

ANALISIS KERUSAKAN DAN PENANGANAN RUAS JALAN PURWODADI - GEYER

Bambang Junoto, Budi Supranyoto, Bambang Pudjianto^{*)}, I.Y. Wicaksono^{*)}

Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro
Jl. Prof Soedarto, Tembalang, Semarang. 50239, Telp.: (024)7474770, Fax.: (024)7460060

ABSTRAK

Jalan raya Purwodadi- Geyer merupakan bagian dari ruas Purwodadi – Solo. Berdasarkan fungsinya, termasuk jalan kolektor primer, berfungsi menghubungkan kabupaten Grobogan dengan kota Solo. Ruas jalan Purwodadi-Geyer terdiri dari tipe jalan 4/2 D dengan perkerasan lentur serta 2/2 UD dengan perkerasan lentur dan perkerasan beton semen. Sepanjang jalan tersebut terdapat banyak kerusakan jalan dan yang paling parah terjadi pada perkerasan lentur. Ada beberapa faktor yang menyebabkan kerusakan jalan antara lain muatan berlebih (overload), kegagalan struktur, tanah dasar dan lingkungan yang berkaitan dengan drainase jalan. Kendaraan niaga dengan muatan berlebih di indikasi menjadi faktor utama pada kerusakan jalan ruas jalan Purwodadi-Geyer. Hal ini sesuai data lalu lintas harian rata-rata tahun 2012 dan tahun 2013 dimana golongan 6A dan 6B mendominasi dengan presentase masing- masing sebesar 20,58% serta 20,91%. Untuk itu kami mencoba menganalisa kerusakan dan ketebalan perkerasan ruas jalan Purwodadi-Geyer pada khususnya. Sehingga memberikan solusi peningkatan kualitas pelayanan jalan, sesuai dengan umur rencana. Dari hasil analisis didapatkan CBR tanah dasar rencana sebesar 3,3 %. Untuk Pertumbuhan lalu lintas pertahun didapatkan nilai 8,196 % serta untuk jalan tipe 2/2 UD nilai DS sebesar 1,84 . Dimana nilai tersebut sudah tidak memenuhi standart yang disyaratkan sehingga di lakukan pelebaran menjadi tipe 4/2 D. Mengenai nilai dari indeks tebal perkerasaan lentur yang ada untuk tahun 2015 didapatkan 11,80 dan lapis overlay di dapatkan tebal sebesar 9 cm. Untuk tebal perkerasan lentur rencana hingga akhir 2025 didapatkan ITP sebesar 15,00. Dengan susunan perkerasan pada pelebaran jalan sebagai berikut AC 19 cm, LPA 20 cm, LPB 35 cm. Sedangkan hasil dari evaluasi eksisting beton semen tebal 25 cm hanya mampu melayani masa layannya sampai akhir 2018 dan didapatkan nilai betal beton semen rencana hingga akhir 2025 dengan tebal 26,5 cm. Dengan penambahan tebal beton 1,5 cm, maka dikonversi ke perkerasan lentur sehingga nilai tebal komposit sebesar 4 cm. Dari hasil analisis kami menyimpulkan untuk perkerasan ruas jalan Purwodadi-Geyer, berkaitan dengan kapasitas jalan perlu dilakukan pelebaran jalan. Mengenai lapis permukaan, khususnya pada perkerasan lentur perlu dilakukan peningkatan dengan cepat untuk mengurangi kerusakan yang ada.

Kata kunci: Kerusakan, Penyebab, Solusi

^{*)} Penulis Penanggung Jawab

ABSTRACT

Geyer Purwodadi- highway is part of the segment Purwodadi – Solo. Based on the functions, including the primary collector road, links the Grobogan with Solo. Purwodadi-Geyer road segment consists of the type of road 4/2 D with flexible pavement and 2/2 UD with flexible pavement and cement concrete pavement. Along the way there are a lot of damage to roads and the most severe in flexible pavement. There are several factors that cause road damage, among others overload (overload), the failure of the structure, subgrade and the environment associated with road drainage. Commercial vehicles and overloaded in an indication of a major factor in the deterioration of the road Purwodadi-Geyer. This is according to the data of daily traffic average in 2012 and 2013 in which the class 6A and 6B respectively dominated by presentations by 20.58% and 20.91%. For that we try to analyze the damage and the thickness of the pavement roads Purwodadi-Geyer in particular. So that providing solutions to improve the quality of service, in accordance with a design life. From the analysis of subgrade CBR plan by 3.3%. For traffic growth 8.196% per year and the value obtained for road 2/2 UD type DS value of 1.84. Where the value does not meet the standards that have been hinted at that in doing widening into type 4/2 D. Regarding the value of the index of existing flexible pavement thickness for 2015 obtained 11.80 and thick layers of overlay get by 9 cm. With the arrangement of pavement on the road widening as follows AC 19 cm, 20 cm LPA, LPB 35 cm. While the results of the evaluation of the existing 25 cm thick concrete cement can only serve until the end of the period of her maid in 2018 and obtained the value betal cement concrete plans to end 2025 with a 26.5 cm thick. With the addition of a 1.5 cm thick concrete, then converted into flexible pavement so that the value of the composite thickness of 4 cm. He conclude from the analysis of road pavement Purwodadi-Geyer,with regard to road capacity needs to be done in wedening the road. The surface layer, especially on flexible pavements need to be done rapidly increase to reduce the damage.

Keywords: Damage, Cause, Solution

PENDAHULUAN

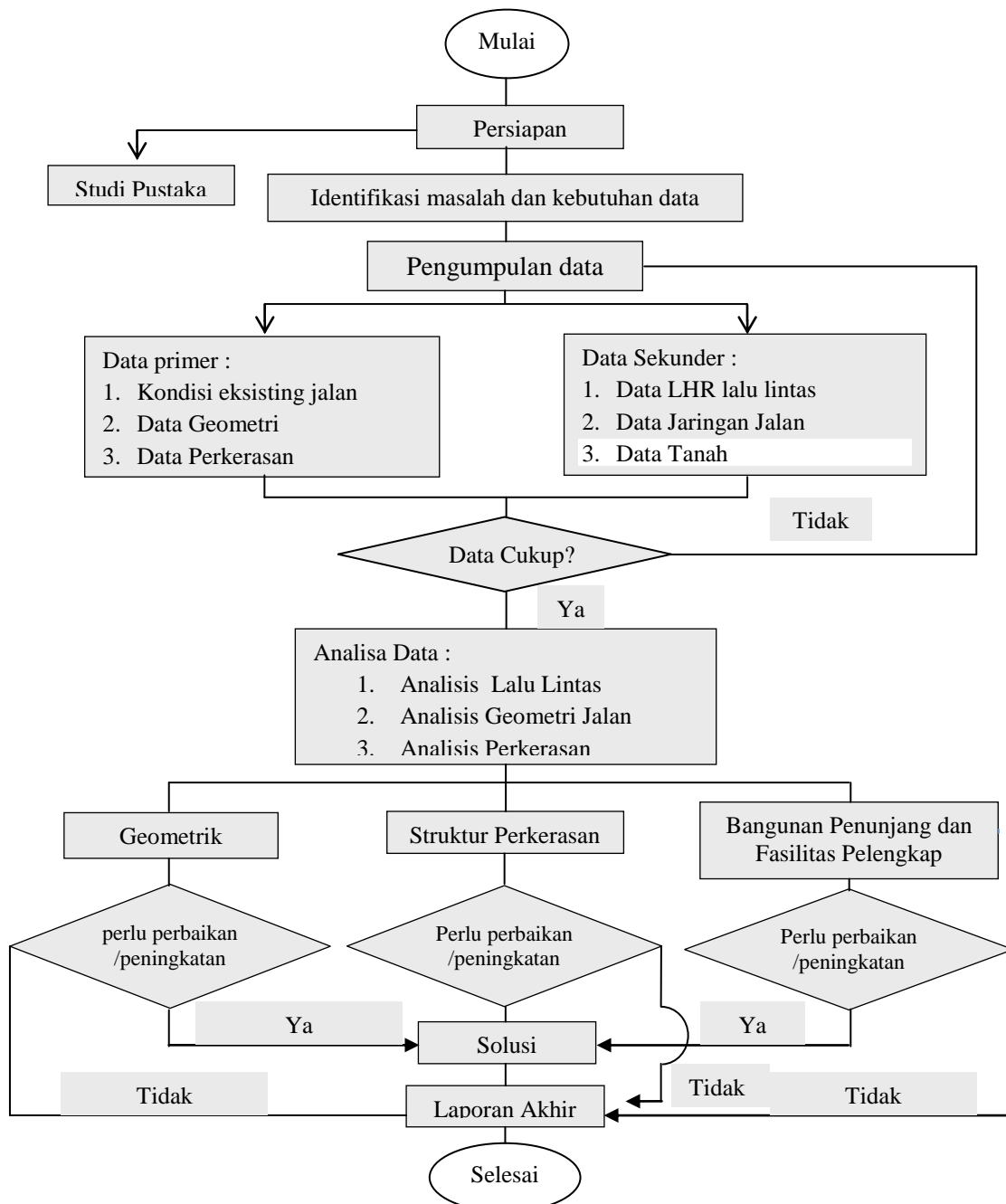
Jalan raya Purwodadi - Geyer batas kabupaten Sragen merupakan salah satu rute Semarang - Solo yang melalui ruas Purwodadi – Solo. Disini jalan Purwodadi - Geyer batas kabupaten Sragen merupakan bagian dari ruas jalan Purwodadi-Solo termasuk jalan propinsi menurut kewenangan penanganannya. Berdasarkan fungsinya, jalan Purwodadi - Geyer termasuk jalan Kolektor primer, karena berfungsi menghubungkan kabupaten Grobogan dengan kabupaten Sragen dan kota Solo. Selain itu jalan Purwodadi – Geyer juga bisa dijadikan sebagai jalan alternatif lain yang akan bertujuan ke kota seperti Kudus,Pati,Rembang dan kota lain di Jawa Tengah tanpa harus melewati kota Semarang, bisa juga menjadi penghubung antar kabupaten seperti kabupaten Blora, Surakarta dan kabupaten lainnya yang akan menuju kabupaten lain baik di Jawa Tengah maupun kota - kota besar lainnya yang melewati rute tengah pulau Jawa dan dari arah sebaliknya.

Berdasarkan pengamatan yang telah dilakukan, ditemukan beberapa hal berkaitan dengan permasalahan transportasi yang terjadi pada ruas jalan tersebut. Masalah tersebut sedikit banyak telah mengganggu aktifitas masyarakat, baik bagi penduduk setempat maupun pengguna jalan yang berasal dari luar wilayah Purwodadi - Sragen. Permasalahan di seputar jalan tersebut antara lain :

1. Besarnya volume arus lalu-lintas terutama kendaraan berat yang berupa truk angkutan barang yang bermuatan matrial pasir. Dari data LHR tahun 2013 sebesar 21314,02 kendaraan dan hal ini akan terus meningkat dari tahun ke tahun, sehingga tidak seimbang dengan kondisi prasarana jalan yang ada pada saat ini.
2. Terjadinya kerusakan pada perkerasan lentur (*flexible pavement*) dan perkerasan beton semen (*rigid pavement*).

METODOLOGI PENELITIAN

Adapun tahapan yang dilakukan dalam studi ini meliputi tahap identifikasi masalah dan inventarisasi kebutuhan data, survey dan pengumpulan data, pengolahan data, identifikasi karakteristik jalan, identifikasi data tanah, analisis data serta analisis perkerasan struktur. Metodologi penelitian ini dapat dilihat pada gambar 3.1 berikut:

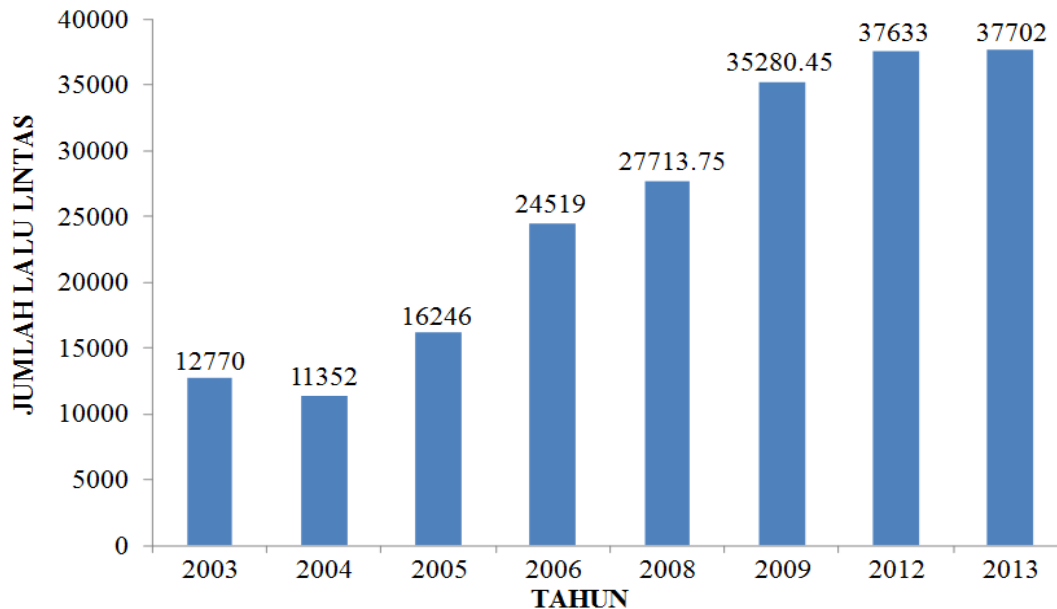


Gambar 3.1 Diagram alir metodologi

KOMPILASI DATA

Data Lalu Lintas

Data lalu lintas adalah data pokok untuk melakukan perencanaan suatu jalan, baik itu jalan baru maupun peningkatan jalan. Data lalu lintas yang diperlukan adalah data lalu lintas harian rata – rata (LHR). Data lalu lintas harian diperoleh dari dinas perhubungan dan komunikasi propinsi Jawa Tengah. Berikut data lalu lintas harian dari tahun 2003-2013.



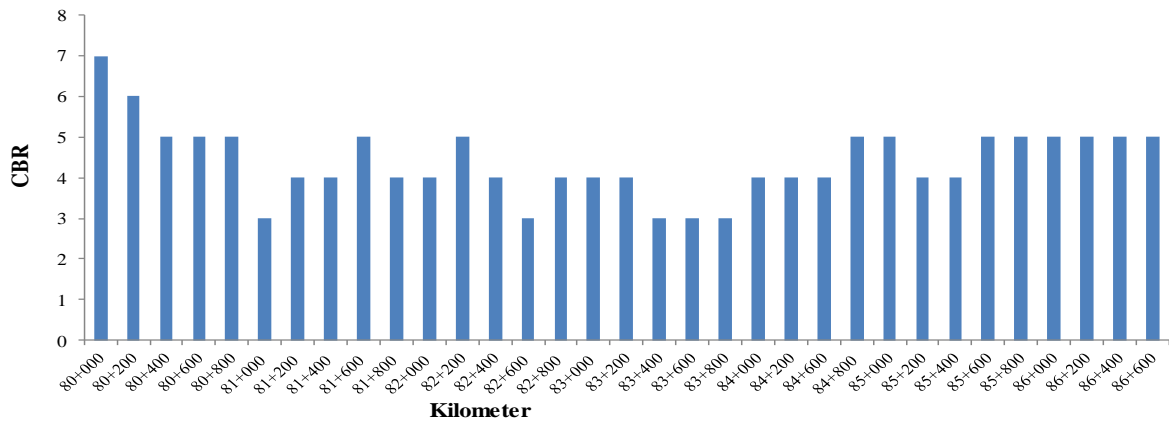
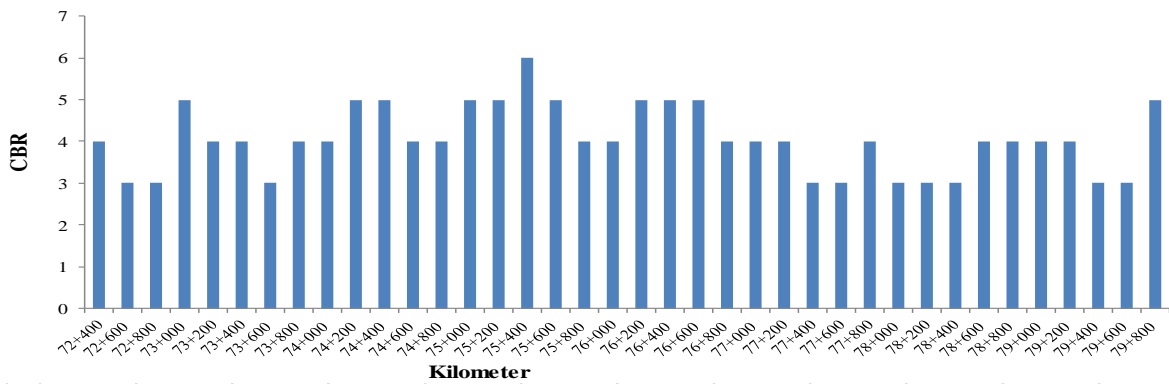
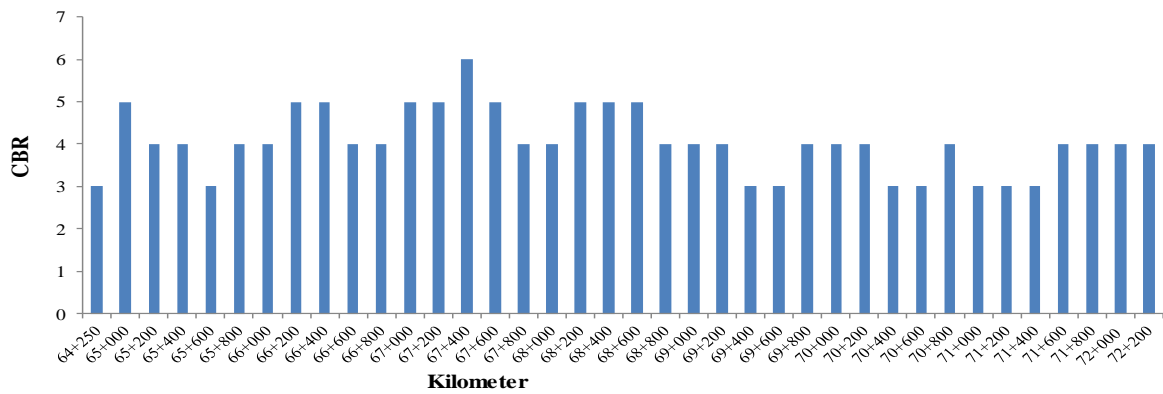
Sumber : Dinas Bina Marga Jawa Tengah 2016

Dari tabel diatas dapat dilihat terjadi tren yang tidak menentu yang di sebabkan adanya kenaikan nilai tukar rupiah pada tahun 2007-2009, serta adanya peningkatan jalan beton semen dan rehabilitasi jembatan beserta gorong-gorong.

Dengan pertimbangan diatas pada analisis pertumbuhan lalu lintas, kami menggunakan pendekatan dari tahun 2003 hingga 2013. Pada LHR tahun 2007, 2010 tidak kami gunakan dalam analisa pertumbuhan. Dikarenakan adanya perubahan jumlah volume lalu lintas yang terlalu meningkat secara signifikan.

Data CBR

Kondisi tanah pada ruas jalan ini cenderung datar dan berbukit karena berada pada lereng gunung kendeng selatan yang langsung bertemu dengan area persawahan. Untuk mengetahui dengan pasti karakteristik dan sifat tanah, diperlukan data penyelidikan tanah pada ruas jalan tersebut. Namun, karena tidak tersedianya data penyelidikan tanah pada ruas jalan Purwodadi – Geyer secara lengkap maka penulis menggunakan data tanah penyelidikan tanah pada ruas Purwodadi – Kudus. Dimana secara visual, tanah dasar pada ruas jalan Purwodadi – Kudus memiliki kesamaan dengan tanah dasar Purwodadi – Geyer sehingga cukup representative untuk digunakan. Adapun data CBR tanah dasar, penentuan CBR desain, dan grafik CBR 90% pada lokasi setempat dapat dilihat masing – masing pada grafik sebagai berikut:

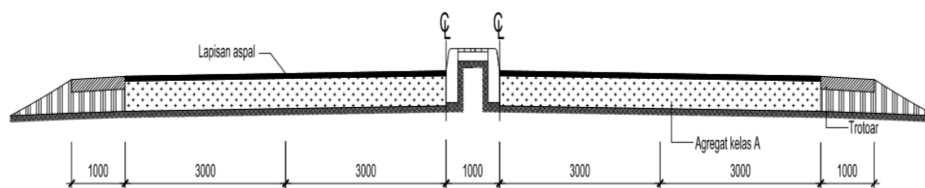


Sumber : Laporan Tugas Akhir Ruas Purwodadi – Kudus (D3 Teknik Sipil Unnes)

Data Geometri

Karakteristik lalu-lintas ruas jalan Purwodadi - Geyer ditinjau dari aspek geometri jalan mempunyai lebar jalur yang bervariasi sebagai berikut:

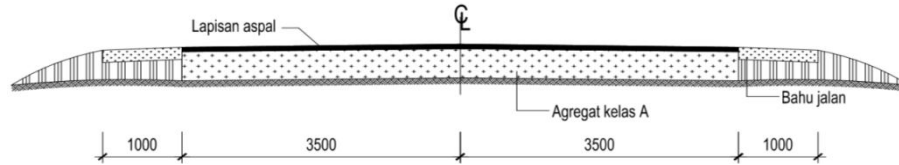
- a. Km 64+250 s/d Km. 65+500 merupakan jalan 4 lajur, dua arah terbagi (2/2 UD) dengan lebar jalur antara 10,50 m hingga 12,50 m. Menggunakan lapis perkerasan jalan dengan aspal seperti terlihat pada gambar 4.1.



Gambar 4.1 Jalan Existing Beraspal Ruas Purwodadi – Geyer

Sumber : Bina Marga Jawa Tengah 2015

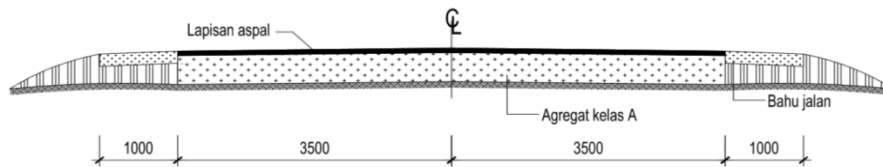
- b. Km 65+500 s/d Km 67+100 ,terus Km 69+150 s/d Km 69+900 ,dan Km 70+050 s/d Km 73+700 ,serta Km 76+400 s/d Km 78+750 merupakan jalan 2 lajur,dua arah tak terbagi (2/2 UD) dengan lebar jalur 7,00 m.Menggunakan lapis perkerasan jalan dengan aspal seperti terlihat pada gambar 4.2.



Gambar 4.2 Jalan Exsisting Beraspal Ruas Purwodadi – Geyer

Sumber : Bina Marga Jawa Tengah 2015

- c. Km 67+100 s/d Km 69+150,terus Km 69+900 s/d Km 70+050,dan Km 73+700 s/d Km 76+400 ,serta Km 78+700 s/d Km 86+700 merupakan jalan 2 lajur,dua arah tak terbagi (2/2 UD) dengan lebar jalur 7,00 m.Menggunakan lapis perkerasan jalan dengan beton semen seperti terlihat pada gambar 4.3.



Gambar 4.3 Jalan Exsisting Beton Ruas Purwodadi – Geyer

Sumber : Bina Marga Jawa Tengah 2015

Data Tata Guna Lahan dan Bahu

Jalan Purwodadi – Geyer terdapat berbagai macam tata guna lahan dimulai perumahan, ladang dan persawahan, untuk lebih jelasnya dapat dilihat dalam tabel berikut :

Tabel Tata Guna Lahan

No	STA	KETERANGAN
1	64 + 700 s/d 68 + 700	Pemukiman Perkotaan
2	68 + 700 s/d 69 + 200	Pemukiman Penduduk
	70 + 200 s/d 72 + 700	Pemukiman Penduduk
	75 + 200 s/d 78 + 200	Pemukiman Penduduk
	80 + 200 s/d 82 + 200	Pemukiman Penduduk
	85 + 700 s/d 86 + 700	Pemukiman Penduduk
3	69 + 200 s/d 70 + 200	Persawahan
4	72 + 700 s/d 75 + 200	Hutan Produktif
	78 + 200 s/d 80 + 200	Hutan Produktif
	82 + 200 s/d 85 + 700	Hutan Produktif

Sumber : Hasil survey Desember 2015

Tabel Rekapitulasi Kondisi Bahu Jalan

No	STA	Matrial	Keterangan
1	64+250 s/d 66+700	Agregat Kelas C	2 -3,5 m (Kn/Kr)
2	66+700 s/d 68+200	Agregat Kelas C	1,5 -2,5 m (Kn/Kr)
3	68+200 s/d 73+200	Tanah Berbutir	2 -3,5 m (Kn/Kr)
4	73+200 s/d 80+200	Tanah Berbutir	1,5 -2,5 m (Kn/Kr)
	82+200 s/d 86+600	Tanah Berbutir	1,5 -2,5 m (Kn/Kr)
5	80+200 s/d 82+200	Tanah Berbutir	1 -2 m (Kn/Kr)

Sumber : Hasil survey Desember 2015

Data Bangunan Pelengkap

Di sepanjang ruas Purwodadi – Geyer terdapat beberapa bangunan pelengkap berupa gorong – gorong dan jembatan yang disajikan dalam tabel berikut ini :

Tabel Rekapitulasi Jembatan Dan Gorong-Gorong

No	STA	Jenis Bangunan	Ukuran	Keterangan
1	67+200 S/d 67+700	Jembatan	2 m x 8 m	Kondisi baik
2	68+700 s/d 69+200	Jembatan	5 m x10 m	Kondisi baik
3	72+700 s/d 73+200	Gorong-gorong	2 m x 9,5 m	Kondisi baik
4	74+200 s/d 74+700	Gorong-gorong	3,5 m x 9,5 m	Kondisi baik
5	76+700 s/d 77+200	Jembatan	8 m x 20 m	Kondisi baik
6	79+200 s/d 79+700	Jembatan	8 m x 20m	Kondisi baik
7	80+200 s/d 80+700	Gorong-gorong	3,5 m x 9,5 m	Kondisi baik
8	82+700 s/d 83+200	Jembatan	9.5 m x 25 m	Kondisi baik
9	86+200 s/d 86+700	Jembatan	9,5 m x 14 m	Kondisi baik

Sumber : Hasil survey Desember 2015

HASIL DAN PEMBAHASAN

Evaluasi Lalu Lintas

Pertumbuhan Lalu Lintas

Menghitung perkiraan pertumbuhan lalu lintas kita menggunakan metode Regresi Linear. Analisis tingkat pertumbuhan lalu lintas dengan meninjau data LHR yang lalu, yaitu dari tahun 2003 sampai tahun 2013 lebih jelas tentang pertumbuhan lalu lintas pada ruas jalan tersebut, dapat dilihat pada tabel hubungan antara tahun dan LHR.

Tabel Angka Pertumbuhan Lalu Lintas Metode Regresi Linear

Tahun	x	y	x ²	y ²	xy
2005	3	15847,8	9	251152764,8	47543,4
2008	6	38076,42	36	1449813379	228458,49
2009	7	48124,13	49	2315931696	336868,90
2012	10	35640,1	100	1270216728	356401
2013	11	34778,8	121	1209564929	382566,8
Σ	37	172467,24	315	6496679497	1351838,59

Sumber : Hasil Analisis

Dari perhitungan di atas dapat diketahui bahwa persamaan regresi linier yang didapat adalah $y = 20918,2 + 1834,49x$.

Volume Jam Perencanaan (smp/jam)

Untuk menganalisa perilaku lalu lintas atau kepadatan lalu lintas diperlukan data volume per jam, sehingga data LHRT (smp/hari) yang diperoleh harus diubah menjadi arus lalu-lintas jam sibuk (smp/jam). Menurut MKJI 1997 :

$$VJP = Q = LHRT \times k$$

Dimana :

VJP = Q = Arus jam rencana (smp/jam)

LHRT = Lalu lintas harian rata-rata tahunan

k = Faktor peubah dari LHRT ke lalu lintas jam puncak

Besarnya k = 0,11 (MKJI, untuk jalan antar kota)

Besarnya VJP tahun 2015 adalah sebagai berikut :

$$Q = 44766,59 \times 0,11 = 4924,32 \text{ smp/jam}$$

Kapasitas Aktual Jalan

Kapasitas suatu ruas jalan dirumuskan sebagai berikut :

$$C = C_o \times FC_w \times FC_{sp} \times FC_{sf}$$

Dimana :

C_o untuk tipe jalan 2/2 UD, medan datar = 3100 smp/jam FC_w untuk tipe jalan 2/2 UD, lebar jalur total ± 7 meter = 0,91 FC_{sp} untuk tipe jalan 2/2 UD, persentase pemisahan arah 50% - 50%, = 1,00 FC_{sf} untuk tipe jalan 2/2 UD, hambatan samping tinggi (daerah pemukiman dan pasar), lebar bahu efektif ≥ 1 meter = 0.95.

Maka :

$$C = 3100 \times 0,91 \times 1,00 \times 0,95 = 2679,95 \text{ smp/jam}$$

Derajat Kejenuhan (DS)

Dengan menggunakan data LHR tahun 2015 sebesar smp/jam, dan hasil perhitungan kapasitas jalan,berikut kami tabelkan perhitungan derajat kejenuhan jalan (DS) selama umur rencana

Tabel Derajat Kejenuhan Jalan (DS) Selama Umur Rencana

Tahun	LHR (smp)	Arus (Q) (smp/jam)	Kapasitas (smp/jam)	DS (Q/C)	Ket
2015	44766,59	4924,32	2679,95	1,84	Tidak layak
2016	46601,08	5126,11	2679,95	1,91	Tidak layak
2017	48435,57	5327,91	2679,95	1,99	Tidak layak
2018	50270,06	5529,70	2679,95	2,06	Tidak layak
2019	52104,55	5731,50	2679,95	2,14	Tidak layak
2020	53939,04	5933,29	2679,95	2,21	Tidak layak
2021	55773,53	6135,08	2679,95	2,29	Tidak layak
2022	57608,02	6336,88	2679,95	2,36	Tidak layak
2023	59442,51	6538,67	2679,95	2,44	Tidak layak
2024	61277,00	6740,47	2679,95	2,52	Tidak layak
2025	63111,49	6942,26	2679,95	2,59	Tidak layak

Sumber : Hasil Analisis

Dari hasil perhitungan bisa dilihat bahwa pada awal umur rencana tahun 2015, angka derajat kejenuhan (DS =1,84) lebih besar dari standar yang disyaratkan, yaitu 0,75. Dapat disimpulkan bahwa kapasitas jalan pada ruas jalan Purwodadi – Geyer ini tidak mampu memenuhi syarat untuk melayani arus lalu lintas yang lewat, sehingga perlu dilakukan pelebaran jalan menjadi 4/2 D.

Evaluasi Tanah Dasar

Dari hasil pengamatan visual (survey lapangan), kerusakan yang dominan terjadi sepanjang ruas jalan Purwodadi – Geyer adalah berupa retak – retak (*crack*) serta jalan

bergelombang / jembul (*upheaval*). Yang mana hal ini secara teoritis banyak disebabkan oleh :

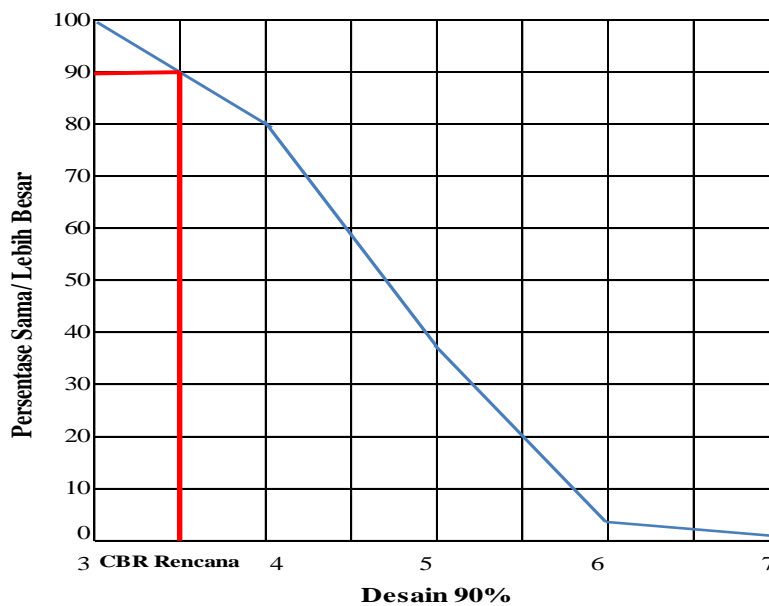
- Air tanah
- Tanah dasar atau bagian perkerasan di bawah lapis permukaan yang kurang stabil
- Pengembangan tanah dasar atau perkerasan

Tabel Penentuan CBR Desain

CBR (%)	JUMLAH SAMA ATAU LEBIH BESAR	PERSENTASE SAMA ATAU LEBIH BESAR
3	109	$109 / 109 \times 100\% = 100\%$
4	73	$73 / 109 \times 100\% = 66,97\%$
5	28	$32 / 109 \times 100\% = 29,35\%$
6	3	$3 / 109 \times 100\% = 2,75\%$
7	1	$1 / 75 \times 100\% = 0,91\%$

Sumber : Hasil Analisis CBR tanah dasar

Grafik Penentuan CBR



Gambar 5.1 Grafik CBR 90%

Dari data CBR yang ada kita analisis untuk mencari CBR rencana dengan menggunakan CBR desain 90%. Dari grafik penentuan CBR desain 90%, diperoleh CBR 90 % adalah 3,3%

Evaluasi Struktur Perkerasan Jalan

Perkerasan Lentur (*flexible pavement*)

Dengan menggunakan metode Analisa Komponen, dasar perhitungannya berasal dari buku Petunjuk Tebal Perkerasan Lentur Jalan Raya dengan metode analisa komponen.

Kondisi jalan yang akan dievaluasi antara lain:

- Permukaan Aspal Beton (AC)
- Pentahapan 4 lajur 2 arah (4/2 D)
- Umur rencana 10 tahun (2015 -2025)
- LHR tahun 2015 dari berbagai golongan kendaraan adalah 44766,59 smp/hari.
- Pertumbuhan lalu lintas 8,196 %./ per tahun

- MST 10 ton

Selanjutnya perhitungan dengan menggunakan metode analisa komponen adalah sebagai berikut :

Perhitungan Data Lalu Lintas

Berdasarkan data LHR golongan kendaraan yang disertakan dalam perhitungan yaitu kendaraan golongan 2, 3,5,6 dan 7. Sedangkan sepeda motor (golongan 1) dan kendaraan tidak bermotor (golongan 8) diasumsikan tidak memberikan beban terhadap struktur perkerasan, sehingga tidak disertakan dalam perhitungan.

Angka Ekuivalen (E) Beban Sumbu Kendaraan

Angka ekuivalen dari beban sumbu tiap-tiap golongan kendaraan ditentukan dengan rumus :

Angka ekuivalen sumbu tunggal

$$= [(beban gandar satu sumbu tunggal dalam kN)/(53 kN)]^4$$

Reliabilitas

Menurut klasifikasi fungsi jalan, jalan ruas Purwodadi – Geyer merupakan jalan kolektor primer dan jalan antar kota. Sesuai tabel nilai reliabilitas jalan tersebut adalah rentang antara 75-95 jadi diambil nilai 85 dan S_0 yang mempunyai rentang 0,40-0,50 kita gunakan 0,45 serta sesuai tabel standar normal deviate, $Z_R = -1,037$

Perhitungan Lalu Lintas Pada Lajur Rencana

Lalu lintas pada lajur rencana (w_{18}) diberikan dalam kumulatif beban gandar standar. Untuk lalu lintas pada lajur rencana ini digunakan rumus sebagai berikut :

$$w_{18} = D_D \times D_L \times \hat{w}_{18}$$

$$\hat{w}_{18} \text{ perhari} = 11,418 + 18,661 + 290,685 + 832,132 + 593,159 + 470,988 + 12537,305 + 4470,333 + 6852,055 + 10094,864$$

$$= 36171,601$$

$$W_{18} \text{ perhari} = D_D \times D_L \times \hat{w}_{18} = 0,5 \times 90 \% \times 36171,601 = 16277,22$$

$$W_{18} \text{ pertahun} = 365 \times 16277,22 = 5941185,39$$

Menentukan Indeks Permukaan

Indeks permukaan terdiri dari :

- IPO, merupakan indeks permukaan pada awal umur rencana.

Jalan kolektor ini didesain menggunakan jenis lapis permukaan laston .
Maka, berdasarkan tabel di dapatkan nilai IPO = 4

- IP, merupakan indeks permukaan pada akhir umur rencana.

Untuk jalan kolektor berdasarkan tabel didapatkan nilai IP = 2,0

Menentukan Indeks Tebal Permukaan (ITP)

Nilai ITP didapat dengan menggunakan tabel nomogram berdasarkan data – data diatas.

Sehingga nilai ITP sebesar 6 inc (15 cm).

Menentukan Indeks Tebal Permukaan sisa (ITPsisa)

Data Perkerasan Existing sebagai berikut :

- o AC = 10 cm
- o Agregat A = 20 cm
- o Agregat B = 40 cm

$a_1 = 0,20$ (terdapat retak kulit buaya tingkat keparahan rendah)

$a_2 = 0,25$ (terdapat retak melintang dengan tingkat keparahan rendah)

$a_3 = 0,12$ (tidak ada pumping atau degradasi)

ITPeksisting = $a_1 D_1 + a_2 D_2 + a_3 D_3$

ITPeksisting = $0,20 \times 10 + 0,25 \times 20 + 0,12 \times 40$

ITPeksisting = $2 + 5 + 4,8 = 11,8$

Menetapkan tebal lapis tambahan (overlay):

$\Delta ITP = ITP - ITPeksisting = 15 - 11,80 = 3,20$

$3,20 = 0,35 \times D_1$

$D_1 = 9,14 \approx 9$ cm

Jadi tebal lapis tambahan yang di butuhkan sebesar 9 cm

Menentukan Tebal Perkerasan Pada Tahun 2025

Data Perkerasan Existing sebagai berikut :

- AC = 10 cm : Agregat A = 20 cm : Agregat B = 40 cm
- UR = 10 tahun

$ITP = a_1 D_1 + a_2 D_2 + a_3 D_3$

$15 = 0,42 \cdot D_1 + 0,14 \times 20 + 0,12 \times 40 = 0,42 \cdot D_1 + 7,6$

$D_1 = 17,61 \approx 18$ cm

Susunan perkerasan sebagai berikut :

- AC = 18 cm : Agregat A = 20 cm : Agregat B = 40 cm

Karena tebal lapis AC pelebaran jalan baru sebesar 18 cm sedangkan tebal lapis tambah menjadi sebesar 19 cm sehingga terjadi selisih 1 cm dengan pelebaran jalan baru. Oleh sebab itu tebal perkerasan pelebaran jalan baru di samakan tebalnya menjadi 19 cm untuk bagian AC.

$ITP = a_1 D_1 + a_2 D_2 + a_3 D_3$

$$15 = 0,42 \cdot 19 + 0,14 \times 20 + 0,12 \times D3 = 0,12 \cdot D3 + 7,6$$

$$D3 = 35,16 \approx 35 \text{ cm}$$

Susunan perkerasan menjadi sebagai berikut :

- o AC = 19 cm
- o Agregat A = 20 cm
- o Agregat B = 35 cm

Perkerasan Kaku (*rigid pavement*)

Volume dan Komposisi Lalu Lintas

Nilai komposisi lalu lintas pada tahun 2010 yang merupakan LHR awal jalan dibuka. Untuk kendaraan bermotor (MC), mobil penumpang dan kendaraan tidak bermotor, tidak diperhitungkan dalam perencanaan tebal perkerasan kaku karena karakteristik kendaraan yang digunakan dalam perencanaan adalah jenis kendaraan niaga dengan berat total kendaraan ≥ 5 ton dengan berbagai konfigurasi sumbunya. Berikut disajikan komposisi lalu lintas :

Tabel Jenis dan Sumbu Kendaraan

Jenis, Konfigurasi dan berat sumbu	Kend/hari	Kend/hari x banyak sumbu
<i>MP</i>	8682	5862
<i>Bus</i>	6085	7418
<i>Truk 2 as kecil</i>	2341	5016
<i>Truk 2 as besar</i>	1003	4390
<i>Truk 3 as</i>	729	1574
Total	18840	24260

Jumlah Kendaraan Niaga (JKN)

Jumlah Kendaraan Niaga (JKN) selama Umur Rencana

$$JKN = 365 \times JKNH \times R$$

$$\begin{aligned} JSKN &= 365 \times 20316,21 \times 12,52 \\ &= 92840994 \text{ buah} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} JKN \text{ rencana} &= 0,5 \times 86097313 \\ &= 43048656 \text{ unit} \end{aligned}$$

Menentukan Nilai Faktor Keamanan Beban (Fkb)

Nilai faktor keamanan beban dipengaruhi oleh faktor penggunaan jalan. Ruas jalan Purwodadi-Geyer merupakan jalan kolektor dengan volume kendaraan niaga menengah. Sesuai tabel faktor keamanan (Fkb) sebesar 1,1.

Menentukan Kuat Trik Lentur Beton Umur 28 hari (Fcf)

Untuk menentukan kuat tarik lentur digunakan rumus sebagai berikut:

$$F_{cf} = 3,13 \times K \times (F_c)^{0.5}$$

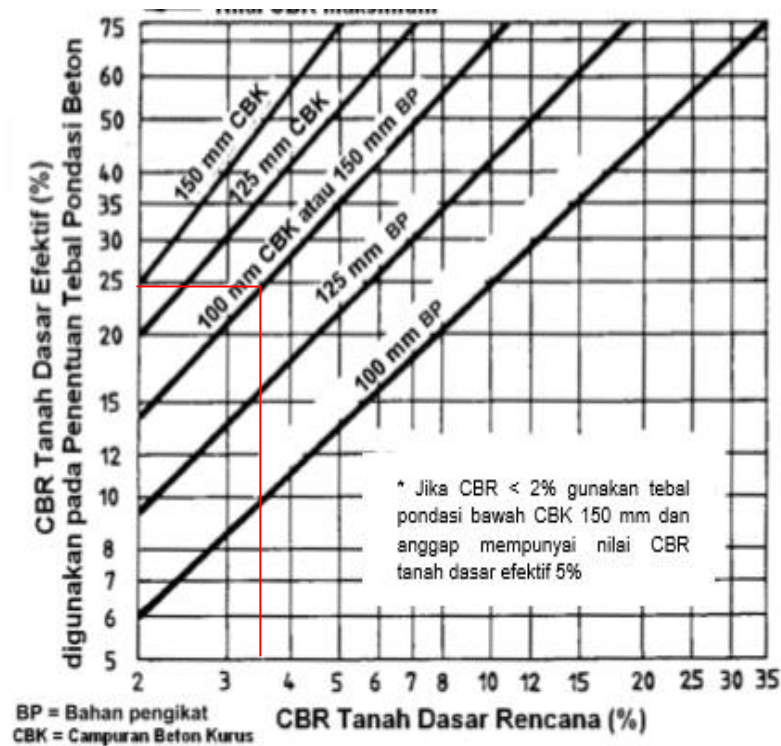
$$F_{cf} = 3,13 \times 0,7 \times (4,5)^{0.5} = 4,9 \text{ Mpa}$$

Dengan:

K = konstanta untuk agregat pecah (0,7)

F_c = 450 kg/cm²

Menentukan CBR Tanah Dasar Efektif



Gambar CBR tanah dasar efektif dan tebal pondasi bawah

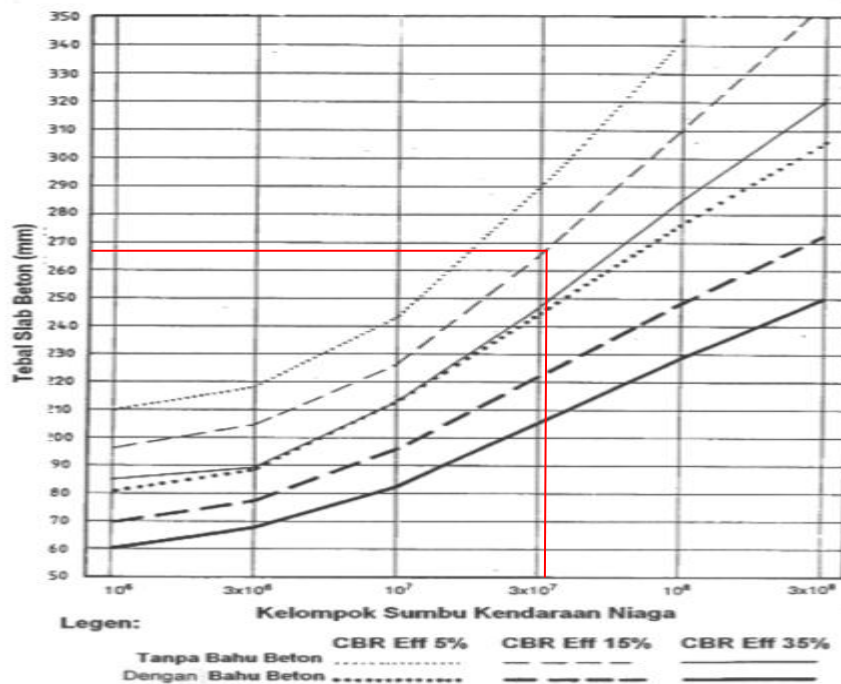
Dari grafik diatas didapatkan nilai CBR tanah dasar efektif sebesar 25%.

Menentukan Tebal Perkerasan Taksiran Slab Beton

Dalam menentukan tebal perkerasan taksiran slab beton kita menggunakan grafik perencanaan dalam Pd T-14-2003 Perencanaan perkerasan jalan beton semen Departemen Permukiman dan Prasarana Wilayah.

Data :

CBR rencana	= 3,3 %
Kuat tarik lentur	= 4,9 Mpa
Faktor keamanan	= 1,1
CBR efektif	= 25 %
JKN rencana	= 4,30E+7



Grafik Perencanaan, $F_{cf} = 4,25 \text{ MPa}$, Lalu-Lintas Luar Kota, Tanpa Ruji, Berdasarkan grafik diatas ditaksir tebal beton = 265 mm = 26,5cm

Tabel Perhitungan jumlah sumbu berdasarkan jenis dan bebannya

Jenis kend.	Konfigurasi Sumbu				Jumlah Kend. (bh)	Jml. Sumbu Perkend. (bh)	Jml. Sumbu Keseluruhan (bh)	STRT		STRG		STdRG	
	RD	RB	GRD	GRB				BS (ton)	JS (bh)	BS (ton)	JS (bh)	BS (hb)	JS (bh)
MP	1	1	-	-	8357	-	-	-	-	-	-	-	-
BUS	3	5	-	-	1210	2	2419.38	3	1210	5	1209.69	-	-
Truk 2 as Kecil	2	4	-	-	2463	2	4925.95	2 4	2463 2463	-	-	-	-
Truk 2 as Besar	5	8	-	-	7875	2	15750.66	5	7875	8	7875.33	-	-
Truk 3 as Tandem	6	14	-	-	2235	2	4469.86	6	4470	14	-	14	4470
Total					22140		27565.84		18481				4470

Tabel Perhitungan repetisi sumbu rencana

Jenis Sumbu	Beban Sumbu (ton)	Jumlah Sumbu	Proporsi Beban	Proporsi Sumbu	Lalu-lintas Rencana	Repetisi yang terjadi
1	2	3	4	5	6	$7 = 4 \times 5 \times 6$
STRT	6	4470	0.24	0.58	$5.06E+7$	$7.06E+6$
	5	7875	0.43	0.58	$5.06E+7$	$1.24E+7$
	4	2463	0.13	0.58	$5.06E+7$	$3.89E+6$
	3	1210	0.07	0.58	$5.06E+7$	$1.91E+6$
	2	2463	0.13	0.58	$5.06E+7$	$3.89E+6$
Total		18481	1.00			
STRG	8	7875	0.87	0.28	$5.06E+7$	$1.24E+7$
	5	1210	0.13	0.28	$5.06E+7$	$1.91E+6$
Total		9085				
STdRG	14	4470	1.00	0.14	$5.06E+7$	$7.06E+6$
Total		4470				
Kumulatif						$5.06E+7$

Tabel Analisa Fatik dan Erosi tebal slab beton 265 mm

Jenis Sumbu	Beban Sumbu (ton)	Beban Rencana Per roda (kN)	Repetisi yang terjadi	Faktor Tegangan dan Erosi	Analisa Fatik		Analisa Erosi	
					Repetisi ijin	Persen Rusak (%)	Repetisi ijin	Persen Rusak (%)
1	2	3	4	5	6	7=(4 x100) / 6	8	9=(4 x100) / 8
STRT	6 (60)	33.00	7.06E+06	TE = 0.64	TT	0	TT	0
	5 (50)	27.50	1.24E+07	FRT = 0.16	TT	0	TT	0
	4 (40)	22.00	3.89E+06	FE = 2.015	TT	0	TT	0
	3(30)	16.50	1.91E+06		TT	0	TT	0
	2(20)	11.00	3.89E+06		TT	0	TT	0
STRG	8(80)	22.00	1.24E+07	TE = 1.07	TT	0	8.00E+07	16
	5(50)	13.75	1.91E+06	FRT = 0.268 FE = 2.665	TT	0	TT	0
STdRG	14(140)	19.25	7.06E+06	TE = 0.95 FRT = 0.238 FE = 2.85	TT	0	4.00E+07	18
Total					0 % > 100%		33.191 % < 100%	

Dari hasil analisa fatik dan erosi untuk tebal slab beton 26,5 cm, didapatkan nilai fatik 0 % serta nilai erosi 33,19 %. Untuk itu tebal slab beton 26,5 cm masih sangat aman sehingga tebal slab beton perlu diperkecil.

Tabel Analisa Fatik dan Erosi tahun 2010 – 2025

NO	Tahun	Tebal Slab Beton (mm)	Analisa Fatik (%)	Analisa Erosi (%)	Keterangan
1	2010	250	0	66.382	aman
2	2011	250	0	70.222	aman
3	2012	250	0	74.061	aman
4	2013	250	0	77.901	aman
5	2014	250	0	81.741	aman
6	2015	250	0	85.580	aman
7	2016	250	0	89.420	aman
8	2017	250	0	93.340	aman
9	2018	250	0	97.099	aman
10	2019	250	0	100.939	Perlu peningkatan
11	2020	250	0	104.778	Perlu peningkatan
12	2021	250	0	108.618	Perlu peningkatan
13	2022	250	0	112.458	Perlu peningkatan
14	2023	250	0	116.297	Perlu peningkatan
15	2024	250	0	120.137	Perlu peningkatan
16	2025	250	0	123.976	Perlu peningkatan

Dari hasil analisa fatik dengan ketebalan 250 mm atau 25 cm lapis perkerasan beton semen hanya mampu melayani masa layannya sampai diakhir 2018. Untuk itu pada awal tahun 2019 perlu dilakukan peningkatan tebal perkerasan beton.

Tabel Analisa Fatik dan Erosi tahun 2010 – 2025

NO	Tahun	Tebal Slab Beton (mm)	Analisa Fatik (%)	Analisa Erosi (%)	Keterangan
1	2010	265	0	33.191	aman
2	2011	265	0	35.111	aman
3	2012	265	0	37.031	aman
4	2013	265	0	38.951	aman
5	2014	265	0	40.870	aman
6	2015	265	0	42.790	aman
7	2016	265	0	44.710	aman
8	2017	265	0	46.670	aman
9	2018	265	0	48.550	aman
10	2019	265	0	50.469	aman
11	2020	265	0	52.389	aman
12	2021	265	0	54.309	aman
13	2022	265	0	56.229	aman
14	2023	265	0	58.149	aman
15	2024	265	0	60.068	aman
16	2025	265	0	61.988	aman

Dari data tabel diatas tebal slab beton 26,5 cm pada awal pembangunan 2010 didapatkan nilai fatik sebesar 0 %, nilai erosi sebesar 33,191 %. Sedangkan pada akhir perencanaan tahun 2025 nilai fatik sebesar 0 %, nilai erosi sebesar 61,988%.

Demikian dapat disimpulkan dengan ketebalan slab beton 265 mm atau 26,5 cm mampu melayani masa layannya sampai diakhir tahun 2025.

KESIMPULAN

Berdasarkan uraian pada bagian sebelumnya dan hasil perhitungan analisis pada ruas jalan Purwodadi-Geyer dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

- Jalan lama ruas Purwodadi-Geyer yang sudah ada saat ini memiliki struktur perkerasan yang sudah rusak, sehingga kendaraan yang melewatinya merasa tidak nyaman.
- Dari hasil analisis didapatkan data arus lalu lintas yang melalui jalan Purwodadi – Geyer didapat angka pertumbuhan (i) 8.196 %, dan didapat Derajat Kejenuhan (DS) 1,84 lebih besar dari standar yang disyaratkan yaitu 0.75, sehingga perlu ditinjau atau dilakukan pelebaran jalan dari 2/2 UD menjadi 4/2 D.
- Dari hasil perhitungan pada perkerasan lentur tahun 2015 didapat nilai ITP sebesar 11,80 dan Indeks Tebal Permukaan sisa (ITP_{sisa}) sebesar 3,20 sehingga pada ruas jalan Purwodadi – Geyer diperlukan adanya lapis tambahan (Overlay) sebesar 9 cm. Kemudian ITP tahun 2025 sebesar 15 dan didapatkan susunan lapis permukaan sebesar 19 cm.
- Dari hasil analisis pada perkerasan kaku di dapatkan nilai slab beton rencana sebesar 265 mm atau 26,5 cm. Dari tebal beton semen eksisting sebesar 25 cm hanya mampu melayani sampai diakhir tahun 2018. Untuk itu mulai awal 2019 perlu ditingkatkan menjadi 26,5 cm serta untuk perkerasan beton semen dari tahun 2010 hingga tahun 2018 perlu lapis tambah overlay.

- Dari selisih perkerasan tebal perkerasan beton sebesar 1,5 cm dikonversi ke tebal perkerasan beton aspal menjadi sebesar 4 cm untuk menambah nilai dari perkerasan beton lama.

SARAN

Dari hasil analisis yang kami lakukan pada ruas jalan Purwodadi – Geyer, kami menyarankan sebagai berikut :

- Perlu adanya peningkatan segera pada lapis permukaan jalan Purwodadi – Geyer untuk mengurangi kerusakan yang ada.
- Untuk jalan tipe 2/2 UD perlu adanya pelebaran menjadi 4/2 D.
- Perlu dibangun jembatan timbang sebagai alat kontrol kendaraan muatan berlebih (*overload*).

DAFTAR PUSTAKA

- Ainun, Nikmah... 2013, *Perencanaan Perkerasan Kaku (Rigid Pavement) Jalan Purwodadi - Kudus*. Universitas Negeri Semarang. Semarang.
- Departemen Permukiman dan Prasarana Wilayah, *Perencanaan Perkerasaan Jalan Lentur*. Pt T-01-2002-B
- Departemen Permukiman dan Prasarana Wilayah, *Perencanaan Perkerasaan Jalan Beton Semen*. Pt T-01-2003-B
- Dinas Bina Marga Jawa Tengah, 2015. *Data Peningkatan dan Penanganan Jalan*. Semarang
- Dinas Perhubungan Komunikasi dan Informatika Propinsi Jawa Tengah, 2015. *Data Lalu Lintas Harian Ruas Puwodadi-Geyer*. Semarang
- Manual Kapasitas Jalan Indonesia, 1997. *Jalan Luar Kota*.
- Warpani, Sumarjdoko... 1997. *Merencanakan Sistem Perangkutan*. Bandung. ITB