

**EVALUASI GEOMETRIK – KINERJA DAN PERKERASAN LENTUR JALAN
PANTAI UTARA (PANTURA)**

(Studi Kasus : Jalan Raya Bajul Mati Kabupaten Situbondo)

Fajar Dwi Mulyono, 1410611043

Dosen Pembimbing :

1. Irawati ST, MT. Dan

2. Adhitya Surya Manggala, ST., MT.

Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Jember

Jl. Karimata 49, Jember 68121, Indonesia

ABSTRAK

Jalan merupakan prasarana angkutan darat yang sangat penting dalam memperlancar kegiatan hubungan ekonomi dan kegiatan sosial lainnya. Namun jika terjadi kerusakan jalan akan berakibat bukan hanya terhalangnya kegiatan ekonomi dan sosial lainnya namun dapat terjadi kecelakaan bagi pemakai jalan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kelayakan jalan, faktor penyebabnya serta solusi untuk mengatasi kerusakan yang terjadi. Metode yang digunakan adalah penelitian lapangan dengan data primer dan sekunder yang berupa hasil survei geometrik serta LHR (Lintas Harian Rata-rata) pada jalan Bajulmati Kabupaten Situbondo. Faktor-faktor penyebab kerusakan secara umum adalah peningkatan beban volume lalu lintas, sifat material konstruksi perkerasan yang kurang baik, iklim, kondisi tanah yang tidak stabil, perencanaan lapis perkerasan yang sangat tipis, proses pelaksanaan pekerjaan yang kurang sesuai dengan spesifikasi.

Kata Kunci: Evaluasi Geometrik dan Kinerja Perkerasan Lentur

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pentingnya peningkatan prasarana transportasi darat dapat menunjang kelancaran dan pemerataan pembangunan. Dengan adanya kondisi prasarana berupa jalan yang baik akan memberi kenyamanan, keselamatan dan keamanan bagi pengguna jalan. Jalan raya Pantai utara (Pantura) merupakan jalan raya kelas I yang banyak dilintasi kendaraan berat seperti Bus, truk dan kendaraan pribadi. Hal ini dikarenakan, jalan raya Pantura merupakan jalan antar kabupaten dan antar provinsi (Jawa – Bali).

Jalan raya Bajulmati Kabupaten Situbondo merupakan jalan raya kelas I dengan kondisi medan yaitu berliku dan terdapat kelandaian (vertikal). Dengan lebar jalan = 7 meter, jalan raya ini banyak dilewati kendaraan berat. Adapun contoh kendaraan berat seperti kendaraan pribadi, Bus, Truk 2 as, Truk 3 as, Truk gandengan dan Truk semi/trailer. Volume kendaraan yang padat ini mengakibatkan terjadinya pembebanan pada jalan tersebut. Dengan pembebanan (tonase) yang *overloading* ini mengakibatkan seringnya kerusakan pada badan jalan.

Disamping itu, dengan tikungan – tikungan yang tajam (kurve horisontal) dan kelandaian tanjakan dan turunan (kurve vertikal) dapat memberi jarak pandang pengemudi yang kurang baik. Ditambah dengan kondisi sekitar bahu jalan yang terdapat pohon – pohon besar (hutan) juga memberi jarak pandang yang kurang baik saat kendaraan berlawanan arus.

Dengan memperhatikan kedua kondisi diatas (geometrik dan perkerasan lentur) pada jalan raya Bajulmati ini, diperlukan evaluasi atau analisa kembali tentang panjang lengkungannya (kurve horisontal dan vertikal), Disamping itu, dengan seringnya kerusakan badan jalan, diperlukan evaluasi kembali perhitungan tebal perkerasan lenturnya.

1.2. Rumusan Masalah

Perumusan permasalahan dalam penelitian dan pembahasan Tugas akhir ini, adalah :

1. Bagaimana kinerja jalan raya Bajulmati Kabupaten Situbondo saat ini?.
2. Bagaimana evaluasi geometrik jalan raya Bajulmati Kabupaten Situbondo saat ini?.
3. Bagaimana kinerja jalan raya Bajulmati Kabupaten Situbondo saat ini?.
4. Bagaimana merencanakan perkerasan jalan raya Bajulmati Kabupaten Situbondo dengan metode Bina Marga 2013 untuk usia rencana 20 Tahun.

1.3 Tujuan Masalah

Pada penelitian Tugas Akhir ini akan dilakukan survey dan pengukuran langsung di lokasi penelitian. Selain itu, penelitian ini juga melakukan pengamatan volume kendaraan (LHR). Adapun langkah awal sebelum melakukan pengukuran, yaitu melakukan pemasangan titik (*setting*) dan penomeran titik (*Stationing*) sebagai identifikasi. Langkah berikutnya dilakukan pengukuran jarak/panjang (d), beda tinggi (H), pengukuran sudut horizontal (β), penentuan *azimuth* (ψ) dan pendataan situasi sekitar lokasi penelitian. Adapun tujuan penelitian ini sebagai berikut :

1. Menganalisa kinerja jalan pada jalan raya Bajulmati Kabupaten Situbondo saat ini.
2. Menganalisa geometrik jalur jalan raya Bajulmati Kabupaten Situbondo dengan metode lingkaran sederhana (*Full circle*) saat ini.

3. Menganalisa perencanaan tebal perkerasan lentur dengan metode Bina Marga 2013 dengan usia rencana 20 tahun.

1.4 Batasan Masalah

1. Adapun batasan permasalahan pada penelitian Tugas Akhir. sebagai berikut :
2. Penelitian ini dilaksanakan di jalan raya Bajulmati Kabupaten Situbondo
3. Mengevaluasi geometrik jalan raya Bajulmati Kabupaten Situbondo
4. Mengevaluasi kinerja jalan raya Bajulmati Kabupaten Situbondo
5. Mengevaluasi perencanaan tebal perkerasan lentur dengan metode Bina Marga 2013 pada jalan raya Bajulmati Kabupaten Situbondo
6. Pengambilan data geometrik dan pengamatan volume kendaraan :
7. Data jarak, beda tinggi dan sudut-sudut tikungan pada lokasi penelitian
8. Data situasi lokasi penelitian
9. Data volume kendaraan didapat dari pengamatan langsung (primer) atau dari Dinas Pekerjaan Umum (sekunder), dan
10. Tidak menghitung anggaran biaya (RAB).

1.5 Manfaat Penelitian

a. Bagi Pemerintah

Dari hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan sumbangan pemikiran dan dapat digunakan sebagai bahan pertimbangan bagi Pemerintah terutama Dinas PU Bina Marga dalam pelaksanaan atau pengambilan kebijakan nantinya.

b. Bagi Pihak Lain

Hasil penelitian ini diharapkan dapat dijadikan bahan

informasi bagi pihak yang berkepentingan.

c. Bagi Penulis

Menambah wawasan secara teknis dalam survey dan geometrik jalan raya dan perencanaan tebal perkerasan lenturnya.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Landasan Teori

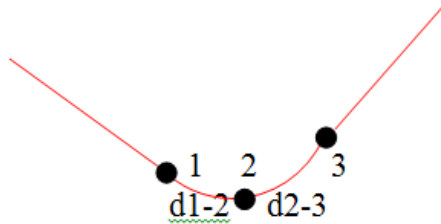
2.1.1 Definisi Jalan

Jalan adalah prasarana transportasi darat yang meliputi segala bagian jalan, termasuk bangunan pelengkap dan perlengkapannya yang diperuntukkan bagi lalu lintas, yang berada pada permukaan tanah, di atas permukaan tanah dan atau air, serta di atas permukaan air, kecuali jalan kereta api, jalan lori, dan jalan kabel (Undang Undang No.38 Tahun 2004).

2.2 Geometrik Jalan Raya

2.2.1 Identifikasi Lokasi Penelitian

Awal pelaksanaan pengukuran dilokasi penelitian, diperlukan identifikasi titik berupa pemberian titik (*Setting*) dan penomeran titik (*stationing*) pada jalan tersebut. adapaun tujuan dari identifikasi ini untuk mempermudah pengamatan/pengukuran di jalan raya. Pada identifikasi titik-titik ini dilakukan dengan pengecatan warna kuning/putih yang dimulai dari nomer 1,2,3.. dst. Langkah berikutnya, pengukuran jarak/panjang (d) pada lengkungan jalan. Pengukuran jarak/panjang (d) ini secara langsung dengan menggunakan *roll meter*/meteran. Gambar.1 dibawah ini merupakan bentuk dari penempatan titik dan penomeran titik. Jarak/panjang (d) diukur sesuai dengan panjang lengkungan jalan-nya (Sumber : Taufan Abadi, Route Surveying dan Masterplan, ISBN, 2016).



Gambar. 2.1 Titik-titik Di Jalan.

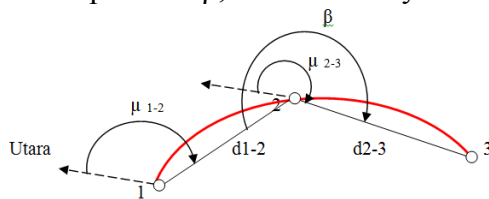
Notasi Gambar 1 :

1,2,3, ... n = Titik –titik di jalur penelitian

d = Jarak lengkungan antar titik pada jalan (m)

2.2.2 Penentuan Sudut Horizontal (β) Jalan

Data dari pengukuran sudut horizontal (β) dan jarak (d) ini dimaksudkan untuk mengetahui kerangka pengukuran pada titik-titik di jalan. Pada cara pelaksanaan pengukurannya adalah alat dari titik 1 dipindahkan ke titik 2 (membaca titik 1 ke titik 3) untuk Mmendapat nilai β , dan seterusnya.



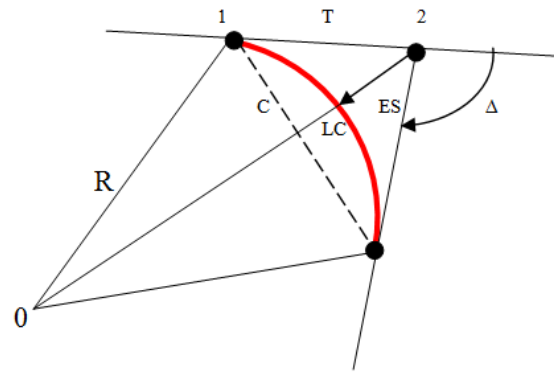
Gambar. 2.2 Penentuan/Pengukuran Sudut Horizontal (β) Jalan

Pada Gambar. 5 diatas, misalkan pembacaan sudut horizontal (β) didapat hasil pengukuran langsung di jalan raya. Untuk mendapatkan Azimuth (μ_{2-3}) = (μ_{1-2}) + $\beta \pm 180^0$. Jika : $\beta = 240^0 00' 00''$, maka (γ_{2-3}) = $140^0 00' 00'' + 240^0 00' 00'' - 180^0 = 200^0 00' 00''$. Untuk d_{1-2} dan d_{2-3} adalah panjang/jarak lengkungan jalan.

2.3 Metode Full Circle/Lengkungan Sederhana (C-C = Circle-Circle)

Analisa Lengkungan sederhana atau disebut metode *Full Circle* (*Circle-Circle* atau C-C) dibutuhkan sudut simpangan (Δ) serta Jari-jari atau Radius (R) yang disesuaikan dengan kelas jalan dan klasifikasi medan. Pada Gambar. 6

merupakan bentuk metode *Full circle*. Dimana titik 1 (BC). Titik 2 (PI) dan titik 3 (EC) adalah titik-titik di jalan. Besarnya sudut simpangan (Δ) dapat dihitung dengan perbandingan kedua Azimut (μ_{1-2}) dan (μ_{2-3}) atau sebaliknya. Dimana harga Δ selalu bernilai positif (hasil hitungan).



Penggunaan rumus pada metode Full Circle atau Lengkungan sederhana (C-C), adalah :

$$LC = \pi R \Delta / 180^0 \text{ dalam meter}$$

$$C = 2 R \sin (\Delta / 2) \text{ dalam meter}$$

$$T = R \tan (\Delta / 2) \text{ dalam meter}$$

$$ES = T \tan (\Delta / 4) \text{ dalam meter}$$

2.4 Peramalan Volume Lalu Lintas

Untuk menganalisa kinerja jalan pada masa yang akan datang, maka diambil beberapa variabel yang mempengaruhi volume lalu lintas, antara lain : PDRB (Pendapatan Domestik Rata-Rata Bruto) dan Pertumbuhan Penduduk. Dengan variabel tersebut di atas, maka dapat dihitung volume lalu lintas rencana tahun ke - n dengan rumus sebagai berikut : $Q_n = Q_0 (1 + i)^n$

Dimana: persamaan (7)

$$Q_n = \text{Arus Lalu Lintas tahun ke-n}$$

$$n = \text{Umur rencana}$$

$$i = \text{Pertumbuhan Lalu Lintas}$$

$$Q_0 = \text{Arus Lalu Lintas tahun awal / saat ini.}$$

2.5 Pengolahan dan Analisa Data

Pada primer/ skunder yang telah ada digunakan untuk menghitung kapasitas jalan saat ini setelah dilakukan pelebaran. Kapasitas jalan kota di Indonesia dapat dihitung menggunakan persamaan :

$$C = C_0 \times FC_w \times FC_{SF} \times FC_{CS}$$

Dengan :

C = Kapasitas

C₀ = Kapasitas dasar

FC_w = Faktor koreksi lebar masuk

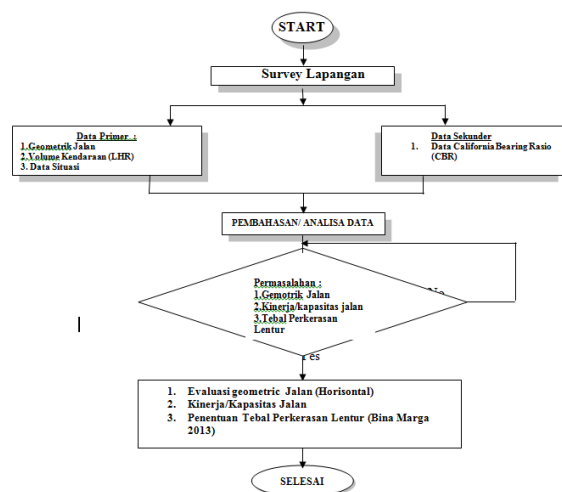
FC_{SP} = Faktor penyesuaian kapasitas untuk pemisah arah

FC_{SF} = Faktor penyesuaian kapasitas untuk hambatan samping dan bahu jalan / kereb

FC_{CS} = Faktor penyesuaian kapasitas untuk ukuran kota (jumlah penduduk)

BAB III.METODOLOGI PENELITIAN

Sebelum melakukan penelitian dan perencanaan diperlukan bagan alir atau *flow chart*. Pada Bagan alir/flow chart ini sebagai urutan langkah-langkah pelaksanaan sampai terdapat kesimpulan.



Gambar. 3.1 Bagan alir atau *flow chart*.

BAB IV DATA DAN PEMBAHASAN

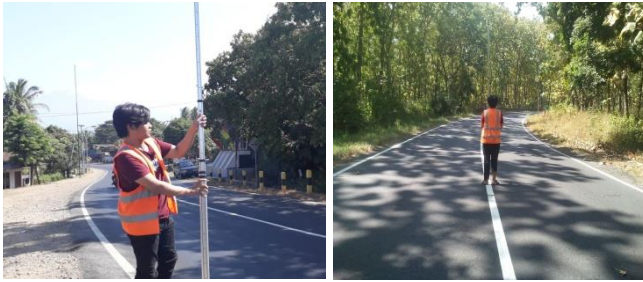
4.1 Data Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian Tugas akhir ini dilaksanakan di jalan pantai Utara (Pantura) yaitu pada Jalan raya Bajulmati KM. 251 – KM. 267 Kabupaten Situbondo, atau 251 sampai 267 kilometer dari arah timur Surabaya. Adapun penelitian ini mengevaluasi Geometrik jalan, Kinerja dan menghitung tebal perkerasan lentur dengan metode Bina Marga tahun 2013. Lokasi penelitian ini merupakan jalan raya kelas I (Propinsi) yang menghubungkan Kabupaten Situbondo dan Banyuwangi (Jalan raya Baluran). Disamping itu, jalan raya Baluran ini merupakan jalan penghubung antar propinsi (Jawa-Bali). Dengan adanya volume kendaraan (LHR) yang banyak dengan kendaraan berat, dimungkinkan akan mempengaruhi kondisi perkerasan jalannya. Pada penelitian ini dilaksanakan pada 3 (tiga) lokasi yang dianggap rawan kecelakaan. Untuk data geometrik dilakukan pengukuran dengan alat ukur Theodolite (Lab.IUT FT Unmuh Jember). Dengan menganalisa lengkungan (kurve horisontal) diharapkan dapat mengetahui lengkungan atau tikungan yang ada dilapangan secara teknis (analisa).



Gambar 4.1 Lokasi Penelitian jl.Bajulmati

Sumber : Google Map, 2018



Gambar 4.2 Kondisi jalan

4.2 Data Hasil Survey Lalu Lintas

Data volume kendaraan (LHR) diambil dari pengamatan langsung di Jalan raya Bajulmati (Pos Waduk Bajulmati) pada hari Senin – Selasa pada tanggal 30-31 April 2018 pada pukul 06.00 WIB s/d 06.00 WIB.

Tabel.4.1 Volume Kendaraan (LHR)
Tahun 2018

No	Jenis Kendaraan	Arah Kendaraan		Jumlah	Jam	Jumlah/ Jam
		Situbondo	Banyuwangi			
1	Sepeda motor, roda 3, vespa	2779	2744	5523	24	230.125
2	Kendaraan ringan, mobil pribadi, pick up, mobil box, mobil hantaran.	1345	1301	2646	24	110.25
3	Bus	423	401	824	24	34.33333
4	Truk 2 as	833	829	1662	24	69.25
5	Truk 3 as	340	355	695	24	28.95833
6	Truk Gandengan, semi/trailer	271	280	551	24	22.95833
7	Kendaraan tak bermotor	14	19	33	24	1.375
Jumlah		6005	5929	11934	24	497.25

Sumber: Pengamatan 2018

4.3 Perhitungan Kinerja Jalan/Derajat Kejenuhan (DS)

Sedangkan perhitungan derajat kejenuhannya dapat dihitung dengan rumus :

$$DS = Q / C$$

Dengan :

C : Kapasitas

DS : Derajat Kejenuhan

Q : Volume Kendaraan.

Maka :

$$C = C_o \times F_{cw} \times F_{csp} \times F_{fsf} \times F_{CCs}$$

Maka nilai C adalah :

$$C = 3100 \times 1,00 \times 1,00 \times 1,00 \times 0.94$$

$$C = 2914 \text{ smp/jam}$$

Dengan jumlah kendaraan hasil pengamatan langsung (tahun 2018) = 497.25 smp/jam dan lama pengamatan 24 jam, maka Qsmp :

Tabel. 4.7 Tabel Perhitungan Qsmp 2018

No	Jenis Kendaraan	Jumlah/ Jam	Emp MKJI 1997	Qamp 2018
1	Sepeda motor, roda 3, vespa	230.125	0.25	57.53125
2	Kendaraan ringan, mobil pribadi, pick up, mobil box, mobil hantaran.	110250	1	110250
3	Bus	34.333	1.2	41.1996
4	Truk 2 as	69.25	1.2	83.1
5	Truk 3 as	28.958	1.2	34.7496
6	Truk Gandengan, semi/trailer	22.958	1.2	27.5496
7	Kendaraan tak bermotor	1.375	0.85	1.16875
Jumlah				187.7676

Sumber: Hasil perhitungan, 2018.

Untuk C smp = 2914 smp/jam dan Qsmp = 187.7676 smp/ jam, Sehingga didapat DS, sebagai berikut :

$$DS = 0,064436 \text{ (A)}$$

Tingkat pelayanan	Kriteria	Nilai
A	Kondisi arus dengan kecepatan tinggi dan volume lalu-lintas rendah. Pengemudi dapat memilih kecepatan yang diinginkannya tanpa hambatan	0.00-0.19
B	Dalam zone harus stabil. Pengemudi memiliki kebebasan yang cukup untuk memilih kecepatannya	0.20-0.44
C	Dalam zone arus stabil pengemudi dibatasi dalam memilih kecepatannya	0.45-0.74
D	Mendekati arus tidak stabil dimana hampir seluruh pengemudi akan dibatasi volume pelayanan berkaitan dengan kapasitas yang dapat ditolerir (diterima)	0.75-0.84
E	Volume arus lalu-lintas mendekati atau berada pada kapasitasnya. Arus adalah tidak stabil dengan kondisi yang sering berhenti	0.85-1.0
F	Arus yang sering dipaksakan atau macet pada kecepatan-kecepatan yang rendah. Antrian yang panjang dan terjadi hambatan-hambatan yang besar	Lebih besar dari 1.0

Sumber: Warpani, 1983 : 62

Dimana hasil DS = **0.064436 (A)** adalah kondisi arus bebas dengan kecepatan tinggi dan volume lalu lintas rendah. Pengemudi dapat memilih kecepatan yang diinginkannya tanpa hambatan.

4.4 Geometrik Jalan

4.4.1. Data Jarak dan Hitungan

Pengukuran jarak (meter) penelitian Tugas akhir ini dilakukan pengukuran secara langsung dilapangan

JURNAL TEKNIK SIPIL

(roll meter). Adapun data Jarak dan hasil pengukuran sebagai berikut :

Tabel 4.8 Data Jarak dilapangan (Lokasi Penelitian I)

Titik/	Panjang/Jarak (Meter)
1-2	46.00
2-3	33.60
Jumlah	79.60

Sumber: Data lapangan, 2018.

Tabel 4.9 Data Jarak dilapangan (Lokasi Penelitian II)

Titik/	Panjang/Jarak (Meter)
1-2	30.30
2-3	26.60
Jumlah	56.90

Sumber : Data lapangan, 2018

Tabel 4.10 Data Jarak dilapangan (Lokasi Penelitian III)

Titik/	Panjang/Jarak (Meter)
1-2	37.30
2-3	22.00
Jumlah	82.50

Sumber : Data lapangan, 2018

4.4.2. Data Sudut Azimuth dan Horizontal (β) dan Pembahasan

Lokasi penelitian ini, terdapat 3 lokasi tikungan tajam. Pengamatan *Azimuth* (μ) diawali di titik 2 ke titik 1 dan

ke titik 3. Data *Azimuth* (μ), sudut horizontal (β) dan koreksi *Azimuth* (μ),

Tabel 5.7 adalah data tikungan tajam. Adapun data alinyamen horizontal, sebagai berikut :

Tabel. 4.11 Data Pengukuran Sudut dan Koreksi (Lokasi Penelitian I)

⊕ Tabel. 4.11 Data Pengukuran Sudut dan Koreksi (Lokasi Penelitian I)

Titik Pengamatan	Titik Arah	Sudut Azimuth (μ)			Sudut Horizontal (β)			Sudut Koreksi (μ)		
		...°	...'	..."	...°	...'	..."	...°	...'	..."
1	Utara	90	24	50						
	3				195	45	00	105	20	10
	1				357	25	40	267	00	50

Sumber: Data Lapangan, (2018)

Tabel. 4.12 Data Pengukuran Sudut dan Koreksi (Lokasi Penelitian II)

Titik Pengamatan	Titik Arah	Sudut Azimuth (μ)			Sudut Horizontal (β)			Sudut Koreksi (μ)		
		...°	...'	..."	...°	...'	..."	...°	...'	..."
2	Utara	92	41	30						
	3				212	02	00	119	20	30
	1				15	17	40	282	36	10

Sumber: Data Lapangan, (2018)

⊕ Tabel. 4.13 Data Pengukuran Sudut dan Koreksi (Lokasi Penelitian III)

Titik Pengamatan	Titik Arah	Sudut Azimuth (μ)			Sudut Horizontal (β)			Sudut Koreksi (μ)		
		...°	...'	..."	...°	...'	..."	...°	...'	..."
3	Utara	208	20	10						
	3				209	35	40	01	15	30
	1				289	00	40	137	20	50

Sumber: Data Lapangan, (2018)

4.3 Data Beda Tinggi

Pada beda tinggi ini diukur dengan alat Theodolite. Adapun pengukurannya terdapat 2 pengukuran, yaitu *long section* dan *cross section*.

4.4 Perhitungan Geometrik (Kurve Horizontal)

A. Kurve Horizontal (Lokasi Penelitian I)

Pada penelitian Tugas akhir ini dilakukan perhitungan kurve (lengkungan) horizontal pada ke tiga lokasi penelitian (I-II-III).

$$\Delta_1 = 180^0 - (267^000'50'' - 105^020'10'')$$

$$\Delta_1 = 18^019'20''$$

Untuk rencana kecepatan :

$V = 40 - 80$ km/jam, diambil angka 80 km/jam (rencana kecepatan maksimum).

$$R = V^2 / 127(e_{maks} + f_{maks})$$

$$e_{\text{maks}} = 0.10 \text{ m/m}$$

$$f_{\text{maks}} = 0.140$$

Maka :

$$R_{\text{min}} = 80^2 / 127 (0.10 + 0.140)$$

$$R_{\text{min}} = 209.973 \text{ meter} = 210 \text{ meter.}$$

Maka : LC_{analisa}

$$\begin{aligned} FLC_1 &= \pi R \Delta_1 / 180^0 \\ &= \pi \times 210 \times 18^0 19' 20'' / 180^0 = 67.154 \\ &\text{meter} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} C_1 &= 2 R \sin (\Delta_1 / 2) \\ &= 2 \times 210 \sin (18^0 19' 20'' / 2) = 66.868 \\ &\text{meter} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} T_1 &= R \tan (\Delta_1 / 2) = 210 \times \tan \\ &(18^0 19' 20'' / 2) \\ &= 33.866 \text{ meter} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} ES_1 &= T \tan (\Delta_1 / 4) \\ &= 33.866 \tan (18^0 19' 20'' / 4) = 2.713 \\ &\text{meter.} \end{aligned}$$

Hasil penelitian Kurve Horisontal :
Data panjang (lengkungan dilapangan) $LC_{\text{lapangan}} = 79.60$ meter, dan $LC_{\text{analisa}} = 67.154$ meter, dikarenakan LC_{lapangan} lebih panjang dari LC_{analisa} maka tidak perlu adanya redesain rute horisontalnya.

B. Kurve Horisontal (Lokasi Penelitian II)

$$\Delta_2 = 180^0 - (282^0 36' 10'' - 119^0 20' 30'')$$

$$\Delta_2 = 16^0 44' 20''$$

Maka : LC_{analisa}

$$\begin{aligned} LC_2 &= \pi R \Delta_2 / 180^0 \\ &= \pi \times 210 \times 16^0 44' 20'' / 180^0 = 61.351 \\ &\text{meter} \end{aligned}$$

$$C_2 = 2 R \sin (\Delta_2 / 2)$$

$$= 2 \times 210 \sin (16^0 44' 20'' / 2) = 61.133 \text{ meter}$$

$$T_2 = R \tan (\Delta_2 / 2) = 210 \times \tan (16^0 44' 20'' / 2)$$

$$= 30.895 \text{ meter}$$

$$ES_2 = T \tan (\Delta_2 / 4)$$

$$= 30.895 \tan (16^0 44' 20'' / 4) = 2.267 \text{ meter.}$$

Hasil penelitian Kurve Horisontal :
Data panjang (lengkungan dilapangan) $LC_{\text{lapangan}} = 56.90$ meter, dan $LC_{\text{analisa}} = 61.351$ meter, dikarenakan LC_{lapangan} lebih pendek dari LC_{analisa} maka perlu adanya redesain rute horisontalnya.

C. Kurve Horisontal (Lokasi Penelitian III)

$$\Delta_3 = 180^0 - (137^0 20' 50'' - 01^0 15' 30'')$$

$$\Delta_3 = 43^0 54' 40''$$

Maka : LC_{analisa}

$$\begin{aligned} LC_3 &= \pi R \Delta_3 / 180^0 \\ &= \pi \times 210 \times 43^0 54' 40'' / 180^0 = 160.942 \\ &\text{meter} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} C_3 &= 2 R \sin (\Delta_3 / 2) \\ &= 2 \times 210 \sin (43^0 54' 40'' / 2) = 157.032 \\ &\text{meter} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} T_3 &= R \tan (\Delta_3 / 2) = 210 \times \tan (43^0 54' 40'' / 2) \\ &= 84.656 \text{ meter} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} ES_3 &= T \tan (\Delta_3 / 4) \\ &= 84.656 \tan (43^0 54' 40'' / 4) = 16.421 \\ &\text{meter.} \end{aligned}$$

Hasil penelitian Kurve Horisontal :
Data panjang (lengkungan dilapangan) $LC_{\text{lapangan}} = 82.50$ meter, dan $LC_{\text{analisa}} = 160.942$ meter, dikarenakan LC_{lapangan} lebih pendek dari LC_{analisa} maka perlu adanya redesain rute horisontalnya.

4.5 Data Situasi Penelitian

Penelitian ini juga melakukan pendataan pada jalan raya Baluran Situbondo. Adapun data meliputi lebar jalan, lebar bahu jalan dan situasi sekitarnya.

Tabel.4.20 Data Situasi Lokasi Penelitian I

Titik	Lebar Badan Jalan (m)	Sisi Kiri			Sisi kanan		
		Lebar Bahu Jalan (m)	Selokan Lebar xTinggi (m)	Ket Area/ Bangunan	Lebar Bahu Jalan (m)	Selokan Lebar xTinggi (m)	Ket Area/ Bangunan
1	7.00	2.00	1.10 x 1.20	Hutan	2.10	1.10 x 1.20	Hutan
2	7.00	1.80	1.20 x 1.20	Hutan	1.90	1.20 x 1.20	Hutan
3	7.00	2.10	1.15 x 1.10	Hutan	3.50	1.15 x 1.10	Hutan

Sumber: Pengukuran data situasi, 2018.

Tabel.4.21 Data Situasi Lokasi Penelitian II

Titik	Lebar Badan Jalan (m)	Sisi Kiri			Sisi kanan		
		Lebar Bahu Jalan (m)	Selokan Lebar xTinggi (m)	Ket Area/ Bangunan	Lebar Bahu Jalan (m)	Selokan Lebar xTinggi (m)	Ket Area/ Bangunan
1	7.00	2.00	1.15 x 1.10	Hutan	2.00	1.10 x 1.15	Hutan
2	7.00	2.10	1.10 x 1.10	Hutan	1.50	1.15 x 1.15	Hutan
3	7.00	2.05	1.10 x 1.15	Hutan	1.90	1.15 x 1.20	Hutan

Sumber: Pengukuran data situasi, 2018.

Tabel.4.22 Data Situasi Lokasi Penelitian III

Titik	Lebar Badan Jalan (m)	Sisi Kiri			Sisi kanan		
		Lebar Bahu Jalan (m)	Selokan Lebar xTinggi (m)	Ket Area/ Bangunan	Lebar Bahu Jalan (m)	Selokan Lebar xTinggi (m)	Ket Area/ Bangunan
1	7.00	2.10	1.00 x 1.10	Rumah Toko	1.80	1.10 x 1.20	Hutan
2	7.00	1.70	1.05 x 1.10	Kantor Perhutani	1.50	1.20 x 1.20	Hutan
3	7.00	1.90	1.10 x 1.10	Kantor Perhutani	1.80	1.15 x 1.10	Hutan

Sumber: Pengukuran data situasi, 2018.

4.6 Perhitungan Perkerasan Lentur Bina Marga 2013

Pada perhitungan perkerasan lentur dengan metode Bina Marga 2013, langkah-langkahnya sebagai berikut :

1. Penetapan Umur Rencana (UR)=20 tahun
2. Klasifikasi Kendaraan dan Nilai VDF standar
3. Menghitung ESA 20, dengan pertumbuhan lalu lintas (i) = 5 %
4. Menghitung Faktor pengali pertumbuhan lalu lintas (R)
5. Nilai Multi Traffic Multiplier (TM) = 1.8 – 2.0
6. Menentukan Faktor Distribusi Lajur (DL)

7. Perhitungan CESA4, CESA5 dan ESA 20 tahun
8. Pemilihan Jenis Perkerasan
9. Solusi Desain 2 Pondasi Jalan minimum
10. Desain perkerasan lentur opsi biaya minimum
11. Tebal lapisan perkerasan ACWC, ACBC, CTB dan LPA (struktur perkerasan).

Adapun perhitungan sebagai berikut :

- a. Umur Rencana = 20 tahun (direncanakan), dimana pada Manual Perkerasan jalan No.02/M/BM/2013 halaman 9, yaitu Lapisan lentur berbutir dan CTB.

Lapisan Perkerasan	Elemen Perkerasan	Umur Rencana (Tahun)
Perkerasan Lentur	Lapisan atas dan lapisan berbutir dan CBT	20
	Pondasi jalan	40
	Semua lapisan jalan untuk area yang tidak diijinkan sering ditinggikan akibat pelapisan ulang, misal : jalan perkotaan, underpass, jembatan, torowongan	
Perkerasan kaku	Lapis pondasi atas, lapis pondasi bawah, lapis pondasi semen dan pondasi jalan	Minimum 10
Jalan Tanpa Penutup	Semen elemen	

Sumber: Bina Marga 2013.

- b. Klasifikasi Kendaraan dan Nilai VDF4 standar :

JENIS KENDARAAN	VDF4
Kendaraan ringan (2 ton)	0.3
Bus Kecil	0.3
Bus Besar	0.7
Truk sumbu 2 as	0.8
Truk sumbu 3 as (berat)	1.6
Truk berat (Gandengan)	7.3
Trailer	

Sumber: Bina Marga, 2013

- c. Pertumbuhan Lalu Lintas (Tabel Faktor Pertumbuhan lalu lintas Tahun 2011 – 2020) sebesar 5 % (untuk jalan Arteri/perkotaan).

	2011 – 2020	>2021 - 2030
Arteri dan Perkotaan (%)	5	4
Kolektor rurel (%)	3,5	2,5
Jalan Desa (%)	1	1

Sumber: Bina Marga, 2013

- d. Perhitungan R :
i= 0.05 (5%)

UR= 20 Tahun

$$R=(1+0.01i)^{UR} - 1$$

$$R=(1+0.0005)^{20} - 1$$

$$R=1.00954287129 - 1 : 0.0005$$

$$R= 0.009542871: 0.0005$$

$$R= 19.10857422.$$

- e. Nilai Multi *Traffic Multiplier* (TM) = 1.8 – 2.0 , disini diambil rata-rata yaitu 1.9
- f. Menentukan DL = 80%, dengan 2 lajur setiap arah (Tabel Faktor Distribusi Lajur)

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

Sumber: Bina Marga 2013

- g. Perhitungan CESA4, CESA5 dan ESA20 Jumlah Kendaraan Tahun 2018 per jam

No	Jenis Kendaraan	Arah (Smp/hari)		Jumlah	Jam	Jumlah/ Jam
		Situbondo	Banyuwangi			
1	Sepeda motor, roda 3, vespa	2779	2744	5523	24	230.125
2	Kendaraan ringan, mobil pribadi, pick up, mobil box, mobil hantaran.	1345	1301	2646	24	110.25
3	Bus	423	401	824	24	34.3333333
4	Truk 2 as	833	829	1662	24	69.25
5	Truk 3 as	340	355	695	24	28.9583333
6	Truk Gandengan, semi-trailer	271	280	551	24	22.9583333
7	Kendaraan tak bermotor	14	19	33	24	1.375
Jumlah		6005	5929	11934	24	497.25

Sumber: Hasil pengamatan dan hitungan, 2018

Perencanaan 20 tahun dengan perkembangan lalu lintas (i) = 5% = 0.005

No	Jenis Kendaraan	Jumlah/ Jam	i=5% (1+i)^20	Jumlah LHR
1	Sepeda motor, roda 3, vespa	230.125	2.6532977	610.5901332
2	Kendaraan ringan, mobil pribadi, pick up, mobil box, mobil hantaran.	110.25	2.6532977	292.5260714
3	Bus	34.33333	2.6532977	91.0968452
4	Truk 2 as	69.25	2.6532977	183.7408657
5	Truk 3 as	28.95833	2.6532977	76.83507038
6	Truk Gandengan, semi-trailer	22.95833	2.6532977	60.91528418
7	Kendaraan tak bermotor	1.375	2.6532977	3.648284338
Jumlah				1319.352255

Sumber: Hasil pengamatan dan hitungan, 2018

No	Jenis Kendaraan	LHR 2018	VDF4	ESM VDF4*Jumlah per hari	CESA4 ESA4*TR*365*DL	ESA5 CESA4*TR
2	Kendaraan ringan, mobil pribadi, pick up, mobil box, mobil hantaran.	110.25	0.3	33.075	230679.7415	4382915.089
3	Bus	34.33333	0.7	24.033331	134094.8355	2547801.875
4	Truk 2 as	69.25	0.8	55.4	309106.2944	5873019.594
5	Truk 3 as	28.95833	1.6	46.333328	238518.4716	4911850.96
6	Truk Gandengan, semi-trailer	22.95833	7.3	167.595809	935106.8498	17767030.15
Jumlah				326.437468	1636826.451	31,099,702.57

- h. Pemilihan jenis perkerasan Pada ESA 20 tahun = 31.099.702,57

- i. Solusi Desain 2 Pondasi Jalan minimum

CBR Tanah Dasar Chart 1 atau tanah dasar 100% AADT dipadatkan rembesan 4 in	Kelas Kekuatan Tanah Dasar	Prosedur desain pondasi	Desripsi struktur pondasi (4)	atau lebih lajur desain untuk rencana 40 tahun (Juta CESA4)
				< 2
≥ 6	SG6	A	Perbaikan tanah dasar meliputi bahan stabilisasi kapur atau timbunan pilihan (pemadatan beresap 2500 mm tebal lapis)	Tebal perkerasan tanah stabilisasi kapur
4	SG5			100 150 200
3	SG4			150 200 300
2.5	SG3			175 250 300
2.5	SG2.5	AE	Lapis penampang / capping ¹⁾	800 900 900
< 2.5 ¹⁾ (DCP muti)	SG1 atau perku Tanah CBR awal: 1.5% di bawah lapis perku stabilisasi ²⁾			1000 1100 1200
Perkerasan lentur pada tanah aluvial kating ³⁾	C1	B	Atau lapis penampang dan geogrid ⁴⁾	650 750 850
				400 500 600
Perkerasan kapur pada tanah aluvial kapadatan rendah kering	C2	C	Perbaikan tanah dasar atau timbunan CBR ≥ 5 dalam 3 lapis ⁵⁾	1000 1100 1200
				1000 1100 1200
Tanah gambut dengan HRS atau perkerasan DBS ⁷⁾	D	D	Lapis penampang tebal ⁶⁾	1000 1250 1500
				1000 1250 1500

- (1) Nilai CBR, CBR rembesan dapat diabaikan.
- (2) Lapis tambahan untuk kasus aluvial kating (Meroddi C).
- (3) Diatas lapis penampang agar ditambahkan lapis timbunan pilihan dengan mengacu pada kelas kekuatan tanah dasar SG 2.5.
- (4) Ketahanan tambahan mungkin berbeda, perencanaan harus mempermbangkan semua isu kritis.
- (5) Stabilisasi kapur material timbunan bisa dikawatirkan.
- (6) Ditandai oleh kepadatan rembesan CBR mutu rendah rendah di bawah dan yang dipadatkan.
- (7) Jika didapat gambar rencana tidak terdapat desain, solusi desain pondasi: agar mengikut ketentuan dalam Spesifikasi Umum.

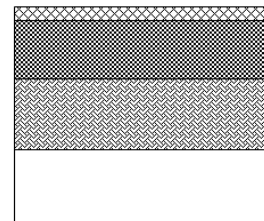
- j. Desain perkerasan lentur

Bagan Desain 3: Desain Perkerasan Lentur opsi biaya minimum termasuk CTB¹⁾

	STRUKTUR PERKERASAN							
	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8
Pengulangan beban sumbu desain 20 tahun terkoreksi di lajur desain (pankati 5) (VF CESA4)	< 0.5	0.5-2.0	2.0-4.0	4.0-3.0	30-50	50-100	100-200	200-500
Jenis permukaan basepad ²⁾	HRS SS atau Pemec	HRS (6)	AC ₁ atau AC ₂	AC ₃				
Jenis lapis Pondasi dan lapis Pondasi bawah	Lapis Pondasi Berbutir A			Cement Treated base (CTB) (= cement treated base A)				
KETERANGAN LAPIS PERKERASAN (mm)								
HRS WC	30	30	30					
HRS Base	35	35	35					
Lapisan basepad				40	40	50	50	
CTB basepad				135	155	185	220	280
LPA Kelas A				150	150	150	150	150
LPA Kelas A, LPA Kelas B atau kerikil alam lapis lapis drainase ³⁾ dengan CBR > 10%				150	150	150	150	150

- Catatan 3:
- 1. Ketebalan ketebalan struktur Pondasi Bagian Desain 3 juga berlaku
- 2. Ukuran Diameter LPA minimal maksimum kelas 20 mm untuk tebal lapisan 100-150 mm atau 25 mm untuk tebal lapisan 125-150 mm
- 3. Pilih Bagian 4 untuk solusi perkerasan untuk full cycle cost yang rendah
- 4. Hanya kontraktor yang cukup berkualifikasi dan memiliki akses terhadap peralatan yang sesuai dan keahlian yang dipkikan melaksanakan pekerjaan CTB dapat digunakan sebagai pengganti CTB untuk pengisian di area yang tidak dapat dioperasikan oleh kontraktor lain.
- 5. AC BC harus dituangkan dengan tebal padat minimum 50 mm dan maksimum 80 mm.
- 6. HRS is not suitable for steep gradients or urban areas with traffic exceeding 1 million ESA. See Bagian Desain 3A for alternatives

Tebal lapisan perkerasan AC WC, AC BC, CTB dan LPA (struktur perkerasan).



AC WC = 40 mm = 4 cm
 AC BC = 155 mm = 15.5 cm
 CTB = 150 mm = 15 cm
 LPA Kelas A = 150 mm = 15 cm

Gambar 4.3 Struktur Perkerasan.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Adapun dari hasil penelitian Skripsi untuk analisa, pengamatan dan perhitungan terhadap data-data yang ada, maka penyusun dapat mengambil beberapa kesimpulan sebagai berikut :

- 1. Kondisi kinerja pada ruas jalan raya Bajul mati Kabupaten Situbondo KM 251 – KM 267 dari arah Surabaya. Didapat volume

kendaraan (LHR) lalu-lintas tahun 2018 = 11934 smp/jam (2 arah / 2 jalur), perkembangan lalu lintas C smp = 2914 smp / jam dan $Q_{smp} = 187,7676$ sehingga di dapat $DS = Q_{smp}/C - 187.7676 = 0.064436$. hasil analisa menunjukkan tingkat pelayanan A (Kondisi arus dengan kecepatan tinggi volume lalu lintas rendah.Pengemudi dapat memilih kecepatan tanpa batas)

2. (a). Hasil penelitian Kurve Horisontal : Data panjang (lengkungan dilapangan) $LC_{lapangan} = 79.60$ meter, dan $LC_{analisa} = 67.154$ meter, dikarenakan $LC_{lapangan}$ lebih panjang dari $LC_{analisa}$ maka tidak perlu adanya redesain rute horisontalnya.
- (b).Hasil penelitian Kurve Horisontal : Data panjang (lengkungan dilapangan) $LC_{lapangan} = 56.90$ meter, dan $LC_{analisa} = 61.351$ meter, dikarenakan $LC_{lapangan}$ lebih pendek dari $LC_{analisa}$ maka perlu adanya redesain rute horisontalnya.
- (c).Hasil penelitian Kurve Horisontal : Data panjang (lengkungan dilapangan) $LC_{lapangan} = 82.50$ meter, dan $LC_{analisa} = 160.942$ meter, dikarenakan $LC_{lapangan}$ lebih pendek dari $LC_{analisa}$ maka perlu adanya redesain rute horisontalnya.
3. Dalam perencanaan tebal perkerasan lentur Bina Marga 2013 Jalan raya Bajul Mati Kabupaten Situbondo KM 251 – KM 267, dengan umur rencana (UR) = 20 tahun dengan CBR = 39,4 % (i) = 0,05 (5%) (R) = 19.10857422 jenis perkerasan pada ESA 20 tahun = 31.099.702,57, Solusi

desain 2 minimum tidak perlu adanya peningkatan, dan tebal perkerasan AC WC = 40 mm = 4cm, AC BC = 155 mm= 5cm dan CTB = 150 mm = 15 cm

5.2 Saran

Berdasarkan penelitian Skripsi pada jalan raya Bajul mati Kabupaten Situbondo, maka penyusun akan menyampaikan beberapa saran dan harapan agar dapat di gunakan sebagai bahan masukan (referensi) dalam rangka mengupayakan peningkatan kinerja jalan pada ruas jalur dari arah Surabaya ke arah Banyuwangi khususnya KM 251 - KM 267. Adapun saran yang penyusun sampaikan diantaranya

1. Pada lokasi penelitian yaitu lokasi 2 perlu adanya redesain rute horizontalnya begitu juga dengan lokasi penelitian di lokasi 3 di karenakan data panjang lengkungan di lapangan lebih pendek dari data analisa.
2. Perlu adanya peninjauan ulang pada perkerasan jalan di Bajul Mati Kabupaten situbondo dikarenakan jalur tersebut banyak dilewati kendaraan berat.

DAFTAR PUSTAKA

Alamsyah, Alik Ansyori, Ir, MT., Rekayasa Jalan Raya , Universitas Muhammadiyah Malang Press, Malang, 2001 Bina Marga 2013.

MKJI, Jakarta, 1997

S.Hendratingsih.S, Stake Out Jalan, ITB. Bandung, 1986

Taufan Abadi, Route Surveying dan
Masterplan, Unmuh Jember, 2016
....., Ilmu Ukur Tanah, Unmuh
Jember, 2005

Tumewu, Lien, Rote Survey , ITB,
Bandung, 1987