

**Evaluasi Kerusakan Dan Perbaikan Jalan Dengan Metode Pavement Condition Index (Pci)
(Studi Kasus Jln. Kyai Syarifuddin, Wonorejo, Kec. Kedungjajang, Kab. Lumajang)
*Evaluation of Damage and Road Repair Using the Pavement Condition Index (Pci) Method
(Case Study Jln. Kyai Syarifuddin, Wonorejo, Kedungjajang District, Lumajang District)***

Candra Hari Setiawan¹, Irawati², Ir. Totok Dwi Kuryanto³

¹Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Jember
Email : chandraharry2@gmail.com

²Dosen Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Jember
Email : irawati@unmuhjember.ac.id

³Dosen Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Jember
Email : totok@unmuhjember.ac.id

Abstrak

Jalan Kyai Syarifuddin Lumajang merupakan jalan alternatif dari arah Kabupaten Probolinggo ke Kabupaten Jember atau sebaliknya. Penelitian ini dilakukan pada jalan Kyai Syarifuddin sepanjang 2,2 Km dengan lebar badan jalan 6 meter dengan pembagian 17 segmen berinterval 100 meter. Dimana masing – masing segmen dievaluasi dengan mengukur dimensi dan jenis kerusakan jalan. Data penelitian berupa pengamatan volume kendaraan (LHR) selama 24 jam. Didapat dengan jam sibuk pukul 06.00 - 07.00 WIB. Untuk data CBR/DCPT didapat 32,91%. berikutnya mengukur dimensi masing – masing jenis kerusakan jalan. Adapun penggunaan perhitungan perbaikan dan tebal perkerasan menggunakan metode Pavement Condition Index (PCI) dan Bina Marga 2013. Hasil perhitungan didapat Kinerja Jalan (DS) tahun 2023 = 0,253 (B) dan DS 2043= 0,681 (C). Adapun hasil perhitungan PCI terdapat empat jenis kerusakan yakni : – Lubang (6,48%) – Pelepasan butir (4,33%) – Retak Buaya (11,52%) dan Kegemukan (0,32%) maka ruas jalan ini termasuk dalam program pemeliharaan. Pada perhitungan tebal perkerasan lentur (flexible pavement) dengan metode Bina Marga 2013 didapat tebal perkerasan yaitu ACWC = 4 Cm, ACBC , 13,5, CTB = 15 Cm, dan LPA Kelas A = 15 Cm dengan total tebal perkerasan = 47,5 Cm. Rekomendasi dari kesimpulan diatas, dengan metode Bina Marga 2013 dengan perbaikan rutin berupa overlay pada permukaan jalan.

Kata Kunci : Kinerja Jalan, PCI, Bina Marga 2013

Abstract

Kyai street Syarifuddin Lumajang is an alternative road from Probolinggo Regency to Jember Regency or vice versa. This research was carried out on the 2.2 km long Kyai Syarifuddin road with a road width of 6 meters divided into 17 segments at 100 meter intervals. Where each segment is evaluated by measuring the dimensions and type of road damage. The research data is in the form of vehicle volume (LHR) observations for 24 hours. The peak hour is 06.00 - 07.00 WIB. For CBR/DCPT data, it was 32.91%. Next, measure the dimensions of each type of road damage. The calculation for repairs and pavement thickness uses the Pavement Condition Index (PCI) and Bina Marga 2013 methods. The calculation results show that Road Performance (DS) in 2023 = 0.253 (B) and DS 2043 = 0.681 (C). As for the PCI calculation results, there are four types of damage, namely: (Holes (6.48%) (Grain removal (4.33%) (Crocodile Cracks (11.52%) and Obesity (0.32%) so this road section is included in maintenance program. In calculating the thickness of flexible pavement using the Bina Marga 2013 method, the pavement thickness is ACWC = 4 cm, ACBC 13.5, CTB = 15 cm, and LPA Class A = 15 cm with a total pavement thickness = 47.5 Cm.. Recommendations from the conclusions above, using the 2013 Bina Marga method with routine repairs in the form of overlays on the road surface.

Keywords: Road Performance, PCI, Bina Marga 2013

I. PENDAHULUAN

Jalan merupakan prasarana transportasi atau akses terhadap daratan yang sangat penting bagi aktivitas masyarakat sehari-hari. Kegiatan transportasi yang dilakukan oleh pemerintah kota biasanya mencakup seluruh aspek yang berkaitan dengan fungsi jalan.

Pada jalan Kyai Syarifuddin di Kabupaten Lumajang merupakan jaringan jalan penghubung antar Kabupaten atau Propinsi. Pada jalan ini merupakan kategori kelas II dan jalan Kabupaten. Dimana jalan ini dilewati kendaraan ringan dan berat dari arah Probolinggo ke Jember atau sebaliknya.

Pada lokasi penelitian ini, dimana sepanjang ruas jalan Kyai Syarifuddin di Kabupaten Lumajang banyak terjadi kerusakan seperti aspal mengelupas bahkan sampai berlubang dan bergelombang.

Metode *Pavement Condition Index* (PCI) digunakan untuk mengetahui jenis kerusakan jalan. Gunakan metode *Pavement Condition Index* (PCI) untuk mengetahui kondisi suatu lokasi (jalan) yang tidak semuanya rusak.

Pada metode PCI adalah mengukur secara langsung panjang, lebar dan kedalaman pada kerusakannya kondisi saat ini. Dengan diketahuinya secara langsung, nantinya dapat menyelesaikan permasalahan atau solusi penyelesaiannya dalam perbaikannya (rekomendasi perbaikan).

A. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang tersebut, ditarik batasan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana kinerja Jalan Kyai Syarifuddin di Kabupaten Lumajang?
2. Bagaimana kerusakan perkerasan jalan di jalan Kyai Syarifuddin di kabupaten Lumajang dengan metode *Pavement Condition Index* (PCI) ?
3. Bagaimana tebal perkerasan jalan dengan metode *Pavement Condition Index* (PCI) dan metode Bina Marga 2013?

B. Batasan Masalah

Untuk mencapai tujuan dan manfaat menulis, penulis mempersempit permasalahan sebagai berikut:

1. Menganalisa kinerja pada jalan Kyai Syarifuddin di Kabupaten Lumajang?

2. Menganalisa atau menghitung jenis kerusakan pada perkerasan jalan di jalan Kyai Syarifuddin di kabupaten Lumajang dengan metode *Pavement Condition Index* (PCI) dan perkerasan lentur (*flexible Pavement*)?

C. Tujuan Penelitian

Sehubungan dengan permasalahan jenis kerusakan perkerasan jalan yang mempengaruhi tingkat layanan jalan, sebagai berikut:

1. Memahami kinerja pada Jalan Kyai Syarifuddin Kabupaten Lumajang
2. Mengetahui jenis kerusakan pada perkerasan jalan di ruas jalan Kyai Syarifuddin Kabupaten Lumajang dengan metode *Pavement Condition Index* (PCI).

D. Manfaat Penelitian

Dari penelitian kali ini diharapkan dapat memberi manfaat sebagai berikut:

1. Untuk mengetahui kinerja jalan dan memberi gambaran teknis tentang analisa/perhitungan dengan metode
2. PCI. Bagi rekan-rekan mahasiswa dapat dijadikan sebagai referensi tambahan untuk penyusunan tugas akhir dengan topik kerusakan jalan dan penanganannya

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Definisi dan Klasifikasi Jalan

Untuk klasifikasi jalan fungsional di Indonesia yang berdasarkan peraturan perundangan UU No 22 tahun 2009 meliputi pembagian kelas dan Daya dukung beban, jaringan jalan, fungsi, status dan kelas jalan. Pada kelas dan fungsi jalan (Tabel 1) dapat dibedakan dengan muatan sumpunya.

Dengan pembagian kelas dan fungsi jalan ini, diharapkan pengguna jalan dapat membedakan muatan (beban) yang akan melewati jalan tersebut.

Tabel. 1 Pembagian Kelas Jalan dan Daya Dukung Beban

Kelas Jalan	Fungsi Jalan	Karakteristik Kendaraan (m)		Muatan Sumbu Terberat (MST)
		Panjang	Lebar	
I	Arteri	18	2.50	> 10 Ton
II	Arteri	18	2.50	10 Ton
III A	Arteri/Kolektor	18	2.50	8 Ton
III B	Kolektor	12	2.50	8 Ton
III C	Lokal	9	2.10	8 Ton

Sumber : Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota, Ditjen Bina Marga, UU 22 tahun 2009

B. Kapasitas dan Derajat Kejenuhan Jalan Raya

Kapasitas jalan adalah laju arus maksimum yang dapat dipertahankan melalui suatu titik pada suatu jalan per jam pada kondisi tertentu. Untuk jalan dua arah dua arah menentukan kapasitas kendaraan yang melaju (kombinasi dua arah). Namun untuk jalan multi lajur, arus lalu lintas dibagi berdasarkan arah dan daya dukung ditentukan oleh lajur (MKJI,1997).

Kapasitas jalan adalah laju arus maksimum yang dapat dipertahankan melalui suatu titik pada suatu jalan per jam pada kondisi tertentu. Untuk jalan dua arah dua arah menentukan kapasitas kendaraan yang melaju (kombinasi dua arah). Namun untuk jalan multi lajur, arus lalu lintas dibagi berdasarkan arah dan daya dukung ditentukan oleh lajur.

Kapasitas jalan dalam kota di Indonesia dapat dihitung menggunakan persamaan MKJI (1997):

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

Dimana :

- C = Kapasitas
- C_o = 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_C = Faktor penyesuaian kapasitas untuk ukuran kota (jumlah penduduk)

Sedangkan perhitungan derajat kejenuhannya dapat dihitung dengan rumus :

$$DS = Q_{smp} / C$$

Dengan :

- C : Kapasitas
- DS : Derajat Kejenuhan
- Q_{smp} : Volume Kendaraan/jam.

➤ Perhitungan Lalu-Lintas

Perhitungan Lalu Lintas Masa Perencanaan

$$LHR(n) = LHR(0) \times (1 + i)^n$$

Dengan perkembangan lalu-lintas (i) = %

Umum Rencana tahun (n) = tahun

Dalam hal ini Σ kendaraan tahun $n = \Sigma$ kendaraan tahun $\times (1 + i)^n$

C. Metode Pavement Condition Index (PCI)

Pavement Conformation Index (PCI) merupakan suatu sistem penilaian kondisi perkerasan berdasarkan jenis dan tingkat kerusakan yang terjadi serta dapat dijadikan acuan dalam operasional pemeliharaan perkerasan.

Nilai Pavement Condition Index (PCI) berkisar antara 0 (nol) sampai dengan 100 (100), dengan kriteria “sangat baik”, “sangat baik”, dan “baik”. (Baik), Sedang (Sedang-sedang), Buruk (Buruk), Sangat Buruk (Sangat Buruk), dan Gagal (Gagal).

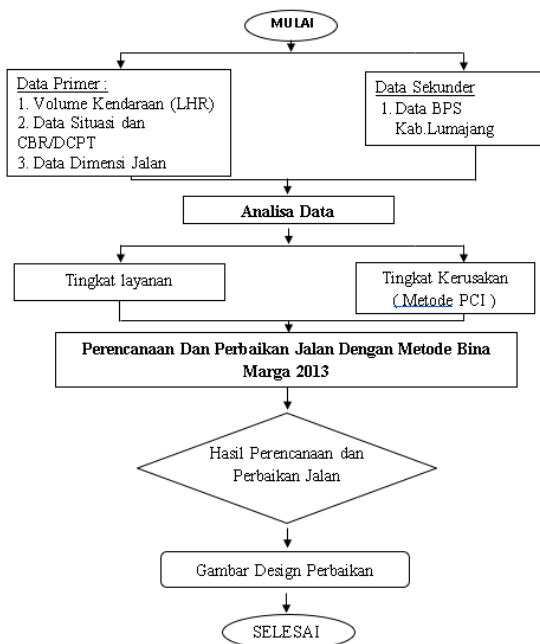
Tabel. 2 Nilai PCI

Nilai PCI	Kondisi Jalan
86 – 100	SEMPURNA (<i>excellent</i>)
71 – 85	SANGAT BAIK (<i>very good</i>)
56 – 70	BAIK (<i>good</i>)
41 – 55	SEDANG (<i>fair</i>)
26 – 40	BURUK (<i>poor</i>)
11 – 25	SANGAT BURUK (<i>very poor</i>)
0 – 10	GAGAL (<i>failed</i>)

Sumber : Shahin (1994)

III. METODOLOGI PENELITIAN

Pada penelitian Tugas akhir ini dilaksanakan pada Jalan Kyai Syarifuddin di Kabupaten Lumajang. Untuk mempermudah penelitian diperlukan flowchart atau langkah-langkah penelitian.



Gambar. 1 Bagan alir atau flowchart
 Sumber : Analisa penelitian, 2023

IV. DATA PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

A. Data Penelitian

Pembahasan dalam tulisan ini memerlukan data primer atau langsung dari lapangan. Sebab, data dari dinas PUPR (sekunder) belum ada. Data tersebut berupa data volume kendaraan (LHR), California Bearing Ratio (CBR) atau DCPT, dan data kerusakan jalan (PCI). Data-data tersebut diperoleh dari observasi lapangan langsung di Jalan Kya Sharifuddin Kabupaten Lumajang dan selanjutnya digunakan untuk evaluasi perhitungan kinerja jalan, jenis kerusakan, dan evaluasi ketebalan perkerasan lentur. Data sekunder meliputi statistik demografi Badan Pusat Statistik (BPS) Kabupaten Lumajang dan Google Maps wilayah penelitian. Lokasi penelitian merupakan jalan alternatif dari Jember menuju Klaka, Probolinggo, atau sebaliknya yang banyak dilalui kendaraan bermotor dan tidak bermotor. Situasi ini dapat menyebabkan kerusakan pada jalan. Data lalu lintas kendaraan (LHR) akan diamati selama 24 jam mulai pukul 06.00 pada Senin, 15-16 Mei 2023.

Tabel. 3 Jumlah Kendaraan dari Jember ke Klakah – Probolinggo (A)

Pukul (24 Jam)	Sepeda motor, roda 3, Vespa	Mobil pribadi, mobil hantaran, pick up, mobil box.	Bus	Truk 2 as (gandar)	Truk 3 as, (gandar), Tangki	Truk Gandengan, semi/trailer	Kendaraan tak bermotor
Jumlah	3389	1006	2	938	217	26	442

Sumber : Analisa data, 2023

Tabel. 4 Volume Kendaraan dari Klakah – Jember (B)

Pukul (24 Jam)	Sepeda motor, roda 3, Vespa	Mobil pribadi, mobil hantaran, pick up, mobil box.	Bus	Truk 2 as (gandar)	Truk 3 as, (gandar), Tangki	Truk Gandengan, semi/trailer	Kendaraan tak bermotor
Jumlah	3197	917	4	943	208	28	434

Sumber : Analisa data, 2023

B. Kondisi Geometri

Bentuk geometri pada Jalan Kyai Syarifuddin di Kabupaten Lumajang adalah ukuran badan jalan, lebar jalan dan kondisi sekitar jalan tersebut.

Tabel 5. Kondisi Jalan Lokasi Penelitian

JALUR (2 LAJUR)	LEBAR JALAN (Meter)	BAHU JALAN (Meter)	KONDISI LAPANGAN	DRAINASE/ SALURAN
SISI KANAN	3,00	2,00 – 2,50	Lahan Kosong	Ada
SISI KIRI	3,00	2,00 – 3,00	Lahan Kosong	Ada

Sumber : Pengukuran langsung, 2023

C. Analisa Ruas Jalan

Data yang digunakan pada jam sibuk hari tersibuk yaitu 1 jam (06:00-07:00 WIB) pada hari Senin dan Selasa tanggal 15-16 Mei 2023. Kendaraan yang melintas antara lain kendaraan ringan (LV) dan kendaraan berat (HV)., sepeda, Vespa. (MC) dan kendaraan tidak bermotor (UM).

➤ Kapasitas Ruas Jalan

Tabel. 6 Nilai Kapasitas (C)

$C_0 =$	3100
$FC_w =$	0,91
$FC_{cs} =$	0,94
$FC_{sp} =$	1
$C =$	2651,74

Sumber : Analisa Data, 2023

➤ **Perhitungan DS Ruas Jalan Tahun 2023 dan 2023**

Hitung DS ruas Jalan Kyai Syarifuddin Kabupaten Lumajang tahun 2023 dan rencana umurnya 20 tahun ke depan pada tahun 2043. Nilai i (peningkatan lalu lintas) = 5%, umur rencana 20 tahun. LHR (volume kendaraan) diukur pada jam sibuk yaitu pukul 06:00 hingga 07:00 WIB.

Tabel. 7 Jam Sibuk pukul 06.00 - 07.00 WIB dari Jember – Klakah (A)

Pukul (WIB)	Sepeda motor, roda 3, Vespa	Mobil pribadi, mobil hantaran, pick up, mobil box.	Bus	Truk 2 as (gandar)	Truk 3 as (gandar), Tangki	Truk Gandengan, semi/trailer	Kendaraan tak bermotor
	MC	LV					
06.00 - 06.15	72	16	1	19	6	0	9
06.15 - 06.30	84	19	1	19	6	1	10
06.30 - 06.45	90	22	0	22	7	0	17
06.45 - 07.00	101	26	0	23	7	1	23
Jumlah	347	83	2	83	26	2	59

Sumber : Analisa Data, 2023

Tabel. 8 Jam Sibuk pukul 06.00 - 07.00 WIB dari Klakah – Jember (B)

Pukul (WIB)	Sepeda motor, roda 3, Vespa	Mobil pribadi, mobil hantaran, pick up, mobil box.	Bus	Truk 2 as (gandar)	Truk 3 as (gandar) Tangki	Truk Gandengan, semi/trailer	Kendaraan tak bermotor
	MC	LV					
06.00 - 06.15	61	14	0	20	4	1	7
06.15 - 06.30	79	17	1	20	4	1	9
06.30 - 06.45	78	24	1	19	8	1	13
06.45 - 07.00	94	27	1	24	6	1	20
Jumlah	218	55	2	59	16	3	29

Sumber : Analisa Data, 2023

Tabel. 9 Rekapitulasi Volume Kendaraan Tahun 2023

NO	JENIS KENDARAAN	DARI ARAH JEMBER (A)	DARI ARAH KEDUNGJAJANG (B)	JUMLAH 2023
1	Sepeda Motor, Roda 3, Vespa	347	218	565
2	Mobil pribadi, hantaran, pic up, dll	83	55	138
3	Bus	2	2	4
4	Truk 2 as	83	59	142
5	Truk 3 as	26	16	42
6	Truk gandengan, semi/trailer	2	3	5
7	Kendaraan tak bermotor	59	29	88
Jumlah				984

Sumber : Analisa Data, 2023

Tabel. 10 Perhitungan Qsmp Tahun 2023

NO	JENIS KENDARAAN	JUMLAH KENDARAAN 2023	EMP	Qsmp 2023
1	Sepeda Motor, Roda 3, Vespa (MC)	565	0,5	282,5
2	Mobil pribadi, hantaran, pick up, dll (LV)	138	1	138
3	Kendaraan berat (HV)	193	1,3	250,9
Jumlah				671,4

Sumber : Analisa Data, 2023

Dimana nilai Ekuivalen Mobil Penumpang (EMP) sebagai berikut :

Tabel. 11 Nilai Ekuivalen Mobil Penumpang (EMP)

NO	JENIS KENDARAAN	NILAI EMP
1	MC	0,5
2	LV	1
3	HV	1,3

Sumber : MKJI, 1997

Maka Nilai DS :

$$DS_{2023} = Q_{smp\ 2023} / C$$

$$= 671,4 / 2651,74$$

$$= 0,25319224\ smp/kendaraan/jam(B)$$

Tabel. 12 Tingkat Katagori Pelayanan (2023)

Tingkat pelayanan	Kriteria	Nilai
A	Kondisi arus dengan kecepatan tinggi dan volume lalu lintas rendah. Pengemudi dapat memilih kecepatan yang diinginkan 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 hamper 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, 1985 : 62

Dimana hasil nilai $DS_{2023} = 0,25319224\ smp/kendaraan/jam (B)$ adalah Di zona yang harus stabil, pengemudi memiliki kebebasan yang cukup dalam memilih kecepatan.

Untuk perhitungan DS tahun 2043, dengan pertumbuhan lalu lintas (i) = 5% = 0,05 dan rencana umur (n) = 20 tahun, sebagai berikut :

$$Q_{smp\ 2043} = LHR_{2023} (1+i)^n$$

Dimana :

i = Perkembangan Lalu Lintas (%)

n = Usia rencana (tahun).

Tabel. 13 Perhitungan Qsmp Tahun 2043

NO	JENIS KENDARAAN	JUMLAH KENDARAAN 2023	$(1+0,05)^{20}$	EMP	Qsmp 2043
1	Sepeda Motor, Roda 3, Vespa (MC)	585	2,6532977	1	776,08958
2	Mobil pribadi, hantaran, pic up, dll (LV)	138	2,6532977	1	366,15508
3	Kendaraan berat (HV)	193	2,6532977	1,3	665,71239
Jumlah					1807,95706

Sumber : Analisa Data, 2023

Maka nilai DS tahun 2043, adalah :

$$DS_{2043} = Q_{smp\ 2043} / C$$

$$= 1807,95706 / 2651,74\ smp/jam$$

$$= 0,681800274\ smp/kendaraan/jam (C)$$

Tabel. 14 Tingkat Katagori Pelayanan (2043)

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 hamper 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

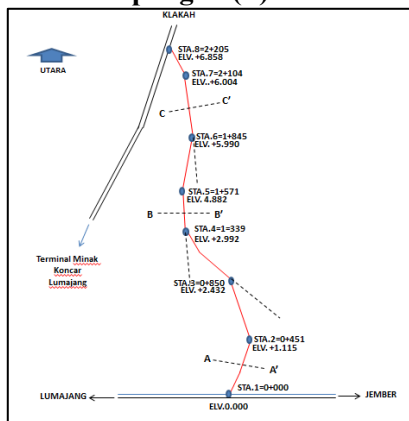
Sumber : Warpani, 1985 : 62

Dimana hasil nilai $DS_{2043} = 0,681800274$ smp/kendaraan/jam (C) adalah Dalam zone arus stabil pengemudi dibatasi dalam memilih kecepatan.

D. Data Geometrik Jalan

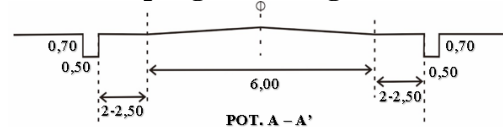
Pada jalur (*trace/rute*) lokasi penelitian adalah penampang melintang (*cross section*), penampang memanjang (*long section*) dan Kurve Horizontal (*alignment horizontal*).

➤ Data Elevasi (meter), Jarak (meter) dan Sudut simpangan (Δ).

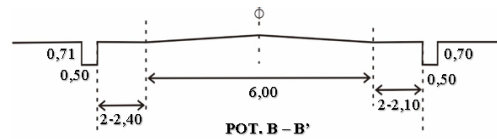


Gambar. 2 Lokasi Penelitian Tugas Akhir

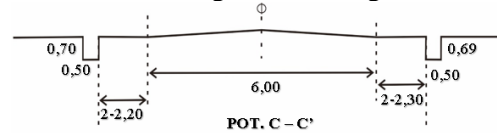
➤ Penampang Melintang (*cross section*)



Gambar. 3 Potongan Melintang A – A'



Gambar. 4 Potongan Melintang B – B'



Gambar. 5 Potongan Melintang C – C'

➤ Penampang Memanjang (*Long section*)

Untuk mengetahui penampang memanjang tersebut diperlukan data jarak (meter), Beda tinggi (meter) untuk menentukan elevasi (meter) masing – masing titik (STA).

Tabel. 15 Data Jarak (m), Beda tinggi (m) dan Elevasi (m)

TITIK/ STA	BEDA TINGGI (METER)	ELEVASI (METER)	JARAK (METER)
1		0.000	
2	1.115	1.115	451
3	1.328	2.443	399
4	548	2.991	489
5	1.891	4.882	232
6	1.108	5.990	274
7	54	6.044	259
8	814	6.858	101
Jumlah Jarak (meter)			2205

Sumber: Pengukuran dan Perhitungan, 2023

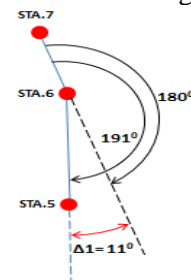
➤ Kurve Horizontal (*Alignment Horizontal*)

Pada penentuan sudut simpangan (Δ) diperlukan pengukuran sudut – sudut horizontal, dimana diperlukan 3 (tiga) titik (STA). Pada penelitian ini terdapat 3 (tiga) simpangan (Δ).

Tabel. 16 Penelitian 1 (titik 7,6 dan 5)

TITIK/ STA	TITIK ARAH STA	SUDUT TERBACA	SUDUT KOREKSI (Δ)	SUDUT SIMPANGAN ($\Delta 1$)
6	7			
	5	191	180	11

Sumber: Pengukuran dan Perhitungan, 2023



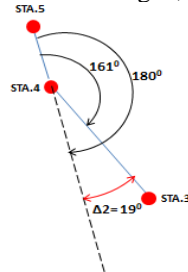
Gambar. 6 Sudut Simpangan Penelitian 1 ($\Delta 1$)

Sumber: Pengukuran dan Perhitungan, 2023

Tabel. 17 Penelitian 2 (titik 5,4 dan 3)

TITIK/ STA	TITIK ARAH STA	SUDUT TERBACA	SUDUT KOREKSI (Δ)	SUDUT SIMPANGAN (Δ_2)
4	5			
		161	180	19
	3			

Sumber: Pengukuran dan Perhitungan, 2023



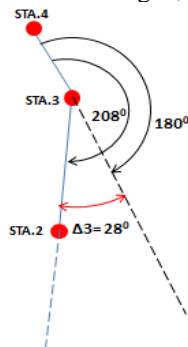
Gambar. 7 Sudut Simpangan Penelitian 2 (Δ_2)

Sumber: Pengukuran dan Perhitungan, 2023

Tabel. 18 Penelitian 3 (titik 4,3 dan 2)

TITIK/ STA	TITIK ARAH STA	SUDUT TERBACA	SUDUT KOREKSI (Δ)	SUDUT SIMPANGAN (Δ_3)
3	4			
		208	180	28
	2			

Sumber: Pengukuran dan Perhitungan, 2023



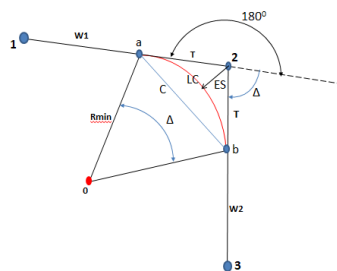
Gambar. 8 Sudut Simpangan Penelitian 3 (Δ_3)

Sumber: Pengukuran dan Perhitungan, 2023

➤ Perhitungan Lengkungan Horisontal

Pada penelitian ini didapat 3 (tiga) lengkungan atau alignment horizontal yaitu : Penelitian 1 (titik 7,6 dan 5), Penelitian 2 (titik 5,4 dan 3) dan Penelitian 3 (titik 4,3 dan 2).

Adapun persamaan rumus, sebagai berikut :



Gambar.9 Lengkungan Horisontal

Dimana :

Δ = Sudut Simpangan/ tikungan

LC = Panjang Lengkungan (meter)

C = Panjang Tali Busur (meter) = $a - b$

T = Panjang Tangent (meter) = $a - 2$ atau $2 - b$

ES = Panjang Pergeseran (meter)

Rmin = Panjang Jari-jari/Radius (meter) – minimum

W1 = Panjang $1 - a$ (meter)

W2 = Panjang $b - 3$ (meter).

Persamaan Rumus :

$$LC = \frac{\pi R \Delta}{180}$$

$$C = 2R \sin (\Delta/2)$$

$$T = R \tan (\Delta/2)$$

$$ES = T \tan (\Delta/4)$$

A. Perhitungan Lokasi Penelitian 1 (titik 7,6 dan 5), dimana utuk kelas Jalan I didapat $R = 350$ meter dan $\Delta_1 = 11^\circ$.

$$LC1 = \frac{\pi R \Delta}{180} = \frac{3,14 \times 350 \times 11}{180} = 67,161 \text{ meter}$$

$$C1 = 2R \sin (\Delta_1/2) = 2 \times 350 \sin(11^\circ/2)$$

$$T1 = R \tan (\Delta_1/2) = 350 \tan (11^\circ/2) = 33,701 \text{ meter}$$

$$ES1 = T \tan (\Delta_1/4) = 33,701 \tan (11^\circ/4) = 1,618 \text{ meter.}$$

Panjang titik 7 – titik 6 = 259 meter, panjang titik 6 – titik 5 = 274 meter, total panjang lengkungan lapangan = 533 meter. Maka lebih panjang dari perhitungan LC.1 analisa = 67, 161 meter (tidak perlu desain rute).

B. Perhitungan Lokasi Penelitian 2 (titik 5,4 dan 3), dimana utuk kelas Jalan I didapat $R = 350$ meter dan $\Delta_2 = 19^\circ$

$$LC.2 = \frac{\pi R \Delta}{180} = \frac{3,14 \times 350 \times 19}{180} = 116,005 \text{ meter}$$

$$C.2 = 2R \sin (\Delta_2/2) = 2 \times 350 \sin(19^\circ/2) = 115,533 \text{ meter}$$

$$T.2 = R \tan (\Delta_2/2) = 350 \tan (19^\circ/2) = 58.569 \text{ meter}$$

$$ES.2 = T \tan (\Delta_2/4) = 58,569 \tan (19^\circ/4) = 9, 801 \text{ meter.}$$

Panjang titik 5 – titik 4 = 232 meter, panjang titik 4 – titik 3 = 489 meter, total panjang lengkungan lapangan = 721 meter. Maka lebih panjang dari perhitungan LC.2 analisa = 116,005 meter (tidak perlu desain rute).

C. Perhitungan Lokasi Penelitian 3 (titik 4,3 dan 2), dimana untuk kelas Jalan I didapat R = 350 meter dan $\Delta 3 = 28^\circ$

$$LC.3 = \frac{\pi R \Delta}{180} = \frac{3,14 \times 350 \times 28}{180} = 170,955 \text{ meter}$$

$$C.3 = 2R \sin(\Delta/2) = 2 \times 350 \sin(28^\circ/2) = 169,345 \text{ meter}$$

$$T.3 = R \tan(\Delta/2) = 350 \tan(28^\circ/2) = 87,264 \text{ meter}$$

$$ES.3 = T \tan(\Delta/4) = 87,264 \tan(28^\circ/4) = 10,714 \text{ meter.}$$

Panjang titik 4 – titik 3 = 489 meter, panjang titik 3 – titik 2 = 888 meter, total panjang lengkungan lapangan = 567 meter. Maka lebih panjang dari perhitungan LC.3 analisa = 170,955 meter (tidak perlu desain rute).

4.5 Data dan Perhitungan Pavement Condition Index (PCI)

Perhitungan PCI dengan panjang jalan ± 2,2 meter didapat 17 segmen, dimana per segmen = 100 meter. Dengan data ini, berarti ada panjang 100 meter tidak ada kerusakan.

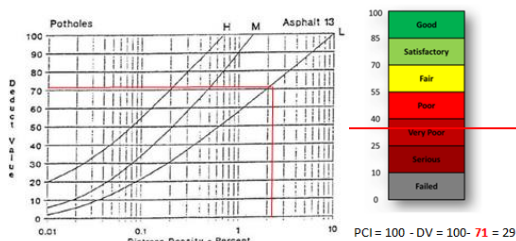
Perhitungannya :

$$\text{Density} = \text{as/as} \times 100 = (12,88/600) \times 100 = 71$$

(Lubang)

$$\text{PCI segmen 1} = 100 - 71 = 29$$

Dst



Gambar. 10 Perhitungan PCI

Sumber : Analisa perhitungan, 2023

Tabel. 19 Data Kondisi Jalan

Segmen	Jenis Kerusakan Yang Teridentifikasi Dan Nilai Density %			
	1 (Retak Buaya)	2 (Kegemukan)	13 (Lubang)	19 (Pelepasan Butir)
1		0	2,15	
2	0,7		0,27	
3	3,84		0,1	
4	0,2		0,59	0,2
5	3,4		0,1	0,09
6	2,6		0,42	1,5
7			0,29	0,9
8		0,32	0,4	0,6
9				0,6
10	0,8		0,1	0,80
11				2,1
12			0,4	
13			0,3	
14			0,9	1,78
15			0,3	0,18
16	0			
17			0,2	

Sumber : Analisa Data, 2023

Tabel. 20 Nilai PCI Jln. Kyai Syarifuddin, Wonorejo, Kec. Kedungjajang, Kab. Lumajang

No	Segmen	CDV	Nilai PCI	Rating
1	1	71	29	Buruk
2	2	8	92	Sempurna
3	3	21	79	Baik
4	4	8	92	Sempurna
5	5	20,3	79,7	Baik
6	6	19	81	Baik
7	7	5	95	sempurna
8	8	9	91	Sempurna
9	9	8	92	Sempurna
10	10	8	92	Sempurna
11	11	10	90	Sempurna
12	12	42	58	Baik
13	13	37	63	Baik
14	14	69	31	Buruk
15	15	38	62	Baik
16	16	0	100	Sempurna
17	17	30	70	Baik

Sumber : Analisa Data, 2023

4.6 Perhitungan Tebal Perkerasan Metode Bina Marga Tahun 2013

Untuk menghitung cakupan fleksibel menggunakan metode Bina-Marga 2013, ikuti langkah-langkah berikut:

- Menentukan umur rencana (UR) = 20 tahun
- Klasifikasi kendaraan dan nilai VDF standar
- Perhitungan ESA 20 dengan peningkatan trafik (i) = %
- Menghitung faktor pengganda pertumbuhan lalu lintas (R)
- Nilai pengganda multitraffic (TM) = 1,8 – 2,0
- Menentukan Rasio Distribusi Lintasan (DL) = 80% = 0,80
- Perhitungan CESA4, CESA5, ESA 20 Tahun
- Pemilihan tipe perkerasan jalan SAYA. Solusi Desain 2: Pondasi Jalan Minimal
- Pilihan fleksibel untuk desain jalan dengan biaya minimal
- Ketebalan lapisan perkerasan HRS, HRS Basis, dan LPA (struktur perkerasan).

Adapun perhitungan sebagai berikut :

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

Tabel. 21 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 digunakan akibat pelapisan ulang, misal : jalan perkotaan, underpass, jembatan, terowongan	
Perkerasan Kaku	Cement Treated Based	40
	Lapisan podasi atas, lapis pondasi bawah, lapis pondasi semen dan pondasi jalan	
Jalan Tanpa Penutup	Semen elemen	Minimum 10

Sumber: Bina Marga, 2013

Tabel. 22 Klasifikasi Kendaraan dan Nilai VDF4

JENIS KENDARAAN	VDF4
Kendaraan ringan (2 ton)	0,3
Bus Besar	1
Truk sumbu 2 as	0,8
Truk sumbu 3 as (berat)	7,6
Truk berat (Gandengan) Trailer	36,9

Sumber : Bina Marga, 2013

Tabel. 23 Pertumbuhan Lalu Lintas

	2011 – 2020	>2021 – 2038
Arteri dan Perkotaan (%)	5	4
Kolektor rurel (%)	3,5	2,5
Jalan Desa (%)	1	1

Sumber : Bina Marga, 2013

Faktor Pertumbuhan lalu lintas

1. Perhitungan R

R = faktor pengali pertumbuhan lalu lintas

i = 4% = 0,04

UR = 20 tahun

Dimana :

$$R = \frac{(1+0,01x i)^n - 1}{0,01 x i}$$

$$R = \frac{(1 + 0,01x 0,04)^{20} - 1}{0,01 x 0,04}$$

R = 2,8

2. Nilai Multi *Traffic Multiplier* (TM) = 1.8 – 2.0 , disini diambil rata-rata yaitu 1.9

3. Menentukan DL = 80%, = 0,80 dengan 2 lajur setiap arah (Tabel Faktor Distribusi Lajur).

Tabel. 24 Tabel Faktor Distribusi Lajur (DL)

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

Pada lokasi penelitian didapat jumlah 2 lajur, sehingga kendaraan pada setiap lajur desain (% Terhadap populasi kendaraan niaga) : 80 % =0,80.

4. Perhitungan CESA4, CESA5 dan ESA20

Tabel. 25 Jumlah Perkerasan Pada ESA 5 (20 Tahun)

Jenis Kendaraan	Jumlah	VDF.4	ESA.4 (VDF*Jumlah per hari)	CESA.4 ESA4*365*DL	ESA 5 CESA4*TM
Mobil pribadi, pick up, sedan, ambulance, mobil box	1923	0,3	576,9	471673,44	896179,536
Bus	6	1	6	4905,6	9320,64
Truk 2 as	1882	0,8	1505,6	1230978,56	2338859,264
Truk 3 as	425	7,6	3230	1629149,76	3095384,544
Truk gandeng/semi/trailer/Tan gki	54	36,9	1992,6	4463,424	8480,5056
Jumlah				Nilai ESA 20 Tahun	6348224,49

Sumber : Analisa data, 2023

Luas permukaan jalan 20 tahun ESA dapat ditentukan sebagai berikut: LHR 2023 x Load Equivalence Factor (VDF4) CESA 4 ditentukan dari Standard Axle Path Equivalence Factor (ESA4) harian x 365 x Traffic Improvement Multiplier (R). x 80% distribusi lajur (DL) = (0,80). Pada ESA 5 kerusakan perkerasan aspal ditentukan dari CESA 4x dan diperoleh nilai multitraffic multiplier (TM) mean = 1.9, angka dari ESA 20 = 6348224.49.

Tabel. 26 Pemilihan jenis perkerasan Pada ESA.20 untuk 20 tahun
 Sebesar = 6348224,49

Struktur Perkerasan	Desain	ESA 20 Tahun (Juta)				
		(Pangkat 4 kecuali disebutkan lain)				
		0 - 0,5	1,0 - 4,0	4,0 - 10	10,0 - 30	> 30
Perkerasan kaku dengan Lalu lintas padat	4					
Perkerasan kaku dengan Lalu lintas rendah desa dan perkotaan	4A					
AC WC modifiaksi atau SMA modifiaksi CBT (pangkat)	1			1-2		
AC dengan CBT (pangkat 5)	1			1-2		
AC tebal >100 dengan lapis pondasi berbutir (pangkat 5)	3A					
AC dan HRS tipis diatas lapis pondasi berbutir	3			1-2		
Burda atau Burtu dengan LPA kelas A atau batuan asli	Gambar			1-2		
Lapis pondasi soil cement	6					
Perkerasan tanpa penutup	6					

Sumber : Hasil Perhitungan, 2023

i. Solusi desain pondasi jalan minimum

Tabel. 27 Solusi Desain 2 Pondasi Jalan minimum dengan CBR/DCPT didapat 32,91 % (hasil pengamatan langsung).

CBR Tanah Dasar	Kelas Kekuatan Tanah Dasar	Prosedur desain pondasi	Deskripsi struktur pondasi jalan	Jalu lintas lajur desain umur rencana 40 tahun (juta CESA)				
				<2	2-4	>4		
2,6	SG6	A	Perbaikan tanah dasar meliputi bahan stabilisasi kapur atau tmbunan pilihan (pemadatan bertapis s200 mm tebal lapis)	Tidak perlu peningkatan				
5	SG5			100	150	200		
4	SG4			150	200	300		
3	SG3			175	250	350		
2,5	SG2,5			400	500	600		
Tanah ekspansif (potential swell=5%)				AE				
Perkerasan lentur diatas tanah lunak ¹		SG1 aluvial ¹	B	Lapis penopang (capang layer) ^{2(RH)}	1000	1100	1200	
				Alau lapis penopang dan geogrid ^{2(RH)}	650	750	850	
Tatah gambut dengan HRS atau perkerasan Burda untuk jalan kecil (nilai minimum – peraturan lain digunakan)				D	Lapis penopang berbutir ^{2(RH)}	1000	1250	1500

- (1) Nilai CBR leoncor CBR rentaman tidak relevan
- (2) Datas lapis penopang harus disesuaikan memiliki nilai CBR ekuivalen 2,5%
- (3) Keterangan tambahan mungkin berlaku, desain harus mempertimbangkan semua isu kritis
- (4) Tebal lapis penopang dapat dikurang 300 mm jika tanah asli didapatkan (arah tanah kering pada saat konstruksi)
- (5) Ditanda oleh kepatatan yang rendah dan CBR lapangan yang rendah di bawah daerah yang didapatkan

Tabel. 28 Desain Perkerasan Lentur

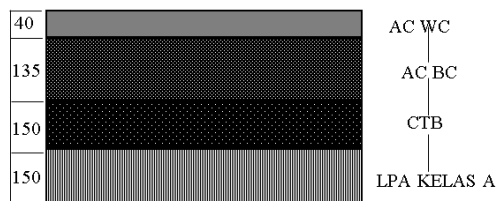
Bagan Desain 3: Desain Perkerasan Lentur opsi biaya minimum termasuk CTB¹

Peningkatan beban aluvial desain 20 tahun (epherical di jalur desain)(tingkat 5) (10 ⁶ CESA _u)	STRUKTUR PERKERASAN							
	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8
	Liniat desain S & S							
	< 0,5	0,5 – 2,0	2,0 – 4,0	4,0 – 30	30 – 50	50 – 100	100 – 200	200 – 500
Jenis permukaan perkerasan	HRS, SS, atau Permac		HRS (B)		AC, atau AC ₁		AC ₂	
Jenis lapis Pondasi dan lapis Pondasi bawah	Lapis Pondasi Berbutir A				Cement Treated base (CTB) (= cement treated base A)			
KETEBALAN LAPIS PERKERASAN (mm)								
HRS W/C	30	30	30	40	40	40	50	50
HRS Base	35	35	35	135	135	135	185	220
AC W/C				40	40	40	50	50
AC BC				135	135	135	185	220
CTB atau LPA Kelas A	150	250	250	150	150	150	150	150
LPA Kelas A, LPA Kelas B atau kelas aluvial atau lapis stabilisasi dengan CBR >10%	150	125	125					

¹ Keterangan ketebalan struktur Pondasi sebagai berikut: 2) juga berlaku
² Lapisan Desain LPA, minimal maksimum harus 20 mm untuk tebal lapisan 100 – 150 mm atau 25 mm untuk tebal lapisan 125 – 150 mm
³ Nilai Design 4 untuk nilai perkerasan atau untuk nilai perkerasan yang rendah
⁴ Hanya kombinasi yang cukup bermanfaat dan memiliki dasar terapan yang sesuai dan kualitas yang dijalin menggunakan pelekolan CTB. LWC dapat digunakan sebagai pengganti CTB untuk selektor di zona kontrol atau jika disetujui oleh inspektur
⁵ AC BC harus dituang dengan tebal pipat minimum 50 mm dan maksimum 80 mm
⁶ AC BC harus dituang dengan tebal pipat minimum 50 mm dan maksimum 80 mm
⁷ AC BC harus dituang dengan tebal pipat minimum 50 mm dan maksimum 80 mm
⁸ AC BC harus dituang dengan tebal pipat minimum 50 mm dan maksimum 80 mm

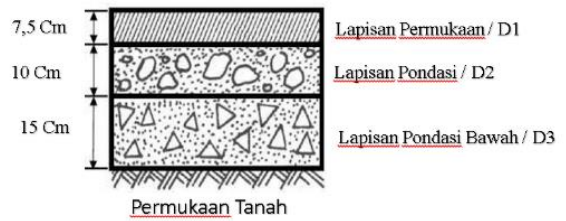
Untuk menentukan nilai desain perkerasan lentur 2013 di ambil dari jumlah ESA 5 = 6348224,49 di karenakan nilai berada di antara 4 juta – 40 juta pada tabel 4.27 diatas, maka setiap lapisan sebagai berikut :

- AC WC = 40 mm = 4 cm
- AC BC = 135 mm = 13,5 cm
- CTB = 150 mm = 15 cm
- LPA kelas A = 150 mm = 15 cm



Gambar. 11 Struktur Perkerasan dengan tebal 47,5 cm

Pada perhitungan tebal perkerasan dengan metode Bina marga 2013 didapat tebal = 47,5 cm. Untuk eksisting dilapangan adalah Analisa komponen, terdapat tebal = 32,5 – 34,00 cm.



Gambar. 12 Kondisi Eksisting dilapangan

V KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Penilaian kondisi kerusakan dengan metode PCI dan tebal perkerasan lentur yang dilakukan pada jalan KH.Syarifudin Lumajang dilakukan survey langsung (primer) sepanjang 2,205 kilometer berupa pengamatan LHR, CBR/DCPT =32,91 % dan jenis- jenis kerusakan pada jalannya. Berdasarkan hasil seluruh pembahasan yang telah diuraikan pada penelitian ini, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Kinerja Jalan (DS) tahun 2023 = 0,253 (B) dan rencana usia 20 tahun dengan perkembangan lalu lintas (i) = 5% didapat DS 2043= 0,681 (C)
2. Kondisi perkerasan dan nilai PCI pada jalan KH.Syarifudin Lumajang terdapat empat jenis kerusakan yakni : - Lubang (6,48%) - Pelepasan butir (4,33%) - Retak Buaya (11,52%) dan Kegemukan (0,32%) maka ruas jalan ini termasuk dalam program pemeliharaan rutin.
3. Pada perhitungan tebal perkerasan lentur (flexible pavement) dengan metode Bina Marga 2013 didapat Lapisan AC WC = 4 cm, AC BC = 13,5 cm, CTB = 15 cm dan LPA kelas A = 15 cm dengan total tebal perkerasan = 47,5 CM

B. Saran

Adapun saran dari hasil penelitian ini didapatkan sebagai berikut :

1. Pada penelitian selanjutnya, tidak hanya survei visual terhadap kondisi jalan dan bahu jalan. Hal ini mengingat pada jalan ini merupakan jalan alternatif antar kabupaten (Jember – Probolinggo).
2. Perbaikan jalan dilakukan overlay atau perbaikan lapisan permukaan AC WC dan AC BC.
3. Selain perbaikan jalan perlunya penambahan lampu penerangan (PJU) pada Jalan

KH.Syarifuddin untuk memberi kenyamanan, keselamatan dan keamanan pengguna jalan.

DAFTAR PUSTAKA

- Alamsyah, Alik Ansyori, Ir, MT., “Rekayasa Jalan Raya”, Universitas Muhammadiyah Malang Press, Malang, 2001
- ASTM D6433. 2007. Standard Practice for Roads and Parking Lots Pavement Condition Index Surveys, ASTM International, West Conshohocken.
- Dinas Pekerjaan Umum. 1991. Tata Cara Pemeliharaan Perkerasan Kaku (Rigid Pavement) No. 10/T/BNKT/1991 Direktorat Jenderal Bina Marga . Jakarta.
- Direktorat Jenderal Bina Marga Dep. PU dan TL.,, 1997, *Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota*, Jalan No. 038/TBM/1997, Jakarta.
- Direktorat Jenderal Bina Marga, 1997, *Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI)*, Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta.
- Dinas Pekerjaan Umum.2013.Manual Desain Perkerasan Jalan (No.02/M/Bm/2013), Direktorat Jenderal Bina Marga, Jakarta.
- Dede, Sahbana Hasibuan. 2018, Analisa Kerusakan Pada Lapisan Jalan Perkerasan Rigid Dengan Metode Bina Marga dan Metode PCI (Pavement Condition Index)
- Gufron, A., Irawati, I., & Abadi, T. (2018). PERENCANAAN ALTERNATIF JALAN BEBAS HAMBATAN DENGAN FLEXIBLE PAVEMENT METODE BINA MARGA 2013 DAN RENCANA ANGGARAN BIAYA TOL PASURUAN–PROBOLINGGO KM 3–KM 10. *Jurnal Rekayasa Infrastruktur Hexagon*, 3(1).
- Manfaluti, A. L., Irawati, I., & Daryanto, D. (2020). EVALUASI KERUSAKAN PERKERASAN JALAN RAYA BERBASIS WEB SERVICE MAPPING & SOLUSINYA. *Jurnal Rekayasa Infrastruktur Hexagon*, 5(2), 101-113.
- Maulana, G. A., & Hamduwibawa, R. B. (2017). PERENCANAAN GEOMETRIK DAN PERKERASAN LENTUR (Study Kasus: Jalur Jalan Lintas Selatan Sta. 75+ 200–Sta. 83+ 510 Desa Mulyorejo Kecamatan Silo Kabupaten Jember). *Jurnal Rekayasa Infrastruktur Hexagon*, 2(1).
- Mawaddah, F. N., Irawati, I., & Manggala, A. S. (2023). Evaluasi Kinerja Jalan Dan Perbandingan Beberapa Desain Perkerasan Jalan Dengan Metode Bina Marga 2017. *Jurnal Smart Teknologi*, 5(1), 1-9.
- Noor Salim, 2015 “Perkerasan Jalan Raya”, Universitas Muhammadiyah Jember
- Raihan, R., Abadi, T., & Irawati, I. (2016). Evaluasi Geometrik dan Struktur Jalan Rel Kereta Api Pada Stasiun Jember–Rambipuji Dan Arjasa. *Jurnal Rekayasa Infrastruktur Hexagon*, 1(1).
- Shahin M. Y. 1994, *Pavement Management for Airpor, Road and Parking Lots*, Chapman & Hall, New York.