

PERBANDINGAN PERKERASAN KAKU DAN PERKERASAN LENTUR BERDASARKAN BIAYA DAN UMUR RENCANA (STUDI KASUS LOT-3 JEMBATAN KRETEK 2 BANTUL)

Muhammad Nauval Ibrahim¹, Alfa Narendra²

^{1,2}Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Semarang

E-mail: nauvalibra@students.unnes.ac.id¹, alfa.narendra@mail.unnes.ac.id²

ABSTRAK

Pembangunan LOT-3 Jembatan Kretek 2 merupakan bagian dari Jalur Jalan Lintas Selatan (JJLS) Pulau Jawa. Jembatan ini dibangun dengan tujuan menyambungkan ruas jalan Samas–Kretek dan Kretek–Parangtritis Kabupaten Bantul yang terpisah aliran Sungai Opak. Pada penelitian ini akan membahas perbandingan perencanaan perkerasan kaku dan perkerasan lentur pada lokasi proyek LOT-3 Jembatan Kretek 2 yang akan berpedoman pada Manual Desain Perkerasan Jalan 2017 Bina Marga. Kemudian akan dibandingkan dari kedua perkerasan tersebut, sehingga mendapatkan perkerasan yang lebih ekonomis dan berumur panjang.

Berdasarkan hasil pengolahan data pada perkerasan lentur direncanakan dengan tebal AC-WC = 40 mm, AC-BC = 60 mm, AC-Base = 160 mm, LPA Kelas A = 300 mm, dan lapis penopang = 100 mm. Sedangkan pada perkerasan kaku digunakan perkerasan beton semen dengan sambungan tanpa tulangan dengan tebal pelat beton = 300 mm, lapis beton kurus = 100 mm, lapis drainase = 150 mm. Dari analisis dan perhitungan didapatkan RAB untuk perkerasan lentur Rp15,382,772,000.00 dengan umur rencana 20 tahun sedangkan perkerasan kaku Rp18,093,230,000.00 dengan umur rencana 40 tahun. Maka dapat disimpulkan bahwa lebih ekonomis perkerasan kaku karena dengan harga 14,98% lebih mahal tetapi memiliki umur rencana dua kali lipat.

Kata Kunci: perkerasan lentur, perkerasan kaku, rancangan anggaran biaya

ABSTRAK

The construction of LOT-3 Kretek 2 Bridge is part of the Southern Cross Road (JJLS) Java Island. This bridge was built with the aim of connecting the Samas–Kretek and Kretek–Parangtritis roads in Bantul Regency which are separated from the Opak River. This research discussed the comparison of rigid pavement planning and flexible pavement at the LOT-3 Kretek 2 Bridge project site which will be guided by the “Manual Desain Perkerasan Jalan 2017 Bina Marga”. Then the two pavements will be compared, so as to get a more economical and long-lived pavement.

Based on the results of data processing, the flexible pavement is planned with a thickness of AC-WC = 40 mm, AC-BC = 60 mm, AC-Base = 160 mm, Aggregate Class A = 300 mm, and support layer = 100 mm. Meanwhile, for rigid pavement, cement concrete pavement with unreinforced joints is used with a concrete slab thickness = 300 mm, a thin concrete layer = 100 mm, a drainage layer = 150 mm. From the analysis and calculation, the budget plan for flexible pavement is Rp. 15,382,772,000.00 with a design life of 20 years, while for rigid pavement is Rp. 18,093,230,000.00 with a design life of 40 years. So, it can be concluded that rigid pavement is more economical because the price is 14.98% more expensive but has twice the design life.

Keywords: flexible pavement, rigid pavement, budget plan

PENDAHULUAN

Daerah Istimewa Yogyakarta merupakan provinsi yang memiliki potensi pariwisata yang besar. Untuk menunjang pertumbuhan pariwisata di Daerah Istimewa Yogyakarta diperlukan sarana dan prasarana yang memadai. Jalan dan jembatan merupakan salah satu sarana penting yang berfungsi untuk membangun konektivitas antar wilayah. Dengan dibangunnya jalan dan jembatan dapat memudahkan akses dari satu tempat ke tempat lainnya.

Pembangunan LOT-3 Jembatan Kretek 2 merupakan Proyek Strategis Nasional (PSN) yang termasuk dalam bagian Jalur Jalan Lintas Selatan (JJLS) Pulau Jawa. Pembangunan JJLS bertujuan untuk menghubungkan daerah Kulonprogo hingga Gunung Kidul sehingga jalur utama tidak bergantung pada jalan Yogyakarta-Wonosari. Jembatan ini dibangun dengan tujuan menyambungkan ruas jalan Samas-Kretek dan Kretek-Parangtritis Kabupaten Bantul yang terpisah aliran Sungai Opak.

Pada tulisan ini akan membahas perencanaan perkerasan kaku dan perencanaan perkerasan lentur pada lokasi proyek LOT-3 Jembatan Kretek 2 yang akan berpedoman pada Manual Desain Perkerasan Jalan 2017 Bina Marga. Kemudian akan dilakukan perbandingan dari kedua perkerasan tersebut, sehingga mendapatkan perkerasan yang lebih ekonomis dan berumur panjang.

STUDI PUSTAKA

A. Penelitian Terdahulu

Berikut beberapa penelitian yang memiliki relevansi dengan penelitian ini:

1. Oktodelina Nurahmi yang berjudul “Perbandingan Konstruksi Perkerasan Lentur dan Perkerasan Kaku serta Analisis Ekonominya pada Proyek Pembangunan Jalan Lingkar Mojoagung”. Penelitian tersebut membahas tentang perhitungan tebal perkerasan lentur dan kaku, perhitungan total biaya konstruksi dan pemeliharaan perkerasan lentur dan kaku, mencari *user cost* dengan menggunakan metode *N.D. Lea*, dan membandingkan kedua perkerasan secara ekonomi dengan perhitungan *Benefit Cost Ratio*. Lokasi

penelitian berada pada pembangunan Jalan Lingkar Mojoagung. Dari hasil penelitian tersebut dipilih perkerasan kaku untuk Jalan Lingkar Mojoagung dengan alasan lebih ekonomis.

2. Adhita Maharani yang berjudul “Perbandingan Perkerasan Kaku dan Perkerasan Lentur (Studi Kasus Ruas Jalan Raya Pantai Prigi-Popoj Kab. Tulungagung)”. Penelitian tersebut membahas tentang jenis tebal perkerasan yang efektif dan efisien bila dilihat dari beban operasional lalu lintas yang terjadi pada Jalan Raya Pantai Prigi-Popoh Kab. Tulungagung dengan menggunakan metode Bina Marga. Dari hasil penelitian tersebut dipilih perkerasan kaku karena lebih ekonomis untuk jangka panjang.
3. Rizdika Agung Satria dengan judul “Studi Analisa Perbandingan Perkerasan Lentur dengan Perkerasan Kaku pada Ruas Jalan Ajung Kabupaten Jember”. Pada penelitian tersebut membahas tentang perbandingan antara konstruksi perkerasan lentur dan perkerasan kaku dari segi kekuatan dan ekonomi serta yang cocok digunakan di Jalan Ajung. Dari hasil penelitian tersebut didapatkan konstruksi perkerasan kaku lebih aman dan menguntungkan dibandingkan dengan konstruksi perkerasan lentur.

B. Landasan Teori

1. Perkerasan Kaku

Perkerasan kaku (beton semen) adalah perkerasan yang menggunakan campuran agregat, pasir, semen *portland*, dan zat aditif. Pelat beton dihamparkan diatas tanah dasar sebagai lapisan tunggal. Tebal pelat beton pada lalu lintas berat berkisar 265 mm sampai 305 mm bergantung pada jumlah sumbu kendaraan berat pada jalan rencana.

Perkerasan kaku cocok digunakan untuk jalan dengan volume lalu lintas tinggi yang didominasi oleh kendaraan berat, di sekitar pintu tol, jalan yang melayani kendaraan berat yang melintas dengan kecepatan rendah, atau di daerah jalan keluar atau jalan masuk ke jalan berkecepatan tinggi yang didominasi oleh kendaraan berat (Silvia Sukirman, 1999).

Berikut jenis-jenis perkerasan kaku:

- a) Perkerasan kaku bersambung tanpa tulangan
- b) Perkerasan kaku bersambung dengan tulangan
- c) Perkerasan kaku menerus dengan tulangan
- d) Perkerasan kaku pra tegang
- e) Perkerasan kaku pra cetak (pra cetak pra tegang dan pra cetak tanpa pra tegang)

2. Perkerasan Lentur

Perkerasan lentur adalah perkerasan yang materialnya menggunakan bahan campuran aspal sebagai komposisi utamanya. Perkerasan lentur dihamparkan diatas perkerasan berbutir sehingga lapisan perkerasannya bersifat lentur.

Pada umumnya perkerasan lentur baik digunakan untuk jalan yang melayani beban lalu lintas ringan sampai dengan sedang, seperti jalan perkotaan, jalan dengan sistem utilitas terletak di bawah perkerasan jalan, perkerasan bahu jalan, atau perkerasan dengan konstruksi bertahap (Silvia Sukirman, 1999).

Struktur lapisan perkerasan lentur sebagai berikut:

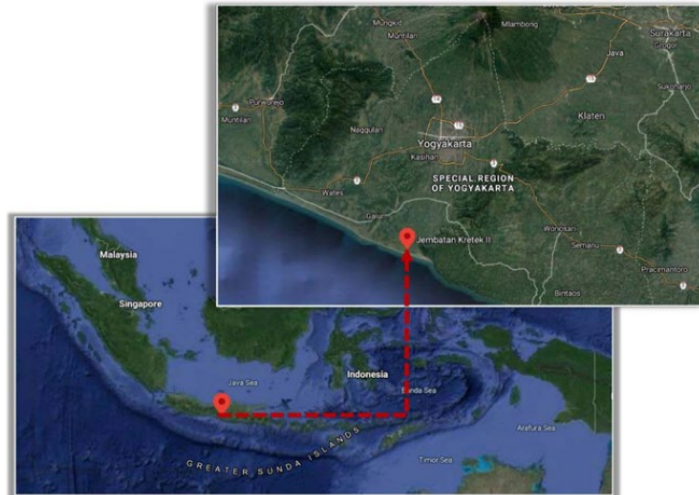
- a) Lapis permukaan
 - b) Lapis pondasi atas
 - c) Lapis pondasi bawah
 - d) Tanah dasar
- ## 3. Tanah Dasar
- Tanah dasar adalah tanah asli atau tanah yang sudah mengalami perbaikan sehingga daya dukungnya mampu menopang bagian

perkerasan lainnya. Untuk mengetahui daya dukung tanah dasar umumnya dilakukan tes CBR.

4. Lalu Lintas Harian Rata-rata
Lalu Lintas Harian Rata-rata (LHR) adalah rata-rata volume kendaraan yang melintas pada suatu jalur pada satu hari.
5. VDF
Vehicle Damage Factor (VDF) adalah faktor ekivalen beban gandar kendaraan. VDF didapatkan melalui timbangan survei beban gandar

METODE PENELITIAN

1. Perumusan Masalah
Masalah yang timbul pada penelitian ini yaitu bagaimana struktur rencana masing-masing jenis perkerasan, anggaran biaya yang dibutuhkan, serta jenis perkerasan yang paling ekonomis dan kuat untuk digunakan pada LOT-3 Jembatan Kretek 2.
2. Studi Pustaka
Mempelajari buku, jurnal, dan data literatur yang berhubungan perkerasan kaku, perkerasan lentur, daya dukung tanah, dan kinerja jalan.
3. Survei Lokasi
Meninjau lokasi proyek untuk mengetahui kondisi lapangan secara akurat. Penelitian ini dilaksanakan pada tahun 2021 dan berlokasi pada pembangunan LOT-3 Jembatan Kretek 2 Kabupaten Bantul Daerah Istimewa Yogyakarta tepatnya pada STA 14+275 - STA 15+050 dan STA 15+676 - STA 16+250.



Gambar 1. Citra Satelit Lokasi Proyek



Gambar 2. Layout Proyek

4. Pengumpulan Data
Mengumpulkan data-data yang dibutuhkan pada penelitian ini.

Data Sekunder

Pada penelitian ini data yang digunakan adalah data sekunder yaitu:

- Data CBR lapangan
- Data lalu lintas harian rata-rata 2021
- Data spesifikasi jalan
- Data jumlah kendaraan Kab.Bantul 2012-2020
- Harga satuan Kab. Bantul 2020
- AHSP Jogja 2021

5. Pengolahan Data

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

- Struktur perkerasan kaku dan perkerasan lentur

- Rancangan anggaran biaya

- Perbandingan kedua perkerasan dari sudut pandang ekonomi dan umur rencana pada lokasi pembangunan LOT-3 Jembatan Kretek 2.

Metode Perhitungan

Pada penelitian ini metode perhitungan yang digunakan mengacu pada Manual Desain Perkerasan Jalan Bina Marga Tahun 2017. Berikut adalah langkah-langkah perhitungan pada penelitian ini:

Perkerasan Lentur

- Menentukan umur rencana
- Menentukan faktor distribusi lajur (DL)
- Menentukan faktor distribusi arah (DD)

4. Menghitung faktor laju pertumbuhan lalu lintas (i)
5. Menghitung faktor pengali pertumbuhan lalu lintas kumulatif (R)
6. Menentukan faktor ekuivalen beban
7. Menghitung nilai $CESAL5$
8. Menentukan tipe struktur perkerasan
9. Menghitung CBR tanah dasar
10. Menentukan struktur fondasi perkerasan berdasarkan segmen daya dukung tanah
11. Menentukan tebal, struktur, dan jenis perkerasan

Perkerasan Kaku

1. Menentukan umur rencana
2. Menentukan faktor distribusi lajur (DL)
3. Menentukan faktor distribusi arah (DD)
4. Menghitung faktor laju pertumbuhan lalu lintas (i)

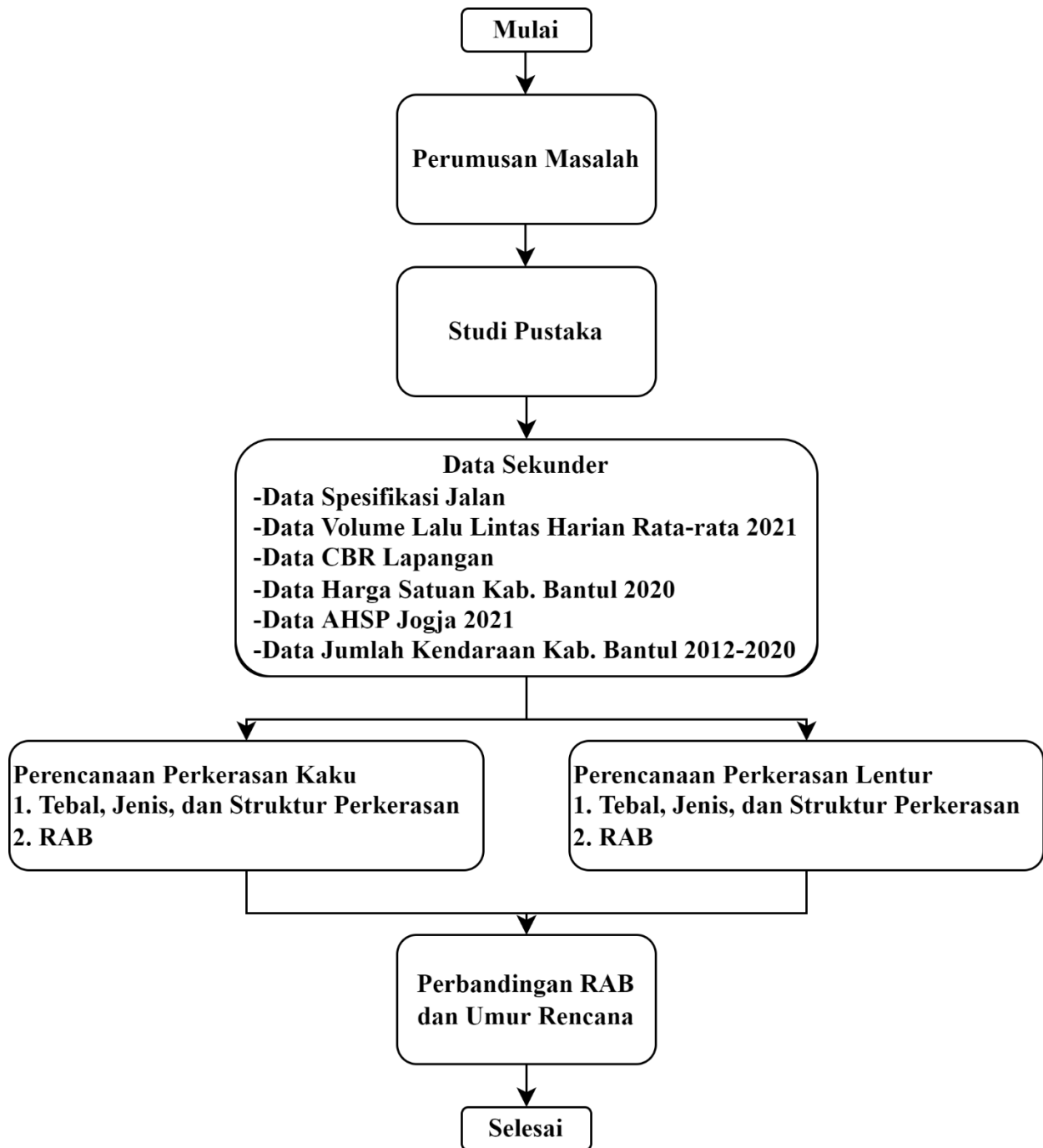
5. Menghitung faktor pengali pertumbuhan lalu lintas kumulatif (R)
6. Menghitung kumulatif kelompok sumbu kendaraan niaga
7. Menghitung CBR tanah dasar
8. Menentukan struktur fondasi perkerasan berdasarkan segmen daya dukung tanah
9. Menentukan tebal struktur perkerasan
10. Menghitung perencanaan *dowel* dan *tie bars*

Rencana Anggaran Biaya

Setelah melakukan perhitungan struktur dan tebal perkerasan kaku dan perkerasan lentur kemudian dilanjutkan dengan menghitung rencana anggaran biaya masing-masing perkerasan. Selanjutnya dari kedua rencana anggaran biaya tersebut dilakukan perbandingan untuk menentukan perkerasan yang lebih ekonomis dan tahan lama.

Diagram Alir Penelitian

Diagram alir metodologi penelitian dapat dilihat pada gambar dibawah ini:



Gambar 3. Diagram Alir Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Data Spesifikasi Jalan

1. Tipe dan Dimensi Jalan

Tipe dan dimensi jalan yang digunakan pada penelitian ini mengacu pada

pembangunan LOT-3 Jembatan Kretek 2 yaitu 4 lajur 2 arah terbagi (4/2 D), sedangkan dimensi lebar jalannya adalah $4 \times 3,5$ m dengan panjang 1.349 m (STA 14+275 - STA 15+050 dan STA 15+676 - STA 16+250).

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	40

Sumber: Manual Desain Perkerasan Jalan Bina Marga Tahun 2017

LOT-3 Jembatan Kretek 2 direncanakan memiliki 4 lajur 2 arah sehingga sesuai dengan Tabel 1 faktor distribusi lajur yang digunakan adalah 80%

3. Faktor Laju Pertumbuhan Lalu Lintas (i)

Tabel 2. Pertumbuhan Jumlah Kendaraan

Tahun	Jumlah Kendaraan	Pertumbuhan
2020	481330	6.43%
2019	450392	0.17%
2018	449611	5.68%
2017	424083	4.57%
2016	404720	4.90%
2015	384891	3.01%
2014	373290	5.10%
2013	354245	7.60%
2012	327319	
Rata-rata:		4.68%

Sumber: Badan Pusat Statistik Kabupaten Bantul

Berdasarkan data pertumbuhan jumlah kendaraan di Kabupaten Bantul dari tahun 2012 hingga 2020 pada tabel 2, maka dapat diambil rata-rata pertumbuhan jumlah kendaraan sebesar 4,68%.

4. Faktor Distribusi Arah (DD)

Untuk jalan dengan 2 arah pada umumnya digunakan faktor distribusi arah 0,50.

5. CBR Tanah Dasar

Pada lokasi penelitian didapatkan nilai CBR lapangan sebagai berikut:

Tabel 3. CBR Lapangan

NO	STA	CBR (%)
1	16+150(L)	8.35
2	16+150(LL)	9.49
3	16+150(R)	9.51
4	15+800 (R)	5.72
5	15+800 (L)	6.41
6	15+800 (LL)	6.33
7	15+750 (L)	8.74
8	15+750 (R)	6.06
9	15+700 (R)	5.56
10	15+700 (LL)	5.22

Sumber: Proyek LOT-3 Jembatan Kretek 2

Untuk mendapatkan nilai CBR desain tanah dasar diperlukan pengolahan data pada tabel 3 dengan menggunakan metode distribusi normal standar sebagai berikut:

CBR karakteristik =

CBR rata-rata - $f \times$ deviasi standar

CBR rata-rata = 7,14

Standar deviasi = 1,69

f untuk arteri = 1,282

CBR karakteristik =

$7,14 - 1,282 \times 1,69 = 4,97\%$

6. Lalu Lintas Harian Rata-Rata 2021

Karena LOT-3 Jembatan Kretek 2 merupakan jalan baru sehingga belum memiliki lalu lintas harian rata-rata, maka lalu lintas harian rata-rata diasumsikan dengan volume lalu lintas harian rata-rata pada jalan yang mengapit LOT-3 Jembatan Kretek 2. Jalan tersebut adalah Jl. Lingkar Selatan Purworejo – Karangnongko (batas Provinsi DIY), Jl. Karangnongko (batas Provinsi Jawa Tengah) – Toyan, dan Jl. Bakulan – Kretek. Dari ketiga LHR jalan tersebut kemudian diambil nilai rata-rata sehingga mendapatkan LHR sebagai berikut:

Tabel 4. Lalu Lintas Harian Rata-rata 2021

Jenis kendaraan	Uraian	LHR 2021
1,2,3,4,5a	Mobil penumpang dan kendaraan ringan lain	21939
5B	Bus besar	170
6A	Truk 2 sumbu ringan	257
6B	Truk 2 sumbu berat	564
7A	Truk 3 sumbu	126
7B	Truk 2 sumbu dan trailer penarik 2 sumbu	25
7C	Truk 4-6 sumbu	33

Sumber: Balai Besar Pelaksanaan Jalan Nasional Jateng-DIY

B. Perencanaan Perkerasan Lentur

1. Menentukan Umur Rencana Perkerasan

Tabel 5. Umur Rencana Perkerasan Jalan Baru

Jenis Perkerasan	Elemen Perkerasan	Umur Rencana (tahun)
Perkerasan lentur	Lapisan aspal dan lapisan berbutir	20
	Fondasi jalan	40
	Semua perkerasan untuk daerah yang tidak dimungkinkan pelapisan ulang (overlay), seperti: jalan perkotaan, underpass, jembatan, terowongan	
	Cement Treated Based (CTB)	
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 adalah prediksi jumlah tahun dari suatu jalan beroperasi hingga perbaikan yang bersifat struktural diperlukan. Selama masa umur rencana berjalan perawatan non-struktural tetap diperlukan, seperti pelapisan lapisan abrasif dan tahan air. Dalam penelitian ini umur rencana yang digunakan mengacu pada pedoman umur rencana perkerasan jalan baru pada Manual Desain Perkerasan Jalan Bina Marga Tahun 2017. Berdasarkan tabel 5 untuk perkerasan lentur dengan lapisan aspal dan lapisan berbutir digunakan umur rencana 20 tahun.

2. Faktor Pengali Pertumbuhan Lalu Lintas Kumulatif (R)

Nilai faktor pengali pertumbuhan lalu lintas kumulatif dihitung sebagai berikut:

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

$$R_{20} = \frac{(1 + 0,01 \times 4,68)^{20} - 1}{0,01 \times 4,68} = 31,97$$

- ### 3. Menghitung Nilai $CESAL_5$
- Cumulative Equivalent Single Axle Load* ($CESAL$) adalah jumlah beban sumbu standar lalu lintas rencana yang digunakan selama umur layan jalan, yang dihitung sebagai berikut:
Dihitung berdasarkan VDF masing-masing jenis kendaraan
- $$ESA5_{(21-41)} = (LHR_{JK} \times VDF_{JK}) \times 365 \times DD \times DL \times R_{20}$$

Tabel 6. Perhitungan $CESAL$

Jenis kendaraan	LHR 2021	VDF5 normal	ESA5 ('21-'41)
Mobil penumpang dan kendaraan ringan lain	21939		
5B	170	1	8×10^5
6A	257	0.5	6×10^5
6B	564	5.1	134×10^5
7A	126	6.4	38×10^5
7B	25	13	15×10^5

Jenis kendaraan	LHR 2021	VDF5 normal	ESA5 ('21-'41)
7C	33	10.2	16×10^5
CESAL5			22×10^6

Sumber: Hasil Perhitungan

Nilai *CESAL5* yang didapatkan adalah 22×10^6

4. Menentukan Tipe Struktur Perkerasan

Tabel 7. Pemilihan Jenis Perkerasan

Struktur Perkerasan	Bagan desain	ESA (juta) dalam 20 tahun (pangkat 4 kecuali ditentukan lain)				
		0 – 0,5	0,1 – 4	>4 - 10	>10 – 30	>30 - 200
Perkerasan kaku dengan lalu lintas berat (di atas tanah dengan $CBR \geq 2,5\%$)	4	-	-	2	2	2
Perkerasan kaku dengan lalu lintas rendah (daerah pedesaan dan perkotaan)	4A	-	1,2	-	-	-
AC WC modifikasi atau SMA modifikasi dengan CTB (ESA pangkat 5)	3	-	-	-	2	2
AC dengan CTB (ESA pangkat 5)	3	-	-	-	2	2
AC tebal ≥ 100 mm dengan lapis fondasi berbutir (ESA pangkat 5)	3B	-	-	1,2	2	2
AC atau HRS tipis diatas lapis fondasi berbutir	3A	-	1,2	-	-	-
Burda atau Burtu dengan LPA Kelas A atau batuan asli	5	3	3	-	-	-

Catatan:

Tingkat kesulitan:

1 - kontraktor kecil – sedang;

2 - kontraktor besar dengan sumber daya yang memadai;

3 - membutuhkan keahlian dan tenaga ahli khusus –kontraktor spesialis Burtu / Burda.

Sumber: Manual Desain Perkerasan Jalan Bina Marga Tahun 2017

Berdasarkan tabel 7 pemilihan jenis perkerasan dengan nilai ESA5 22×10^6 maka digunakan AC tebal ≥ 100 mm dengan lapis pondasi berbutir. Dengan

asumsi pembangunan dilaksanakan menggunakan kontraktor besar dengan sumber daya yang memadai.

5. Menentukan Segmen Tanah Dasar Dengan Daya Dukung Yang Seragam

Setelah melakukan perhitungan CBR tanah dasar untuk segmen perkerasan maka dapat ditentukan tebal lapis penopang yang digunakan.

Tabel 8. 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, Divisi 3 – Pekerjaan Tanah) (pemadatan lapisan ≤ 200 mm tebal gembur)	Tidak diperlukan perbaikan			300
5	SG5		-	-	100	
4	SG4		100	150	200	
3	SG3		150	200	300	
2,5	SG2,5		175	250	350	
Tanah ekspansif (potensi pemuaian > 5%)		Lapis penopang atau lapis penopang dan geogrid	400	500	600	Berlaku ketentuan yang sama dengan fondasi jalan perkerasan lentur
Perkerasan di atas tanah lunak	SG1		1000	1100	1200	
Tanah gambut dengan HRS atau DBST untuk perkerasan untuk jalan raya minor (nilai minimum – ketentuan lain berlaku)		Lapis penopang berbutir	650	750	850	
			1000	1250	1500	

Sumber: Manual Desain Perkerasan Jalan Bina Marga Tahun 2017

Berdasarkan tabel 8 desain pondasi jalan minimum untuk CBR 4,97% maka dipilih SG5 untuk desain perkerasan lentur > 4 juta ESA5 diperlukan 100 mm perbaikan

tanah dasar dengan material timbunan pilihan.

6. Menentukan Tebal, Struktur, dan Jenis Perkerasan

Tabel 9. Desain Perkerasan Lentur – Aspal dengan Lapis Fondasi Berbutir

STRUKTUR PERKERASAN					
FFF1	FFF2	FFF3	FFF4	FFF5	FFF6

Kumulatif beban sumbu 20 tahun pada lajur rencana (106 ESA5)	< 2	≥ 2 - 4	> 4 - 7	> 7 - 10	> 10 - 20	> 20 - 30
	KETEBALAN LAPIS PERKERASAN (mm)					
AC WC	40	40	40	40	40	40
AC BC	60	60	60	60	60	60
AC Base	0	70	80	105	145	160
LPA Kelas A	400	300	300	300	300	300

Sumber: Manual Desain Perkerasan Jalan Bina Marga Tahun 2017

Dengan nilai ESA5 22×10^6 maka digunakan desain FFF6 dengan rincian sebagai berikut:

Tabel 10. Tebal Struktur Perkerasan Lentur

Lapisan	Tebal (mm)
AC WC	40
AC BC	60
AC Base	160
LPA Kelas A	300

Sumber: Hasil analisis

C. Perencanaan Perkerasan Kaku

- Menentukan Umur Rencana
Berdasarkan tabel 5 umur rencana perkerasan jalan baru untuk perkerasan kaku adalah 40 tahun.
- Menghitung faktor pengali pertumbuhan lalu lintas kumulatif (R)
Nilai faktor pengali pertumbuhan lalu lintas kumulatif dihitung sebagai berikut:

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

$$R_{40} = \frac{(1 + 0,01 \times 4,68)^{40} - 1}{0,01 \times 4,68} = 111,77$$

- Menghitung Volume Kelompok Sumbu Kendaraan Niaga
Dalam mendesain perkerasan beton semen membutuhkan jumlah kelompok sumbu untuk setiap jenis kendaraan. Volume kelompok sumbu kendaraan berat dihitung sebagai berikut:
 $JKS_{2021-2061} = (LHR_{JK} \times JKS_{JK}) \times 365 \times DD \times DL \times R_{40}$

Tabel 11. Perhitungan Volume Kelompok Sumbu Kendaraan Berat

Jenis kendaraan	LHR 2021	Jumlah kelompok sumbu	Kelompok sumbu 2021	Jumlah kelompok sumbu 2021-2061
5B	170	2	340	$5,55 \times 10^6$
6A	257	2	515	$8,40 \times 10^6$
6B	564	2	1129	$18,41 \times 10^6$
7A	126	2	251	$4,10 \times 10^6$
7B	25	2	50	$0,81 \times 10^6$

Jenis kendaraan	LHR 2021	Jumlah kelompok sumbu	Kelompok sumbu 2021	Jumlah kelompok sumbu 2021-2061
7C	33	3	99	$1,62 \times 10^6$
Kumulatif				39×10^6

Sumber: Hasil perhitungan

Nilai kumulatif kelompok sumbu kendaraan berat 2021-2061 adalah 39×10^6

- Menentukan Struktur Fondasi Perkerasan Berdasarkan tabel 8 mengenai desain pondasi jalan minimum struktur pondasi perkerasan untuk perkerasan kaku dengan nilai CBR 4,97% adalah stabilisasi tanah dengan semen dengan tebal 300 mm.

5. Menentukan Tebal Struktur Perkerasan

Tabel 12. 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)	100				

Sumber: Manual Desain Perkerasan Jalan Bina Marga Tahun 2017

Perkerasan kaku dengan nilai kumulatif kelompok sumbu kendaraan berat 39×10^6 dapat menggunakan desain R4 dengan rincian sebagai berikut:
Tipe Perkerasan: Perkerasan beton semen bersambung tanpa tulangan
Tebal Pelat : 295 mm \approx 300 mm

Lapis Beton Kurus : 100 mm
Lapis Drainase : 150 mm
Sambungan : dengan dowel
Digunakan perkerasan beton semen bersambung tanpa tulangan karena biaya yang relatif lebih murah dalam pelaksanaannya.

- Perencanaan Ruji Pemasangan ruji berfungsi untuk menyalurkan beban antar pelat sehingga

mengurangi resiko perbedaan penurunan yang fatal. Diameter ruji yang digunakan ditentukan melalui tabel sebagai berikut:

Tabel 13. Spesifikasi Ruji

Tebal Pelat (mm)	Dowel		
	Diameter (mm)	Panjang (mm)	Jarak (mm)
200	25	450	300
225	32	450	300
250	32	450	300
275	32	450	300
300	38	450	300

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

Dari tabel diatas maka diperoleh spesifikasi ruji sebagai berikut:

Diameter : 38 mm
Panjang : 450 mm
Jarak : 300 mm

7. Perencanaan Batang Pengikat (*Tie Bars*)

Batang pengikat dipasang untuk mencegah terjadinya retak memanjang. Material yang digunakan adalah baja ulir berdiameter 16 mm dan bermutu BJTS 280. Jarak batang pengikat yang dipakai

yaitu 750 mm. Berikut perhitungan panjang batang pengikat:

$$I = (38,3 \times \emptyset) + 75$$

$$I = (38,3 \times 16) + 75$$

$$I = 687,8 \approx 700 \text{ mm}$$

Dari perhitungan diatas maka rincian batang pengikat yang digunakan sebagai berikut:

Diameter : 16 mm (ulir)

Panjang : 700 mm

Jarak : 750 mm

D. Rancangan Anggaran Biaya

1. Perkerasan Lentur

Tabel 14. RAB Perkerasan Lentur

No.	JENIS PEKERJAAN	HARGA (Rp)
1	Umum	36,980,000.00
2	Pekerjaan Tanah	336,928,285.20
3	Perkerasan Berbutir	2,678,889,158.59
4	Perkerasan Aspal	10,819,156,445.14
	Jumlah:	13,871,953,888.93
	PPN 11%:	1,525,914,927.78
	Jumlah Total:	15,397,868,816.71
	Dibulatkan:	15,397,868,000.00
Terbilang: lima belas miliar tiga ratus sembilan puluh tujuh juta delapan ratus enam puluh delapan ribu rupiah		

Sumber: Hasil perhitungan

2. Perkerasan Kaku

Tabel 15. RAB Perkerasan Kaku

No.	JENIS PEKERJAAN	HARGA (Rp)
1	Umum	36,980,000.00
2	Pekerjaan Tanah	130,579,812.19
3	Perkerasan Berbutir	15,381,180,676.59
4	Struktur	751,467,160.68
	Jumlah:	16,300,207,649.46
	PPN 11%:	1,793,022,841.44
	Jumlah Total:	18,093,230,490.90
	Dibulatkan:	18,093,230,000.00
Terbilang: delapan belas miliar sembilan puluh tiga juta dua ratus tiga puluh ribu rupiah		

Sumber: Hasil perhitungan

E. Perbandingan RAB

Tabel 16. Perbandingan RAB dan Umur Rencana

	Perkerasan Lentur	Perkerasan Kaku
Umur Rencana (tahun)	20	40
Rencana Anggaran Biaya	Rp15,397,868,000.00	Rp18,093,230,000.00

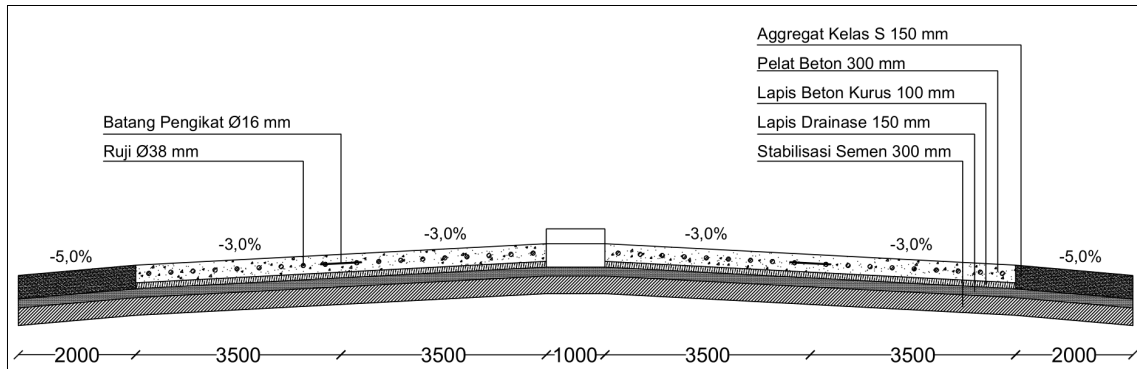
Sumber: Hasil perhitungan

Berdasarkan perbandingan RAB dan umur rencana dari perkerasan lentur dan perkerasan kaku maka dapat diambil kesimpulan bahwa

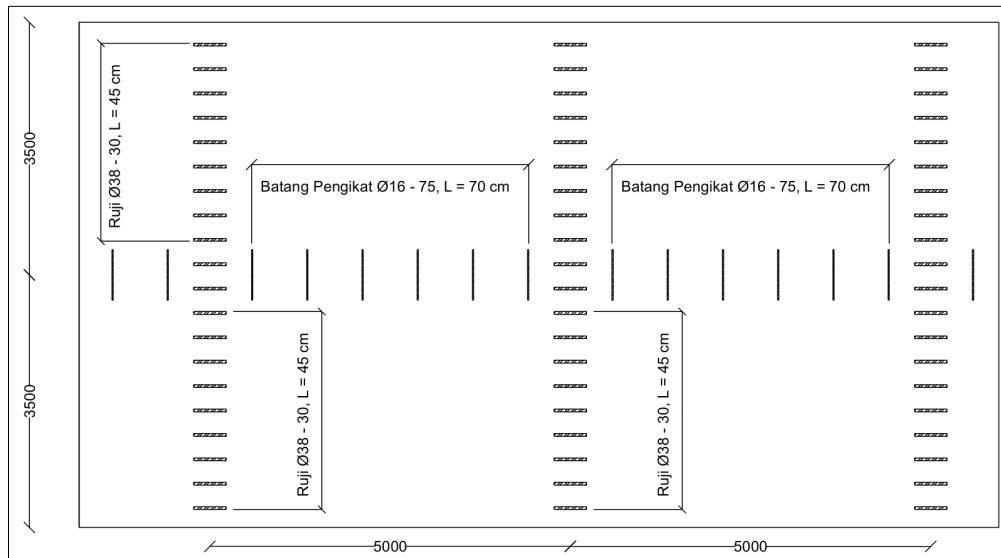
perkerasan kaku lebih ekonomis karena dengan biaya yang hanya 14,98% lebih mahal namun

memiliki umur rencana dua kali lipat umur rencana perkerasan lentur.

F. Gambar Rencana



Gambar 4. Potongan Melintang



Gambar 5. Detail Ruji dan Batang Pengikat

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perhitungan didapatkan hasil dan kesimpulan sebagai berikut:

1. Tebal struktur masing-masing lapisan perkerasan lentur
 - a. AC *Wearing Coarse* : 40 mm
 - b. AC *Binder Coarse* : 60 mm
 - c. AC *Base Coarse* : 160 mm
 - d. Lapisan Fondasi Agregat Kelas A : 300 mm
- e. Fondasi Jalan dengan Timbunan Pilihan : 100 mm
2. Tebal struktur perkerasan kaku dan sambungan yang digunakan
 - a. Tebal Pelat Beton : 295 mm
 - b. Lapis Beton Kuru : 100 mm
 - c. Lapis Drainase : 150 mm
 - d. Fondasi Jalan dengan Stabilisasi Semen : 300 mm
 - e. *Dowel*
 - Diameter : 38 mm
 - Panjang : 450 mm
 - Jarak : 300 mm

- f. *Tie Bars*
 Diameter : 16 mm (ulir)
 Panjang : 700 mm
 Jarak : 750 mm
3. Rencana anggaran biaya dan analisis ekonomi
- a. Perkerasan Lentur:
 RAB Rp15,397,868,000.00
 Terbilang: lima belas miliar tiga ratus sembilan puluh tujuh juta delapan ratus enam puluh delapan ribu rupiah
- b. Perkerasan Kaku:
 RAB Rp18,093,230,000.00
 Terbilang: delapan belas miliar sembilan puluh tiga juta dua ratus tiga puluh ribu rupiah

Setelah dilakukan perbandingan RAB dan umur rencana dari perkerasan lentur dan perkerasan kaku maka dapat diambil kesimpulan bahwa perkerasan kaku lebih ekonomis karena dengan biaya yang hanya 14,98% lebih mahal namun memiliki umur rencana dua kali lipat umur rencana perkerasan lentur.

SARAN

Berdasarkan hasil penelitian dan perhitungan dapat diambil kesimpulan bahwa perkerasan kaku lebih ekonomis dan tahan lama. Namun, untuk mencapai umur layan yang direncanakan perlu adanya pemeliharaan rutin selama umur rencana. Hal ini dilakukan untuk meminimalisir terjadinya kerusakan berat pada konstruksi perkerasan kaku yang dapat menyebabkan tidak tercapainya umur rencana.

DAFTAR PUSTAKA

- Direktorat Jenderal Bina Marga. 2017. *Manual Desain Perkerasan Jalan*, Kementerian Pekerjaan Umum Dan Perumahan Rakyat, Jakarta
- Haryadi, B., & Narendra, A. (2016). Vehicle headway distribution models on two-lane two-way undivided roads. *Int J Innov Res Adv Eng*, 7(3), 2349–2763.
- Lestari, I. (2013). Perbandingan Perkerasan Kaku dan Perkerasan Lentur. *Jurnal Transportasi*, 7(1), 133–134.

- 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.
- Nurahmi, O., & Kartika, A. A. G. (2012). Perbandingan Konstruksi Perkerasan Lentur dan Perkerasan Kaku serta Analisis Ekonominya pada Proyek Pembangunan Jalan Lingkar Mojoagung. *Jurnal Teknik ITS*, 1(1), E63–E68. <https://doi.org/10.12962/j23373539.v1i1.1094>
- Pd T-14-2003. Perencanaan Perkerasan Jalan beton Semen. Department Permukiman dan Prasana Wilayah, Kementerian PUPR. Jakarta.
- Peraturan Bupati Bantul Nomor 89 Tahun 2020. Standarisasi Harga Barang Dan Jasa. Pemerintah Kabupaten Bantul. Bantul
- Peraturan Walikota Yogyakarta Nomor 84 Tahun 2021. Analisis Harga Satuan Pekerjaan Konstruksi. Walikota Yogyakarta. Yogyakarta
- Salim, A. K., Darmawan, M. A., & Wibowo, H. (2020). Analisa Perbandingan Biaya Perkerasan Kaku dan Perkerasan Lentur Pada Proyek Jalan Middle Ring Road Kota Makassar. *Jurnal Teknik Sipil MACCA*, 5(1), 41–47.
- Satria, R. A. (2016). *Studi Analisa Perbandingan Perkerasan Lentur dengan Perkerasan Kaku pada Ruas Jalan Ajung Kabupaten Jember*. UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH JEMBER.
- Sukirman, S. 1999. Perkerasan Lentur Jalan Raya. Nova, Bandung.
- Wafa, M. I., & Narendra, A. (2022). Pengaruh Infrastruktur Transportasi Terhadap Gross Domestic Product (GDP) Per Capita Pada Negara-Negara Anggota ASEAN. *REKONSTRUKSI TADULAKO: Civil Engineering Journal on Research and Development*, 1–6. <https://doi.org/10.22487/renstra.v3i1.416>