

STUDI PERENCANAAN PENINGKATAN JL. NASIONAL RUAS JALAN SIMPANG TIGA JLN. WAEMATA (2,81 KM) – MALAWATAR (6,19KM) DI KABUPATEN MANGGARAI BARAT PROVINSI NUSA TENGGARA TIMUR

YAKOBUS JULIANDRA DARMAN

Institut Teknologi Nasional Malang

e-mail: darmanxx25@gmail.com

Dosen Pembimbing :

¹Dr. Ir Nusa Sebayang, MT

²Annur Ma'ruf, ST., MT

Abstrak

Jalan Waemata-Malawatar merupakan akses jalan yang menghubungkan Kabupaten Manggarai dan Manggarai Barat. Topografinya yang berbukit dan pegunungan sehingga kondisi geometriknnya tidak nyaman untuk di lewati dengan kecepatan standar sesuai dengan fungsi dan kelas jalan. Menurut peraturan menteri PUPR nomor: 1688/KPTS/M/2022 tentang Penetapan Ruas Jalan Menurut Statusnya Sebagai Jalan Nasional. Metode yang di gunakan pedoman Geometrik jalan Bina Marga nomor 20/SE/D/b/2021, di buat beberapa alternative pemodelan pada program bantu Auto CAD Civil 3D. untuk perkerasan Jalan mengacu pada pedoman Metode Bina Marga Manual Desain Perkerasan jalan 9MDPJ) No.04/SE/Db/2017. Hasil perhitungan perencanaan peningkatan Ruas jalan Waemata-Malawatar didapatkan lengkung horizontal dengan jumlah Tikungan sebanyak 6 buah tikungan Full Circle(FC), 4 buah tikungan Spiral–Circle–Spiral(SCS) dan Lengkung Vertikal Cembung(Crest) sebanyak 3, lengkung Vertikal Cekung(Sag) sebanyak 3. RAB Galian dan Timbunan dipilih alternative yang pertama dengan Volume galian 8,375,09 m³ dengan harga satuan Rp.9.285,69 dan Volume timbunan adalah 1,939.56 m³ dengan harga satuan Rp. 58.227,98 sehingga didapatkan jumlah total harga pekerjaan = Rp. 209,775,705.22. Tebal Perkerasan lentur jalan baru (pelebaran) 2 m (1 x 2 kanan kiri) yaitu Tebal AC WC = 40 mm Tebal AC BC = 60 mm Tebal AC BASE = 80 mm Tebal LFA Kelas A = 300 mm Tebal lapis Overlay Perkerasan lentur dengan lebar jalan 9 m dan tebal lapis tambah AC WC = 40 mm 258 AC BC = 60 mm AC BASE = 80 mm. Besar biaya yang diperlukan untuk Total keseluruhan Pekerjaan sebesar Rp Rp.13,342,142,212.00 (Tiga Belas Milyar Tiga Ratus Empat Puluh Dua Juta Seratus Empat Puluh Dua Ribu Dua Ratus Dua Belas Rupiah)

Kata kunci : Volume Kapasitas Jalan, Perencanaan Geometrik Jalan, Perkerasan Lentur, Rencana Anggaran Biaya (RAB)

Abstract

Waemata-Malawatar Road is an access road connecting Manggarai and West Manggarai Regencies. The hilly and mountainous topography makes the geometric conditions uncomfortable to pass at standard speeds according to the function and class of the road. According to the regulation of the Minister of PUPR number: 1688 / KPTS / M / 2022 concerning the Determination of Road Sections According to Their Status as National Roads. The method used is the Geometric guidelines for Bina Marga roads number 20 / SE / D / b / 2021, several alternative modeling alternatives are made in the Auto CAD Civil 3D assistance program. for road paving refers to the Bina Marga Manual Pavement Design Method guidelines 9MDPJ) No.04/SE/Db/2017. The calculation results of the Waemata-Malawatar road section improvement planning obtained a horizontal curve with a total of 6 Full Circle (FC) bends, 4 Spiral-Circle-Spiral (SCS) bends and 3 Convex Vertical Curves (Crest), 3 Concave Vertical Curves (Sag). The Excavation and Embankment RAB selected the first alternative with an excavation volume of 8,375.09 m³ with a unit price of Rp. 9,285.69 and an embankment volume of 1,939.56 m³ with a unit price of Rp. 58,227.98 so that the total price of the work was obtained = Rp. 209,775,705.22. The thickness of the flexible pavement of the new road (widening) is 2 m (1 x 2 right and left), namely AC WC thickness = 40 mm AC BC thickness = 60 mm AC BASE thickness = 80 mm LFA Class A thickness = 300 mm Flexible pavement overlay layer thickness with a road width of 9 m and an additional layer thickness of AC WC = 40 mm 258 AC BC = 60 mm AC BASE = 80 mm. The total cost required for the entire Work is Rp Rp.13,342,142,212.00 (Thirteen Billion Three Hundred Forty Two Million One Hundred Forty Two Thousand Two Hundred Twelve Rupiah)

Keywords: Road Capacity Volume, Road Geometric Planning, Flexible Pavement, Cost Budget Plan (CBP)

1) PENDAHULUAN

Manggarai Barat merupakan Kabupaten yang terletak di wilayah bagian Barat Provinsi Nusa Tenggara Timur. Kabupaten Manggarai Barat berbatasan dengan Provinsi Nusa Tenggara Barat yang dipisahkan oleh selat Sape. Kabupaten Manggarai Barat terletak di antara 080 14'-090 00' Lintang Selatan (LS) dan 1190 21'-1200 20' Bujur Timur (BT). Keadaan Topografi Kabupaten Manggarai Barat bervariasi berdasarkan bentuk relief, kemiringan Lereng dan Ketinggian dari Permukaan Laut. Ketinggian Wilayah Kabupaten Manggarai Barat bervariasi yakni kelas ketinggian kurang dari 100 m dpl sebanyak 23 % dan lebih dari 75 % ketinggian di atas 100 m dpl, kemiringan Lerengnya 0-2 % , 2-15 % , 15-40 % . secara umum wilayah Kabupaten Manggarai Barat memiliki Topografi berbukit-bukit hingga Pegunungan. sehingga beberapa ruas jalan yang kondisi geometriknya tidak nyaman untuk di lewati dengan kecepatan standar sesuai dengan fungsi dan kelas jalan. Menurut peraturan menteri PUPR nomor: 1688/ KPTS/ M/ 2022 tentang Penetapan Ruas Jalan Menurut Statusnya Sebagai Jalan Nasional. Apabila terjadi kesalahan dalam perencanaan jalan yang tidak sesuai standar geometrik dalam membuat desain geometrik jalan menurut Bina Marga 2017. Kondisi tersebut terdapat pada sebagian ruas jalan Simpang Tiga Jln.Waemata (2,81 Km) – Malawatar (6,19) tepatnya pada rusas jalan bambor – dahot, yang mana jalan tersebut merupakan jalan kabupaten yang ditingkatkan menjadi jalan nasional, di mana jalan tersebut kurang nyaman dan aman untuk dilintasi. Sesuai dengan peraturan jalan yang menunjukkan pada Undang-Undang Nomor 2 Tahun 2022 tentang Perubahan Kedua atas Undang-Undang Nomor 38 Tahun 2004 tentang Jalan, lebar jalan nasional diatur dalam Pasal 53 ayat (1) yang menyatakan bahwa lebar jalan nasional adalah minimal 7 meter. Sementara Lebar perkerasan jalan pada daerah Studi (5 meter). Pada sebagian ruas jalannya mengalami kerusakan seperti lubang danrusaknya Permukaan Aspal diakibatkan oleh kurangnya Pemeliharaan jalan serta daerah perkebunan yang melewati ruang milik jalan yang membatasi pandangan pengemudi saat ditikungan sehingga diperlukan lapisan Perkerasan. Peningkatan jalan tersebut dimaksudkan untuk meningkatkan Pelayanan jalan sesuai dengan kebutuhan yang diharapkan, salah satunya adalah memperlancar peningkatan layanan jalan untuk mengendalikan pergerakan Lalu Lintas menuju Kawasan Wisata yang ada di Labuan Bajo.

2) KAJIAN PUSTAKA

Menurut Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 38 Tahun 2004, Jalan adalah

prasarana transportasi darat yang meliputi segala bagian jalan, termasuk bangunan pelengkap dan perlengkapannya yang

diperuntukkan bagi Lalu Lintas umum, yang berada pada permukaan tanah, di atas permukaan tanah, di bawah permukaan tanah dan/atau air, serta di atas permukaan air, kecuali jalan rel dan jalan kabel

Klasifikasi Jalan :

Fungsi, Medan, Kelas & Status: 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). Klasifikasi Jalan berdasarkan Medan Jalan kondisi Sebagian besar kemiringan medan yang diukur tegak lurus garis kontur (topografi medan) Jalan menurut kelasnya dibagi menjadi jalan kelas I, II, III & jalan khusus sesuai ukuran serta muatan kendaraan yang dapat melalui jalan tersebut. 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.

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 dilihat dalam table:

No	Jenis Medan	Notasi	Kemiringan Medan
1	Datar	D	< 10
2	Bukit	B	10-25
3	Gunung	G	>25

Sumber :pedoman desain geometrik jalan 2021:31

Lebar Jalur Lalu Lintas dan Bahu Jalan: Sumber :pedoman desain geometrik jalan 2021

Perencanaan Geometrik Jalan:

Perencanaan geometrik jalan merupakan bagian dari perencanaan jalan yang dititik beratkan pada perencanaan bentuk fisik sehingga dapat memenuhi fungsi dasar dari jalan yaitu memberikan pelayanan yang optimum pada arus lalu lintas dan sebagai akses ke rumah-rumah. Jadi, tujuan dari perencanaan geometrik jalan adalah menghasilkan infrastuktur yang aman, efisien pelayanan arus lalu lintas dan memaksimalkan ratio tingkat penggunaan/biaya pelaksanaan. Ruang, bentuk dan ukuran jalan dikatakan baik jika dapat memberikan rasa aman dan nyaman kepada pemakai jalan.

Perameter Perencanaan Geometrik Jalan:

Beberapa parameter perencanaan geometrik dari unsur karakteristik kendaraan diantaranya:

1. Kendaraan Rencana

Kendaraan rencana adalah kendaraan dengan standar tertentu (bentuk, ukuran dan daya/kemampuan) yang digunakan sebagai

kriteria perencanaan bagian-bagian jalan. Kendaraan rencana dikelompokkan ke dalam 3 kategori, yaitu :

a) Kendaraan kecil, diwakili oleh mobil penumpang;

- b) Kendaraan sedang, diwakili oleh truk 3 as tandem atau oleh bus besar 2 as;
- c) Kendaraan besar, diwakili oleh Truk-Semi-Trailer.
Dimensi dasar untuk masing-masing kategori kendaraan rencana

KATEGORI KENDARAAN RENCANA	DIMENSI KENDARAAN (cm)			TONJOLAN (cm)		RADIUS PUTAR		RADIUS TONJOLAN (cm)
	Tinggi	Lebar	Panjang	Depan	Belakang	Minimum	Maksimum	
Kendaraan Kecil	130	210	580	90	150	420	730	780
Kendaraan Sedang	410	260	1210	210	240	740	1280	1410
Kendaraan Besar	410	260	2100	1.20	90	290	1400	1370

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 : (pedoman desain geometrik jalan 2021)

Penentuan Trase Jalan:

Trase jalan raya adalah garis tengah atau sumbu jalan yang merupakan garis lurus yang saling terhubung pada Peta Topografi dan merupakan garis acuan dalam penentuan tinggi muka tanah dasar dalam perencanaan jalan baru

syarat-syarat sebagai berikut:

- Syarat Ekonomis
Penentuan Trase jalan yang tidak terlalu banyak memotong kontur, sehingga dapat menghemat biaya dalam pelaksanaan pekerjaan galian timbunan nantinya
- Syarat Teknis
mendapatkan jalan yang memberikan rasa keamanan (keselamatan) dan kenyamanan bagi pemakai jalan

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 V_R . Untuk keselamatan pemakai jalan, jarak pandang dan daerah bebas samping jalan harus diperhitungkan.

Berikut ini adalah Aspek penting pada perencanaan Alinyemen Horizontal :

1. Gaya sentrifugal
2. Bentuk-bentuk busur peralihan
3. Bentuk-bentuk Tikungan
4. Diagram Superelevasi
5. Pelebaran perkerasan pada tikungan
6. Jarak pandang pada tikungan

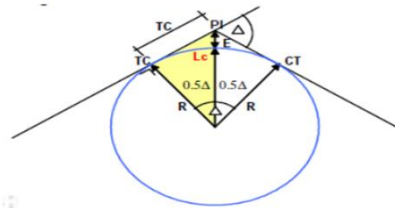
Panjang Bagian Lurus

Panjang maksimum bagian jalan yang lurus harus ditempuh dalam waktu tidak boleh lebih dari 2 menit (sesuai VR).

Jenis-Jenis Tikungan:

Fungsi	Panjang bagian lurus maksimum (m)		
	Datar	Perbukitan	Pegunungan
Arteri	3000	2500	2000
Kolektor	2000	1750	1500

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 :

$$Tc = R \cdot tg \left(\frac{1}{1} \Delta \right)$$

$$Es = Tc \cdot tg \left(\frac{1}{4} \Delta \right)$$

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

Keterangan :

Δ = Sududt tikungan ($^{\circ}$)

Es = Jarak luar dari PI ke puncak busur lingkaran (m)

O = Titik pusat lingkaran

Lc = Panjang lingkaran (CT-TC)

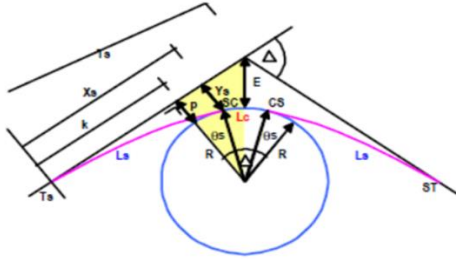
Rc = Jari-jari lingkaran (m)

PI = Titik potong antara 2 garis tangen

T = Jarak TC-PI atau PI-CT

Spiral-Circle-Spiral (S-C-S) :

tikungan ini digunakan pada daerah-daerah perbukitan atau pegunungan, karena tikungan jenis ini memiliki lengkung peralihan yang memungkinkan perubahan menikung tidak secara mendadak dan tikungan tersebut menjadi aman.



Parameter Lengkung Spiral-Circle-Spiral :

$$\theta_s = \frac{90 Ls}{\pi R}$$

$$Lc = \frac{(\Delta - 2\theta_s)}{180}$$

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

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

$$Ts = (R + p) \cdot \operatorname{tg} \left(\frac{1}{2} \Delta \right) + k$$

$$Es = (R + p) \cdot \operatorname{sec} \left(\frac{1}{2} \Delta \right) - Rc$$

$$Xs = Ls \left(1 - \frac{Ls^2}{40 \cdot R^2} \right)$$

$$Ys = \frac{Ls^2}{6 \cdot R}$$

$$\theta_c = \Delta - 1 \cdot \theta_s$$

Keterangan :

- Xs = Absis titik SC Pada garis tangen, jarak dari titik TS – SC (jarak lurus lengkung peralihan) (m)
- Ys = Ordinat titik SC pada garis tegak lurus garis tangen (m)
- θs = Sudut lengkung spiral (°)
- θc = Sudut lengkung circle (°)
- P = Pergeseran tangen terhadap spiral (m)
- k = Absis p pada garis tangen spiral (m)
- Lc = Panjang busur lingkaran (jarak SC-CS) (m)
- Ts = Jarak tangen dari PI ke TS atau ST (m)
- Es = Jarak dari PI ke puncak busur lingkaran (m)
- L = Panjang tikungan SCS (m)
- Ls = Panjang lengkung peralihan (jarak TS-SC atau CS-ST) (m)

Δ = Sudut tikungan (°)

R = Jari-jari tikungan (m)

Kontrol : $Lc > 20 \text{ m}$ $L > 2 \text{ Ts}$

Kemiringan Tikungan (Superelevasi)

Superelevasi ada suatu kemiringan melintang ditikungan yang berfungsi mengimbangi gaya sentrifugal. Semakin besar superelevasi semakin besar pula komponen berat kendaraan yang diperoleh.

Superelevasi maksimum yang dapat dipergunakan pada suatu jalan raya dibatasi oleh beberapa keadaan, diantaranya :

- a. Jalan yang berada didaerah yang sering turun hujan, berkabut atau sering turun salju, superelevasi maksimum lebih rendah dari pada jalan yang berada didaerah yang selalu beruaca baik

- b. Keadaan medan, seperti datar, berbukit-bukit atau pegunungan. Di daerah datar superelevasi maksimum dapat dipilih lebih tinggi dari pada di daerah berbukitan, atau daerah pegunungan

- c. Komposisi jenis kendaraan dari arus lalu lintas. Banyaknya kendaraan berat yang bergerak lebih lambat serta adanya kendaraan yang ditarik oleh hewan atau kendaraan tak bermesin, mengakibatkan gerak arus lalu lintas menjadi tidak menentu

- d. Keadaan lingkungan, perkotaan (urban) atau luar kota (rural).

Didalam kota kendaraan bergerak lebih perlahan-lahan, banyak terdapat persimpangan, rambu-rambu lalu lintas yang harus diperhatikan, arus pejalan kaki, arus lalu lintas yang lebih padat, sehingga sebaiknya superelevasi maksimum diperkotaan dipilih lebih kecil dari pada luar kota.

Lengkung Peralihan (Ls)

Fungsi dari lengkung peralihan adalah untuk mengantisipasi perubahan alinyemen jalan dari bentuk lurus dengan R tetap atau untuk menentukan kendaraan dari posisi kemiringan normal (jalan lurus) ke kemiringan alinyemen horizontal (tikungan) sebagaimana fenomena keseimbangan gaya yang diakibatkan adanya gaya sentrifugal.

Pelebaran Jalur Lalu Lintas

Pelebaran pada tikungan dimaksudkan untuk mempertahankan konsistensi geometrik jalan agar kondisi operasional lalu lintas di tikungan sama dengan di bagian lurus.

Pelebaran jalan di tikungan mempertimbangkan:

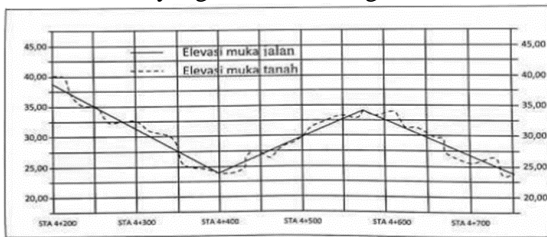
- a. Kesulitan pengemudi untuk menempatkan kendaraannya tetap pada lajunya.
- b. Penambahan lebar (ruang) lajur yang dipakai saat kendaraan melakukan gerakan melingkar
- c. Pelebaran di tikungan ditentukan oleh radius belok kendaraan rencana dan besarnya ditetapkan
- d. Pelebaran yang lebih kecil dari 0.6 meter dapat diabaikan

R (m)	Kecepatan rencana V4 (km/jam)							
	50	60	70	80	90	100	119	120
1500	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1
1000	0.0	0.0	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.2
750	0.0	0.0	0.1	0.1	0.1	0.2	0.3	0.3
500	0.2	0.3	0.3	0.4	0.4	0.5	0.5	
400	0.3	0.3	0.4	0.4	0.5	0.5		
300	0.3	0.4	0.4	0.5	0.5			
250	0.4	0.5	0.5	0.6				
200	0.6	0.7	0.8					
150	0.7	0.8						
140	0.7	0.8						
130	0.7	0.8						
120	0.7	0.8						
110	0.7							
100	0.8							
90	0.8							
80	1.0							
70	1.0							

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

landau negatif (turunan), atau landau nol (datar). Bagian lengkung vertikal dapat berupa lengkung cekung atau lengkung cembung. Faktor-faktor yang mempengaruhi desain alinyemen vertikal jalan :

1. Kondisi tanah dasar
2. Keadaan medan
3. Fungsi jalan
4. Muka air banjir
5. Muka air tanah
6. Kelandaian yang masih memungkinkan



(Sumber: (Modul 3 Dasar-dasar Perencanaan Geometrik Ruas Jalan 2017)

Landai Maksimum: Kelandaian maksimum dimaksudkan untuk memungkinkan kendaraan bergerak terus tanpa kehilangan kecepatan yang berarti

V _r (Km/jam)	120	110	100	80	60	50	40	<40
Kelandaian Max. (m)	3	3	4	5	8	9	10	10

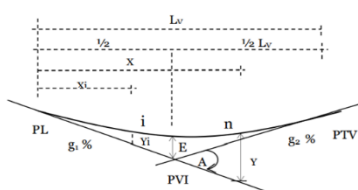
Sumber : (pedoman desain geometrik jalan 2021)

Lengkung Vertikal: Lengkung Vertikal harus disediakan pada setiap lokasi yang mengalami perubahan kelandaian dengan tujuan mengurangi guncangan akibat perubahan kelandaian dan menyediakan jarak pandang henti

Jenis-jenis lengkung Vertikal :

- 1). Lengkung Vertikal Cekung

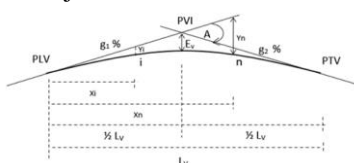
Lengkung Vertikal Cekung adalah lengkung dimana titik perpotongan antara kedua tangen berada di bawah permukaan jalan.



Sumber : Dhaniarti Raharjo, 2022

- 2). Lengkung Vertikal Cembung

Lengkung Vertikal Cembung adalah lengkung dimana titik perpotongan antara kedua tangen berada di atas permukaan jalan.



Sumber : Dhaniarti Raharjo, 2022

Jarak Pandang: Keamanan dan kenyamanan pengemudi kendaraan untuk dapat melihat dengan jelas dan menyadari situasinya pada saat mengemudi, sangat tergantung pada jarak yang dapat dilihat dan tempat duduknya.

Jarak pandang berguna untuk :

- a). Menghindarkan terjadinya tabrakan yang dapat membahayakan kendaraan dan manusia akibat adanya benda yang berukuran cukup besar, kendaraan yang sedang berhenti, pejalan kaki, atau hewan-hewan pada lajur jalannya.
- b). Memberi kemungkinan untuk mendahului kendaraan lain yang bergerak dengan kecepatan lebih rendah dengan mempergunakan lajur sebelahnya.
- c). Menambah efisiensi jalan tersebut, sehingga volume pelayanan dapat dicapai semaksimal mungkin.
- d). Sebagai pedoman bagi pengatur lalu lintas dalam menempatkan rambu-rambu lalu lintas yang diperlukan pada setiap segmen jalan



Sumber : (pedoman desain geometrik jalan 2021)

- Jarak Pandang Henti Minimum

V _r (km/jam)	120	100	80	60	50	40	30	20
J _h (m)	250	175	120	75	55	40	27	16

Sumber : (pedoman desain geometrik jalan 2021)

- Jarak pandang Mendahului

V _r (km/jam)	120	100	80	60	50	40	30	20
J _d (m)	800	670	550	350	250	200	150	100

Sumber : (pedoman desain geometrik jalan 2021)

Koordinasi Alinyemen Horizontal & Vertikal :

1. Alinyemen Vertikal, alinyemen horizontal, dan potongan melintang jalan adalah elemen-elemen jalan sebagai keluaran perencanaan harus dikoordinasi sedemikian sehingga menghasilkan suatu bentuk jalan yang baik dalam arti memudahkan pengemudi mengemudikan kendaraannya dengan aman dan nyaman.
2. Koordinasi Alinyemen Vertikal dan Alinyemen Horizontal harus memenuhi ketentuan sebagai berikut :
 - a. Alinyemen Horizontal sebaiknya berimpit dengan Alinyemen Vertikal, dan secara ideal alinyemen horizontal lebih Panjang sedikit melingkupi alinyemen vertikal.
 - b. Tikungan yang tajam pada bagian bawah lengkung vertikal cekung atau pada bagian atas lengkung vertikal cembung harus dihindarkan;
 - c. Lengkung Vertikal cekung pada kelandaian jalan yang lurus dan panjang harus dihindarkan;
 - d. Dua atau lebih lengkung vertikal dalam satu lengkung horizontal harus dihindarkan; dan
 - e. Tikungan yang tajam di antara 2 bagian jalan yang lurus dan Panjang harus dihindarkan.

Konstruksi Perkerasan Jalan: Perkerasan jalan adalah campuran antara agregat dan bahan ikat yang digunakan untuk melayani beban lalu lintas.

Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur

❖ **Jenis Struktur Perkerasan:**

a. Struktur perkerasan pada permukaan tanah asli



b. Struktur perkerasan pada timbunan



c. Struktur perkerasan pada galian



(Sumber: (Manual Desain Perkerasan Jalan Nomor 04/SE/Db/2017)

d. Umur Rencana

Umur Rencana adalah jumlah waktu dalam tahun yang dihitung dari sejak jalan tersebut dibuka untuk lalu lintas sampai diperlukan perbaikan besar atau perlu diberi lapis ulang

Jenis Perkerasan	Elemen Perkerasan	Umur Rencana (tahun) ⁽¹⁾
Perkerasan lentur	Lapisan aspal dan lapisan berbutir ⁽²⁾	20
	Fondasi jalan	40
	Semua perkerasan untuk daerah yang tidak dimungkinkan pelapisan ulang (overlay), seperti jalan perkotaan, underpass, jembatan, terowongan.	
Perkerasan kaku	Cement Treated Based (CTB)	40
Jalan tanpa penutup	Lapis fondasi atas, lapis fondasi bawah, lapis beton semen, dan fondasi jalan.	
	Semua elemen (termasuk fondasi jalan)	Minimum 10

(Sumber: (Manual Desain Perkerasan Jalan Nomor 04/SE/Db/2017, hal aman 36)

e. Lalu Lintas harian rata-rata

Volume lalu lintas Harian rata-rata ini merupakan jumlah kendaraan untuk masing-masing jenisnya

f. Kondisi tanah dasar

Kondisi tanah dasar (sub grade) juga sangat mempengaruhi perhitungan tebal perkerasan. Kondisi yang dimaksud adalah daya dukung dari tanah dasar.

g. Beban sumbu standar kumulatif

Beban sumbu standar kumulatif atau Cumulative Equivalent Single Axle Load (CESA) merupakan jumlah kumulatif beban sumbu lalu lintas desain pada lajur desain selama umur rencana

h. Pemilihan Struktur perkerasan

Pemilihan jenis perkerasan akan bervariasi sesuai estimasi lalu lintas, umur rencana, dan kondisi pondasi jalan.

Struktur Perkerasan	Desain	ESA 20 Tahun (juta) (pangkat 4 kecuali disebutkan lain)				
		0-0.5	0.1-4	4-10	10-30	>30
Perkerasan Kaku dengan lalu lintas berat	4			2	2	2
Perkerasan Kaku dengan lalu lintas rendah (desa dan daerah Perkotaan)	4A		1.2			
AC WC modifikasi atau SMA modifikasi dengan CTB (pangkat 5)	3				2	
AC dengan CTB (pangkat 5)	3			2		
AC tebal ≥ 100 mm dengan lapis pondasi berbutir (pangkat 5)	3A			1.2		
AC atau HRS tipis diatas lapis pondasi berbutir	3		1.2			
Burda atau Butir dengan LPA Kelas A atau batuan asli	Gambar 6	3	3			
Lapis Pondasi Soil Cement	6	1	1			
Perkerasan tanpa penutup	Gambar 6	1				

Solusi yang lebih diutamakan (lebih murah)
Alternatif - Lihat Catatan

OVERLAY PERKERASAN EKSTING					
Struktur Perkerasan	Kumulatif ESA5 20* tahun (juta)**				
	<0,1	0,1 - 4	4 - 10	>10-30	>30
AC-WC/ BC modifikasi SBS					
AC-WC/ BC modifikasi yang disetujui					
AC-WC/ BC normal					

REKONSTRUKSI					
Struktur Perkerasan	Kumulatif ESA4 20 tahun (juta)***				
	<0,1	0,1 - 4	4 - 10	>10-30	>30
Perkerasan beton di atas tanah normal					
CTRB + AC modifikasi					
CTRB + AC					
HRS + lapis fondasi agregat kelas A					
perkerasan tanpa penutup					

Sumber: (Manual Desain Perkerasan Jalan Nomor 02/M/BM/2017

❖ **Jenis lapis Perkerasan**

1. Laston (Lapis aspal beton) merupakan suatu lapisan pada konstruksi jalan yang terdiri dari agregat kasar, agregat halus, filler dan aspal keras yang dicampur, dihampar dan dipadatkan dalam keadaan panas pada suhu tertentu
2. Lasbutag (Lapisan Asbuton Campuran Dingin) adalah campuran yang terdiri dari agregat kasar, agregat halus, asbuton, bahan peremaja dan filler (bila diperlukan) yang dicampur dan dipadatkan secara dingin.
3. Lapien (Lapisan Penetrasi) merupakan suatu lapis perkerasan yang terdiri dari agregat pokok dengan agregat pengunci bergradasi terbuka dan seragam yang diikat oleh aspal kertas dengan cara disemprotkan di atasnya dan dipadatkan lapis demi lapis dan apabila digunakan sebagai lapis permukaan perlu diberi laburan aspal dengan batu penutup.

❖ **Jenis campuran beraspal**

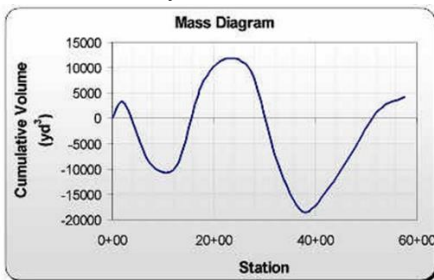
- Lapis aspal beton (Asphalt Concrete, AC)
Lapis aspal beton (Laston) yang selanjutnya disebut AC, terdiri dari tiga jenis campuran, AC lapis Aus (AC-WC), AC Lapis Antara (AC-Binder Course, AC-BC), dan AC Lapis Pondasi (AC-BASE) dan ukuran maksimum agregat masing-masing campuran adalah 19 mm, 25,4 mm, 37,5 mm.
- Tebal lapisan dan Toleransi
- Toleransi tebal untuk tiap lapisan campuran beraspal :
 - Laston lapis aus (AC-WC) tidak kurang dari 3 mm
 - Laston lapis antara (AC-Binder) tidak kurang dari 4 mm
 - Laston lapis pondasi (AC-Base) tidak kurang dair 5 mm

Jenis Campuran	Symbol	Tebal Nominal Minimum (cm)	
Latasir Kelas A	SS-A	1,5	
Latasir Kelas B	SS-B	2,0	
Lataston	Lapis Aus	HRS-WC	3,0
	Lapis Pondasi	HRS-BASE	3,5
	Lapis Aus	AC-WC	4,0
Laston	Lapis Antara	AC-BC	6,0
	Lapis Pondasi	AC-BASE	7,5

Sumber:Spesifikasi umum Direktorat Jenderal Bina Marga, 2018

Galian dan Timbunan:

- Umum
Pada konstruksi jalan, volume galian dan timbunan (dalam pekerjaan tanah) merupakan salah satu faktor yang penting
- Metode
Berdasarkan buku Rekayasa Jalan, Sulaksono (2001), metode perhitungan volume galian-timbunan yang digunakan adalah Average End Area Method
- Mass Diagram
Berdasarkan buku Rekayasa Jalan, Sulaksono (2001), suatu mass diagram berupa suatu lengkungan yang menunjukkan penjumlahan aljabar dari Volume galian dan timbunan, mulai dari suatu station tertentu sampai station berikutnya



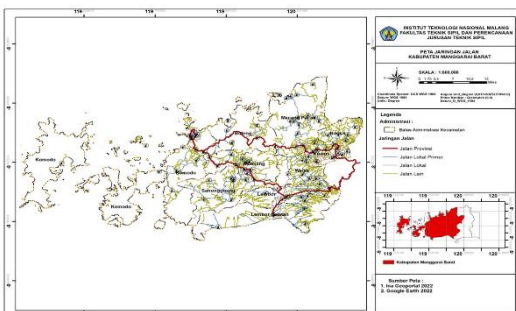
Sumber : (Sulaksono, 2001)

Rencana Anggaran Biaya (RAB): Untuk menentukan besarnya biaya yang diperlukan terlebih dahulu harus diketahui volume dari pekerjaan yang direncanakan

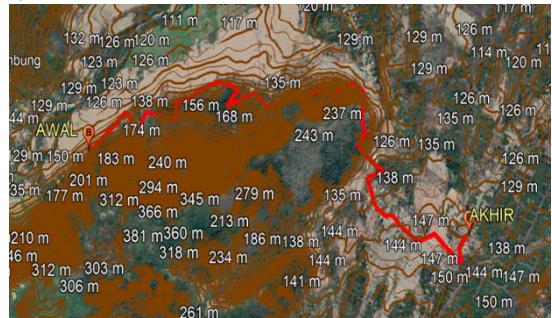
1. Volume galian
 - a. Pekerjaan Persiapan
 - 1). Peninjauan lokasi
 - 2). Pengukuran dan pemasangan patok
 - 3). Pembersihan lokasi dan persiapan alat dan bahan untuk pekerjaan
 - 4). Pembuatan bouwplank
 - b. Pekerjaan tanah
 - 1). Galian tanah
 - 2). Timbunan tanah
 - c. Pekerjaan perkerasan
 - 3). Lapis permukaan (Surface course)
 - 4). Lapis pondasi atas (base course)
 - 5). Lapis pondasi bawah (subbase course)
 - 6). Lapis tanah dasar (subgrade)

3. METODOLOGI

Berikut adalah Peta Jaringan Jalan Kabupaten Manggarai Barat



Berikut adalah Topografi Ruas Jalan sebagian Simpang Tiga Jln. Waemata (2,81 Km) – Malawatar (6,19 Km) (A-B)



Tahap Studi Literatur

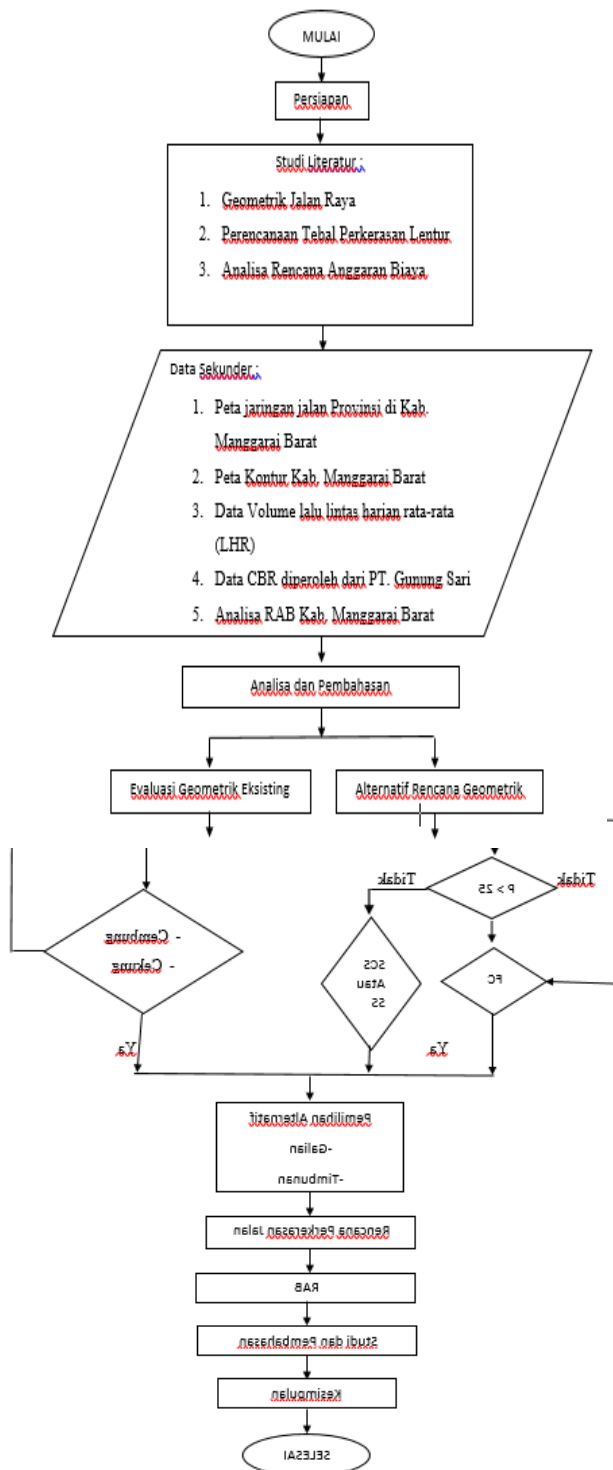
Studi Literatur meliputi kegiatan studi Pustaka berupa kajian teori tentang perencanaan geometrik jalan yakni Standar Bina Marga Tata Cara Perencanaan geometri jalan yakni Standar Bina Marga Perencanaan Geometrik Tahun 2022 dan sumber lainnya.

Tahap Pengumpulan Data

Dalam Perencanaan Peningkatan Ruas Jalan sebagian Simpang Tiga Jln. Waemata – Malawatar membutuhkan data-data pendukung yaitu data sekunder

- Data Topografi digunakan untuk penetapan Trase dengan memperhatikan kontur tanah yang ada.
- Peta Jaringan Jalan yang ada
- Data LHR digunakan untuk menghitung perkerasan jalan.
- Data Tanah yang digunakan adalah nilai CBR untuk merencanakan tebal perkerasan lentur.

Perencanaan Geometrik Jalan: Dalam Perencanaan Geometrik jalan raya menggunakan Software Autocad Civil 3D dan Software Microsoft Excel. Analisis data dilakukan dengan menghitung data yang telah didapat dari lapangan kemudian dimasukkan sesuai ketentuan pada geometri jalan sesuai dengan peraturan yang digunakan yaitu Direktorat Jenderal Bina Marga 2017, Perencanaan Geometri Jalan tahun 2022. Dan Pedoman Desain Geometrik jalan 2021



4. Hasil dan Pembahasan

(Sesuai dengan Peraturan Bina Marga 2021)

1. Status Jalan : Jalan Nasional
2. Fungsi Jalan : Arteri Primer
3. Kelas Jalan : II
4. Tipe Jalan : 2/2 TT
5. Medan Jalan : Perbukitan

Dari Perhitungan Kelandaian Medan didapatkan hasil rata-rata 14 %. Karena Kemiringan Medan berada **lebih** dari 10-25 % maka termasuk jenis medan Perbukitan.

1. Potongan Melintang :

- Badan Jalan : 11 m (Perhitungan MKJI dan Peraturan PM 96 tahun 2015)

Bahu Jalan : 2 x 1,5 m (Berdasarkan MKJI 2015)

- Lebar Jalur Lalu Lintas : 2 x 4,5 m (Perhitungan MKJI dan Peraturan PM 96 tahun 2015)
- Kemiringan Perkerasan : 3 % (Menurut SNI tahun 2004 Untuk Perkerasan Aspal dan perkerasan Beton/semen, kemiringan melintang 2%-3%) maka digunakan 3 %
- Kemiringan Bahu : (Menurut SNI tahun 2004 kemiringan melintang normal pada bahu jalan harus lebih besar dari kemiringan melintang pada jalur perkerasan jalan sebesar 3%-5%) digunakan kemiringan bahu = 4 %
- Superelevasi (e) : 8 % (Berdasarkan Standar Bina Marga, untuk jalan di luar kota menganjurkan untuk menggunakan nilai superelevasi maksimum 8 % Sehingga perancangan jalan ini direncanakan dengan nilai superelevasi maksimum 8 %

2. Alinyemen Horizontal

- Kecepatan Rencana : 40 - 50 km (Berdasarkan Bina Marga 2021 Fungsi jalan Arteri kecepatan Rencananya 40-50 km/jam. (Daerah Medan yang sulit).
- Jari-jari Tikungan Minimum : 28 m (Berdasarkan Tata cara Perencanaan Geometrik Jalan 2021 dengan kecepatan Rencana, $V_r = 40$ km/jam, jari-jari terkecil sebesar 80 m untuk tikungan S-C-S dan jari-jari tikungan minimum 400 m untuk tikungan F-C

3. Perhitungan Panjang Lengkung Peralihan (Superelevation Runoff)

Diketahui data perencanaan tikungan :

V_r (Kecepatan Rencana) = 50 km/jam

Δ (Sudut Tikungan) = 18°

$R_c R_c$ (Jari-jari Tikungan) = 400 m

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

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

$P < 0.25$ m

$$P = \frac{Ls^2}{0.65\%} < 0.25 \text{ m}$$

$$P = \frac{202}{24 \times 400} < 0.25 \text{ m}$$

$P = 0.04 < 0.25$ m (Memenuhi)

Kontrol Tikungan tipe *Spiral Circle Spiral* :

a) Sudut pusat busur lingkaran (θ_c) harus lebih dari 0° $\theta_c > 0^\circ$

$$\theta_c = 7,448^\circ > 0^\circ \text{ (memenuhi)}$$

b) Panjang busur lingkaran (L_c) harus lebih dari 20 meter $L_c > 20$ m

$$L_c = 20,776 \text{ m} > 20 \text{ m (memenuhi)}$$

c) Pergeseran tangen terhadap spiral (p) harus lebih dari 0,25 meter

$$p > 0,25 \text{ m}$$

$$p = 0,27 \text{ m} > 0,25 \text{ m (memenuhi)}$$

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})

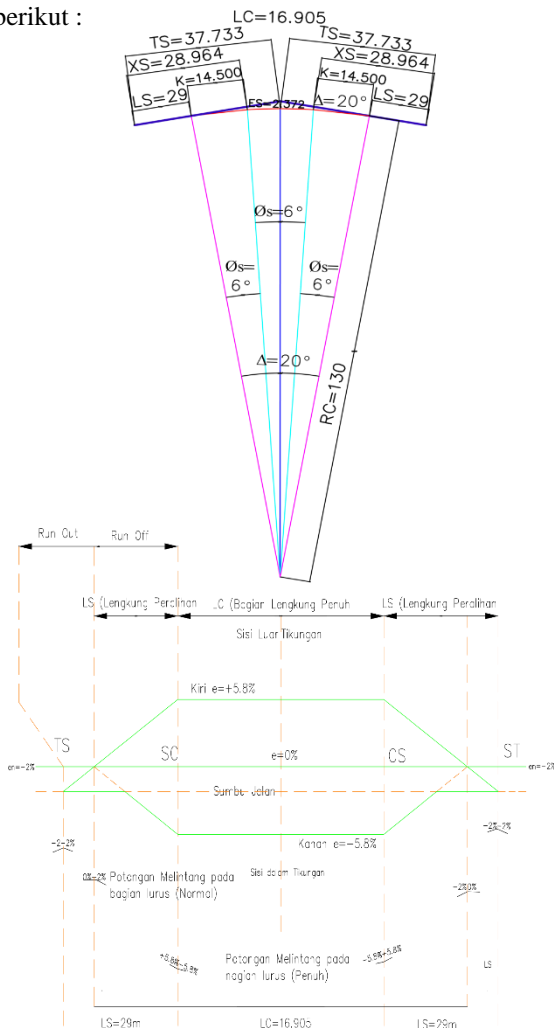
$$2 \times T_s > 2 \times L_s + L_c$$

$$2 \times 37,733 \text{ m} > 2 \times 29 \text{ m} + 16,905 \text{ m}$$

75,466 > 74,905 m (memenuhi) Berdasarkan perhitungan manual parameter alinyemen horizontal diatas dapat ditentukan tipe lengkung yang digunakan pada tikungan 3 adalah *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
Vr (Kecepatan Rencana)	40 km/jam	40 km/jam
R (Radius)	130 m	130 m
Δ (Sudut Tikungan)	20°	20°13'27"
ϕ_s (Sudut Spiral)	6,388°	6°52'23°
ϕ_c (Sudut Circle)	7,448°	6°28'44°
Ls (Lengkung Peralihan)	29 m	29 m
Lc (Lengkung Circle)	16,905 m	20,776 m
Ts (Jarak Tangen PI-TS)	37,733 m	47,815 m
Es (Jarak PI-Busur)	2,327 m	2,735 m
Xs (Absis Titik SC)	28,964 m	35,948 m
Ys (Ordinat Titik SC)	1,078 m	1,440 m
p (Pergeseran Tangen)	0,271 m	0,362 m
k (Absis titik SC)	14,500 m	17,999 m
Ltot (Lengkun Total)	74,905 m	88,967 m

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



Rekapitulasi Komponen Alinyemen Horizontal Alternatif 1

1. hasil analisa autoCAD Civil 3D, diperoleh lengkung horizontal sebanyak 10 lengkung (4 tipe Spiral Circle Spiral dan 6 tipe Full Circle).

Komponen Tikungan	Tikungan 3	Tikungan 6	Tikungan 7	Tikungan 9
Spiral Circle Spiral				
Tipe Tikungan	Spiral Circle Spiral			
Vr (Kecepatan Rencana)	40 km/jam	40 km/jam	40 km/jam	40 km/jam
Δ (Sudut Tikungan)	20°13'27"	23°43'49"	37°1'25"	50°45'25"
R (Radius)	130 m	130 m	130 m	130 m
ed (Superelevasi)	5.8%	5.8%	5.8%	5.8%
ϕ_s (Sudut Spiral)	6.388°	6.388°	6.388°	6.388°
ϕ_c (Sudut Circle)	7.448°	10.738°	24.224°	37.981°
Ls (Lengkung Peralihan)	29 m	29 m	29 m	29 m
Lc (Lengkung Circle)	16.905 m	24.373 m	54.984 m	86.210 m
Ts (Jarak Tangen PI ke Ts)	37.733 m	41.613 m	58.088 m	76.297 m
Es (Jarak PI - Busur)	2.327 m	3.063 m	7.370 m	14.185 m
Xs (Absis Titik SC)	28.964 m	28.964 m	28.964 m	28.964 m
Ys (Kordinat Titik SC)	1.078 m	1.078 m	1.078m	1.078 m
p (Pergeseran Tangen)	0,271 m	0,271 m	0,271 m	0,271 m
k (Absis titik SC)	14.500 m	14.500 m	14.500 m	14.500 m
Ltot (Lengkung Total)	74.905 m	82.372 m	112.984 m	144.211 m
Start - End Stationing	0+758.22 m	1+029.49 m	1+662.10 m	2+029.06 m
	0+847.71 m	1+127.62 m	1+809.19 m	2+143.44 m
Letak Stationing	TS: 0+758.22 m	TS: 1+029.49 m	TS: 2+539.28 m	TS: 2+029.06 m
	SC: 0+794.22 m	SC: 1+065.49 m	SC: 1+662.10 m	SC: 1+065.06 m
	CS: 0+811.17 m	CS: 1+091.62 m	CS: 1+775.19 m	CS: 2+107.44 m
	ST: 0+847.71 m	ST: 1+127.62 m	ST: 1+809.19 m	ST: 2+143.44 m

Komponen Tikungan	Tikungan 1	Tikungan 2	Tikungan 4	Tikungan 5	Tikungan 8	Tikungan 10
FULL CIRCLE						
Tipe Tikungan	FULL CIRCLE					
Vr (Kecepatan Rencana)	50 km/jam	50 km/jam	50 km/jam	50 km/jam	50 km/jam	50 km/jam
Δ (Sudut Tikungan)	18°16'57"	19°20'35"	12°32'9"	24°28'50"	50°45'25"	45°15'48"
R (Radius)	400 m	400 m	400 m	400 m	400 m	400 m
ed (Superelevasi)	3.6 %	3.6 %	3.6 %	3.6 %	3.6 %	3.6 %
Tc (Jarak Tangen PI ke Ts)	64.37 m	68.168 m	84.040 m	43.933 m	107.180 m	166.764 m
Lc (Panjang Lingkaran)	127.614 m	135.013 m	165.640 m	87.498 m	209.400 m	315.938 m
Ec (Jarak PI - Busur)	5.146 m	5.767 m	8.733 m	2.405 m	14.110 m	33.371 m
Start - End Stationing	0+210.40 m s/d	0+455.85 m s/d	1+313.68 m s/d	1+533.95 m s/d	2+270.57 m s/d	2+565.92 m s/d
	0+274.22 m	0+523.37 m	1+357.43 m	1+619.40 m	2+447.75 m	2+723.91 m
Letak Stationing	TC: 0+210.40 m	TC: 0+455.85 m	TC: 1+313.68 m	TC: 1+533.95 m	TC: 2+270.57 m	TC: 2+565.92 m
	CT: 0+274.22 m	CT: 0+523.37 m	CT: 1+357.43 m	CT: 1+619.40 m	CT: 2+447.75 m	CT: 2+723.91 m

2. Alternatif jalan kedua : hasil analisa autoCAD Civil 3D, diperoleh lengkung horizontal sebanyak 11 lengkung (5 tipe Spiral Circle Spiral dan 6 tipe Full Circle).

Komponen Tikungan	Tikungan 5	Tikungan 7	Tikungan 8	Tikungan 9	Tikungan 10
Spiral Circle Spiral					
Tipe Tikungan	Spiral Circle Spiral				
Vr (Kecepatan Rencana)	40 km/jam	40 km/jam	40 km/jam	40 km/jam	40 km/jam
Δ (Sudut Tikungan)	37°57'22"	32°38'31"	31°37'26"	46°3'52"	36°52'52"
R (Radius)	130 m	130 m	130 m	130 m	130 m
ed (Superelevasi)	5.8%	5.8%	5.8%	5.8%	5.8%
ϕ_s (Sudut Spiral)	6.388°	6.388°	6.388°	6.388°	6.873°
ϕ_c (Sudut Circle)	25.224°	20.224°	19.224°	18.255°	24.105°
Ls (Lengkung Peralihan)	39 m	29 m	29 m	29 m	29 m
Lc (Lengkung Circle)	57.254 m	45.905 m	43.635 m	75.546 m	54.713 m
Ts (Jarak Tangen PI ke Ts)	59.356 m	53.088 m	51.854 m	69.878 m	57.937 m
Es (Jarak PI - Busur)	7.777 m	5.866 m	5.521 m	11.552 m	7.322 m
Xs (Absis Titik SC)	28.964 m	28.964 m	28.964 m	28.964 m	28.964 m
Ys (Kordinat Titik SC)	1.078 m	1.078 m	1.078m	1.078 m	1.078 m
p (Pergeseran Tangen)	0,271 m	0,271 m	0,271 m	0,271 m	0,271 m
k (Absis titik SC)	14.500 m	14.500 m	14.500 m	14.500 m	14.500 m
Ltot (Lengkung Total)	115.254 m	103.905m	101.635 m	133.546 m	112.714 m
Start - End Stationing	1+578.82 m	2+034.48 m	2+227.00 m	2+425.46 m	2+670.54 m
	1+704.94 m	2+148.54 m	2+338.75 m	2+569.96 m	2+794.22 m
Letak Stationing	TS: 1+578.82 m	TS: 2+034.48 m	TS: 2+227.00 m	TS: 2+425.46 m	TS: 2+670.54 m
	SC: 1+618.82 m	SC: 2+074.48 m	SC: 2+267.00 m	SC: 2+465.46 m	SC: 2+710.54 m
	CS: 1+664.94 m	CS: 2+108.54 m	CS: 2+298.75 m	CS: 2+529.96 m	CS: 2+754.22 m
	ST: 1+704.94 m	ST: 2+148.54 m	ST: 2+338.75 m	ST: 2+569.96 m	ST: 2+794.22 m

Komponen Tikungan	Tikungan 1	Tikungan 2	Tikungan 3	Tikungan 4	Tikungan 6	Tikungan 11
FULL CIRCLE						
Tipe Tikungan	FULL CIRCLE					
Vr (Kecepatan Rencana)	50 km/jam	50 km/jam	50 km/jam	50 km/jam	50 km/jam	50 km/jam
Δ (Sudut Tikungan)	23°32'47"	11°12'51"	32°15'35"	25°20'47"	29°26'48"	26°9'54"
R (Radius)	400 m	400 m	400 m	400 m	400 m	400 m
ed (Superelevasi)	3.6 %	3.6 %	3.6 %	3.6 %	3.6 %	3.6 %
Tc (Jarak Tangen PI ke Ts)	83.369 m	39.271 m	78.699 m	89.949 m	103.447 m	92.935 m
Lc (Panjang Lingkaran)	164.354 m	78.276 m	155.371 m	176.921 m	202.420 m	182.833 m
Ec (Jarak PI - Busur)	8.596 m	1.923 m	7.667 m	9.989 m	13.160 m	10.659 m
Start - End Stationing	0+214.91 m s/d	0+636.24 m s/d	0+928.78 m s/d	1+314.10 m s/d	1+741.35 m s/d	2+894.73 m s/d
	0+379.30 m	0+694.92 m	1+084.14 m	1+491.05 m	1+946.92 m	2+077.40 m
Letak Stationing	TC: 0+214.91 m	TC: 0+636.24 m	TC: 0+928.78 m	TC: 1+314.10 m	TC: 1+741.35 m	TC: 2+894.73 m
	CT: 0+379.30 m	CT: 0+694.92 m	CT: 1+084.14 m	CT: 1+491.05 m	CT: 1+946.92 m	CT: 2+077.40 m

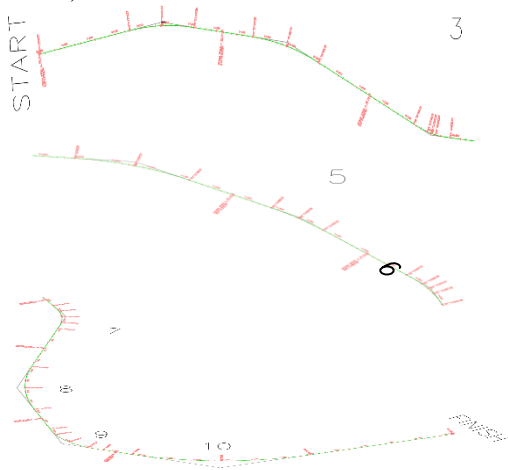
3. Alternatif jalan ketiga : hasil analisa autoCAD Civil 3D, diperoleh lengkung horizontal sebanyak 4 lengkung (3 tipe Spiral Circle Spiral dan 1 tipe Full Circle).

Komponen Tikungan	Tikungan 1	Tikungan 2	Tikungan 3	Tikungan 4
FULL CIRCLE				
Tipe Tikungan				
Vr (Kecepatan Rencana)	50 km/jam	50 km/jam	50 km/jam	50 km/jam
Δ (Sudut Tikungan)	23°54'13"	11°46'43"	16°32'5"	16°17'41"
Rc (Jari-Jari Rencana)	400 m	400 m	400 m	400 m
ed (Superelevasi)	3.6%	3.6%	3.6%	3.6%
Tc (Jarak Tangen P1 ke Ts)	84.671 m	41.261m	58.121 m	57.265 m
Lc (Panjang Lingkaran)	166.848 m	82.216 m	115.413 m	113.736 m
Ec (Jarak P1 - Busur)	8.863 m	2.122 m	4.201 m	4.078 m
Start - End Stationing	0+214.24 m s/d 0+381.12 m	0+553.20 m s/d 0+635.43 m	0+858.00 m s/d 0+973.44 m	1+139.18 m s/d 1+252.93 m
Letak Stationing	TC: 0+214.24 m CT: 0+381.12 m	TC: 0+553.20 m CT: 0+635.43 m	TC: 0+858.00 m CT: 0+973.44 m	TC: 1+139.18 m CT: 1+252.93 m

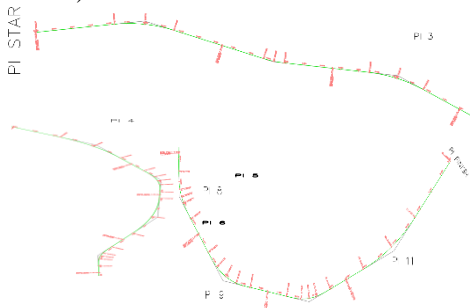
Komponen Tikungan	Tikungan 6	Tikungan 10	Tikungan 11
FULL CIRCLE			
Tipe Tikungan			
Vr (Kecepatan Rencana)	50 km/jam	50 km/jam	50 km/jam
Δ (Sudut Tikungan)	37°30'2"	36°11'47"	33°48'31"
Rc (Jari-Jari Rencana)	400 m	400 m	400 m
ed (Superelevasi)	3.6%	3.6%	3.6%
Tc (Jarak Tangen P1 ke Ts)	103.298 m	24.072 m	24.072 m
Lc (Panjang Lingkaran)	198.930 m	47.988 m	47.072 m
Ec (Jarak P1 - Busur)	17.286m	1.156 m	1.156 m
Start - End Stationing	1+617.74 m s/d 1+814.09 m	2+428.29 m s/d 2+617.81 m	2+682.83 m s/d 2+859.85 m
Letak Stationing	TC: 1+617.74 m CT: 1+814.09 m	TC: 2+428.29 m CT: 2+617.81 m	TC: 2+682.83 m CT: 2+859.85 m

Gambar rencana alinyemen horizontal setiap alternative adalah sebagai berikut :

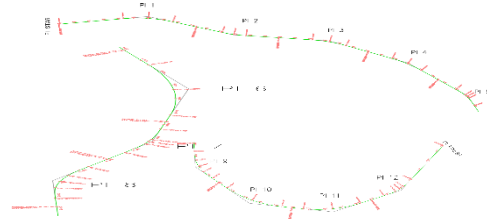
1. Gambar Trase dan Stasioning Perencanaan Geometrik Jalan Alternatif 1 (STA. 0+000 s/d STA. 3+000)



2. Gambar Trase dan Stasioning Perencanaan Geometrik Jalan Alternatif 2 (STA. 0+000 s/d STA. 3+000)



3. Gambar Trase dan Stasioning Perencanaan Geometrik Jalan Alternatif 3 (STA. 0+000 s/d STA. 3+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 (L_{max}) = 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 3 kurva vertikal cembung, dengan nilai landai positif (tanjakan) sebesar 0.99% dan landai negatif (turunan) terbesar adalah -4.46%, 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 1	Kurva 2	Kurva 3
Tipe Kurva	Cekung	Cembung	Cekung
Landai (%)	-2,41	0,57	-1,18
A (Perbedaan Aljabar Landai)	2,98	1,75	1,91
Nilai K	23	30	23
Panjang Kurva (m)	39	80	25
Eleva.PLV (m)	136,00	138,78	134,20
Eleva.PPV (m)	136,47	138,55	134,34
Eleva.PTV (m)	136,1134965	136,11	134,29
STA.PLV (m)	0+415,000	0+905,000	1+293,180
STA.PPV (m)	0+136,473	0+138,553	1+280,773
STA.PTV (m)	0+136,113	0+138,309	1+305,587

Informasi	Kurva 4	Kurva 5	Kurva 6
Tipe Kurva	Cekung	Cembung	Cembung
Landai (%)	0,73	0,99	-0,08
A (Perbedaan Aljabar Landai)	0,26	1,07	4,38
Nilai K	23	30	30
Panjang Kurva (m)	4,00	36	132
Eleva.PLV (m)	138,00	142,40	142,03
Eleva.PPV (m)	137,99	142,23	142,08
Eleva.PTV (m)	138,02	142,39	139,09
STA.PLV (m)	1+815,000	2+260,000	2+737,850
STA.PPV (m)	1+813,305	2+242,229	2+672,080
STA.PTV (m)	1+816,695	2+277,771	2+803,620

2. Desain alternatif jalan kedua : Berdasarkan hasil penggambaran autoCAD Civil 3D, pada alternatif ini diperoleh 3 kurva vertikal cekung dan 4 kurva vertikal cembung, dengan nilai landai positif (tanjakan) sebesar 4,44% dan landai negatif (turunan) terbesar adalah -5,75%, 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 1	Kurva 2	Kurva 3	Kurva 4
Tipe Kurva	Cekung (Sag)	Cembung (Crest)	Cekung (Sag)	Cembung (Crest)
Landai (%)	-1.27	-0.11	-3.04	1.99
A (Perbedaan Aljabar Landai)	1.16	2.94	5.04	2.69
Nilai K	13	30	13	30
Panjang Kurva (m)	16	39	83	62
Eleva.PLV (m)	143.14	142.56	130.55	139.80
Eleva.PPV (m)	143.24	142.58	131.81	139.19
Eleva.PTV (m)	143.13	141.98	131.38	139.59
STA.PLV (m)	0+225.000	0+750.000	1+144.670	1+609.140
STA.PPV (m)	0+217.000	0+730.921	1+103.429	1+578.439
STA.PTV (m)	0+233.000	0+769.079	1+185.911	1+639.841

Kurva 5 Cekung (Sag)	Kurva 6 Cembung (Crest)	Kurva 7 Cembung (Crest)
-0.69	1.15	-2.60
1.85	3.75	0.98
13	30	30
84	38	13
136.76	143.99	133.42
137.05	143.78	133.59
137.24	143.51	133.20
2+047.380	2+676.350	3+082.740
2+005.687	2+657.808	3+076.397
2+089.073	2+694.892	3+089.083

3. Desain alternatif jalan ketiga

Berdasarkan hasil penggambaran autoCAD Civil 3D, pada alternatif ini diperoleh 4 kurva vertikal cekung dan 7 kurva vertikal cembung, nilai landai positif (tanjakan) sebesar 4,49% dan landai negatif (turunan) terbesar adalah -4,89%, 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 1 Cekung(Sag)	Kurva 2 Cembung(Crest)	Kurva 3 Cekung(Sag)	Kurva 4 Cekung(Sag)
Landai (%)	-0.82	-0.80	-4.02	2.77
A (Perbedaan Aljabar Landai)	0.02	3.22	6.79	2.40
Nilai K	13	30	13	13
Panjang Kurva (m)	1	32	181	99
Eleva.PLV (m)	142.96	140.35	125.30	134.00
Eleva.PPV (m)	142.96	140.47	138.92	132.63
Eleva.PTV (m)	142.96	139.71	127.79	136.55
STA.PLV (m)	0+369.990	0+695.540	1+070.120	1+385.000
STA.PPV (m)	0+369.490	0+679.687	0+980.093	1+335.676
STA.PTV (m)	0+370.490	0+711.393	1+160.146	1+434.324

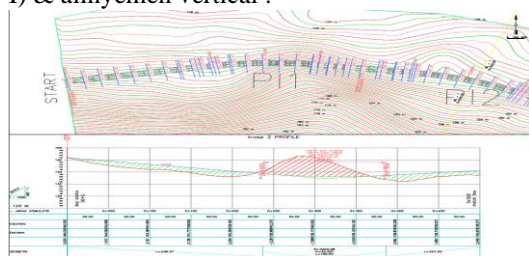
Kurva 5 Cembung(Crest)	Kurva 6 Cekung(Sag)	Kurva 7 Cembung(Crest)	Kurva 8 Cembung(Crest)
5.17	-3.87	2.86	-0.06
9.04	6.73	2.92	3.77
23	13	23	23
82	179	28	38
146.65	134.04	144.00	143.69
144.55	137.50	143.60	143.70
145.07	136.59	143.99	142.97
1+629.999	1+956.170	2+305.210	2+818.890
1+589.305	1+866.917	2+291.302	2+800.261
1+670.694	2+045.423	2+319.118	2+837.519

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 :

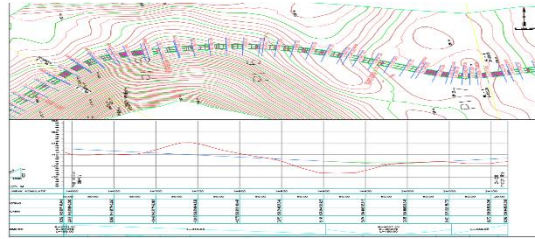
Koordinasi Alinyemen Horizontal & Vertikal alternative jalan pertama :

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



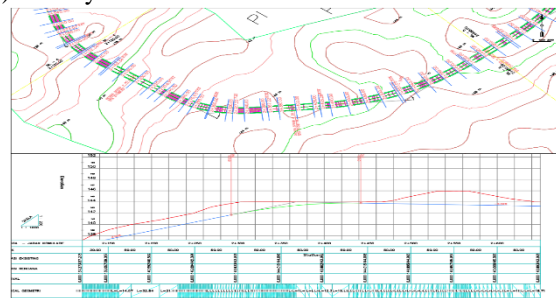
Koordinasi Alinyemen Horizontal & Vertikal alternative jalan kedua :

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



Koordinasi Alinyemen Horizontal & Vertikal alternative jalan ketiga :

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



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 = 8.375,09 m³
 Volume timbunan = 1.939,56 m³
 Selisih volume = 6.981,53 m³

Volume Galian & Timbunan Alternatif Kedua :

Volume galian = 4.475,10 m³
 Volume timbunan = 8.698,06 m³
 Selisih volume = 4.222,96 m³

Volume Galian & Timbunan Alternatif Ketiga :

Volume galian dan timbunan rencana alternative 3 :
 Volume galian = 4.666,01 m³
 Volume timbunan = 8.777,79 m³
 Selisih volume = 4.111,78 m³

Rancangan Anggaran Biaya Pekerjaan Galian Tanah & Timbunan :

Biaya Pekerjaan Galian & timbunan alternative pertama

DESAIN ALTERNATIF 1					
RANCANGAN ANGGARAN BIAYA					
Satuan Kerja	Proyek Pembangunan Ruas Jalan Waemata-Malawatar STA. 0+000 km s/d 3+060 km				
Jenis Pekerjaan	Pekerjaan Galian dan Timbunan				
No	Uraian Pekerjaan	Satuan	Volume	Harga Satuan Rp	Jumlah Harga Rp
1 PEKERJAAN TANAH					
	Galian Tanah	M ³	8.375.09	Rp.9.285,69	77.768.525.53
	Timbunan Tanah	M ³	1.939.56	Rp.58.227,98	112.936.661.03
2	JUMLAH HARGA PEKERJAAN				190.705.186.56
3	PAJAK PERTAMBAHAN NILAI (PPN) = 11% x JUMLAH HARGA				19.070.518.66
4	JUMLAH TOTAL HARGA PEKERJAAN = (2) + (3)				Rp 209.775.705.22

a. Biaya Pekerjaan Galian & timbunan alternative kedua

DESAIN ALTERNATIF 2					
RANCANGAN ANGGARAN BIAYA					
Satuan Kerja		Proyek Pembangunan Ruas Jalan Waemata-Malawatar STA. 0+000 km s/d 3+220 km			
Jenis Pekerjaan		Pekerjaan Galian dan Timbunan			
No	Uraian Pekerjaan	Satuan	Volume	Harga Satuan Rp	Jumlah Harga Rp
1	PEKERJAAN TANAH				
	Galian Tanah	M3	4,666.01	Rp.9.285,69	41,554,410.59
	Timbunan Tanah	M3	8,111.78	Rp.58.227,98	478,806,351.00
2	JUMLAH HARGA PEKERJAAN				520,360,761.60
3	PAJAK PERTAMBAHAN NILAI (PPN) = 10% x JUMLAH HARGA				52,036,076.16
4	JUMLAH TOTAL HARGA PEKERJAAN = (2)+(3)				Rp 572,396,837.76

b. Biaya Pekerjaan Galian & timbunan alternative ketiga

DESAIN ALTERNATIF 3					
RANCANGAN ANGGARAN BIAYA					
Satuan Kerja		Proyek Pembangunan Ruas Jalan Waemata-Malawatar STA. 0+000 km s/d 3+220 km			
Jenis Pekerjaan		Pekerjaan Galian dan Timbunan			
No	Uraian Pekerjaan	Satuan	Volume	Harga Satuan Rp	Jumlah Harga Rp
1	PEKERJAAN TANAH				
	Galian Tanah	M3	41,886.68	Rp.9.285,69	43,327,142.49
	Timbunan Tanah	M3	34,754.46	Rp.58.227,98	472,332,564.18
2	JUMLAH HARGA PEKERJAAN				515,659,706.67
3	PAJAK PERTAMBAHAN NILAI (PPN) = 10% x JUMLAH HARGA				51,565,970.67
4	JUMLAH TOTAL HARGA PEKERJAAN = (2)+(3)				Rp 567,225,677.34

Pemilihan Alternatif Yang Optimal :

INFORMASI	ALTERNATIF JALAN 1	ALTERNATIF JALAN 2	ALTERNATIF JALAN 3
PANJANG JALAN	0+000 s/d 3+060	0+000 s/d 3+220	0+000 s/d 3+220
KELANDAIAAN JALAN	-2,41	0,99	-1,27
	0,57	-0,08	-0,11
	-1,18		-3,04
	0,73		1,99
			-0,69
			1,15
			-0,80
			-0,06
			2,77
Volume :			
Galian Tanah	8,375.09	4,475.10	4,666.01
Timbunan Tanah	1,939.56	8,698.06	8,777.79
Selisih	6,981.53	4,222.96	4,111.78
Biaya			
Galian Tanah	Rp.77.768.525.53	Rp.41.554.410.59	Rp.43.327.142.49
Timbunan Tanah	Rp.112.936.661.03	Rp.478.806.351.00	Rp.472.332.564.18
Biaya Total (Rp)	Rp.209.775.705.22	Rp.572.396.837.76	Rp.567.225.677.34

Berdasarkan uraian diatas, kelandaian jalan setiap alternatif jalan sudah memenuhi kriteria Bina Marga dengan besar kelandaian untuk kecepatan Rencana 40 km/jam dan 50 km/jam daerah bukit harus sama atau tidak boleh lebih dari 10%.Serta nilai kelandaian untuk setiap alternati jalan tidak terlalu jauh berbeda. Sehingga pada pemilihan jalan ini dipilih dengan mempertimbangkan anggaran biaya galian tanah dan timbunan yang lebih ekonomis yaitu pada Alternatif jalan yang pertama dengan biaya pekerjaan adalah Rp.209.775.705.22

5) KESIMPULAN

Hasil Analisis Perencanaan Geometrik, Perkerasan Lentur dan Rencana Anggaran Biaya dengan umur rencana 20 tahun pada ruas jalan Waemata-Malawatar STA 0+000 – 3+266 km Kabupaten Manggarai Barat, Nusa Tenggara Timur diperoleh kesimpulan sebagai berikut :

1. Kapasitas Tingkat Pelayanan jalan untuk lebar Jalur 6 m dengan umur rencana 20 tahun di dapatkan V20 sebesar 0,80.dimana untuk rasio Q/C berkisar antara 0,75-0,84 dengan tingkat pelayanan (D) dan ciri-ciri arus mendekati tidak stabil,Kecepatan masih di kendalikan oleh kondisi arus lalu lintas.sedangkan untuk peraturan PM 96 tahun 2015 terkait dengan

tingkat pelayanan ruas jalan pada sistem jaringan jalan primer,untuk jalan Arteri primer,tingkat pelayanan sekurang-kurangnya (B),Untuk mendapatkan volume jalan yang ideal perlu adanya peningkatan.sehingga di coba lebar jalan 9 m dan di dapatkan hasil V20 sebesar 0,42.dengan Rasio Q/C=0,20-0,44 dan tingkat pelayanan B.maka jalan dengan lebar jalur 9 m untuk 20 tahun yang akan datang memenuhi kapasitas jalan yang ideal.

2. Desain Geometrik jalan di dapatkan Panjang Alinyemen Horizontal adalah 3.266 m dengan kelandaian Medan rata-rata 15 %, karena kemiringan Medan berada lebih dari 3-25% maka termasuk jenis medan Perbukitan, pada ruas jalan Waemata-Malawatar dicoba tiga Alternatif dari ketiga Alternatif tersebut dipilih Alternatif terbaik dengan pertimbangan Faktor keamanan, kenyamanan dan Ekonomi.Dari factor keamanan dan kenyamanan sudah terpenuhi, dimana pada jalan lama mempunyai banyak tikungan yang berdekatan serta tanjakan curam sehingga dapat menyebabkan resiko kecelakaan yang tinggi,dari permasalahan tersebut kemudian di rancang dengan Vr (kecepatan rencana) 40 km/jam, 50 km/jam meyesuaikan dengan kondisi eksisting jalan dan di dapatkan jari jari minimum sebesar 250 m dan jari jari maksimum 350 m, menggunakan tipe tikungan Full circle (FC) dan Spiral circle Spiral (SCS) serta jarak pandang henti (JPH) 34,722 m jarak pandang Mendahului (JPM) Minimum 294.478 m. dimana dari tiga alternatif tersebut sudah memenuhi persyaratan factor keamanan dan kenyamanan yang sesuai dengan peraturan Bina Marga 2021. Namun di tinjau dari factor Ekonomis maka di pilih desain Alternatif pertama (1) karena biayanya lebih murah dari dua alternatif lainnya, sehingga didapatkan lengkung horizontal dengan jumlah PI sebanyak 6 buah tikungan (*Full Circle (FC)* dan 4 buah tikungan (*Spiral – Circle – Spiral*) dan Lengkung Vertikal Cembung sebanyak 3, dan lengkung Vertikal Cekung sebanyak 3.
3. Rencana Anggaran Galian dan timbunan bertujuan untuk mendapatkan hasil volume galian dan timbunan yang ekonomis. Dimana volume galian dan timbunan

dikalikan dengan harga satuan daerah (RP) sehingga dari ketiga alternative di pilih alternative yang pertama di karenakan Volume galian 8,375,09 m³ dengan harga satuan Rp.9.285,69 sedangkan Volume timbunan adalah 1,939.56 m³ dengan harga satuan Rp. 58.227,98 sehingga didapatkan jumlah total harga pekerjaan = Rp. 209,775,705.22

4. Tebal Perkerasan lentur jalan baru

Perkerasan Lentur di desain menggunakan Manual Desain Perkerasan (MDP) Tahun 2017 dan perhitungan Koefisien Kekuatan jalan lama (Eksisting) :

Tebal Perkerasan Lentur untuk perkerasan jalan baru (pelebaran) 2 m (1 x 2 kanan kiri) dengan tebal masing-masing sebagai berikut :

Tebal AC WC = 40 mm

Tebal AC BC = 60 mm

Tebal AC BASE = 80 mm

Tebal LFA Kelas A= 300 mm

5. Tebal lapis Overlay Perkerasan lentur pada perkerasan jalan lama (Eksisting) dengan lebar jalan 9 m dan tebal lapis tambah sebagai berikut :

AC WC = 40 mm

AC BC = 60 mm

AC BASE = 80 mm.

6. Rencana Anggaran Biaya

Berdasarkan perhitungan Volume setiap Pekerjaan dan Analisa harga satuan pokok kegiatan diperoleh total biaya konstruksi sebesar Rp.13,342,142,212.00 (TIGA BELAS MILYAR TIGA RATUS EMPAT PULUH DUA JUTA SERATUS EMPAT PULUH DUA RIBU DUA RATUS DUA BELAS RUPIAH)

6) DAFTAR PUSTAKA

Bei,Arnando Bonefasius (2023). *Studi Perencanaan Peningkatan Ruas Jalan Sp. Noa Golowelu 15+375 17+664 Kabupaten Manggarai Barat, Provinsi Nusa Tenggara Timur*. Institut Teknologi Nasional Malang.
Departemen Pekerjaan Umum 1:*Penentuan Trase Jalan. (2011)*.
Departemen Pekerjaan Umum. Kementrian Pekerjaan Umum Dan Perumahan Rakyat,Direktorat Jendral Bina Marga.

Spesifikasi umum 2018 untuk pekerjaan Kontruksi jalan dan Jembatan.
Kementrian Pekerjaan Umum Dan Perumahan Rakyat, Badan pembangunan Sumberdaya manusia. *Modul 3 Dasar-dasar Perencanaan Geometrik Ruas Jalan 2017*
Manual Desain Perkerasan Jalan Nomor 04/SE/Db/2017
Mochlis, F. A. (2020). *Optimasi Desain Geometrik Jalan Menggunakan Software Autocad Civil 3D 2017 Pada Ruas Jalan Telaga Pange,Mluku (Sta 00+000 S/d 02+225*. Institut Teknologi Nasional Malang. <http://eprints.itn.ac.id>.
Ngarut , P. A. (2022). *Studi Perencanaan Desain Geometrik Ruas Jalan Sebagian Kunci-pogo (Sta.0+000-Sta.2+000)Kabupaten Nganjuk*. Institut Teknologi Nasional Malang. <http://eprints.itn.ac.id/7728/>
Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Dan Perumahan Republik Indonesia Nomor 28/PRT/M/2022 *Tentang Pedoman analisis Harga Satuan Pekerjaan Bidang Pekerjaan Umum Jakarta: menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat.*
Peraturan Pemerinta Republik Indonesia Nomor 34 Tahun 2006 Tentang Jalan. (2006). Departemen Pekerjaan Umum.
Perencanaan Geometrik Jalan (HSKB 250) Lengkung Geometrik (1987)petunjuk perencanaan tebal perkerasan lentur jalan raya dengan metode analisa komponen.Jakarta: Yayasan Badan Penerbit PU,73(02).
Raharjo, N. D. (2022). *Dasar Perencanaan Geometrik Jalan Raya*. Jember-Jawa Timur: Cerdas Ulet Kreatif.
Surat Edaran Direktur Jendral Bina Marga Nomor:20/SE/Db/2021 *Tentang Pedoman Desain Geometrik Jalan. (2021)*. Direktorat jendral Bina Marga.
SNI, 2012 *Metode uji CBR laboratorium*
Sulaksono. 2001. *Rekayasa Jalan*. Bandung: ITB.
Surat Edaran Nomor: 21/se/db/2023 *tentang pedoman kapasitas jalan indonesia*.
Surat Edaran Menteri Pekerjaan Umum Nomor.12/SE/2013 *Tentang Pedoman Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur. (2013)*.
Surat Edaran Nomor 18/SE/Db/2020 *Tentang Suplemen Manual Desain jalan (MDP) 2017..* Direktorat Jendral Bina Marga.
Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 2 Tahun 2022 *Tentang Perubahan Kedua Atas Undang-Undang Nomor 38 Tahun 2004 Tentang Jalan. (2022)*. Direktorat Jendral Bina Marga.
Wibioso,M,T,Kushari,B (2020) *“Evaluasi Dan Desain Ulang Geometri Jalan Semanu–Pracimantoro Km 23-Km 23*