

STUDI PERBANDINGAN KONSTRUKSI PERKERASAN LENTUR DAN PERKERASAN KAKU PADA RUAS JALAN NASIONAL BUDURAN-WARU SIDOARJO JAWA TIMUR

Intan Permata Sari¹, Nusa Sebayang², dan Eding Iskak I³
Jurusan Teknik Sipil S-1 Institut Teknologi Nasional Malang
Email: intanpermata1700@gmail.com

ABSTRACT

East Java Province consists of 6 cities and 29 districts, especially the Buduran-Waru section which is one of the regions in East Java. The Buduran – Waru section is also a strategic road network. The length of the road on the Buduran - Waru Section has a width of 7.00 m. The aim of this study is to plan the thickness of rigid pavement and flexible pavement to improve the road pavement on the Buduran - Waru Section. Analyzing performance and calculating the cost comparison between rigid pavement and flexible pavement with economical and efficient construction. Calculation results of flexible pavement structures AC - WC 40 mm, AC - BC 60 mm, AC - Base 245 mm, LPA Class A 300 mm. Calculation results for rigid pavement, 190 mm concrete plate, 150 mm foundation layer. Total cost of flexible pavement Rp. 14,892,238,000 Total cost of rigid pavement Rp. 9,514,022,000 From the results of the economic evaluation, it is a plan for rigid pavement and flexible pavement on the Buduran - Waru Sidoarjo Section, East Java. Judging from all backgrounds, the appropriate type of pavement planning is rigid pavement. Because it has economical value, apart from that, flexible pavement is also appropriate for the Buduran Section because of the high level of comfort and service.

Keywords: Flexible Pavement, Rigid Pavement, Cost Analysis, Pavement Thickness Calculation.

ABSTRAK

Provinsi Jawa Timur terdiri dari 6 kota dan 29 kabupaten, khususnya pada Ruas Buduran-Waru yang merupakan salah satu wilayah di Jawa Timur. Ruas Buduran – Waru juga termasuk jaringan jalan strategis. Panjang jalan pada Ruas Buduran – Waru mempunyai lebar 7,00 m. Tujuan dari Studi ini adalah Merencanakan tebal perkerasan kaku dan perkerasan lentur untuk peningkatan perkerasan jalan pada Ruas Buduran – Waru. Menganalisis kinerja Dan Menghitung perbandingan biaya antara perkerasan kaku dan perkerasan lentur dengan konstruksi yang ekonomis dan efisien. Hasil perhitungan struktur perkerasan lentur AC - WC 40 mm, AC - BC 60 mm, AC - Base 245 mm, LPA Kelas A 300 mm. Hasil perhitungan perkerasan kaku Plat Beton 190 mm, Lapis Pondasi 150 mm Total biaya perkerasan lentur Rp. 14.892.238.000 Total biaya perkerasan kaku Rp. 9.514.022.000 Dari hasil evaluasi ekonomi merupakan perencanaan perkerasan kaku dan perkerasan lentur pada Ruas Buduran – Waru Sidoarjo, Jawa Timur. Dilihat dari semua latar belakang maka jenis perencanaan perkerasan yang tepat adalah perkerasan kaku. Karena memiliki nilai biaya yang ekonomis, selain itu perkerasan lentur juga tepat pada Ruas Buduran karena tingkat kenyamanan dan juga pelayanan yang tinggi.

Kata Kunci: Perkerasan Lentur, Perkerasan Kaku, Analisa Biaya, Perhitungan Tebal Perkerasan.

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkerasan jalan merupakan perencanaan pemilihan kombinasi material dan tebal yang memenuhi syarat pelayanan dengan biaya termurah dan dengan umur rencana yang panjang Ruas jalan nasional Buduran-Waru merupakan jalan perkotaan yang mempunyai peranan penting dalam perkembangan ekonomi di wilayah Kota Sidoarjo karena terdapat pusat industri di wilayah sekitar jalan yang sering dilalui oleh lalu lintas

berat seperti truck sedang yang melintas sebanyak 120 per hari dan juga termasuk jalan yang sangat padat sehingga banyak ruas jalan yang rusak bergelombang dan berlubang di beberapa tempat tersebut dengan kondisi existing jalan menggunakan perkerasan lentur. Sehingga perlu adanya alternatif lain dalam perencanaan perkerasan jalan, selain menggunakan konstruksi perkerasan lentur, alternatif lain yang bisa digunakan adalah konstruksi perkerasan. Pemilihan metode dalam perhitungan menentukan tebal perkerasan akan sangat

mempengaruhi dalam pekerjaan perkerasan serta biaya yang akan dikeluarkan pada saat pekerjaan jalan maupun pada saat perawatan jalan tersebut. Penggunaan jenis perkerasan *Flexible Pavement* dan *Rigid Pavement* akan sangat ditentukan oleh beberapa faktor antara lain umur rencana jalan tersebut

1.2 Rumusan Masalah

1. Berapa tebal perkerasan lentur dan perkerasan kaku yang direncanakan pada ruas jalan nasional Buduran-Waru?
2. Berapakah rencana anggaran biaya pembangunan dan pemeliharaan untuk umur rencana 20 tahun ?

1.3 Tujuan Studi

1. Merencanakan perkerasan lentur dan perkerasan kaku ruas Jalan Nasional Buduran-Waru dengan baik dan benar yang sesuai dengan pedoman yang ada
2. Membandingkan kedua alternatif penggunaan lapisan perkerasan tersebut secara ekonomis untuk umur rencana 20 tahun

1.4 Manfaat Studi

1. Dapat meningkatkan tingkat pelayanan pada ruas Jalan Nasional Buduran-Waru dengan sarana jalan raya yang memadai.
2. Dapat menunjang tingkat perekonomian dan pembangunan industry kecil dan menengah pada daerah sekitar ruas Jalan Nasional Buduran-Waru

1.5 Batasan Masalah

Yang menjadi pokok pembahasan pada penelitian ini adalah menghitung tebal perkerasan lentur dan tebal perkerasan kaku, membandingkan hasil rencana anggaran biaya pada perkerasan lentur dan perkerasan kaku dengan umur rencana 20 tahun dengan mengansumsikan pembangunan jalan dari awal

LANDASAN TEORI

2.1 Perkerasan Lentur

Perkerasan aspal dan perkerasan beton aspal (*asphalt concrete pavement*), juga di sebut perkerasan lentur (*flexible pavement*), merupakan campuran agregat batu pecah, pasir, material pengisi, dan aspal, yang dihamparkan dan dipadatkan. Perkerasan lentur dirancang untuk melendut dan kembali ke posisi semula bersama-sama dengan tanah dasar. Konsep dasar dalam perencanaan ini adalah menghamparkan lapisan-lapisan permukaan dan lapis pondasi beserta lapisan-lapisan antaranya, sedemikian hingga regangan pada tanah dasar dapat

dikendalikan guna mencegah terjadinya defleksi permanen .

2.2 Perkerasan Kaku

Perkerasan kaku atau perkerasan beton semen adalah suatu konstruksi (perkerasan) dengan bahan baku agregat dan menggunakan semen sebagai bahan ikatnya. Pada saat ini dikenal ada 5 jenis perkerasan beton semen, yaitu :

- Perkerasan beton semen tanpa tulangan dengan sambungan (*Jointed Plain Concrete Pavement*).
- Perkerasan beton semen bertulang dengan sambungan (*Joint Reinforced Concrete Pavement*).
- Perkerasan beton semen tanpa tulangan (*Continuously Reinforced Concrete Pavement*).
- Perkerasan beton semen prategang (*Prestressed Concrete Pavement*).
- Perkerasan beton semen bertulang fiber (*Fiber Reinforced Concrete Pavement*)

2.3 Rencana Anggaran Biaya

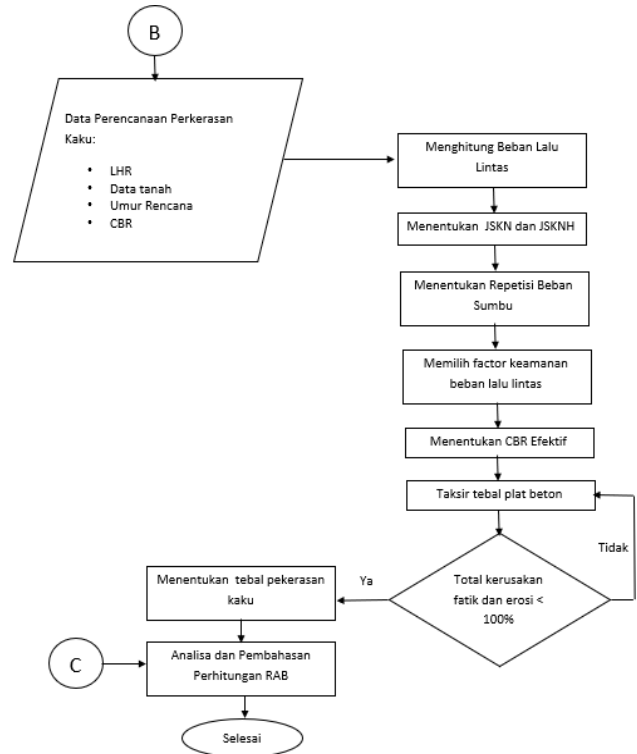
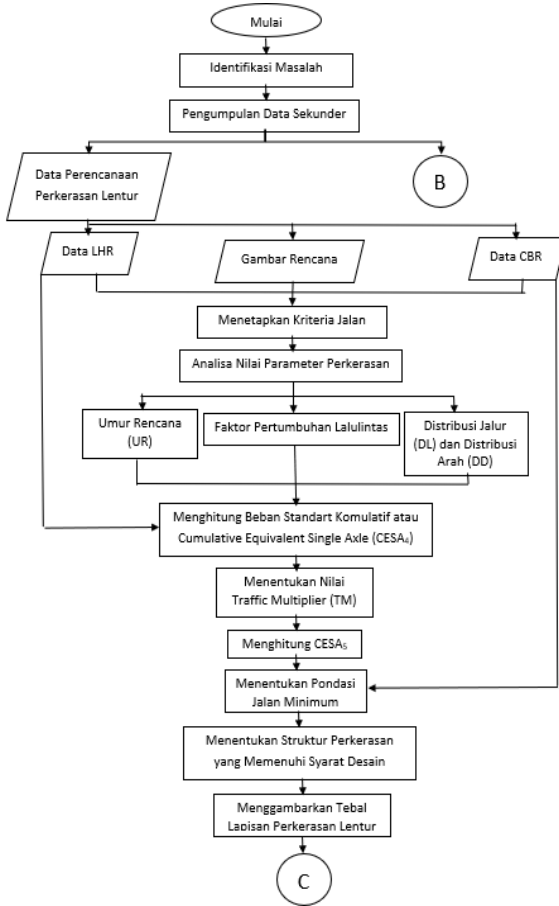
Membuat anggaran biaya berarti menaksir atau memperkirakan suatu barang, bangunan atau benda yang akan dibuat dengan teliti dan secermat mungkin. Penyusunan konstruksi bangunan pada dasarnya selalu disertai dengan Rencana Anggaran Biaya (RAB). Anggaran merupakan suatu bentuk perencanaan penggunaan dana untuk melaksanakan pekerjaan dalam kurun waktu tertentu, dibuat dalam bentuk uang, jam, tenaga kerja atau dalam satuan lain. Pihak owner membuat perhitungan atau estimasi dengan tujuan untuk mendapatkan informasi sejelas – jelasnya tentang biaya yang harus disediakan untuk merealisasikan proyeknya. Hasil estimasi disebut dengan OE (*Owner Estimaste*) dan hasil estimasi yang dilakukan oleh konsultan perencanaan disebut dengan EE (*Engineer Estimate*).

METODELOGI STUDI

Setiap perencanaan akan membutuhkan data untuk menyelesaikan perencanaan yang akan dilakukan. Perencanaan juga membutuhkan data-data pendukung yaitu data primer dan data sekunder. Data-data yang digunakan dalam studi perencanaan ini adalah data sekunder. Data sekunder adalah kearsipan yang dapat diperoleh oleh perusahaan atau badan tertentu dan pihak instansi terkait, data tersebut adalah CBR tanah dasar, data LHR, data pertumbuhan lalu lintas

dan harga satuan pekerjaan wilayah Kota Sidoarjo.

Gambar 1. Bagan Alir Studi



HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bahasan ini akan di paparkan tahap-tahap penelitian yang akan dilakukan mulai dari pemeriksaan data, pengolahan data, hingga pembahasan hasil studi dan hasil pembahasan, Pada sub bab ini akan memaparkan data awal proyek serta data-data yang selanjutnya perhitungan tebal perkerasan dan rencana anggaran biaya.

4.1 Analisa Nilai Parameter Perkerasan Lentur

Pertumbuhan Lalu Lintas dilihat dari perbandingan nilai pertumbuhan lalu lintas rata-rata jumlah kendaraan pertahun maka perhitungan nilai rata-rata pertumbuhan jumlah kendaraan pertahun dihitung total jumlah kendaraan.

Tabel 1. Jumlah Kendaraan th 2018-2022

JENIS KENDARAAN	2018	2019	2020	2021	2022
Sepeda motor	3090	3397	3675	4223	4329
mobil pribadi/ pick up/ box kecil	1114	1305	1308	1409	1448
bus kecil	56	60	70	673	1405
bus besar	57	58	154	168	447
truk ringan 2 sumbu	496	673	1528	1844	1877
truk sedang 2 sumbu	124	125	168	184	399
truk 3 sumbu	9	36	182	198	374
truk gandeng	0	1	3	3	5
truk semi trailer	0	32	33	34	39
kendaraan tidak bermotor	170	224	813	825	1711
jumlah kendaraan per hari	5116	5911	7934	9561	12034
jumlah kendaraan per tahun	10232	11822	15868	19122	24068

- Umur rencana 20 tahunan
- Kapasitas Jalan
 $C = C_o \times FC_w \times FC_{sp} \times FC_{sf}$
 $= 3100 \times 1 \times 1 \times 0,83$
 $= 2573 \text{ smp/ jam}$

Tabel 2. Kapasitas Jalan

Tahun	Kapasitas Jalan (smp/jam)	LHRT (smp/hari)
0	2573	284,696
5	2573	346,181
10	2573	442,033
20	2573	720,708

- LHR UR 20 tahun

Tabel 3. LHR UR 20 tahun

Jenis kendaraan	LHR UR 20 th (kend/hari)
Sepeda Motor	11209
Mobil pribadi / Pick Up / Box Kecil	7786
Bus Kecil	263
Bus Besar	301
Truck Kecil / Truck Sedang	554
Truck 3 as (gandar)	375
Truck Gandeng	1141
Trailer	145
Kendaraan Tidak Bermotor	2250
Jumlah	24023

- Factor Distribusi Lajur (DL) 80%
- Faktor Distribusi Arah (DD) 0,50
- Menghitung beban standart kumulatif
 $CESA_4 = (\sum LHR_{JK} \times VDF_{JK}) \times 365 \times DD \times DL \times R$
 $CESA_5 = 1,8 \times CESA_4$

Tabel 4. Nilai CESA4 dan CESA5 UR 20 th

Jenis kendaraan	LHRJK	VDFJK	DL	DD	R	CESA4	CESA5
Sepeda Motor	11209	-	0,8	0,5	20,190	-	-
Mobil pribadi / Pick Up / Box Kecil	7786	-	0,8	0,5	20,169	-	-
Bus Kecil	263	-	0,8	0,5	20,200	-	-
Bus Besar	301	1	0,8	0,5	20,171	885435	1593784
Truck Kecil / Truck Sedang	554	0,5	0,8	0,5	20,152	815026	1467046
Truck 3 as (gandar)	375	0,5	0,8	0,5	20,303	556486	1001674
Truck Gandeng	1141	5,9	0,8	0,5	20,366	2001046	3601884
Trailer	145	8,32	0,8	0,5	20,352	3582598	6448676
Jumlah						2585001	4653001

7. Menentukan tipe perkerasan

Tabel 5. Menentukan tipe 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 (diatas tanah dasar $\geq 2,5\%$)	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 $\geq 100 \text{ mm}$ dengan lapis fondasi berbutir (ESA pangkat 5)	3B	-	-	1,2	2	2
AC atau HRD tipis diatas lapis fondasi berbutir	3A	-	1,2	-	-	-
Burda atau Burtu dengan LPA Kelas A atau bantuan asli	5	3	3	-	-	-
Lapis Fondasi Soil Cement	6	1	1	-	-	-
Perkerasan tanpa penutup (Japat, jalan kerikil)	7	1	-	-	-	-

8. Perhitungan CBR

Tabel 6. Nilai CBR

STA	0+000	0+200	0+400	0+600	0+800	1+000	1+200	1+400	1+600
CBR %	7,11	9,16	7,98	6,59	6,87	7,89	7,41	7,42	7,33
STA	1+800	2+000	2+200	2+400	2+600	2+800	3+000	3+200	3+400
CBR %	6,92	6,81	6,38	7,8	7,22	7,18	5,87	6,69	5,95
STA	3+600	3+800	4+000	4+200	4+400	4+600	4+800	5+000	5+200
CBR %	6,99	6,23	7,68	6,75	6,72	6,93	6,55	6,68	7,12

Dari table diatas dapat dihitung nilai CBR_{Segmen} dengan cara analistis, dihitung dengan rumus :

$$CBR_{Segmen} = CBR \text{ rata - rata} - \frac{cm - cm}{R}$$

$$CBR \text{ rata - rata} = \frac{7,11 + 9,16 + 7,98 + 6,59 + 6,87 + 7,89 + 7,41 + 7,42 + 7,33 + 6,92 + 6,81 + 6,38 + 7,80 + 7,22 + 7,18 + 5,87 + 6,69 + 5,95 + 6,99 + 6,23 + 7,68 + 6,75 + 6,72 + 6,93 + 6,55 + 6,68 + 7,12}{27} = 7,045 \%$$

$$CBR \text{ max} = 9,16\%$$

$$CBR \text{ min} = 5,87\%$$

$$R = 3,18 \text{ (Lebih dari 10 titik pengamatan)}$$

$$CBR_{Segmen} = 7,05 - ((9,16 - 5,87)/3,18) = 6,12\%$$

9. Penentuan Tebal Lapis Perkerasan

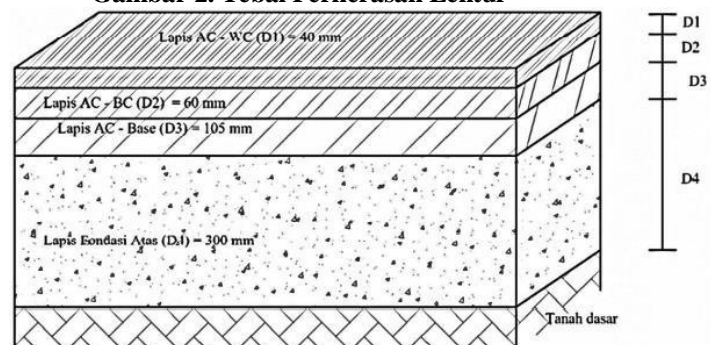
Tabel 7. Tebal Lapis Perkerasan

	Struktur Perkerasan									
	FFF1	FFF2	FFF3	FFF4	FFF5	FFF6	FFF7	FFF8	FFF9	
Solusi yang dipilih	Lihat Catatan 2			Lihat Catatan 2						
Kumulatif beban sumbu 20 tahun pada lajur rencana (106 ESA5)	< 2	$\geq 2 - 4$	$> 4 - 7$	$> 7 - 10$	$> 10 - 20$	$> 20 - 30$	$> 30 - 50$	$> 50 - 100$	$> 100 - 200$	
Ketebalan Lapis Perkerasan										
ACWC	40	40	40	40	40	40	40	40	40	
ACBC	60	60	60	60	60	60	60	60	60	
ACBase	0	70	80	105	145	160	180	210	245	
LPA Kelas A	400	300	300	300	300	300	300	300	300	
Catatan	1		2		3					

Maka tebal perkerasan yang didapatkan untuk umur rencana 20 tahun yaitu :

- ACWC = 40 mm
- ACBC = 60 mm
- AC Base = 80 mm
- LPA kelas A = 300 mm

Gambar 2. Tebal Perkerasan Lentur



4.2 Perhitungan Tebal Perkerasan Kaku

Berdasarkan bagan alir dari metode perencanaan tebal perkerasan kaku mengacu pada buku Perencanaan Perkerasan Jalan Beton Semen (Pd T-14-2003) dapat dibuat langkah - langkah

perencanaan dan perhitungan tebal perkerasan sebagai berikut :

1. Perhitungan Jumlah Sumbu Kendaraan Niaga Harian (JSKNH)

Tabel 8. JSKNH

Jenis Kendaraan	Volume (knd/hari)	Konfigurasi & distribusi beban sumbu (ton)			Sumbu /knd	JSKNH	STRT		STRG		STdRG	
		STRT	STRG	STdRG			BS	JS	BS	JS	BS	JS
(1)	(2)	(3)			(4)	(5)	(6)		(7)		(8)	
Bus Kecil	36	2	4	-	2	72	2	36	4	36	-	-
Bus Besar	54	4	5	-	2	108	4	54	5	54	-	-
Truck Kecil	120	3	5,3	-	2	240	3	120	5,3	12	-	-
Truck 3 as	20	7	-	18	2	40	7	20	-	18	20	-
Truck Gandeng	35	6	25,4	-	2	70	6	35	25,4	35	-	-
Trailer	5	7	12	23	3	15	7	5	12	5	23	5
TOTAL						545						

2. Perhitungan Repetisi Sumbu

Tabel 9. Repetisi Beban Sumbu

Konfigurasi Sumbu	Beban Sumbu	Jumlah Sumbu	Proporsi Beban	Proporsi Sumbu	Lalu Lintas Rencana (JSKN)	Repetisi yang Terjadi
a	b	c	d	e	f	g
			(Jml. Sb)	(Tot. Sb)		(d) x (e) x (f)
STRT	2	36	0.13	0.50	3288822.46	217243.32
	4	54	0.20	0.50	3288822.46	325864.98
	3	120	0.44	0.50	3288822.46	724144.39
	7	20	0.07	0.50	3288822.46	120690.73
	6	35	0.13	0.50	3288822.46	211208.78
	7	5	0.02	0.50	3288822.46	30172.68
Total		270				
STRG	4	36	0.14	0.46	3288822.46	217243.32
	5	54	0.22	0.46	3288822.46	325864.98
	5,3	120	0.48	0.46	3288822.46	724144.39
	25,4	35	0.14	0.46	3288822.46	211208.78
	12	5	0.02	0.46	3288822.46	30172.68
Total		250				
STdRG	18	20	0.80	0.05	3288822.46	120690.73
	23	5	0.20	0.05	3288822.46	30172.68
Total		25				
Kumulatif		545				3288822.46

Dengan diperolehnya jumlah sumbu untuk setiap jenis dan beban sumbu kendaraan serta jumlah sumbu kendaraan, maka besarnya repetisi rencana untuk setiap jenis dan beban sumbu kendaraan dapat diketahui.

- Kolom a : Jenis Sumbu
- Kolom b : Beban Sumbu
Diperoleh dari tabel 8 Konfigurasi sumbu kolom BS
- Kolom c : Jumlah Sumbu
Diperoleh dari tabel 8 Konfigurasi sumbu kolom JS
- Kolom d : Proporsi Beban
Diperoleh dari hasil bagi antara jumlah

sumbu dengan total jumlah sumbu setiap jenis sumbu.

Contoh perhitungan :

- Jenis Sumbu = STRT
- Jumlah Sumbu = 36
- Total Jumlah Sumbu STRT = 270
- Proporsi Beban = $\frac{36}{270} = 0,13$

- Kolom e : Proporsi Sumbu
Diperoleh dari hasil bagi antara total jumlah sumbu tiap jenis sumbu dengan total keseluruhan jumlah sumbu.

Contoh perhitungan :

- Sumbu = STRT
- Total Jumlah Sumbu STRT = 270
- Total Jumlah Keseluruhan Sumbu = 545
- Proporsi Sumbu = $\frac{270}{545} = 0,50$

- Kolom f : JSKN Rencana
Diperoleh dari hari perhitungan JSKN Rencana

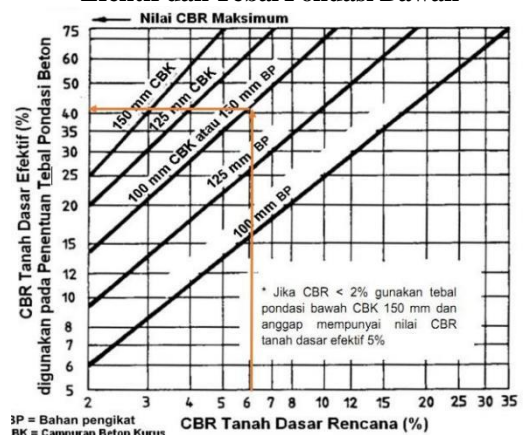
- Kolom g : Repetisi yang Terjadi
Diperoleh dari hasil perkalian antara proporsi beban, proporsi sumbu, dan JSKN rencana.

Contoh perhitungan :

- Jenis Sumbu = STRT
- Jumlah Sumbu = 36
- Proporsi Beban = 0,13
- Proporsi Sumbu = 0,50
- JSKN Rencana = 3288822.46
- Repetisi yang Terjadi = $0,13 \times 0,50 \times 3288822.46 = 217243.32$

3. Menentukan Tebal Pondasi Bawah dan CBR Tanah Dasar Efektif

Gambar 3. CBR Tanah Dasar Efektif dan Tebal Pondasi Bawah



Gambar diatas merupakan gambar grafik untuk menentukan CBR tanah dasar efektif dan tebal lapisan pondasi. Berikut langkah untuk menentukan dari CBR Tanah dasar rencana :

- A. Menarik garis ke atas dari CBR tanah dasar yang telah diketahui yaitu sebesar 6,1% sampai memotong garis tebal pondasi 150mm BP.
- B. Menarik garis perpotongan ke CBR tanah dasar efektif
- C. Mencari hasil CBR tanah dasar efektif yaitu 42%

4. Perhitungan Kekuatan Plat 190mm

Tabel 10. Plat 190mm

Eksk	1,1	Tebal plat beton 190		Fatik		Erosi			
		Konfigurasi Sumbu (KN)	Beban Rencana Roda (KN)	Repetisi terjadi	% Faktor tegangan & Erosi	Repetisi Ijin	% Kerusakan	Repetisi Ijin	% Keru
a	b	c	d	e	f	g	h	i	
				f_{cr} CBR. Efektif	4,11 42				
				(TE)	1,01	TT	TT	TT	TT
STRT	20	11	2,17E+05	(TE)		TT	TT	TT	TT
	40	22	3,26E+05			TT	TT	TT	TT
	30	16,5	7,24E+05			TT	TT	TT	TT
	70	38,5	1,21E+05			TT	TT	60.000.000	0,20
	60	33	2,11E+05			TT	TT	TT	TT
2	70	38,5	3,02E+04	FRT (FE)	0,246 2,340	TT	TT	60.000.000	0,05
STRG	40	11	2,17E+05	(TE)	1,59	TT	TT	TT	TT
	50	13,75	3,26E+05			TT	TT	TT	TT
	53	14,575	7,24E+05			TT	TT	TT	TT
	254	69,85	2,11E+05			TT	TT	TT	TT
	120	33	3,02E+04			TT	TT	1.000.000	3,02
4				FRT (FE)	0,387 2,930				
STdRD	180	24,75	1,21E+05	(TE)	1,29	TT	TT	2.000.000	3,03
	230	31,625	3,02E+04			2.000.000	1,51	500.000	3,03
8				FRT (FE)	0,314 3,000				
Kumulatif						1,51			15,34

Keterangan :

- TT = Tidak Terbatas
- TE = Tegangan Ekuivalen
- FE = Faktor Erosi
- FRT = Faktor Erosi Tegangan

Didapatkan dari tegangan ekuivalen (TE) dibagi dengan nilai mutu beton (f'_{cf}).

Contoh Perhitungan :

$FRT = TE / f'_{cf}$

$FRT_{STRT} = 1,01 / 4,11 = 0,246$

Penjelasan tabel 4.28 :

- Kolom a : Jenis sumbu kendaraan
- Kolom b : Beban Sumbu (KN)
Mengelompokkan beban sumbu setiap kendaraan sesuai jenis sumbunya (STRT, STRG, STdRG) yang satuannya dikonversikan terlebih dahulu dari Kg menjadi KN.
- Kolom c : Beban rencana per roda (KN)
Didapatkan dengan mengalikan beban sumbu dengan faktor keamanan beban (FKB), selanjutnya dibagi dengan jumlah roda yang dipunyai sesuai dengan jenis sumbunya.

Contoh perhitungan :

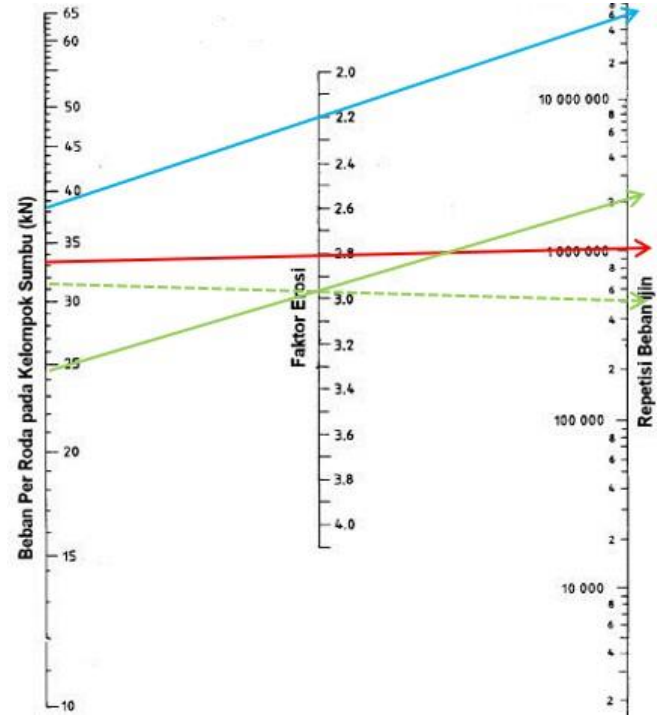
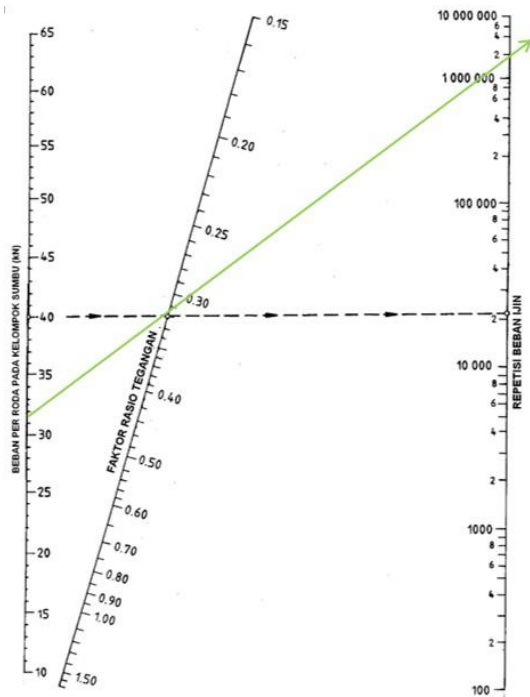
$$STRT = \left(\frac{20 \times 1,1}{2} \right) = 11$$

- Kolom d : Repetisi yang terjadi
Didapatkan dari nilai repetisi yang sebelumnya telah dihitung seperti pada tabel 4.21.
- Kolom e : Faktor tegangan dan erosi
Tegangan ekuivalen (TE) dan faktor erosi (FE) didapatkan dari Tabel 4.22, sedangkan faktor erosi tegangan (FRT) didapatkan dari tegangan ekuivalen (TE) dibagi dengan nilai mutu beton (f'_{cf}).
- Kolom f : Analisa fatik (repetisi ijin)
Didapat dari grafik analisa fatik dan repetisi beban ijin berdasarkan rasio tegangan, dengan atau tanpa bahu beton. Jika garis perpotongan beban roda dan faktor rasio tegangan diluar garis repetisi beban ijin maka repetisi beban ijinnya ditulis TT (tidak terbatas).
- Kolom g : Analisa fatik (persentase rusak)
Didapatkan dari hasil bagi antara repetisi ijin (kolom d) dibagi dengan analisa fatik (repetisi ijin) (kolom f) dan dikalikan 100%.
- Kolom h : Analisa erosi (repetisi ijin)
Didapat dari grafik analisa erosi dan jumlah repetisi beban ijin berdasarkan faktor erosi tanpa bahu beton. Jika garis perpotongan beban roda dan faktor rasio tegangan diluar garis repetisi beban ijin maka repetisi beban ijinnya ditulis TT (tidak terbatas).
- Kolom i : Analisa erosi (persentase rusak)
Didapatkan dari hasil bagi antara repetisi ijin (kolom d) dibagi dengan analisa erosi (repetisi ijin) (kolom h) dan dikalikan 100%

Gambar 4. Analisa Fatik dan Repetisi Beban Ijin Berdasarkan Ratio Tegangan

Keterangan :

- 1. = Beban rencana per roda 31,62 KN dengan FRT 0,314 (STdRG) terbacasebesar 2.000.000.



Gambar 5. Analisa Erosi dan Repetisi Beban Ijin Berdasarkan Ratio Tegangan

Keterangan :

1. → = Beban rencana per roda 38,5 KN dengan FE 2,260 (STRT) terbaca sebesar 60.000.000.
2. → = Beban rencana per roda 33 KN dengan FE 2,860 (STRG) terbaca sebesar 1.000.000.
3. → = Beban rencana per roda 24,75 KN dengan FE 2,940 (STdRG) terbaca sebesar 2.000.000.
4. → = Beban rencana per roda 31,62 KN dengan FE 2,940 (STdRG) terbaca sebesar 500.000.

5. Menentukan Ruji (Dowel)

Tabel 11. Ukuran dan Jarak Ruji

No	Tebal pelat beton, h (mm)	Diameter ruji (mm)
1	125 < h ≤ 140	20
2	140 < h ≤ 160	24
3	160 < h ≤ 190	28
4	190 < h ≤ 220	33
5	220 < h ≤ 250	36

6. Perhitungan Batang Pengikat (Tie Bar)
7. Batang *tie bar* menggunakan baja ulir diameter 16 mm, maka dengan menggunakan rumus didapat panjang *tie bar* sebagai berikut :

$$L = (38,3 \times D) + 75$$

Dengan pengertian :

L = Panjang batang pengikat (mm).

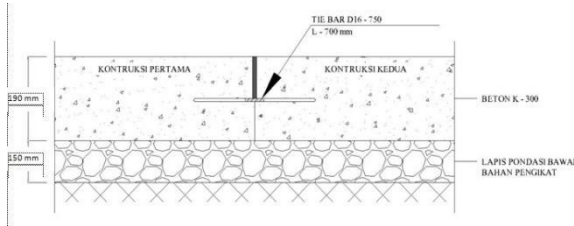
D = Diameter batang pengikat yang dipilih (mm).

Jarak batang pengikat yang digunakan adalah 75 cm.

Maka dengan rumus diatas didapatkan panjang *tie bar* sebagai berikut:

$$\begin{aligned} L &= (38,3 \times 16) + 75 \\ &= 687,8 \text{ mm} \\ &= 700 \text{ mm} \end{aligned}$$

Gambar 6. Tebal Pengerasan Kaku



4.3 Rencana Anggaran Biaya

Untuk menghitung rencana anggaran biaya, maka volume yang sudah terhitung dikalikan dengan harga satuan setiap item pekerjaan

1. RAB Perkerasan Lentur

Tabel 12. RAB Perkerasan Lentur

RENCANA ANGGARAN BIAYA				
Kegiatan	: Pembangunan Jalan			
Pekerjaan	: Pembangunan Jalan Kali Brantas Kota Blitar			
Lokasi	: Kecamatan Kepanjenkidul			
Tahun	: 2021			
Volume	: P = 5300 m ² ; L = 7,5 m			
Uraian Pekerjaan	Sat	Kuantitas	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)
UMUM				
Mobilisasi	Ls	1,00	Rp 45.274.680	Rp 45.274.680
Papan Nama Proyek	Ls	1,00	Rp 720.000	Rp 720.000
Manajemen dan Keselamatan Lalu Lintas	Ls	1,00	Rp 1.345.000	Rp 1.345.000
Relokasi Utilitas	Ls	1,00	Rp 4.760.000	Rp 4.760.000
PERKERASAN BERBUTIR				
Lapis Pondasi Agregat Kelas A	m ³	11925,00	Rp 551.100	Rp 6.571.867.500
PERKERASAN ASPAL				
Lapis Resan Pengikat	Lt	19875,00	Rp 10.865	Rp 215.941.875
Lapis Perekat	Lt	7950,00	Rp 9.875	Rp 78.506.250
Laston Lapis Permukaan (AC-WC)	Ton	3736,50	Rp 1.058.750	Rp 3.956.019.375
Laston Lapis (AC-BC)	Ton	5580,9	Rp 1.013.320	Rp 5.655.237.588
Laston Lapis Pondasi (AC-Base)	Ton	7441,2	Rp 948.860	Rp 7.060.657.032
			Jumlah	Rp 23.890.978.425
			PPN 11%	Rp 2.628.007.627
			Total	Rp 26.518.986.052
			Dibulatkan	Rp 26.518.986.000
			Biaya/m²	Rp 667.144

- Biaya Perawatan Berkala

Dari hasil perhitungan nilai future tersebut kemudian dipresent-kan kembali hingga nilainya sesuai dengan keadaan saat ini. Nilai i yang digunakan adalah Suku Bunga BI rate sebesar 3,50% (sumber : www.bi.go.id, 2022)

1. Tahun ke-5

$$P = F \left(\frac{1}{(1+i)^n} \right)$$

$$= 2.138.296.813 \left(\frac{1}{(1 + 0,035)^5} \right)$$

$$= \text{Rp. } 1.800.388.539$$

2. Tahun ke-10

$$P = F \left(\frac{1}{(1+i)^n} \right)$$

$$= 2.716.097.962 \left(\frac{1}{(1+0,035)^{10}} \right)$$

$$= \text{Rp. } 1.925.492.945$$

3. Tahun ke-15

$$P = F \left(\frac{1}{(1+i)^n} \right)$$

$$= 3.450.029.992 \left(\frac{1}{(1 + 0,035)^{15}} \right)$$

$$= \text{Rp. } 2.059.290.536$$

Total biaya pemeliharaan berkala pada tahun ke-5, 10 dan 15 sebesar Rp.

5.785.172.020

- Biaya Perawatan Rutin

Nilai Future tersebut kemudian dipresentkan kembali sehingga nilainya sesuai dengan keadaan saat ini. Nilai n yang digunakan adalah BI rate sebesar 3,50%. Berikut perhitungan nilai present biaya pemeliharaan rutin

Tabel 13. Perhitunga Biaya Pemeliharaan Rutin

Tahun	FW	1/(1+i)^n	FW = P (1+i)^n (Rp)
1	88.337.071	0,9662	85.349.826,99
2	92.709.756	0,9335	86.545.549,21
3	97.298.889	0,9019	87.758.023,08
4	102.115.184	0,8714	88.987.483,31
6	112.474.795	0,8135	91.498.318,04
7	118.042.297	0,7860	92.780.178,53
8	123.885.391	0,7594	94.079.997,46
9	130.017.718	0,7337	95.398.026,41
11	143.208.048	0,6849	98.089.738,42
12	150.296.846	0,6618	99.463.942,48
13	157.736.540	0,6394	100.857.398,68
14	165.544.499	0,6178	102.270.376,73
16	182.339.029	0,5767	105.155.996,19
17	191.364.811	0,5572	106.629.196,14
18	200.837.370	0,5384	108.123.035,12
19	210.778.819	0,5202	109.637.802,27
Jumlah			1.552.624.889,06

Total biaya pemeliharaan perkerasan lentur adalah penjumlahan dari biaya pemeliharaan berkala dan biaya pemeliharaan rutin sebesar :

$$\text{Total Biaya} = \text{Rp } 5.785.172.020 + 1.552.624.889$$

$$= \text{Rp. } 7.337.796.909$$

2. RAB Perkerasan Kaku

Tabel 14. RAB Perkerasan Kaku

RENCANA ANGGARAN BIAYA					
Kegiatan : Pembangunan Jalan					
Pekerjaan : Pembangunan Jalan Kali Brantas Kota Blitar					
Lokasi : Kecamatan Kepanjenkidul					
Tahun : 2021					
Volume : P = 5300 m; L = 7,5 m					
No	Uraian Pekerjaan	Sat	Kuantita	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)
I UMUM					
1	Mobilisasi	Ls	1,00	Rp 45.274.680	Rp 45.274.680
2	Papan Nama Proyek	Ls	1,00	Rp 720.000	Rp 720.000
3	Manajemen dan Keselamatan Lalu Lintas	Ls	1,00	Rp 1.345.000	Rp 1.345.000
4	Relokasi Utilitas	Ls	1,00	Rp 4.760.000	Rp 4.760.000
II PERKERASAN BERBUTIR					
1	Lapis Pondasi Agregat Semen Kelas A (Cement Treated Base)	m ³	3975,00	Rp 777.480	Rp 2.528.616.750
III PERKERASAN BETON					
1	Baja Tulangan U 16 Uliir	Kg	31800	Rp 18.000	Rp 4370.027.400
2	Baja Tulangan U 33 Polos	Kg	80100,9	Rp 15.705	Rp 1.257.984.635
3	Pemasangan dan Pembongkaran Bekisting	m ²	6148,00	Rp 504.350	Rp 3.100.743.800
4	Beton mutu (K - 300) fc' 30 Mpa	m ³	7552,50	Rp 3.590.290	Rp 27.115.665.225
				Jumlah	Rp 35.055.434.740
				PPN 11%	Rp 3.856.097.821
				Total	Rp 38.911.532.561
				Dibulatkan	Rp 38.911.533.000
				Biaya/m²	Rp 978.906

4.4 Analisa Perbandingan Biaya

Penilaian terhadap sebuah proyek dilakukan dengan cara evaluasi ekonomi, yang berfungsi untuk mengetahui kelayakan proyek tersebut secara umum. Dari perhitungan diatas

didapatkan ilustrasi biaya perkerasan lentur dan perkerasan kaku pada umur rencana 20 tahun.

Gambar 7. Perbandingan Biaya Perkerasan Lentur dan Perkerasan Kaku

	Biaya Pembangunan	Overlay Tahun ke5	Overlay Tahun ke 10	Overlay Tahun ke15
Perkerasan Lentur	Rp. 26.518.986.000	Rp. 1.800.388.539	Rp. 1.925.492.945	Rp. 2.059.290.536
Perkerasan Kaku	Biaya Pembangunan Rp. 38.911.533.000			

Pada gambar tersebut dapat dilihat bahwa perkerasan lentur untuk umur rencana 20 tahun memerlukan biaya overlay dan perawatan rutin sebesar Rp. 7.337.796.909 sedangkan perkerasan lentur tidak memerlukan biaya pemeliharaan. Untuk total biaya dari perkerasan lentur dan perkerasan kaku sebagai berikut :

- Perkerasan Lentur
 - = Biaya Pembangunan + Biaya Overlay dan Perawatan
 - = Rp. 26.518.986.000 + Rp. 7.337.796.909
 - = Rp. 33.856.782.909
- Perkerasan Kaku
 - = Biaya Pembangunan
 - = Rp. 38.911.533.000

- Perkerasan Lentur = Rp. 33.856.783.000
- Perkerasan Kaku = Rp. 38.911.533.000

Hasil dari perbandingan perkerasan lentur dan perkerasan kaku dengan umur rencana 20 tahun yang memiliki nilai biaya lebih ekonomis yaitu perkerasan lentur.

5.2 Saran

Adapun saran yang penulis berikan dalam tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Dalam menentukan tebal perkerasan lentur dan perkerasan kaku data yang digunakan harus lengkap agar perencanaan tebal perkerasan lebih akurat dan mengurangi kesalahan dalam perhitungan.
2. Untuk menentukan anggaran biaya yang lebih ekonomis gunakan umur rencana yang sama, agar dapat dibandingkan anggaran biaya perkerasan lentur atau perkerasan kaku yang lebih murah.

KESIMPULAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil perhitungan tebal perencanaan lentur sesuai dengan metode Bina Marga 2017 dan tebal perkerasan kaku yang mengacu pada buku Perencanaan Perkerasan Jalan Beton (Pd T-14-2003) dengan umur rencana 20 tahun pada Ruas Jalan Nasional Buduran-Waru diperoleh hasil sebagai berikut:

1. Tebal Perkerasan

- Perkerasan Lentur Pekerjaan Baru
 - Lapis AC-WC = 40 mm
 - Lapis AC-BC = 60 mm
 - Lapis AC-Base = 80 mm
 - Lapis Pondasi kelas A = 300mm
 - Overlay
 - Lapis AC-WC = 40 mm
- Perkerasan kaku
 - Lapis Permukaan = 19 cm (Beton K-300)
 - Lapis Pondasi = 15 cm (Cement Trade Base)

2. Biaya pembangunan jalan dan perawatan

DAFTAR PUSTAKA

- Anas Aly, 2004. *Perkerasan Beton Semen*.
- Anonim, 2018. Badan Pendapatan Daerah Provinsi Jawa Timur. *Jumlah Kendaraan Bermotor Jawa Timur, 2013 – 2018*. Jawa Timur.
- Anonim, 2017. Kementerian Pekerjaan Umum Dan Perumahan Rakyat Direktorat Jenderal Bina Marga. *Manual Perkerasan Jalan (Revisi Juni 2017)*. Jakarta
- Anonim, 2003. Direktorat Jenderal Bina Marga. *Perencanaan Perkerasan Jalan Beton Semen (Pd T-14-2003)*. Jakarta. Departemen Pekerjaan Umum.
- Anonim, 2002. Departemen Permukiman dan Prasarana Wilayah. *Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur (Pt T-01-2002-B)*
- Anonim, 2022. Jurnal Harga Satuan Bahan Bangunan Konstruksi dan Interior Edisi 41. [Jual Jurnal Bahan Bangunan Kontruksi Dan Interior Edisi 41 Terbit 2022 - Kota Depok - Jauhara store | Tokopedia](#)
- Fatkhusani, (2018). *Perbandingan Efisiensi Harga Perkerasan Lentur dan Perkerasan Kaku dengan Metode Bina Marga*. Istitut Sains dan Teknologi Al-Kamal. Jakarta
- Prisilia H. (2019). *Studi Perencanaan Perkerasan Jalan Jasirah Leihitu, Maluku (STA 0+000 – STA 16+940)*. Malang : Institut Teknologi Nasional.
- Suryaman D. (2016). *Perbandingan Perencanaan Perkerasan Kaku dan Perkerasan Lentur Menurut Metode AASTHO Pada Jalan Teuku Iskandar Daod Area Kampus Universitas Teuku Umar*. Universitas Teuku Umar.