segmen 2. Dari ketiga metode analisis geometrik tersebut, dibuat rekomendasi perbaikan geometrik jalan di kawasan kampus Universitas Katolik Santu Paulus Ruteng. tikungan PI 1 membutuhkan lebar perkerasan 1.390 meter; tikungan PI 2 2.286 meter; tikungan PI 3 3.495 meter; tikungan PI 4 3.495 meter; tikungan PI 5 3.495 meter; tikungan PI 6 membutuhkan lebar perkerasan 3.000 meter; Jalan 7 meter, lajur 3,5 meter, dan trotoar 2,5 meter.

Kata Kunci: Analisis Geometrik Jalan.

PENDAHULUAN

Ketersediaan sarana dan prasarana transportasi sendiri sangat berpengaruh terhadap keberhasilan transportasi. Jalan merupakan salah satu komponen yang erat kaitannya dengan transportasi yang merupakan kebutuhan modern. Salah satu cara untuk mengurai kemacetan lalu lintas dan mendukung semua ikhtiar manusia, termasuk pendidikan, adalah dengan membangun infrastruktur jalan. Salah satu perguruan tinggi yang ada di Provinsi Nusa Tenggara Timur (NTT) adalah Universitas Katolik Santu Paulus Ruteng yang setiap tahunnya menarik minat mahasiswa yang terus meningkat. Pertumbuhan jumlah mahasiswa Universitas Katolik Santu Paulus Ruteng setiap tahunnya akan berdampak pada peningkatan jumlah pergerakan kendaraan yang keluar masuk kawasan kampus. Kondisi jalan di sekitar Universitas Katolik Santu Paulus Ruteng memprihatinkan dan tidak dapat sepenuhnya menampung volume pergerakan transportasi di dalam kampus. Kondisi jalan eksisting di kawasan kampus Universitas Katolik Santu Paulus Ruteng dapat dievaluasi untuk analisis kelayakan jalan, dan hasil perhitungannya dapat digunakan untuk merencanakan ulang geometri jalan.

Aplikasi Total Stations, GPS, dan Geographic Information System (GIS) digunakan untuk pengukuran manual dalam penelitian ini. Penelitian ini dilakukan berdasarkan hal tersebut. Sebagai acuan perencanaan geometrik jalan di sekitar Universitas Katolik Santu Paulus Ruteng, kajian dalam penelitian ini berfokus pada jalur utama, yaitu jalur yang dilalui oleh angkutan umum.

Berdasarkan rumusan masalah di atas, berikut adalah tujuan penelitian:

1. Mengetahui perbedaan elevasi rata-rata topografi di kampus Universitas Katolik Santu Paulus Ruteng menggunakan aplikasi GIS selain pengukuran manual.
2. Mengetahui kapasitas jalan dan keadaan alinyemen horizontal jalan di kampus Universitas Katolik Santu Paulus Ruteng. Memanfaatkan aplikasi AutoCAD 3D, membuat rekomendasi perbaikan jalan melalui perancangan pemodelan geometrik jalan.

Komponen perencanaan jalan yang dikenal dengan perencanaan geometrik jalan dapat diartikan sebagai menitikberatkan pada alinyemen horizontal dan vertikal guna memenuhi fungsi dasar jalan yaitu memberikan kenyamanan optimal bagi arus lalu lintas pada kecepatan yang direncanakan. Menurut Sukirman (1999), alinyemen horizontal adalah proyeksi sumbu jalan pada bidang horizontal. Ini juga disebut sebagai "situasi jalan" atau "alignment jalan".

Analisis Topografi

Menurut Saodang (2004), peta topografi adalah peta yang menunjukkan ciri-ciri fisik permukaan bumi. Selain itu, peta topografi menampilkan bentang alam yang menggambarkan pergeseran elevasi. Peta topografi menggunakan garis kontur untuk menunjukkan ketinggian. Ketinggian tertentu diwakili oleh garis kontur yang digambar di peta. Garis elevasi yang sama harus menyentuh setiap titik di peta. Elevasi yang berbeda akan diwakili oleh garis kontur yang saling berdekatan. Kemiringan tanah semakin curam semakin dekat garis kontur satu sama lain. Karena akan mempengaruhi alinyemen, kemiringan jalan, visibilitas, penampang melintang, saluran samping, dan faktor lainnya, topografi memainkan peran penting dalam alinyemen jalan. Persiapan, survei pendahuluan, pemasangan monumen, pengukuran kerangka kendali vertikal, pengukuran kerangka kendali horizontal, pengukuran penampang memanjang jalan, pengukuran penampang jalan, detail situasi, azimuth awal dan akhir, pengukuran titik acuan, pengolahan data, dan penggambaran merupakan tahapan pekerjaan pengukuran topografi untuk perencanaan jalan.

Menurut Abidin (2000), ketinggian titik GPS adalah ketinggian di atas permukaan ellipsoid, yang merupakan ellipsoid GRS (Geodetic Reference System) 1980. Tinggi ortometri (H), yang biasanya diturunkan dari pengukuran leveling dan biasanya digunakan untuk keperluan praktis sehari-hari, tidak sama dengan tinggi ellipsoid (h). Tinggi elipsoid suatu titik adalah tinggi di atas elipsoid yang dihitung sepanjang garis normal elipsoid yang melewati titik tersebut, sedangkan tinggi ortometri suatu titik adalah tinggi di atas geoid yang diukur sepanjang garis gaya berat yang melewati titik tersebut.

Analisis Geometrik Jalan

Ukuran kinerja seperti kapasitas, derajat kejenuhan, tundaan, dan peluang antrian digunakan dalam prosedur perhitungan perencanaan jalan perkotaan (MKJI, 1997), serta kondisi lingkungan dan lalu lintas.

1. Data Input

Data yang dimaksud adalah geometri jalan, arus lalu lintas, dan kondisi lingkungan dari hasil survei lapangan, serta data lain yang diperlukan.

a. Kondisi geometrik

Kondisi geometrik dijelaskan mengenai informasi tentang kerb, lebar jalan, lebar bahu jalan, median, dan data lain yang diperlukan mengenai kondisi geometrik ruas jalan yang ditinjau dijelaskan dengan sangat rinci dan jelas.

b. Kondisi lalu lintas

Kondisi arus kendaraan adalah kondisi lalu lintas yang akan diperiksa. Perhitungan didasarkan pada periode 15 menit dan kemudian diubah menjadi satuan smp/jam.

c. Keadaan lingkungan

Keadaan lingkungan dapat diperoleh dari informasi seperti ukuran kota, jenis iklim dan kelas hambatan samping yang akan digunakan untuk komputasi pelaksanaan perhitungan simpang

2. Analisis Kecepatan Arus Bebas

Analisis kecepatan arus bebas untuk kendaraan ringan adalah hasil perhitungan analisis kecepatan arus bebas. Analisis kecepatan arus bebas dilakukan pada kedua arah lalu lintas pada jalan yang tidak terbagi, sedangkan pada setiap arah dilakukan pada jalan yang terbagi, yaitu jalan satu arah yang berbeda.

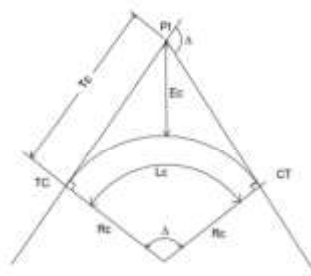
3. Analisis Kapasitas

Kapasitas suatu jalan dapat didefinisikan sebagai arus maksimum yang dapat dipertahankan per satuan jam pada kondisi tertentu. Menurut MKJI (1997), kapasitas merupakan perkalian antara kapasitas dasar (C_0) dan faktor penyesuaian (F), dengan mempertimbangkan bagaimana kapasitas dipengaruhi oleh kondisi lapangan.

Terdapat sebelas tikungan pada ruas jalan utama tersebut, kecuali kondisi tikungan pada simpang ruas jalan utama tersebut.

1) Full Circle (FC)

Full Circle (FC) merupakan tikungan yang berbentuk busur lingkaran secara penuh.



Gambar 1 Tikungan Full Circle (Sukirman, 1999)

Dimana:

Δ = Sudut tikungan

O = Titik pusat lingkaran

Tc = Panjang tangen jarak dari TC ke PI atau PI ke CT

Rc = Jari-jari lingkaran

Lc = Panjang busur lingkaran

Ec = Jarak luar PI ke busur lingkaran

Tikungan *Full Circle* dihitung menggunakan persamaan-persamaan berikut:

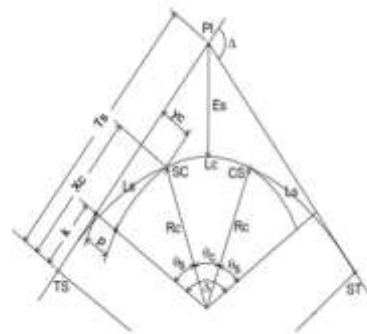
$$Tc = Rd \tan \frac{1}{2} \beta \tag{1}$$

$$Ec = Tc \tan \frac{1}{4} \beta \tag{2}$$

$$Lc = \frac{\beta 2 \pi Rd}{360^\circ} \tag{3}$$

2) *Spiral Circle Spiral (SCS)*

Spiral Circle Spiral (SCS) merupakan tikungan yang terdiri dari satu lengkung *circle* dan dua lengkung spiral, yang ditunjukkan dalam Gambar 2.



Gambar 2 Tikungan Spiral Circle Spiral (Sukirman, 1999)

Dalam gambar tersebut,

Xc = Absis titik SC pada garis tangen, jarak dari titik TS ke SC (jarak lurus lengkung peralihan)

YS = Ordinat titik SC pada garis tegak lurus garis tangen, jarak tegak lurus ke titik SC pada lengkung

Ls = Panjang lengkung peralihan (panjang dari titik TS ke SC atau CS ke ST)

Lc = Panjang busur lingkaran (panjang dari titik SC ke CS)

Ts = Panjang tangen dari titik PI ke titik TS atau ke titik ST

TS = Titik dari tangen ke spiral

SC = Titik dari tangen ke Spiral

Es = Jarak dari PI ke busur lingkaran

θs = Sudut lengkung spiral

Rc = Jari-jari lingkaran, Pergeseran tangen terhadap spiral

K = Absis dari p pada garis tangen spiral

Tikungan *Spiral Circle Spiral (SCS)* dihitung menggunakan persamaan-persamaan berikut:

$$\theta_s = \frac{360 \times L_s}{4 \pi R_d} \tag{4}$$

$$\beta_c = \beta - 2\theta_s \tag{5}$$

$$L_c = \frac{\beta_c \times \pi R_d}{180} \tag{6}$$

$$p = \frac{L_s^2}{40 \times R_d^2} - R_d (1 - \cos \theta_s) \tag{7}$$

$$k = L_s - \frac{L_s^2}{40 R_d^2} - R_d \sin \theta_s \tag{8}$$

$$T_s = (Rd+p \tan \frac{Ls\beta}{40 \times Rd^2}) - Rd \times \sin \theta_s \tag{9}$$

$$E_s = \frac{(Rd+p) - Rd}{\cos \frac{1}{2\beta}} \tag{10}$$

$$L_c = \frac{(\Delta - 2\theta_s)}{180} \pi R_c \tag{11}$$

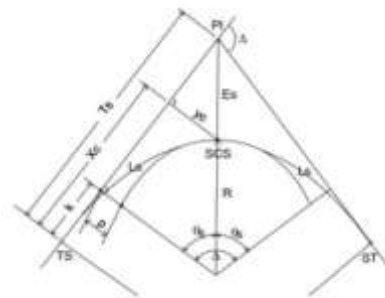
$$L_s = \frac{\theta_s \times \pi \times Rd}{90} \tag{12}$$

$$L_{tot} = L_c + 2L_s \tag{13}$$

Jika diperoleh $L_c < 20$ m, maka sebaiknya tidak digunakan lengkung SCS tetapi digunakan lengkung *Spiral-Spiral* (SS), yaitu lengkung yang terdiri dari dua lengkung spiral.

3) *Spiral-Spiral* (SS)

Spiral-Spiral (SS) merupakan tikungan yang terdiri dari dua lengkung spiral. Bentuk dari tikungan *Spiral-Spiral* (SCS), yang ditunjukkan dalam Gambar 3.



Gambar 3 Tikungan Spiral-Spiral (Sukirman, 1999)

Dalam gambar tersebut,

X_c = Absis titik SC pada garis tangen, jarak dari titik TS ke SC (jarak lurus lengkung peralihan)

Y_c = Ordinat titik SC pada garis tegak lurus garis tangen, jarak tegak lurus ke titik SC pada lengkung

L_s = Panjang lengkung peralihan (panjang dari titik TS ke SCS atau SCS ke ST)

SCS = Panjang busur lingkaran (panjang dari titik L_s ke SCS)

T_s = Panjang tangen dari titik PI ke titik TS atau ke titik ST

TS = Titik dari tangen ke spiral

SC = Titik dari tangen ke Spiral

E_s = Jarak dari PI ke busur lingkaran

θ_s = Sudut lengkung spiral

R_c = Jari-jari lingkaran

P = Pergeseran tangen terhadap spiral

K = absis dari p pada garis tangen spiral

Tikungan *Spiral Circle Spiral (SCS)* dihitung menggunakan persamaan-persamaan berikut:

$$L_c = 0 \quad (14)$$

$$\theta_s = \frac{1}{2} \Delta \quad (15)$$

$$L_{tot} = 2 L_s \quad (16)$$

$$P = \frac{L_s^2}{40 \times R d^2} - R d (1 - \cos \theta_s) \quad (17)$$

$$k = L_s - \frac{L_s^2}{40 R d^2} R d \sin \theta_s \quad (18)$$

$$T_s = (R d + p) \tan \frac{L_s}{40 R d^2} - R d \times \sin \theta_s \quad (19)$$

$$E_s = \frac{R d + p}{\cos 2\theta_s} - R d \quad (20)$$

$$L_s = \frac{\theta_s \times \pi \times R d}{90} \quad (21)$$

Pelebaran perkerasan pada tikungan dapat ditentukan dengan rumus berikut:

$$b'' = R d - \sqrt{R d^2 + p^2} \quad (22)$$

$$b' = b + b'' \quad (23)$$

$$T_d = \sqrt{R d^2 + A(2p+A)} - R d \quad (24)$$

$$Z = 0,105 \times \frac{V_r}{\sqrt{R d}} \quad (25)$$

$$B = n \times (b' + c) + (n-1) \times T_d + Z \quad (26)$$

Dimana:

B = Lebar perkerasan pada tikungan

N = Jumlah jalur lalu lintas

b = Lebar lintasan truk pada jalur lurus

b' = Lebar lintasan truk pada tikungan

p = Jarak As roda depan dengan roda belakang trus 2 As

A = Tonjolan depan sampai bumper

W = Lebar perkerasan

T_d = Lebar melintang akibat tonjolan depan

Z = Lebar tambahan akibat kelelahan pengemudi

C = Kebebasan samping

$R d$ = Jari-jari rencana

METODE PENELITIAN

Teknik Analisis Data

Pengukuran langsung di lapangan memberikan data topografi yang digunakan dalam analisis. Penelitian sebelumnya memberikan data volume kendaraan yang digunakan dalam perhitungan (Banu, 2017). Aplikasi Global Mapper digunakan untuk mengolah data GPS Geoplanner bersamaan dengan data pengukuran lapangan. Pada satu peta topografi, data dari kedua metode pengukuran ini ditampilkan. Tahapan analisis data :

1. Pembuatan Peta Topografi

Theodolite, GPS, dan data pengukuran manual akan digabungkan dengan data dari aplikasi Global Mapper untuk menghasilkan kondisi topografi yang sebanding dengan kondisi lapangan sebenarnya. Memanfaatkan aplikasi AutoCAD 3D untuk membuat peta topografi.

2. Penentuan Parameter Geometrik Jalan

Tujuan perencanaan kelas medan adalah untuk memperhitungkan elevasi tanah dalam kondisi lapangan yang sebenarnya untuk menentukan titik awal dan akhir perencanaan jalan. Hal ini bertujuan untuk mengetahui pertimbangan untuk menentukan apakah kondisi geometrik jalan eksisting masih sesuai dengan standar perencanaan geometrik jalan atau tidak dengan cara menentukan klasifikasi jalan berdasarkan Fungsi Jalan, Rencana Kendaraan, dan Volume Lalu Lintas Rencana.

3. Analisis Geometrik Jalan

Tiga metode berikut digunakan untuk melakukan analisis geometrik jalan eksisting di Universitas Katolik Santu Paulus di Ruteng :

- a. Analisis kapasitas jalan

Dengan melihat nilai tingkat kejenuhan maka kapasitas jalan dapat ditentukan dengan cepat (MKJI, 1997). Tingkat kejenuhan yang disarankan adalah kurang dari 0,75. Berdasarkan hasil perhitungan, jika derajat kejenuhan lebih besar dari 0,75 maka lebar ruas jalan tersebut harus diubah.

- b. Perbandingan kondisi eksisting geometrik jalan

Untuk mengetahui apakah kondisi geometrik jalan eksisting sesuai dengan standar perencanaan geometrik jalan, standar perencanaan geometrik jalan dibandingkan dengan kondisi geometrik jalan eksisting. Standar RSNI Perencanaan Geometrik Jalan Perkotaan Tahun 2004 berfungsi sebagai standar geometrik jalan dibandingkan dengan kondisi yang ada saat ini.

- c. Analisa alinyemen horisontal

Dimensi setiap belokan di kampus Universitas Katolik Santu Paulus Ruteng ditentukan melalui analisis alinyemen horizontal. Kondisi pada belokan menjadi fokus analisis alinyemen horizontal, dan lebar tikungan serta apakah celah samping memenuhi kriteria perencanaan geometrik jalan akan ditentukan oleh hasil perhitungan alinyemen horizontal.

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Ukuran Kota

Data jumlah penduduk

Tabel 1 Data Jumlah Penduduk Kota Ruteng (BPS,2017)

Jumlah Penduduk Kota Ruteng (Jiwa)	
Tahun	Jumlah Penduduk Kota Ruteng (Jiwa)
2010	336.238
2011	342.891
2012	365.347
2013	378.424
2014	384.111
2015	390.876
2016	402.285
Tahun	Jumlah Penduduk Kota Ruteng (Jiwa)
2017	412.707

Faktor penyesuaian ukuran kota, kota Ruteng digolongkan kedalam ukuran kelas Kota kecil.

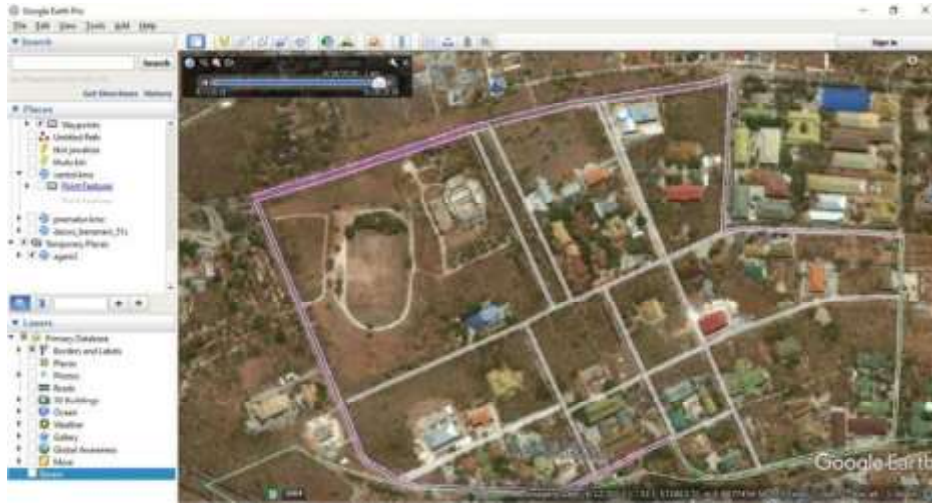
2. Volume Kendaraan Lalu-lintas

Volume lalu lintas studi ini berasal dari penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Banu pada tahun 2017. Pada setiap simpang di kawasan kampus Universitas Katolik Santu Paulus Ruteng dilakukan survei lalu lintas pada studi sebelumnya.

Tabel 2 Rekapitulasi Perhitungan Kend/jam dan smp/jam

	Segmen 1	Segmen 2	Segmen 3	Segmen 4
Senin 09/01/2017				
Kend/Jam	2924	1388	364	276
Smp/Jam	2021,6	1538,8	469,9	380,7
Selasa 13/12/2016				
Kend/Jam	3028	1260	348	280
Smp/Jam	1948,5	1208	446	359
Rabu 14/12/2016				
Kend/Jam	2512	1604	440	212
Smp/Jam	1877,3	1491,1	441	323,3
Kamis 15/12/2016				
Kend/Jam	2760	1332	348	260
Smp/Jam	1925,1	1375,7	417,4	336,5
Jumat 16/12/2016				
Kend/Jam	2584	1440	376	260
Smp/Jam	1814,2	1410,7	428,5	340,7
	Rekapitulasi Maksimum			
Kend/Jam	3028	1604	440	280
Smp/Jam	2021,6	1538,8	469,9	380,7

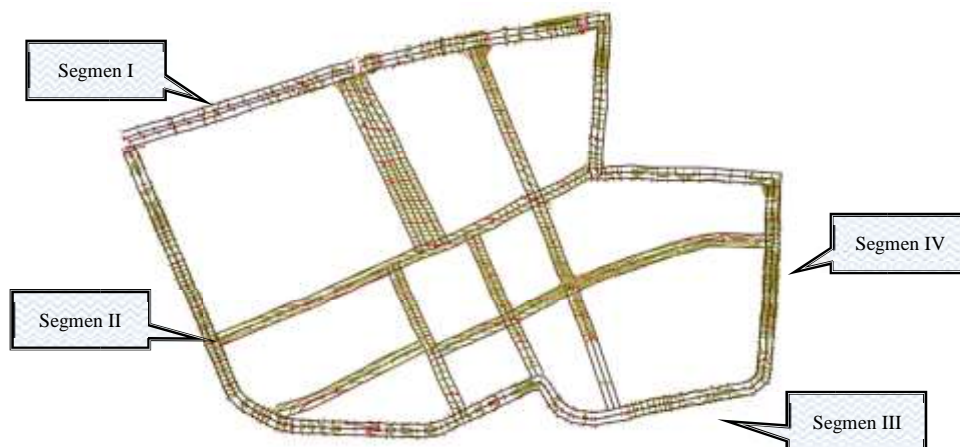
Penelitian ini menggunakan pengukuran langsung (Total Station, GPS) dan pengukuran tidak langsung (GPS Geoplanner) untuk menghasilkan peta topografi.



Gambar 4 Pengecekan akurasi pengukuran pada aplikasi Google Earth

3. **Modelan Topografi Hasil Kombinasi Pengukuran Manual Dan Aplikasi Global Mapper**

Untuk memodelkan citra topografi yang dihasilkan dengan menggabungkan pengukuran tersebut, penelitian ini menggunakan pengukuran elevasi yang dilakukan di total station daripada pengukuran manual karena pengukuran elevasi yang dilakukan di total station lebih mendekati kondisi sebenarnya. Dengan menggunakan 25 titik acuan pengukuran yang sama pada Total Station dan pengukuran GPS yang diambil pada empat ruas terbagi, selisih elevasi di kawasan kampus Universitas Katolik Santu Paulus Ruteng rata-rata minus -2.283 meter. Tujuan pengukuran GPS adalah untuk membantu memperbaiki kesalahan data koordinat yang dibuat oleh pengukuran total station.



Gambar 5 Kombinasi hasil pengukuran manual dan menggunakan aplikasi Global Mapper

4. **Analisis Kapasitas Jalan Eksisting**

Analisis kapasitas jalan eksisting bertujuan untuk mengetahui apakah kapasitas jalan di sekitar Universitas Katolik Santu Paulus Ruteng mampu menampung volume kendaraan yang parkir saat ini. Derajat kejenuhan yang diperoleh dari setiap kumpulan data yang dibagi dapat digunakan untuk menentukan kapasitas jalan. Peraturan MKJI tahun 1997 menetapkan bahwa tingkat kejenuhan harus kurang dari 0,75

1. Segmen 1 merupakan ruas jalan dari Simpang II menuju SMK St. Petrus Ruteng.
 Ruas jalan ini memiliki lebar 5,00 meter dan volume kendaraan maksimal 3028 kendaraan per jam saat melintas. Berdasarkan hasil analisis kapasitas jalan untuk ruas Simpang II yang mengarah ke SMK St. Petrus Ruteng dengan tingkat kejenuhan mencapai 1.339.
2. Segmen 2 merupakan ruas jalan dari simpang II menuju SMA 2 Langke Rembong
 Ruas jalan ini memiliki lebar 7,00 meter dan laju arus kendaraan maksimum 1604 kendaraan per jam. Hasil analisis kapasitas jalan untuk ruas Simpang II yang mengarah ke SMA 2 Langke Rembong menunjukkan tingkat kejenuhan mencapai 0,571.
3. Segmen 3 merupakan ruas jalan dari Simpang IV menuju Simpang V
 Ruas jalan ini memiliki lebar 5,10 meter dan volume kendaraan maksimal 440 kendaraan per jam saat melintas. Hasil analisis kapasitas jalan dari ruas jalan dari Simpang IV sampai Simpang V menunjukkan bahwa tingkat kejenuhan telah mencapai 0,311.
4. Segmen 4 merupakan ruas jalan dari Simpang V menuju Jl. Komodo.
 Ruas jalan ini memiliki lebar 5,00 meter dan kecepatan kendaraan maksimal 280 kilometer per jam. Berdasarkan hasil analisis kapasitas jalan untuk seksi Simpang V hingga Jl. Komodo. Tingkat kejenuhan mencapai 0,252 pada segmen 4.

5. Perbandingan Kondisi Eksisting Jalan Dengan Standar Perencanaan Geometrik Jalan Perkotaan

Perbandingan lebar jalan saat ini dengan lebar jalan ideal digunakan untuk menentukan bentuk geometrik jalan. Standar RSNI Perencanaan Geometrik Jalan Perkotaan, 2004 menjadi dasar penentuan geometrik jalan ini. Perhitungan Lebar Lajur dan Bahu Jalan Tabel 3 menggambarkan perbandingan lebar lajur saat ini dengan kondisi ideal dan pelebaran jalan perbaikan berdasarkan kondisi.

Tabel 3 Perbandingan Lebar Lajur Eksisting dengan Standar Perencanaan Geometrik Jalan

No	Segmen	Lebar Jalan yang				
		Kondisi Eksisting Jalan		disarankan (RSNI,2004)		Perbaikan
		Lebar Jalur	Lebar Lajur	Lebar Jalur	Lebar Lajur	
1	Segmen 1	5,00 m	2,50 m	7,20 m	3,60 m	2,20 m
2	Segmen 2	7,00 m	3,50 m	7,20 m	3,60 m	0,20 m
3	Segmen 3	5,10 m	2,55 m	7,20 m	3,60 m	2,10 m
4	Segmen 4	4,80 m	2,40 m	7,20 m	3,60 m	2,40 m

6. Analisis Alinyemen Horizontal

Pada ruas jalan utama memiliki 11 tikungan, 11 tikungan pada ruas jalan utama ini tidak termasuk kondisi tikungan pada simpang yang berada pada ruas jalan utama.

Tabel 4 Rekapitulasi Perhitungan Tikungan

No	Jenis	β (°)	Rd (m)	e_{max} (%)	e_{ren} (%)	e_{tjd} (%)	e_n (%)	L_s (m)	θ_s (°)	k (m)	T_s (m)	E_s (m)
Tikungan	Tikungan											
PI 1	FC	171	36,668	6	4,17	0,039	2	33	26,056	32,645	32,756	32,756

PI 2	S-C-S	152	20,529	6	4,17	0,054	2	33	46,54	31,136	109,051	75,128
PI 3	S-C-S	155	20,683	6	4,17	0,049	2	33	46,193	31,169	121,21	86,834
PI 4	S-C-S	153	20,688	6	4,17	0,049	2	33	46,182	31,17	113,19	79,014
PI 5	Circle	142	18,22	6	4,17	0,088	2	33	52,438	30,544	77,877	47,116
PI 6	S-C-S	155	23,896	6	4,17	0,045	2	33	39,982	31,712	133,906	96,506
PI 7	FC	175	25,742	6	4,17	0,047	2	33	37,115	31,936	17,613	2,006
PI 8	FC	177	26,351	6	4,17	0,047	2	33	36,257	32,000	17,156	1,935
PI 9	FC	177	25,642	6	4,17	0,047	2	33	37,260	31,925	17,124	1,998
PI 10	S-C-S	167	19,255	6	4,17	0,055	2	33	49,619	30,836	210,069	175,900
PI 11	FC	7	27,081	6	4,17	0,046	2	33	35,28	32,071	18,200	1,919

Pelebaran perkerasan pada tikungan di perhitungan dengan mempertimbangkan jenis jalan lokal dengan nasional

7. Evaluasi Dimensi Geometrik Penampang Jalan Pada Kampus Universitas Katolik Santu Paulus Ruteng

Ruas jalan yang masih memenuhi kriteria kapasitas jalan adalah sebagai berikut:

1. Ruas 2 merupakan ruas jalan pada ruas 1 yang membentang dari Simpang II hingga SMK St. Peter Ruteng searah dengan kendaraan. Ruas jalan ini memiliki lebar 7,00 meter, dan jumlah kendaraan yang melewatinya dengan laju 1604 per jam tergolong tinggi.

Tabel 5 Rekapitulasi Perhitungan Pelebaran Perkerasan di tikungan

No	Sta	Jari-jari eksisting (m)	Jenis Tikungan	Lebaran Perkerasan eksisting (m)	Perbaikan Pelebaran Perkerasan (m)
PI 1	TC 0 + 339,640 CT 0 + 432,309	36,668	FC	3,500	1,390
PI 2	TC 0 + 436,821 CT 0 + 456,35	20,528	S-C-S	3,500	2,285
PI 3	TC 0 + 518,28 CT 0 + 534,80	20,682	S-C-S	3,500	2,271
PI 4	TC 0 + 754,91 CT 0 + 763,94	20,687	S-C-S	3,500	2,271
PI 5	TC 0 + 996,25 CT 1 + 014,48	18,220	Circle	2,500	3,495
PI 6	TC 1 + 049.012 CT 1 + 070.908	23,895	S-C-S	2,500	3,000
PI 7	TC 1 + 444,53 CT 1 + 468,271	25,742	FC	3,500	2,875
PI 8	TC 1 + 568,24 CT 1 + 593,516	26,351	FC	3,500	2,838
PI 9	TC 1 + 870,50 CT 1 + 895,141	25,642	FC	3,500	2,382
PI 10	TC 1 + 905,87 CT 1 + 913,517	19,254	S-C-S	3,500	2,930
PI 11	TC 2 + 209,51 CT 2 + 235,60	27,08	FC	3,500	1,790

2. Ruas 3: Ruas jalan pada ruas 3 menuju ke arah Simpang IV dan Simpang V, dengan volume kendaraan 440 kendaraan per jam dan lebar jalan 5,1 meter.
3. Ruas 4: Ruas jalan pada ruas 4 arah Simpang V dan Jl untuk kendaraan. Naga Komodo. Di ruas jalan ini, lebar jalan adalah 5,1 meter dan dilalui 280 kendaraan setiap jamnya.

Ruas 1 merupakan ruas jalan yang tidak memenuhi syarat perhitungan kapasitas jalan. Ruas 1 merupakan ruas jalan yang membentang dari Simpang II hingga SMK St. Peter Ruteng searah dengan kendaraan. Jalan pada ruas 1 memiliki lebar 5,00 meter dan volume kendaraan 3028 kendaraan per jam.

Standar perencanaan geometrik jalan perkotaan juga dibandingkan dengan ruas jalan eksisting di lingkungan Universitas Nusa Cendana Kupang. RSNI untuk Standar Geometrik Jalan Perkotaan, 2004 menggunakan standar perencanaan geometrik yang ada untuk perbandingan penampang jalan. Hasil perbandingan keempat ruas jalan tersebut tidak memenuhi kriteria standar perencanaan geometrik jalan perkotaan, yang ditentukan dengan membandingkan lebar lajur eksisting dengan Standar Perencanaan Geometrik Jalan Kota.

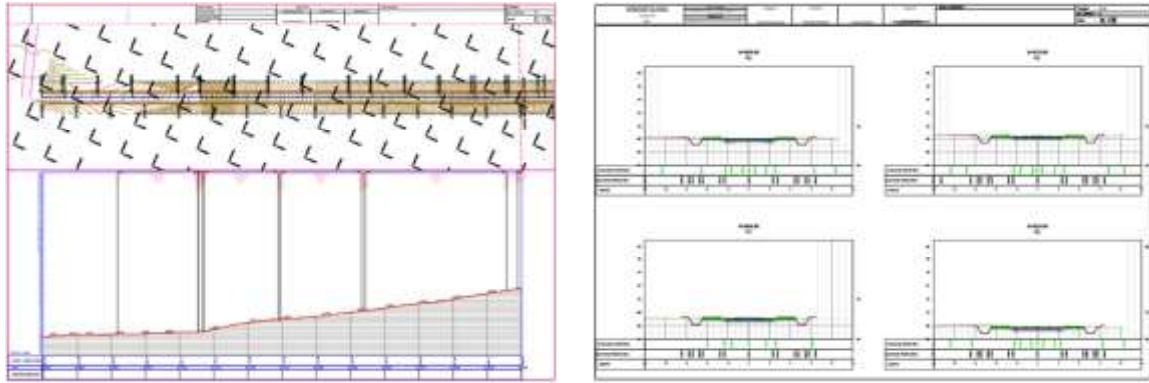
Berdasarkan hasil evaluasi dimensi geometrik ruas jalan Universitas Katolik Santu Paulus Ruteng, perlu dilakukan perbaikan atau pelebaran agar memenuhi standar perencanaan geometrik jalan perkotaan dan kapasitas jalan. Di lingkungan Universitas Katolik Santu Paulus Ruteng, penambahan lebar jalan ini akan dijadikan sebagai pemodelan dimensi geometrik jalan dengan menggunakan aplikasi Autocad 3D. Jalan ini digunakan oleh transportasi umum. Tabel berikut menunjukkan peningkatan dukungan geometrik jalan dan lebar jalan.

Tabel 6 Perbaikan pelebaran geometrik jalan

No	Segmen	Kondisi Eksisting Jalan		Kapasitas Jalan		Lebar Jalan yang disarankan (RSNI, 2004)		Perbaikan Pelebaran
		Lebar Lajur	Lebar Lajur	Derajat Kejenuhan	Keterangan	Lebar Lajur	Lebar Lajur	
1	Segmen 1	5,00 m	2,50 m	1,339	Perbaikan	7,20 m	3,60 m	2,20 m
2	Segmen 2	7,00 m	3,50 m	0,571	Aman	7,20 m	3,60 m	0,20 m
3	Segmen 3	5,10 m	2,55 m	0,311	Aman	7,20 m	3,60 m	2,10 m
4	Segmen 4	4,80 m	2,40 m	0,252	Aman	7,20 m	3,60 m	2,40 m

8. Desain Pemodelan Geometrik Jalan Dengan Menggunakan Aplikasi Autocad 3D

Dalam program Autocad 3D, topografi berfungsi sebagai dasar untuk perancangan pemodelan geometrik jalan. Pembuatan alinyemen, juga dikenal sebagai garis tengah, adalah langkah selanjutnya setelah topografi selesai. Alinyemen yang juga dikenal sebagai garis tengah dalam studi ini mengikuti kondisi jalan di Universitas Katolik Santu Paulus di Ruteng. Langkah selanjutnya adalah membuat profil atau bagian panjang setelah penyesuaian selesai. Ruas jalan *Profile/Long Section* panjang.



Gambar 6. Pemodelan Geometrik Jalan Dengan Menggunakan Aplikasi Autocad 3D

KESIMPULAN

Dari hasil analisis yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Total station digunakan untuk pengukuran langsung, dan GPS serta total station memberikan hasil yang mendekati kondisi elevasi saat ini. Selisih pengukuran elevasi yang dilakukan dengan menggunakan 25 titik pengukuran yang sama pada total station dan GPS disebut sebagai selisih rata-rata pengukuran elevasi sebesar -2,283 meter. Pengukuran GPS dimaksudkan sebagai panduan untuk menyelesaikan setiap titik hasil pengukuran stasiun total yang salah.
2. Analisis kapasitas jalan di kawasan Universitas Katolik Santu Paulus Ruteng diketahui bahwa Ruas 1 merupakan ruas dengan kejenuhan terbesar. Segmen satu memiliki tingkat kejenuhan 1,339, segmen dua memiliki tingkat saturasi 0,571, segmen tiga memiliki tingkat saturasi 0,311, dan segmen empat memiliki tingkat saturasi 0,252. Ruas 1 terdiri dari jalan-jalan yang tidak memenuhi kriteria kapasitas jalan, sebagaimana ditentukan oleh analisis kapasitas jalan. Tingkat kejenuhan lebih rendah dari nilai kapasitas jalan tipikal yang kurang dari 0,75 pada ruas 2 sampai dengan 4. Analisis alinyemen horizontal dari sebelas belokan eksisting memerlukan pelebaran perkerasan pada belokan tersebut. Hasil perbandingan kondisi jalan eksisting dengan standar perencanaan geometrik pada empat ruas jalan yang terbagi menunjukkan bahwa hanya ruas 2 dengan lebar jalan 7 meter yang memenuhi standar perencanaan. Dari ketiga metode analisis geometrik yang diperoleh, kemudian diberikan rekomendasi perbaikan geometrik jalan di kawasan kampus Universitas Katolik Santu Paulus Ruteng. PI tikungan 1 membutuhkan pelebaran perkerasan sepanjang 1.390 meter; PI tikungan 2 membutuhkan pelebaran perkerasan sepanjang 2.285 meter; PI tikungan 3 membutuhkan pelebaran perkerasan sepanjang 2.270 meter; PI tikungan 4 membutuhkan pelebaran perkerasan sepanjang 3.495 meter; PI tikungan 5 membutuhkan 7 meter jalan, 3,5 meter lajur, dan 2,5 meter trotoar.
3. Disarankan pelebaran ruas jalan di dalam area kampus Universitas Katolik Ruteng Santu Paulus, dengan rincian lebar jalan 7 m, lebar lajur 3,5 m, dan lebar trotoar 2,5 m yang dirancang menggunakan aplikasi Autocad 3D dengan output pekerjaan berupa longitudinal penampang dan penampang jalan, guna memenuhi volume kendaraan eksisting dari analisis geometrik jalan. Hal ini dilakukan guna memenuhi volume kendaraan eksisting dari analisis geometrik jalan. Untuk mengurangi waktu yang dihabiskan untuk desain jalan, perangkat lunak Autocad 3D dipilih.

SARAN

Berdasarkan hasil analisis yang dilakukan, maka beberapa saran yang dapat diberikan adalah:

1. Analisis alinyemen vertikal dan rencana khusus lainnya harus ditambahkan pada perhitungan geometrik jalan di dalam kawasan kampus Universitas Katolik Santu Paulus Ruteng untuk penelitian selanjutnya.

2. Dimensi geometrik jalan yang mampu menampung volume kendaraan di masa mendatang dapat diketahui dengan memasukkan data hambatan samping, data pejalan kaki, dan data perencanaan lainnya ke dalam perhitungan kapasitas jalan tahun rencana sebagai jumlah siswa tumbuh setiap tahun.
3. Sebagai bagian dari penataan kawasan kampus Universitas Katolik Santu Paulus Ruteng, temuan penelitian ini dapat digunakan untuk merancang bentuk geometris jalan kampus Universitas Katolik Santu Paulus Ruteng.

DAFTAR PUSTAKA

- Abidin, H, Z.2000, *Penentuan Posisi Dengan GPS Dan Aplikasinya*. Jakarta: Pradnya Paramita
- BPS.2017. *Kota Kupang Dalam Angka*. Kota Kupang.
- BSN.2004. *Geometri Jalan Perkotaan*. Jakarta.
- Banu, M. 2017. *Analisis Kinerja Lalu-lintas Simpang Tak Bersinyal Pada Komplek Kampus Universitas Nusa Cendana Kupang*. Skripsi, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Sains Dan Teknik, Universitas Nusa Cendana Kupang.
- Direktorat BM. 1997. *Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI)*. Jakarta.
- Direktorat BM. 1997. *Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota (TCPGJAK)*. Jakarta.
- Saodang, H. 2004. *Perencanaan Geometrik Jalan*. Bandung: Nova.