

**STUDI PERENCANAAN DESAIN GEOMETRIK RUAS JALAN SEBAGIAN
KUNCIR – POGOH (STA. 0+000 – STA. 2+000)
KABUPATEN NGANJUK**

Pasifiki Alfano Ngarut¹, Ir. Togi H Nainggolan, MS², Annur Ma'ruf, ST., MT³
¹²³ Institut Teknologi Nasional Malang

Abstrak

Perencanaan Geometrik Jalan merupakan bagian dari perencanaan jalan yang bertujuan untuk menentukan dimensi yang nyata dari suatu jalan beserta elemen jalan yang disesuaikan dengan tuntutan lalu lintas. Perencanaan ini akan lebih memperhatikan beberapa parameter yang terkait langsung dengan karakteristik lalu lintas dan turunannya. Parameter yang dimaksud meliputi alinyemen horizontal dan alinyemen vertical. Adapun jalan yang akan direncanakan adalah ruas jalan Sebagian Kuncir – Pogoh merupakan salah satu akses dari Kabupaten Nganjuk menuju Kediri sepanjang 2,00 km dengan status jalan sebagai jalan strategis provinsi menjadi salah satu fokus percepatan pembangunan jalan Kawasan Selingkar Wilis yang diatur pada PERPRES No. 80 Tahun 2019 Tentang Percepatan Pembangunan Ekonomi. Untuk merencanakan geometrik jalan tersebut digunakan peraturan yang sesuai Peraturan Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota No. 038/TBM/1997 perencanaan geometrik jalan dengan membuat beberapa alternative pemodelan pada program bantu Auto CAD Civil 3D. Berdasarkan hasil analisa, perencanaan geometrik yang optimal adalah alternative jalan ketiga dimana diperoleh alinyemen horizontal sebanyak 4 tikungan yakni 3 tikungan tipe SCS (Spiral Circle Spiral) & 1 tikungan tipe FC (Full Circle) sementara alinyemen vertikalnya diperoleh 5 buah kurva berupa 1 tipe cembung (crest) dan 4 tipe cekung (sag), presentase kelandaian untuk turunan (landai negative) sebesar -1,75%, -3,25%, dan -1,19% sedangkan presentase kelandaian untuk tanjakan (landai positif) sebesar 5,03% dan 8,33%, serta diperoleh volume galian dan timbunannya sebesar 117.208,14 m³ dan 103.984,16 m³ dengan biaya pekerjaannya Rp20.558.065.556,64. Adapun penampang melintang jalan rencana ini dengan lebar perkerasan 2 x 3 m dengan kemiringan melintang 2%, dan lebar bahu jalan 2 x 1,5 m dengan kemiringan melintang 3%.

Kata kunci : Geometrik Jalan, Alinyemen Horizontal, Alinyemen Vertikal

Abstract

Road Geometric Planning is part of road planning which aims to determine the real dimensions of a road and its parts that are adapted to traffic demands. This plan will pay more attention to several parameters that are directly related to traffic characteristics and their derivatives. The parameters in question include horizontal alignment and vertical alignment. The road that will be planned is the Sebagian Kuncir - Pogoh road, which is one of the accesses from Nganjuk Regency to Kediri along 2.00 km with the status of the road as a provincial strategic road being one of the focuses of accelerating the development of the Selingkar Wilis Area road which is regulated in PERPRES No. 80 of 2019 concerning the Acceleration of Economic Development. To plan the road geometry, regulations are used in accordance with the Regulation on Geometric Planning Procedures for Inter-City Roads No. 038/TBM/1997 geometric planning of the road by making several alternative modeling in the Auto CAD Civil 3D program. Based on the results of the analysis, the optimal geometric planning is the third alternative road where 4 bends are obtained horizontally, namely 3 SCS (Spiral Circle Spiral) bends & 1 FC (Full Circle) type bend, while the vertical alignment is 5 curves in the form of 1 convex type (crest) and 4 types of concave (sag), the percentage of slope for descent (negative slope) is -1.75%, -3.25%, and -1.19% while the percentage of slope for incline (positive slope) is 5.03 % and 8.33%, and the volume of excavation and embankment is 117,208.14m³ and 103,984.16m³ with the cost of the work Rp20,558,065,556.64. As for The cross section of this design road has a pavement width of 2 x 3 m with a transverse slope of 2%, and a shoulder width of 2 x 1.5 m with a transverse slope of 3%.

Keywords: Geometric Road, Horizontal Alignment, Vertical Alignment

1) PENDAHULUAN

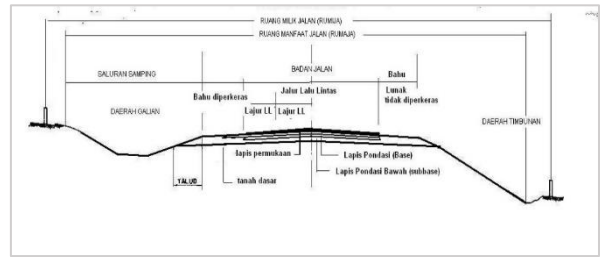
Perencanaan geometrik jalan merupakan bagian dari perencanaan jalan keseluruhan. Ditinjau secara keseluruhan perencanaan geometrik harus dapat menjamin keselamatan maupun kenyamanan dari pemakai jalan. Untuk dapat menghasilkan suatu rencana jalan yang baik dan mendekati keadaan sebenarnya diperlukan suatu data dasar yang baik pula. Perencanaan geometrik jalan juga merupakan bagian dari perencanaan jalan, yang dititik beratkan pada perencanaan bentuk fisik sehingga dapat memenuhi fungsi dasar dari jalan yaitu memberikan pelayanan yang optimal pada arus lalu-lintas. Apabila terdapat kesalahan dalam perencanaan dan persyaratan teknis geometrik, maka sisi keamanan dan kenyamanan jalan tidak akan didapatkan sehingga mengakibatkan terjadinya kecelakaan lalu lintas. Kondisi itulah yang terjadi pada Ruas Jalan Sebagian Kunciir – Pogoh yang berada di wilayah pegunungan serta perbukitan. Keadaan topografi serta kondisi lahan di wilayah ini merupakan salah satu faktor yang sangat berpengaruh. Sebagai contoh, ruas jalan Sebagian Kunciir-Pogoh km 0 + 000 - km 2 + 000 merupakan jalan yang kurang nyaman dan aman untuk dilintasi. Tanjakan curam dengan besar kelandaian eksisting > 10% (tidak memenuhi standar Bina Marga, 1997 yakni kelandaian maksimum (Lmax) = 10%) yang diikuti tikungan gabungan balik arah serta tebing di sisi kanan atau kiri jalan, serta daerah hutan ataupun perkebunan membatasi pandangan pengendara saat di tikungan.

Sementara dari segi ekonomi pembangunan, ruas jalan Sebagian Kunciir – Pogoh merupakan salah satu akses dari Kabupaten Nganjuk menuju Kediri sepanjang 2,00 km dengan status jalan sebagai jalan strategis provinsi menjadi salah satu fokus percepatan pembangunan jalan Kawasan Selingkar Wilis yang diatur pada PERPRES No. 80 Tahun 2019 Tentang Percepatan Pembangunan Ekonomi Di Kawasan Gresik - Bangkalan - Mojokerto - Surabaya - Sidoarjo - Lamongan, Kawasan Bromo - Tengger - Semeru, Serta Kawasan Selingkar Wilis Dan Lintas Selatan guna optimalisasi pusat kegiatan ekonomi dan pembangunan pusat pertumbuhan ekonomi baru di Provinsi Jawa Timur dilakukan dengan cara penguatan infrastruktur.

2) KAJIAN PUSTAKA

Menurut Peraturan Pemerintah Nomor 34 Tahun 2006, Jalan adalah prasarana transportasi darat yang meliputi segala bagian jalan, termasuk bangunan pelengkap dan perlengkapannya yang diperuntukkan bagi lalu lintas, yang berada pada permukaan tanah, di atas permukaan tanah, di bawah permukaan tanah dan/atau air, serta di atas permukaan air, kecuali jalan kereta api, jalan lori, dan jalan kabel.

Penampang melintang :



Dalam UU jalan No. 38/2004, cross section jalan meliputi 3 (tiga) bagian yang tak terpisahkan, yaitu :

1. Ruang Manfaat Jalan (Rumaja) dibatasi oleh :
 - a. Lebar antara batas ambang pengaman konstruksi jalan di kedua sisi jalan,
 - b. Tinggi 5 meter di atas permukaan perkerasan pada sumbu jalan, dan
 - c. Kedalaman ruang bebas 1,5 meter di bawah muka jalan.
2. Ruang Milik Jalan (Rumija) dibatasi oleh lebar yang sama dengan Rumaja ditambah ambang pengaman konstruksi jalan dengan tinggi 5 meter dan kedalaman 1.5 meter.
3. Ruang Pengawasan Jalan (Ruwasja)
 - a. Ruang Pengawasan Jalan (Ruwasja) adalah ruang sepanjang jalan di luar Rumaja yang dibatasi oleh tinggi dan lebar tertentu, diukur dari sumbu jalan yakni:
 - Jalan Arteri minimum 20 meter,
 - Jalan Kolektor minimum 15 meter,
 - Jalan Lokal minimum 10 meter.
 - b. Untuk keselamatan pemakai jalan, Ruwasja di daerah tikungan ditentukan oleh jarak pandang bebas.

Kriteria Perancangan :

Status, Kelas, Fungsi & Tipe Jalan : Jalan berdasarkan status mengacu pada hukum penyelenggaraan jalan sesuai dengan kewenangan Pemerintah dan pemerintah daerah PP. No.34/2006: jalan nasional, jalan provinsi, jalan kabupaten, jalan kota, jalan desa dan jalan khusus.; Jalan menurut kelasnya dibagi menjadi jalan kelas I, II, III & jalan khusus sesuai ukuran serta muatan kendaraan yang dapat melalui jalan tersebut; Jalan sesuai fungsinya yang diatur pada UU No.22 tahun 2009; Jalan sesuai fungsinya diatur menaji system jaringan jalan primer (arteri primer, kolektor primer, local primer, & lingkungan primer) & system jaringan jalan sekunder (arteri sekunder, kolektor sekunder, local sekunder, & lingkungan sekunder); adapu tipe jalan berupa 2/1 (2 lajur 1 arah), 4/2T (4 lajur terbagi), 3/1 (3 lajur 1 arah), 6/2T (6 lajur terbagi), 4/2TT (4 lajur tak terbagi) & 2/2TT (2 lajur tak terbagi)

Medan Jalan: Medan jalan diklasifikasikan berdasarkan kondisi sebagian besar kemiringan medan yang diukur tegak lurus garis kontur (topografi medan). Klasifikasi menurut medan jalan untuk perencanaan geometrik dapat diliput dengan ketentuan sbb:

Jenis Medan	Notasi	Kemiringan Medan (%)
Datar	D	< 3
Perbukitan	B	3-25
Pegunungan	G	> 25

Sumber : TPGJAK – No. 038/T/BM/1997

Lebar Jalur Lalu Lintas dan Bahu Jalan:

Sumber : TPGJAK – No. 038/T/BM/1997

Kemiringan Melintang Lajur dan Bahu Jalan: Untuk kelancaran drainase permukaan, lajur lalu lintas pada alinyemen lurus memerlukan kemiringan melintang normal sebagai berikut :2-3% untuk perkerasan aspal dan perkerasan beton dan 4-5% untuk perkerasan kerikil, serta kemiringan bahu jalan normal adalah 3-5%

Superelevasi (e): Bina Marga untuk jalan diluar kota menganjurkan untuk menggunakan nilai e maksimum 8% dan 10%

Kecepatan Rencana (Vr): Besarnya kecepatan rencana tergantung pada kelas jalan dan kondisi medan sebagaimana ditunjukkan pada tabel berikut :

Fungsi	Kecepatan Rencana, Vr (Km/Jam)		
	Datar	Bukit	Pegunungan
Arteri	70 - 120	60 – 80	40 - 70
Kolektor	60 - 90	50 – 60	30 - 50
Lokal	40 - 70	30 - 50	20 - 30

Catatan :

Untuk kondisi medan yang sulit, Vr suatu segmen jalan dapat diturunkan, dengan syarat bahwa penurunan tersebut tidak lebih dari 20 km/jam.

Sumber : TPGJAK – No. 038/T/BM/1997

Jarak Pandang:

Jarak Pandang Henti (Jh): jarak minimum yang diperlukan oleh setiap pengemudi untuk menghentikan kendaraannya dengan aman begitu melihat adanya halangan di depan. Nilai Jh diperoleh dengan menyesuaikan kecepatan rencana Vr.

Vr,km/jam	120	100	80	60	50	40	30	20
Jh, m	250	175	120	75	55	40	27	16

Sumber : TPGJAK – No. 038/T/BM/1997

Jarak Pandang Mendahului (Jd): jarak yang memungkinkan suatu kendaraan mendahului kendaraan lain di depannya dengan aman sampai kendaraan tersebut kembali ke lajur semula. Nilai Jd diperoleh dengan menyesuaikan kecepatan rencana Vr.

Vr,km/jam	120	100	80	60	50	40	30	20
Jd, m	800	670	550	350	250	200	150	100

Sumber : TPGJAK – No. 038/T/BM/1997

Jari-jari Tikungan (R): Radius lingkaran pada tikungan. nilai jari-jari tikungan (Rc) direncanakan dengan menyesuaikan kecepatan rencana Vr

Vr,km/jam	120	100	80	60	50	40	30	20
Rc, m	600	370	210	110	80	50	30	15

Sumber : TPGJAK – No. 038/T/BM/1997

Kelandaian Permukaan Relatif Maksimum: perbedaan antara kelandaian memanjang antara tepi luar perkerasan dengan profil sumbu jalan. Landai relative ini dipergunakan untuk memperhitungkan lengkung peralihan minimum.

VLHR (simp/pari)	ARTERI				LOKAL			
	Ideal		Minimum		Ideal		Minimum	
	Lebar Jalur (m)	Lebar Bahu (m)	Lebar Jalur (m)	Lebar Bahu (m)	Lebar Jalur (m)	Lebar Bahu (m)	Lebar Jalur (m)	Lebar Bahu (m)
<3000	6.0	1.5	4.5	1.0	6.0	1.5	4.5	1.0
3.000-10.000	7.0	2.0	6.0	1.5	7.0	1.5	6.0	1.0
10.000-25.000	7.0	2.0	7.0	2.0	7.0	2.0	**)	**)
>25.000	2n+3,5'	2,5	2x7,0'	2,0	2n+3,5'	2,0	**)	**)

Keterangan: **) Mengacu pada persyaratan ideal
 *) = 2 jalur terbagi, masing – masing n x 3, 5m, di mana n= Jumlah lajur per jalur
 - = Tidak ditentukan

Sumber : TPGJAK – No. 038/T/BM/1997

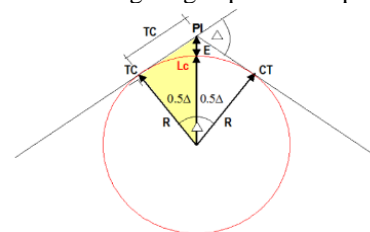
Kelandaian Memanjang Maksimum: Kelandaian maksimum dimaksudkan untuk memungkinkan kendaraan bergerak terus tanpa kehilangan kecepatan yang berarti. Kelandaian maksimum didasarkan pada kecepatan truk yang bermuatan penuh yang mampu bergerak dengan penurunan kecepatan tidak lebih dari separuh kecepatan semula tanpa harus menggunakan gigi rendah. Kelandaian maksimum untuk berbagai Vr ditetapkan dapat dilihat dalam table.

Vr,km/jam	120	110	100	80	60	50	40	<40
L(%)	3	3	4	5	8	9	10	10

Sumber : TPGJAK – No. 038/T/BM/1997

Alinyemen Horizontal : Alinyemen horisontal terdiri atas bagian lurus dan bagian lengkung (disebut juga tikungan). Perencanaan geometri pada bagian lengkung dimaksudkan untuk mengimbangi gaya sentrifugal yang diterima oleh kendaraan yang berjalan pada kecepatan Vr. Untuk keselamatan pemakai jalan, jarak pandang dan daerah bebas samping jalan harus diperhitungkan. Terdapat 3 tipe tikungan yang bias kita rncanakan sebagai berikut :

Full-Circle (F-C) : Lengkung full circle pada umumnya hanya dapat digunakan jika jari-jari tikungan R yang direncanakan besar dan nilai superelevasi e lebih kecil dari 3%. Bentuk lengkung dapat dilihat pada Gambar :



Parameter lengkung full circle :

$$Tc = Rc.tg\left(\frac{1}{2}\Delta\right)$$

$$Ec = \frac{Rc}{\cos\left(\frac{1}{2}\Delta\right)} - Rc$$

$$Lc = \left(\frac{\Delta\pi}{180}\right)Rc$$

Keterangan :

Rc = Jari-jari di tikungan (m)

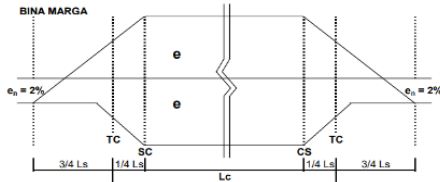
Δ = Sudut tikungan (°)

Tc = Jarak Tangen PI-TC (m)

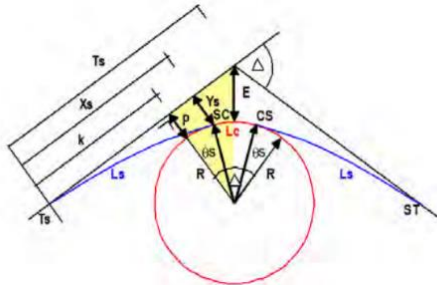
Ec = Panjang lingkaran (m)

L_c = Jarak PI-Busur (m)

Berdasarkan rumusan diatas, tidak dijumpai adanya panjang lengkung peralihan. Padahal lengkung tersebut sangat penting pada alinyemen horisontal. Karena bentuk lengkungnya adalah full circle, maka pencapaian superelevasi dilakukan pada bagian lurus dan lengkung. Sehingga lengkung peralihan pada lengkung full circle sering disebut panjang lengkung peralihan fiktif. Bina Marga menetapkan $3/4 L_s$ berada pada bagian lurus sisinya pada bagian lengkung.



Spiral-Circle-Spiral (S-C-S) : Lengkung spiral – circle – spiral pada umumnya digunakan jika nilai superelevasi $e \geq 3\%$ dan panjang $L_c \geq 20$ meter. Bentuk lengkung dapat dilihat pada gambar berikut.



Parameter Lengkung Spiral-Circle-Spiral :

$$\theta_s = \frac{90 L_s}{\pi R c}$$

$$L_c = \frac{(\Delta - 2\theta_s)\pi R c}{180}$$

$$p = \frac{L_s^2}{6 R c} - R c (1 - \cos \theta_s)$$

$$k = L_s - \frac{L_s^3}{40 R c^2} - R c \cdot \sin \theta_s$$

$$T_s = (R c + p) \cdot \text{tg} \left(\frac{1}{2} \Delta \right) + k$$

$$E_s = \frac{(R c + p)}{\cos \left(\frac{1}{2} \Delta \right)} - R c$$

$$X_s = L_s \left(1 - \frac{L_s^2}{40 R c^2} \right)$$

$$Y_s = \frac{L_s^2}{6 R c}$$

Keterangan :

R_c = Jari-jari di tikungan (m)

Δ = Sudut tikungan ($^\circ$)

θ_s = Sudut spiral ($^\circ$)

θ_c = Sudut lingkaran ($^\circ$)

L_s = Lengkung Peralihan (m)

L_c = Panjang lingkaran (m)

p = Pergeseran tangen (m)

k = Absis titik SC-TS (m)

X_s = Absis titik SC-p (m)

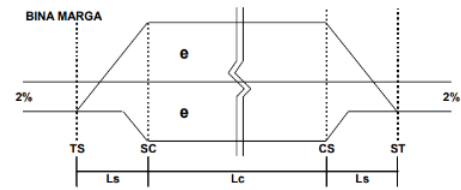
Y_s = Ordinat titik SC (m)

T_s = Jarak Tangen PI-TS (m)

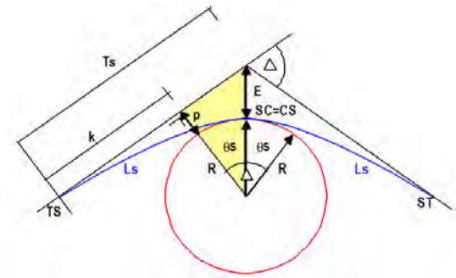
E_s = Panjang lingkaran (m)

L_s = Jarak PI-Busur (m)

Bentuk diagram superelevasi dapat dilihat pada gambar berikut :



Spiral-Spiral (S-S): Lengkung spiral – spiral pada umumnya digunakan jika nilai superelevasi $e \geq 3\%$ dan panjang $L_c < 20$ meter. Bentuk lengkung dapat dilihat pada gambar :



Parameter lengkung spiral-spiral :

$$\theta_s = \frac{1}{2} \Delta$$

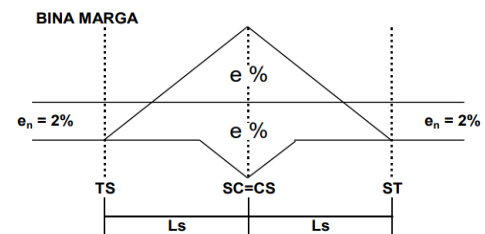
$$p = \frac{L_s^2}{6 R c} - R c (1 - \cos \theta_s)$$

$$k = L_s - \frac{L_s^3}{40 R c^2} - R c \sin \theta_s$$

$$T_s = (R c + p) \text{tg} (\theta_s) + k$$

$$E_s = \frac{(R c + p)}{\cos \theta_s} - R c$$

Bentuk diagram super-elevasi dapat dilihat pada gambar:



Alinyemen Vertikal : Alinyemen vertikal terdiri atas bagian landai vertikal dan bagian lengkung vertikal. Ditinjau dari titik awal perencanaan, bagian landai vertikal dapat berupa landai positif (tanjakan), atau landai negatif (turunan), atau landai nol (datar). Bagian lengkung vertikal dapat berupa lengkung cekung atau lengkung cembung. Faktor-faktor yang mempengaruhi desain alinyemen vertikal jalan :

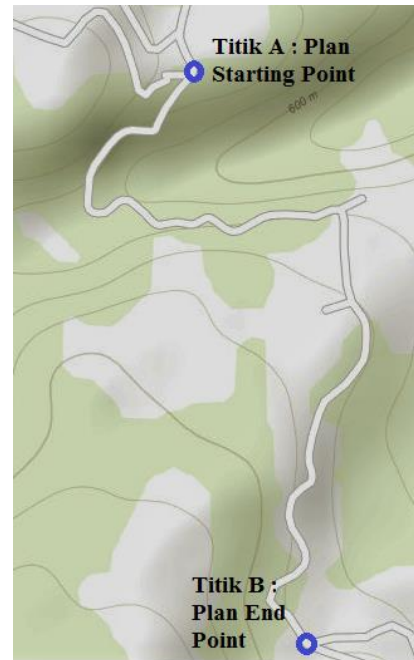
1. Kondisi lapisan tanah sepanjang badan jalan
2. Kondisi tanah disekitar daerah galian
3. Posisi muka air tanah/muka air banjir terhadap perkerasan jalan
4. Fungsi jalan, mewakili karakter lalu-lintas yang akan melewati ruas jalan.
5. Keseimbangan antara galian dan tibanan
6. Pertimbangan lengkungan

Koordinasi Alinyemen Horizontal & Vertikal :

1. Alinyemen vertikal, alinyemen horizontal, dan potongan melintang jalan adalah elemen elemen jalan sebagai keluaran perencanaan harus dikoordinasikan sedemikian sehingga

menghasilkan suatu bentuk jalan yang baik dalam arti memudahkan pengemudi mengemudikan kendaraannya dengan aman dan nyaman. Bentuk kesatuan ketiga elemen jalan tersebut diharapkan dapat memberikan kesan atau petunjuk kepada pengemudi akan bentuk jalan yang akan dilalui di depannya sehingga pengemudi dapat melakukan antisipasi lebih awal.

2. Koordinasi alinyemen vertikal dan alinyemen horizontal harus memenuhi ketentuan sebagai berikut :
 - Alinyemen horizontal sebaiknya berimpit dengan alinemen vertikal, dan secara ideal alinemen horizontal lebih panjang sedikit melingkupi alinemen vertikal;
 - Tikungan yang tajam pada bagian bawah lengkung vertikal cekung atau pada bagian atas lengkung vertikal cembung harus dihindarkan;
 - Lengkung vertikal cekung pada kelandaian jalan yang lurus dan panjang harus dihindarkan; Dua atau lebih lengkung vertikal dalam satu lengkung horizontal harus dihindarkan; dan Tikungan yang tajam di antara 2 bagian jalan yang lurus dan panjang harus dihindarkan.



Berikut adalah data umum Jalan Sebagian Kuncir-Pogoh :

DATA JALAN	
Nama jalan	: Jalan Sebagian Kuncir - Pogoh
Penghubung	: Kabupaten Nganjuk – Kabupaten Kediri
Panjang jalan	: 2,00 km
Fungsi jalan	: Kolektor
Kelas jalan	: III
Administratif jalan	: Strategis Provinsi

3) METODOLOGI

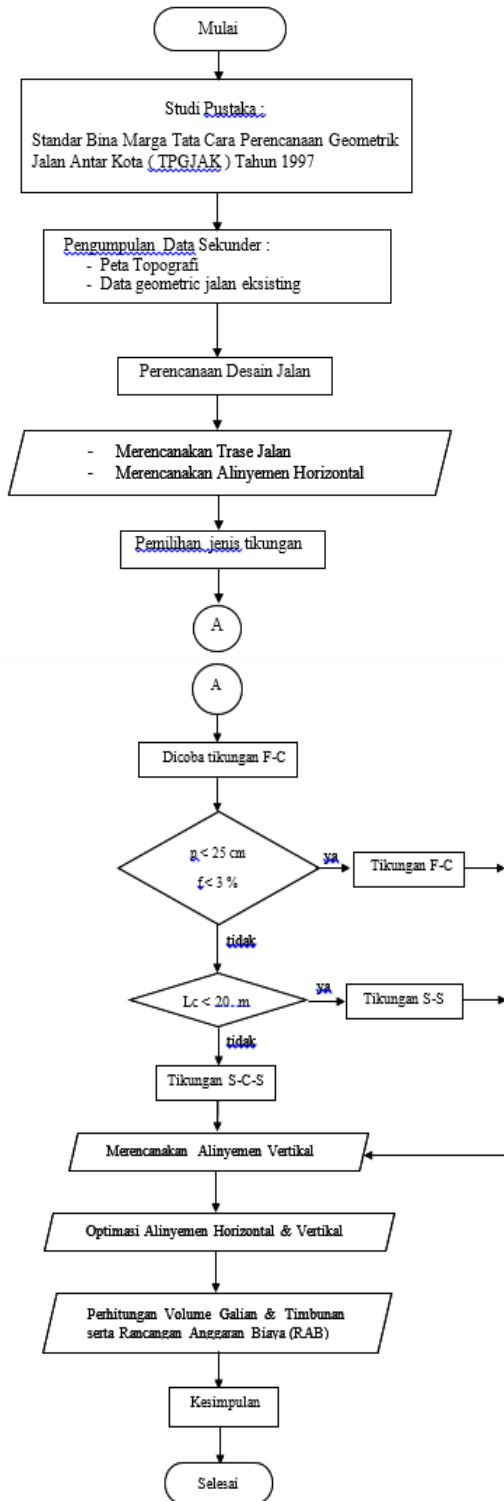
Berikut adalah lokasi perencanaan geometrik pada Ruas Jalan Sebagian Kuncir (A) – Pogoh (B) (Sta. 0+000 – Sta. 2+000) :



Berikut adalah peta kontur sekitaran Ruas Jalan Sebagian Kuncir (A) – Pogoh (B) (Sta. 0+000 – Sta. 2+000) :

Perencanaan geometrik jalan dilakukan dengan menggunakan Metode Bina Marga dengan mengacu pada Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Bina Marga 1997 dengan mengkaji data sekunder (Peta Topografi) yang diperoleh dari LP2K (Lembaga Pengkajian menggunakan program bantu AutoCAD Civil 3D.

Perhitungan anggaran biaya mengacu pada pedoman Analisis Harga Satuan Pekerjaan (AHSP) Bidang Bina Marga Tahun 2021 dan Harga dasar dan biaya sewa alat berat mengacu pada Penetapan Standar Satuan Harga Pemerintah Kabupaten Nganjuk Tahun Anggaran 2021.berikut adalah diagram alir perencanaan :



4) HASIL PERENCANAAN

Identifikasi Lokasi Jalan :

Data yang ditentukan dalam perencanaan adalah sebagai berikut :

1. Status Jalan : Jalan Strategis Provinsi
2. Kelas Jalan : III (Jalan Sedang)
3. Fungsi Jalan : Kolektor
4. Tipe Jalan : 2/2TT
5. Medan Jalan : Perbukitan
6. Potongan Melintang
 - Badan Jalan : 9,00 m
 - Bahu Jalan : 2 x 1,50 m

- Lebar Jalur Lalu Lintas : 2 x 3,00 m
 - Kemiringan Perkerasan : 2%
 - Kemiringan Bahu : 3%
 - Superelevasi : 8%
7. Jarak Pandang
 - Jarak Pandang Henti Minimum : 55 m
 - Jarak Pandang Mendahului Min. : 250 m
 8. Alinyemen Horizontal
 - Kecepatan Rencana : 50 km
 - Jari-jari Tikungan Minimum : 80 m
 - Kelandaian Permukaan Relative : $\frac{1}{115}$
 9. Alinyemen Vertikal
 - Kelandaian Maksimum : 9%

Penetapan Alinyemen Horizontal :

V_r (Kecepatan Rencana) = 50 km/jam

Δ (Sudut Tikungan) = 108°

$e_{max} = 0,08$

$f_{max} = 0,192 - 0,00065 \times V_r$

= $0,192 - 0,00065 \times 50$ km/jam

= 0,1595

$R_{min} = 82,192$ m, Sehingga dapat kita tentukan Jari-jari rencana pada tikungan I :

$R_c = 110$ m

Menghitung derajat kelengkungan (D) :

$D = \frac{1432,39}{R_c}$

= $\frac{1432,39}{110}$ m

= $13,02^\circ$

Berdasarkan tabel bina marga, dengan derajat kelengkungan (D) = $13,02^\circ$ & Jari-jari rencana (R_c) = 110 m diperoleh pencapaian superelevasi (e) = 0,076 dan panjang lengkung peralihan (L_s) = 45 meter.

Menentukan bentuk lengkung horizontal pada Tikungan I :

1) Mencoba bentuk lengkung horizontal dengan tipe Full Circle (Lengkung Busur Lingkaran Sederhana)

Dengan mempertimbangkan parameter atau kriteria desain rencana jalan dapat ditentukan :

a) Jari-jari tikungan rencana (R_c) harus lebih besar dari minimum (R_{min}) untuk tikungan tanpa lengkung peralihan

$R_c \geq R_{min}$ tanpa lengkung peralihan

$R_c = 110$ m < $R_{min} = 350$ m (tidak memenuhi)

b) Besar pergeseran tangen (p) kurang dari 0,25 meter

$p < 0,25$ m

$p = \frac{L_s^2}{24 \cdot R_c} < 0,25$ m

$p = \frac{(45 \text{ m})^2}{24 \times 110 \text{ m}} < 0,25$ m

$p = 0,766$ m > 0,25 m (tidak memenuhi)

Dari kriteria (a) dan (b) dapat diketahui bahwa perencanaan dengan tipe Full Circle tidak dapat dilakukan.

2) Mencoba bentuk lengkung horizontal dengan tipe Spiral Circle Spiral (Lengkung busur lingkaran dengan lengkung peralihan)

Diketahui data rencana tikungan :

V_r (Kecepatan Rencana) = 50 km/jam

Δ (Sudut Tikungan) = 108°
 R_c (Jari-jari rencana) = 110 m
 e (Superelevasi) = $0,076$
 L_s (Lengkung Peralihan) = 45 m
 Perhitungan manual komponen *Spiral Circle Spiral* pada tikungan I:

- a) Sudut lengkung spiral (θ_s)

$$\theta_s = \frac{90 \times L_s}{24 \times R_c}$$

$$\theta_s = \frac{90 \times 45 \text{ m}}{24 \times 110 \text{ m}}$$

$$\theta_s = 11,73^\circ$$
- b) Sudut pusat busur lingkaran (θ_c)

$$\theta_c = \Delta - 2 \times \theta_s$$

$$\theta_c = 108^\circ - 2 \times 11,73^\circ$$

$$\theta_c = 84,55^\circ$$
- c) Panjang busur lingkaran (L_c)

$$L_c = \frac{\theta_c}{180^\circ} \times \pi \times R_c$$

$$L_c = \frac{84,55^\circ}{180^\circ} \times \pi \times 110 \text{ m}$$

$$L_c = 162,322 \text{ m}$$
- d) Absis titik SC pada garis tangen, jarak dari titik TS ke SC (jarak lurus lengkung peralihan)

$$X_s = L_s \left(1 - \frac{L_s^2}{40 \times R_c^2} \right)$$

$$X_s = 45 \text{ m} \left(1 - \frac{(45 \text{ m})^2}{40 \times (110 \text{ m})^2} \right)$$

$$X_s = 44,812 \text{ m}$$
- e) Ordinat titik SC pada garis tegak lurus garis tangen, jarak tegak lurus ke titik SC pada lengkung

$$Y_s = \frac{L_s^2}{6 \times R_c}$$

$$Y_s = \frac{(45 \text{ m})^2}{6 \times 110 \text{ m}}$$

$$Y_s = 3,068 \text{ m}$$
- f) Pergeseran tangen terhadap spiral (p)

$$p = Y_s - R_c (1 - \cos \theta_s)$$

$$p = 3,068 \text{ m} - 110 \text{ m} (1 - \cos 11,73^\circ)$$

$$p = 0,766 \text{ m}$$
- g) Absis dari p pada garis tangen spiral (k)

$$k = X_s - R_c \times \sin \theta_s$$

$$k = 44,812 \text{ m} - 110 \text{ m} (\sin 11,73^\circ)$$

$$k = 22,457 \text{ m}$$
- h) Panjang total lengkung peralihan (L_{tot})

$$L_{tot} = L_c + 2 \times L_s$$

$$L_{tot} = 162,322 \text{ m} + 2 \times 45 \text{ m}$$

$$L_{tot} = 252,322 \text{ m}$$
- i) Panjang tangen dari titik PI ke titik PS atau ke titik ST (T_s)

$$T_s = (R_c + p) \times \tan \frac{1}{2} \Delta + k$$

$$T_s = (110 \text{ m} + 0,766 \text{ m}) \times \tan \frac{1}{2} \times 108^\circ + 22,469 \text{ m}$$

$$T_s = 174,923 \text{ m}$$
- j) Jarak dari PI ke busur lingkaran (E_s)

$$E_s = (R_c + p) \times \sec \frac{1}{2} \Delta - R_c$$

$$E_s = (110 \text{ m} + 0,766 \text{ m}) \times \sec \frac{1}{2} \times 108^\circ - 110 \text{ m}$$

$$E_s = 78,458 \text{ m}$$

- $p > 0,25 \text{ m}$
 $p = 0,773 \text{ m} > 0,25 \text{ m}$ (memenuhi)
- d) 2 kali Panjang tangen dari titik PI ke titik PS atau ke titik ST (T_s) harus lebih panjang dari total lengkung peralihan (L_{tot})

$$2 \times T_s > 2 \times L_s + L_c$$

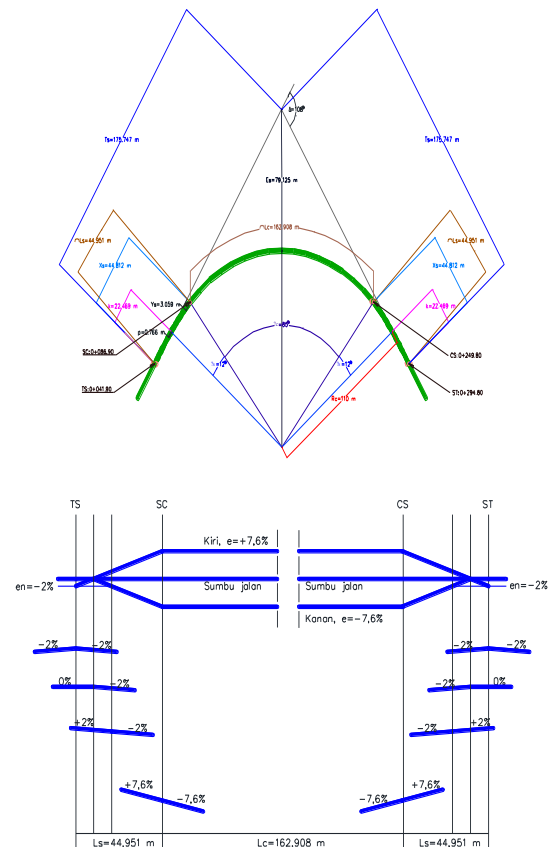
$$2 \times 174,923 \text{ m} > 2 \times 45 \text{ m} + 162,322 \text{ m}$$

$$349,845 \text{ m} > 252,322 \text{ m} \text{ (memenuhi)}$$

Berdasarkan perhitungan *manual* parameter alinyemen horizontal diatas dapat ditentukan tipe lengkung yang digunakan pada tikungan I adalah tipe *Spiral Circle Spiral* atau analisa menggunakan *AutoCAD Civil 3D* dengan tipe tikungan yang sama sehingga diperoleh perbandingan sebagai berikut :

Parameter Tikungan	Manual	AutoCAD Civil 3D
V_r (Kecepatan Rencana)	50 km/jam	50 km/jam
Δ (Sudut Tikungan)	108°	108°
R_c (Jari-jari rencana)	110 m	110 m
L_s (Lengkung Peralihan)	45 m	44,951 m
θ_s (Sudut spiral)	$11,73^\circ$	12°
θ_c (Sudut lingkaran)	$84,55^\circ$	85°
L_c (Panjang lingkaran)	162,322 m	162,908 m
X_s (Absis titik SC)	44,812 m	44,810 m
Y_s (Ordinat titik SC)	3,068 m	3,059 m
p (Pergeseran tangen)	0,773 m	0,766 m
k (Absis titik SC)	22,457 m	22,469 m
T_s (Jarak TS-PI)	174,923 m	175,747 m
E_s (Jarak dari PI-busur)	78,458 m	79,125 m
L_{tot} (Lengkung total)	252,322 m	252,810 m

Gambar Tikungan & Diagram superelevasi disesuaikan dengan hasil analisa AutoCAD Civil 3D adalah sebagai berikut :



Rekapitulasi hasil analisa alinyemen horizontal adalah sebagai berikut :

- Kontrol Tikungan tipe *Spiral Circle Spiral* :**
- a) Sudut pusat busur lingkaran (θ_c) harus lebih dari 0°

$$\theta_c > 0^\circ$$

$$\theta_c = 84,55^\circ > 0^\circ \text{ (memenuhi)}$$
 - b) Panjang busur lingkaran (L_c) harus lebih dari 20 meter

$$L_c > 20 \text{ m}$$

$$L_c = 162,322 \text{ m} > 20 \text{ m} \text{ (memenuhi)}$$
 - c) Pergeseran tangen terhadap spiral (p) harus lebih dari 0,25 meter

1. *Alternatif jalan pertama* : hasil analisa autoCAD Civil 3D, diperoleh lengkung horizontal sebanyak 5 lengkung (3 tipe Spiral Circle Spiral dan 2 tipe Full Circle).

Komponen Tikungan	Tikungan I	Tikungan II	Tikungan III
Tipe Tikungan	Spiral Circle Spiral		
Vr (Kecepatan Rencana)	50 km/jam		
Δ (Sudut Tikungan)	108°	125°	100°
Rc (Jari-jari rencana)	110 m	115 m	120 m
e (Superelevasi)	7,6 %	7,49 %	7,37 %
Ls (Lengkung Peralihan)	44,951 m	44,955 m	44,959 m
θs (Sudut spiral)	12°	11°	11°
θc (Sudut lingkaran)	85°	102°	78°
Lc (Panjang lingkaran)	162,908 m	205,705 m	163,967 m
Xs (absis titik SC)	44,810 m	44,828 m	44,842 m
Ys (Ordinat Titik SC)	3,059 m	2,927 m	2,805 m
p (Pergeseran tangen)	0,766 m	0,733 m	0,702 m
k (Absis titik SC)	22,469 m	22,488 m	22,742 m
Ts (Jarak Tangen PI-TS)	175,747 m	244,353 m	165,747 m
Es (Jarak dari PI – busur)	79,125 m	135,240 m	67,320 m
Ltot (Lengkung total)	252,810 m	295,695 m	253,885 m
Start-End Stationing	0+041,90 m s/d 0+294,80 m	0+345,85 m s/d 0+641,56 m	0+799,94 m s/d 1+053,91 m
Letak Stationing	TS : 0+041,90 m SC : 0+086,90 m CS : 0+249,80 m ST : 0+294,80 m	TS : 0+345,85 m SC : 0+390,85 m CS : 0+596,56 m ST : 0+641,56 m	TS : 0+799,94 m SC : 0+844,94 m CS : 1+008,91 m ST : 1+053,91 m

Komponen Tikungan	Tikungan IV	Tikungan V
Tipe Tikungan	Full Circle	
Vr (Kecepatan Rencana)	50 km/jam	
Δ (Sudut Tikungan)	23°	14°
Rc (Jari-jari rencana)	350 m	350 m
e (Superelevasi)	3,78 %	3,78 %
Tc (Jarak Tangen PI-TC)	70,771 m	43,600 m
Lc (Panjang lingkaran)	139,659 m	86,754 m
Ec (Jarak PI-Busur)	7,170 m	2,703 m
Start-End Stationing	1+321,04 m s/d 1+460,70 m	1+665,43 m s/d 1+752,18 m
Letak Stationing	TC : 1+321,04 m CT : 1+460,70 m	TC : 1+665,43 m CT : 1+752,18 m

2. *Alternatif jalan kedua* : hasil analisa autoCAD Civil 3D, diperoleh lengkung horizontal sebanyak 5 lengkung (3 tipe Spiral Circle Spiral dan 2 tipe Full Circle).

Komponen Tikungan	Tikungan I	Tikungan II	Tikungan III
Tipe Tikungan	Spiral Circle Spiral		
Vr (Kecepatan Rencana)	50 km/jam		
Δ (Sudut Tikungan)	86°	122°	94°
Rc (Jari-jari rencana)	115 m	110 m	120 m
e (Superelevasi)	7,49 %	7,60 %	7,37 %
Ls (Lengkung Peralihan)	44,955 m	44,951 m	44,959 m
θs (Sudut spiral)	11°	12°	11°
θc (Sudut lingkaran)	64°	98°	72°
Lc (Panjang lingkaran)	127,961 m	188,278 m	150,877 m
Xs (absis titik SC)	44,828 m	44,812 m	44,842 m
Ys (Ordinat Titik SC)	2,927 m	3,059 m	2,805 m
p (Pergeseran tangen)	0,733 m	0,766 m	0,702 m
k (Absis titik SC)	22,470 m	22,467 m	22,474 m
Ts (Jarak Tangen PI-TS)	130,722 m	220,286 m	150,839 m
Es (Jarak dari PI – busur)	43,468 m	116,708 m	56,193 m
Ltot (Lengkung total)	217,863 m	278,268 m	240,561 m
Start-End Stationing	0+043,77 m s/d 0+261,73 m	0+369,43 m s/d 0+647,71 m	0+829,56 m s/d 1+070,43 m
Letak Stationing	TS : 0+043,77 m SC : 0+088,77 m CS : 0+216,73 m ST : 0+261,73 m	TS : 0+369,43 m SC : 0+414,43 m CS : 0+602,71 m ST : 0+647,71 m	TS : 0+829,56 m SC : 0+874,56 m CS : 1+025,43 m ST : 1+070,43 m

Komponen Tikungan	Tikungan IV	Tikungan V
Tipe Tikungan	Full Circle	
Vr (Kecepatan Rencana)	50 km/jam	
Δ (Sudut Tikungan)	22°	35°
Rc (Jari-jari rencana)	350 m	350 m
e (Superelevasi)	3,78 %	3,78 %
Tc (Jarak Tangen PI-TC)	66,504 m	110,366 m
Lc (Panjang lingkaran)	131,441 m	213,823 m
Ec (Jarak PI-Busur)	6,264 m	16,989 m
Start-End Stationing	1+369,89 m s/d 1+528,33 m	1+640,93 m s/d 1+854,76 m
Letak Stationing	TC : 1+369,89 m CT : 1+528,33 m	TC : 1+640,93 m CT : 1+854,76 m

3. *Alternatif jalan ketiga* : hasil analisa autoCAD Civil 3D, diperoleh lengkung horizontal sebanyak 4 lengkung (3 tipe Spiral Circle Spiral dan 1 tipe Full Circle).

Komponen Tikungan	Tikungan I	Tikungan II	Tikungan III
Tipe Tikungan	Spiral Circle Spiral		
Vr (Kecepatan Rencana)	50 km/jam		
Δ (Sudut Tikungan)	145°	144°	126°
Rc (Jari-jari rencana)	110 m	115 m	115 m
e (Superelevasi)	7,60 %	7,49 %	7,49 %
Ls (Lengkung Peralihan)	44,951 m	44,955 m	44,955 m
θs (Sudut spiral)	12°	11°	11°
θc (Sudut lingkaran)	122°	122°	104°
Lc (Panjang lingkaran)	233,725 m	244,478 m	207,852 m
Xs (absis titik SC)	44,812 m	44,828 m	44,828 m
Ys (Ordinat Titik SC)	3,059 m	2,927 m	2,927 m
p (Pergeseran tangen)	0,766 m	0,733 m	0,733 m
k (Absis titik SC)	22,469 m	22,471 m	22,471 m
Ts (Jarak Tangen PI-TS)	375,703 m	381,055 m	249,496 m
Es (Jarak dari PI – busur)	260,194 m	261,797 m	139,829 m
Ltot (Lengkung total)	323,627 m	334,388 m	297,762 m
Start-End Stationing	0+124,85 m s/d 0+448,57 m	0+560,48 m s/d 0+894,96 m	1+013,82 m s/d 1+311,67 m
Letak Stationing	TS : 0+124,85 m SC : 0+169,85 m CS : 0+403,57 m ST : 0+448,57 m	TS : 0+560,48 m SC : 0+605,48 m CS : 0+849,96 m ST : 0+894,96 m	TS : 1+013,82 m SC : 1+058,82 m CS : 1+266,67 m ST : 1+311,67 m

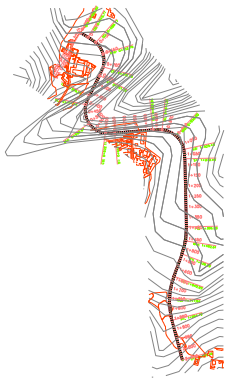
Komponen Tikungan	Tikungan IV
Tipe Tikungan	Full Circle
Vr (Kecepatan Rencana)	50 km/jam
Δ (Sudut Tikungan)	30°
Rc (Jari-jari rencana)	350 m
e (Superelevasi)	3,78 %
Tc (Jarak Tangen PI-TC)	92,532 m
Lc (Panjang lingkaran)	180,925 m
Ec (Jarak PI-Busur)	12,025 m
Start-End Stationing	1+641,31 m s/d 1+822,24 m
Letak Stationing	TC : 1+641,31 m CT : 1+822,24 m

Gambar rencana alinyemen horizontal setiap alternative adalah sebagai berikut :

1. Gambar rencana alinyemen horizontal alternative jalan pertama (STA. 0+000 s/d STA. 2+000)



2. Gambar rencana alinyemen horizontal alternative jalan kedua (STA. 0+000 s/d STA. 2+000)



3. Gambar rencana alinyemen horizontal alternative jalan ketiga (STA. 0+000 s/d STA. 2+000)



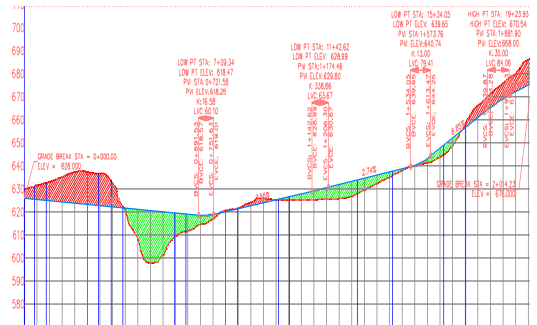
Penetapan Alinyemen Vertikal :

Alinyemen vertical didesain dengan memperhatikan keseimbangan daerah galian dan timbunan agar biaya pembangunannya lebih ekonomis serta kelandaian jalan yang lebih rendah dari kelandaian maksimum (Lmax) = 9 % untuk kecepatan rencana 50 km/jam, agar lebih nyaman dilalui dengan bantuan program AutoCAD Civil 3D. Berikut adalah rekapitulasi hasil analisa alinyemen vertical :

1. Desain alternatif jalan pertama : Berdasarkan hasil penggambaran autoCAD Civil 3D, pada alternatif ini diperoleh 3 kurva vertikal cekung dan 1 kurva vertikal cembung, dengan nilai landai positif

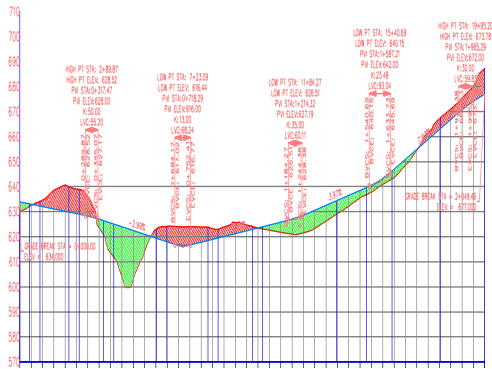
(tanjakan) sebesar 8,85% dan landai negatif (turunan) terbesar adalah 1,07%, serta jarak pandang henti dan jarak pandang mendahului pada lengkung vertikal telah memenuhi syarat . Adapun data dari desain alinyemen vertikal alternatif 1 adalah sebagai berikut :

Informasi	Kurva I	Kurva II	Kurva III	Kurva IV
Tipe Kurva	Cekung (sag)			Cembung (Crest)
Landai Awal (%)	-1,07	2,55	2,74	8,85
Landai Akhir (%)	2,55	2,74	8,85	6,05
A (Perbedaan aljabar landai)	-3,62	-0,19	-6,11	2,80
Nilai K	16,58	338,66	13	30
Nilai K Minimum	13	13	13	30
Panjang Kurva (m)	60,10	63,67	79,41	84,06
Elev. PLV (m)	+618,37	+628,99	+639,65	+664,28
Elev. PPV (m)	+618,25	+629,80	+640,74	+668,00
Elev. PTV (m)	+619,01	+630,67	+644,25	+670,34
STA PLV (m)	0+691,53	1+142,62	1+534,05	1+839,87
STA PPV (m)	0+721,58	1+174,46	1+573,76	1+881,90
STA PTV (m)	0+751,63	1+206,50	1+613,47	1+923,93



2. Desain alternatif jalan kedua : Berdasarkan hasil penggambaran autoCAD Civil 3D, pada alternatif ini diperoleh 3 kurva vertikal cekung dan 2 kurva vertikal cembung, dengan nilai landai positif (tanjakan) sebesar 7,93% dan landai negatif (turunan) terbesar adalah 2,99%, serta jarak pandang henti dan jarak pandang mendahului pada lengkung vertikal telah memenuhi syarat . Adapun data dari desain alinyemen vertikal alternatif 2 adalah sebagai berikut :

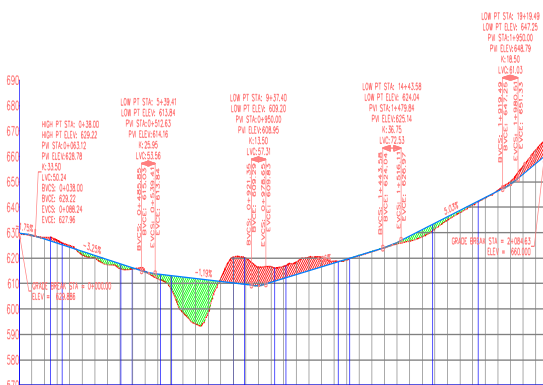
Informasi	Kurva I	Kurva II	Kurva III	Kurva IV	Kurva V
Tipe Kurva	Cembung (Crest)	Cekung (sag)			Cembung (Crest)
Landai Awal (%)	-1,89	-2,99	2,26	3,97	7,93
Landai Akhir (%)	-2,99	2,26	3,97	7,93	5,94
A (Perbedaan aljabar landai)	1,10	-5,25	-1,71	-3,96	1,99
Nilai K	50,00	13	35,00	23,48	30
Nilai K Minimum	30	13	13	13	30
Panjang Kurva (m)	55,20	68,24	60,11	93,04	59,83
Elev. PLV (m)	+628,52	+617,02	+626,51	+640,15	+669,63
Elev. PPV (m)	+628,00	+616,00	+627,19	+642,00	+672,00
Elev. PTV (m)	+627,17	+616,77	+628,38	+645,69	+673,78
STA PLV (m)	0+289,87	0+684,17	1+184,27	1+540,69	1+935,38
STA PPV (m)	0+317,47	0+616,00	1+214,32	1+587,21	1+965,29
STA PTV (m)	0+345,07	0+752,41	1+244,38	1+633,73	1+995,20



3. Desain alternatif jalan ketiga

Berdasarkan hasil penggambaran autoCAD Civil 3D, pada alternatif ini diperoleh 4 kurva vertikal cekung dan 1 kurva vertikal cembung, nilai landai positif (tanjakan) sebesar 8,33% dan landai negatif (turunan) terbesar adalah 3,25%, serta jarak pandang henti dan jarak pandang mendahului pada lengkung vertikal telah memenuhi syarat. Adapun data dari desain alinyemen vertikal alternatif 3 adalah sebagai berikut :

Informasi	Kurva I	Kurva II	Kurva III	Kurva IV	Kurva V
Tipe Kurva	Cembung (Crest)	Cekung (Sag)			
Landai Awal (%)	-1,75	-3,25	-1,19	3,06	5,03
Landai Akhir (%)	-3,25	-1,19	3,06	5,03	8,33
A (Perbedaan aljabar landai)	1,50	-2,06	-4,25	-1,97	-3,30
Nilai K	33,5	25,95	13,50	36,75	18,50
Nilai K Minimum	30	13	13	13	13
Panjang Kurva (m)	50,24	53,56	57,31	72,53	61,03
Elev. PLV (m)	+629,22	+615,03	+609,29	+624,04	+647,25
Elev. PPV (m)	+628,78	+614,16	+608,95	+625,14	+648,79
Elev. PTV (m)	+627,96	+613,84	+609,83	+626,97	+651,33
STA PLV (m)	0+038,00	0+485,85	0+921,35	1+443,58	1+919,49
STA PPV (m)	0+063,12	0+512,63	0+950,00	1+479,84	1+950,00
STA PTV (m)	0+088,24	0+539,41	0+978,65	1+516,11	1+980,51



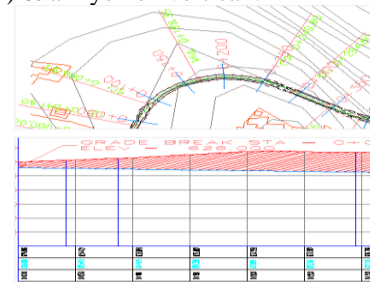
Koordinasi Alinyemen Horizontal & Vertikal :

Koordinasi antara Alinyemen Horizontal & Vertikal harus memenuhi ketentuan sebagai berikut ; (a) Alinyemen Horizontal berimpit dengan alinyemen vertikal dan alinyemen horizontal lebih panjang sedikit melingkupi alinyemen vertikal, (b) Hindari Tikungan tajam pada bagian bawah lengkung vertikal cekung atau bagian atas lengkung vertikal cembung, (c) Hindarkan

Lengkung vertikal cekung pada kelandaian jalan yang lurus dan panjang (*d*) Hindarkan, dua atau lebih lengkung vertikal dalam satu lengkung horizontal dan (*e*) Hindarkan Tikungan tajam diantara bagian jalan yang lurus dan panjang. Berikut adalah gambar rencana dan profile untuk setiap bentuk alinyemen horizontal terhadap kondisi alinyemen vertikal :

Koordinasi Alinyemen Horizontal & Vertikal alternative jalan pertama :

Contoh visualisasi koordinasi alinyemen horizontal (tikungan I) & alinyemen vertikal :

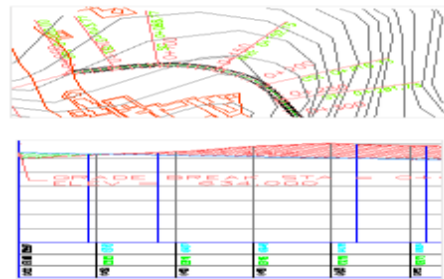


Adapun tabelisasi berdasarkan gambar rencana jalan & profile adalah sebagai berikut :

Alinyemen Horizontal		Alinyemen Vertikal	
Tikungan	Stationing (m)	Kurva	Stationing (m)
PI I	0+041,90 s/d 0+294,30	PV I	0+691,53 s/d 0+751,63
PI II	0+345,85 s/d 0+641,56	PV II	1+142,62 s/d 1+206,30
PI III	0+799,94 s/d 1+053,91	PV III	1+534,05 s/d 1+613,47
PI IV	1+321,04 s/d 1+460,70	PV IV	1+839,87 s/d 1+923,93
PI V	1+665,43 s/d 1+752,18		

Koordinasi Alinyemen Horizontal & Vertikal alternative jalan kedua :

Contoh visualisasi koordinasi alinyemen horizontal (tikungan I) & alinyemen vertikal :

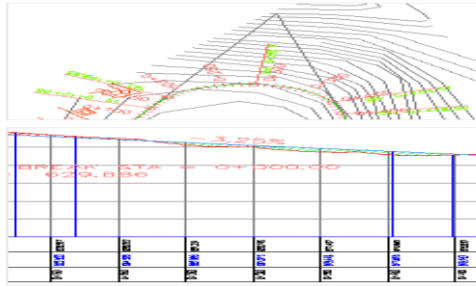


Adapun tabelisasi berdasarkan gambar rencana jalan & profile adalah sebagai berikut :

Alinyemen Horizontal		Alinyemen Vertikal	
Tikungan	Stationing (m)	Kurva	Stationing (m)
PI I	0+043,77 s/d 0+261,73	PV I	0+289,87 s/d 0+345,07
PI II	0+369,43 s/d 0+647,71	PV II	0+684,17 s/d 0+752,41
PI III	0+829,56 s/d 1+070,43	PV III	1+184,27 s/d 1+244,38
PI IV	1+369,89 s/d 1+528,33	PV IV	1+540,69 s/d 1+633,73
PI V	1+640,93 s/d 1+854,76	PV V	1+935,38 s/d 1+995,20

Koordinasi Alinyemen Horizontal & Vertikal alternative jalan ketiga :

Contoh visualisasi koordinasi alinyemen horizontal (tikungan I) & alinyemen vertikal :



Adapun tabelisasi berdasarkan gambar rencana jalan & profile adalah sebagai berikut :

Alinyemen Horizontal		Alinyemen Vertikal	
Tikungan	Stationing (m)	Kurva	Stationing (m)
PI I	0+124,85 s/d 0+448,57	PV I	0+038,00 s/d 0+088,24
PI II	0+360,48 s/d 0+894,96	PV II	0+485,85 s/d 0+539,41
PI III	1+013,82 s/d 1+311,67	PV III	0+921,35 s/d 0+978,65
PI IV	1+641,31 s/d 1+822,24	PV IV	1+443,58 s/d 1+516,11
		PV V	1+919,49 s/d 1+980,51

Volume Galian & Timbunan :

Berikut adalah kuantitas perhitungan volume galian dan timbunan pada rencana jalan setiap alternative dengan program bantu AutoCad Civil 3D :

Volume Galian & Timbunan Alternatif Pertama :

Volume galian = 205.744,55 m³
 Volume timbunan = 193.361,65 m³
 Selisih volume = 12.382,90 m³

Volume Galian & Timbunan Alternatif Kedua :

Volume galian = 176.987,69 m³
 Volume timbunan = 170.181,64 m³
 Selisih volume = 6.806,05 m³

Volume Galian & Timbunan Alternatif Ketiga :

Volume galian dan timbunan rencana alternative 3 :
 Volume galian = 117.208,14 m³
 Volume timbunan = 103.984,16 m³
 Selisih volume = 13.223,98 m³

Rancangan Anggaran Biaya Pekerjaan Galian Tanah & Timbunan :

a. Biaya Pekerjaan Galian & timbunan alternative pertama

RANCANGAN ANGGARAN BIAYA (Desain Alternatif Pertama)				
Satuan Kerja : Proyek Pembangunan Jalan Sebagian Kuncir – Pogoh (Sta. 0+000 s/d Sta. 2+000)				
No.	Uraian Pekerjaan	Satuan	Volume	Harga Satuan
I Pekerjaan Tanah :				
	Galian Tanah	m ³	193.361,65	Rp20.785,29
	Timbunan	m ³	205.744,55	Rp156.302,12
II Jumlah harga pekerjaan				Rp36.177.388.468,74
III Pajak Pertambahan Nilai (PPN) = 10% x (II)				Rp3.617.738.846,87
IV Jumlah total harga pekerjaan = (II) + (III)				Rp39.795.127.315,62

b. Biaya Pekerjaan Galian & timbunan alternative kedua

RANCANGAN ANGGARAN BIAYA (Desain Alternatif Kedua)				
Satuan Kerja : Proyek Pembangunan Jalan Sebagian Kuncir – Pogoh (Sta. 0+000 s/d Sta. 2+000)				
No.	Uraian Pekerjaan	Satuan	Volume	Harga Satuan
I Pekerjaan Tanah :				
	Galian Tanah	m ³	170.181,64	Rp20.785,29
	Timbunan	m ³	176.987,69	Rp156.302,12
II Jumlah harga pekerjaan				Rp31.200.826.911,97
III Pajak Pertambahan Nilai (PPN) = 10% x (II)				Rp3.120.082.691,20
IV Jumlah total harga pekerjaan = (II) + (III)				Rp34.320.909.603,17

c. Biaya Pekerjaan Galian & timbunan alternative ketiga

RANCANGAN ANGGARAN BIAYA (Desain Alternatif Ketiga)				
Satuan Kerja : Proyek Pembangunan Jalan Sebagian Kuncir – Pogoh (Sta. 0+000 s/d Sta. 2+000)				
No.	Uraian Pekerjaan	Satuan	Volume	Harga Satuan
I Pekerjaan Tanah :				
	Galian Tanah	m ³	117.208,14	Rp20.785,29
	Timbunan	m ³	103.984,16	Rp156.302,12
II Jumlah harga pekerjaan				Rp18.689.150.506,04
III Pajak Pertambahan Nilai (PPN) = 10% x (II)				Rp1.868.915.050,60
IV Jumlah total harga pekerjaan = (II) + (III)				Rp20.558.065.556,64

Pemilihan Alternatif Yang Optimal :

Informasi	Alternatif Jalan Pertama	Alternatif Jalan Kedua	Alternatif Jalan Ketiga
Kelandaian Jalan	-1,07%, +2,55%, +2,74%, +8,85%	-1,89%, -2,99%, +2,26%, +3,97%	-1,75%, -3,25%, -1,19%, +3,06%
	+6,05%	+7,93%, +5,94%	+5,03%, +8,33%
	Volume :		
Galian Tanah	193.361,65 m ³	170.181,64 m ³	117.208,14 m ³
Timbunan	205.744,55 m ³	176.987,69 m ³	103.984,16 m ³
Selisih	12.382,90 m ³	6.806,05 m ³	13.223,98 m ³
Biaya :			
Galian Tanah	Rp4.019.078.838,86	Rp3.537.275.504,66	Rp2.436.205.706,85
Timbunan	Rp32.158.309.629,89	Rp27.663.551.407,31	Rp16.252.944.799,19
Biaya total	Rp39.795.127.315,62	Rp34.320.909.603,17	Rp20.558.065.556,64

Berdasarkan uraian tersebut, kelandaian jalan setiap alternative jalan sudah memenuhi ketentuan Bina Marga dengan besar kelandaian untuk kecepatan rencana 50 km/jam harus sama atau tidak boleh lebih dari 9% serta nilai kelandaian untuk masing-masing alternative jalan tidak terlalu berbeda, sehingga pada pemilihan alternative jalan ini dipilih dengan mempertimbangkan anggaran biaya galian tanah dan timbunan yang lebih ekonomis yakni pada jalan alternative ketiga dengan biaya yang lebih murah dibandingkan kedua alternative lainnya dengan total biaya pekerjaan tanah adalah Rp20.558.065.556,64.

5) KESIMPULAN

Dengan menggunakan program bantu AutoCAD Civil 3D & Pedoman Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan 1997serta aturan PERPRES No. 80 Tahun 2019 Tentang Percepatan Pembangunan Ekonomi jalan, Perencanaan geometrik jalan ini dibuat dengan menyediakan tiga alternative jalan yang kemudian dipilih berdasarkan tingkat kenyamanan & keamanan pengendara, volume galian & timbunan serta anggaran biaya pekerjaan tanah dengan hasil akhir perencanaan adalah menggunakan

Alternatif Jalan Ketiga, dengan ketentuan sebagai berikut :

1. Jalan ini direncanakan sebagai Jalan Kolektor dengan panjang jalan 2,00 km, lebar perkerasan 2 x 3 m dengan kemiringan melintang 2%, dan lebar bahu jalan 2 x 1,5 m dengan kemiringan melintang 3%.
2. Alinyemen horizontal sebanyak 4 tikungan yakni 3 tikungan tipe SCS (Spiral Circle Spiral) & 1 tikungan tipe FC (Full Circle) sementara alinyemen vertikalnya diperoleh 5 buah kurva berupa 1 tipe cembung (crest) dan 4 tipe cekung (sag) dengan ilai kelandaian sebesar 1,75%, 3,25%, 1,19%, 3,06%, 5,03% dan 8,33% sudah memenuhi kriteria desain perencanaan geometrik jalan untuk kecepatan rencana 50 km/jam yakni kelandaian kurang dari 9 %.
3. Volume galian tanah & timbunan sebesar 117.208,14 m³ dan 103.984,16 m³ merupakan nilai terkecil, sehingga biaya galian tanah dan timbunan lebih ekonomis dibandingkan kedua alternative lainnya, dimana anggaran biaya pekerjaan galian sebesar Rp2.436.205.706,85, sedangkan untuk biaya pekerjaan timbunan sebesar Rp16.252.944.799,19, sehingga total biayanya mencapai Rp20.558.065.556,64. Alternatif ketiga dapat dikatakan memiliki selisih pekerjaan volume galian & timbunan yang lebih besar yakni 13.223,98 m³ dibandingkan kedua alternatif lainnya namun melihat selisih biaya sebesar Rp13.762.844.046,53 jika dibandingkan dengan alternative kedua dikhawatirkan biaya pekerjaan akan lebih boros.

- Direktorat Jendral Bina Marga . 2014. *Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia*. Jakarta: Departemen Pekerjaan Umum.
- Haryanto, Imam., Suwardo. 2019. *Perancangan Geometrik Jalan*. Yogyakarta : Gadjah Mada University Press
- Mochlis, Firman Adrian . 2020. *Optimasi Desain Geometrik Jalan Menggunakan Software Autocad Civil 3d 2017 Pada Ruas Jalan Telaga Pange, Maluku (Sta 00+000 S/D 02+225)*. Skripsi thesis, Institut Teknologi Nasional Malang.
- Pancaningrum , Andithasari. 2016. *Perencanaan Geometrik Dan Perkerasan Jalan Dengan Flexible Pavement Pada Ruas Jalan Desa Sobo – Desa Munjungan, Proyek Jalur Lintas Selatan Jawa Timur*. Tugas Akhir. Program Studi S-1 ITS.
- Saodang, Hamirhan. 2010. *Buku 1 Geometrik Jalan : Konstruksi Jalan Raya*. Bandung : Nova.
- Subkhan, M Fajhar. 2019. *Evaluasi Dan Perencanaan Ulang Desain Geometrik Jalan Berdasarkan Standart Bina Marga Pada Ruas Jalan Dadaprejo Kota Batu*. PROKONS: Jurnal Teknik Sipil .12 (2):79-84.
- Sukirman, Silvia. 1999. *Dasar-dasar Perencanaan Geometrik Jalan Raya*. Bandung: Nova.
- Wibisono, M. T., Kushari, B. 2020. *Evaluasi Dan Desain Ulang Geometri Jalan Semanu–Pracimantoro Km 23-Km 23,4*. Civil Engineering. Hal. 1-9

6) DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 2004. *Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 38 Tahun 2004 Tentang Jalan*. Jakarta: Departemen Pekerjaan Umum.
- Anonim. 2006. *Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 34 tahun 2006 Tentang Jalan*. Jakarta: Departemen Pekerjaan Umum.
- Anonim. 2011. *Peraturan Menteri Pekerjaan Umum nomor: 11/PRT/M tahun 2011 tentang Pedoman Penyelenggaraan Jalan Khusus*. Jakarta: Departemen Pekerjaan Umum.
- Badan Standarisasi Nasional. 2004. *Geometri Jalan Perkotaan RSNI T14-2004*. Badan Penerbit Standar Nasional Indonesia. Jakarta.
- Bethary , R.T., dkk. 2016. *Perencanaan Geometrik Jalan Alternatif Palima-Curug (Studi Kasus : Kota Serang)*. Jurnal Fondasi. 5 (2) : 12-21.
- Departemen Pekerjaan Umum. 2005. *Modul Rde - 10: Perencanaan Geometrik Jalan*. Jakarta: Departemen Pekerjaan Umum.
- Departemen Pekerjaan Umum. 2011. *Modul 1: Penentuan Trase Jalan*. Jakarta: Departemen Pekerjaan Umum.
- Direktorat Jendral Bina Marga. 1997. *Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota*. Penerbit Direktorat Jendral Bina Marga: Jakarta