

PERENCANAAN JALAN LINGKAR UTARA BREBES-TEGAL STA. 8+800 – STA. 17+377

Abdullah, Purnomo, YI. Wicaksono^{*)}, Bagus Hario Setiadji^{*)}

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

ABSTRAK

Jalan Lingkar Utara Brebes-Tegal merupakan jalan arteri primer yang terletak di koridor Pantai Utara Jawa (Pantura) Jawa Tengah yang melintasi Kabupaten Brebes (12,385 km) dan Kota Tegal (4,715 km), dengan struktur perkerasan yang digunakan adalah perkerasan lentur (aspal). Jalan ini dibangun dengan tujuan untuk memecah kepadatan lalu lintas yang terjadi di Pusat Kota Brebes dan Kota Tegal. Pada tahun 2010, pembangunan Jalan Lingkar Utara Brebes-Tegal mulai dilaksanakan. Namun pada tahun 2012 kegiatan pembangunan untuk sementara dihentikan karena adanya beberapa permasalahan, salah satunya adalah kondisi tanah pada sebagian lokasi pembangunan berupa rawa-rawa dan tambak menyebabkan pelaksanaan dengan menggunakan lapis perkerasan lentur (aspal) sulit untuk dilaksanakan. Kondisi ini dimulai dari STA. 8+800 sampai dengan STA.17+377 dari arah Brebes ke arah Tegal. Oleh karena itu, dalam Tugas Akhir ini dilakukan perencanaan Jalan Lingkar Utara Brebes-Tegal, dengan alternatif mengganti struktur perkerasan lentur (aspal) dengan struktur perkerasan kaku (rigid pavement), disertai stabilisasi tanah guna memperbaiki kondisi tanah rawa dengan cara menimbun tanah asli dengan bahan timbunan pilihan sehingga mampu meningkatkan nilai CBR pada subgrade menjadi lebih baik (CBR lebih tinggi). Selain itu dalam pelaksanaan stabilisasi tanah direkomendasikan untuk melakukan perkuatan tanah timbunan dengan memanfaatkan sheet pile (dinding turap) sebagai solusi untuk mengatasi masalah pembangunan Jalan Lingkar Utara Brebes-Tegal.

kata kunci : *perkerasan kaku, Jalan Lingkar Utara Brebes-Tegal*

ABSTRACT

The North Brebes-Tegal Ring Road is a primary arterial road corridor which are located in the North Coast of Java, Central Java across Brebes District (12.385 km) and Tegal (4.715 km), with a pavement structure used is a flexible pavement (asphalt). The road was built with the purpose to break traffic density that occurred in Brebes City and Tegal. In 2010, construction of The North Brebes-Tegal Ring Road began. However, in 2012 the construction activities temporarily halted due to several problems, one of them is the condition of the ground at a construction site in part marshes and ponds led to the implementation by using layers of flexible pavement (asphalt) is difficult to be

^{*)} Penulis Penanggung Jawab

implemented. This condition starts from STA. 8 +800 to STA. 17+377 from the direction of Brebes to Tegal. Therefore, in this final planning is The North Brebes-Tegal Ring Road, with alternative structures to replace the flexible pavement (asphalt) and rigid pavement structures, accompanied by stabilization of the soil to improve soil conditions by landfill swamp native land with material heaps of options so as to increase the value of the subgrade CBR for the better. Besides the implementation of soil stabilization is recommended to do a heap of soil reinforcement by utilizing sheet pile as a solution to overcome the problem of the construction of The North Brebes-Tegal Ring Road.

keywords: *rigid pavement, The North Brebes-Tegal Ring Road*

PENDAHULUAN

Kabupaten Brebes dan Kota Tegal merupakan wilayah yang terletak di bagian Utara paling Barat Provinsi Jawa Tengah, dan dibatasi langsung oleh Kabupaten Cirebon di sebelah Barat dan Kabupaten Tegal di sebelah Timur, serta dilewati oleh jaringan jalan nasional yang membelah pusat perdagangan, jasa dan pusat pemerintahan Kabupaten Brebes dan pusat perdagangan dan jasa Kota Tegal.

Keadaan lalu lintas di jalur Pantai Utara (Pantura) Kabupaten Brebes terutama yang memasuki jalan dalam kota cukup padat. Bahkan, untuk waktu tertentu lalu lintas kendaraan menjadi tersendat bahkan sampai terjadi kemacetan. Kemacetan ini diakibatkan oleh berkembangnya berbagai sektor ekonomi yang terpusat terutama di tengah-tengah kota, serta semakin meningkatnya arus lalu lintas antar provinsi sebagai akibat dari meningkatnya aktivitas perekonomian nasional, yakni dengan semakin bertambahnya pergerakan kendaraan-kendaraan yang melintasi jalur pantura tersebut baik dari kendaraan kecil, sedang atau besar.

Untuk memperlancar transportasi lalu lintas di jalur Pantura Brebes maka muncullah ide untuk membangun jalan baru yang nantinya akan berfungsi sebagai jalan lingkar. Lokasi pembangunan jalan lingkar ini terletak di koridor Pantai Utara Jawa (Pantura) Jawa Tengah yang melintasi Kabupaten Brebes (12.385 km) dan Kota Tegal (4.715 km) yang dikenal dengan Jalan Lingkar Utara Brebes-Tegal. Penanganan ruas jalan ini diawali dari depan Kantor Puskud Desa Klampok Kabupaten Brebes, kemudian mengarah diagonal ke Utara kemudian ke Timur sampai memotong sungai Kaligangsa, selanjutnya masuk ke wilayah batas Kota Tegal melewati Jalan Sipelem Raya, Jalan Tendea dan berakhir di Jalan Yos Sudarso (Sta. 17+100). Karakteristik jalan yang sudah dibangun adalah sebagai berikut:

- a. Tipe jalan : 2 lajur dua arah tak terbagi (2/2UD)
- b. Fungsi jalan : arteri primer
- c. Lebar lajur : 3,50 m
- d. Lebar bahu : 1,00 m

Pembangunan Jalan Lingkar Utara Brebes-Tegal sendiri sudah dilaksanakan, dengan realisasi pelaksanaan fisik pada tanggal 13 Februari 2013 sebesar 48 persen, dimana kegiatan pengurangan telah selesai dilaksanakan sepanjang 15 kilometer dan pengaspalan telah selesai sepanjang 5 kilometer dari titik awal (Sta. 0+000). Namun karena adanya beberapa kendala maka pembangunan jalan ini menjadi terhenti. Salah satu kendala yang menyebabkan pembangunan Jalan Lingkar Utara Brebes-Tegal terhenti adalah kondisi

tanah pada lokasi rencana pembangunan yang sebagian berupa rawa-rawa dan tambak menyebabkan perencanaan maupun pelaksanaan dengan menggunakan lapis perkerasan lentur (aspal) sulit untuk dilaksanakan. Hal ini terkait dengan sifat tanah tersebut yang memiliki kadar air tinggi sehingga mudah mengalami kembang susut. Kondisi ini dimulai dari STA. 8+800 sampai dengan STA.17+377 dari arah Brebes ke arah Tegal. Padahal pada STA sebelumnya tidak ada kendala apapun dan pembangunan jalan dengan menggunakan perkerasan lentur sebagian sudah dilaksanakan.

Dari sudut pandang Teknik Sipil, tanah rawa atau tambak memiliki kandungan air yang tinggi serta memiliki sifat ekspansif (kembang susut akibat perubahan kadar air) yang tinggi. Menurut tesis yang dibuat oleh Surat tahun 2011, dengan judul “Analisis Struktur Perkerasan Jalan Di Atas Tanah Ekspansif (Studi Kasus: Ruas Jalan Purwodadi-Blora)”, tanah ekspansif merupakan bahaya utama di bidang geoteknik yang dapat menimbulkan kerusakan parah terhadap kinerja dan masa layan infrastruktur. Oleh karena itu perkerasan yang terletak pada tanah dasar ekspansif ini sering membutuhkan biaya pemeliharaan dan rehabilitasi yang besar sebelum perkerasan mencapai umur atau masa layannya.

Berbeda dengan struktur perkerasan lentur, struktur perkerasan kaku memiliki kekakuan yang cukup, sehingga distribusi beban yang disalurkan ke lapisan subgrade relatif lebih luas dan beton merupakan bagian utama yang menanggung beban struktural, sehingga persebaran beban yang dilakukan oleh struktur perkerasan kaku lebih baik dari struktur perkerasan lentur. Di samping itu, dari segi biaya konstruksi penggunaan struktur perkerasan kaku lebih hemat dari struktur perkerasan lentur. Hal ini sudah dibuktikan oleh Alimin Gecong dalam penelitiannya yang berjudul “Studi Perbandingan Biaya Konstruksi Perkerasan Kaku dan Perkerasan Lentur”. Dari hasil penelitiannya, diketahui dari persentase biaya (% biaya) penggunaan perkerasan lentur lebih hemat dari perkerasan kaku. Namun, dilihat dari biaya nominal, penggunaan perkerasan kaku lebih hemat dari perkerasan lentur. Sehingga bisa disimpulkan bahwa penggunaan struktur perkerasan kaku lebih baik dari struktur perkerasan lentur.

Berdasarkan pada hal-hal diatas maka pada Tugas Akhir ini dilakukan perencanaan ulang Jalan Lingkar Utara Brebes-Tegal, dengan alternatif mengganti jenis perkerasan lentur dengan perkerasan kaku (*rigid pavement*), dimulai dari STA.8+800 sampai dengan STA.17+377 sebagai solusi untuk mengatasi masalah pembangunan Jalan Lingkar Utara Brebes-Tegal.

MAKSUD DAN TUJUAN

Maksud dari penyusunan Tugas Akhir ini adalah untuk merencanakan ulang Jalan Lingkar Utara Brebes-Tegal mulai dari STA.8+800 sampai dengan STA.17+377, dengan cara mengganti jenis struktur perkerasan lentur (aspal) dengan struktur perkerasan kaku (*rigid pavement*) sehingga pembangunan Jalan Lingkar Utara Brebes-Tegal secara keseluruhan dapat dilaksanakan dengan lancar tanpa ada atau timbul permasalahan sampai jalan mencapai masa layannya.

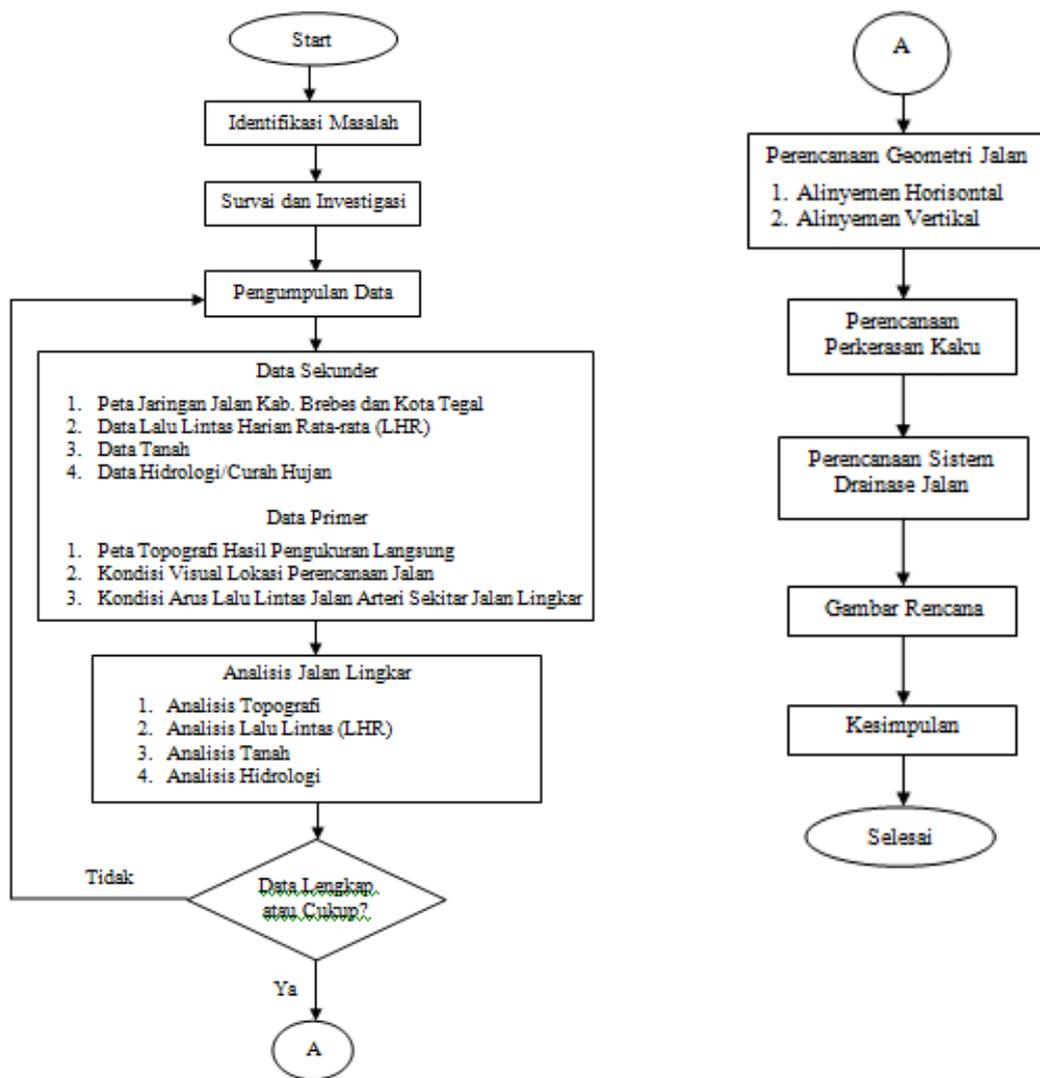
Tujuan dari penyusunan tugas akhir ini adalah:

1. Menganalisis kondisi tanah pada STA.8+800 sampai dengan STA.17+377 perencanaan Jalan Lingkar Utara Brebes-Tegal.

2. Menganalisis lalu lintas jalan eksisting dan Jalan Lingkar Utara Brebes-Tegal.
3. Merencanakan desain geometrik jalan (meliputi alinyemen vertikal dan alinyemen horisontal) untuk ruas Jalan Lingkar Utara Brebes-Tegal mulai STA.8+800 sampai dengan STA.17+377.
4. Merencanakan tebal perkerasan kaku (*rigid pavement*) untuk ruas Jalan Lingkar Utara Brebes-Tegal STA.8+800 sampai dengan STA.17+377.
5. Merencanakan dimensi saluran tepi (drainase) jalan untuk ruas Jalan Lingkar Utara Brebes-Tegal STA.8+800 sampai dengan STA.17+377.

METODOLOGI STUDI

Urutan proses perencanaan Jalan Lingkar Utara Brebes-Tegal mulai STA. 8+800 sampai STA.17+377 disajikan dalam bagan alir metodologi perencanaan pada gambar 1.1. Bagan alir tersebut akan dijadikan pedoman dalam mengolah dan menganalisis data-data yang diperoleh.



Gambar 1. Diagram Alir Metode Pelaksanaan Tugas Akhir

ANALISIS DATA

Analisis Lalu Lintas Jalan Eksisting

Dalam perencanaan Jalan Lingkar Utara Brebes-Tegal, jalan eksisting yang dipilih adalah Jalan Batas Kota Brebes-Batas Kota Tegal, dengan karakteristik: tipe 4 lajur 2 arah terbagi (4/2D), lebar jalur utama 4x3,5 m dan lebar bahu jalan 2 m, konstruksi perkerasan lentur.

Karakteristik lalu lintas ruas Jalan Eksisting Batas Kota Brebes-Batas Kota Tegal adalah sebagai berikut:

1. Volume Jam Puncak (VJP) sebesar 3863 smp/jam, terjadi pada pukul 07.00-08.00 WIB.
2. Distribusi arah lalu lintas 50% : 50%.
3. Kelas hambatan samping sedang.
4. Rata-rata pertumbuhan lalu lintas (i) sebesar 5,015 %, UR = 17 tahun
5. Persentase komposisi kendaraan bermotor yang melewati jalan eksisting adalah:
 - MC = 35,33%
 - LV = 25,78%
 - MHV = 18%
 - LT = 14,30%, LB = 6,59%

LHR perkiraan yang melewati ruas Jalan Eksisting Batas Kota Brebes-Batas Kota Tegal pada akhir umur rencana (tahun 2030) adalah sebesar 85278 Smp/hari.

Analisis Kinerja Jalan Eksisting

Untuk menganalisis kinerja jalan eksisting, parameter yang digunakan adalah kapasitas jalan (C) dan tingkat pelayanan jalan (*Degree of Saturation* = DS).

$$DS = Q/C,$$

dimana:

- DS = derajat kejenuhan (*degree of saturation*)
Q = volume jam perencanaan/VJP (smp/jam)
C = kapasitas jalan (smp/jam)

Kapasitas jalan (C) dihitung dengan rumus:

$$C = C_0 \times FC_W \times FC_{SP} \times FC_{SF} \dots (\text{smp/jam})$$

dimana:

- C = Kapasitas jalan (smp/jam)
C₀ = Kapasitas dasar
FC_W = Faktor penyesuaian akibat lebar jalan
FC_{SP} = Faktor penyesuaian akibat persentase pemisah arah
FC_{SF} = Faktor penyesuaian akibat hambatan samping

dengan perhitungan sebagai berikut:

$$C = C_0 \times FC_W \times FC_{SP} \times FC_{SF}$$
$$C = 3800 \times 0,96 \times 1,00 \times 0,99$$
$$C = 3612 \text{ smp/jam}$$

Sedangkan derajat kejenuhan dihitung dengan rumus:

$$Q = VJP = VLHR \times \frac{K}{F} \dots (\text{smp/jam})$$

dimana:

- VJP = Volume jam perencanaan (smp/jam).
- VLHR = Volume Lalu Lintas Harian Rata – rata (smp/hari).
- K = Rasio antara arus jam rencana dengan LHRT.
- F = Faktor variasi tingkat lalu lintas per 15 menit dalam jam sibuk

Dari hasil analisis, diperoleh kesimpulan mulai tahun 2018 DS telah mencapai 0.79 melebihi yang disyaratkan yakni ≤ 0.75 , sehingga jalan eksisting pada tahun tersebut mulai mengalami kejenuhan dan tidak mampu melayani arus lalu lintas yang lewat dengan baik. Solusinya adalah dengan cara mengalihkan semua kendaraan berat ke jalan lingkar, sehingga volume kendaraan yang akan melewati jalan eksisting dapat dibatasi agar pelayanan jalan eksisting meningkat.

Analisis Volume Kendaraan Yang Akan Melintasi Jalan Lingkar

Dalam perencanaan Jalan Lingkar Utara Brebes-Tegal, volume kendaraan yang akan dialihkan ke jalan lingkar berasal dari Jalan Batas Kota Tegal-Pemalang dengan karakteristik lalu lintas sebagai berikut:

1. Distribusi arah lalu lintas 50% : 50%.
2. Kelas hambatan samping sedang.
3. Rata-rata pertumbuhan lalu lintas (i) sebesar 5,190 %, UR = 17 tahun
4. Persentase komposisi kendaraan bermotor yang melewati jalan eksisting adalah:
 - MC = 24,63%
 - LV = 26,65%
 - MHV = 23,55%
 - LT = 17,63%, LB = 7,54%

Karakteristik rencana jalan lingkar yang akan dipakai adalah:

1. Tipe jalan : 4 Lajur - 2 Arah tak terbagi (4/2UD)
2. Fungsi jalan : arteri kelas I
3. Segmen jalan : luar kota
4. Lebar lajur : 3,50 meter, lebar bahu : 1,5 meter

LHR perkiraan yang akan melewati ruas Jalan Lingkar BrebesTegal pada akhir umur rencana (tahun 2030) adalah sebesar 35072 Smp/hari.

Analisis Kinerja Lalu Lintas Jalan Lingkar Utara Brebes-Tegal

Untuk menganalisis kinerja Jalan Lingkar Utara Brebes-Tegal, parameter yang digunakan adalah kapasitas jalan (C) dan tingkat pelayanan jalan (*Degree of Saturation* = DS). Dari hasil perhitungan diperoleh: C = 3298 smp/jam.

Perhitungan VJP dan DS yang terjadi ditampilkan dalam Tabel 1.

Tabel 1. Perhitungan Derajat Kejenuhan Jalan Lingkar Utara Brebes-Tegal

Tahun	Q=VJP smp/jam	C (smp/jam)	DS
2013	890	3298	0.27
2014	937	3298	0.28
2015	985	3298	0.30
2016	1036	3298	0.31
2017	1090	3298	0.33
2018	1147	3298	0.35
2019	1206	3298	0.37
2020	1269	3298	0.38
2021	1335	3298	0.40
2022	1404	3298	0.43
2023	1477	3298	0.45
2024	1553	3298	0.47
2025	1634	3298	0.50
2026	1719	3298	0.52
2027	1808	3298	0.55
2028	1902	3298	0.58
2029	2000	3298	0.61
2030	2104	3298	0.64

Dari hasil analisis Tabel 1. diperoleh nilai DS selama umur rencana jalan lingkar kurang dari 0,75 sehingga desain jalan lingkar 4/2 UD masih mampu melayani arus lalu lintas dengan baik.

Analisis Kinerja Lalu Lintas Jalan Eksisting Setelah Ada Jalan Lingkar

Perhitungan kinerja lalu lintas jalan eksisting setelah ada jalan lingkar menggunakan rumus yang sama dengan perhitungan kinerja jalan eksisting, dengan volume kendaraan yang dihitung adalah volume kendaraan awal jalan eksisting dikurangi volume kendaraan yang dialihkan ke jalan lingkar.

Dari hasil analisis disimpulkan bahwa dengan mengalihkan semua kendaraan berat yang akan menuju Jalan Eksisting ke Jalan Lingkar Utara Brebes-Tegal, maka dapat mengurangi kepadatan lalu lintas yang terjadi di jalan eksisting sampai tahun 2028 dengan nilai DS 0,75.

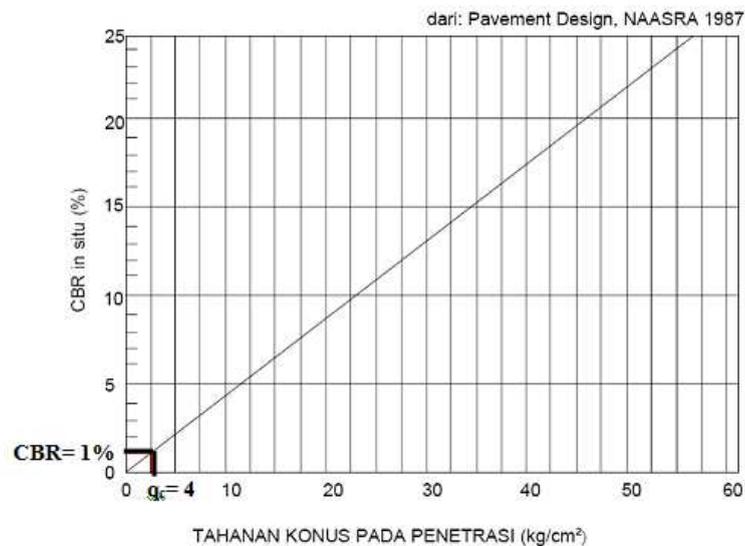
Analisis Kecepatan Arus Bebas Jalan Lingkar Utara Brebes-Tegal

Penentuan kecepatan arus bebas kendaraan bermotor pada Jalan Lingkar Utara Brebes-Tegal didasarkan pada buku MKJI (1997) sebesar 80 km/jam.

Analisis Data Tanah

Dalam perencanaan jalan raya, kondisi tanah asli penting untuk diketahui karena sebagai salah satu dasar perencanaan tebal perkerasan.

Berdasarkan data hasil pengujian sampel tanah yang ada, nilai daya dukung tanah dasar dinyatakan dalam q_c (tahanan konus) dengan nilai 2 kg/cm^2 sampai 4 kg/cm^2 , namun dalam perencanaan jalan digunakan data daya dukung tanah yang dinyatakan dalam CBR tanah dasar, sehingga dilakukan pendekatan dari nilai pengujian sondir ke nilai CBR dengan bantuan grafik seperti yang dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Korelasi Nilai CBR dan Konus

Dari hasil plotting nilai q_c pada Gambar 2. di atas, didapat daya dukung tanah berupa CBR sekitar 1 % (termasuk ke dalam tanah lunak). Untuk memperbaiki kondisi tanah asli maka dilakukan penimbunan tanah asli dengan bahan timbunan dari Kali Glagah dengan asumsi nilai CBR sebesar 38%.

PERENCANAAN JALAN LINGKAR

Rencana Teknis Geometri Jalan Lingkar

Rencana teknis geometri Jalan Lingkar Utara Brebes-Tegal adalah sebagai berikut:

1. Fungsi jalan : Arteri Kelas I
2. Kecepatan rencana : 80 km/jam
3. Tipe jalan : 4 Lajur-2 Arah Tak Terbagi (4/2UD)
4. Lebar lajur lalu lintas : 3,50 meter
5. Lebar bahu jalan : 1,50 meter
6. Lereng melintang perkerasan untuk perkerasan beton semen sebesar 2%
7. Lereng melintang bahu jalan sebesar 4%
8. RUMIJA (ROW) : 40 meter
9. Panjang jalan : 8,577 km

PERENCANAAN STRUKTUR PERKERASAN KAKU

Rencana jenis struktur perkerasan kaku yang akan digunakan adalah sebagai berikut:

1. Struktur beton : Perkerasan Beton Semen (PBS) bersambung dengan tulangan.
2. Bentuk pelat : empat persegi panjang
3. Lebar & panjang pelat : b = 3,5 meter, L = 5 meter

Perhitungan Data Lalu Lintas

Data lalu lintas yang digunakan dalam perencanaan struktur perkerasan kaku adalah data lalu lintas pada awal umur rencana (tahun 2015), dengan data sebagai berikut:

Tabel 2. Data Lalu Lintas Tahun 2015 Tiap Jenis Kendaraan

Jenis Kendaraan	Jumlah (kend/hari)
Bus	2756
Truk 2 As kecil	5772
Truk 2 As besar	5047
Truk 3 As	4138
Truk Gandeng & Semi Trailer	7367
Jumlah	25080

Perhitungan Jumlah Sumbu

Tabel 3. Perhitungan Jumlah Sumbu Berdasarkan Jenis dan Bebannya

Jenis Kendaraan	Beban Sumbu (Ton)				Jumlah Kendaraan (buah)	Jumlah Sumbu per Kendaraan (buah)	Jumlah Sumbu (buah)	STRT		STRG		STdRG	
	RD	RB	RGD	RGB				BS	JS	BS	JS	BS	JS
Bus	3	5	0	0	2756	2	5512	3	2756	5	2756	0	0
Truk 2 as Kecil	2	4	0	0	5772	2	11544	2	5772	0	0	0	0
Truk 2 as Besar	5	8	0	0	5047	2	10094	4	5772	0	0	0	0
Truk 3 as	6	14	0	0	4138	2	8276	6	4138	0	0	14	4138
Truk Gandengan & Semi Trailer	6	14	5	5	7367	4	29470	6	7367	0	0	14	7367
								5	7367	0	0	0	0
								5	7367	0	0	0	0
Jumlah Total							64894	45586	7803	11505			

Keterangan:

- | | | | |
|-----|-------------------------|-------|------------------------------|
| RD | : Roda Depan | JS | : Jumlah Sumbu |
| RB | : Roda Belakang | STRT | : Sumbu Tunggal Roda Tunggal |
| RGD | : Roda Gandeng Depan | STRG | : Sumbu Tunggal Roda Ganda |
| RGB | : Roda Gandeng Belakang | STdRG | : Sumbu Tandem Roda Ganda |
| BS | : Beban Sumbu | | |

Faktor Pertumbuhan Lalu Lintas

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

$$R = \frac{(1+i)^{UR} - 1}{i} = \frac{(1+0.0519)^{15} - 1}{0.0519} = 21,89$$

Perhitungan jumlah sumbu kendaraan niaga (JSKN) selama umur rencana 15 tahun

JSKNH = 365 x JSKN x R = 365 x 64894 x 21,89 = 5,18x10⁸
 JSKN rencana = C x JSKNH = 0,45 x 5,18x10⁸ = 2,33x10⁸

Perhitungan repetisi sumbu yang terjadi

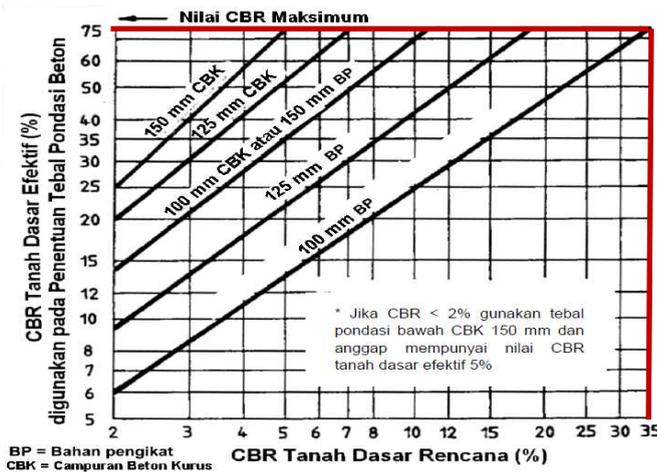
Jumlah total repetisi sumbu yang terjadi sebesar 2,33 x 10⁸

Perencanaan Tebal Perkerasan Kaku

Desain rencana pelat beton adalah sebagai berikut:

1. Jenis perkerasan : beton bersambung dengan tulangan
2. Ruji/dowel : ya
3. Jenis bahu : beton
4. Umur rencana : 15 tahun
5. Nilai JSKN : 2,33x10⁸
6. Faktor keamanan beban (Fkb) : 1,1
7. CBR tanah dasar rencana : 38%
8. Kuat tarik lentur beton (fcf) : 4,00 MPa
9. Tebal minimum pelat beton : 150 mm
10. Pondasi bawah : BP 100 mm

CBR Tanah Dasar Efektif



Gambar 3. Grafik CBR Efektif dan Tebal Pondasi Bawah

Dalam grafik 1.3, diketahui nilai CBR tanah dasar rencana maksimum yang bisa dipakai sebesar 35%. Oleh karena itu, nilai CBR tanah dasar rencana yang semula 38% dianggap sebesar 35%. Maka, untuk CBR tanah dasar rencana sebesar 35% dan tebal pondasi bawah BP 100 mm, nilai CBR tanah dasar efektif sebesar 75%.

Perhitungan Repetisi Ijin

Tebal pelat beton yang dipilih adalah 155 mm, dengan nilai Tegangan Ekuivalen (TE) dan Faktor Erosi (FE) sebagai berikut:

Tabel 4. Nilai Tegangan Ekuivalen dan Faktor Erosi Untuk Tebal Pelat 155 mm

Tebal Slab (mm)	CBR Tanah Dasar	Tegangan Setara (TE)				Faktor Erosi (FE)			
		STRT	STRG	STdRG	STrRG	STRT	STRG	STdRG	STrRG
155	75	1.15	1.59	1.37	1.2	2	2.61	2.54	2.53

Untuk menghitung jumlah maksimum repetisi yang diijinkan (repetisi ijin) untuk setiap beban sumbu kelompok kendaraan sesuai dengan buku Perencanaan Perkerasan Beton Semen (2003).

Tabel 5. Perhitungan Analisis Fatik dan Erosi Untuk Tebal Pelat 155 mm

Jenis Sumbu	Beban Sumbu ton (kN)	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*100/6	8	9=4*100/8
STRT	6 (60)	33	4,14x10 ⁷	FRT = 0.29 TE = 1.15 FE=2.0	TT	0	TT	0
	5 (50)	27.5	7,11x10 ⁷		TT	0	TT	0
	4 (40)	22	2,08x10 ⁷		TT	0	TT	0
	3 (30)	16.5	9,91x10 ⁶		TT	0	TT	0
	2 (20)	11	2,08x10 ⁷		TT	0	TT	0
STRG	8 (80)	22	1,81x10 ⁷	FRT = 0.40 TE = 1.59 FE= 2.61	TT	0	1,9x10 ⁷	95.506
	5 (50)	13.75	9,91x10 ⁶		TT	0	TT	0
STdRG	14 (140)	19.25	4,14x10 ⁷	FRT = 0.34 TE = 1.35 FE= 2.52	TT	0	TT	0
Total						0% > 100%	95,51% < 100%	

Dari hasil perhitungan pada tabel 1.5 diperoleh persentase rusak fatik sebesar 0% dan persentase erosi 95,51 % atau mendekati 100%. Oleh karena itu, maka digunakan tebal pelat 155 mm.

Perhitungan Tulangan Memanjang

$$A_s = \frac{\mu.L.M.g.h}{2.f_s} = \frac{0,9.5.2400.9,81.0,155}{2.240} = 34,212 \text{ mm}^2/\text{m}'$$

Luas tulangan minimum : $A_{s \text{ min}} = 155 \text{ mm}^2 / \text{m}'$

$A_{s \text{ min}} = 155 \text{ mm}^2/\text{m}' > A_{s \text{ perlu}} = 34,212 \text{ mm}^2/\text{m}'$, maka digunakan luas tulangan minimum dengan diameter 10 mm, jarak 500 mm ($A_{s \text{ terpasang}} = 157 \text{ mm}^2/\text{m}'$).

Perhitungan Tulangan Melintang

$$A_s = \frac{\mu \cdot L \cdot M \cdot g \cdot h}{2 \cdot f_s} = \frac{0,9 \cdot 3,5 \cdot 2400 \cdot 9,81 \cdot 0,155}{2 \cdot 240} = 23,949 \text{ mm}^2 / \text{m}'$$

Luas tulangan minimum: $A_{s \text{ min}} = 155 \text{ mm}^2 / \text{m}'$

maka digunakan luas tulangan minimum dengan diameter 10 mm, jarak 500 mm (A_s terpasang = $157 \text{ mm}^2 / \text{m}'$).

Perencanaan Sambungan Memanjang

Pemasangan sambungan memanjang bertujuan untuk mengendalikan teradinya retak memanjang. Sambungan memanjang harus dilengkapi dengan batang ulir dengan mutu minimum BJTU 24 dan berdiameter 16 mm.

$$A_t = 204 \times b \times h = 204 \times 3,5 \times 0,155 = 110,67 \text{ mm}^2$$
$$I = (38,3 \times \phi) + 75 = (38,3 \times 16) + 75 = 687,8 \text{ mm} \approx 688 \text{ mm}$$

Dengan demikian, maka batang pengikat yang digunakan berdiameter 18 mm, panjang 68,8 cm dengan jarak pemasangan 75 cm.

Perencanaan Sambungan Melintang

Untuk perencanaan sambungan melintang, digunakan ruji (dowel) dengan panjang 45 cm, jarak antar ruji 30 cm dan diameter ruji 24 mm untuk tebal pelat 155 mm.

KESIMPULAN

Dari hasil analisis dan perhitungan yang telah dilakukan, maka dapat diambil beberapa kesimpulan dalam merencanakan Jalan Lingkar Utara Brebes-Tegal STA. 8+800 sampai STA. 17+377, yaitu:

1. Dari hasil perencanaan jalan lingkar menggunakan *rigid pavement*, didapat karakteristik jalan sebagai berikut:
 - a. Fungsi jalan arteri kelas I
 - b. Kecepatan rencana 80 km/jam
 - c. Tipe jalan 4 Lajur-2 Arah Tak Terbagi (4/2UD)
 - d. Lebar lajur lalu lintas 3,50 meter
 - e. Lebar bahu jalan 1,50 meter
2. Dari hasil perencanaan, jenis struktur perkerasan kaku yang digunakan adalah sebagai berikut:
 - a. Struktur beton : Perkerasan Beton Semen (PBS) bersambung dengan tulangan.
 - b. Bentuk pelat : empat persegi panjang
 - c. Lebar pelat : 3,5 meter
 - d. Panjang pelat : 5 meter
 - e. Ruji/dowel : ya
 - f. Jenis bahu : beton
 - g. Umur rencana : 15 tahun
 - h. Tebal pelat beton : 155 mm

- i. Jenis baja rencana : U39 (ulir)
- j. Kuat Tarik beton (f_{cf}): 4,00 MPa = 3,82 kg/cm²
- k. Kuat tekan beton (f'_c): 265 kg/cm²
- l. Pondasi bawah : BP 100 mm, f'_c = 5,5 MPa
- m. Tulangan memanjang : D10-50 mm (A_s = 157 mm²/m²)
- n. Tulangan melintang : D10-50 mm (A_s = 157 mm²/m²)

SARAN

Karena jenis tanah pada lokasi perencanaan jalan lingkaran adalah tanah rawa/tambak, disarankan dalam pelaksanaan stabilisasi tanah dilakukan perkuatan tanah timbunan dengan memanfaatkan *site pile* (dinding turap) agar didapatkan tanah dasar yang sesuai dengan yang diharapkan dan dalam pelaksanaan tidak terjadi penurunan (khususnya pada tepi bawah timbunan), dan tanah timbunan tidak lari ke laut.

DAFTAR PUSTAKA.

- Departemen Permukiman Dan Prasarana Wilayah. 2003. *Perencanaan Perkerasan Jalan Beton Semen*. Jakarta: Badan Penerbit Pekerjaan Umum.
- Direktorat Jenderal Bina Marga. 1997. *Manual Kapasitas Jalan Indonesia*. Jakarta: Badan Penerbit Pekerjaan Umum.
- Gecong, Alimin. 2010. *Studi Perbandingan Biaya Konstruksi Perkerasan Kaku dan Perkerasan Lentur*. Majalah Ilmiah Al-Jibra. (Online) Volume 11, no. 35. (<http://www.docstoc.com/docs/153334850/Studi-Perbandingan-Biaya-Konstruksi-Perkerasan-Kaku-dan>, diakses 20 Juli 2013).
- Hadihardaja, Joetata. 1997. *Rekayasa Jalan Raya*. Jakarta: Gunadarma.
- Hendarsin, Shirley L. 2000. *Penuntun Praktis Perencanaan Teknik Jalan Raya*. Bandung: Politeknik Negeri Bandung-Jurusan Teknik Sipil.
- Laboratorium Mekanika Tanah Fakultas Teknik Jurusan Teknik Sipil UNDIP. 2003. Hasil Uji Sondir Proyek Perencanaan Jalan Lingkaran Utara Kabupaten Tegal. Semarang.
- Laboratorium Mekanika Tanah Fakultas Teknik Jurusan Teknik Sipil UNISSULA. 2010. Pemeriksaan CBR Paket Brebes-Tegal Bypass. Semarang.
- Laporan Hasil Survei Kaji Ulang Sosial Rencana Pembangunan Jalan Lingkaran Brebes-Tegal. <http://103.12.84.21/puskompu/id/home/viewAlbum/a758543b48560e798d4b21cbffa7cbc5> (diakses 21 Mei 2014)
- Satker Pelaksanaan Jalan Nasional Wilayah I Provinsi Jateng. 2012. *Informasi Kegiatan Paket: Brebes-Tegal By Pass*. Tegal: Pembuat Komitmen Pelaksanaan Jalan Brebes-Tegal By Pass.
- Surat. 2011. *Analisis Struktur Perkerasan Jalan Di Atas Tanah Ekspansif (Studi Kasus: Ruas Jalan Purwodadi-Blora)*. Program Magister Teknik Sipil Konsentrasi Teknik Rehabilitasi dan Pemeliharaan Bangunan Sipil. Universitas Sebelas Maret. Surakarta.