

**ANALISA EKONOMI PERBANDINGAN RENCANA ANGGARAN BIAYA ANTARA
PERKERASAN LENTUR DENGAN PERKERASAN KAKU PADA RUAS JALAN GEMPOL -
PANDAAN SBY KM.+ 35.000 – KM.+ 42.000**

(Studi Kasus: Ruas Jalan Gempol – Pandaan Km.+ 35.000 – Km.+ 42.000)

Mochamad Akbar Setya Putra ¹⁾,

¹⁾Mahasiswa S1 Teknik Sipil
Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya
mochamadakbar32@gmail.com

Abstrak

Jalan merupakan salah satu sarana transportasi yang dibutuhkan dalam proses perkembangan suatu daerah atau wilayah. Meningkatnya pertumbuhan lalu lintas kendaraan baik dari segi volume kendaraan maupun jumlah beban yang diangkut kendaraan akan menimbulkan kerusakan jalan. Jalan akan mengalami penurunan kondisi perkerasan berupa kerusakan selama umur rencana. Kondisi eksisting dari ruas jalan Gempol - Pandaan memiliki banyak kerusakan struktural sehingga diperlukan perbaikan rekonstruksi dengan merencanakan ulang perkerasan tersebut. Berdasarkan latar belakang tersebut dilakukan penelitian ini yang bertujuan untuk mengetahui jenis perkerasan, desain perkerasan, dan rencana anggaran biaya yang diterapkan.

Penelitian ini termasuk jenis penelitian kuantitatif. Hasil penelitian ini adalah : (1) Desain rencana untuk perkerasan lentur yaitu sirtu urug tebal 350 mm, agregat kelas A tebal 150 mm, CTB tebal 150 mm, AC-BC tebal 280 mm, dan AC-WC tebal 50 mm. Desain rencana untuk perkerasan kaku yaitu sirtu urug tebal 350 mm, agregat kelas A tebal 150 mm, LMC tebal 150 mm, dan pelat beton tebal 305 mm. (2) Biaya yang dibutuhkan untuk pelaksanaan perkerasan lentur yaitu Rp. 79.889.929.211,40 dengan biaya per meter persegi yaitu Rp. 951.070,56. Biaya yang dibutuhkan untuk pelaksanaan perkerasan kaku yaitu Rp. 59.816.586.663,64 dengan biaya per meter persegi yaitu Rp. 714.261,34.

Kata Kunci : konstruksi, perkerasan, jalan, rencana anggaran biaya.

Abstract

Road is one of the means of transportation needed in the development process of a region. The increasing growth of vehicle traffic both in terms of vehicle volume and the amount of load carried by vehicles will cause damage to the road. The road will experience a decrease in pavement conditions in the form of damage during the lifetime. The existing condition of the Gempol - Pandaan section has a lot of structural damage so that reconstruction is needed to repair it by re-design the pavement. Based on this background, this research was conducted which aims to determine the type of pavement, pavement design, and construction cost.

This research is a type of quantitative research. The results of this research are: (1) The design plan for flexible pavements is 350 mm soil recovery, 150 mm, aggregate class A, 150 mm CTB, 280 mm AC-BC, and 50 AC-WC. The design plan for rigid pavements is 350 mm soil recovery, 150 mm aggregate A class, 150 mm LMC, and 305 mm concrete plates. (2) The cost required for the construction of flexible pavement is Rp. 79,889,929,211.40 with a cost per square meter of Rp. 951,070,56. The cost required for the construction of rigid pavement is Rp. 59,816,586,663.64 with a cost per square meter of Rp. 714,261.34.

Keywords: construction, pavement, road, budget plan.

A. PENDAHULUAN

Semakin pesatnya laju perkembangan di berbagai bidang seperti ekonomi, pariwisata dan industri diperlukan pembangunan fasilitas sarana dan prasarana yang mendukung. Proses perkembangan suatu daerah atau wilayah sangat membutuhkan peran transportasi. Salah satu contoh sarana transportasi yang digunakan adalah jalan.

Jalan merupakan prasarana transportasi darat yang meliputi segala bagian jalan, termasuk bangunan pelengkap dan perlengkapannya yang diperuntukkan bagi lalu lintas, yang berada pada permukaan tanah, di atas permukaan tanah, di bawah permukaan tanah dan/atau air, serta di atas permukaan air, kecuali jalan kereta api, jalan air, dan jalan kabel (Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor : 19/PRT/M/2011). Hal tersebut menjadikan

jalan sebagai sarana transportasi yang sangat penting untuk menunjang perkembangan di suatu wilayah.

Meningkatnya pertumbuhan lalu lintas kendaraan baik dari segi volume kendaraan maupun jumlah beban yang diangkut kendaraan akan menimbulkan kerusakan jalan. Menurut Dirjen Bina Marga. Kerusakan jalan dapat dipicu dengan jumlah kendaraan dan beban kendaraan. Kerusakan dapat berupa retak, lubang, keriting, alur, lendutan dan ketidakrataan pada lapisan perkerasan jalan. Suatu kerusakan yang dibiarkan dalam jangka lama akan memperburuk kondisi perkerasan sehingga dapat mempengaruhi keamanan, kenyamanan, dan kelancaran dalam berlalu lintas. Tindakan pencegahan kerusakan jalan diperlukan agar dapat dilalui dengan kondisi yang baik sampai akhir umur rencana.

Pada umumnya, jalan direncanakan memiliki umur rencana tertentu berdasarkan volume lalu lintas dan jenis perkerasan. Jenis dan desain perkerasan jalan perlu diperhitungkan agar jalan dapat dilalui kendaraan dengan kondisi yang baik hingga sampai pada akhir umur rencana. Namun pada kenyataannya, jalan akan mengalami penurunan kondisi perkerasan berupa kerusakan selama umur rencana.

Ruas jalan Gempol – Pandaan merupakan salah satu jalan nasional yang mempunyai peran sangat penting untuk menunjang perkembangan suatu wilayah. Ruas jalan Gempol - Pandaan mempunyai peran sebagai jalan akses utama yang menghubungkan beberapa wilayah di Provinsi Jawa Timur seperti Surabaya, Sidoarjo, Malang dan sekitarnya. Di sepanjang Ruas Jalan Gempol - Pandaan terdapat banyak kawasan industri sehingga penting sekali untuk mempertahankan kondisi dari ruas jalan ini. Kondisi eksisting dari ruas jalan ini memiliki banyak kerusakan struktural sehingga diperlukan perbaikan rekonstruksi dengan merencanakan ulang perkerasan tersebut.

Untuk menentukan perkerasan yang akan diterapkan maka perlu memperhitungkan rencana anggaran biaya untuk pekerjaan perkerasan antara perkerasan lentur dengan perkerasan kaku. Dalam mewujudkan hal ini maka dibutuhkan analisa dalam melakukan rekonstruksi perkerasan jalan. Berdasarkan latar belakang tersebut dilakukan penelitian yang berjudul “Analisa Ekonomi Perbandingan Rencana Anggaran Biaya Antara

Perkerasan Lentur dengan Perkerasan Kaku pada Ruas Jalan Gempol – Pandaan SBY Km.+ 35.000 – Km.+ Km.+ 42.000”.

B. LANDASAN TEORI

1. Dasar Teori Jalan

Jalan adalah prasarana transportasi darat yang meliputi segala bagian jalan, termasuk bangunan pelengkap dan perlengkapannya yang diperuntukkan bagi lalu lintas, yang berada pada permukaan tanah, di atas permukaan tanah, di bawah permukaan tanah dan/atau air, serta di atas permukaan air, kecuali jalan kereta api, jalan air, dan jalan kabel.

a) Klasifikasi Jalan

Klasifikasi jalan menurut sistem jaringan terdiri atas:

- Sistem jaringan jalan primer
- Sistem jaringan jalan sekunder

Klasifikasi jalan menurut fungsinya terdiri atas:

- Jalan Arteri
- Jalan Kolektor
- Jalan Lokal
- Jalan Lingkungan

Klasifikasi jalan menurut statusnya terdiri atas:

- Jalan nasional
- Jalan provinsi
- Jalan kabupaten
- Jalan kota
- Jalan desa

2. Umur Rencana

Umur rencana perkerasan jalan baru ditentukan berdasarkan jenis perkerasan seperti tabel berikut.

Tabel 1 Umur Rencana Perkerasan Jalan Baru (UR)

Jenis Perkerasan	Elemen Perkerasan	Umur Rencana (Tahun)
Perkerasan Lentur	Lapisan aspal dan lapisan berbutir	20
	Pondasi jalan	40
	Semua lapisan perkerasan untuk area yang tidak diijinkan sering ditinggikan akibat pelapisan ulang, misal : jalan perkotaan, underpass, jembatan, terowongan.	
Perkerasan Kaku	Cement Treated Base (CTB) Lapis pondasi atas, lapis pondasi bawah, lapis beton semen, dan pondasi jalan.	40
Jalan Tanpa Penutup	Semua Elemen	

3. Beban Sumbu Lalu Lintas Kendaraan

Untuk keperluan desain volume lalu lintas kendaraan dapat diperoleh dengan

- Survei lalu lintas aktual, dengan durasi minimal 7 x 24 jam.
- Hasil-hasil survei lalu lintas pada waktu sebelumnya.
- Jalan dengan lalu lintas rendah dapat menggunakan nilai perkiraan.

Pertumbuhan lalu lintas setiap tahunnya ditentukan berdasarkan klasifikasi jalan seperti pada tabel di bawah ini.

Tabel 2 Faktor Pertumbuhan Lalu Lintas (i) Minimum

Klasifikasi Jalan	2011 - 2020	2021 - 2030
Arteri dan perkotaan (%)	5	4
Kolektor rural (%)	3,5	2,5
Jalan desa (%)	1	1

Untuk menghitung pertumbuhan lalu lintas selama umur rencana dihitung menggunakan rumus berikut:

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

Dimana:

- R = faktor pertumbuhan lalu lintas
 i = tingkat pertumbuhan tahunan (%)
 UR = umur rencana (tahun)

Beban sumbu standar kumulatif atau *Cumulative Equivalent Single Axle Load* (CESA) merupakan jumlah kumulatif beban sumbu lalu lintas desain pada lajur desain selama umur rencana yang ditentukan sebagai berikut:

$$ESA_{TH-1} = (\sum_{\text{jenis kendaraan}} LHRT \times VDF_{JK}) \times D_L$$

$$CESA = ESA_{TH-1} \times 365 \times R$$

Dimana:

ESA_{TH-1} = lintasan sumbu standar ekivalen (*equivalent standard axle*) rata-rata per hari pada tahun pertama.

LHR = Lalu lintas harian tiap kendaraan niaga (kendaraan per hari)

D_L = faktor distribusi lajur.

CESA = kumulatif beban sumbu ekivalen selama umur rencana.

R = faktor pengali pertumbuhan lalu lintas.

Distribusi lajur ditentukan berdasarkan jumlah lajur pada jalan seperti pada tabel di bawah ini.

Tabel 3 Faktor Distribusi Lajur (D_L)

Jumlah Lajur Setiap Kendaraan	Kendaraan Niaga pada Lajur Desain (% Terhadap Populasi Kendaraan Niaga)
1	100
2	80
3	60
4	50

Vehicle Damage Factor (VDF) ditentukan berdasarkan jenis kendaraan yang terdapat dalam pada pedoman Dirjen Bina Marga dalam Manual Desain Perkerasan.

4. Pemilihan Jenis Perkerasan Jalan

Solusi alternatif diluar solusi desain awal berdasarkan manual desain perkerasan ini harus didasarkan pada biaya umur pelayanan (*discounted*) terendah. Pemilihan jenis perkerasan jalan diperlihatkan pada Tabel 2.

Tabel 4 Pemilihan Jenis Perkerasan

Struktur Perkerasan	ESA 20 Tahun Pangkat 4 (juta)				
	0 - 0,5	0,1 - 4	4 - 10	10 - 30	> 30
Perkerasan kaku dengan lalu lintas berat					
Perkerasan kaku dengan lalu lintas rendah					
AC - WC modifikasi atau SMA dengan CTB (ESA pangkat 5)					
AC dengan CTB (ESA pangkat 5)					
AC tebal > 100 mm dengan lapis pondasi berbutir (ESA pangkat 5)					
AC tipis atau HRS tipis di atas lapis pondasi berbutir					
Burda atau Burtu dengan LPA Kelas A atau kerikil alam					
Lpis Pondasi Tanah Semen (Soil Cement)					
Perkerasan Tanpa Penutup					

C. METODOLOGI PENELITIAN

1. Jenis Penelitian

Jenis penelitian dalam penelitian ini adalah penelitian kuantitatif. Penelitian ini berupa pengumpulan data, analisa data, dan mencapai tujuan penelitian.

2. Teknik Pengumpulan Data

Dalam penelitian ini untuk menghitung konstruksi jalan diperlukan dua jenis data yaitu data primer dan data sekunder. Kedua data tersebut dijelaskan seperti di bawah ini.

a. Data Primer

Data primer ini diambil dengan melakukan survei di lokasi penelitian. Data primer yang dibutuhkan dalam penelitian ini yaitu:

- Data Lalu Lintas Harian
- Data Inventarisasi Jalan
- Data Harga Satuan Dasar

b. Data Sekunder

sekunder ini diambil dari instansi atau lembaga terkait. Data sekunder yang dibutuhkan dalam penelitian ini yaitu:

- Data Daya Dukung Tanah (CBR)
- Data Leger Jalan

3. Teknik Analisis Data

Analisis data dibagi menjadi 4 proses perhitungan sebagai berikut :

a. Perhitungan menentukan Perkerasan Jalan

- Menghitung Beban Sumbu Standar Ekuivalen Harian.
- Menghitung Beban Sumbu Standar Ekuivalen Kumulatif.
- Menentukan Jenis Perkerasan.

b. Desain Konstruksi Perkerasan Lentur

- Menghitung Tebal Perbaikan Tanah Dasar (Jika Diperlukan).
- Menghitung Beban Sumbu Standar Ekuivalen Harian.
- Menghitung Beban Sumbu Standar Ekuivalen Kumulatif.
- Menentukan Desain Perkerasan Lentur.

c. Desain Konstruksi Perkerasan Kaku

- Menghitung Jumlah Sumbu Kendaraan Niaga.

- Menentukan Desain Perkerasan Kaku.
- Menghitung kebutuhan tulangan perkerasan kaku.

d. Rencana Anggaran Biaya

- Membuat daftar uraian pekerjaan.
- Menghitung volume pekerjaan.
- Konversi Harga Satuan.
- Menghitung Analisa harga satuan pekerjaan.
- Menghitung rencana anggaran biaya total pekerjaan.

D. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

1. Hasil Pengumpulan Data

a. Data Lalu Lintas Harian

Data lalu lintas yang diambil pada tanggal 22 April 2019. Data lalu lintas harian yang telah dijumlahkan selama 24 jam diperlihatkan pada tabel di bawah ini.

Tabel 5 Lalu Lintas Harian Rata-rata Total Arah Gempol ke Pandaan

No.	Golongan	Kategori	Jumlah Kendaraan (kendaraan per hari)
1	Golongan 1	sepeda motor	22.875
2	Golongan 2	sedan, station, wagon	4.539
3	Golongan 3	angkot, pick up	1.587
4	Golongan 4	mikro truk	305
5	Golongan 5a	bus kecil	17
6	Golongan 5b	bus besar	72
7	Golongan 6a	truk 2 sumbu	2.941
8	Golongan 6b	truk 2 sumbu $\frac{3}{4}$	612
9	Golongan 7a	truk 3 sumbu	638
10	Golongan 7b	truk gandengan	27
11	Golongan 7c	truk traile, truk semi trailer	156

Tabel 6 Lalu Lintas Harian Rata-rata Total Arah Pandaan ke Gempol

No.	Golongan	Kategori	Jumlah Kendaraan (kendaraan per hari)
1	Golongan 1	sepeda motor	16.876
2	Golongan 2	sedan, station, wagon	5.240
3	Golongan 3	angkot, pick up	999
4	Golongan 4	mikro truk	214
5	Golongan 5a	bus kecil	14
6	Golongan 5b	bus besar	46
7	Golongan 6a	truk 2 sumbu	2.354
8	Golongan 6b	truk 2 sumbu $\frac{3}{4}$	772
9	Golongan 7a	truk 3 sumbu	641
10	Golongan 7b	truk gandengan	48
11	Golongan 7c	truk traile, truk semi trailer	117

b. Data Harga Satuan Dasar

. Harga satuan dasar berupa harga upah pekerja, material, dan sewa alat. Berikut di bawah ini merupakan hasil survei harga satuan dasa.

Tabel 7 Harga Satuan Dasar Upah Pekerja

No	Upah	Satuan	Harga
1	Mandor	Hari	Rp. 150.000,-
2	Kepala Tukang	Hari	Rp. 130.000,-
3	Tukang	Hari	Rp. 125.000,-
4	Perkerja	Hari	Rp. 100.000,-
5	Sopir	Hari	Rp. 130.000,-
6	Operator	Hari	Rp. 200.000,-

Tabel 8 Harga Satuan Dasar Material

No	Upah	Satuan	Harga
1	Sirtu Urug Ayakan	truk	Rp 950.000,00
2	Agregat kelas A	m3	Rp 1.300.000,00
3	Cement Treated Base (CTB)	m3	Rp 1.700.000,00
4	Aspal Curah	Liter	Rp 9.000,00
5	Minyak Tanah	Ton	Rp 11.000,00
6	Aspal Beton AC - BC	Ton	Rp 830.000,00
7	Aspal Beton AC - WC	m3	Rp 850.000,00
8	Semen	zak	Rp. 52.000,-
9	Pasir Cor	truk	Rp.1.300.000,-
10	Batu Pecah Mesin 1/2	truk	Rp. 1.800.000,-

Tabel 9 Harga Satuan Dasar Alat

No	Upah	Satuan	Harga
1	Sewa Stamper	Hari	Rp 300.000,00
2	Sewa Truk Tangki Air	Hari	Rp 250.000,00
3	Sewa Dump Truck	Hari	Rp 300.000,00
4	Sewa Tandem Roller	Hari	Rp 1.500.000,00
5	Sewa Motor Grider	Hari	Rp 1.800.000,00
6	Sewa Wheel Loader	Hari	Rp 1.700.000,00
7	Sewa Asphalt Finisher	Hari	Rp 3.000.000,00
8	Sewa Pneumatic Roller	Hari	Rp 1.500.000,00
9	Sewa Asphalt Sprayer	Hari	Rp 150.000,00
10	Sewa Compressor	Hari	Rp 150.000,00

c. Data Daya Dukung Tanah

Hasil pengambilan data dari Balai Besar Pelaksanaan Jalan Nasional VIII salah satunya adalah data hasil pengujian CBR. Berikut di bawah ini merupakan data yang diperoleh. Berikut di bawah ini merupakan data yang diperoleh.

Tabel 10 Hasil Pengambilan Data Pengujian CBR

Titik	Kadar Air (%) Sebelum	Kadar Air (%) Sesudah	Wet Density	Dry Density	Nilai CBR (%) 0.1	Nilai CBR (%) 0.2
1	20,37	27,12	1,606	1,334	2,51	2,28
2	21,51	27,68	1,722	1,417	2,62	2,45
3	19,02	29,23	1,632	1,371	2,51	2,33
4	1,31	24,02	1,738	1,457	3,24	2,98

2. Analisis Data

a. Jenis Perkerasan

Pemilihan jenis perkerasan berdasarkan nilai beban sumbu standar ekuivalen kumulatif. Berikut merupakan hasil perhitungan beban

sumbu standar ekuivalen selama satu hari dari setiap arah.

Tabel 11 Rekapitulasi Nilai ESA₄ Arah Gempol ke Pandaan

No.	Golongan	Kategori	Nilai VDF ₄
1	Golongan 1	ssepeda motor	0
2	Golongan 2	sedan, station, wagon	0
3	Golongan 3	angkot, pick up	0
4	Golongan 4	mikro truk	0
5	Golongan 5a	bus kecil	0,3
6	Golongan 5b	bus besar	1
7	Golongan 6a	truk 2 sumbu	0,8
8	Golongan 6b	truk 2 sumbu ¾	1,6
9	Golongan 7a	truk 3 sumbu	7,3
10	Golongan 7b	truk gandengan	36,9
11	Golongan 7c	truk traile, truk semi trailer	13,6

Tabel 12 Rekapitulasi Nilai ESA₄ Arah Pandaan ke Gempol

No.	Golongan	Kategori	Nilai ESA
1	Golongan 1	ssepeda motor	0
2	Golongan 2	sedan, station, wagon	0
3	Golongan 3	angkot, pick up	0
4	Golongan 4	mikro truk	0
5	Golongan 5a	bus kecil	3,36
6	Golongan 5b	bus besar	36,80
7	Golongan 6a	truk 2 sumbu	1.506,56
8	Golongan 6b	truk 2 sumbu ¾	988,16
9	Golongan 7a	truk 3 sumbu	3.743,44
10	Golongan 7b	truk gandengan	1.416,96
11	Golongan 7c	truk traile, truk semi trailer	1.272,96
Total			8.968,24

Diambil nilai yang terbesar dari kedua arah berdasarkan perhitungan beban sumbu standar ekuivalen harian (ESA+) dari ke dua arah yaitu 8.968,24.

Nilai tingkat pertumbuhan lalu lintas (i) ditentukan berdasarkan jenis klasifikasi jalan. Ruas Jalan Gempol – Pandaan termasuk klasifikasi jalan arteri berdasarkan data inventarisasi jalan. Tabel 2 menentukan nilai tingkat pertumbuhan lalu lintas pada 2 kurun waktu yang berbeda, sehingga perhitungan faktor pertumbuhan lalu lintas (R) dibagi menjadi 2 kurun waktu juga. Umur rencana yang ditentukan yaitu 20 tahun sesuai dengan tabel 4. Setelah mengetahui data di atas maka dapat dilakukan perhitungan nilai pengali pertumbuhan lalu lintas (R) dan nilai beban sumbu standar ekuivalen kumulatif (ESA₄) dari tahun 2019 sampai dengan tahun 2020 sebagai berikut.

$$R = \frac{(1 + 0,01 \times i)^{UR} - 1}{0,01 \times i} = \frac{(1 + 0,01 \times 5)^{1-1}}{0,01 \times 5}$$

$$= \frac{1,05 - 1}{0,05}$$

$$= \frac{0,05}{0,05}$$

$$= 1$$

$$\text{CESA}_4 = \text{ESA} \times 365 \times R$$

$$= 8.968,24 \times 365 \times 1$$

$$= 3.273.407,60$$

Selanjutnya menghitung nilai pengali pertumbuhan lalu lintas (R) dan nilai beban sumbu standar ekivalen kumulatif (ESA₄) dari tahun 2021 sampai dengan tahun 2039 sebagai berikut.

$$R = \frac{(1 + 0,01 \times i)^{UR} - 1}{0,01 \times i} = \frac{(1 + 0,01 \times 4)^{19} - 1}{0,01 \times 4}$$

$$= \frac{2,107 - 1}{0,04}$$

$$= \frac{1,107}{0,04}$$

$$= 27,671$$

$$\text{CESA}_4 = \text{ESA} \times 365 \times R$$

$$= 8.968,24 \times 365 \times 27,671$$

$$= 90.578.461,69$$

Selanjutnya dijumlahkan kedua nilai CESA₄ sebagai berikut.

$$\text{CESA}_4 = 3.273.407,60 + 90.578.461,69$$

$$= 93.851.869,30$$

Berdasarkan nilai CESA₄ yang diterapkan pada Tabel 4 maka jenis perkerasan yang paling disarankan adalah perkerasan kaku dengan lalu lintas berat. Perkerasan lentur yang paling mendekati dengan struktur AC WC modifikasi atau SMA dengan CTB.

b. Desain Konstruksi Perkerasan Lentur

Desain konstruksi perkerasan lentur ditentukan berdasarkan nilai beban sumbu standar ekivalen kumulatif. Berikut merupakan hasil perhitungan beban sumbu standar ekivalen selama satu hari dari setiap arah.

Tabel 13 Rekapitulasi Nilai ESA₅ Arah Gempol ke Pandaan

No.	Golongan	Kategori	Nilai ESA
1	Golongan 1	ssepeda motor	0
2	Golongan 2	sedan, station, wagon	0
3	Golongan 3	angkot, pick up	0
4	Golongan 4	mikro truk	0
5	Golongan 5a	bus kecil	2,2
6	Golongan 5b	bus besar	57,60
7	Golongan 6a	truk 2 sumbu	1.882,24
8	Golongan 6b	truk 2 sumbu 3/4	5.483,52
9	Golongan 7a	truk 3 sumbu	32.869,76
10	Golongan 7b	truk gandengan	1.952,64
11	Golongan 7c	truk traile, truk semi trailer	2.995,68
Total			45.243,68

Tabel 14 Rekapitulasi Nilai ESA₅ Arah Pandaan ke Gempol

No.	Golongan	Kategori	Nilai ESA
1	Golongan 1	ssepeda motor	0
2	Golongan 2	sedan, station, wagon	0
3	Golongan 3	angkot, pick up	0
4	Golongan 4	mikro truk	0
5	Golongan 5a	bus kecil	2,24
6	Golongan 5b	bus besar	36,80
7	Golongan 6a	truk 2 sumbu	1.506,56
8	Golongan 6b	truk 2 sumbu 3/4	6.917,12
9	Golongan 7a	truk 3 sumbu	33.024,32
10	Golongan 7b	truk gandengan	3.471,36
No.	Golongan	Kategori	Nilai ESA
11	Golongan 7c	truk traile, truk semi trailer	2.246,40
Total			47.204,80

Diambil nilai beban sumbu standar ekivalen yang terbesar dari kedua arah yaitu 47.204,80. Perhitungan pemilihan jenis perkerasan menyarankan menggunakan AC – WC modifikasi dengan lapis *Cement Treated Base* (CTB) direncanakan dengan umur rencana 20 tahun sesuai dengan Tabel 1. Nilai pertumbuhan lalu lintas yang di ambil sesuai dengan Tabel 2 adalah 5% untuk tahun 2019 sampai dengan 2020 dan 4% untuk tahun 2021 sampai dengan 2039. Nilai umur rencana dan nilai tingkat pertumbuhan lalu lintas dimasukkan ke dalam rumus faktor pertumbuhan lalu lintas dan beban sumbu standar ekivalen kumulatif dari tahun 2019 sampai dengan 2020 sebagai berikut.

$$R = \frac{(1 + 0,01 \times i)^{UR} - 1}{0,01 \times i} = \frac{(1 + 0,01 \times 5)^{1-1}}{0,01 \times 5}$$

$$= \frac{1,05 - 1}{0,05}$$

$$= \frac{0,05}{0,05}$$

$$= 1$$

$$\begin{aligned} \text{CESA} &= \text{ESA} \times 365 \times R \\ &= 37.836,40 \times 365 \times 1 \\ &= 17.229.752,00 \end{aligned}$$

Selanjutnya menghitung nilai pengali pertumbuhan lalu lintas (R) dan nilai beban sumbu standar ekivalen kumulatif (ESA_s) dari tahun 2021 sampai dengan tahun 2039 sebagai berikut.

$$\begin{aligned} R &= \frac{(1+0,01 \times i)^{UR} - 1}{0,01 \times i} = \frac{(1+0,01.01 \times 4)^{19} - 1}{0,01 \times 4} \\ &= \frac{2,107 - 1}{0,04} \\ &= \frac{1,107}{0,04} \\ &= 27,671 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{CESA} &= \text{ESA} \times 365 \times R \\ &= 37.836,40 \times 365 \times 27,671 \\ &= 476.764.467,92 \end{aligned}$$

Selanjutnya dijumlahkan kedua nilai CESA₄ sebagai berikut.

$$\begin{aligned} \text{CESA}_{\text{total}} &= 17.229.752,00 + 476.764.467,59 \\ &= 493.994.219,59 \end{aligned}$$

Berdasarkan ketentuan pedoman Dirjen Bina Marga dalam Manual Desain Perkerasan diambil tebal perkerasan lentur sebagai berikut.

- Lapis permukaan terdiri dari AC –WC tebal 50mm, AC – BC tebal 280 mm.
- Lapis Pondasi Atas terdiri dari *Cement Treated Base* (CTB) tebal 150 mm.
- Lapis Pondasi Bawah terdiri dari Agregat Kelas A tebal 150 mm.

Rencana anggaran yang dibutuhkan untuk melakukan pelaksanaan pekerjaan seperti pada tabel di bawah ini.

Tabel 15 Rencana Anggaran Biaya

No.	Uraian Pekerjaan	Harga Pekerjaan
A. Pekerjaan Tanah		
1	Galian Tanah (Alat Berat)	Rp 3.251.496.763,20
2	Timbunan Sirtu Urug CBR > 10%	Rp 2.814.802.200,00
B. Pekerjaan Perkerasan		
1	Agregat Kelas A	Rp 1.568.497.087,50
2	<i>Cement Treated Base</i> (CTB)	Rp 2.106.403.687,50
3	Lapis Resap Pengikat	Rp 175.632.400,00
4	Lapis AC - BC	Rp 25.373.086.410,00
5	Lapis Pengikat	Rp 64.063.440,00
6	Lapis AC - WC	Rp 4.626.126.907,50
Total		Rp39.980.108.735,70
Total 2 Arah		Rp 79.960.217.471,40

Biaya yang dibutuhkan untuk melaksanakan pekerjaan perkerasan lentur untuk 1 arah yaitu Rp. 39.980.708.735,70. Total biaya untuk 2 arah sebesar Rp. 79.960.217.471,40. Biaya per meter persegi pekerjaan dihitung sebagai berikut.

$$\begin{aligned} \text{Luas Pekerjaan} &= 7.000 \times 6 \\ &= 42.000 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Biaya Pekerjaan} &= \text{biaya total} / \text{luas pekerjaan} \\ &= 39.980.108.735,70 / 42.000 \\ &= \text{Rp. } 951.907,35 / \text{m}^2 \end{aligned}$$

c. Desain Konstruksi Perkerasan Kaku

Konfigurasi sumbu ditampilkan pada tabel di bawah ini.

Tabel 16 Konfigurasi Sumbu Kendaraan

No.	Golongan	Sumbu Kendaraan
1	Golongan 1	0
2	Golongan 2	0
3	Golongan 3	0
4	Golongan 4	0
5	Golongan 5a	2
6	Golongan 5b	2
7	Golongan 6a	2
8	Golongan 6b	2
9	Golongan 7a	2
10	Golongan 7b	4
11	Golongan 7c	3

Selanjutnya menghitung jumlah sumbu kendaraan niaga dengan mengalikan jumlah kendaraan dengan jumlah sumbu. Hasil perhitungan dapat dilihat pada tabel di bawah ini.

Tabel 17 Jumlah Sumbu Kendaraan Arah Gempol ke Pandaan

No.	Golongan	Jumlah Sumbu Kendaraan
1	Golongan 1	0
2	Golongan 2	0
3	Golongan 3	0
4	Golongan 4	0
5	Golongan 5a	34
6	Golongan 5b	144
7	Golongan 6a	5.882
8	Golongan 6b	1224
9	Golongan 7a	1276
10	Golongan 7b	108
Jumlah Sumbu Kendaraan		9.136

Tabel 18 Jumlah Sumbu Kendaraan Arah Panduan ke Gempol

No.	Golongan	Jumlah Sumbu Kendaraan
1	Golongan 1	0
2	Golongan 2	0
3	Golongan 3	0
4	Golongan 4	0
5	Golongan 5a	28
6	Golongan 5b	92
7	Golongan 6a	4.708
8	Golongan 6b	1.282
9	Golongan 7a	192
10	Golongan 7b	351
Jumlah Sumbu Kendaraan		8.197

Berdasarkan data di atas diambil nilai yang terbesar yaitu 9.136. Selanjutnya menghitung Jumlah Sumbu Kendaraan niaga berdasarkan data di atas. Perhitungan Jumlah Sumbu Kendaraan Niaga dihitung sebagai berikut.

$$R = \frac{(1+0,001.i)^{UR}-1}{0,01.i} = \frac{(1+0,01.01.4)^{40}-1}{0,01.4}$$

$$= \frac{4.801-1}{0,04}$$

$$= \frac{3,801}{0,04}$$

$$= 95,02$$

$$JSKN = 9.136 \times 365 \times 0,8 \times 95,02$$

$$= 283.485,99$$

Berdasarkan ketentuan pedoman Dirjen Bina Marga dalam Manual Desain Perkerasan diambil tebal perkerasan kaku sebagai berikut.

- Lapis permukaan terdiri dari pelat beton tebal 305 mm.
- Lapis Pondasi Atas terdiri dari *Lean Mid Concrete* (LMC) tebal 150 mm.
- Lapis Pondasi Bawah terdiri dari Agregat Kelas A tebal 150 mm.

Selanjutnya dilakukan perhitungan tulangan perkerasan kaku. Nilai kuat tarik ijin tulangan beton polos adalah 2.400 N/mm². Nilai gravitasi yaitu 9,81 m/s². Nilai tebal pelat berdasarkan perhitungan sebelumnya yaitu 305 mm. Nilai panjang pelat yang diambil yaitu 15 m. Nilai koefisien gesek diambil sebesar 1,3. Perhitungan luas tulangan untuk tulangan memanjang dijelaskan sebagai berikut.

$$A_s = \frac{u \times L \times M \times g \times h}{2 \times f_s}$$

$$= \frac{1,3 \times 15 \times 2.400 \times 9,81 \times 0,305}{2 \times 240}$$

$$= \frac{140.027,94}{480}$$

$$= 291,275 \text{ mm}^2/\text{m}^2$$

$$\text{As min} = 0,1 \% \times 305 \times 1.000$$

$$= 305 \text{ mm}^2/\text{m}^2$$

Jika As perlu < As min, maka digunakan nilai As min yaitu 305 mm²/m². direncanakan menggunakan tulangan diameter 10 mm. Perhitungan jarak tulangan dijelaskan sebagai berikut.

$$\text{Jumlah Tulangan} = \text{As} / \text{Luas tulangan per lonjor}$$

$$= 305 / (0,25 \times 3,14 \times 0,010)$$

$$= 305 / 113,04 / 78,5$$

$$= 3,89 \text{ dibulatkan}$$

$$4 \text{ buah}$$

$$\text{Jarak Tulangan} = 1.000 / \text{jumlah tulangan}$$

$$= 1.000 / 4$$

$$= 250 \text{ mm}$$

Selanjutnya dilakukan perhitungan luas tulangan melintang.

$$A_s = \frac{u \times L \times M \times g \times h}{2 \times f_s}$$

$$= \frac{1,3 \times 6 \times 2.400 \times 9,81 \times 0,305}{2 \times 240}$$

$$= \frac{56.011,18}{480}$$

$$= 116,70 \text{ mm}^2/\text{m}^2$$

$$\text{As min} = 0,1 \% \times 305 \times 1.000$$

$$= 305 \text{ mm}^2/\text{m}^2$$

Jika As perlu < As min, maka digunakan nilai As min yaitu 305 mm²/m². direncanakan menggunakan tulangan diameter 10 mm. Perhitungan jarak tulangan dijelaskan sebagai berikut.

$$\text{Jumlah Tulangan} = \text{As} / \text{Luas tulangan per lonjor}$$

$$= 305 / (0,25 \times 3,14 \times 0,010)$$

$$= 305 / 113,04 / 78,5$$

$$= 3,89 \text{ dibulatkan}$$

$$4 \text{ buah}$$

$$\text{Jarak Tulangan} = 1.000 / \text{jumlah tulangan}$$

$$= 1.000 / 4$$

$$= 250 \text{ mm}$$

Berdasarkan perhitungan di atas digunakan tulangan diameter 10 mm dengan jarak 250 mm untuk arah melintang dan memanjang. Rencana anggaran yang dibutuhkan untuk melakukan pelaksanaan pekerjaan seperti pada tabel di bawah ini.

Tabel 4.29 Rencana Anggaran Biaya

No.	Uraian Pekerjaan	Harga Pekerjaan
A. Pekerjaan Tanah		
1	Galian Tanah	Rp. 3.160.729.761,72
2	Timbunan Sirtu Urug CBR > 10%	Rp. 2.814.802.200,00
B. Pekerjaan Perkerasan		
1	Aggregat Kelas A	Rp. 1.568.497.087,50
2	Lean Mix Concrete (LMC)	Rp. 5.262.731.568,00
3	Beton K-350	Rp. 13.404.826.914,90
4	Besi Beton Tulangan	Rp. 3.696.705.799,70
Total		Rp. 29.908.293.331,82
Total 2 Arah		Rp. 59.816.586.663,64

Biaya yang dibutuhkan untuk melaksanakan pekerjaan perkerasan kaku untuk 1 arah yaitu Rp. 29.999.060.333,30. Total biaya untuk 2 arah sebesar Rp. 59.998.120.666,60. Biaya per meter persegi pekerjaan dihitung sebagai berikut.

$$\begin{aligned} \text{Luas Pekerjaan} &= 7.000 \times 6 \\ &= 42.000 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Biaya Pekerjaan} &= \text{biaya total} / \text{luas pekerjaan} \\ &= 29.908.293.331,82 / 42.000 \\ &= \text{Rp. 714.261,34} / \text{m}^2 \end{aligned}$$

d. Perbandingan Rencana Anggaran Biaya

Berdasarkan hasil analisa di atas ada beberapa perbandingan antara perkerasan lentur dengan perkerasan kaku yaitu :

- Menurut Dirjen Bina Marga dalam Manual Desain Perkerasan (2013), Desain perkerasan kaku disarankan untuk ruas jalan Gempol – Pandaan, sedangkan perkerasan lentur tidak disarankan.
- Desain perkerasan lentur dipilih pada opsi yang paling tinggi berdasarkan nilai beban sumbu standar ekuivalen kumulatif (CESA) yang tinggi.
- Desain perkerasan kaku dipilih pada opsi paling tinggi berdasarkan nilai Jumlah Sumbu Kendaraan Niaga (JSKN) yang tinggi. nilai tersebut bahkan melebihi ketentuan dari Dirjen Bina Marga dalam Manual Desain Perkerasan sehingga diperlukan analisa lebih lanjut untuk desain perkerasan kaku.

- Rencana anggaran biaya pelaksanaan perkerasan lentur lebih mahal daripada perkerasan kaku. Hal ini dipicu karena perihal perbandingan yang disebutkan sebelumnya.

E. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan maka dapat diambil kesimpulan bahwa.

1. Desain rencana untuk perkerasan lentur yaitu sirtu urug tebal 350 mm, agregat kelas A tebal 150 mm, CTB tebal 150 mm, AC-BC tebal 280 mm, dan AC-WC tebal 50 mm. Desain rencana untuk perkerasan kaku yaitu sirtu urug tebal 350 mm, agregat kelas A tebal 150 mm, LMC tebal 150 mm, dan pelat beton tebal 305 mm.
2. Biaya yang dibutuhkan untuk pelaksanaan perkerasan lentur yaitu Rp. 79.889.929.211,40 dengan biaya per meter persegi yaitu Rp. 951.070,56. Biaya yang dibutuhkan untuk pelaksanaan perkerasan kaku yaitu Rp. 59.816.586.663,64 dengan biaya per meter persegi yaitu Rp. 714.261,34.

F. DAFTAR PUSTAKA

- Agus Suswandi, 2008. *Evaluasi Tingkat Kerusakan Jalan dengan Metode Pavement Condition Index (PCI) Studi Kasus Jalan Lingkar Selatan Yogyakarta*. Universitas Gajah Mada Yogyakarta.
- Departemen Pekerjaan Umum. 1983. *Manual Pemeliharaan Jalan No. 03/MN/B/1983*, Jakarta.
- Departemen Pekerjaan Umum, 1995. *Manual Pemeliharaan Rutin Untuk Jalan Nasional dan Jalan Provinsi*, Jakarta.
- Departemen Pekerjaan Umum, 2002. *Pedoman Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur*, Jakarta.
- Departemen Pekerjaan Umum, 2003. *Perencanaan Perkerasan Jalan Beton Semen*. Jakarta
- Femy Arizona, 2015. *Biaya Penanganan Jalan Nasional Berdasarkan Kondisi Kerusakan Jalan dan Modulus Efektif Perkerasan pada Ruas Jalan Nasional Demak*. Universitas Gajah Mada Yogyakarta.
- Hendrick Singamungson, 2014. *Evaluasi Kerusakan Jalan Studi Kasus Jalan Dr.*

- Wahid in – Kebonagung Slembang,
Universitas Atma Jaya Yogyakarta.
- Kementerian Pekerjaan Umum 2011, *Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor : 19/PRT/2011*, Jakarta.
- Kementerian Pekerjaan Umum, 2011. *Pedoman Konstruksi dan Bangunan Desain Perkerasan Lentur*, Jakarta.
- Kementerian Pekerjaan Umum, 2013, *Manual Desain Perkerasan Jalan Jakarta*
- Presiden Republik Indonesia, 2004. *Undang Undang Republik Indonesia Nomor 38 Tahun 2004 Jalan*, Jakarta
- Presiden Republik Indonesia, 2006. *Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 34 Tahun 2006 Jalan*, Jakarta
- Presiden Republik Indonesia, 2009. *Undang Undang Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2009 Tentang Lalu Lintas dan Angkutan Umum*, Jakarta.
- Toni Oki Pratama, 2019. *Analisan Kerusakan Jalan dan Teknik Perbaikan Berdasarkan Metode Pavement Condition Index (PCI) Beserta Rencana Anggaran Biaya Pada Ruas Jalan Gempol – Pandaan Km. 39+000 – 42+000*. Universitas Negeri Surabaya. Surabaya.

