

PERENCANAAN GEOMETRIK DAN PERKERASAN LENTUR JALAN WISATA LUT ATAS WAQ PONDOK SAYUR KABUPATEN BENER MERIAH, ACEH

DESIGN OF GEOMETRIC AND FLEXIBLE PAVEMENT WISATA LUT ATAS ROAD WAQ PONDOK SAYUR BENER MERIAH REGENCY, ACEH

Khairul Imam¹, Eka Mutia^{*2}, Wan Alamsyah³

¹Mahasiswa, Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Samudra

^{2,3}Dosen, Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Samudra

Korespondensi: ekamutia@unsam.ac.id

ABSTRAK

Jalan Wisata Lut Atas Kabupaten Bener Meriah, Aceh merupakan jalan menuju ke lokasi wisata danau yang berada pada ketinggian 2.100 mdpl dari permukaan laut. Danau yang dikenal dengan nama Lut Atas terletak di Kabupaten Bener Meriah, Aceh tepatnya di Kampung Waq Pondok Sayur Kecamatan Bukit. Kondisi ruas jalan Wisata Lut Atas masih berupa perkerasan berbatu dan kerikil, sehingga menyulitkan akses menuju lokasi wisata tersebut. Tujuan dari penelitian ini adalah menghitung kapasitas jalan dan umur rencana pada ruas jalan Wisata Lut Atas, mengetahui tebal lapisan perkerasan lentur yang dibutuhkan pada ruas jalan Wisata Lut Atas dengan metode manual desain perkerasan 2017, mengetahui tanjakan dan tikungan supaya memberikan keamanan dan kenyamanan bagi pengguna jalan. Berdasarkan hasil survey LHR selama 4 hari didapatkan total keseluruhan kendaraan ialah 125 kendaraan. Hasil perhitungan tebal lapis perkerasan ruas jalan Wisata Lut Atas Desa Waq Pondok Sayur mulai dari STA 0+000 – 3+000, dengan tebal perkerasan AC-WC 40 mm, AC-BC 60 mm, Lapisan Fondasi Agregat (LFA) 400 mm, dan timbunan pilihan 100 mm. Ruas jalan Wisata Lut Atas perencanaan geometrik jalan untuk alinyemen horizontal direncanakan 3 tikungan, yaitu tikungan PI1 Spiral Circle Spiral (SCS), Tikungan PI2 Spiral Circle Spiral (SCS), Tikungan PI3 Spiral Spiral (SS). Ruas jalan Wisata Lut Atas dengan geometrik jalan yaitu alinyemen vertikal yang direncanakan ialah 4 lengkung vertikal dengan rincian sebagai berikut : PPV1 (pusat perpotongan vertikal) jenis vertikal cembung, PPV2 (pusat perpotongan vertikal) jenis vertikal cekung, PPV3 (pusat perpotongan vertikal) jenis vertikal cekung, PPV4 (pusat perpotongan vertikal) jenis vertikal cembung.

Kata Kunci: Perkerasan Jalan, Tikungan, Tebal Perkerasan

ABSTRACT

Jalan Wisata Lut Atas Bener Meriah Aceh is a road leading to the tourist attraction of the lake, located at 2,100 meters above sea level. The lake called Lut Atas located in Bener Meriah, Aceh, exactly in Waq Pondok Sayur Village, Bukit District. The current status of the Lut Atas Tourist Road is still in the form of a rock and gravel cover, making it difficult to access the tourist area. The purpose of this study is to calculate the throughput capacity and road age plan on the Lut Atas Tourism section, knowing the required soft pavement thickness on the Lut Atas Tourism section with the manual road design method. 2017, knows how to climb slopes and bends to ensure safety and comfort for road users. Based on the results of the 4-day LHR survey, the total number of vehicles is 125 vehicles. Calculation results of pavement thickness of Upper Lut tourist road Waq Pondok Sayur village from STA 0+000 - 3+000, with pavement thickness AC-WC 40 mm, AC-BC

60 mm, aggregate layer 400mm material (LFA) and optional 100mm backfill. The Lut Atas Tourist Trail has a geometric road plan to guide the route according to the plan of 3 bends, namely P11 Spiral Curve (SCS), P12 Turn Spiral Circle (SCS), Turn P13 Spiral bend (SS). The section of Thuong Lut Tourist Road has an expected longitudinal profile of 4 vertical curves with the following details: PPV1 (vertical intersection centre) vertical convex type, PPV2 (vertical intersection centre) concave longitudinal type, PPV3 (vertical intersection centre) concave longitudinal type, PPV4 (vertical intersection centre) convex longitudinal type.

Keywords: Road Pavement, Bends, Pavement Thickness

PENDAHULUAN

Transportasi merupakan salah satu kebutuhan dan kepentingan semua orang, yang dihasilkan dari adanya suatu sistem perpindahan atau perpindahan benda, baik orang maupun barang, dari tempat asal ke tempat tujuan yang diinginkan. Transportasi memegang peranan penting dalam pelaksanaan pembangunan daerah di segala bidang, oleh karena itu diperlukan perencanaan jalan yang benar-benar berfungsi sebagai sarana transportasi. (Mardila Putri et al. 2016).

Konstruksi perkerasan lentur biasanya menggunakan bahan granular sebagai lapisan bawah dan campuran aspal sebagai lapisan permukaan. Pembangunan lapisan aspal diharapkan dapat menghindari kerusakan jalan akibat beban air dan lalu lintas (Aprilia Fitri Nuryati Ningrum et al., 2015).

Salah satu potensi wisata yang terkenal di Kabupaten Bener Meriah, Provinsi Aceh adalah Wisata Lut Atas yang berlokasi di Kampung Waq Pondok Sayur, Kecamatan Bukit. Di wisata ini terdapat mata air yang banyak hingga hampir terbentuk seperti danau dan Lut Atas ini terletak di atas gunung makanya wisata ini bernama Wisata Lut Atas, dan Wisata Lut Atas ini baru di buka pada tahun 2020 sebelumnya jalan menuju Lut Atas ini hanya digunakan untuk akses berkebun oleh penduduk lokal, dan di Lut Atas ini terdapat potensi untuk dijadikan wisata karena memiliki pemandangan yang indah dan hutannya masih asri oleh karena itu pihak Dinas Pariwisata Kabupaten Bener Meriah membuat Lut Atas ini menjadi tempat wisata. Pada awal pembukaan Wisata Lut Atas pengunjung sangat ramai untuk menuju kesana dan akses menuju jalan Wisata Lut Atas masih dalam bentuk perkerasan berbatu dan kerikil belum di aspal.

Kondisi perkerasan jalan pada ruas jalan Wisata Lut Atas di Kampung Waq Pondok Sayur, Kecamatan Bukit, Kabupaten Bener Meriah kondisi

jalannya perkerasan berbatu dan kerikil, rusak di berbagai tempat, yang dapat menyebabkan kecelakaan bagi pengguna jalan. Kerusakan yang dimaksud adalah terdapat lubang, batu-batu kerikil yang membuat licin dan juga keretakan pada permukaan jalan yang diakibatkan dari genangan air pada saat hujan, dan panas terik di musim kemarau.

Untuk itu dilakukan perencanaan meningkatkan struktur jalan menggunakan perkerasan lentur pada ruas jalan wisata lut atas dengan metode manual desain perkerasan jalan 2017 sekaligus menentukan umur rencana dan menghitung alinyemen horizontal dan alinyemen vertikal, yang bertujuan supaya memberikan kenyamanan dan keamanan bagi pengunjung dan juga penduduk lokal yang menuju Wisata Lut Atas.

Tujuan penelitian adalah:

1. Mengetahui volume lalu lintas untuk menghitung kapasitas jalan dan umur rencana pada ruas jalan Wisata Lut Atas.
2. Mengetahui tebal lapisan perkerasan lentur yang dibutuhkan pada ruas jalan Wisata Lut Atas dengan menggunakan metode manual desain perkerasan 2017.
3. Mengetahui tanjakan dan tikungan supaya memberikan keamanan dan kenyamanan bagi pengguna jalan.

Terdapat beberapa Batasan untuk penelitian ini adalah:

1. Data CBR (*California Bearing Ratio*) didapatkan dari Dinas PUPR Bener Meriah.
2. Menggunakan metode Manual Desain Perkerasan 2017 (MDP 2017) untuk menentukan tebal perkerasan adalah.
3. Alinyemen horizontal yang diambil hanya 3 tikungan saja tikungan yang paling tajam dan tidak disertakan diagram superelevasi.
4. Alinyemen vertikal yang diambil hanya 4 lengkungan saja.

TINJAUAN PUSTAKA

Subgrade berfungsi sebagai pondasi untuk pengembangan aspal. Tanpa menyebabkan kerusakan yang signifikan pada konstruksi jalan, lapisan perkerasan mendistribusikan dan menerima beban lalu lintas, memastikan kenyamanan sepanjang umur jalan. (Hendarsin, 2000).

Berdasarkan bahan pengikatnya, perkerasan jalan dibedakan menjadi (Silvia Sukirman, 1999):

- (a) Perkerasan lentur (*flexible pavement*) aspal digunakan sebagai pengikat dalam konstruksi perkerasan lentur. Perkerasan lentur ini memiliki lapisan-lapisan yang menerima beban lalu lintas dan mendistribusikannya ke tanah dasar.
- (b) Perkerasan kaku (*rigid pavement*), yaitu perkerasan yang dikenal sebagai perkerasan kaku dibangun menggunakan lapisan beton. Perkerasan ini dapat menggunakan tulangan atau tanpa tulangan yang diletakkan di atas tanah dasar atau tanpa lapisan pondasi bawah. Pelat beton pada perkerasan ini memikul beban roda dan kekakuan perkerasan berbanding lurus dengan mutu beton.
- (c) Perkerasan komposit (*composite pavement*), memadukan perkerasan kaku dan lentur.

Perkerasan lentur menggunakan Aspal sebagai bahan pengikat. Pendistribusian beban lalu lintas di permukaan ke tanah dasar terdapat pada konstruksi perkerasan lentur (Silvia Sukirman, 1999).

Menurut Direktorat Jenderal Bina Marga, 2013, perencanaan struktur aspal adaptif baru seperti pada Gambar 1 – Gambar 3:

- (a) Perkerasan Lentur pada permukaan tanah asli.



Gambar 1. Struktur perkerasan lentur pada tanah asli

Sumber: (Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat; Direktorat Jenderal Bina

Marga, 2017)

- (b) Perkerasan lentur pada timbunan.



Gambar 2. Struktur perkerasan lentur pada timbunan

Sumber : (Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat; Direktorat Jenderal Bina Marga, 2017)

- (c) Perkerasan lentur pada galian.



Gambar 3. Struktur perkerasan lentur pada galian
Sumber : (Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat; Direktorat Jenderal Bina Marga, 2017)

Manual Perancangan Perkerasan 2017 merupakan revisi dari Manual Perancangan Perkerasan 2013 yang mencakup penambahan dan perbaikan isi manual serta perubahan struktur penyajian agar lebih mudah dipahami oleh pengguna. Pendekatan ini dibuat untuk mengatasi masalah kinerja aset jalan raya Indonesia. Sesuai dengan umur rencana.

Susunan komponen garis lurus yang dihubungkan oleh kurva transisi (spiral) atau kurva dalam bentuk lingkaran dikenal sebagai penjajaran horizontal. Ada tiga jenis kurva saat merencanakan perataan horizontal, yaitu. (Hendarsin L.S, 2000):

- (a) Spiral Circle Spiral (SCS)

Merupakan tikungan dengan lengkungan transisi yang mencegah perubahan mendadak dari lurus ke melingkar. Tikungan ini digunakan di daerah perbukitan atau pegunungan.

- (b) Spiral Spiral (SS)
Merupakan spiral lengkungan dengan dua busur perantara dan tidak ada busur melingkar.
- (c) Full Circle (FC)
Merupakan sebuah tikungan lingkaran penuh hanya terdiri dari sebagian lingkaran (penuh) tanpa ada bagian transisi.

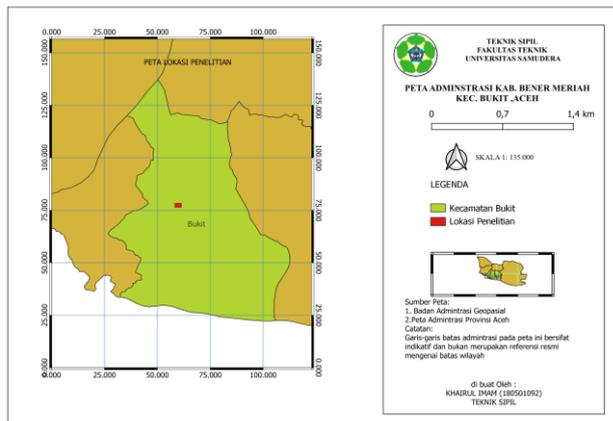
Alinyemen vertikal juga dikenal sebagai gambar yang diproyeksikan tegak lurus terhadap bidang gambar, Profil ini menjelaskan bagaimana elevasi dan penurunan tanjakan direncanakan untuk memungkinkan kendaraan bermuatan penuh melewati jalan tersebut. Kelengkungan vertikal adalah transisi dari satu lereng ke lereng lainnya. Lengkung vertikal ada 2 macam yaitu (Hendarsin L.S, 2000) :

- (a) Lengkung vertikal cekung, yaitu lengkung yang tempat bertemunya kedua simpangan tersebut berada bagian bawah permukaan jalan.
- (b) Lengkung vertikal cembung, yaitu lengkung yang tempat bertemunya kedua simpangan tersebut berada di atas permukaan jalan.

METODE

Lokasi Penelitian

Penelitian dilakukan di Wisata Lut Atas Kampung. Waq Pondok Sayur, Kecamatan Bukit, Kabupaten Bener Meriah, Provinsi Aceh.



Gambar 7. Lokasi Penelitian

Metode Pengumpulan Data :

- (a) Data Primer
Data primer terdiri dari rata-rata volume lalu lintas harian (LHR) dan data pertumbuhan lalu lintas. Berdasarkan informasi yang diperoleh

dari pengamatan tersebut, diperkirakan volume lalu lintas harian rata-rata yang melewati jalan tersebut.

- (b) Data Sekunder
Data sekunder yang digunakan adalah data tanah dasar CBR dari dinas jalan terkait.

Tahapan yang dilaksanakan untuk menganalisa data adalah:

- (a) Survey Volume Lalu Lintas untuk menghitung Lalu lintas Harian Rata-Rata (LHR)
- (b) Menetapkan umur rencana jalan
- (c) Faktor ekuivalen beban/*Vehicle Damage Factor* (VDF)
- (d) Menghitung faktor pertumbuhan lalu lintas (R)
- (e) Menentukan distribusi lajur (DL)
- (f) Menghitung *Cumulative Equivalent Single Axle (CESA5)* atau beban standar kumulatif
- (g) Pemilihan Struktur Perkerasan
- (h) Menentukan pondasi jalan minimum menggunakan data CBR tanah dasar
- (i) menggambarkan tebal lapisan perkerasan lentur sesuai hasil desain
- (j) Menghitung alinyemen horizontal
- (k) Menghitung alinyemen vertikal.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Data Lalu Lintas

Data lalu lintas harian rata-rata (LHR) pada ruas jalan Wisata Lut Atas (STA 0+000 – STA 3+000), melaksanakan survey atau pengambilan data LHR selama 4 hari, pengamatan pada pukul 09:00-12:00 (pagi-siang) dan pukul 15:00-17:00 (sore) pada ruas jalan Wisata Lut Atas, berikut tabel hasil pengambilan data LHR.

Tabel 1. Total data LHR

Golongan	Nama Kendaraan	Jumlah Kendaraan Selama 4 Hari
1	Sepeda Motor	94
2	Mobil	26
6b	Truk	5
5a	Bus Kecil	0
7a	Truk Tronton	0
	Total	125
	Rata-rata	41,67

Menetapkan Umur Rencana (UR) Dan Data Perencanaan Lalu Lintas

Menurut pedoman perkerasan jalan, cara untuk menentukan umur rencana dan umur rencana

menggunakan hubungan antara jenis perkerasan dan komponennya. Berdasarkan ketentuan tersebut, umur rencana perkerasan lentur adalah 20 tahun. Dan data perencanaan lalu lintas adalah data untuk merencanakan suatu lalu lintas untuk menentukan perkerasan jalan seperti tabel 2 berikut.

Tabel 2. Data Perencanaan lalu lintas

No	Data	Keterangan
1	Jenis jalan	Lokal Sekunder
2	Umur rencana (UR)	20 tahun (2022-2042)
3	Pertumbuhan lalu lintas	1,00%
4	Distribusi kendaraan	Satu jalur dua arah

Menentukan nilai Faktor Ekuivalen Beban /Vehicle Damage Factor (VDF)

Vechile Damage Factor adalah jumlah ekuivalen gabungan dari gandar depan kendaraan dan gandar belakang kendaraan. nilai VDF yang diperoleh seperti pada tabel 3 berikut.

Tabel 3. Perhitungan Vechile Damage factor (VDF)

Jenis Kendaraan	Klasifikasi	Normal VDF 5
Sepeda Motor	1	0
Mobil	2	0
Truck 2 as 6 roda	6B	4,6

Menentukan Faktor Pertumbuhan Lalu Lintas

Faktor pertumbuhan lalu lintas (R) selama umur rencana dihitung dengan factor *Cumulative Growth Factor* atau pertumbuhan kumulatif. Maka untuk analisis nilai faktor pertumbuhan lalu lintas pada permulaan beban normal MST 12 ton pada tahun 2022-2042 adalah :

$$R_{(2022-2042)} = \frac{(1+i)^{UR} - 1}{1,00\%}$$

$$R_{(2022-2042)} = 22,019$$

Menentukan Faktor Distribusi Lajur

Faktor distribusi lajur dapat ditentukan berdasarkan tabel distribusi lajur Bina Marga 2017.

Tabel 4. Nilai Beban Sumbu Standar Kumulatif Umur Rencana

Jumlah lajur lalu lintas setiap arah	Kendaraan niaga pada lajur desain (% terhadap populasi kendaraan niaga)
1	100
2	80
3	60
4	50

Faktor distribusi arah untuk jalan umum yaitu DD = 0,5.

Cumulative Equivalent Single Axle Load (CESAL)

Berdasarkan aspek-aspek penting di atas maka nilai beban sumbu standar kumulatif atau *cumulative equivalent single axle load (CESAL)* dapat ditentukan. Perhitungan ESA_5 digunakan untuk menentukan umur rencana UR (2022-2042) pada ruas Jalan Wisata Lut Atas adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 ESA_5 &= (\sum LHR \times VDF) \times 365 \times DD \times DL \times R \\
 &= (\sum 41,67 \times 4,6) \times 365 \times 0,5 \times 1 \times 22,019 \\
 &= 770267,887335
 \end{aligned}$$

persamaan di atas digunakan untuk menghitung nilai *cumulative equivalent single axle load (CESAL)* periode 20 tahun.

Pemilihan jenis perkerasan bervariasi sesuai kondisi pondasi jalan, umur rencana dan volume kendaraan. Adapun nilai $CESAL_5$ yang didapatkan dari hasil perhitungan yaitu 770267,887335. Nilai ESA untuk 20 tahun dan nilai $CESAL_5$ dibagi dengan 1 juta adalah 0,770 juta, maka disesuaikan dengan rentang 0,1-4 juta selisih diperoleh struktur perkerasan AC (*Asphalt Concrete*) tebal pondasi berbutir dengan parameter Desain 3B.

Menentukan pondasi

Berdasarkan kondisi CBR tanah dasar dan nilai $CESAL_5$ yang akan dilalui oleh perkerasan tersebut, maka sangat disarankan agar perbaikan tanah dasar dimasukkan dalam desain Bina Marga tahun 2017. Hasil solusi desain pondasi dihitung berdasarkan nilai CBR desain perkerasan sebesar 3,87 persen dan $CESAL_5$ sebesar 0,770 juta, seperti pada Tabel 5.

Tabel 5. Solusi desain pondasi jalan

CBR Tanah Dasar (%)	Kelas kekuatan Tanah Dasar	Uraian Struktur Pondasi	Perkerasan lentur			Perkerasan kaku
			Beban lalu lintas pada lajur rencana dengan umur rencana 40 tahun (juta ESA.5)			
			< 2	2 - 4	> 4	
> 6	SG6	Perbaikan tanah dasar dapat berupa stabilisasi semen atau material timbunan pilihan (sesuai persyaratan spesifikasi umum, Devisi 3-pekerjaan tanah) (pemadatan lapisan < 200 mm tebal gembur)	Tidak diperlukan perbaikan			150 mm stabilisasi di atas 150 mm material timbunan pilihan
5	SG5		-	-	100	
4	SG4		100	150	200	
3	SG3		150	200	300	
2,5	SG2.5		175	250	350	
Tanah ekspansif (potensi pemuaian > 5%)		Lapis penopang	400	500	600	Berlaku ketentuan yang sama dengan pondasi jalan perkerasan lentur
Perkerasan di atas tanah lunak	SG1		1000	1100	1200	
Tanah gambut dengan HRS atau DBST untuk perkerasan untuk jalan raya minor (nilai minimum-ketentuan lain berlaku)		atau lapis penopang dan geogrid	650	750	850	Berlaku ketentuan yang sama dengan pondasi jalan perkerasan lentur
		Lapis penopang berbutir	1000	1250	1500	

Dari tabel di atas diperoleh dasar pondasi yang memerlukan peningkatan atau perbaikan tanah dasar dengan alternatif Material timbunan pilihan = 100 mm

Perencanaan tebal perkerasan jalan

Perencanaan ketebalan perkerasan pada panduan desain perkerasan Bina Marga Tahun 2017 dibagi menjadi tiga variasi desain, untuk pemilihan jenis perkerasan ini digunakan bagan desain 3B sebagai skema desain ketebalan perkerasan berdasarkan jenis perkerasan yang dipilih. Ketebalan perkerasan yang dihasilkan pada CESAL₅ adalah 0,770 juta, maka bagan desain 3B desain.

Perkerasan lentur dengan lapis pondasi berbutir, dapat diuraikan seperti Tabel 6.

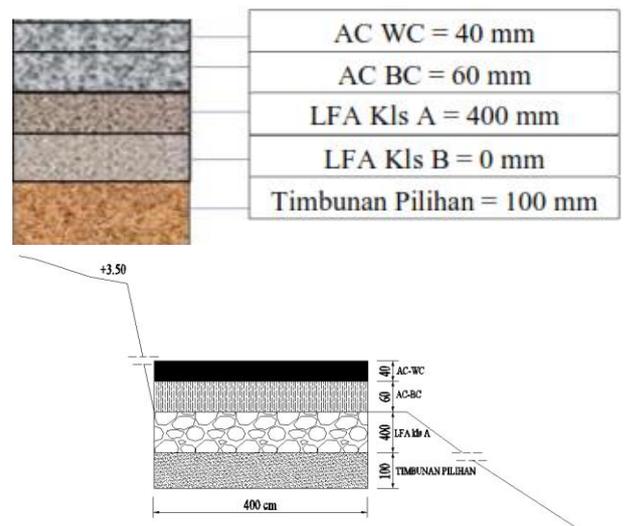
Berdasarkan hasil perhitungan CESAL₅ dan hasil tabel 6, maka nilai tebal perkerasan lentur yaitu:

- AC WC = 40 mm
- AC BC = 60 mm
- AC BASE = 0
- LFA Kelas A = 400 mm

Tabel 6. Desain tebal perkerasan lentur dengan lapis pondasi berbutir

	STRUKTUR PERKERASAN							
	FFF1	FFF2	FFF3	FFF4	FFF5	FFF6	FFF7	FFF8
	Solusi yang dipilih				Lihat Catatan 2			
Kumulatif beban sumbu 20 tahun pada lajur rencana (10 ESA.5)	< 2	>2-7	> 7 - 10	>10- 20	>20- 30	>30- 50	>50- 100	>100-200
KETEBALAN LAPIS PERKERASAN (mm)								
AC WC	40	40	40	40	40	40	40	40
AC BC	60	60	60	60	60	60	60	60
AC Base	0	80	105	145	160	180	210	245
LFA Kelas A	400	300	300	300	300	300	300	300
Catatan	1	2	3					

Berikut hasil perencanaan untuk peningkatan struktur jalan menggunakan perkerasan lentur dengan Metode MDP No. 02/M/BM/2017 pada ruas Jalan Wisata Lut Atas.

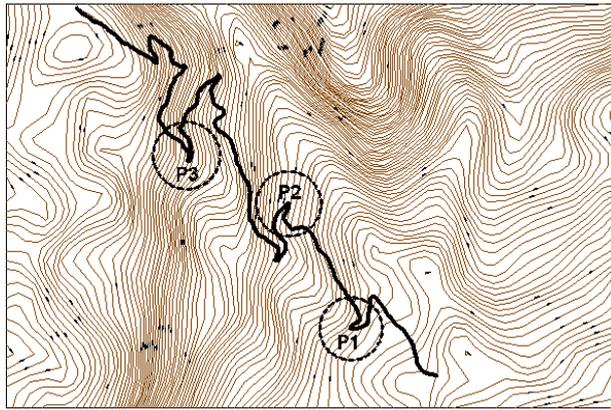


Gambar 8. Perencanaan perkerasan lentur

Perencanaan alinyemen horizontal

Data-data untuk perencanaan alinyemen horizontal adalah:

1. Klasifikasi jalan : Jalan lokal sekunder
2. Klasifikasi medan : Pegunungan
3. Kondisi lingkungan : Tebing dan jurang
4. Kecepatan rencana : 40 km/jam
5. Lebar jalan : 4 m
6. Kemiringan jalan : 2 %
7. Jumlah jalur : 1 jalur / 2 arah



Gambar 9. Alinyemen horizontal rencana

Perhitungan PI₁

Perhitungan yang digunakan untuk menghindari terjadinya kecelakaan, maka untuk kecepatan tertentu dapat dihitung jari-jari minimum untuk superelevasi maksimum

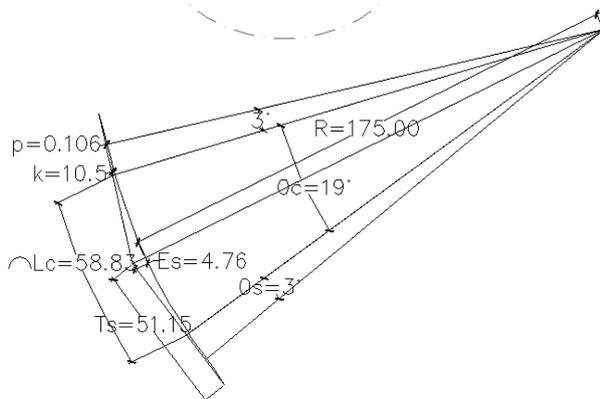
$$R_{min} = VR^2 / 127 (e_{max} + f_{max})$$

$$= 40^2 / 127 (0,06 + 0,17)$$

$$= 54,775 \text{ m}$$

Tikungan PI₁ dengan jenis tikungan *Spiral Circle Spiral* (SCS)

VR	= 40 km/jam
ΔP ₁	= 26,14°
R rencana	= 175
e	= 4,1
Ls	= 21



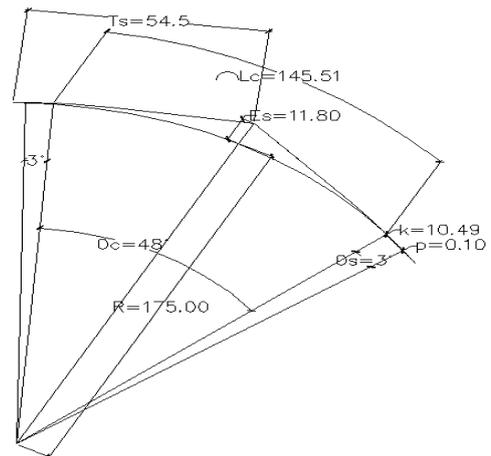
Gambar 10. Tikungan PI₁

Berdasarkan hasil perhitungan pada tikungan PI₁ dan gambar tikungan maka untuk jenis pada tikungan PI₁ yaitu tikungan *Spiral Circle Spiral* (SCS)

Perhitungan PI₂

Tikungan PI₂ dengan jenis tikungan *Spiral Circle Spiral* (SCS)

VR	= 40 km/jam
ΔP ₂	= -40,76°
R rencana	= 175
e	= 0,041
Ls	= 21



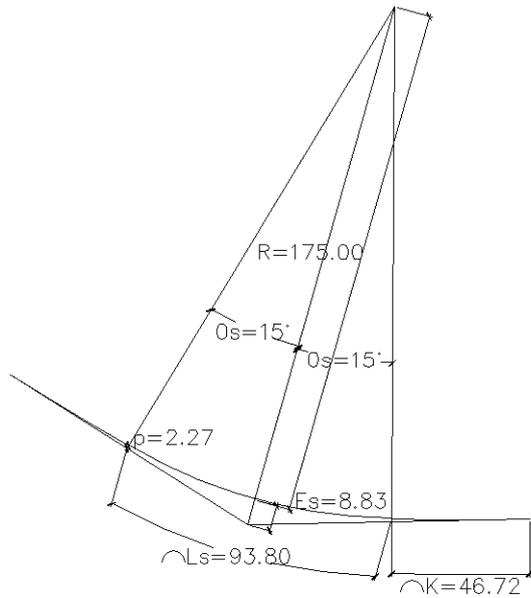
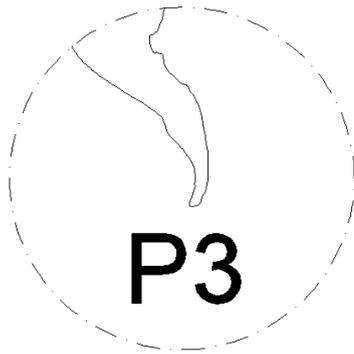
Gambar 11. Tikungan PI₂

Berdasarkan hasil perhitungan pada tikungan PI₂ dan gambar tikungan maka untuk jenis pada tikungan PI₂ yaitu tikungan *Spiral Circle Spiral* (SCS) karena tikungan terdiri atas 1 lengkung *circle* dan 2 lengkung *spiral*.

Perhitungan PI₃

Tikungan PI₃ dengan jenis tikungan *Spiral Spiral* (SS)

VR	= 40 km/jam
ΔP ₃	= 30,71°
R rencana	= 175
e	= 0,041
e _n	= 0,02
Ls	= 21

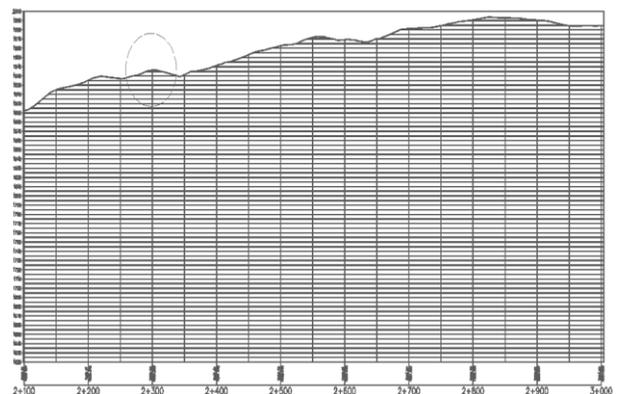
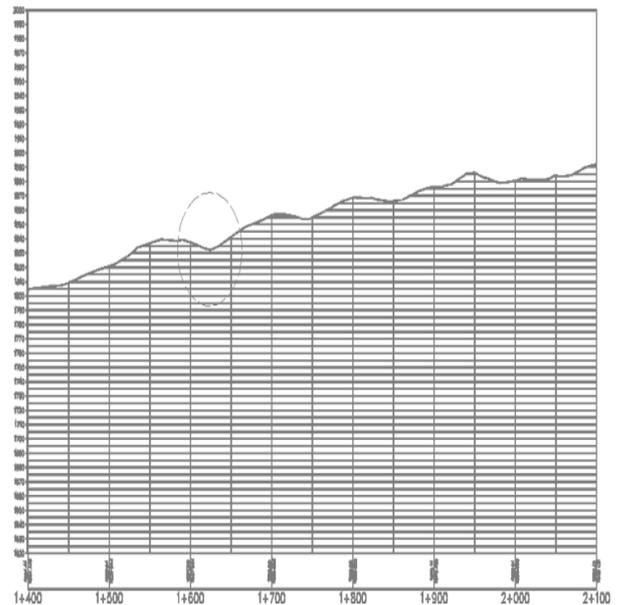
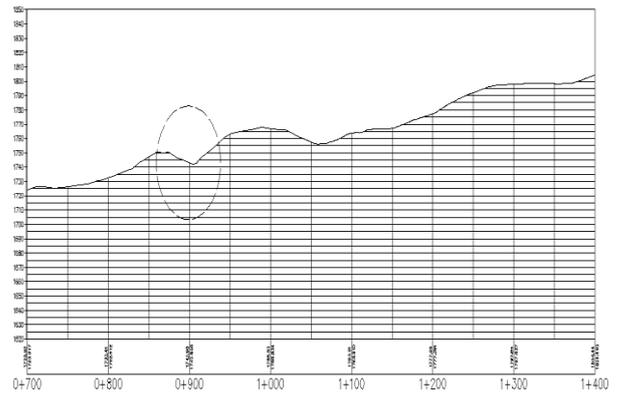
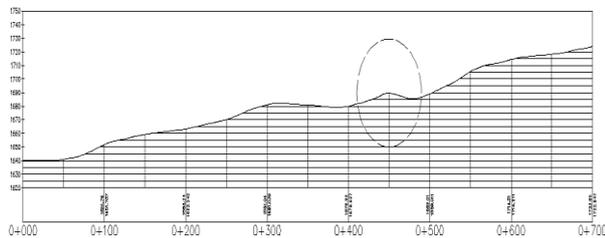


Gambar 12. Tikungan PI₃

Berdasarkan hasil perhitungan pada tikungan PI₃ dan gambar tikungan maka untuk jenis pada tikungan PI₃ yaitu tikungan *Spiral Spiral* (SS) karena tikungan terdiri atas 2 lengkung *spiral*.

Perencanaan alinyemen vertikal

Dalam perencanaan alinyemen vertikal pada ruas jalan Wisata Lut Atas direncanakan dengan 2 verikal cembung dan 2 vertikal cekung



Gambar 13. Alinyemen vertikal rencana

Menentukan kemiringan jalan pada alinyemen vertikal

Hasil perhitungan kemiringan jalan didapat :

Titik A ke titik PPV₁

Kemiringan lintasan

$$A-PPV_1 = 1678-1635/450 \times 100 \% = 9,555 \%(+)$$

Titik PPV₁ ke titik PPV₂

Kemiringan lintasan

$$PPV_1-PPV_2 = 1744-1678/450 \times 100 \% = 14,666 \%(+)$$

Titik PPV₂ ke titik PPV₃

Kemiringan lintasan

$$PPV_2-PPV_3 = 1824-1744/750 \times 100 \% = 10,666 \%(+)$$

Titik PPV₃ ke titik PPV₄

Kemiringan lintasan

$$PPV_3-PPV_4 = 1909-1824/650 \times 100 \% = 13,076 \%(+)$$

Titik PPV₄ ke titik B

Kemiringan lintasan

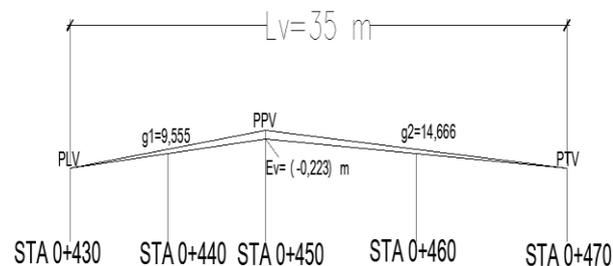
$$PPV_4-B = 1976-1909/700 \times 100 \% = 9,571 \%(+)$$

Perhitungan Vertikal Cembung PPV₁

Perhitungan kelandaian rencana

$$\begin{aligned} g1 &= +9,555 \\ g2 &= +14,666 \\ A &= g1- g2 \\ A &= 9,555-14,666 = -5,111\% \end{aligned}$$

Dari perhitungan di atas diketahui nilai A = (-5,111%) dan V= 40 km/jam maka diperoleh Lv = 35 m.



Gambar 15. Lengkung vertikal PPV₁

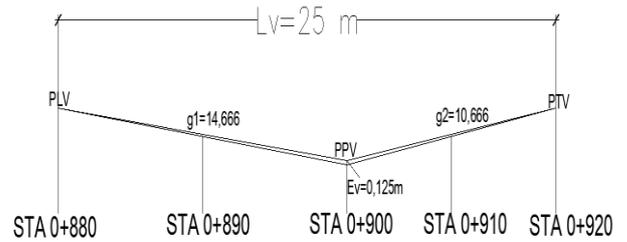
Berdasarkan perhitungan lengkung vertikal PPV₁ maka untuk lengkung vertikal PPV₁ yaitu vertikal cembung karena lengkung titik potong antara kedua tangen berada di atas permukaan jalan.

Perhitungan Vertikal Cekung PPV₂

Perhitungan kelandaian rencana

$$\begin{aligned} g1 &= +14,666 \\ g2 &= +10,666 \\ A &= g1- g2 \\ A &= 14,666 - 10,666 = 4,00\% \end{aligned}$$

Dari perhitungan di atas diketahui nilai A = 4,00% dan V= 40 km/jam maka diperoleh Lv = 25 m.



Gambar 16. Lengkung vertikal PPV₂

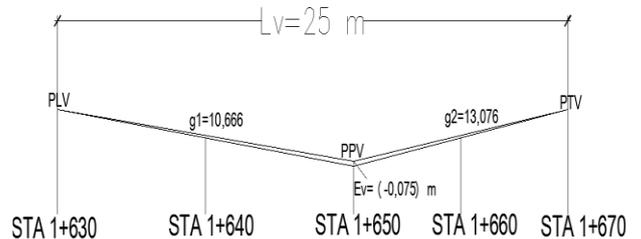
Berdasarkan perhitungan lengkung vertikal PPV₂ maka untuk lengkung vertikal PPV₂ yaitu vertikal cekung karena lengkung titik potong antara kedua tangen berada di bawah permukaan jalan.

Perhitungan Vertikal Cekung PPV₃

Perhitungan kelandaian rencana

$$\begin{aligned} g1 &= +10,666 \\ g2 &= +13,076 \\ A &= g1- g2 \\ A &= 10,666 - 13,076 = (-2,410\%) \end{aligned}$$

Dari perhitungan di atas diketahui nilai A = (-2,410%) dan V= 40 km/jam maka diperoleh Lv = 25 m.



Gambar 17. Lengkung vertikal PPV₃

Berdasarkan perhitungan lengkung vertikal PPV₃ maka untuk lengkung vertikal PPV₃ yaitu vertikal cekung karena lengkung titik potong antara kedua tangen berada di bawah permukaan jalan.

Perhitungan Vertikal Cembung PPV₄

Perhitungan kelandaian rencana

$$\begin{aligned} g1 &= +13,076 \\ g2 &= +9,571 \\ A &= g1- g2 \\ A &= 13,076 - 9,571 = 3,505\% \end{aligned}$$

Dari perhitungan di atas diketahui nilai A = 3,505% dan V= 40 km/jam maka diperoleh Lv = 35 m.

