

Pengaruh Variasi Panjang Serat Terhadap *Flowability* dan *Extrudability* Mortar Komposit Serat Rumput Payung (*Cyperus Alternifolius*) Untuk Aplikasi Beton Cetak 3 Dimensi

Octavius Chico David Christian¹, Lila Khamelda², Sendy Fransiscus Tanton³
^{1,2,3}Prodi Teknik Sipil - Universitas Katolik Widya Karya Malang, Indonesia

Alamat: Universitas Katolik Widya Karya Malang – Jl. Bondowoso No 2 Malang

*Korespondensi penulis: 202132010@widyakarya.ac.id

Abstract. *The optimization of road alignment has become increasingly important due to the continuous growth in traffic volume and the rising demand for efficient travel time. Road optimization considers several key factors, including traffic volume, population growth, and regional development, to ensure that transportation infrastructure remains functional and capable of meeting future mobility demands. The Malang–Batu corridor is characterized by mountainous terrain and hilly topography, requiring an appropriate geometric road design to determine the shortest feasible route while maintaining compliance with the Indonesian Bina Marga geometric design standards. This study developed a geometric road alignment model by applying Bina Marga specifications, in which the first horizontal curve was designed using the Spiral–Circle–Spiral (SCS) configuration, the second curve employed the Spiral–Spiral (SS) configuration, and the third curve utilized the Spiral–Circle–Spiral (SCS) configuration. The primary objective of this study was to determine the minimum achievable route length through variations in horizontal alignment parameters. The modeling results indicate that the shortest route length obtained was 1,101.17 m. The optimal horizontal alignment consisted of an SCS curve at Point A, an SS curve at Point B, and an SCS curve at Point C, whereas the vertical alignment followed the existing terrain conditions, incorporating both crest and sag vertical curves. These findings demonstrate that optimizing horizontal alignment parameters can effectively minimize route length while satisfying the geometric design requirements established by the Bina Marga standards.*

Keywords: *geometric road design; horizontal alignment; vertical alignment; Spiral–Circle–Spiral (SCS); Spiral–Spiral (SS)*

Abstrak. Penguatan Kebutuhan akan optimalisasi jalur jalan menjadi semakin penting seiring dengan meningkatnya volume kendaraan dan tuntutan efisiensi waktu perjalanan. Optimalisasi mempertimbangkan faktor seperti volume kendaraan, pertumbuhan populasi, dan perkembangan wilayah agar jalan tetap relevan dan fungsional. Pada jalur malang-batu memiliki kondisi geografis yang berada pada dataran tinggi dan daerah berbukit sehingga membutuhkan pemodelan geometrik yang berguna untuk merencanakan rute dengan jarak terpendek, sehingga dapat mengefisiensi waktu tempuh dan tetap memenuhi standar Bina Marga. Hasil Pemodelan geometrik jalan menggunakan spesifikasi bina marga dengan metode SCS yang digunakan pada tikungan ke-1, SS pada tikungan ke-2 dan SCS pada tikungan ke-3. Tujuan diadakan perencanaan ini adalah untuk mengetahui jarak minimum yang dapat ditempuh dengan melakukan variasi terhadap parameter alinyemen horisontal. Kesimpulan dari hasil pemodelan yaitu jarak terpendek yang didapatkan sepanjang 1101,17 m, dengan Variasi pada alinyemen horisontal berdasarkan tipe lengkung dimana pada titik A digunakan tipe SCS, titik B digunakan tipe SS dan titik C digunakan tipe SCS, sedangkan tipe alinyemen vertikal berdasarkan kondisi eksisting yaitu cembung dan cekung.

Kata kunci: Perencanaan Geometrik Jalan; Alinyemen Horizontal; Alinyemen Vertikal; Lengkung Spiral–Lingkaran–Spiral (SCS); Lengkung Spiral–Spiral (SS)

1. LATAR BELAKANG

Alogaritma jalur terpendek telah lama menjadi dasar dalam optimasi rute transportasi Dijkstra, (2022). American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO) (juga menekankan bahwa perencanaan geometrik yang baik harus mengoptimalkan jarak tempuh stabil meminimalkan gangguan lingkungan dan biaya konstruksi AASTHO, (2018). Pemodelan geometrik jalan menjadi solusi untuk merancang rute

yang tidak hanya terpendek tetapi juga memenuhi standar keamanan, kenyamanan, dan ketahanan struktur jalan. CAD merupakan salah satu software BIM Jethroimf, (2024) yang dapat diimplementasikan untuk pemodelan geometrik jalan.

Kebutuhan akan optimalisasi jalur jalan menjadi semakin penting seiring dengan meningkatnya volume kendaraan dan tuntutan efisiensi waktu perjalanan. Optimalisasi mempertimbangkan faktor seperti volume kendaraan, pertumbuhan populasi, dan perkembangan wilayah agar jalan tetap relevan dan fungsional. Pemilihan jalur terpendek dalam perencanaan jalan tidak hanya berkaitan dengan jarak fisik, tetapi juga dengan efisiensi material dan daya tahan struktur jalan Bina Marga, (2021) Perencanaan geometrik jalan harus mempertimbangkan aspek teknis seperti alinyemen horizontal dan vertikal, lebar jalan, serta kemiringan, agar dapat menyesuaikan dengan kondisi topografi sekaligus memastikan keamanan pengguna jalan AASTHO, (2018)

Jurnal ini memodelkan rancangan geometrik jalan pada rute Malang-Batu khususnya pada jalan Dadaprejo - Ir. Soekarno - Mojorejo dengan variasi pada alinyemen horisontal dan vertikal untuk mendapatkan jalur terpendek. Rute ini dipilih sebagai studi kasus pemodelan karena kondisi geografis Malang-Batu yang berada pada dataran tinggi dan berbukit Pemkot Malang, (2024) membutuhkan rute dengan jarak terpendek sehingga mengurangi waktu.

2. KAJIAN TEORITIS

Perencanaan atau pemodelan geometrik adalah bentuk perancangan yang berfokus pada perhitungan untuk merencanakan bentuk fisik yang dapat memenuhi standar. Perencanaan atau pemodelan geometrik harus mempertimbangkan klasifikasi serta geometrik jalan untuk dapat menentukan parameter desain yang sesuai serta dapat memastikan keselamatan bagi pengguna jalan. Klasifikasi jalan memegang peranan penting dalam perencanaan geometrik jalan karena menjadi dasar penentuan seluruh parameter desain yang akan digunakan. Perencanaan geometrik yang tepat harus selalu mempertimbangkan klasifikasi jalan untuk memastikan keselamatan, kenyamanan, dan efisiensi bagi pengguna jalan (AASHTO, 2018). Klasifikasi jalan juga didasarkan pada kondisi medan, yaitu daerah datar, perbukitan, dan pegunungan. Jalan di daerah pegunungan seperti Malang-Batu memerlukan gradien maksimal 8% dan radius tikungan yang lebih besar dibandingkan jalan di daerah datar (AASHTO, 2018).

Pemodelan geometrik pada jalan Dadaprejo - Ir. Soekarno - Mojorejo, dapat diklasifikasi sebagai jalan arteri primer yang berfungsi untuk menghubungkan daerah yang memiliki Pusat Kegiatan Nasional (PKN) dan Pusat Kegiatan Wilayah (PKW). Serta pada bagian lengkungan dalam pemodelan geometrik jalan terdiri dari *Full Circle* (FC), *Spiral Circle Spiral* (SCS), *Spiral Spiral* (SS). Tujuan utama dalam pemodelan geometrik jalan adalah untuk mencari jarak

terpendek guna mengefisiensi waktu tempuh, serta perencanaan yang sesuai dengan standar sehingga memenuhi kenyamanan dan keselamatan pengguna jalan.

3. METODE PENELITIAN

3.1 Jenis Penelitian

Pemodelan geometrik jalan ini berupa studi kasus yang datanya diperoleh dengan metode kuantitatif. Penelitian kuantitatif adalah penelitian empiris di mana data-datanya dalam bentuk sesuatu yang dapat dihitung. Penelitian kuantitatif memperhatikan pengumpulan dan analisis data dalam bentuk numerik (Punch, 2013).

3.2 Tahapan Penelitian

Tahapan pada penelitian ini meliputi:

A. Obyek Pemodelan

Obyek pemodelan geometrik jalan yaitu jalan Dadaprejo - Ir. Soekarno-Mojorejo, Malang.

B. Lokasi dan Waktu Pemodelan

- Lokasi : Ruas Jalan Dadaprejo-Ir. Soekarno-Mojorejo Di Malang
- Waktu : Maret 2025

3.3 Prosedur Penelitian

Pengumpulan data dilakukan dengan survey pada lokasi serta studi literatur, berikut ini prosedur penelitian untuk pengambilan data:

A. Studi Literatur

mengumpulkan data dari literatur, atau referensi lain seperti buku, jurnal, dan melalui artikel website yang dapat mendukung penelitian.

B. Digitasi

Proses penggambaran titik, polygon dan garis yang dilakukan on-screen pada peta untuk dijadikan peta digital (Sugiarto, 2025).

C. Pengukuran

Pengukuran area studi kasus dengan menggunakan aplikasi *Google Earth Pro*.

D. Pengolahan Data

1. Alinyemen Horisontal

Full-Circle (FC)

Tabel 1. Rumus pengolahan data FC

No.	Data	Rumus
1	Rc	Direncanakan
2	β	Direncanakan

3	Tc	$Rc \times \tan^{1/2} \beta$
4	Ec	$Tc \times \tan^{1/2} \beta$
5	Lc	$\frac{\beta \cdot 2\pi \cdot Rc}{360^\circ}$

Spiral-Circle-Spiral (SCS)

Tabel 2. Rumus pengolahan data SCS

No.	Data	Rumus
1	L	$Lc + 2Ls$
2	Lc	$(\theta c/360) \times 2 \times \pi \times R$
3	θc	$\beta - 2\theta s$
4	θs	$(Ls \times 90) \cdot (\pi \times R)$
5	p	$\frac{Ls^2}{6 \cdot Rc} - (Rc \cdot (1 - \cos \theta s))$
6	k	$Ls - \frac{Ls^3}{40 \cdot Rc^2} - Rc \cdot \sin \theta s$
7	Es	$[(Rc + p) \cdot \sec^{1/2} \beta] - Rc$
8	Ts	$[(Rc + p) \cdot \tan^{1/2} \beta] + k$
9	Xs	$Ls \cdot \left(1 - \frac{Ls^2}{40 \cdot Rc}\right)$
10	Ys	$\frac{Ls^2}{6 \cdot Rc}$
11	B	Direncanakan

Spiral-Spiral (SS)

Tabel 3. Rumus pengolahan data SS

No.	Data	Rumus
1	β	Direncanakan
2	R	Direncanakan
3	L	$2 Ls$
4	θs	$\frac{Ls \cdot 90}{\pi \cdot R}$
5	Ls	$\frac{\theta s \cdot \pi \cdot Rc}{90}$
6	Ts	$[(Rc + p) \cdot \tan^{1/2} \beta] + k$
7	Es	$[(Rc + p) \cdot \sec^{1/2} \beta] - Rc$
8	P dan k	$(p * \sqrt{k}) \times Ls$

2. Alinyemen Vertikal

Cembung

Tabel 4. Rumus pengolahan data Cembung

No.	Data	Rumus
1	Lv, berdasarkan:	
	a. Drainase	$50 * A$
	b. Keluwesan Bentuk	50
	c. Jarak Pandangan (S)	
	1) $S < Lv$	$\frac{A \cdot S^2}{100 \cdot (\sqrt{2h1} + \sqrt{2h2})}$

	2) $S > L_v$	$2S - \left(\frac{200h1.(\sqrt{2h1} + \sqrt{2h2})}{A} \right)$
2	y	$\frac{A \cdot x^2}{200 \cdot L_v}$
3	Y	$(g\% \cdot x) - y$
4	A	$g1-g2$

Keterangan:

L = panjang lengkung vertikal Cembung (m)

S = jarak penyinaran lampu (m)

h = tinggi penyinaran lampu (ditetapkan 0,65 m)

q = sudut ketinggian sinar lampu (ditetapkan 1°)

A = perbedaan aljabar landai % (g1-g2)

Cekung

Tabel 5. Rumus pengolahan data Cekung

No.	Data	Rumus
1	Lv, berdasarkan:	
	a. Drainase	$50 * A$
	b. Kenyamanan	$\frac{A \cdot V^2}{380}$
	c. Keluwesan Bentuk	50
	d. Jarak Penyinaran	
	1) Jarak Penyinaran Lampu < Lv	$L \frac{A \cdot S^2}{120 + 3,5 \cdot S}$
	2) Jarak Penyinaran Lampu > Lv	$2S - \frac{120 + 3,5 \cdot S}{A}$
	e. Bebas di Bawah Bangunan	
	1) Bebas di Bawah Bangunan < Lv	$\frac{A \cdot S^2}{3480}$
	2) Bebas di Bawah Bangunan > Lv	$2S - \frac{3480}{A}$
2	y	$\frac{A \cdot x^2}{200 \cdot L_v}$
3	Y	$(g\% \cdot x) - y$
4	A	$g1-g2$

Keterangan:

L = panjang lengkung vertikal cekung (m)

S = jarak penyinaran lampu (m)

h = tinggi penyinaran lampu (ditetapkan 0,65 m)

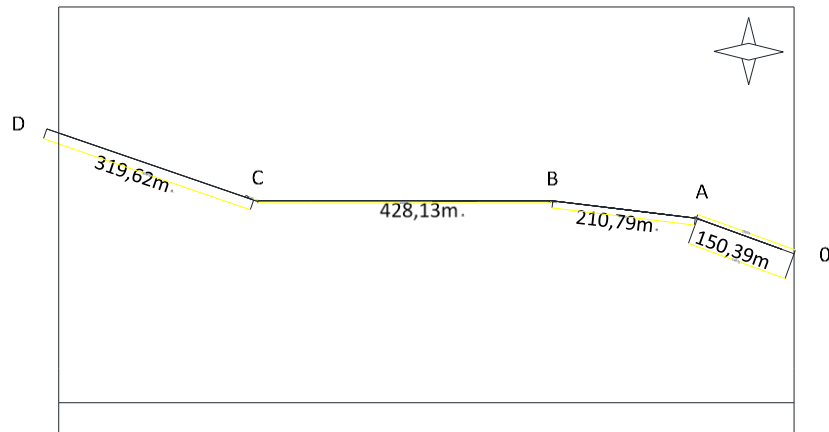
q = sudut ketinggian sinar lampu (ditetapkan 1°)

A = perbedaan aljabar landai % (g1-g2)

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Alinyemen Horisontal

Alinyemen horisontal direncanakan pada jalur yang dipetakan di CAD yang merupakan digitasi dari peta *Google Earth Pro* sebagaimana terlihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Tampak Atas Obyek Pemodelan

4.1.1 Parameter

A). Superelevasi Maksimum

Superelevasi maksimum untuk jalan luar kota dengan metode Bina Marga yaitu 10% berdasarkan kajian teori, dimana ini dirancang untuk mengimbangi gaya sentrifugal yang dialami kendaraan saat menikung, meningkatkan keselamatan dan kenyamanan berkendara. Jika tidak dirancang dan diperhitungkan, maka kendaraan akan terlempar dari lintasan

B). Klasifikasi Jalan

Jalan diklasifikasikan sebagai Arteri Primer berdasarkan kategori Sekunder pada Kajian Teori dimana obyek perencanaan menghubungkan Pusat Kegiatan Nasional (PKN) dan Pusat Kegiatan Wilayah (PKW)

C). Kecepatan Rencana

Kecepatan rencana ditetapkan berdasarkan medan dari obyek perencanaan yang diklasifikasikan sebagai medan perbukitan karena lokasi obyek perencanaan berada pada ketinggian antara 500-600 mpdl dimana ketinggian tersebut termasuk dalam kategori medan perbukitan berdasarkan Kajian Teori. Kecepatan Rencana yang diijinkan untuk medan perbukitan adalah 60 – 80 km/jam, maka Kecepatan Rencana yang digunakan yaitu 70 km/jam, berdasarkan klasifikasi jalan yang merupakan Jalan Arteri Primer.

4.1.2 Bagian Lurus

Perencanaan tidak dilakukan pada kontruksi jalan bagian lurus (tangen). Hal ini dikarenakan perencanaan terhadap bagian lurus dilakukan jika jalan lurus > 1,750 km untuk daerah perbukitan (Bina Marga, 2021), sedangkan obyek yang dianalisis hanya memiliki panjang 1 km.

4.1.3 Bagian Lengkungan

Perhitungan yang dicantumkan merupakan perhitungan dengan komposisi tipe alinyemen horisontal yang memberikan rute terpendek.

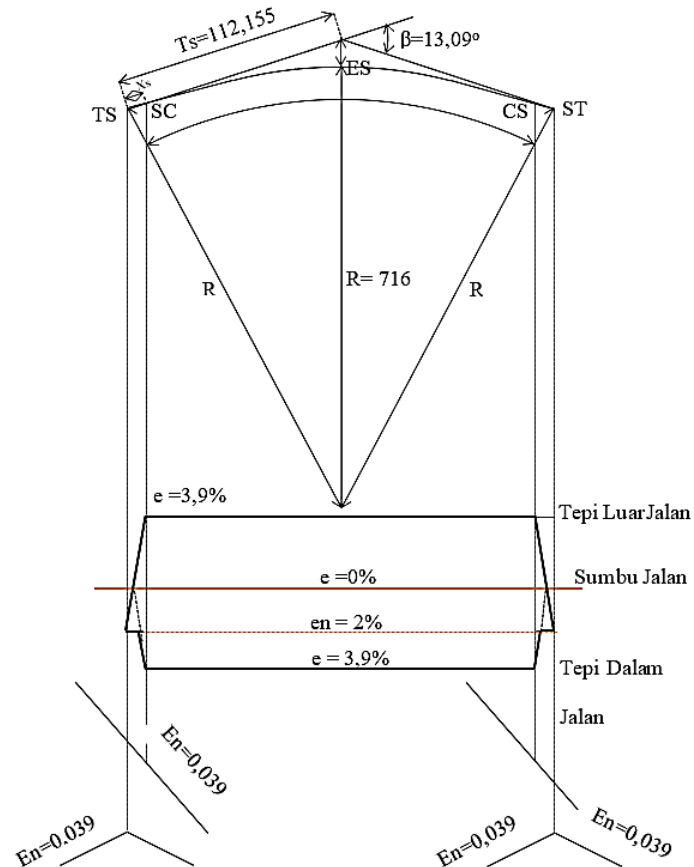
a. Perhitungan lengkungan pada titik A – SCS

Diketahui:

- e maksimal = 10% (Metode bina marga, kecepatan rencana > 70 km/jam, jalan perbukitan)
- V = 70 km/jam
- R = 716 m (trial)
- Sudut perpotongan (β) = 60° (kondisi eksisting)
- Lebar jalan tanpa median = 11 m (kondisi eksisting)
- Kemiringan melintang normal (en) = 2%
- e = 0,039%
- Ls = 60 m

Perhitungan:

- $\theta_s = \frac{L_s \cdot 90}{\pi \cdot R} = \frac{60 \cdot 90}{3,14 \cdot 716} = 2,4018^\circ$
- $\theta_c = \beta - 2\theta_s = 13,09^\circ - (2 \cdot 2,4018) = 8,29^\circ$
- $L_c = \frac{\theta_c}{360} \cdot 2 \cdot \pi \cdot R = \frac{10,6882}{360} \cdot 2 \cdot 3,14 \cdot 716 = 103,50 \text{ m}$
- $L = L_c + 2L_s = 103,50 + (2 \cdot 60) = 223,50 \text{ m}$
- $p = \frac{L_s^2}{6 R_c} - (R_c (1 - \cos \theta_s)) = \frac{60^2}{6 \cdot 716} - (716 (1 - \cos 2,4018)) = 0,21 \text{ m}$
- $k = \left(L_s \left(\frac{L_s^3}{40 \cdot R_c^2} \right) \right) - R_c \sin \theta_s = \left(60 \left(\frac{60^3}{40 \cdot 716^2} \right) \right) - 716 \sin 2,4018 = 29,98 \text{ m}$
- $E_s = (R_c + p) \sec \frac{1}{2} \beta - R_c = (716 + 0,21) \sec \frac{1}{2} \cdot 13,09^\circ - 716 = 4,91 \text{ m}$
- $T_s = (R_c + p) \tan \frac{1}{2} \cdot 13,09^\circ + k = (716 + 0,21) \tan \frac{1}{2} \cdot 13,09^\circ + 29,98 = 112,155 \text{ m}$
- $X_s = L_s \left(1 - \left(\frac{L_s^2}{40 R_c} \right) \right) = 60 \left(1 - \left(\frac{60^2}{40 \cdot 716} \right) \right) = 52,46 \text{ m}$
- $Y_s = \frac{L_s^2}{6 R_c} = \frac{60^2}{6 \cdot 716} = 0,84 \text{ m}$



Gambar 2. Alinyemen Horisontal dan Diagram Superelevasi pada Titik A

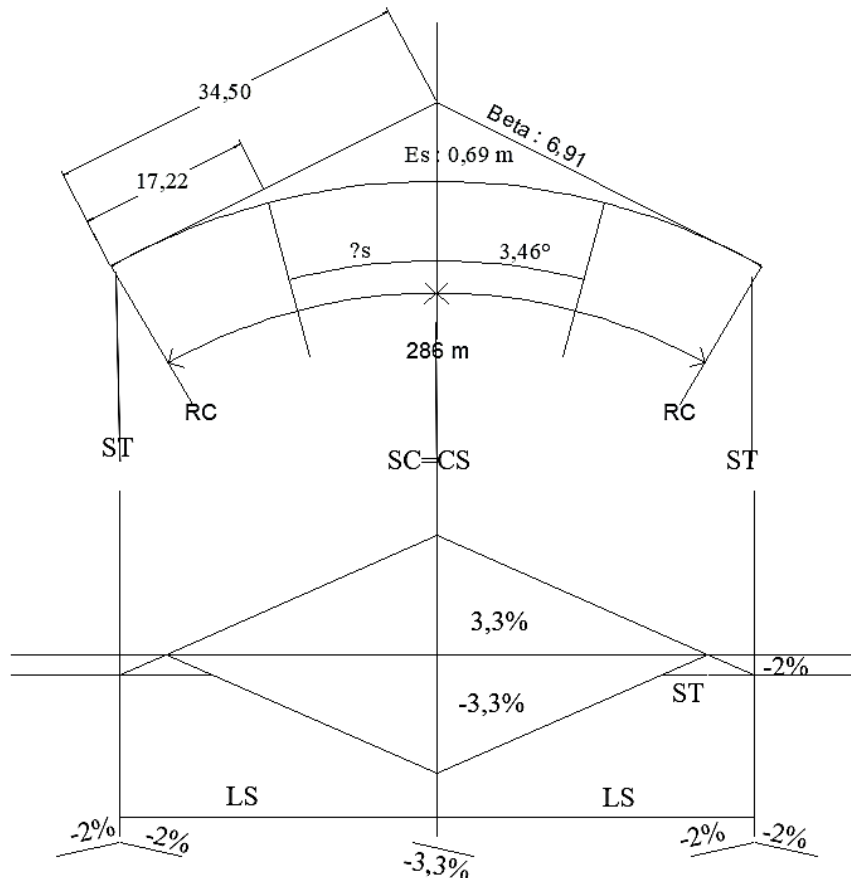
b. Perhitungan lengkungan pada titik B – SS)

Diketahui:

- $e_{maks} = 10\%$
- $V = 70 \text{ km/jam}$
- $R = 286 \text{ m (trial)}$

Perhitungan:

- $L_s = \frac{\theta_s \cdot \pi \cdot R}{90} = \frac{3,46 \cdot \pi \cdot 286}{90} = 34,47$
- $L = 2L_s = 2 \times 34,47 = 68,95$
- Nilai p^* dan k^* dari $\theta_s = 3,46$ adalah hasil interpolasi sehingga di dapat nilai $p^* = 0,00445$ dan $k^* = 0,499953$
- $P = p^* \cdot L_s = 0,00445 \times 34,47 = 0,17$
- $K = k^* \cdot L_s = 0,49953 \times 34,47 = 17,23$
- $T_s = [(Rc + p) \tan \frac{1}{2} \beta] + k = [(286 + 0,1534) \tan \frac{1}{2} 6,91] + 17,22 = 34,5 \text{ m}$
- $E_s = [(Rc + p) \cdot \sec \frac{1}{2} \beta] - Rc = [(286 + 0,1534) \cdot \sec \frac{1}{2} 6,91] - 286 = 0,69 \text{ m}$



Gambar 3. Alinyemen Horisontal dan Diagram Superelevasi pada Titik B

c. Perhitungan lengkungan pada titik C – SCS

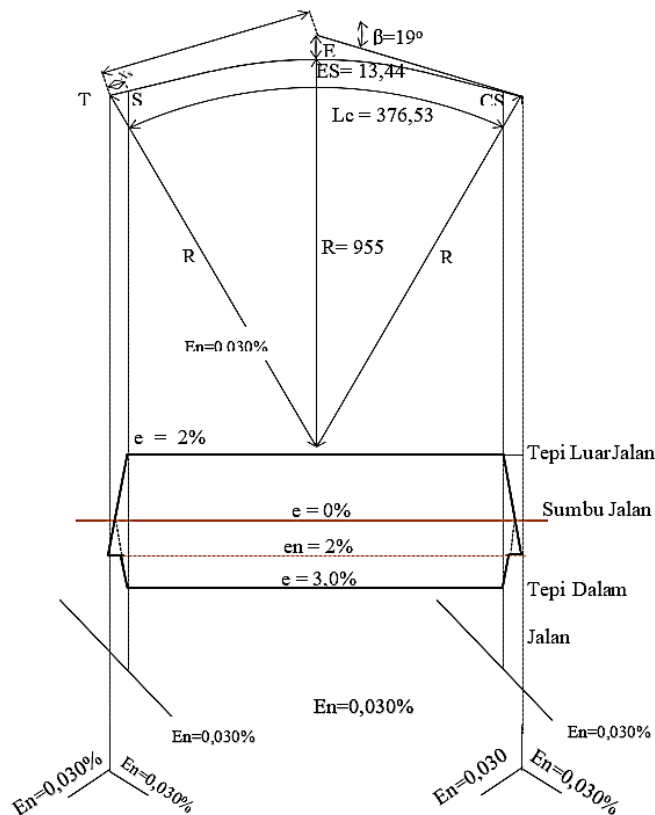
Diketahui:

- $e_{maks} = 10\%$
- $V = 70 \text{ km/jam}$
- $R = 955 \text{ m (trial)}$
- Sudut perpotongan (β) = 60° (kondisi eksisting)
- Lebar jalan tanpa median = 11 m (kondisi eksisting)
- Kemiringan melintang normal (e_n) = 2%
- $E = 0,030\%$
- $L_s = 60 \text{ m}$

Perhitungan:

- $\theta_s = \frac{L_s \cdot 90}{\pi \cdot R} = \frac{60 \cdot 90}{3,14 \cdot 955} = 1,80^\circ$
- $\theta_c = \beta - 2\theta_s = 19^\circ - (2 \cdot 1,80) = 15,40^\circ$
- $L_c = \frac{\theta_c}{360} \cdot 2 \cdot \pi \cdot R = \frac{15,40}{360} \cdot 2 \cdot 3,14 \cdot 955 = 256,53 \text{ m}$
- $L = L_c + 2L_s = 256,53 + (2 \cdot 60) = 376,53 \text{ m}$

- $p = \frac{L_s^2}{6 R_c} - (R_c (1 - \cos \theta_s)) = \frac{60^2}{6 \cdot 955} - (955 (1 - \cos 1,80)) = 0,16 \text{ m}$
- $k = \left(L_s \left(\frac{L_s^3}{40 \cdot R_c^2} \right) \right) - R_c \sin \theta_s = \left(60 \left(\frac{60^3}{40 \cdot 955^2} \right) \right) - 955 \sin 1,80 = 29,98 \text{ m}$
- $E_s = (R_c + p) \sec \frac{1}{2} \beta - R_c = (955 + 0,16) \sec \frac{1}{2} \cdot 19^\circ - 955 = 13,44 \text{ m}$
- $T_s = (R_c + p) \tan \frac{1}{2} \cdot 13,09^\circ + k = (955 + 0,16) \tan \frac{1}{2} \cdot 19^\circ + 29,98 = 189,822 \text{ m}$
- $X_s = L_s \left(1 - \left(\frac{L_s^2}{40 R_c} \right) \right) = 60 \left(1 - \left(\frac{60^2}{40 \cdot 955} \right) \right) = 54,45 \text{ m}$
- $Y_s = \frac{L_s^2}{6 R_c} = \frac{60^2}{6 \cdot 955} = 0,63 \text{ m}$



Gambar 4. Alinyemen Horisontal dan Diagram Superelevasi pada Titik C

4.1.4 Hasil Pemodelan Alinyemen Horisontal

Hasil pemodelan untuk variasi alinyemen horisontal sebagaimana tercantum pada tabel 6 dibawah ini.

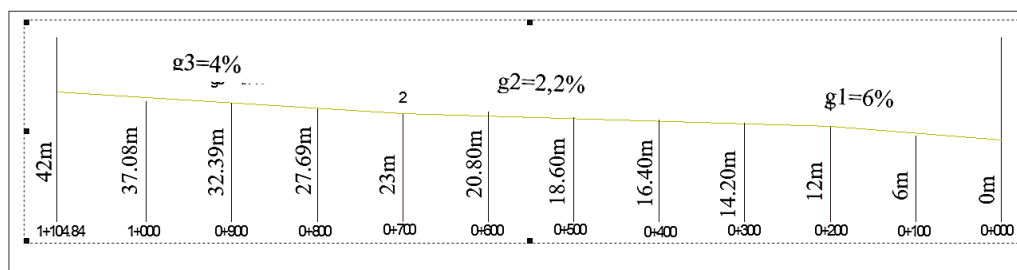
Tabel 6. Pemodelan pada variasi alinyemen horisontal

Variasi	Titik A		Titik B		Titik C		Jarak (m)
	Tipe	R (m)	Tipe	R (m)	Tipe	R (m)	
1	FC	1146	FC	2865	FC	1910	1108,86
2	FC	1146	FC	2865	SCS	955	1105,9
3	FC	1146	FC	2865	SS	159	1108,2
4	FC	1146	SCS	955	FC	1910	1108,69
5	FC	1146	SCS	955	SCS	955	1105,73
6	FC	1146	SCS	955	SS	159	1113,04

7	FC	1146	SS	286	FC	1910	1108,8
8	FC	1146	SS	286	SCS	955	1105,84
9	FC	1146	SS	286	SS	159	1107,75
10	SCS	716	SCS	955	SCS	955	1104,97
11	SCS	716	SCS	955	FC	1910	1107,93
12	SCS	716	SCS	955	SS	159	1107,24
13	SCS	716	FC	2865	SCS	955	1104,9
14	SCS	716	FC	2865	FC	1910	1107,86
15	SCS	716	FC	2865	SS	159	1107,48
16	SCS	716	SS	286	FC	1910	1107,8
17	SCS	716	SS	286	SCS	955	1104,84
18	SCS	716	SS	286	SS	159	1107,15
19	SS	159	SS	286	SS	159	1107,91
20	SS	159	SS	286	SCS	955	1105,50
21	SS	159	SS	286	FC	1910	1108,57
22	SS	159	SCS	955	SS	159	1105,46
23	SS	159	SCS	955	SCS	955	1105,50
24	SS	159	SCS	955	FC	1910	1108,46
25	SS	159	FC	2865	SS	159	1107,98
26	SS	159	FC	2865	SCS	955	1105,67
27	SS	159	FC	2865	FC	1910	1108,3

4.2 Alinyemen Vertikal

Alinyemen vertikal direncanakan pada jalur yang dipetakan di CAD yang merupakan digitasi dari peta Google Earth Pro sebagaimana terlihat pada Gambar berikut.



Gambar 5. Tampak samping obyek pemodelan

4.2.1 Parameter

Kelandaian didapatkan dari kondisi eksisting, berdasarkan pemetaan pada CAD, dimana $g_1 = 6\%$, $g_2 = 2,2\%$, $g_3 = 4,7\%$

4.2.2 Lengkungan

Lengkungan pada titik 1 (Cembung)

- Jarak pandangan (S)

Diketahui:

$$V = 70 \text{ km/jam}$$

$$T = 2,5 \text{ detik (waktu tanggap, ditetapkan 2,5 detik)}$$

$$F_m = 0,32 \text{ (Koefisien Gesekan Antara Ban dan Muka Jalan dalam Arah Memanjang Jalan untuk Perencanaan Jarak Pandangan Henti)}$$

$$g1 = [(El. Titik 0+000 + EL. Titik 0+200)/(Sta. 0+000 - Sta. 0+200)] 100\% = 6 \%$$

$$g2 = [(El. Titik 0+200 + EL. Titik 0+700)/(Sta. 0+200 - Sta. 0+700)] 100\% \\ = 2,2 \%$$

$$A = |g2 - g1| = |2,2 - 6| = 3,8$$

$$h1 = 1,20 \text{ m}$$

$$h2 = 0,10 \text{ m}$$

Tabel 7. Ketentuan tinggi untuk jenis jarak pandang

Kriteria	AASHTO 90		Bina Marga	
	JPH	JPM	JPH	JPM
Tinggi Mata Pengemudi (h1)	1,07	1,07	1,20	1,20
Tinggi Obyek (h2)	0,15	1,30	0,10	1,20
Konstanta (C)	404	946	399	960

Perhitungan:

$$JPH1 = (0,278 * 70 * 2,5) + \left(\frac{70^2}{254 * (0,32 - (-2,2\%))} \right) = 96,63\text{m}$$

$$JPH2 = (0,278 * 70 * 2,5) + \left(\frac{70^2}{254 * (0,32 - (-6\%))} \right) = 99,41\text{m}$$

,Maka digunakan JPH = JPM = 99,41 m = S

$$Lv = \frac{3,8 * 99,41^2}{100 (\sqrt{2} * 1,20 + \sqrt{2} * 0,10)} = 188,10 \text{ m } [S < Lv]$$

$$Lv = 2 * 99,41 - \left(\frac{200 * 1,20 (\sqrt{1,20} + \sqrt{0,10})^2}{3,8} \right) = 72,96 \text{ m } [S > Lv]$$

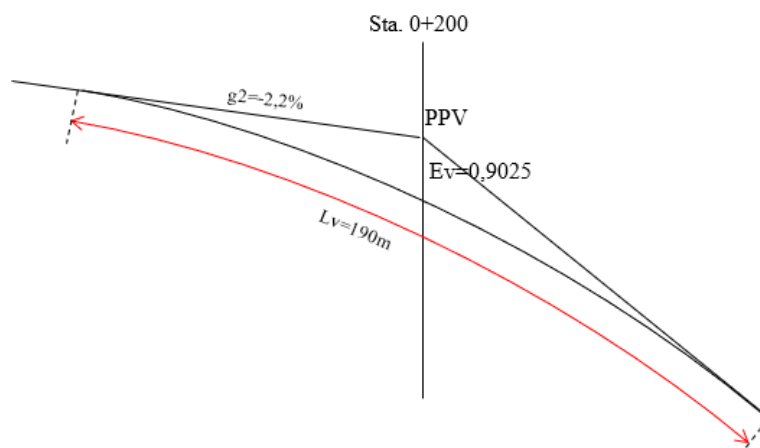
- Drainase

$$Lv = 50 * A = 50 * 3,8 = 190 \text{ m}$$

- Keluwesan bentuk

$$Lv = 3 * 60 * \frac{1000}{3000} = 50 \text{ m, maka digunakan } Lv \text{ berdasarkan nilai terbesar yaitu}$$

lengkung berdasarkan drainase = 190 m.



Gambar 6. Alinyemen Vertikal pada Titik 1

Lengkungan pada titik 2 (Cekung)

- Jarak pandangan akibat penyinaran lampu:
- $g_2 = [(El. \text{ Titik } 0+200 + EL. \text{ Titik } 0+700)/(Sta. 0+200 - Sta. 0+700)] 100\% = 2,2$
- $g_3 = [(El. \text{ Titik } 0+700 + EL. \text{ Titik } 1+104,84)/(Sta. 0+700 - Sta. 1+104,84)] = 4,7$

Maka:

$$JPH1 = (0,278 * 50 * 2,5) + \left(\frac{70^2}{254 * (0,32 - (-2,2\%))} \right) = 105,057 \text{ m}$$

$$JPH2 = (0,278 * 70 * 2,5) + \left(\frac{70^2}{254 * (0,32 - (-4,7\%))} \right) = 101,214 \text{ m}$$

Sehingga, jarak pandangan lampu < L_v dapat dihitung:

$$A = |g_3 - g_2| = |4,7 - 2,2| = 2,5$$

$$L_v = \frac{A * S^2}{120 + 3,5 S} = \frac{2,5 * 105,057^2}{120 + (3,5 * 105,057)} = 56,57 \text{ m}$$

Sedangkan jarak pandangan akibat penyinaran lampu > L_v

$$L_v = 2 * \left(S - \left(\frac{120 + 3,5 S}{A} \right) \right) = 2 * \left(62,95 - \left(\frac{120 + (3,5 * 105,057)}{2,5} \right) \right) = -162,25 \text{ m}$$

- Jarak pandangan bebas di bawah bangunan

$$L_v = \frac{2,5 * 105,057^2}{3480} = 9274,47 \text{ m (Jarak Pandangan < } L_v)$$

$$L_v = 2 * \left(105,057 - \left(\frac{3480}{2,5} \right) \right) = -2573,88 \text{ m (Jarak Pandangan > } L_v)$$

- Drainase

$$L_v = 50 * A = 50 * 2,5 = 125 \text{ m}$$

- Kenyamanan

$$L_v = \frac{2,5 * 50^2}{380} = 16,44 \text{ m}$$

- Keluwesan bentuk

$L_v = 3 * 60 * \left(\frac{1000}{3000} \right) = 50 \text{ m}$, Maka digunakan L_v berdasarkan nilai terbesar yaitu lingkungan lengkung drainase sebesar 125 m.

$$E_v = \frac{2,5 * 125}{800} = 0,39$$

ekonomis, misalnya jika kondisi eksisting berupa alinyemen cekung kemudian divariasikan menjadi cembung maka akan dibutuhkan timbunan, demikian sebaliknya.

5.2 Saran

1. Perencanaan memerlukan pengetahuan yang memadai karena akan membutuhkan rekayasa terhadap kondisi di lapangan.
2. Teori yang digunakan dalam perencanaan telah mempertimbangkan keselamatan dan kenyamanan pengguna jalan maka idealnya diimplementasikan di lapangan.
3. Hasil akhir dari pemodelan berupa jarak terpendek haruslah didapatkan dari penggabungan alinyemen horisontal dan vertikal, jarak tidak dapat ditetapkan hanya berdasarkan salah satu alinyemen.
4. Pemodelan geometrik jalan yang menggabungkan alinyemen horisontal dan vertikal dapat dicoba dengan CAD 3D.

DAFTAR REFERENSI

- AASTHO (2018) THE GREEN BOOK A Policy on Geometric Design of Highways and Streets. Available at: www.transportation.org.
- Anonim (1997) Perencanaan Geometrik Jalan. Jakarta: Universitas Gunadarma.
- Bethary, R.T., Pradana, M.F. and Indinar, M.B. (2016) 'Perencanaan geometrik jalan alternatif palima-curug (Studi kasus: kota serang)', Jurnal Fondasi, 5(2), pp. 12–21.
- BINA MARGA (2021) 'Pedoman Desain Geometri Jalan BINA MARGA'.
- Dijkstra, E.W. (2022) 'A note on two problems in connexion with graphs', in Edsger Wybe Dijkstra: his life, work, and legacy, pp. 287–290.
- Google Maps (2025) Google Maps.
- Hendarsin, S.L. (2000) PERENCANAAN TEKNIK JALAN RAYA. Edited by Hendarsin.
- Indrata, M.F. (2018) 'EVALUASI GEOMETRIK SEBAGAI BAGIAN DARI RENCANA PEMBANGUNAN JARINGAN OUTER RINGROAD PROVINSI DIY (Studi Kasus: Ruas Tikungan Jembatan Tunjungan Jalan Pakem–Kalasan)'.
- Jethroimf (2024) 6 Software BIM Rekomendasi untuk Arsitek. Available at: <https://www.teknologika.biz/post/6-software-bim-rekomendasi-untuk-arsitek> (Accessed: 20 April 2025).
- Kemenhub (2023) Kemenhub dan KSP Realisasikan Program Keselamatan Jalan, kemenhub.
- Lalamentik (2014) 'KELAS JALAN DAERAH UNTUK ANGKUTAN BARANG', Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Diponegoro, Volume 12, p. 30.
- Pemerintah Kota Malang (2024) Geografis, Pemerintah Kota Malang.
- Peraturan Pemerintah (2006) PERATURAN PEMERINTAH REPUBLIK INDONESIA.
- Punch, K.F. (2013) 'Introduction to social research: Quantitative and qualitative approaches'.

- Sinaga, L., Sendow, T.K. and Waani, J.E. (2019) 'EVALUASI GEOMETRIK JALAN BERDASARKAN STANDAR PERENCANAAN BINA MARGA', Jurnal Sipil Statik, 7(7), pp. 819–826.
- Sugiarto, E. (2025) Teknik Digitasi. Available at: https://repository.dinus.ac.id/docs/ajar/4._EDI_GIS_Teknik_Digitasi_.pdf (Accessed: 25 May 2025).
- Sukirman, S. (1994) Dasar-dasar Perencanaan Geometrik Jalan. Bandung: NOVA.
- Sukirman, S. (1999) 'Dasar-dasar perencanaan geometrik jalan', Nova, Bandung, 201.
- Suwardo, H. (2016) 'Perancangan Geometrik Jalan', Penerbit Gajah Mada University. Yogyakarta [Preprint]