



Perencanaan Ulang Pelebaran Jalan Ruas Tapan - Batas Bengkulu Sta 224+400 – 225+300

¹Gusni Vitri, ²Wiwini Putri Zayu, ³Annora Levina, ⁴Hazmal Herman

^{1,2,3,4} Program Studi Teknik Sipil Universitas Dharma Andalas

¹vitri.gusni@gmail.com

Abstract

Road infrastructure has a very important role in human life. Roads are the most important infrastructure of land transportation, with access roads from one area to another becoming easier. The development of roads from time to time is also increasing rapidly. The development of land transportation and the development of human activities was also followed by the repair, widening, and opening of new roads as happened in Nagari Tapan, where this nagari is one of the connecting accesses for the Province of West Sumatra and Bengkulu Province. This re-design used the 2013 Bina Marga regulation and the 1997 Intercity Road Geometric Planning Procedure (TPGJAK). The redesign process starts with data collection, data analysis, road geometric calculations, pavement thickness and budget plan (RAB). From the results of the calculation of the Geometric Planning of the Bengkulu-Boundary Tapan Road, it can be concluded that the Bengkulu-Boundary Tapan Road is local, with a 2-lane 2-way road type, 2x3.5 meters wide, flat terrain class and a design speed of 40 km/hour. Planning Horizontal alignment is planned for one type of bend in the form of 2 (two) Spiral Circle Spiral bends and vertical alignment is planned for 14 PV Points of Vertical. Based on the results of Flexible Pavement with the 2013 Highways Analysis, the overall pavement thickness is 42 cm, consisting of 4 cm AC-WC thickness, 6 cm AC-BC thickness, 14.5 cm AC-Base thickness, and 17.5 cm sub-base thickness. Flexible Pavement Construction Cost Rp. 5,104,375,000,- (five billion one hundred four million three hundred and seventy five thousand rupiah).

Keywords: Re-design, Flexible Pavement, Road Geometrics, Road Sections, Tapan-Bengkulu

Abstrak

Prasarana jalan mempunyai peran yang sangat penting bagi kehidupan manusia. Jalan merupakan prasarana terpenting dari transportasi darat, dengan adanya jalan akses dari daerah satu ke daerah lainnya menjadi semakin mudah. Perkembangan jalan dari waktu ke waktu juga semakin meningkat pesat. Perkembangan transportasi darat dan perkembangan aktifitas manusia juga diikuti dengan adanya perbaikan, pelebaran, dan pembukaan jalan-jalan baru seperti yang terjadi di Nagari Tapan, dimana nagari ini merupakan salah satu akses penghubung Provinsi Sumatera Barat dengan Provinsi Bengkulu. Perencanaan ulang ini menggunakan peraturan Bina Marga 2013 dan Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota (TPGJAK) tahun 1997. Proses pelaksanaan desain ulang di mulai dari pengumpulan data, analisa data, perhitungan geometrik jalan, tebal perkerasan dan rencana anggaran biaya (RAB). Dari hasil perhitungan Perencanaan Geometrik Jalan Tapan-batas Bengkulu dapat di simpulkan bahwa jalan Tapan-batas Bengkulu merupakan jalan lokal, dengan tipe jalan 2-lajur 2-arah, lebar 2x3.5 meter, kelas medan datar dan kecepatan rencana 40 km/jam. Perencanaan Alinyemen horizontal direncanakan satu jenis tikungan berupa 2 (dua) tikungan *Spiral Circle Spiral* dan Alinyemen vertikal direncanakan 14 PV *Point of Vertical*. Berdasarkan hasil perencanaan Perkerasan Lentur dengan dengan metode Analisa Bina Marga 2013 adalah tebal perkerasan secara keseluruhan 42 cm yang terdiri dari tebal AC-WC 4 cm, Tebal AC-BC 6 cm, tebal AC-Base 14.5, dan Tebal pondasi bawah 17.5 cm. Biaya Kontruksi Perkerasan Lentur Rp. 5.104.375.000,- (lima milyar seratus empat juta tiga ratus tujuh puluh lima ribu rupiah).

Kata kunci: Perencanaan Ulang, Perkerasan Lentur, Geometrik Jalan, Ruas Jalan, Tapan-Bengkulu

Informasi Artikel

Diterima Redaksi : 08-04-2022 | Selesai Revisi : 29-04-2022 | Diterbitkan Online : 30-04-2022

1. Pendahuluan

Nagari Tapan merupakan sebuah Nagari yang berada di Kabupaten Pesisir Selatan Provinsi Sumatera Barat yang di lalui oleh jalan penghubung antara Provinsi Sumatera Barat dengan Provinsi Bengkulu [1].

Jaringan jalan raya merupakan prasarana transportasi darat yang memegang peranan yang sangat penting dalam sektor perhubungan terutama untuk kesinambungan distribusi barang dan jasa. Jalan raya yang baik adalah jalan yang dapat memenuhi kebutuhan pelayanan lalu lintas dalam batas masa tertentu yang dikenal dengan umur rencana jalan. Bagian perancangan terpenting dalam suatu jalan raya adalah perencanaan geometrik dan lapisan konstruksi perkerasan.

Perencanaan geometrik merupakan suatu perhitungan berdasarkan waktu dan daerah lokasi jalan sehingga didapat suatu hubungan yang efisien, aman, dan nyaman dalam batas pertimbangan ekonomi yang layak. Perkerasan jalan adalah konstruksi yang dibangun diatas lapisan tanah dasar (*subgrade*) yang berfungsi untuk menopang beban lalu lintas [2]. Beban kendaraan dilimpahkan ke perkerasan jalan melalui bidang kontak roda beban berupa beban terbagi rata. Beban tersebut diterima oleh lapisan permukaan dan di sebarakan ke tanah dasar menjadi lebih kecil dari daya dukung tanah dasar [3].

A. Standar Perencanaan Geometrik Jalan

1) Jarak Pandang

Jarak pandang adalah suatu jarak dari titik kedudukan pengemudi kedepan yang masih terlihat jelas. Jarak pandang ini diperlukan oleh

pengemudi pada saat mengemudi dan apabila pengemudi melihat suatu halangan yang membahayakan, pengemudi dapat melakukan sesuatu (antisipasi) untuk menghindari bahaya tersebut dengan aman.

a) Jarak Pandang Henti (J_h)

Yaitu jarak pandangan yang dibutuhkan pengemudi untuk menghentikan kendaraannya. Menurut Peraturan Bina Marga, J_h diukur berdasarkan asumsi bahwa tinggi mata pengemudi adalah 105 cm dan tinggi halangan 15 cm, yang diukur dari permukaan jalan [4].

b) Jarak Pengereman (J_{hr})

Adalah jarak yang dibutuhkan untuk menghentikan kendaraan sejak pengemudi menginjak rem sampai kendaraan berhenti [4].

Rumus yang digunakan

$$J_h = J_{ht} + J_{hr} \quad (1)$$

$$J_h = \frac{VR}{3.6} T + \frac{\left(\frac{VR}{3.6}\right)^2}{2 g \cdot f_p} \quad (2)$$

dimana VR adalah kecepatan rencana (km/jam), T adalah Waktu tanggap (2.5 detik), G adalah percepatan gravitasi ($9.8m/dt^2$), f_p adalah koefisien gesek memanjang antara ban kendaraan dengan jalan aspal ditetapkan 0,28 – 0,45 (menurut AASHTO), (menurut Bina Marga, $f_p = 0,35 - 0,55$), J_{ht} adalah jarak tanggap dan J_{hr} adalah jarak pengereman.

Tabel 1. Jarak Pandang Henti (J_h) Minimum

VR (km/jam)	J_h minimum (m)
120	250
100	175
80	120
60	75
50	55
40	40
30	27
20	16

Sumber : TPJAK

Informasi Artikel

Diterima Redaksi : 08-04-2022 | Selesai Revisi : 29-04-2022 | Diterbitkan Online : 30-04-2022

2) Kondisi Lalu Lintas

a. Volume lalu lintas (LHR)

Volume lalu lintas atau LHR mempengaruhi dalam perencanaan lebar jalan. Makin besar LHR maka makin lebar jalan yang akan direncanakan. Satuan volume yang digunakan dalam penentuan lebar lajur adalah Lalu Lintas Harian Rata-Rata (LHR), Volume Jam Perencanaan (VJP), Kapasitas kendaraan maksimum yang dapat melewati suatu penampang jalan pada jalur jalan selama 1 jam dengan kondisi serta arus lalu lintas tertentu.

b. Jenis Kendaraan

Jenis kendaraan mempengaruhi dalam perencanaan lebar jalan dan perencanaan tikungan. Kendaraan yang besar akan membutuhkan jalan dan tikungan yang lebih lebar dari kendaraan yang lebih kecil.

c. Kecepatan Rencana

Kecepatan rencana adalah kecepatan yang dipilih untuk keperluan merencanakan dan mengkorelasikan bentuk-bentuk dari setiap bagian jalan raya seperti tikungan, kemiringan jalan, jarak pandang dan lain sebagainya.

3) Keadaan Topografi

Keadaan topografi mempengaruhi dari perencanaan alinyemen, kelandaian jalan, jarak pandang, saluran tepi dari jalan, dan lain sebagainya yang akan mempengaruhi dari keadaan jalan tersebut. Keadaan topografi yang datar mudah dalam pelaksanaan dan lebih ekonomis karena pekerjaan tanah akan lebih sedikit.

Adapun pengaruh medan meliputi hal-hal sebagai berikut :

- a) Jari-jari tikungan dan pelebaran perkerasan diambil sedemikian rupa sehingga terjamin keamanan jalannya kendaraan dan pandangan luas kedepan.
- b) Tanjakan diusahakan dibuat selandai mungkin agar tidak mengurangi kecepatan daya tarik kendaraan.
- c) Bentuk penampang melintang jalan.
- d) Trase jalan

4) Kondisi Geologi

Kondisi geologi yang buruk seperti adanya patahan atau gerakan secara vertikal atau horizontal akan menjadi masalah dalam perencanaan. Keadaan tanah dasar dan muka air tanah yang tinggi sangat mempengaruhi bentuk dari geometrik jalan yang akan direncanakan.

B. Penampang Melintang Jalan

Penampang melintang jalan merupakan potongan melintang tegak lurus sumbu jalan. Pada potongan melintang jalan dapat terlihat bagian-bagian jalan. Bagian-bagian jalan yang utama dapat dikelompokkan sebagai berikut:

- 1) Bagian yang langsung berguna untuk lalu lintas, seperti :
 - a) Jalur lalu lintas
 - b) Lajur lalu lintas
 - c) Bahu jalan
 - d) Trotoar, dan
 - e) Median
- 2) Bagian yang berguna untuk drainase jalan
 - a) Saluran samping
 - b) Kemiringan melintang jalur lalu lintas
 - c) Kemiringan melintang bahu
 - d) Kemiringan lereng

Informasi Artikel

- 3) Bangunan pelengkap jalan
 - a) Kereb
 - b) Bangunan drainase jalan, dan
 - c) Bangunan penguat tebing
- 4) Bagian konstruksi jalan
 - a) Lapisan perkerasan jalan
 - b) Lapisan pondasi atas
 - c) Lapisan pondasi bawah, dan
 - d) Lapisan tanah dasar

super elevasi dan f adalah koefisien gesekan melintang.

Tabel 2. Panjang Jari-jari Minimum

Kecepatan Rencana km/jam	E maks m/m'	f maks	R min (perhitungan) M	R min Desain M	D maks Desain (o)
40	0.10	0.166	47.363	47	30.48
	0.08		51.213	51	28.09
50	0.10	0.160	75.858	76	18.85
	0.08		82.192	82	17.047
	0.10		112.041	112	12.79
70	0.08	0.153	121.659	122	11.74
	0.10		156.522	157	9.12
	0.08		170.343	170	8.43
80	0.10	0.140	209.974	210	6.82
	0.08		229.062	229	6.25
90	0.10	0.128	280.350	280	5.12
	0.08		307.371	307	4.67
100	0.10	0.115	366.233	366	3.91
	0.08		403.796	404	3.55
110	0.10	0.103	470.497	470	3.05
	0.08		522.058	522	2.74
120	0.10	0.090	596.768	597	2.40
	0.08		666.975	667	2.15

Sumber: Dasar – dasar Perencanaan Geometrik Jalan, Silvia Sukirman

C. Alinyemen Horizontal dan Vertikal Jalan

1). Alinyemen horizotal

Alinyemen horizontal adalah garis proyeksi sumbu jalan tegak lurus pada bidang peta.

a. Bagian Lurus

Panjang maksimum bagian lurus harus dapat ditempuh dalam waktu ≤ 2.5 menit untuk mempertimbangkan keselamatan pengemudi.

b. Tikungan

1) Jari-jari minimum

Kendaraan pada saat melalui tikungan dengan kecepatan (V) akan menerima gaya sentrifugal yang menyebabkan kendaraan tidak stabil, maka untuk mengimbangi gaya itu, perlu dibuat suatu kemiringan melintang jalan pada tikungan yang disebut super elevasi (e). Perbandingan gaya gesekan melintang dengan gaya normal disebut koefisien gesekan melintang (f). Rumus umum untuk lengkung horizontal:

$$R = \frac{V^2}{127(e+f)} \quad (3)$$

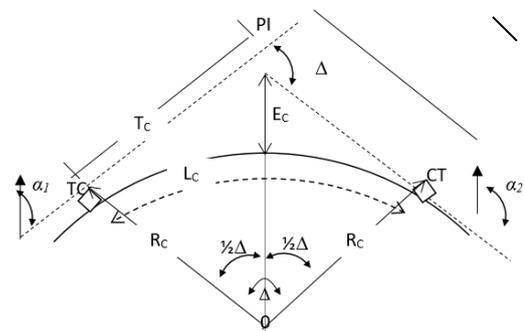
$$D = \frac{25}{2\pi R} \times 360^\circ \quad (4)$$

dimana R adalah jari-jari lengkung (m), D adalah derajat kelengkungan ($^\circ$), e adalah

Bentuk-bentuk Lengkung atau Kurva Dalam Alinyemen Horizontal :

a. Lingkaran Penuh (Full Circle=FC)

Full Circle adalah jenis tikungan yang hanya terdiri dari bagian lingkaran saja.



Gambar 1. Busur Lingkaran Tikungan Full Circle

b. Spiral – circle – spiral (S – C – S) (lengkung peralihan)

Lengkung peralihan dibuat untuk menghindari terjadinya perubahan alinyemen yang tiba-tiba dari bentuk lurus ke bentuk lingkaran ($R=\infty \rightarrow R= R_c$), jadi

Informasi Artikel

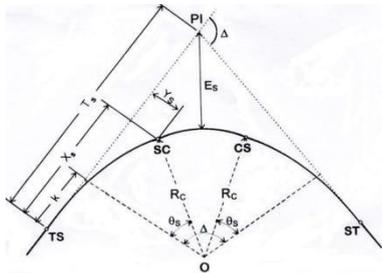
Diterima Redaksi : 08-04-2022 | Selesai Revisi : 29-04-2022 | Diterbitkan Online : 30-04-2022

lengkung peralihan ini diletakkan antara bagian lurus dan bagian lingkaran (*circle*), yaitu pada sebelum dan sesudah tikungan berbentuk busur lingkaran.

Tabel 3. Batas Jari-jari Minimum Tikungan S-C-S

V Rencana (km/jam)	R minimum (meter)
120	560
100	350
80	210
60	115
40	50
30	30

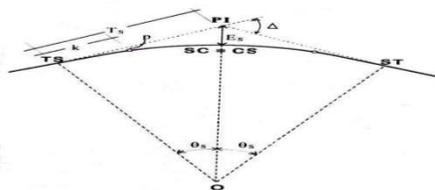
Sumber: TPGJAK



Gambar 2. Bentuk Busur Lingkaran Spiral Circle Spiral

c. *Bentuk Lengkung Peralihan atau Spiral – spiral (S – S)*

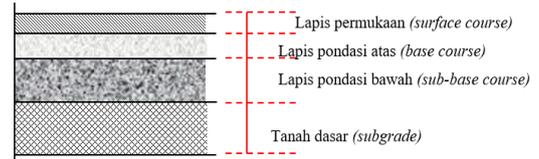
Lengkung yang hanya terdiri dari bagian spiral saja. Hal ini terjadi jika R min



Gambar 3. Bentuk Lengkung Peralihan (S - S)

D. Perkerasan lentur (*Flexible pavement*)

Perkerasan dengan bahan pengikat aspal, tanah tanpa atau dengan stabilisasi dengan lapisan sebagai berikut :



Gambar 4. Susunan Lapis Perkerasan Lentur

a. Lapisan Permukaan (*Surface Course*)

Lapisan permukaan adalah bagian perkerasan yang paling atas, dengan tebal 5 – 10 cm. Lapisan ini akan berhubungan langsung dengan roda kendaraan. Untuk itu fungsi lapisan ini dapat meliputi seluruhnya atau sebagian dari fungsi struktural dan non-stuktural [10].

b. Lapisan Pondasi Atas (*Base Course*)

Lapisan pondasi atas adalah bagian dari perkerasan yang terletak antara lapisan permukaan dan lapis pondasi bawah. Berupa material berbutir kasar padat baik berikat maupun tidak dengan tebal 15 – 25 cm. Mutu atau kekuatannya lebih baik dari pada sub base.

c. Lapisan Pondasi Bawah (*Sub Base Course*)

Lapis pondasi bawah adalah bagian perkerasan yang terletak antara lapisan pondasi dan tanah dasar, berupa material berbutir kasar setebal 10 – 25 cm.

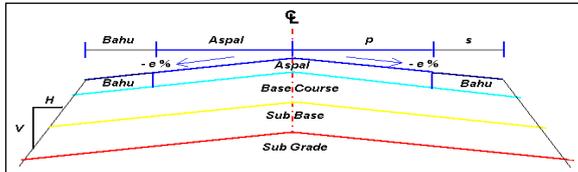
d. Lapis Tanah Dasar (*Subgrade*)

Tanah dasar (*subgrade*) adalah permukaan tanah semula, permukaan tanah galian atau permukaan tanah timbunan yang dipadatkan dan merupakan permukaan dasar untuk perletakan bagian-bagian perkerasan lainnya.

Lapisan tanah dasar dapat berupa : permukaan tanah asli, permukaan timbunan dan tanah dengan stabilisasi. Pemadatan tanah dasar yang baik akan

Informasi Artikel

diperoleh jika dilakukan pada kadar air optimum dan diusahakan kadar air tersebut konstan selama umur rencana. Hal ini dapat dicapai dengan perlengkapan drainase yang memenuhi syarat.



Gambar 5. Tipikal Potongan Melintang Jalan

2. Metode Penelitian

Penelitian dilakukan dengan melakukan survei lapangan yang bertujuan untuk mengumpulkan data berupa data primer dan data sekunder. Adapun tahapan dalam penelitian ini sebagai berikut:

a. Persiapan.

Tahap persiapan adalah rangkaian kegiatan sebelum pengumpulan dan pengolahan data di mulai, yang terdiri dari Studi pustaka terhadap materi desain untuk menentukan garis besar, proses perencanaan kebutuhan data, mendata instansi dan institusi yang perlu dijadikan nara sumber data.

b. Pengumpulan data.

Data yang dibutuhkan dalam penelitian ini berupa data-data pendukung analisa perencanaan di lapangan. Metode yang digunakan pada pengumpulan data antara lain data Lalu Lintas Harian Rata-rata (LHR) dan data CBR dari hasil tes DCP lapangan dari P2JN Sumbar.

c. Analisa data.

Semua data yang telah dihitung dibuat tabel dan grafik. Untuk mengetahui pengaruh

penyimpangan mutu perkerasan terhadap persentase umur perkerasan/masa layan jalan setiap grafik dianalisis, dibahas, dan disimpulkan.

d. Perhitungan dan desain tebal perkerasan.

Data hasil perhitungan perkerasan yang diperoleh kemudian dimodelkan dalam bentuk gambar lapis perkerasan. Hasil perhitungan dan desain ini menjadi bahan evaluasi yang akan di bandingkan dengan kondisi lapis perkerasaan di lokasi ditinjau.

e. Perhitungan Rencana Anggaran Biaya (RAB).

Perhitungan RAB menggunakan Analisa Harga Satuan Upah dan Bahan (AHSP) Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat tahun 2016 serta harga satuan upah dan bahan Kabupaten Pesisir Selatan.

3. Hasil dan Pembahasan

A. Perencanaan Geometrik Jalan

Dari data hasil survei lalu lintas Dinas P2JN Sumbar tahun 2017 sebagai berikut:

- 1) Mobil penumpang/hari/2 arah = 1754 kendaraan/hari
- 2) Sepeda Motor = 6853 kendaraan/hari
- 3) Bus Kecil = 136 kendaraan/hari
- 4) Bus Besar = 5 kendaraan/hari
- 5) Truck 2xa = 178 kendaraan/hari
- 6) Truck 2xb = 261 kendaraan/hari
- 7) Truck 3xa = 45 kendaraan/hari

CBR tanah dasar yang mewakili adalah

Tabel 4. Data CBR

No	Sta	Nilai CBR %
1	224+400	5.60
2	224+800	4.60
3	225+200	4.70

Sumber: Dinas P2JN Sumbar

Informasi Artikel

Diterima Redaksi : 08-04-2022 | Selesai Revisi : 29-04-2022 | Diterbitkan Online : 30-04-2022

Umur rencana jalan 20 tahun, perkembangan lalu lintas 3.5 % per_tahun.

Susunan bahan perkerasan

- 1) Sub Base = Sirtu Kelas B
- 2) Base = Batu Pecah kelas B
- 3) Lapis Permukaan = Laston (Ms 590)

3.2 Perhitungan Perencanaan

1. Perhitungan Kelas Jalan

$$\text{LHR Awal Rencana 2019} = \text{LHR} \times (1 + 0.035)^2$$

$$\text{LHR 2022 3 tahun} = \text{LHR} \times (1 + 0.035)^5$$

$$\text{LHR 2039 20 Tahun} = \text{LHR} \times (1 + 0.035)^{20}$$

Tabel 5. Hasil Hasil Perhitungan LHR

No	Jenis Kendaraan	EMP	LHR 2007		LHR Awal Rencana		LHR 2022		LHR 2039		
			Kend	SMP	Kend	SMP	Kend	SMP	Kend	SMP	
1.	Motor	MC	0,5	6853	3427	7341,1	3670,55	8139,21	4069,61	13636,02	6818,01
2.	Mobil	LV	1,5	1754	2631	1878,93	2818,40	2085,2	3124,80	3490,09	5235,14
3.	Bus Kecil	LV	1,5	136	204	145,69	218,54	161,33	242,30	270,61	405,92
4.	Bus Besar	LV	1,2	5	6	5,36	6,43	5,94	7,13	9,95	11,94
5.	Truk 2ax	MHV	1,8	178	320	190,68	343,22	211,41	380,54	354,18	637,52
6.	Truk 2ax	MHV	1,8	261	470	279,59	503,26	309,99	557,98	519,33	934,79
7.	Truk 3ax	MHV	1,8	45	81	48,12	86,78	53,45	96,21	89,54	161,17
Total				9232	7138,7	9889,56	7647,18	10964,73	8478,56	18369,72	14204,49

Dari data tersebut dapat diketahui bahwa jalan termasuk jalan sekunder, kelas II karena LHR yang didapat 6000-20.000 Smp/hari dapat dilihat dari tabel klasifikasi jalan.

2. Menentukan Jarak Pandang Henti (Jh)

$$V_r = 40 \text{ km/jam}$$

$$g = \text{percepatan gravitasi } 9,8 \text{ m/s}^2$$

$$f = \text{Koefisien gesekan } 0,35 - 0,55$$

$$T = \text{Waktu dianggap ditetapkan } 2,5 \text{ detik}$$

Berdasarkan tabel jarak pandang henti minimum untuk $V_r = 40 \text{ km/jam}$ adalah 40 m karena $43.53 > 40$, maka di ambil $J_h 43.53 \text{ m}$.

3. Jarak Pandang Mendahului

J_d minimum untuk $V_r = 40 \text{ km/jam}$ adalah sebesar 200 m berdasarkan

TPGJAK hal 22 dan $274.724 > 200$ maka $J_d = 274.724 \text{ m}$

4. Alinyemen Horizontal

a) Klasifikasi medan = datar

b) Tipe jalan = Lokal kelas II

c) LHR rata-rata = 12409.29

d) Kecepatan rencana = 40 Km/jam

e) Lebar perkerasan = 2×3.5

f) Lebar bahu jalan = 3 m

g) Lereng normal melintang perkerasan = 3%

h) Miring tikungan max (e) = 10%

i) R_r = Panjang Jari jari minimum dari tabel TPGJAK hal 28 yang di pakai 50

Tabel 6. Hasil Perencanaan Tikungan

Tikungan I (Spiral Circle Spiral)	Tikungan II (Spiral Circle Spiral)
$V_r = 40 \text{ km/jam}$	$V_r = 50 \text{ km/jam}$
$\Delta 1 = 17^\circ$	$\Delta 1 = 8^\circ$
$D1 = 17,566 \text{ m}$	$D1 = 24,269 \text{ m}$
$D2 = 94,298 \text{ m}$	$D2 = 124,544 \text{ m}$
$R_{min} = 50$	$R_{min} = 80$
$R_{renc} = 175$	$R_{renc} = 500$
$L_s = 22$	$L_s = 28$
$Y_c = 0,46$	$Y_c = 0,26$
$\theta_s = 3,60$	$\theta_s = 9,334$
$P = 0,115$	$P = 0,065$
$K = 11,00$	$K = 14,00$
$T_s = 37,171$	$T_s = 50,534$
$E_s = 2,11$	$E_s = 1,398$
$L_c = 29,93$	$L_c = 44,92$

6. Perencanaan Alinyemen Vertikal

Fungsi dan kelas jalan = Lokal kelas II

Medan Jalan = datar

Kecepatan rencana = 40 km/jam

E max = 10 %

a. Perhitungan kelandaian untuk alinyemen vertikal

$$\text{Elevasi } PVI_{140} = 27.258 \text{ STA } PVI_{140} = 224+293.66$$

$$\text{Elevasi } PVI_{141} = 28.305 \text{ STA } PVI_{141} = 224+402.48$$

Informasi Artikel

Elevasi PVI₁₄₂ = 30.853 STA PVI₁₄₂ =
 224+ 453.22

$$g1 = \frac{\text{elevasi PVI141} - \text{elevasi PVI140}}{\text{Sta PVI141} - \text{PVI140}} \times 100 \%$$

$$= 0.196 \%$$

$$g2 = \frac{\text{elevasi PVI142} - \text{elevasi PVI141}}{\text{Sta PVI142} - \text{elevasi PVI141}} \times 100\%$$

$$= \frac{2.548}{50.78} \times 100\% = 5.022 \%$$

- b. Perhitungan Alinyemen Vertikal
 Perhitungan lengkung Vertikal PVI
 Data :
 Stasioning PVI₁₄₁ = 224+402.48
 Elevasi PVI₁₄₁ = 28.305 m
 Vr = 40 km/jam
 g1 = 0.196 %
 g2 = 5.022 %
 Jh = 43.53 m

Tabel 7. Hasil Perhitungan Alinyemen Vertikal

Truk Lengkung	Lv	Ev	x	y	PLV		A		PPV		B		PTV	
					Sta	Elev	Sta	Elev	Sta	Elev	Sta	Elev		
PV1	193,04	1,16	48,26	2142,96	441,088	9,38708	405,74	2161,81	402,48	29,47	354,22	2416,18	305,96	513,028
PV2	-191,6	1,15	-47,9	-2095,36	414,9	511,961	405,32	-2306,9	453,22	32	501,12	-2075,5	549,02	8,6274
PV3	-140,4	0,62	-35,1	-823,76	465,798	47,2348	468,78	-804,01	453,87	31,57	528,96	-677,92	564,05	260,933
PV4	119,4	0,45	29,85	507,09	602,1	210,355	608,07	682,589	578,22	28,95	548,37	536,122	518,52	24,8673
PV5	-33,24	0,03	-8,31	-10,94	705,582	27,4132	703,92	20,4299	712,23	28,46	720,54	27,3246	728,85	43,282
PV6	28,6	0,03	7,15	6,97	789,12	39,6467	790,55	74,7685	783,4	27,82	776,25	37,0089	769,1	26,1618
PV7	114,28	0,41	28,57	444,61	978,196	34,502	983,91	478,104	955,34	28,4	926,77	533,834	888,2	184,723
PV8	-369,6	4,27	-92,4	-15035,8	224832	536,236	224914	-15139	225006	33,65	225099	-14405	225191	1229,71
PV9	284,72	2,53	71,18	6874,85	225097	951,978	225111	7216,55	225040	29,74	224969	6950,97	224897	116,755
PV10	-30,44	0,03	-7,61	-8,4	102,852	37,1048	103,11	-10,782	108,94	27,57	116,55	23,5083	124,16	29,7536
PV11	28,28	0,02	7,07	6,74	215,016	29,4645	216,43	40,9448	209,36	27,52	202,29	41,6064	195,22	53,5305
PV12	106,4	0,35	26,6	358,84	281,48	-3,3872	286,8	358,345	260,2	28,14	233,6	467,034	207	200,475

- B. Perencanaan Tebal Perkerasan Jalan
 Parameter yang digunakan dalam perencanaan tebal konstruksi perkerasan lentur adalah metoda desain Bina Marga No.02/M/BM/2013 dengan umur rencana 20 tahun.

a. Data LHR

Data lalu lintas harian diambil dari Dinas P2JN Sumbar seperti dibawah ini:

Tabel 8. Data LHR

No	Jenis Kendaraan	Tahun 2017 Kend/Hari
1.	Mobil	1754
2.	Motor	6853
3.	Bus Kecil	136
4.	Bus Besar	5
5.	Truk 2xa	178
6.	Truk 2xb	261
7.	Truk 3xa	45

Sumber:P2JN sumbar 2017.

b. Menghitung nilai LHRT.

Dalam menghitung LHRT dengan menggunakan rumus seperti dibawah ini:

$$LHR_p = LHR_s \times (1+i_1)^{n1}$$

$$LHR_{2019} = 1754 \times (1+0,035)^2$$

$$LHR_{2019} = 1.878,93$$

Karena pada pedoman Bina Marga 2013 faktor pertumbuhan 2011-2020 adalah 3,5% dapat dilihat dengan rumus yang sama diperoleh hasil perhitungan seperti

tabel dibawah ini:

Tabel 9. Hasil Perhitungan LHRT

No	Jenis Kendaraan	Tahun 2017 Kend/Hari	LHR Awal Rencana 2019	LHR 2022 3 Tahun	LHR 2039 20 Tahun
1.	Mobil	1754	1878,93	2083,20	3490,09
2.	Motor	6853	7341,10	8139,21	13636,02
3.	Bus Kecil	136	145,69	161,53	270,61
4.	Bus Besar	5	5,36	5,94	9,95
5.	Truk 2xa	178	190,68	211,41	354,18
6.	Truk 2xb	261	279,59	309,99	519,33
7.	Truk 3xa	45	48,21	53,45	89,54
	Total	9232	9889,55	10964,72	18369,73

3. Menghitung Nilai R

Faktor Pertumbuhan lalu lintas dihitung dengan rumus 2.3 seperti dibawah ini.

$$R = \frac{(1+0,01 i)^{UR} - 1}{0,01 \times i} = 3,11$$

4. Menentukan Vehicle Damage Factor

(VDF)

Informasi Artikel

Diterima Redaksi : 08-04-2022 | Selesai Revisi : 29-04-2022 | Diterbitkan Online : 30-04-2022

Vehicle Damage Factor adalah faktor ekivalen beban masing–masing kendaraan seperti tabel dibawah ini.

Tabel 10. Vehicle Damage Factor (VDF)

No	Jenis Kendaraan	VDF 4	VDF 5
1.	Mobil	0	0
2.	Motor	0	0
3.	Bus Kecil	0,3	0,2
4.	Bus Besar	1	1
5.	Truk 2xa	0,3	0,2
6.	Truk 2xb	0,6	0,6
7.	Truk 3xa	7	11,2
8.	Truk 3xb	26,1	64,4
9.	Truk 3xc	26,9	62,2

5. Menghitung nilai ESA

ESA adalah Lintasan sumbu standar ekivalen (*equivalent standard axle*) untuk 1 hari. Untuk menghitung ESA dapat menggunakan rumus 2.4 seperti dibawah ini.

Contoh dengan menggunakan jenis kendaraan Bus besar :

$$ESA = (\sum_{\text{jenis Kendaraan}} LHRT \times VDF)$$

$$ESA_4 = 9.95 \times 1$$

$$ESA_4 = 9.95$$

6. Data CBR

Data CBR di dapat dari P2JN Sumbar seperti tertulis dibawah ini:

Tabel 11. Data CBR

No	Sta	Nilai CBR (%)
1.	224+400	5,6
2.	224+800	4,6
3.	225+200	4,7

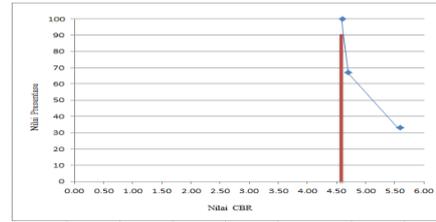
7. Menghitung nilai CBR

Nilai CBR dihitung dengan menggunakan metoda grafis seperti dibawah ini:

Tabel 12. Hasil Perhitungan Nilai CBR

No	Nilai CBR (%)	Jumlah	Jumlah Nilai yang sama/Lebih Besar	Persentase
1.	5,6	1,00	3	100%
2.	4,6	1,00	2	67%
3.	4,7	1,00	1	33%
Jumlah		3,00		

Sumber : Hasil Perhitungan



Gambar 6. Grafik Nilai CBR

Didapat nilai CBR = 4.65 %

Dengan nilai CBR 4.65 % maka kondisi tanah dasar normal dan dapat dipadatkan secara mekanis. Desain ini meliputi pekerasan diatas timbunan, galian atau tanah asli.

8. Menghitung CESA₄

CESA adalah Kumulatif beban sumbu standar ekivalen selama umur rencana, Untuk menghitung nilai CESA dapat menggunakan rumus seperti di bawah ini:

$$CESA = ESA \times 365 \times R$$

$$CESA = 631.26 \times 365 \times 25.81$$

$$CESA = 5.946.879,52$$

9. Menghitung CESA₅

CESA adalah Kumulatif beban sumbu standar ekivalen selama umur rencana, untuk menghitung nilai CESA dapat menggunakan rumus seperti dibawah ini.

$$CESA = ESA \times 365 \times R$$

$$CESA = 1449.36 \times 365 \times 25.81$$

$$CESA = 13.653.913,28$$

10. Menentukan Jenis Perkerasan

Pemilihan Jenis perkerasan dapat dilihat pada tabel di bawah ini berdasarkan nilai CESA 4 yang di dapatkan.

Informasi Artikel

Tabel 13. Pemilihan Jenis Perkerasan

Struktur Perkerasan	Desain	ESA 20 tahun (juta)				
		0-0,5	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 tebal CIB (pangkat 5)	3				2	
AC tebal ≥100 mm dengan lapis pondasi berbutir (pangkat 5)	3A			1,2		
AC atau HRS tipis di atas pondasi berbutir	3		1,2			
Burda atau burtu dengan LPA kelas A atau batuan asli	Gambar 6	3	3			
Lpis Pondasi Soil Cement Perkerasan Tanpa Penutup	6	1	1			
Perkerasan Tanpa Penutup	Gambar 6	1				

Sumber : Manual Desain Perkerasan Jalan Nomor 02/M/BM/2013

Nilai CESA4 sebesar 5946.879,52, di dapat ditentukan tipe perkerasan yaitu AC atau HRS tipis di atas lapis pondasi berbutir, Burda atau Burtu dengan LPA kelas A atau batua asli, dan lapis pondasi Soil Cement. Sehingga dipilih tipe perkerasan AC atau HRS tipis diatas lapis pondasi berbutir.

11. Menentukan Desain Pondasi Jalan

Untuk menentukan desain pondasi jalan dapat ditentukan dengan menggunakan Tabel dibawah ini berdasarkan nilai CESA 5.

- Nilai CESA5 sebesar 13.653.913,28
- CBR Tanah Dasar = 4.65 %
- Prosedur desain pondasi = A
- Tebal minimum peningkatan tanah dasar = 200 mm

12. Menentukan Desain Perkerasan Lentur

Dalam menentukan desain perkerasan lentur dapat ditentukan dengan menggunakan tabel di bawah ini berdasarkan nilai CESA 5 yang didapatkan.

- Nilai CESA5 Sebesar 13.653.913,28
- Tebal AC-WC = 40 mm = 4 cm
- Tebal AC-BC = 60 mm = 6 cm
- Tebal AC-Base= 145 mm = 14.5 cm

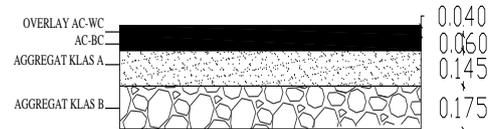
e. Tebal minimum pondasi atas 150 mm = 15 cm

f. Tebal pondasi bawah

$$= \frac{0.14}{0.12} \times 150 \text{ mm}$$

$$= 175 \text{ mm} = 17.5$$

Gambar struktur perkerasan lentur:



Gambar 7. Struktur Perkerasan Lentur

C. Perhitungan Rencana Anggaran Biaya

Tabel 14. Rekapitulasi Rencana Anggaran Biaya

No. Divisi	Uraian	Jumlah Harga Pekerjaan
1	Umum	77.390.000,00
3	Perkerasan Berbutir	2.573.985.520,35
4	Perkerasan Aspal	1.734.026.445,26
5	Peralatan Keselamatan Lalu Lintas	24.860.000,00
(A) Jumlah Harga Pekerjaan (termasuk Biaya Umum dan Keuntungan)		4.410.261.965,61
(B) Pajak Pertambahan Nilai (PPN) = 10% x (A)		441.026.196,56
(C) JUMLAH TOTAL HARGA PEKERJAAN = (A) + (B)		4.851.288.162,17
(D) DIBULATKAN		4.851.288.000,00

Terbilang : Empat Milyar Delapan Ratus Lima Puluh Satu Ribu Dua Ratus Delapan Puluh Delapan Rupiah

4. Kesimpulan

Dari hasil perhitungan perencanaan geometrik jalan Tapan-batas Bengkulu dapat di simpulkan bahwa jalan Tapan-batas Bengkulu merupakan lokal, dengan tipe jalan 2-lajur 2-arah denga lebar 2x3.5 meter, kelas medan datar dan kecepatan rencana 40 km/jam. Perencanaan Alinyemen horizontal direncanakan satu jenis tikungan Full Circle, 2 jenis tikungan *Spiral Circle* dan Alinyemen vertikal direncanakan 14 PV *Point of Vertical* (titik lengkung vertikal). Berdasarkan hasil Perkerasan Lentur dengan dengan Analisa Bina Marga 2013 adalah secara keseluruhan 42 cm yang terdiri dari tebal AC-WC 4 cm, Tebal AC-BC 6 cm, tebal AC-Base 14.5, dan Tebal pondasi bawah 17.5 cm. Biaya Kontruksi Perkerasan Lentur Rp 5.104.375.000,-

Informasi Artikel

Diterima Redaksi : 08-04-2022 | Selesai Revisi : 29-04-2022 | Diterbitkan Online : 30-04-2022

(lima milyar seratus empat juta tiga ratus tujuh puluh lima ribu rupiah).

Daftar Rujukan

- [1] Nagari Tapan. Wikipedia, 2019. Online, tersedia di <https://id.wikipedia.org/wiki/Tapan>. (Accessed 05 Maret 2019).
- [2] Hendarsin, Shirley L. 2000. *Perencanaan Teknik Jalan Raya*. Politeknik Negri Bandung Jurusan Teknik Sipil, Bandung.
- [3] Sukirman, Silvia. 1999. *Dasar-Dasar Perencanaan Geometrik Jalan*. Nova, Bandung.
- [4] Bina Marga, Direktorat Jendral, 1997. *Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI)*, Jakarta : Direktorat Bina Jalan Kota, Direktorat Bina Marga RI dan SWEROAD.
- [5] Ferdinandus A, Lewaherilla N. 2017. *Perencanaan Geometrik Jalan dan Tebal Perkerasan (Analisa Komponen Method) Pada Ruas Jalan Masiwang - Airnanang Kabupaten Seram Bagian Timur Sta 40 + 000 - 43 + 000*. JURNAL MANUMATA VOL 3, NO 1 (2017) hal. 15-24
- [6] Keng Wong, Lie Irwan. 2013. *Studi Perbandingan Perkerasan Jalan Lentur Metode Bina Marga Dan AASTHO dengan Menggunakan Uji Dynamic Penetration Test (Ruas Jalan Bengku- Funuasingko Kabupaten Bengkulu.: 1-8*.
- [7] Sukirman. 2015. *Tinjauan Perencanaan Ruas Jalan Kota Sawahlunto- santur-Smea 2 Talawi*. Skripsi. Padang: Insitut Ternologi Padang.
- [8] Bethary Rindu Twidi, Pradana M. Fakhuriza, Bara M. Indinar, 2016. *Perencanaan Geometrik Jalan Alternatif Palima-Curug (Studi Kasus : Kota Serang)*. Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sultan Ageng Tirtayasa.
- [9] Undang-undang Republik Indonesia No 38 Tahun 2004 tentang Jalan
- [10] Jeckelin Pattipeilohy¹, W. Sapulette², N.M.Y. Lewaherilla³. 2019. *Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Pada Ruas Jalan Desa Waisarisa – Kaibobu*. Jurnal Manumata Vol. 5, No. 2 hal. 56-64

Informasi Artikel

Diterima Redaksi : 08-04-2022 | Selesai Revisi : 29-04-2022 | Diterbitkan Online : 30-04-2022