

EVALUASI GEOMETRIK PADA RUAS JALAN MANADO – TOMOHON km 8 – km 10

Anjali Putri Lisu Langi,
Joice E. Waani, Lintong Elisabeth
Fakultas Teknik Jurusan Sipil Universitas Sam Ratulangi Manado
email: anjalilisulangi@yahoo.co.id

ABSTRAK

Ruas jalan raya Manado - Tomohon merupakan jalan penghubung antar kota Manado dengan kota Tomohon maupun daerah-daerah yang dilewati oleh jalur jalan ini. Kondisi geometrik pada ruas jalan ini menurut pengamatan visual peneliti, belum memenuhi standar geometrik jalan untuk jalan arteri dengan kecepatan 60 km/jam-80 km/jam, dikarenakan banyaknya tikungan yang memiliki radius kecil, serta jarak antar tikungan yang berdekatan sehingga perlu untuk dilakukan perbaikan geometrik.

Untuk memperoleh data kondisi geometrik lapangan maka dilakukan pengukuran dengan menggunakan alat ukur theodolite dan GPS, data yang diperoleh dari pengukuran yaitu data koordinat dan data elevasi. selanjutnya data hasil pengukuran tersebut diolah menggunakan Microsoft excel untuk digambarkan dalam program autocad land development 2009, dari hasil penggambaran tersebut, dilakukan analisa geometriknya.

Lokasi yang ditinjau berada pada km 8 – km 10 dimana terdapat 20 tikungan, 16 diantaranya tidak memenuhi syarat jari-jari minimum yang dianjurkan Bina Marga untuk jalan arteri dengan kecepatan rencana 60 km/jam – 80 km/jam yaitu 110 m (Tata cara perencanaan geometrik jalan antar kota, 1997), serta parameter-parameter lain seperti jarak antar lengkung, superelevasi, jarak pandang serta kelandaian yang masih belum memenuhi syarat. Hasil desain ulang menghasilkan trase jalan sepanjang 1642,2 m, dengan 6 lengkung horizontal dan 5 lengkung vertikal.

Kata kunci: *Geometrik, Lengkung Horizontal, Lengkung Vertikal, Jalan Arter*

i

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Jalan merupakan salah satu prasarana transportasi darat yang memiliki peranan penting dalam sistem transportasi. Keberadaan jalan raya sangat diperlukan untuk menunjang laju pertumbuhan ekonomi seiring dengan meningkatnya kebutuhan sarana transportasi yang dapat menjangkau daerah-daerah terpencil. Oleh sebab itu perencanaan geometrik sebagai bagian dari perencanaan jalan haruslah direncanakan dengan baik sesuai dengan ketentuan yang ada, agar diperoleh hasil yang terbaik dan ekonomis, tetapi memenuhi unsur keselamatan pengguna jalan dan tidak mengganggu ekosistem.

Beberapa Jalan raya sejak awal mulai dirintis, hanya berupa lintasan lalu lalang manusia untuk mencari nafkah dengan berjalan kaki atau menggunakan kendaraan beroda tanpa mesin. Jalan ini dibuat tanpa desain geometrik terlebih dahulu, hanya disesuaikan dengan keadaan topografi. Seiring dengan perkembangan teknologi yang melahirkan macam-macam kendaraan bermesin mulai dari kendaraan beroda tiga, empat sampai lebih dari empat, maka jalan

tersebut juga mengalami peningkatan tanpa dilakukannya desain geometrik ulang.

Ruas jalan Manado-Tomohon merupakan salah satu jalan nasional yang ada di Sulawesi Utara, yang menghubungkan kota Manado dan kota Tomohon. Berdasarkan pengamatan visual peneliti, terdapat kondisi geometrik jalan yang dianggap kurang layak, misalnya tikungan yang memiliki jari-jari kecil/kurang yang tidak memenuhi standar perencanaan untuk jalan nasional yang mempunyai kecepatan minimum 60 km/jam yaitu 110 m, serta pinggirnya merupakan tebing yang menyebabkan jarak pandang pengemudi menjadi pendek, jarak antar lengkung yang terlalu berdekatan, dan terdapat tanjakan yang melebihi kelandaian maksimum yang diizinkan yaitu 10%.

Dengan demikian perlu dilakukan suatu evaluasi geometrik terhadap ruas jalan tersebut dengan berpedoman pada ketentuan Bina Marga untuk jalan antar kota.

Rumusan Masalah.

Desain geometrik jalan sangat berpengaruh terhadap keamanan dan kenyamanan bagi pengguna jalan yang merupakan prioritas utama

serta syarat pokok pada perencanaan jalan raya. Untuk itu, apakah kondisi real dari geometrik ruas jalan Manado-Tomohon yang pada hakekatnya belum pernah didesain geometrik, sudah memenuhi standar pengguna jalan yang aman, nyaman dan memenuhi standar perhitungan Bina Marga untuk jalan antar kota tahun 1997, maka geometrik jalan Manado-Tomohon perlu dilakukan evaluasi kembali dengan berpedoman pada metode Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota, Bina Marga tahun 1997.

Batasan Masalah

Batasan masalah meliputi:

1. Lokasi yang akan diteliti adalah ruas jalan Manado-Tomohon (km 8-km 10).
2. Tahapan evaluasi dilaksanakan hanya sampai pada desain alinyemen meliputi alinyemen horizontal dan alinyemen vertikal
3. Perencanaan geometrik pada ruas jalan Manado-Tomohon berpedoman pada standar Bina Marga untuk jalan antar kota tahun 1997.

Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi kondisi geometrik di ruas jalan Manado-Tomohon:

- Mengevaluasi alinyemen horizontal
- Mengevaluasi alinyemen vertikal

Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah untuk mendapatkan hasil perhitungan yang sesuai dengan standar perencanaan geometrik jalan serta mampu meningkatkan wawasan dan pemahaman tentang geometrik jalan

METODOLOGI PENELITIAN

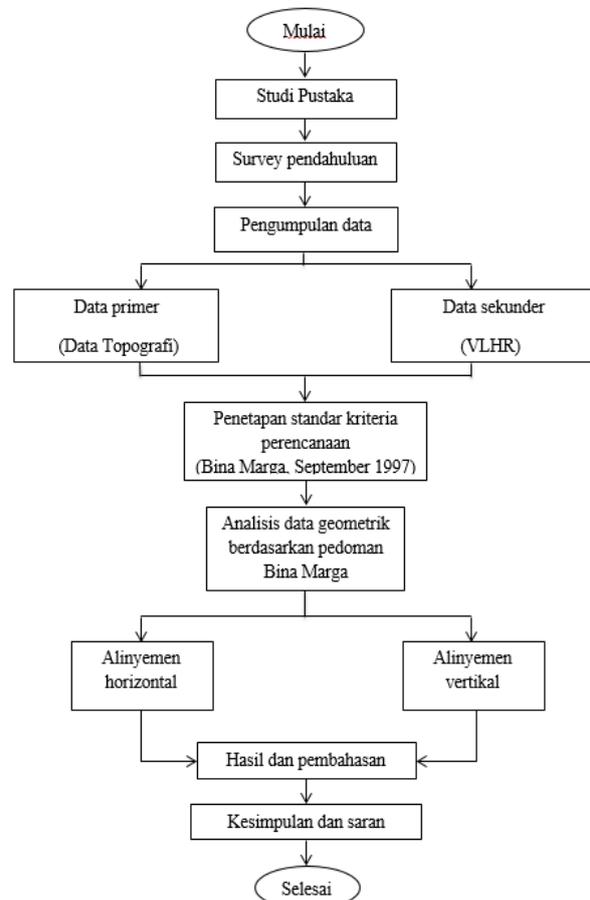
Diagram Alir Penelitian

Tahapan pelaksanaan penelitian telah disusun dalam bentuk diagram alir yang diperlihatkan pada Gambar 1.

Prosedur Penelitian

1. Survei lokasi penelitian (ruas jalan Manado-Tomohon)
2. Pengumpulan Data
3. Penetapan standar kriteria perencanaan yang akan dijadikan sebagai acuan pada tahapan perubahan alinyemen
4. Analisis data dilakukan dengan menghitung elemen dalam perencanaan geometrik jalan. Data yang diperoleh dari hasil survei diolah

menggunakan Microsoft Excel kemudian hasilnya diimpor ke program autocad land development



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

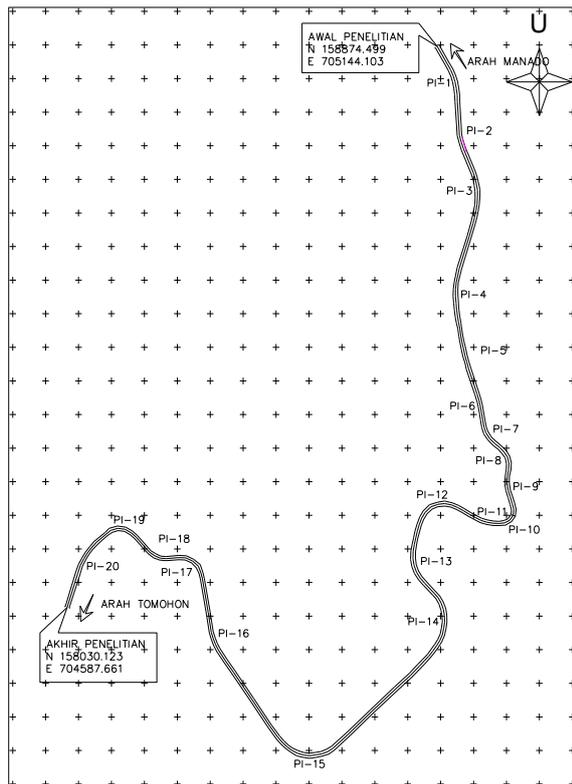
HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada lokasi penelitian yaitu ruas jalan Manado-Tomohon, peneliti melakukan survey pengukuran topografi menggunakan alat ukur Theodolite beserta kelengkapan yang dibutuhkan selama proses pengukuran.

Layout lokasi penelitian beserta gambar radius hasil pengukuran diperlihatkan pada Gambar 2.

Lokasi pengukuran dimulai dari patok km 8 sampai km 10 dengan panjang jalan hasil pengukuran adalah 2000 m. Jumlah tikungan yang ada sebanyak 20 tikungan.

Evaluasi geometrik dilakukan dengan membandingkan kondisi alinyemen horizontal dan alinyemen vertikal *existing* dengan standar yang dikeluarkan oleh bina marga, yaitu Tata cara perencanaan geometrik jalan antar kota, 1997.



Gambar 2. Layout Lokasi Penelitian

Tabel standar kriteria perencanaan jalan yang akan dijadikan sebagai acuan pada tahapan evaluasi dan tahapan perubahan alinyemen disajikan dalam tabel 1.

Tabel 1. Standar Kriteria Perencanaan Jalan

Fungsi jalan	Arteri
Wewenang pembinaan jalan	Jalan nasional
Tipe jalan	Dua lajur tak terbagi (2/2 TB)
Volume lalu lintas harian rencana VLHR (smp/hari)	10000-25000
Kecepatan rencana	60 km/jam
e maks (%)	10%
Lebar lajur (m)	3,5 m
Lebar bahu (m)	2 m
Jarak pandang henti (m)	75 m
Jarak pandang menyiap (m)	350 m
Kelandaian maksimum (%)	8%
Panjang kritis (m)	110 m
Jari jari minimum, R min (m)	110 m
Panjang minimum lengkung peralihan, Ls min	50 m
Koefisien gesek untuk perkerasan aspal f maks (km/h)	0.1525

Sumber: Kemen PU, 2011

Evaluasi Alinyemen Horisontal

Untuk mencari jari lengkung jalan existing, perencana mencoba menetapkan jari-jari pada tikungan dengan radius yang berbeda-beda, dengan cara membuat garis patah-patah mengikuti bagian jalan yang lurus dan menyinggung pada bagian lengkung, kemudian buat lingkaran dengan besaran radius tertentu sehingga mendekati lengkung jalan existing.

Dari total 20 tikungan yang ada pada lokasi penelitian, 16 tikungan tidak memenuhi standar pada aspek jari-jari tikungan, 7 jarak antar lengkung yang tidak memenuhi panjang daerah sisipan minimum, dan 5 tikungan melebihi superelevasi maksimum sesuai yang disyaratkan.

Hasil evaluasi alinyemen horizontal disajikan dalam tabel 2.

Tabel 2. Rekapitulasi Evaluasi Alinyemen Horisontal

Pi	R (m) existing	Rmin (m) Vr = 60 km/jam	Keterangan	superelevasi (%) (existing)	Keterangan	Jarak antar lengkung existing	Jarak antar lengkung standar	Keterangan
1	100	110	Tidak	7.54348	Memenuhi	48.6372	> 20	Memenuhi
2	96	110	Tidak	4.13158	Memenuhi	31.5241	> 20	Memenuhi
3	110	110	Memenuhi	4.51547	Memenuhi	70.6336	> 20	Memenuhi
4	150	110	Memenuhi	3.95429	Memenuhi	33.8466	> 20	Memenuhi
5	400	110	Memenuhi	0.66660	Memenuhi	28.5249	> 20	Memenuhi
6	170	110	Memenuhi	2.11458	Memenuhi	18.1667	> 20	Tidak
7	48	110	Tidak	6.16691	Memenuhi	9.2537	> 20	Tidak
8	35	110	Tidak	10.31449	Tidak	4.9722	> 20	Tidak
9	55	110	Tidak	6.50648	Memenuhi	17.9952	> 20	Tidak
10	21	110	Tidak	12.33278	Tidak	5.9668	> 20	Tidak
11	70	110	Tidak	6.22643	Memenuhi	26.0966	> 20	Memenuhi
12	40	110	Tidak	10.40140	Tidak	34.7564	> 20	Memenuhi
13	55	110	Tidak	5.87467	Memenuhi	22.0027	> 20	Memenuhi
14	65	110	Tidak	9.11596	Memenuhi	195.9767	> 20	Memenuhi
15	60	110	Tidak	9.27913	Memenuhi	152.9541	> 20	Memenuhi
16	90	110	Tidak	7.14208	Memenuhi	82.3003	> 20	Memenuhi
17	32	110	Tidak	10.75347	Tidak	16.8972	> 20	Tidak
18	38	110	Tidak	8.27850	Memenuhi	29.9685	> 20	Memenuhi
19	30	110	Tidak	11.07543	Tidak	15.4674	> 20	Tidak
20	100	110	Tidak	7.51916	Memenuhi			

Sumber: Hasil Analisis

Evaluasi Alinyemen Vertikal

Dari hasil analisis ditemukan bahwa pada kelandaian existing terdapat 1 kelandaian yang melebihi landai maksimum 8%, dimana kelandaian jalan tersebut sebesar 8,4%

Perencanaan

Setelah didesain sesuai standar perencanaan geometrik jalan antar kota, maka total panjang jalan yang ditinjau menjadi 1.642,19 meter dengan jumlah lengkung 6 buah, yang semuanya merupakan lengkung SCS. Berikut akan disajikan desain tikungan yang baru dengan jari jari rencana pada tiap tikungan yang sudah mengalami perubahan sesuai standar.

Tabel 3. Koordinat Jarak dan Azimuth

Titik	Koordinat		Jarak	Δ
	X	Y		
A	705144.103	158874.499		
PI 1	705232.72	158722.15	176.248 m	47.439
PI 2	705161.283	158492.142	240.846 m	34.967
PI 3	705250.383	158213.183	292.843 m	40.559
PI 4	705155.892	157988.904	243.371 m	24.065
PI 5	704941.053	157787.946	294.177 m	98.618
PI 6	704714.734	158117.62	399.882 m	90.080
B	704587.661	158030.123	154.283 m	
	d total		1801.649 m	

Sumber : Hasil Analisis

Tabel 4. Data Radius Lengkung Rencana

PI	Koordinat		R desain (m)	Tipe Lengkung
	X	Y		
PI 1	705232.72	158722.15	250	S-C-S
PI 2	705161.28	158492.14	150	S-C-S
PI 3	705250.38	158213.18	200	S-C-S
PI 4	705155.89	157988.90	300	S-C-S
PI 5	704941.05	157787.94	130	S-C-S
PI 6	704714.73	158117.62	120	S-C-S

Sumber : Hasil Analisis

Tabel 5. Lengkung Peralihan

PI	R (m)	e	Ls			Nilai terbesar (pembulatan)
			1	2	3	
1	250	0.071	50	18.477	38.095	50
2	150	0.094	50	40.749	38.095	50
3	200	0.082	50	25.857	38.095	50
4	300	0.062	50	14.238	38.095	50
5	130	0.098	50	51.297	38.095	52
6	120	0.1	50	58.095	38.095	58

Sumber : Hasil Analisis

Tabel 5. Hasil Perhitungan Lengkung S-C-S

PI	Θs	Θs (°)	Δc (°)	p	k	Ys	Xs	Lc	Ts
PI 1	0.100	5.730	35.980	0.417	24.992	1.667	49.950	156.993	135.019
PI 2	0.167	9.549	15.869	0.694	24.977	2.778	49.861	41.545	72.444
PI 3	0.125	7.162	26.236	0.521	24.987	2.083	49.922	91.580	99.082
PI 4	0.083	4.775	14.517	0.347	24.994	1.389	49.965	76.009	89.015
PI 5	0.200	11.459	75.700	0.867	25.965	3.467	51.792	171.759	178.161
PI 6	0.242	13.846	62.387	1.168	28.943	4.672	57.661	130.664	150.281

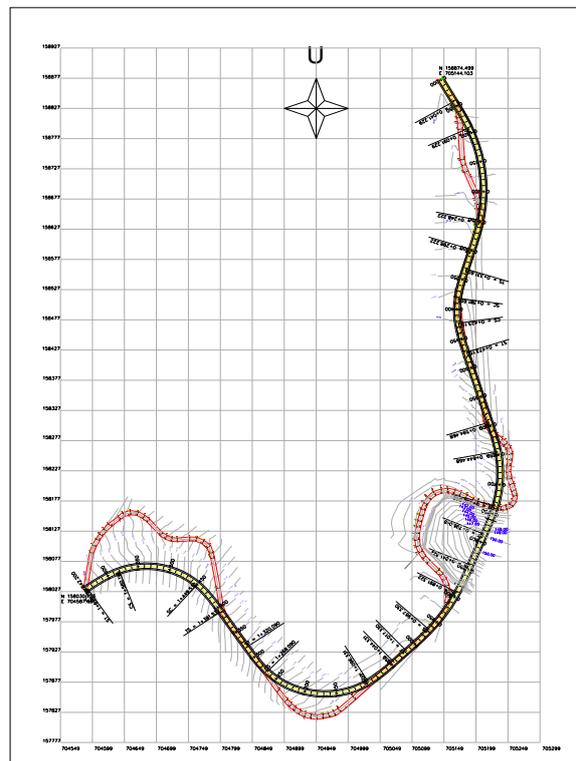
Sumber : Hasil Analisis

Tabel 6. Kontrol Overlapping dan Jarak Antar Lengkung

L total < 2*Ts			Overlapping			Jarak antar lengkung	
L total	2*Ts	kontrol	Ts n + Ts n+1	< dn	kontrol		
256.993	270.039	OK !!	207.46299	240.846	OK !!	33.383	> 20
141.545	144.887	OK !!	171.52538	292.843	OK !!	121.317	> 20
191.580	198.164	OK !!	188.09725	243.371	OK !!	55.274	> 20
176.009	178.031	OK !!	267.17696	294.177	OK !!	27.000	> 20
275.759	356.323	OK !!	328.44218	399.882	OK !!	71.439	> 20
246.664	300.561	OK !!					

Sumber : Hasil Analisis

Pada Gambar 3 berikut ini disajikan gambar alinyemen horizontal hasil desain



Ket: Garis merah merupakan jalan existing Garis hitam jalan desain

Gambar 3. Alinyemen Horizontal Hasil Desain

Perencanaan alinyemen vertikal pada trase jalan rencana dihasilkan 5 lengkung vertikal yaitu satu lengkung vertikal cembung dan 4 lengkung vertikal cekung dengan kelandaian < 8%

Tabel 7. Elevasi Rencana

STA	Elevasi Rencana
sta A = 0+000	150.1046
sta PPV 1 = 0+210	149
sta PPV 2 = 0+470	157
sta PPV 3 = 0+740	141
sta PPV 4 = 1+070	132.3647
sta PPV 5 = 1+310	143
sta B = 1+642.2	168.9653

Sumber : Hasil Analisis

Untuk mencari nilai gradient digunakan rumus berikut

$$g = \frac{\text{elevasi akhir} - \text{elevasi awal}}{\text{jarak}} \times 100$$

$$g1 = \frac{149 - 150,1046}{210} \times 100 \% = -0,526 \%$$

$$g2 = \frac{157 - 149}{260} \times 100 \% = 3,0769 \%$$

$$g3 = \frac{141 - 157}{270} \times 100 \% = -5,9259 \%$$

$$g4 = \frac{132 - 141}{340} \times 100 \% = -2,6470 \%$$

$$g5 = \frac{143 - 132}{230} \times 100 \% = 4,4730 \%$$

$$g6 = \frac{168,9653 - 143}{332,2} \times 100 \% = 7,8161 \%$$

selanjutnya cari nilai perbedaan kelandaian (A)

$$A = g1 - g2$$

$$A1 = -0,526 - 3,0769 = - 3,6029 \%$$

$$A2 = 3,0769 - (-5,9259) = 9,0028 \%$$

$$A3 = -5,9259 - (-2,6470) = - 3,2788 \%$$

$$A4 = -2,6470 - 4,4730 = - 7,1201 \%$$

$$A4 = 4,4730 - 7,8161 = - 3,3431 \%$$

Untuk perbedaan landai (-) maka merupakan lengkung vertikal cekung, sedangkan (+) merupakan lengkung vertikal cembung.

Untuk lengkung vertikal menggunakan rumus berikut:

▪ Cembung

a. Panjang lengkung vertikal cembung berdasarkan jarak pandangan henti (Jh)

- $Jh < L$,

$$\text{maka } L = \frac{A \cdot Jh^2}{399}$$

- $Jh > L$,

$$\text{maka } L = 2Jh - \left(\frac{399}{A}\right)$$

b. Panjang lengkung vertikal cembung berdasarkan jarak pandangan mendahului (Jd)

- $Jd < L$,

$$\text{maka } L = \frac{A \cdot Jd^2}{840}$$

- $Jd > L$,

$$\text{maka } L = 2Jd - \left(\frac{840}{A}\right)$$

▪ Cekung

a. Jarak pandang akibat penyinaran lampu depan $< L$

$$L = \frac{AS^2}{120 + 3,5 S}$$

b. Jarak pandang akibat penyinaran lampu depan $> L$

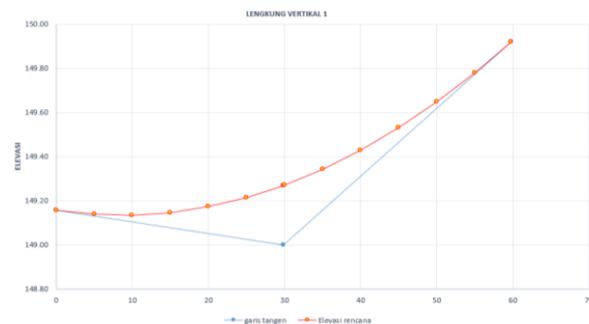
$$L = 2S - \left(\frac{120 + 3,5 S}{A}\right)$$

Berikut akan disajikan tabel desain lengkung vertikal (tabel 8) serta contoh gambar lengkung vertikal cekung dan cembung ruas jalan Manado - Tomohon (Gambar 4 dan Gambar 5).

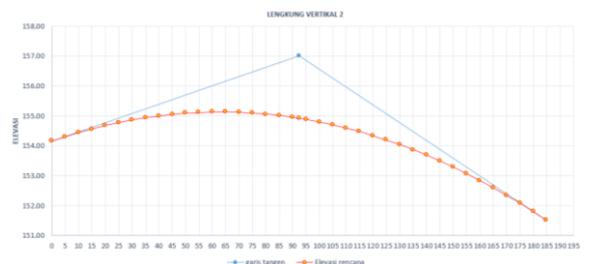
Tabel 8. Desain Lengkung Vertikal

PVI	g1 (%)	g2 (%)	A (%)	Lv (m)
1	-0.5260	3.0769	3.6029	59.7712
2	3.0769	-5.9259	9.0028	184.7699
3	-5.9259	-2.6471	3.2789	47.7913
4	-2.6471	4.4730	7.1201	133.5070
5	4.4730	7.8162	3.3431	50.3514

Sumber : Hasil Analisis



Gambar 4. Lengkung Vertikal 1



Gambar 5. Lengkung Vertikal 2

Pekerjaan Galian Timbunan

Perhitungan volume pekerjaan galian dan timbunan dihitung dengan cara mengambil rata-rata luas kedua ujung penampang misalnya luas penampang dari sta 0+000 dan sta 0+050 kemudian dikalikan dengan jarak sta tersebut.

Untuk pekerjaan galian timbunan menghasilkan galian sebesar 11672,1 m³ dan timbunan sebesar 9220,523 m³.

PENUTUP

Kesimpulan

Desain geometrik jalan dilaksanakan sesuai dengan standar Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota, 1997 pada ruas jalan Manado – Tomohon km 8 – km 10.

Dari hasil dan pembahasan sebelumnya diambil kesimpulan sebagai berikut.

- Kondisi alinyemen horizontal pada lokasi penelitian belum memenuhi standar Bina Marga (Tata cara perencanaan geometrik jalan antar kota, 1997), karena dari 20 tikungan yang ada 16 tikungan diantaranya tidak mencapai radius minimum 110 m, pada kondisi existing terdapat nilai superelevasi yang melebihi superelevasi maksimum yang diizinkan yaitu 10 %, dan jarak pandang yang tidak memenuhi standar di tikungan karena memiliki radius kecil serta pinggirnya merupakan tebing.
- Perbaikan dilakukan dengan mengubah radius tikungan sesuai dengan peraturan, sehingga menghasilkan trase jalan rencana sepanjang 1642,2 m dengan 6 buah lengkung horizontal tipe S-C-S. Untuk tikungan yang sudah memenuhi syarat, tetap dilakukan perbaikan dengan penyesuaian garis tangen sehingga tercipta kenyamanan geometrik yang lebih optimal dan dalam satu garis lurus dengan tikungan sebelumnya. Radius lengkung hasil desain ulang yaitu PI 1 = 250 m, PI 2 = 150 m, PI 3 = 200 m, PI 4 = 300 m, PI 5 = 130 m, dan PI 6 = 120 m. Nilai superelevasi yang digunakan pada 6 lengkung rencana yaitu PI 1

= 7,1%, PI 2 = 9,4%, PI 3 = 8,2%, PI 4 = 6,2%, PI 5 = 9,8% dan PI 6 = 10%, dan jarak antar lengkung pada jalan rencana telah memenuhi standar, dengan jarak antar lengkung terpendek dari hasil desain adalah 27 m.

- Untuk alinyemen vertikal pada kondisi existing terdapat 1 kelandaian jalan yang melebihi landai maksimum sesuai standar Tata Cara Perencanaan Jalan Antar Kota, 1997 yaitu sebesar 8 %, dimana pada lokasi penelitian terdapat kelandaian sebesar 8,4 %. Hasil desain alinyemen vertikal menghasilkan 5 lengkung vertikal terdiri dari 1 lengkung vertikal cembung dan 4 lengkung vertikal cekung dengan kelandaian < 8%. Pekerjaan galian timbunan menghasilkan galian sebesar 12044,2 m³ dan timbunan sebesar 9064,44 m³ untuk perencanaan menggunakan terowongan, dan untuk pekerjaan galian timbunan tanpa terowongan menghasilkan galian sebesar 27994,23 m³ dan timbunan sebesar 9064,44 m³.

Saran

Untuk perkembangan penulisan selanjutnya maka penulis bermaksud untuk memberikan masukan/saran yaitu sebagai berikut:

1. Sisa galian yang diperoleh dapat digunakan untuk perencanaan alinyemen vertikal pada ruas jalan selanjutnya sebagai timbunan untuk lengkung cekung atau timbunan untuk dataran rendah.
2. Untuk perencanaan lebih lanjut bisa ditambahkan dengan perhitungan perencanaan saluran drainase dan RAB.

DAFTAR PUSTAKA

- Ananda, R., Retno, D. P. 2014. Evaluasi Perencanaan Geometrik Pada Ruas Jalan Lubuk Sakat – Teluk Petai Pada km 2 – km 4,8 Kabupaten Kampar. *Jurnal Saintis*, Vol. 14 No. 2, Oktober 2014, 54 – 65. ISSN 1410 – 7783.
- Badan Standardisasi Nasional, 2004. *Geometri Jalan Perkotaan SNI T-14-2004*.
- Chasanah, K., Purwanto, M. Y. J., Sudiby, T. 2018. Evaluasi Alinyemen Vertikal dan Horizontal, Studi Kasus: Di Depan Gedung Perpustakaan Kampus Dramaga Institut Pertanian Bogor. *Jurnal Teknik Sipil dan Lingkungan* Vol. 2 No. 3 Desember 2017. Institut Pertanian Bogor
- Departemen Pekerjaan Umum. 1992. *Standar Perencanaan Geometrik untuk Jalan Perkotaan*, Direktorat Jenderal Bina Marga, Direktorat Pembinaan Jalan Kota, Jakarta.
- Departemen Pekerjaan Umum. 1997. *Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota No. 038/TBM/1997*. Jakarta (ID): Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Bina Marga, Jakarta

- Fahlifie, A., Sukirman, S., Haris, S. 2007. *Evaluasi terhadap Perencanaan pada Jalan Alternatif Waduk Darma Kabupaten Kuningan Jawa Barat*. Jurnal Teknik Sipil, Vol. 5 No.1 April 2007 ISSN 1693 – 4652
- Hendarasin, S. L., 2000. *Perencanaan Teknik Jalan Raya*. Bandung: Jurusan Teknik Sipil – Politeknik Negeri Bandung.
- Kementrian Pekerjaan Umum. 2011. *Persyaratan Teknis Jalan dan Kriteria Perencanaan Teknis Jalan. Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 19/PRT/M/2011*. Jakarta.
- Pangerapan, M. L., Sendow, T. K., Lintong, E.M., 2018. *Studi Perbandingan Perencanaan Tebal Lapis Tambah (Overlay) Perkerasan Lentur Menurut Metode Pd T-05-2005-B dan Manual Desain Perkerasan Jalan 2013 (Studi Kasus: Ruas Jalan Batas Kota Manado – Tomohon)*. Jurnal Sipil Statik Vol.6 No. 10 Oktober 2018 (823-834) ISSN: 2337-6732
- Perda Prov. 2014. *Peraturan Daerah Provinsi Sulawesi Utara Nomor 1 Tahun 2014 Tentang Rencana Tata Ruang Wilayah Provinsi Sulawesi Utara Tahun 2014 - 2034*. Lembaran daerah Provinsi Sulawesi Utara Tahun 2014 Nomor 1. Sulawesi Utara
- 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 Vol. 1 No. 7, Juni 2013 (499 – 504) ISSN: 2337 - 6732.
- Saodang, H., 2010. *Konstruksi Jalan Raya, Geometrik Jalan*. Bandung: Penerbit Nova.
- Sukirman, S., 1999. *Dasar-Dasar Perencanaan Geometrik Jalan*. Bandung: Penerbit Nova
- Suwardo, dan Haryanto, I. 2016. *Perancangan Geometrik Jalan*. Yogyakarta: Gajah Mada University Press

Halaman ini sengaja dikosongkan