

PERENCANAAN PENINGKATAN JALAN RAYA BANDONGAN KM. 1+000 S.D. KM. 3+000 DI KABUPATEN MAGELANG

Muh. Ikhwanul Kirom¹, Woro Partini Maryunani², Evi Puspitasari³

¹Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil Untidar, ^{2,3}Dosen Program Studi Teknik Sipil Untidar
Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Tidar

Jl. Kapten Suparman No.39, Tuguran, Potrobangsari, Kec. Magelang Utara, Kota Magelang,
56116, Jawa Tengah, Indonesia

Email : ikhwanulkirom25@gmail.com, maryunani_woro@yahoo.co.id,
evi.puspitasari@untidar.ac.id

ABSTRAK

Permasalahan karena adanya konflik kendaraan di jalan Raya Bandongan diakibatkan oleh faktor-faktor teknis jalan seperti rendahnya kapasitas dan kurang optimalnya perencanaan geometrik jalan sebelumnya. Kondisi tersebut akan menghasilkan tingkat pelayanan kinerja jalan yang buruk. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui kinerja pada kondisi eksisting sesuai PKJI 2014, menghitung kinerja jalan untuk umur 10 tahun kedepan dan merencanakan peningkatan jalan guna meningkatkan kapasitas jalan eksisting. Metode penelitian ini menggunakan Pedoman Kinerja Jalan Indonesia 2014 dan Manual Desain Perkerasan Jalan 2017. Berdasarkan analisa kinerja jalan pada ruas jalan tersebut memiliki tipe jenis jalan yang belum sesuai dengan spesifikasi dan kriteria jenis jalan provinsi dan menurut hasil perhitungan kinerja jalan untuk umur rencana 10 tahun dihasilkan nilai derajat kejenuhan yang semakin tinggi setiap tahunnya melebihi 0,85 yang artinya arus lalu lintas meningkat setiap tahunnya dan kinerja jalan yang akan semakin memburuk, maka diperlukan adanya peningkatan jalan sesuai PKJI 2014 sebagai syarat yang telah ditetapkan. Berdasarkan perencanaan yang telah dilakukan perlu adanya perencanaan peningkatan jalan berupa pelebaran pada jalan dan bahu jalan dengan menggunakan perkerasan lentur dengan lebar jalan semula 5 m menjadi 7 m dan lebar bahu jalan 1 m di setiap sisinya untuk menghasilkan lebar efektif guna meningkatkan kinerja dan kapasitas jalan.

Kata kunci : Kinerja Jalan, Daya Dukung Tanah, Pelebaran Jalan, PKJI 2014

ABSTRACT

Problems due to vehicle conflicts on street Raya Bandongan caused by road technical factors such as low capacity and lack of optimizing the geometric planning of the previous road. These conditions will resulting in poor road performance service levels. The purpose of this research to determine the performance in the existing conditions according to the 2014 PKJI, calculate road performance for the next 10 years and planning road improvements to increase the capacity of the existing road. This research method uses 2014 Indonesian Road Performance Guidelines and Road Pavement Design Manual 2017. Based on the analysis of road performance on this road section, the types of roads are not in accordance with the specifications and criteria for the types of provincial roads and according to the results of road performance calculations for a planned life of 10 years. Resulting in a higher degree of saturation every year exceeding 0.85 which means that traffic flow increases every year and road performance which will get worse, it is necessary to increase the road according to PKJI 2014 as a predetermined condition. Based on the planning has been carried out, it is necessary to plan for road improvement in the form of widening on roads and shoulders by using flexible pavement with a road width of 5 m from 7 m and a shoulder width of 1 m on each side for produce effective width to improve road performance and capacity.

Keyword: Road Performance, Soil Carrying Capacity, Raod Widening, 2014 PKJI

PENDAHULUAN

Bagian terpenting dari pengaturan transportasi darat yaitu jalan, serta kehadirannya diperlukan guna menunjang kelajuan lalu lintas dan pembangunan ekonomi. Ketersediaan jalan yang baik akan melayani kendaraan untuk meningkatkan aksesibilitas di daerah tersebut. Perubahan dan perkembangan suatu wilayah didasari dari 3 faktor, ialah faktor penduduk, faktor aktivitas atau kegiatan dan faktor pergerakan penduduk antar kegiatan. Pertambahan jumlah penduduk dan perkembangan kegiatan dapat mempengaruhi terjadinya peningkatan kebutuhan ruang. Hal ini sering mengakibatkan perubahan fisik pada jalan dan penggunaan lahan (Aldilase, Tamara, Narayudha, & Kushardjoko, 2014).

Kondisi jalan mempunyai waktu layanan yang akan menurun seiring bertambahnya waktu, dari segi kualitas layanan ataupun keadaan struktural. Padahal, jumlah kendaraan di Indonesia terus bertambah. Pertambahan ini meningkatkan lalu lintas yang mengakibatkan berkurangnya pelayanan karena berkurangnya kinerja jalan, sehingga perlu dilakukan upaya untuk memaksimalkan kinerja ruas jalan raya agar tidak terjadi konflik-konflik yang akan menyebabkan kemacetan (Rahmansyah & Irfansyah, 2015).

Kabupaten Magelang terletak di Jawa Tengah dengan pertumbuhan kendaraan sebesar 1.268.396 pada tahun 2017 dan 1.274.881 pada tahun 2018, serta berkembang pesat setiap tahun dengan jumlah penduduknya (BPS,2017). Selain itu, Kabupaten Magelang juga memiliki potensi dalam bidang wisata, bidang pendidikan dan perdagangan. Dalam bidang pendidikan taraf pendidikan di Kota Magelang masih unggul ketimbang daerah disekitar Kota Magelang. Dilihat dari kondisinya dengan segala aktivitas sosial, ekonomi, pemerintah dan pariwisata serta pertambahan penduduk yang pesat akan memicu aktivitas penduduk itu

sendiri sehingga akan meningkatkan tuntutan lalu lintas dan pertumbuhan transportasi di Kabupaten Magelang.

Ruas jalan Raya Bandongan merupakan ruas jalan strategis yang menghubungkan antara Kota dan Kabupaten Magelang. Namun pada jalan ini memiliki ukuran lebar jalan yang sempit sehingga akan mengurangi dalam menampung laju kendaraan yang datang dan pergi di jalan Raya Bandongan. Selain itu, kondisi struktur perkerasannya mengalami penyusutan mutu jalan yang mengakibatkan deformasi perkerasan lentur di jalan Raya Bandongan menjadikan jalan retak dan berlubang. Perlu diketahui bahwa pada ruas jalan ini wilayah komersial seperti adanya pasar, pertokoan, perbankan, terminal dan sekolah yang mana sering menimbulkan konflik kendaraan berupa banyaknya pengguna jalan yang belum mematuhi tata tertib peraturan, adanya kendaraan yang sembarangan parkir di badan jalan sehingga konflik-konflik tersebut bisa mengganggu kelancaran lalu lintas yang dapat menyebabkan kemacetan dan memakan waktu yang cukup lama saat kendaraan sedang menuju ke ruas jalan ini.

Berdasarkan masalah yang muncul pada ruas jalan Raya Bandongan Kabupaten Magelang maka perlu adanya penelitian mengenai peningkatan kapasitas jalan melalui pelebaran jalan guna meningkatkan kuantitas dan kualitas pada ruas jalan Raya Bandongan. Secara garis besar penelitian ini dilakukan buat meneliti dan merencanakan kembali mutu jalan yang mencakup pelebaran jalan untuk umur rencana 10 tahun ke depan. Adapun penelitian mempunyai tujuan diantaranya seperti berikut: (1). Mengetahui kinerja jalan Raya Bandongan pada kondisi eksisting sesuai PKJI 2014; (2). Menghitung kinerja jalan sesuai PKJI 2014 sebagai dasar rancangan umur 10 tahun yang akan datang; (3). Merencanakan peningkatan jalan dengan pelebaran jalan guna meningkatkan kapasitas jalan eksisting.

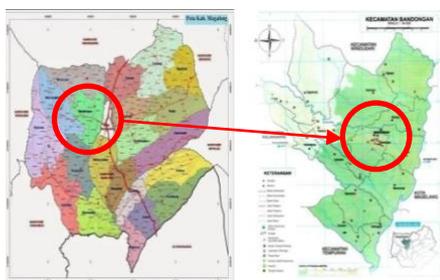
METODE PENELITIAN

Metode penelitian ini menggunakan PKJI 2014 untuk pengumpulan data memakai metode survei untuk memperoleh fakta dan mencari keterangan secara faktual. Metode survei dievaluasi serta diperbandingkan, kemudian hasil penelitian untuk perancangan dan pengambilan keputusan di waktu mendatang.

Dalam merencanakan perhitungan peningkatan jalan ini mengacu pada Manual Desain Perkerasan Jalan 2017.

LOKASI PENELITIAN

Kegiatan penelitian di ruas jalan Raya Bandongan KM 1+000 s.d KM 3+000 Kabupaten Magelang yang termasuk kategori jalan provinsi penghubung antar kota dan kabupaten juga adanya suatu titik pusat aktifitas kegiatan orang banyak. Lebih spesifiknya ditunjukkan dalam gambar berikut:



Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian

PENGUMPULAN DATA

Pada penelitian data-data diperoleh meliputi data primer dan data sekunder. Diperolehnya data primer dari hasil survei kondisi eksisting jalan Raya Bandongan meliputi kondisi geometrik, daya dukung tanah serta kapasitas kendaraan. Data sekunder merupakan data pelengkap guna menghitung pertumbuhan kendaraan di tahun 2031 yang didapatkan dari lembaga atau instansi terkait.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kinerja Jalan

Volume Kendaraan

Volume kendaraan tersebut untuk menghitung LHR di ruas jalan yang di survei. LHR dihitung dengan rumus sebagai berikut (Sukirman,1999).

$$LHR = \frac{\text{Jumlah lalu lintas selama pengamatan}}{\text{Lamanya pengamatan}}$$

Waktu pelaksanaan survei dilakukan di pagi (jam 06.00 s.d. 08.00 WIB), siang (jam 11.00 s.d. 14.00 WIB) dan sore (jam 16.00 s.d. 18.00 WIB).

Volume kendaraan pada ruas jalan didapatkan dari hasil kumulatif data lalu lintas dan LHR jalan terdapat pada tabel berikut:

Tabel 1. Kumulatif Arus Lalu Lintas di Jalan Raya Bandongan

Hari, Tanggal	Waktu	Kend/jam	Skr/jam
Minggu, 7 Februari 2021	Pagi 06.00-08.00	1976	1267,6
	Siang 12.00-14.00	2543	1326,2
Februari 2021	Sore 16.00-18.00	2910	1517,3
	Total	7429	4111,1
Senin, 8 Februari 2021	Pagi 06.00-08.00	3786	1789,4
	Siang 12.00-14.00	2654	1484,3
Februari 2021	Sore 16.00-18.00	4471	2219,2
	Total	10911	5492,9

Sumber: Analisis tahun 2021

Tabel 2. LHR Jalan Raya Bandongan

Minggu, 7 Februari 2021				
Keterangan	MC	LV	HV	UM
Volume (kend/jam)	1012,8	208,5	9	7,8
Total	1238			
Volume (skr/jam)	405,1	208,5	63,8	7,8
Total	685,2			
Senin, 8 Februari 2021				
Keterangan	MC	LV	HV	UM
Volume (kend/jam)	1529,3	266,5	20,8	1,8
Total	1819			
Volume (skr/jam)	611,7	266,5	35,4	1,8
Total	915,5			

Sumber: Analisis tahun 2021

Menurut Tabel 2 bisa diketahui LHR jalan Raya Bandongan di tanggal 7 Februari 2021 adalah 685,2 skr/jam dan di tanggal 8 Februari 2021 adalah 915,5 skr/jam.

Analisis Kinerja Jalan

Pertumbuhan Lalu Lintas 10 Tahun ke Depan

Perhitungan terkait dihitung dari nilai jumlah kendaraan. Menurut data BPS pada tahun 2019 sejumlah 433870 kendaraan dan pada tahun 2020 sejumlah 457023 kendaraan (BPS Kabupaten Magelang, 2021). Untuk lebih jelasnya dapat dilihat perhitungan berikut:

$$i = \frac{LHRn-1 - LHRn}{LHRn-1} \times 100\%$$

Langkah perhitungan:

$$i = \frac{457023 - 433870}{433870} \times 100\% = 5,1\%$$

Perhitungan hasil tersebut menunjukkan laju angka pertumbuhan (i) tahunan adalah 5,1%.

Tabel 3. Hasil Perhitungan Kinerja Jalan

Kondisi eksisting			
Tahun	Kapasitas	Arus Lalulintas	Derajat kejenuhan
2021	2484,3	1600,7	0,64
2022	2484,3	1682,3	0,68
2023	2484,3	1768,1	0,71
2024	2484,3	1858,3	0,75
2025	2484,3	1953,0	0,79
2026	2484,3	2052,6	0,83
2027	2484,3	2212,1	0,89
2028	2484,3	2267,4	0,91
2029	2484,3	2383,0	0,96
2030	2484,3	2504,5	1,01
2031	2484,3	2632,3	1,06

Sumber: Analisis tahun 2021

Menurut tabel diatas, arus lalu lintas meningkat setiap tahunnya, sedangkan nilai kapasitas yang tetap maka akan berpengaruh pada kepadatan kendaraan setiap tahunnya dengan nilai derajat kejenuhan meningkat maka akan memperburuk kinerja ruas jalan tersebut.

Peningkatan Jalan

Analisa Lalu Lintas Rata-rata Jenis Kendaraan

Arus lalu lintas rata-rata jenis kendaraan pada ruas jalan Raya Bandongan didapatkan dari Dinas Bina Marga dan Cipta Karya Provinsi Jawa Tengah.

Tabel 4. Perhitungan SKR Lalu Lintas Rata-rata Jenis Kendaraan Tahun 2021

No	Jenis Kendaraan	LHRTi (knd/hari)	EKR	LHRTi x EKR (skr/hari)	Faktor k	LHRTi x EKR (skr/jam)
1	Sepeda Motor	190304	0,4	76121,6	0,08	6089,73
2	Mobil Penumpang/Pick up	20843	1,7	35433,1	0,08	2834,65
3	Bus Kecil	0	1,7	0	0,08	0,00
4	Truk Kecil Ringan 2 Sumbu	582	3,2	1862,4	0,08	148,99
5	Truk Besar Sedang 2 Sumbu	1399	3,2	4476,8	0,08	358,14
Jumlah				117893,9		9431,51

Sumber: Analisis tahun 2021

Pertumbuhan Lalu Lintas Rata-rata Jenis Kendaraan (R)

Perhitungan peningkatan rata-rata lalu lintas untuk setiap jenis kendaraan dilakukan agar mengetahui nilai beban standar kumulatif (CESA) dengan membandingkan rerata peningkatan total jenis kendaraan per tahun.

Tabel 5. Perhitungan Skr Lalu Lintas Rata-rata Jenis Kendaraan Tahun 2021

No	Jenis Kendaraan	Th. 2020-2021	Pertumbuhan rata-rata (i) %
1	Sepeda Motor	69,95	34,97
2	Mobil Penumpang/Pick up	71,32	35,66
3	Bus Kecil	0	0
4	Truk Kecil Ringan 2 Sumbu	59,79	29,90
5	Truk Besar Sedang 2 Sumbu	54,25	27,13

Sumber: Analisis tahun 2021

Dalam pedoman manual desain perkerasan jalan 2017 untuk perhitungan faktor rerata peningkatan kendaraan untuk setiap jenis kendaraan pada tahun 2020-2021 dengan data pertumbuhan kendaraan setiap jenis kendaraan dan umur yang direncanakan digunakan rumus:

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

Langkah Perhitungan :

Jenis kendaraan : Sepeda Motor
 Umur rencana (UR) : 10 tahun
 Pertumbuhan rata-rata lalu lintas : 34,97%

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

$$= \frac{(1+0,01(0,3497))^{10} - 1}{0,01(0,3497)}$$

$$= 10,16$$

$$LHRT_{10TH} = LHRT_{2020} (1+R)^{n-1}$$

$$= 6089,73 (1+10,16)^{10-1}$$

$$= 16337,08 \text{ skr/jam}$$

Tabel 6. Perhitungan Lalu Lintas Rata-rata Jenis Kendaraan Umur Rencana 10 Tahun

No	Jenis Kendaraan	LHRTi x EKR (skr/jam)	Umur Rencana 10TH	
			R	LHRTT
1	Sepeda Motor	6089,73	10,16	16337,08
2	Mobil Penumpang/Pick up	2834,65	10,16	7623,98
3	Bus Kecil	0	0	0
4	Truk Kecil Ringan 2 Sumbu	148,99	10,14	392,22
5	Truk Besar Sedang 2 Sumbu	358,14	10,12	933,33
	Jumlah	9431,51		25286,61

Sumber: Analisis tahun 2021

Faktor Distribution Direction (DD) dan Distribution Lane (DL)

Tabel 7. Faktor Distribution Direction (DD) dan Distribution Lane (DL)

Jumlah lajur setiap arah	Kend. niaga pada lajur desain (% terhadap populasi kend. Niaga)
1	100
2	80
3	60
4	50

Sumber: Bina Marga 2017

Pada tabel tersebut total lajur 1 tiap arah diambil untuk memperoleh kendaraan niaga di lajur rencana sebesar 100% dari populasi.

Cumulatif Equivalent Single Axle (CESA₄)

Rumus yang digunakan dalam menghitung CESA₄ dengan masa umur rencana 10 tahun sebagai berikut:

$$ESA_{TH-1} = (\sum LHR_{JK} \times VDF_{JK}) \times 365 \times DD \times DL \times R$$

Langkah perhitungan :

Jenis kendaraan : Truk Kecil Ringan 2 Sumbu
 VDF_{JK} : 0,8

$$ESA_{TH-1(4)} = (\sum LHR_{JK} \times VDF_{JK}) \times 365 \times DD \times DL \times R$$

$$= (392,22 \times 0,8) \times 365 \times 0,5 \times 1 \times 10,14 = 58040703,381$$

CESA₄ = Kumualtif beban sumbu standar ekuivalen selama umur rencana
 = ESA₄ Sepeda Motor + ESA₄ MPU/Pick Up + ESA₄ Bus Kecil + ESA₄ Truk Kecil Ringan 2 Sumbu + ESA₄ Truk Kecil Sedang 2 Sumbu

$$CESA_4 = 0 + 0 + 0 + 58040703,381 + 275883324,103 = 333924027,483$$

Berdasarkan perhitungan diperoleh nilai CESA₄ dengan umur yang direncanakan 10 tahun sebesar 333924027,483.

Traffic Multiplier (TM)

Lapis aspal pada keadaan (*overloaded*) di Indonesia antara 1,8 sampai 2. Untuk menentukan nilai *traffic multiplier* diambil nilai tengahnya adalah 1,9.

Cumulatif Equivalent Single Axle (CESA₅)

Rumus yang digunakan dalam menghitung CESA₅ dengan masa umur rencana 10 tahun sebagai berikut:

$$CESA_5 = TM \times CESA_4$$

Langkah Perhitungan :

$$CESA_5 = 1,9 \times 333924027,483$$

$$= 634455652,218$$

Daya Dukung Tanah Perhitungan CBR

Menurut nilai uji DCP (*Dynamic Cone Penetrometer*) mempunyai perbedaan rumus pada rumus log (CBR) tergantung pengambilan dari sumber terkait. Membandingkan nilai besarnya CBR

menurut data lapangan dihitung ulang CBR dari nilai uji DCP dengan beda rumus.

1) Menghitung CBR dengan Pedoman Bahan Kontruksi Sipil 2007.

Pengelolaan CBR dari data sekunder memakai hubungan nilai CBR dan DCP pada persamaan logaritma model kerucut 60° menggunakan rumus:

$$\text{Log}(\text{CBR}) = 2,8135 - 1,313 \text{ Log} (\text{DCPI})$$

Tabel 8. Pengujian DCP pada STA 1+600

Tumbukan (N)	Data Lapangan		Perhitungan		
	Pembacaan Mistar (mm)	Penurunan (DCPI) mm/blow	Nilai CBR		$h\sqrt[3]{\text{CBR}}$
			Log CBR	CBR	
0	0,000	0,000	0,000	1,000	0,000
1	8,800	8,800	1,573	37,445	29,441
2	31,500	22,700	1,033	10,790	50,162
3	56,300	24,800	0,983	9,607	52,721
4	79,900	23,600	1,011	10,253	51,270
5	95,200	15,300	1,258	18,113	40,181
6	112,400	17,200	1,191	15,533	42,915
7	135,800	23,400	1,016	10,369	51,026
8	159,900	24,100	0,999	9,975	51,879
9	175,500	15,600	1,247	17,657	40,623
Jumlah		175,500			410,217
Nilai CBR yang mewakili			12,771		

Sumber: Analisis tahun 2021

Menghitung DCP menjadi CBR :

1. Penurunan (DCPI) = Bacaan mistar kedua – Bacaan mistar pertama

$$= 8,800 - 0,000$$

$$= 8,800 \text{ mm/tumbukan}$$

2. $\text{Log CBR} = 2,8135 - 1,313 \text{ Log} (\text{DCPI})$

$$= 2,8135 - 1,313 \text{ Log} (8,800)$$

$$= 1,573$$

3. $\text{CBR} = 10^{\text{Log CBR}}$

$$= 10^{1,573}$$

$$= 37,445$$

4. $h\sqrt[3]{\text{CBR}} = 8,800 \sqrt[3]{37,445}$

$$= 29,441$$

5. Menghitung nilai CBR yang mewakili setiap titik uji

$$\text{CBR titik pengamatan} = \left\{ \frac{h_1\sqrt[3]{\text{CBR}_1} + \dots + h_n\sqrt[3]{\text{CBR}_n}}{\text{Jumlah Penurunan DCPI}} \right\}^3$$

Keterangan :

$$H_n = \text{Hasil dari } h\sqrt[3]{\text{CBR}}$$

Jumlah Penurunan DCPI = Tebal total penurunan lapisan tanah yang diamati dalam (cm)

CBR_n = Hasil dari perhitungan CBR

Jadi, perhitungannya :

$$= \left\{ \frac{h_1\sqrt[3]{\text{CBR}_1} + h_2\sqrt[3]{\text{CBR}_2} + h_3\sqrt[3]{\text{CBR}_3} + h_4\sqrt[3]{\text{CBR}_4} + h_5\sqrt[3]{\text{CBR}_5}}{\text{Jumlah Penurunan DCPI}} \right\}^3$$

$$= \left\{ \frac{h_6\sqrt[3]{\text{CBR}_6} + h_7\sqrt[3]{\text{CBR}_7} + h_8\sqrt[3]{\text{CBR}_8} + h_9\sqrt[3]{\text{CBR}_9} + h_{10}\sqrt[3]{\text{CBR}_{10}}}{\text{Jumlah Penurunan DCPI}} \right\}^3$$

$$= \left\{ \frac{0 + 29,441 + 50,162 + 52,721 + 51,270 + 40,181 + 42,915 + 51,026 + 51,879 + 40,623}{0 + 8,8 + 22,7 + 23,8 + 23,6 + 15,3 + 17,2 + 23,4 + 24,1 + 15,6} \right\}^3$$

$$= \left\{ \frac{410,217}{175,5} \right\}^3$$

$$= 12,771\%$$

Tabel 9. Nilai CBR dengan Pedoman Bahan Konstruksi Sipil 2007

STA	CBR (%)
1+000	13,959
1+200	12,492
1+400	13,851
1+600	12,771
1+800	12,990
2+000	14,226
2+200	12,424
2+400	12,090
2+600	14,158
2+800	14,502
3+000	14,332

Sumber: Analisis tahun 2021

2) Menghitung CBR dengan rumus NCDOT

Pengolahan CBR dari data sekunder memakai hubungan nilai CBR dan DCP pada persamaan logaritma model dengan agregat material tanah dasar dan kohesif menggunakan rumus:

$$\text{Log}(\text{CBR}) = 2,60 - 1,07 \text{ Log} (\text{DCPI})$$

Tabel 10. Pengujian DCP pada STA 1+600

Tumbukan (N)	Data Lapangan		Perhitungan		
	Pembacaan Mistar (mm)	Penurunan (DCPI) mm/blow	Nilai CBR		$h\sqrt[3]{\text{CBR}}$
			Log CBR	CBR	
0	0,000	0,000	0,000	1,000	0,000
1	8,800	8,800	1,589	38,851	29,805
2	31,500	22,700	1,149	14,095	54,833
3	56,300	24,800	1,108	12,821	58,045
4	79,900	23,600	1,131	13,520	56,222
5	95,200	15,300	1,332	21,497	42,542
6	112,400	17,200	1,278	18,966	45,869
7	135,800	23,400	1,135	13,644	55,915
8	159,900	24,100	1,121	13,220	56,985
9	175,500	15,600	1,323	21,055	43,077
Jumlah		175,500			443,294
Nilai CBR yang mewakili			16,115		

Sumber: Analisis tahun 2021

Menghitung DCP menjadi CBR :

1. Penurunan (DCPI) = Bacaan mistar kedua – Bacaan mistar pertama

- = 8,800 – 0,000
 = 8,800 mm/tumbukan
2. Log CBR = 2,60 – 1,07 Log (DCPI)
 = 2,60 – 1,07 Log (8,800)
 = 1,589
3. CBR = 10^{log CBR}
 = 10^{1,589}
 = 38,815
4. $h \sqrt[3]{CBR} = 8,800 \sqrt[3]{38,815}$
 = 29,805
5. Menghitung nilai CBR yang mewakili setiap titik uji
- CBR titik pengamatan = $\left\{ \frac{h_1 \sqrt[3]{CBR_1} + \dots + h_n \sqrt[3]{CBR_n}}{\text{Jumlah Penurunan DCPI}} \right\}^3$

Keterangan :

Hn = Hasil dari $h \sqrt[3]{CBR}$

Jumlah Penurunan DCPI = Tebal total penurunan lapisan tanah yang diamati dalam (cm)

CBR_n = Hasil dari perhitungan CBR

Jadi, perhitungannya :

$$= \left\{ \frac{h_1 \sqrt[3]{CBR_1} + h_2 \sqrt[3]{CBR_2} + h_3 \sqrt[3]{CBR_3} + h_4 \sqrt[3]{CBR_4} + h_5 \sqrt[3]{CBR_5} + \dots}{\text{Jumlah Penurunan DCPI}} \right\}^3$$

$$= \left\{ \frac{h_6 \sqrt[3]{CBR_6} + h_7 \sqrt[3]{CBR_7} + h_8 \sqrt[3]{CBR_8} + h_9 \sqrt[3]{CBR_9} + h_{10} \sqrt[3]{CBR_{10}}}{\text{Jumlah Penurunan DCPI}} \right\}^3$$

$$= \left\{ \frac{0+29,805+54,833+58,045+56,222+42,542+45,869+55,915}{0+8,8+31,5+56,3+79,9+95,2+112,4+135,8+159,9+175,5} \right\}^3$$

$$= \left\{ \frac{443,294}{175,5} \right\}^3$$

$$= 16,115\%$$

Tabel 11. Nilai CBR dengan Pedoman NCDOT

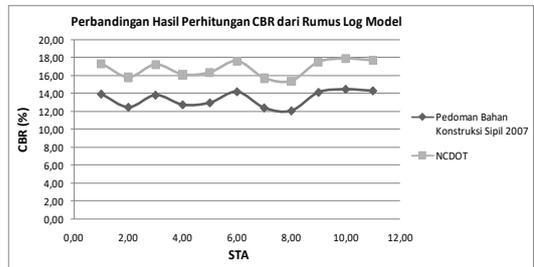
STA	CBR (%)
1+000	17,328
1+200	15,826
1+400	17,229
1+600	16,115
1+800	16,352
2+000	17,611
2+200	15,736
2+400	15,407
2+600	17,511
2+800	17,874
3+000	17,693

Sumber: Analisis tahun 2021

Tabel 12. Perbedaan Hasil Perhitungan CBR dari Rumus Log Model

Pedoman Bahan Konstruksi Sipil 2007		NCDOT	
Log(CBR) = 2,8135 – 1,313 Log (DCPI)		Log(CBR) = 2,60 – 1,07 Log (DCPI)	
STA	CBR (%)	STA	CBR (%)
1+000	13,959	1+000	17,328
1+200	12,492	1+200	15,826
1+400	13,851	1+400	17,229
1+600	12,771	1+600	16,115
1+800	12,990	1+800	16,352
2+000	14,226	2+000	17,611
2+200	12,424	2+200	15,736
2+400	12,090	2+400	15,407
2+600	14,158	2+600	17,511
2+800	14,502	2+800	17,874
3+000	14,332	3+000	17,693

Sumber: Analisis tahun 2021



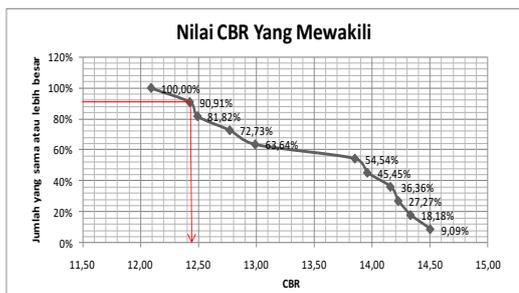
Grafik 1. Perbandingan Hasil Perhitungan CBR dari Rumus Log Model

Menurut perbandingan hasil dua rumus tersebut didapatkan hasil perhitungan yang memakai rumus Pedoman Bahan Konstruksi Sipil tidak sama dengan hasil perhitungan menggunakan rumus NCDOT, maka nilai yang merepresentatifkan data CBR yaitu rumus Pedoman Bahan Konstruksi Sipil dikarenakan nilai CBR akan memengaruhi tebal lapis aspal rencana.

Tabel 13. Nilai CBR yang Mewakili

CBR	Jumlah yang sama atau lebih besar	Persentase yang sama atau lebih besar
12,090	11	100,00%
12,424	10	90,91%
12,492	9	81,82%
12,771	8	72,73%
12,990	7	63,64%
13,851	6	54,54%
13,959	5	45,45%
14,158	4	36,36%
14,226	3	27,27%
14,332	2	18,18%
14,502	1	9,09%

Sumber: Analisis tahun 2021



Grafik 2. Menentukan CBR yang Mewakili

Dari grafik diatas maka didapatkan CBR yang mewakili sebesar 12,424%.

Struktur Perkerasan

Pemilihan Struktur Perkerasan

Pemilihan pada jenis perkerasan dilihat dari perhitungan data arus lalu lintas yaitu perhitungan umur rencana 10 tahun, perhitungan (CESAL) yang nilai CESA₄ adalah 333924027,483 dan nilai CESA₅ adalah 634455652,218. Jadi untuk menentukan tipe jenis perkerasan rencana dalam tabel ESA 20 tahun termasuk diantara >4-10 juta ESA yaitu tipe perkerasan AC dengan lapis pondasi butiran seperti datar desain 3B Bina Marga 2017.

Penentuan Struktur Perkerasan Eksisting dan Pelebaran

Dalam penentuan jenis perkerasan eksisting dan pelebaran yaitu perhitungan data arus lalu lintas umur rencana 10 tahun (ESA₅), sehingga untuk menentukan struktur perkerasannya ditunjukkan dalam tabel daftar desain-3b Bina Marga 2017 yaitu AC WC = 40 mm, AC BC = 60 mm, AC Base = 80 mm dan LPA Kelas A = 300 mm.

Penentuan Struktur Perkerasan Bahu Jalan

Dalam penentuan jenis perkerasan bahu jalan yaitu perhitungan data arus lalu lintas umur rencana 10 tahun (ESA₅), sehingga untuk menentukan struktur perkerasannya ditunjukkan dalam tabel daftar desain-5 Bina Marga 2017 yaitu pelaburan = 20 mm, LPA Kelas A = 300 mm

dan LPA Kelas A atau Kelas B atau kerikil alam atau stabilisasi dengan CBR > 10% pada subgrade CBR ≥ 5% = 140 mm.

Kekuatan Relatif

Dari studi penelitian ini, di jalan Raya Bandongan untuk bahan lapis permukaan menggunakan *Asphalt Concrete*. Direncanakan perhitungan kekuatan relatis struktur perkerasan eksisting dan pelebaran dengan ketebalan AC WC = 4 cm koefisien nilai kuat relatis (a₁) = 0,40, tebal AC BC = 6 cm koefisien nilai kuat relatis (a₁) = 0,35, tebal AC Base: 8 cm koefisien nilai kuat relatis (a₂) = 0,28 dan tebal LPA kelas A = 30 cm koefisien nilai kuat relatif (a₃) = 0,13.

$$\begin{aligned} \text{AC WC} \times (a_1) &: 4 \times 0,40: 1,6 \\ \text{AC BC} \times (a_1) &: 6 \times 0,35: 2,1 \\ \text{AC Base} \times (a_2) &: 8 \times 0,28: 2,24 \\ \text{LPA Kelas A} \times (a_3) &: 30 \times 0,13: 3,9 \\ \text{ITP Perkerasan} &: 9,84 \end{aligned}$$

Hasil perhitungan diatas, maka indek tebal perkerasan adalah 9,84.

Rencana Anggaran Biaya

Rekapitulasi Anggaran Biaya

Rekapitulasi anggaran biaya keseluruhan pada rencana peningkatan ialah:

Tabel 14. Rekapitulasi Anggaran Biaya

No	Uraian Pekerjaan	Sat	Vol	Harga Satuan (Rp)	Harga Pekerjaan (Rp)
1	Pekerjaan Galian				
	Pekerjaan Galian Tanah	m ²	2000	17.007,14	34.014.277,44
2	Pekerjaan Bahu Jalan				
	Pekerjaan LPA Kelas A	m ³	1200	405.836,94	487.004.331,53
	Pekerjaan LPA Kelas S	m ³	400	433.496,38	173.398.551,26
3.	Pekerjaan Pelebaran Jalan Eksisting				
	Pekerjaan LPA Kelas A	m ³	4200	405.836,94	1.704.515.160,35
	Pekerjaan Laston AC Base	ton	2620,8	951.426,10	2.493.497.514,28
	Pekerjaan Laston AC BC	ton	1965,6	969.735,28	1.906.111.664,26
	Pekerjaan Laston AC WC	ton	1316	1.000.517,31	1.316.680.781,54
	Pekerjaan Lapis Resap Pengikat	ltr	7200	17.409,75	125.350.202,74
	Pekerjaan Lapis Perekat	ltr	3600	15.112,92	54.406.502,57
	TOTAL				8.294.978.985,97
	PPN (10%)				829.497.898,60
	JUMLAH				9.124.476.884,56

Sumber: Analisis tahun 2021

Terbilang (Sembilan Miliar Seratus Dua Puluh Empat Juta Empat Ratus Tujuh Puluh Empat Ribu Delapan Ratus Delapan Puluh Empat Rupiah Lima Puluh Enam Sen).

KESIMPULAN

1. Dari hasil analisis kinerja jalan berdasarkan PKJI 2014 untuk perhitungan tahun 2021 dapat diketahui nilai derajat kejenuhannya sebesar 0,64 dan kecepatan arus bebas sebesar 49,4 km/jam.
2. Dari hasil perhitungan kinerja jalan terlihat bahwa arus lalu lintas menunjukkan adanya kenaikan setiap tahunnya. Berdasarkan PKJI 2014 untuk perhitungan dengan umur rencana 10 tahun kedepan dihasilkan nilai derajat kejenuhan yang terus meningkat setiap tahunnya dimana untuk perancangan sampai tahun 2031 menghasilkan nilai derajat kejenuhannya yang sudah melebihi 0,85 artinya pada ruas jalan Raya Bandongan diperlukan adanya peningkatan jalan.
3. Dari hasil perencanaan peningkatan jalan berupa pelebaran pada jalan dan bahu jalan dengan menggunakan perkerasan lentur dan juga untuk menghasilkan lebar efektif guna meningkatkan kinerja dan kapasitas jalan.

DAFTAR PUSTAKA

[1] Anggaraini, P. A., Suthayana, P. A., & Suweda, I. W. (2018). Analisis Kinerja Jalan Pada Rencana Pelebaran Jalan Imam Bonjol Denpasar. *Jurnal Spektran*, 6, 161-166.

[2] Dumawa, G. A., and M. I. Huda. "Perencanaan Pelebaran Dan Anggaran Biaya Ruas Jalan Bulu (Batas Provinsi Jawa Tengah)–Tuban Menggunakan Perkerasan" *Axial: Jurnal Rekayasa Dan Manajemen ...*, vol. 6, no. 3, 2019, pp. 181–88, <https://journal.uwks.ac.id/index.php/axial/article/download/538/513>.

[3] Helmi, et al. "Kolerasi Nilai California

Bearing Ratio (CBR) Lapangan Dengan Menggunakan Alat Dynamic Cone Penetrometer (DPC) Dan California Bearing Ratio (CBR) Mekanis." *Jurnal*, 2017, pp. 1–12.

[4] Hidayat, S., and N. Sebayang. *KETERBATASAN ANGGARAN DALAM PENANGANAN PELEBARAN JALAN Studi Kasus Di Kabupaten Tulungagung*. 2019, pp. 1–6, <http://eprints.itn.ac.id/5150/>.

[5] Irawan, B. B., & Mazni, D. I. Analisis Dampak Pelebaran Jalan Terhadap Kinerja Ruas Jalan Khatib Sulaiman Kota Padang. *Jurnal Teknik Sipil ITP*, vol. 5, no. 2, 2018, pp. 77–84, doi:10.21063/jts.2018.v5.2.77-84.

[8] Khumairo', Suci Ariani, et al. "Perencanaan Peningkatan Jalan Pecangaan–Damaran Kabupaten Jepara." *MoDuluS: Media Komunikasi Dunia Ilmu Sipil*, vol. 1, no. 2, 2019, p. 60, doi:10.32585/modulus.v1i2.588.

[9] Ningrum, Aprilia Fitri Nuryati, et al. "Perencanaan Peningkatan Jalan Tembus Jl. Ambarawa- Jl. Soekarno Hatta, Bawen, Semarang." *Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Diponegoro Semarang*, vol. 3, 2016, pp. 66–82.

[10] Sudarno. Analisa Lebar dan Tebal Lapis Perkerasan Lentur Ruas Jalan Kaliangkrik Kabupaten Magelang. *Simetris*, 2018, 12, 1-5.

[11] Wahab, Wilton, and Delvi Gusri Yendra. "Analisis Kinerja Ruas Jalan Perintis Kemerdekaan Jati - Padang." *Jurnal Teknik Sipil ITP ISSN: 2354-8452*, vol. 4, no. 1, 2017, pp. 79–86, <https://ejournal.itp.ac.id/index.php/tsipil/article/view/818>.