

**ANALISIS PERBANDINGAN TEBAL PERKERASAN KAKU DAN PERKERASAN
LENTUR METODE MDPJ 2017
(Studi Kasus Paket I.4 Jalan KIT Batang Sta 8+100 – 10+500)**

Gilang Prasajo¹, Alfa Narendra²

Prodi Teknik Sipil, Universitas Negeri Semarang

Email: gilangprasajo28@students.unnes.ac.id¹, alfa.narendra@mail.unnes.ac.id²

Abstrak – Proyek Paket I.4 Pembangunan Jalan Kawasan Industri Terpadu Batang merupakan salah satu akses penghubung dari Tol Trans Jawa, Jalan Nasional Pesisir Utara, dan Kabupaten Batang. Jenis perkerasan yang digunakan adalah perkerasan kaku dengan tipe perkerasan beton bersambung tanpa tulangan dengan panjang per segmen 5 m, lebar pelat 4 m, dan lebar median 2 m. Dengan konfigurasi lajur 4/2 D pada struktur jalan utama. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk merencanakan perkerasan kaku dan perkerasan lentur metode Manual Desain Perkerasan Jalan 2017 dan membandingkan kedua jenis perkerasannya untuk kemudian dipilih jenis perkerasan yang lebih ekonomis.

Hasil tebal perencanaan kaku yang didapat yaitu 300 mm untuk tebal pelat beton, 100 mm untuk *lean concrete*, 150 mm untuk lapis drainase, dan sambungan dowel Ø38-30, L = 45 cm dan *Tie bars* Ø16-60, L = 70 cm. Sementara hasil tebal perencanaan lentur yang didapat yaitu 40 mm untuk AC-WC, 60 mm untuk AC-BC, 125 mm untuk AC Base, 150 mm untuk *Cement Treated Base*, dan 150 mm untuk lapis drainase. Hasil anggaran biaya yang dibutuhkan untuk perencanaan perkerasan kaku yaitu sebesar Rp 31.658.413.000,00 sementara untuk perkerasan lentur yaitu sebesar Rp 23.164.262.000,00. Dari kedua hasil perencanaan tersebut, perkerasan kaku lebih cocok dikarenakan untuk distribusi beban lalu lintas berat akses kawasan industri.

Kata kunci: Perkerasan kaku, perkerasan lentur, rencana anggaran biaya, MDPJ 2017.

Abstract - Project Paket I.4 Pembangunan Jalan Kawasan Industri Terpadu is one of the connecting accesses from the Tol Trans Jawa, Jalan Nasional Pesisir Utara, and Kabupaten Batang. The type of pavement used is rigid pavement with the type of continuous concrete pavement without reinforcement with a length per segment of 5 m, a plate width of 4 m, and a median width of 2 m. With a 4/2 D lane configuration on the main road structure. The purpose of this research is to plan rigid pavement and flexible pavement using the 2017 Road Pavement Design Manual method and to compare the two types of pavements to select a more economical type of pavement.

The results of the rigid design thickness obtained are 300 mm for concrete slab thickness, 100 mm for lean concrete, 150 mm for drainage layer, and dowel connection Ø38-30, L = 45 cm and Tie bars Ø16-60, L = 70 cm. Meanwhile, the thickness of the flexural planning obtained is 40 mm for AC-WC, 60 mm for AC-BC, 125 mm for AC Base, 150 mm for Cement Treated Base, and 150 mm for drainage layer. The results of the budget required for rigid pavement planning is Rp 31.658.413.000,00, while for flexible pavement, it is Rp 23.164.262.000,00. From the two planning results, rigid pavement is more suitable due to the distribution of heavy traffic loads to access industrial areas.

Keywords: Rigid pavement, flexible pavement, budget plan, MDPJ 2017.

I. PENDAHULUAN

Kawasan Industri adalah kawasan yang dibangun untuk aktivitas ekonomi pengolahan bahan baku ataupun sumber daya sehingga mempunyai nilai jual yang lebih besar. Kawasan industri merupakan kawasan yang didominasi oleh aktivitas industri yang dilengkapi dengan sarana pendukung, salah satunya pada sektor transportasi yaitu konstruksi jalan.

Kawasan Industri Terpadu Batang merupakan salah satu kawasan industri yang tengah dikembangkan oleh pemerintah. Kawasan Industri Terpadu Batang mempunyai luas total 4300 ha, serta di rancang dengan konsep *smart and sustainable industrial estate*. Kawasan ini terletak pada utara Jawa serta memiliki akses menuju Tol Trans Jawa, jaringan kereta api dan *dry port* serta sarana pelabuhan dalam kawasan, sehingga membuat Kawasan Industri Terpadu Batang begitu strategis.

Tujuan pembangunan Proyek Paket 1.4 Pembangunan Jalan Kawasan Industri

II. STUDI PUSTAKA

A. Penelitian Terdahulu

Berikut ini merupakan beberapa penelitian yang memiliki relevansi dengan penelitian yang sedang dibahas.

1. Adhita Maharani yang berjudul “Perbandingan Perkerasan Kaku dan Perkerasan Lentur (Studi Kasus Ruas Jalan Raya Pantai Prigi – Popoh Kab. Tulungagung)”. Penelitian ini membahas tentang jenis tebal perkerasan yang lebih efektif dan efisien jika dilihat dari beban operasional lalu lintas pada jalan raya Pantai Prigi – Popoh Kab. Tulungagung menggunakan metode Bina Marga. Dari hasil penelitian ini dipilih perkerasan kaku karena lebih ekonomis untuk perkerasan jangka panjang.

Terpadu (KIT) Batang merupakan sebagai upaya peningkatan akses dari dan menuju Kawasan Industri Terpadu Batang, sehingga masyarakat sekitar yang bekerja atau yang memiliki kepentingan di kawasan industri tidak perlu melewati Tol Trans Jawa untuk menuju ke Kawasan Industri Terpadu Batang. Tidak hanya itu, pembangunan Jalan Kawasan Industri Terpadu Batang merupakan sarana penghubung akses dari Tol Trans Jawa menuju Jalan Nasional Pesisir laut Utara (Pantura) serta akses menuju Kabupaten Batang.

Sehubungan dengan konstruksi jalan yang dilaksanakan pada Kawasan Industri Terpadu Batang yaitu perkerasan kaku (*rigid pavement*), maka di lakukan analisis perbandingan dengan perkerasan lentur (*flexible pavement*) menggunakan metode Manual Desain Perkerasan Jalan 2017 agar mendapat hasil perbandingan desain perkerasan yang cocok dan ekonomis sesuai dengan kondisi eksisting di lapangan agar memenuhi umur rencana perkerasan.

2. Oktodelina Nurahmi dengan judul “Perbandingan Konstruksi Perkerasan Lentur dan Perkerasan Kaku serta Analisis Ekonominya pada Proyek Pembangunan Jalan Lingkar Mojoagung”. Penelitian ini bertujuan untuk menghitung tebal perkerasan lentur dan kaku, lentur dan kaku, mencari *user cost* dengan menggunakan Metode N.D. Lea, dan membandingkan kedua perkerasan secara ekonomi dengan perhitungan *Benefit Cost Ratio*. Dari hasil penelitian ini dipilih perkerasan kaku karena lebih menguntungkan dari segi ekonomi jalan raya.
3. Kamila Wahidaturrohmah yang berjudul “Perencanaan Tebal Perkerasan pada Ruas Jalan Tol Gempol – Pasuruan STA 13+900

sampai dengan STA 20+500 dengan Metode Manual Desain Perkerasan Jalan Tahun 2017". Penelitian ini bertujuan untuk menghitung tebal perkerasan kaku dan lentur dengan menggunakan metode Manual Desain Perkerasan Jalan 2017. Dari hasil penelitian ini dipilih perkerasan kaku dikarenakan memiliki nilai *discounted life-cycle cost* terendah.

B. Landasan Teori

1. Perkerasan Kaku

Perkerasan kaku merupakan perkerasan yang menggunakan semen Portland sebagai bahan pengikat untuk mengikat pelat beton tipis yang digunakan untuk lapisan permukaan ataupun sekaligus sebagai lapisan pondasi (Sukirman, 1994:4).

2. Perkerasan Lentur

Perkerasan lentur merupakan perkerasan yang menggunakan bahan campuran aspal serta agregat yang bersifat lentur atau tidak kaku. Lapisan perkerasan lentur memiliki sifat memikul dan menyebarkan beban dari lalu lintas ke tanah dasar (Sukirman, 1999:4).

3. Tanah Dasar

Lapisan tanah dasar atau sub grade adalah lapisan tanah paling atas yang berfungsi sebagai tempat perletakan dari lapisan perkerasan dan mendukung konstruksi perkerasan yang ada di atasnya. Pada umumnya tanah dasar berasal dari tanah asli hasil galian maupun timbunan yang memiliki daya dukung tanah yang relatif rendah.

4. Lalu Lintas Harian Rata-rata

Lalu lintas harian rata-rata (LHR) adalah jumlah rata-rata yang digunakan pada suatu jalan dalam kurun waktu 24 jam.

5. VDF

Vehicle Damage Factor (VDF) merupakan faktor ekivalen beban tiap jenis kendaraan niaga.

III. METODE PENELITIAN

1. Perumusan Masalah

Masalah yang ditemukan yaitu perlu merencanakan dua jenis perkerasan yang cocok untuk Kawasan Industri Terpadu Batang yaitu perkerasan kaku (*rigid pavement*) dan perkerasan lentur (*flexible pavement*) menggunakan metode Manual Desain Perkerasan 2017.

2. Studi Pustaka

mencari sumber dan teori yang relevan sama dengan topik permasalahan yang sedang dianalisis sesuai teori yang tertera dari berbagai sumber contohnya buku-buku ataupun jurnal-jurnal yang membahas topik yang sedang dibahas pada sebelumnya.

3. Survey Lokasi

Tinjauan lokasi proyek dilakukan untuk mengetahui kondisi di lapangan. Penelitian ini dilaksanakan di tahun 2021 pada Proyek Paket I.4 Pembangunan Jalan Kawasan Industri Terpadu (KIT) Batang pada STA 8+100 – STA 10+500.



Gambar 1. Layout Proyek

4. Pengumpulan Data

Berikut merupakan data-data yang diperlukan untuk penelitian ini.

Data Primer:

- a) Data lalu lintas harian rata-rata 2021
- b) Data material

c) Data CBR

Data Sekunder:

a) AHSP Kab. Batang 2021

5. Pengolahan Data

Berdasarkan data-data yang telah dikumpulkan kemudian diolah sehingga diperoleh sebagai berikut:

a) Desain tebal perkerasan kaku dan lentur

b) Rancangan anggaran biaya

c) Perbandingan kedua jenis perkerasan

Metode Perhitungan

Metode perhitungan yang digunakan pada penelitian ini mengacu pada Manual Desain Perkerasan jalan 2017. Berikut merupakan langkah-langkah untuk menentukan desain perkerasan kaku dan lentur yaitu:

Perkerasan Kaku

1. Menentukan umur rencana
2. Menentukan faktor distribusi lajur (DL)
3. Menentukan faktor distribusi arah (DD)
4. Menentukan faktor laju pertumbuhan lalu lintas (i) (%)
5. Menghitung faktor pengali pertumbuhan lalu lintas kumulatif (R)
6. Menghitung jumlah kelompok sumbu kendaraan niaga
7. Menghitung kumulatif kelompok sumbu kendaraan niaga
8. Menghitung CBR karakteristik
9. Menentukan struktur fondasi perkerasan berdasarkan segmen daya dukung tanah

10. Menentukan tebal struktur perkerasan

11. Menghitung rencana *dowel* dan *tie bars*

Perkerasan Lentur

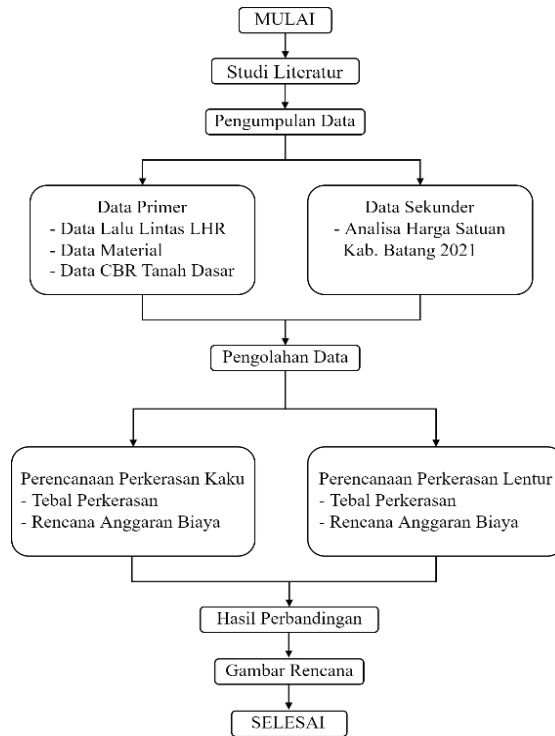
1. Menentukan umur rencana
2. Menentukan faktor distribusi lajur (DL)
3. Menentukan faktor distribusi arah (DD)
4. Menentukan faktor laju pertumbuhan lalu lintas (i) (%)
5. Menghitung faktor pengali pertumbuhan lalu lintas kumulatif (R)
6. Menentukan faktor ekivalen beban
7. Menghitung nilai CESAL5
8. Menentukan tipe struktur perkerasan
9. Menghitung CBR karakteristik
10. Menentukan struktur fondasi perkerasan berdasarkan segmen daya dukung tanah
11. Menentukan tebal struktur perkerasan

Rencana Anggaran Biaya

Setelah mendapatkan hasil tebal struktur perkerasan kaku dan lentur, maka selanjutnya menghitung rencana anggaran biaya pada masing-masing pekerjaan. Setelah hasil rencana anggaran biaya telah didapatkan, dilanjutkan untuk melakukan perbandingan perkerasan yang lebih ekonomis dengan jangka waktu yang panjang.

Diagram Alir Penelitian

Diagram alir metodologi penelitian dapat dilihat pada gambar berikut:



Gambar 2. Diagram Alir Penelitian

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Data Spesifikasi Jalan

1. Tipe dan Dimensi Jalan

Tipe dan dimensi yang dipakai pada penelitian ini mengacu pada Proyek Paket I.4 Pembangunan Jalan KIT Batang yaitu dengan konfigurasi lajur 4/2 D dengan lebar jalan 4×4 m dengan panjang 2,4 km (STA 8+100 – STA 10+500).

2. Faktor Distribusi Lajur (DL)

Tabel 1. 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: Manual Desain Perkerasan Jalan Bina Marga Tahun 2017

Jalan Kawasan Industri Terpadu Batang yang direncanakan memiliki

konfigurasi lajur 4/2 D sehingga sesuai dengan Tabel 1, maka faktor distribusi lajur yang dipilih adalah 80%.

3. Faktor Laju Pertumbuhan Lalu Lintas (i)

Tabel 2. Faktor Laju Pertumbuhan Lalu Lintas (i) (%) Kab. Batang

Tahun	Pertumbuhan Kendaraan	Rata-rata	(i)
2021	153199	0.72	0.09
2020	264152	-0.21	
2019	207417	0.01	
2018	210268	0.04	
2017	218764	-0.12	
2016	192423		

Sumber: Manual Desain Perkerasan Jalan Bina Marga Tahun 2017

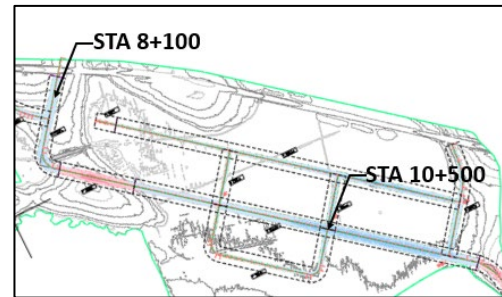
Berdasarkan angka pertumbuhan kendaraan Kabupaten Batang, maka sesuai Tabel 2 dipilih nilai (i) sebesar 0,09%.

4. Faktor Distribusi Arah (DD)

Untuk jalan lalu lintas 2 arah pada umumnya ditentukan sebesar 0,5.

5. CBR Tanah Dasar

Peta pengambilan data CBR dan hasil rekap CBR lapangan pada penelitian ini ada dibawah ini:



Gambar 2. Peta Pengambilan data CBR

Tabel 3. Rekap CBR Lapangan

STA	CBR (%)	STA	CBR (%)	STA	CBR (%)	STA	CBR (%)	STA	CBR (%)
8+122 CL	9.63	8+415 L	13.52	8+770 R	22.35	8+960 R	18.31	9+062.5 L2	12.79
8+135 L	8.72	8+425 R	14.72	8+800 L	18.49	8+962 L1	16.13	9+075 R2	12.17
8+160 CL	7.78	8+525 L	9.39	8+825 R	14.28	8+974 R1	12.69	9+080 L1	19.03
8+175 R	9.39	8+550 CL	10.97	8+870 R	15.76	8+985 R	12.40	9+095 L2	10.24
8+205 CL	8.18	8+574 L	15.37	8+878 L2	14.39	8+987 L2	17.65	9+095 R2	12.34
8+230 L	11.90	8+620 R	16.09	8+895 R	22.52	8+995 R1	9.76	9+120 R1	8.98
8+260 CL	17.77	8+635 L	14.40	8+900 L1	15.02	9+005 R2	18.40	9+125 L1	15.78
8+280 R	10.18	8+655 R	14.50	8+915 L2	19.34	9+024 R1	16.52	9+133 R2	16.77
8+325 L	12.75	8+665 L	12.95	8+929 L2	9.78	9+035 L2	16.34	9+150 R2	14.73
8+330 R	21.22	8+735 L	19.92	8+935 R	19.78	9+040 R1	6.61	9+167 R1	17.12
8+355 L	20.24	8+740 R	21.01	8+935 L1	10.46	9+040 L1	10.50		
8+365 R	20.59	8+760 L	28.18	8+957 L1	14.13	9+057 R1	10.65		

Sumber: Proyek Paket I.4 Pembangunan Jalan KIT Batang

Pengujian DCP dilakukan agar mendapatkan nilai CBR tanah dasar dilakukan perhitungan dengan rumus berikut:

CBR karakteristik

$$= CBR_{rata-rata}$$

$$- f \times deviasi\ standar$$

$$CBR\ rata-rata = 14,68$$

$$Standar\ deviasi = 4,45$$

$$f\ (arteri) = 1,282$$

$$CBR\ karakteristik = 8,98\%$$

6. Lalu Lintas Harian Rata-Rata 2021

Data lalu lintas kendaraan dibutuhkan untuk menganalisis kapasitas jalan dan menghitung rencana tebal perkerasan jalan. Berikut ini adalah data lalu lintas

harian rata-rata (LHR) yang diambil pada Kota Batang - Bts. Kab. Kendal yang menjadi akses dari KIT Batang.

Tabel 4. Lalu Lintas Harian Rata-Rata 2021

Jenis Kendaraan	Uraian	Kota Batang - Bts. Kab. Kendal
1,2,3,4,5A, dan 8	Mobil penumpang dan kendaraan ringan lainnya	26794
5B	Bus besar	210
6A	Truk 2 sumbu ringan	463
6B	Truk 2 sumbu berat	1445
7A	Truk 3 sumbu	267
7B	Truk 2 sumbu dan trailer penarik 2 sumbu	103
7C	Truk 4-6 sumbu	208

Sumber: Balai Besar Pelaksanaan Jalan Nasional Jateng-DIY

B. Perencanaan Perkerasan Kaku

1. Menentukan Umur Rencana

Tabel 5. Umur Rencana Perkerasan Jalan Baru

Jenis Perkerasan	Elemen Perkerasan	Umur Rencana (Tahun)
Perkerasan Lentur	Lapisan aspal lapisan berbutir	20
	Fondasi jalan	40
	Semua perkerasan untuk daerah yang tidak dimungkinkan pelapisan ulang (<i>overlay</i>), seperti: jalan perkotaan, <i>underpass</i> , jembatan, terowongan.	
	<i>Cement Treated Base (CTB)</i>	
Perkerasan Kaku	Lapis fondasi atas, lapis fondasi bawah, lapis beton semen, dan fondasi jalan.	
Jalan Tanpa Penutup	Semua elemen (termasuk fondasi jalan).	Minimum 10

Sumber: Manual Desain Perkerasan Jalan Bina Marga Tahun 2017

Umur rencana perkerasan jalan merupakan jumlah tahun pada saat jalan tersebut mulai beroperasi untuk melayani lalu lintas sampai dengan jangka waktu yang diperlukan untuk suatu perbaikan yang bersifat struktural atau sampai diperlukan *overlay* untuk lapisan perkerasan. Pada penelitian ini umur rencana yang dipakai mengacu pada Manual Desain Perkerasan Jalan 2017 sesuai Tabel 5 dipilih perkerasan dengan umur rencana 40 tahun.

2. Menghitung Faktor Pengali Pertumbuhan Lalu Lintas Kumulatif (R)

Nilai faktor pengali pertumbuhan lalu lintas kumulatif dihitung menggunakan rumus berikut:

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

$$= \frac{(1 + 0,01 \times 0,09)^{40} - 1}{0,01 \times 0,09}$$

$$= 40,70$$

3. Menghitung Volume Kelompok Sumbu Kendaraan Niaga

Dalam perencanaan perkerasan kaku membutuhkan jumlah kelompok sumbu untuk setiap jenis kendaraan. Volume kelompok sumbu kendaraan berat dihitung menggunakan rumus berikut:

$$JKS_{40} = (LHR_{JK} \times JKS_{JK}) \times 365 \times DD \times DL \times R_{40}$$

Tabel 6. Perhitungan Volume Kelompok Sumbu Kendaraan Berat

Jenis kendaraan	Jumlah kel. sumbu	LHR 2021	Kelompok sumbu 2021	Jumlah kelompok sumbu 2021-2061
5B	2	210	420	$2,50 \times 10^6$
6A	2	463	926	$5,50 \times 10^6$
6B	2	1445	2890	$17,17 \times 10^6$
7A	2	267	534	$3,17 \times 10^6$
7B	4	103	412	$2,45 \times 10^6$
7C	3	208	624	$3,71 \times 10^6$
Kumulatif kelompok sumbu kend. Berat 2021-2061				$34,50 \times 10^6$

Sumber: Hasil perhitungan

Nilai kumulatif kelompok sumbu kendaraan berat 2021-2061 adalah $34,50 \times 10^6$.

4. Menentukan Struktur Fondasi Perkerasan Berdasarkan Segmen Daya Dukung Tanah

Setelah mendapatkan hasil CBR tanah dasar maka selanjutnya menentukan tebal lapis penopang yang digunakan menggunakan tabel berikut:

Tabel 7. Desain Fondasi Jalan Minimum

CBR Tanah Dasar (%)	Kelas Kekuatan Tanah Dasar	Uraian Struktur Fondasi	Perkerasan Lentur			Perkerasan Kaku
			Beban lalu lintas pada lajur rencana dengan umur rencana 40 tahun (juta ESA5)			Stabilisasi Semen
			< 2	2 - 4	> 4	
Tebal minimum perbaikan tanah dasar						
≥ 6	SG6	Perbaikan tanah dasar dapat berupa stabilisasi semen atau material timbunan pilihan (sesuai persyaratan Spesifikasi Umum, Devisi 3 - Pekerjaan Tanah) (pemadatan lapisan ≤ 200 mm tebal gembur)	Tidak diperlukan perbaikan			150 mm stabilisasi di atas 150 mm material timbunan pilihan
5	SG5		-	-	100	
4	SG4		100	150	200	
3	SG3		150	200	300	
2,5	SG2,5		175	250	350	
Tanah ekspansif (potensi pemuai > 5%)			400	500	600	Berlaku ketentuan yang sama dengan fondasi jalan perkerasan lentur
Perkerasan di atas tanah lunak	SG1	Lapis penopang	1000	1100	1200	
		atau lapis penopang dan geogrid	650	750	850	
Tanah gambut dengan HRS atau DBST untuk perkerasan jalan raya minor (nilai minimum - ketentuan lain berlaku)		Lapis penopang berbutir	1000	1250	1500	

Sumber: Manual Desain Perkerasan Jalan Bina Marga Tahun 2017

Berdasarkan tabel 7 dipilih desain pondasi jalan minimum untuk CBR 8,98% adalah stabilisasi dengan material timbunan setebal 300 mm yang mengacu pada uraian struktur fondasi dapat berupa stabilisasi

semen atau material timbunan pilihan.

5. Menentukan Tebal Struktur Perkerasan

Tabel 8. Perkerasan Kaku untuk Jalan dengan Beban Lalu Lintas Berat

Struktur Perkerasan	R1	R2	R3	R4	R5
Kelompok sumbu kendaraan berat (<i>overloaded</i>) (10E6)	< 4,3	< 8,6	< 25,8	< 43	< 86
Dowel dan bahu beton	Ya				
STRUKTUR PERKERASAN (mm)					
Tebal pelat beton	265	275	285	295	305
Lapis fondasi LMC	100				
Lapis Drainase (dapat mengalir dengan baik)	150				

Sumber: Manual Desain Perkerasan Jalan Bina Marga Tahun 2017

Sesuai dengan nilai kumulatif kelompok sumbu kendaraan berat

yang didapatkan sebesar $34,50 \times 10^6$, maka berdasarkan tabel 8 tebal

perkerasan kaku dipilih R4 yang dirincikan sebagai berikut:

Tipe perkerasan: Perkerasan beton

semen bersambung tanpa tulangan

Tebal pelat: 295 mm \approx 300 mm

Lapis fondasi LMC: 100 mm

Lapis drainase: 150 mm

6. Perencanaan Ruji (*Dowel*)

Berdasarkan tabel 9, untuk tebal pelat beton 305 mm maka dapat ditentukan ukuran dowel (ruji) sebagai berikut:

Tabel 9. Ukuran dan Jarak Dowel yang Disarankan

Tebal Pelat Perkerasan		Dowel					
		Diameter		Panjang		Jarak	
Inci	mm	Inci	mm	Inci	mm	Inci	mm
8	200	1	25	18	450	12	300
9	225	1 3/4	32	18	450	12	300
10	250	1 3/4	32	18	450	12	300
11	275	1 3/4	32	18	450	12	300
12	300	1 1/2	38	18	450	12	300

Sumber: *Principles of Pavement Design 2nd Ed, E.J Yoder, M.W. Witczak*

7. Perencanaan Batang Pengikat (*Tie Bars*)

Pemasangan batang pengikat dimaksudkan untuk mengantisipasi terjadinya retak memanjang. Spesifikasi yang digunakan adalah baja ulir dengan diameter 16 mm mutu BJTS 280 dengan jarak batang pengikat sebesar 800 mm. Berikut adalah rumus untuk menentukan panjang batang pengikat:

$$l = (38,3 \times \phi) + 80$$

$$l = (38,3 \times 16) + 80 = 692,8 \approx 700 \text{ mm}$$

Rincian untuk batang pengikat yang digunakan adalah sebagai berikut:

Diameter : 16 mm (ulir)

Panjang : 700 mm

Jarak : 800 mm

C. Perencanaan Perkerasan Lentur

1. Menentukan Umur Rencana

Berdasarkan tabel 5 untuk umur rencana perkerasan jalan baru pada perkerasan lentur menggunakan Metode *Cement Treated Base* (CTB) umur rencana 40 tahun dengan asumsi pemilihan CTB memperhitungkan kapasitas jalan yang akan direncanakan.

2. Menghitung Faktor Pengali Pertumbuhan Lalu Lintas Kumulatif (R)

Nilai faktor pengali pertumbuhan lalu lintas kumulatif dihitung menggunakan rumus berikut:

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

$$= \frac{(1 + 0,01 \times 0,09)^{40} - 1}{0,01 \times 0,09}$$

$$= 40,70$$

3. Menghitung CESAL5

Cumulative Equivalent Single Axle Load (CESAL) merupakan jumlah beban sumbu standar lalu lintas rencana selama umur beroperasinya jalan, yang dihitung sebagai berikut:

$$ESA_{50} = (LHR_{JK} \times VDF_{JK}) \times 365 \times DD \times DL \times R_{40}$$

Tabel 10. Perhitungan CESAL

Jenis kendaraan	LHR 2021	VDF5 normal	ESA5 2021-2061
5B	210	1	1,25 \times 10 ⁶
6A	463	0.5	1,38 \times 10 ⁶
6B	1445	5.1	43,79 \times 10 ⁶
7A	267	5.6	8,88 \times 10 ⁶
7B	103	17.8	10,89 \times 10 ⁶
7C	208	7.7	9,52 \times 10 ⁶
CESAL5			75,71 \times 10 ⁶

Sumber: Hasil Perhitungan

Dari hasil perhitungan nilai CESAL5 yang didapat adalah $75,71 \times 10^6$.

4. Menentukan Struktur Fondasi Perkerasan Berdasarkan Segmen Daya Dukung Tanah Berdasarkan tabel 7 desain fondasi jalan minimum untuk CBR 8,98%

dipilih SG6 untuk perencanaan perkerasan lentur > 5 juta ESA5 tidak memerlukan perbaikan dikarenakan nilai CBR $\geq 6\%$.

5. Menentukan Tebal Struktur Perkerasan

Tabel 11. Desain Perkerasan Lentur Opsi Biaya Minimum Dengan CTB

	F1 ²	F2	F3	F4	F5
	Untuk lalu lintas di bawah 10 juta ESA5 lihat Bagan - 3A, 3B, dan 3C	Lihat Bagan Desain - 4 untuk alternatif perkerasan kaku			
Repetisi beban sumbu kumulatif 20 tahun pada lajur rencana (10 ⁶ ESA5)	> 10 - 30	> 30 - 50	> 50 - 100	> 100 - 200	> 200 - 500
Jenis permukaan berpegang	AC	AC			
Jenis Lapis Fondasi	Cement Treated Base (CTB)				
AC - WC	40	40	40	50	50
AC - BC	60	60	60	60	60
AC - BC atau AC Base	75	100	125	160	220
CTB	150	150	150	150	150
Fondasi Agregat Kelas A	150	150	150	150	150

Sumber: Manual Desain Perkerasan Jalan Bina Marga Tahun 2017

Dengan nilai ESA5 sebesar $75,71 \times 10^6$ maka dipilih desain F3 dengan rincian sebagai berikut:

- AC - WC : 40 mm
- AC - BC : 60 mm
- AC - Base : 125 mm
- CTB : 150 mm
- LFA Kelas A : 150 mm

D. Rencana Anggaran Biaya

1. Perkerasan Kaku

Tabel 12. RAB Perkerasan Kaku

No.	Uraian	Jumlah Harga Pekerjaan (Rp)
1	Divisi 1 Umum	206,958,000.00
2	Divisi 2 Pekerjaan Tanah	554,585,080.78
3	Divisi 3 Pekerjaan Perkerasan	26,818,557,886.97
4	Divisi 4 Pekerjaan Minor	940,992,000.00

(A) Jumlah Harga Pekerjaan	28,521,092,947.74
(B) PPN = 11% x (A)	3,137,320,224.25
(C) Jumlah Total Harga Pekerjaan = (A) + (B)	31,658,413,172.00
(D) Jumlah Total Harga Pekerjaan (Dibulatkan)	31,658,413,000.00
<i>Terbilang: Tiga Puluh Satu Milyar Enam Ratus Lima Puluh Delapan Juta Empat Ratus Tiga Belas Ribu Rupiah</i>	

Sumber: Hasil perhitungan

2. Perkerasan Lentur

Tabel 13. RAB Perkerasan Lentur

No.	Uraian	Jumlah Harga Pekerjaan (Rp)
1	Divisi 1 Umum	143,905,000.00
2	Divisi 2 Pekerjaan Tanah	541,058,615.39
3	Divisi 3 Pekerjaan CTB	9,436,960,168.72
4	Divisi 4 Pekerjaan Beraspal	10,746,780,997.55

(A) Jumlah Harga Pekerjaan	20,868,704,781.66
(B) PPN = 11% x (A)	2,595,557,525.98
(C) Jumlah Total Harga Pekerjaan = (A) + (B)	23,164,262,307.64
(D) Jumlah Total Harga Pekerjaan (Dibulatkan)	23,164,262,000.00
<i>Terbilang: Dua Puluh Tiga Milyar Seratus Enam Puluh Empat Juta Dua Ratus Enam Puluh Dua Ribu Rupiah</i>	

Sumber: Hasil perhitungan

Dari hasil perbandingan RAB antara perkerasan kaku dengan perkerasan lentur jika dilihat dari segi ekonomi perencanaan perkerasan lentur lebih murah tapi pekerjaan lentur memerlukan biaya tambahan untuk masa

E. Hasil Perbandingan

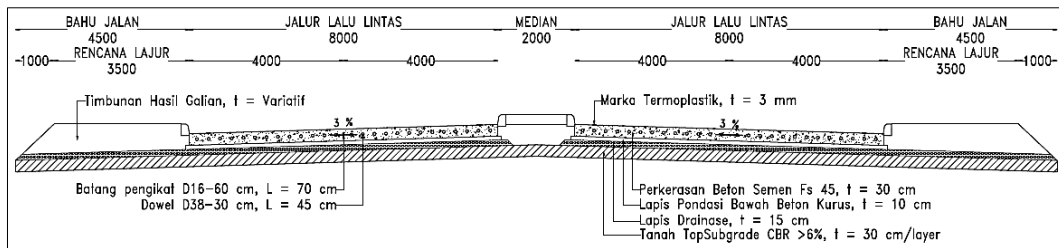
Tabel 14. Perbandingan RAB dan Umur Rencana

	Perkerasan Kaku	Perkerasan Lentur
Umur Rencana (Tahun)	40	40
RAB	Rp31,658,413,000.00	Rp23,164,262,000.00

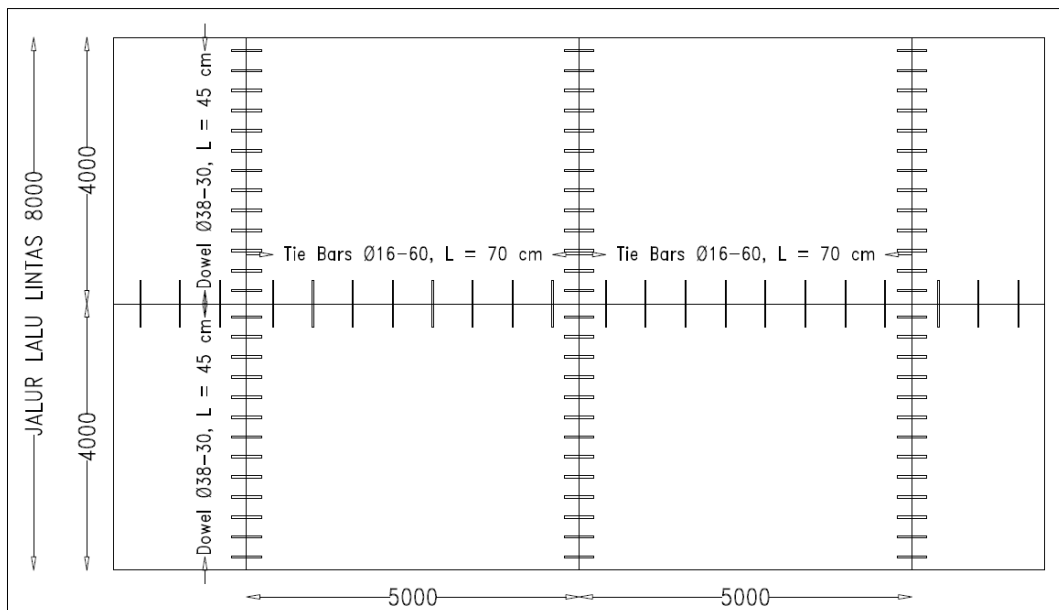
Sumber: Hasil perhitungan

pemeliharaan setelah selesai jalan dibuat (biasanya secara berkala), maka dipilih perkerasan kaku karena tidak diperlukan perawatan khusus untuk jangka panjang dan cocok untuk distribusi beban lalu lintas berat akses kawasan industri.

F. Gambar Rencana



Gambar 3. Potongan Melintang



Gambar 4. Detail Dowel dan Tie Bars

V. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perhitungan didapatkan kesimpulan sebagai berikut:

1. Tebal struktur perkerasan kaku:
 - a. Tebal pelat beton : 300 mm
 - b. Lapis beton kurus : 100 mm
 - c. Lapis drainase : 150 mm
 - d. Stabilisasi tanah : 300 mm
 - e. Dowel : $\varnothing 38 - 30$ cm, $l = 45$ cm
 - f. Tie bars : $\varnothing 16 - 60$ cm, $l = 70$ cm
2. Tebal struktur perkerasan lentur:
 - a. AC - *Wearing Course* : 40 mm
 - b. AC - *Binder Course* : 60 mm
 - c. AC - *Base* : 125 mm
 - d. *Cement Treated Base* : 150 mm
 - e. LFA Kelas A : 150 mm
 - f. Stabilisasi tanah : Tidak
3. Rencana anggaran biaya dan hasil perbandingan
 - a. RAB perkerasan kaku
Rp31,658,413,000.00
Terbilang: tiga puluh satu milyar enam ratus lima puluh delapan juta empat ratus tiga belas ribu rupiah
 - b. RAB perkerasan lentur
Rp23,164,262,000.00
Terbilang: dua puluh tiga milyar seratus enam puluh empat juta dua ratus enam puluh dua ribu rupiahDari hasil perbandingan RAB antara perkerasan kaku dengan perkerasan lentur diambil kesimpulan bahwa perkerasan kaku lebih ekonomis karena tidak diperlukan perawatan khusus untuk jangka panjang dan cocok untuk distribusi beban lalu lintas berat akses kawasan industri.

VI. SARAN

Agar konstruksi perkerasan dapat mencapai umur rencana yang diharapkan sebaiknya

diberlakukan pengawasan sesuai ketentuan konstruksi dan pemeliharaan secara rutin agar meminimalisir terjadinya kerusakan pada konstruksi. Untuk prosedur pelaksanaan pekerjaan di lapangan harus memperhatikan pedoman pada spesifikasi teknis dan gambar yang telah direncanakan sebelumnya agar mencapai hasil yang sesuai dan mengurangi resiko kesalahan pelaksanaan di lapangan.

DAFTAR PUSTAKA

- Dinas Bina Marga dan Cipta Karya. (2021). *Harga Satuan Pekerjaan Konstruksi Harga Satuan Dasar Bahan Bangunan dan Upah* (1 ed.). Direktorat Jenderal Bina Marga. (2017). *Manual Desain Perkerasan Jalan*. Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat.
- Maharani, A., & Wasono, S. B. (2018). Perbandingan Perkerasan Kaku Dan Perkerasan Lentur” (Studi Kasus Ruas Jalan Raya Pantai Prigi – Popoh Kab. Tulungagung). *Ge-STRAM: Jurnal Perencanaan dan Rekayasa Sipil*, 1(2), 89–94. <https://doi.org/10.25139/jprs.v1i2.1202>
- Nurahmi, O., & Kartika, A. A. G. (2012). *Perbandingan Konstruksi Perkerasan Lentur dan Perkerasan Kaku serta Analisis Ekonominya pada Proyek Pembangunan Jalan Lingkar Mojoagung*. 1, 6.
- Pd T-14-2003. (2003). *Perencanaan Perkerasan Jalan beton Semen*. Department Permukiman dan Prasana Wilayah.
- Wahidaturrohman, K., Hasanuddin, A., & Kriswardhana, W. (2019). Pavement Design Thickness Of Gempol – Pasuruan Toll Road Sta 13+900 Until Sta 20+900 Using Pavement Design Manual 2017.

*Jurnal Rekayasa Sipil dan
Lingkungan*, 3(1), 93.
[https://doi.org/10.19184/jrsl.v3i1.1
0898](https://doi.org/10.19184/jrsl.v3i1.10898)