

# PERENCANAAN ALTERNATIF JALAN BEBAS HAMBATAN DENGAN FLEXIBLE PAVEMENT METODE BINA MARGA 2013 DAN RENCANA ANGGARAN BIAYA TOL PASURUAN – PROBOLINGGO KM 3 – KM 10

Ahmad Gufron<sup>1</sup>, Irawati<sup>2</sup>, Taufan Abadi<sup>3</sup>

Progam Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Jember<sup>1,2,3</sup>  
Jl. Mastrip No.69, Lingkungan Panji, Sumber Sari, Kabupaten Jember, Jawa Timur 68124  
email: cekgukoranabiez@gmail.com

## Abstract

*The road network as a regional transportation infrastructure plays a very important role in the transportation sector, especially for the continuity of the distribution of goods and services. As one of the industrial centers, it certainly has an impact on traffic density, both on the road in the city and outside the city such as in the northern region of East Java such as the Grati - Pasuruan road to Tongas - Probolinggo. Therefore it is necessary to have alternative paths aimed at solving the problem. This research is about alternative toll road planning where toll roads generally use rigid pavement. Planning for pavement thickness is based on "2013 Road Pavement Design Manual" while for cost budget plans based on "Project and Construction Volume I" Management. From the data obtained, the planned toll road is 7 KM, from survey data conducted by PT. Multi Phi Beta Consultant Engines that LHR is 46,467 vehicles in 2016. Whereas the calculation of the pavement thickness needed is equal to LPA / CTB 10 cm, AC-BC of 22 cm, and AC-WC of 5 cm. For the planned budget budget needed for 7 KM flexible pavement planning of Rp. 79,305,225,275.*

**Keyword:** Highway, planning of pavement thickness, budget plan.

## Abstrak

Jaringan jalan raya sebagai prasarana transportasi darat memegang peranan yang sangat penting dalam sektor perhubungan terutama untuk kesinambungan distribusi barang dan jasa. Sebagai salah satu daerah sentra industri tentu berdampak pada kepadatan lalu lintas, baik di jalan dalam kota maupun luar kota seperti di wilayah utara Jawa Timur seperti pada ruas jalan Grati – Pasuruan sampai dengan Tongas – Probolinggo. Oleh karena itu diperlukan adanya jalan alternatif yang ditujukan untuk menyelesaikan masalah itu. Penelitian ini berisi tentang alternatif perencanaan jalan tol yang dimana jalan tol pada umumnya memakai perkerasan kaku. Perencanaan tebal perkerasan berdasarkan “Manual Desain Perkerasan Jalan Tahun 2013” sedangkan untun rencangan anggaran biaya berdasarkan Manajemen “Proyek dan Konstruksi Jilid I”. Dari data diperoleh panjang jalan tol rencana adalah sepanjang 7 KM, dari data survey yang dilakukan oleh PT. Multi Phi Beta Consultan Engginering bahwa LHR adalah sebesar 46.467 kendaraan pada tahun 2016. Sedangkan dari hasil perhitungan tebal perkerasan yang dibutuhkan adalah sebesar LPA/CTB 10 cm, AC-BC sebesar 22 cm, dan AC-WC sebesar 5 cm. Untuk rencana anggaran biaya yang dibutuhkan untuk 7 KM perencanaan perkerasan lentur sejumlah Rp. 79.305.225.275.

**Kata kunci:** Jalan tol, Perencanaan Tebal Perkerasan, Rencana Anggaran Biaya.

## PENDAHULUAN

### 1. Latar Belakang

Jaringan jalan raya sebagai prasarana transportasi darat memegang peranan yang sangat penting dalam sektor perhubungan terutama untuk kesinambungan distribusi barang dan jasa. Kebutuhan sarana transportasi

yang dapat menjangkau daerah-daerah di Indonesia, Jawa Timur sebagai salah satu daerah sentra industri, tentu berdampak pada kepadatan lalu lintas, baik di jalan dalam kota maupun luar kota seperti di wilayah utara Jawa Timur seperti pada ruas jalan Grati- Pasuruan sampai dengan Tongas – Probolinggo.

Berdasarkan data hasil survei yang dilakukan oleh PT. Multi Phi Beta Consulting Engineers bahwa volume lalu-lintas harian rata-rata (LHR) pada ruas jalan Grati– Tongas tahun 2016 sebesar 46.467 kendaraan. Pertumbuhan jumlah kendaraan yang begitu cepat berdampak akan kebutuhan jaringan jalan semakin mendesak, sehingga perlu adanya peningkatan kualitas dan kuantitas infrastruktur jalan berupa prasarana jalan baru, salah satu alternatif yang dapat mengatasi hal tersebut dengan pembangunan jalan tol. Keberadaan jalan tol diharapkan dapat memperlancar arus lalu-lintas, pendistribusian barang menjadi lebih cepat dan efisien, serta dapat mengangkat perekonomian daerah setempat yang dilaluinya.

Jalan tol Pasuruan - Probolinggo merupakan salah satu bagian jalan tol Trans Jawa yang saat ini belum selesai pembangunannya. Proyek jalan tol ini dibangun sepanjang 31,30 Kilometer yang melewati Kabupaten Pasuruan sampai Kabupaten Probolinggo yang terbagi menjadi tiga seksi sebagai berikut:

- Seksi 1, yaitu Grati - Tongas (Sta. 0+000 - Sta. 13+500).
- Seksi 2, yaitu Tongas – Sumberasih (Sta. 13+500 - Sta. 20+400).
- Seksi 3, yaitu Sumberasari – Leces (Sta. 20+400 - Sta. 31+300).

Oleh karena itu, penulis mencoba merencanakan tebal perkerasan lentur pada jalan tol Pasuruan - Probolinggo Seksi 1 Grati – Tongas Sta. 3+000 - Sta. 10+00 dengan menggunakan Metode Bina Marga 2013.

## 2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas dapat dirumuskan suatu pokok perumusan masalah, diantaranya sebagai berikut :

- a. Berapa tebal perkerasan lentur yang dibutuhkan pada proyek Jalan Tol Pasuruan - Probolinggo Ruas Grati – Pasuruan Sta. 3+000 - Sta 10+000 dengan Metode Bina Marga 2013?
- b. Berapa rencana anggaran biaya perencanaan tebal perkerasan lentur dengan Metode Bina Marga 2013 pada proyek Jalan Tol Pasuruan – Probolinggo Ruas Grati – Pasuruan Sta. 3+000 - Sta. 10+000?

## 3. Tujuan

Dari penjabaran rumusan masalah diatas, maka penulis memiliki tujuan utama yang dicapai sebagai berikut:

- a. Mengetahui tebal perkerasan kaku pada jalan tol Pasuruan - Probolinggo dengan Ruas Grati – Pasuruan Sta. 3+000 - Sta 10+000 dengan Metode Bina Marga 2013.
- b. Mengetahui rencana anggaran biaya yang dibutuhkan untuk perencanaan tebal perkerasan kaku dengan Metode Bina Marga 2012 pada proyek Jalan Tol Pasuruan – Probolinggo Ruas Grati – Pasuruan Sta. 3+000 - Sta. 10+000.

## 4. Batasan Masalah

Agar tidak menyimpang dan meluas, maka perencanaan ini dibatasi sebagai berikut:

1. Objek perencanaan tebal perkerasan ini pada proyek Jalan Tol Pasuruan - Probolinggo Seksi 1 Ruas Grati – Pasuruan Sta. 0+000 - Sta 13+500 yang berada di Kabupaten Pasuruan, Jawa Timur.
2. Perencanaan tebal perkerasan kaku dengan menggunakan Metode Bina Marga 2012
3. Tidak menghitung perencanaan geometrik jalan.
4. Tidak menghitung perencanaan drainase untuk perkerasannya.
5. Tidak membahas metode dalam pelaksanaannya.
6. Harga satuan menggunakan Harga Satuan Upah dan Bahan Wilayah Kabupaten Pasuruan tahun 2017.
7. Tidak menghitung kubikasi galian dan timbunan

Jalan tol merupakan lalu lintas alternatif yang dimana pengguna diwajibkan untuk membayar tol. Namun dalam keadaan tertentu tidak menjadi jalan alternatif (*UU 38/2004 Pasal 44*). Pembangunan jalan tol dilakukan untuk mobilitas di daerah yang berkembang , meningkatkan hasil guna dan daya pelayanan distribusi barang dan jasa guna menunjang peningkatan pertumbuhan ekonomi, meringankan beban dana pemerintah melalui partisipasi pengguna jalan serta meningkatkan pemerataan hasil pembangunan dan keadilan (*UU 38/2004 Pasal 43 ayat 1*)

Umur rencana adalah umur rencana untuk perkerasan disini umur rencana untuk perkerasan lentur adalah sebesar 20 tahun dan umur rencana untuk perkerasan kaku adalah 40 tahun. Pemilihan jenis perkerasan dan kondisi jalan. Solusi alternatif diluar solusi desain awal berdasarkan manual ini harus didasarkan pada biaya biaya umur pelayanan *discounted* terendah. Jenis kendaraan yang harus menggunakan pembagian jenis kendaraan dan muatan.

Faktor pertumbuhan lali lintas ini berdasarkan pada data – data pertumbuhan historis atau formasi kolerasi dengan faktor pertumbuhan lalu lintas yang valid. Untuk menghitung pertumbuhan lalu lintas selama umur rencana menggunakan rumus sebagai berikut:

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

Dimana: R = faktor pengali pertumbuhan lalu lintas

i = tingkat pertumbuhan tahunan (%)

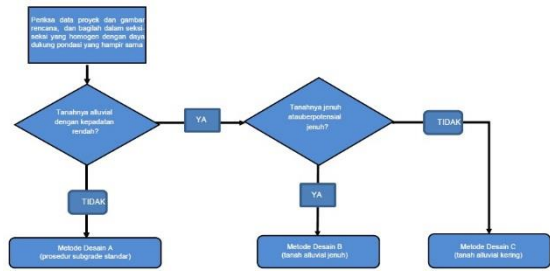
UR = umur rencana (tahun)

Beban sumbu Standart Kumulati atau *Cumulative Equivalent Single Axle Load* (CESA) adalah jumlah kumulatif dari eban sumbu lalu lintas desain lajur desain selama umur rencana, yang ditentukan sebagai:

$$ESA = (\sum \text{jenis kendaraan LHRT} \times \text{VDF})$$

$$CESA = ESA \times 365 \times R$$

Desain pondasi jalan adalah desain perbaikan tanah dasar dan lapis penopang (capping), tiang pancang mikro, drainase vertikal dengan bahan strip (*wick drain*) atau penanganan lainnya yang dibutuhkan untuk memberikan landasan pendukung struktur perkerasan lentur dan perkerasan kaku dan sebagai akses untuk lalu lintas konstruksi pada kondisi musim hujan.



### Bagan Desain Pondasi Jalan

Jenis Tanah	Posisi	LHRT <2000			LHRT 2000		
		1	2	3	4	5	6
Lempung subur	20	4	4,3	5	4,5	4,8	5,5
Lempung lelembutan	10	4	4,3	5	4,5	5	6
Lempung kepasihan		1	1,3	2	1	1,3	2
Lantau							

### Bagan Desain 1 : Perkiraan Nilai CBR Tanah Dasar

Catatan dalam kasus 2, 3, 4 atau 6 nilai digunakan untuk desain perlu disesuaikan dengan faktor penyesuaian m

CBR Tanah Dasar	Kelas Kekuatan Tanah Dasar	Prosedur desain pondasi	Deskripsi struktur pondasi jalan	atau imbak lajur desain umur rencana 40 tahun (jika CBR <sub>u</sub> )		
				-2	2-4	>4
4-8	SG6	A	Perbaikan tanah dasar meliputi bobot stabilisasi kapur atau trinitrat pialan (pemadatan berapex <200 mm tebal lapis)	Tebal perlu peningkatan tanah dasar		
5	SG5			100	150	200
4	SG4			150	200	300
3	SG3			175	250	350
2-8	SG2-8	AE		400	500	600
Perkerasan lentur diatas tanah lunak*	SG1 aktual*	B	Lapis penopang (capping layer) <sup>(1)</sup> Atau lapis penopang dan geogrid <sup>(2)</sup>	1000	1100	1200
Tanah gambut dengan HRS atau perkerasan bunda untuk jalan kecil (tall minimum – perbaikan lain diperlukan)		D	Lapis penopang bertubus <sup>(3)</sup>	650	750	850
				1000	1250	1500

### Bagan Desain 2 : Solusi Desain Pondasi Jalan Minimum

Solusi pekerasan yang banyak dipilih yang didasarkan pada pembebanan dan pertimbangan biaya terkecil diberikan dalam Bagan Desain 3 Perkerasan Lentur, Bagan Desain 4 Perkerasan Kaku, Bagan Desain 5 Pelaburan, Bagan Desain 6 Perkerasan Tanah Semen, dan Bagan Desain 7 Perkerasan Berbutir dan Perkerasan Kerikil. Solusi lain dapat diadopsi untuk menyesuaikan dengan kondisi setempat tetapi disarankan untuk tetap menggunakan bagan sebagai langkah awal untuk semua desain.

Proses desain untuk perkerasan kaku menurut Pd T -14-2003 atau metode<sup>10</sup> Austroad 2004 membutuhkan jumlah kelompok sumbu dan spektrum beban dan tidak membutuhkan nilai CESA. Jumlah kelompok sumbu selama umur rencana digunakan sebagai input Bagan Desain 4 dan Bagan Desain 4A.

	STRUKTUR PERKERASAN							
	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8
Pengulangan beban sumbu desain 20 tahun terlokasi di lajur desain (pangkat 5) (10 <sup>5</sup> CESA <sub>4</sub> )	< 0,5	0,5 - 2,0	2,0 - 4,0	4,0 - 30	30 - 50	50 - 100	100 - 200	200 - 500
Jenis permukaan berpikil	HRS, SS, atau Penmac		HRS (R)	AC <sub>1</sub> atau AC <sub>2</sub>	AC <sub>3</sub>			
Jenis lapis Pondasi dan lapis Pondasi bawah	Lapis Pondasi Berbutir A				Cement Treated base (CTB) (i.e. cement treated base A)			
KETEBALAN LAPIS PERKERASAN (mm)								
HRS WC	30	30	30					
HRS Base	95	95	95					
AC WC				40	40	40	50	50
AC BC				135	155	165	230	280
CTB atau CTB <sup>a</sup>				150	150	150	150	150
LPA Kelas A	150	250	250	150	150	150	150	150
LPA Kelas B	150	125	125	150	150	150	150	150

Bagan Desain 3: Desain Perkerasan Lentur opsi biaya minimum termasuk CTB

Struktur Perkerasan	R1	R2	R3	R4	R5
Kelompok sumbu kendaraan berat (overloaded) <sup>1)</sup>	<4.3x10 <sup>6</sup>	<8.6 x 10 <sup>6</sup>	< 25.8 x 10 <sup>6</sup>	<43 x 10 <sup>6</sup>	<86 x 10 <sup>6</sup>
Dowel dan bahu beton	Ya				
STRUKTUR PERKERASAN (mm)					
Tebal pelat beton	265	275	285	295	305
Lapis Pondasi LMC	150				
Lapis Pondasi Agregat Kelas A <sup>2)</sup>	150				

Bagan Desain 4: Perkerasan Kaku untuk Jalan dengan Beban Lalulintas Berat

Perlu dicatat bahwa bagan di dalam Pd T-14-2003 tidak boleh digunakan untuk desain perkerasan kaku. tersebut didasarkan pada ketentuan berat kelompok kendaraan resmi yang tidak realistis dengan kondisi Indonesia. Para desainer harus menggunakan pembebanan kelompok beban yang aktual.

Tanah dasar	Tanah Lunak dengan Lapis Penopang		Dipadatkan Normal	
Bahu Terikat	Ya	Tidak	Ya	Tidak
Akses terbalas hanya mobil penumpang dan motor	160	175	135	150
Dapat diakses oleh truk	180	200	160	175
Tulangan distribusi retak	Ya		Ya jika daya dukung pondasi tidak seragam	
Dowel	Tidak dibutuhkan			
LMC	Tidak dibutuhkan			
Lapis Pondasi Kelas A 30 mm	125 mm			
Jarak sambungan transversal	4 m			

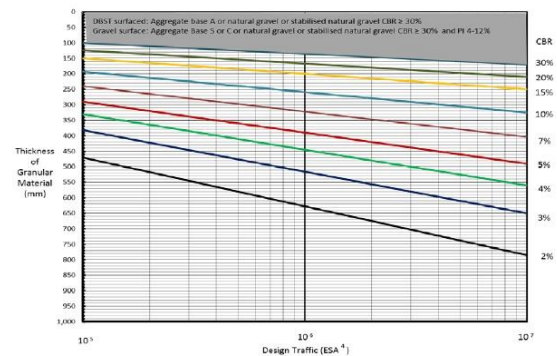
Bagan Desain 5A: Perkerasan Kaku untuk Jalan dengan Beban Lalulintas Rendah

	STRUKTUR PERKERASAN				
	SD1	SD2	SD3	SD4 <sup>a</sup>	SD5 <sup>a</sup>
	Beban sumbu 20 tahun pada lajur desain (CESA <sub>4</sub> x10 <sup>6</sup> )	<0,1	0,1 - 0,5	0,5 - 4	4 - 10
Ketebalan lapis perkerasan (mm)					
Burda	20 nominal				
Lapis Pondasi Agregat Kelas A	200	250	300	320	340
Lapis Pondasi Agregat kelas A, atau kenikil alam atau distabilisasi, CBR ≥10%, pada subgrade dengan CBR ≥ 5%	100	110	140	160	180

Bagan Desain 6: Perkerasan Berbutir dengan Lapis Aspal Tipis

	STRUKTUR PERKERASAN		
	SC1	SC2	SC3
	Beban Sumbu 20 tahun pada lajur desain (CESA <sub>4</sub> x10 <sup>6</sup> )	<0,1	0,1 - 0,5
Ketebalan lapis perkerasan (mm)			
HRS WC, AC WC (halus), Burtu atau Burda	50		
LP Agregat Kelas A	160	220	300
Lapis Pondasi Agregat Kelas A atau Kelas B	110	150	200
Tanah distabilisasi, CBR 6% pada tanah dasar dengan CBR ≥ 3%	160	200	260

Bagan Desain 7: Perkerasan Tanah Semen (Soil Cement)



Bagan Desain 8: Perkerasan Tanpa Penutup Beraspal dan Lapis Permukaan Beraspal Tipis

Prosedur dalam menggunakan bagan desain dalam manual ini untuk mencapai solusi optimum adalah sebagai berikut: Prosedur-prosedur ini harus diikuti sebagaimana diuraikan di setiap sub bab referensi:

1. Tentukan Umur rencana dari tabel 2.2 : Umur rencana Perkerasan
2. Tentukan nilai-nilai CESA<sub>4</sub> untuk umur desain yang telah dipilih
3. Tentukan nilai Traffic Multiplier (TM)
4. Hitung CESA<sub>5</sub> = TM x CESA<sub>4</sub> dan gunakan untuk semua bab dari prosedur ini
5. Tentukan tipe perkerasan dari tabel 3-1 atau dari pertimbangan biaya (*analisis diconted whole of life cost*)
6. Tentukan seksi-seksi subgrade yang seragam dan daya dukung subgrade
7. Tentukan struktur pondasi jalan
8. Tentukan struktur perkerasan yang memenuhi syarat dari *desain3* atau 3A atau bagan lainnya
9. Periksa apakah setiap hasil perhitungan secara struktur sudah cukup kuat
10. Tentukan standar drainase bawah permukaan yang dibutuhkan
11. Tetapkan kebutuhan daya dukung tepi perkerasan
12. Tetapkan kebutuhan pelapisan (sealing) bahu jalan

Ulangi langkah 7 sampai 12 untuk setiap seksi yang seragam

Rencan Anggaran biaya, Sebelum menghitung atau merencanakan anggaran biaya dari suatu proyek terlebih dahulu harus melakukan perhitungan pada komponen-komponen yang terdapat pada rencana anggaran biaya.

Kuantitas pekerjaan dapat ditentukan melalui pengukuran pada obyek dalam gambar (dengan memperhatikan skala) maupun langsung pada obyek sesungguhnya di lapangan, maka digunakan metode luas penampang rata-rata dengan menganggap sisi-sisi dari bidang ruang diukur berbentuk garis lurus. Volume pekerjaan yang dihitung akan sangat berpengaruh terhadap besarnya biaya yang akan digunakan untuk menyelesaikan volume dari item tersebut. Satuan yang umumnya digunakan untuk menghitung kuantitas pekerjaan konstruksi.

No	Pengukuran	Satuan	Simbol
1	Panjang	Meter	M
2	Luas	Meter-persegi	m <sup>2</sup>
3	Isi padat	Meter-kubik	m <sup>3</sup>
4	Isi cair	Liter	Liter
5	Berat	Kilogram, Ton	Kg, ton
6	Waktu	Jam, hari	Jam, hari

Komponen untuk menyusun harga satuan pekerjaan (HSP) memerlukan HSD tenaga kerja, HSD alat, dan HSD bahan. Berikut ini diberikan langkah-langkah perhitungan HSD komponen HSP (Kementerian Pekerjaan Umum).

Untuk menghitung harga satuan pekerjaan, maka perlu ditetapkan dahulu bahan rujukan harga standar untuk upah sebagai HSD tenaga kerja. Langkah perhitungan HSD tenaga kerja adalah sebagai berikut:

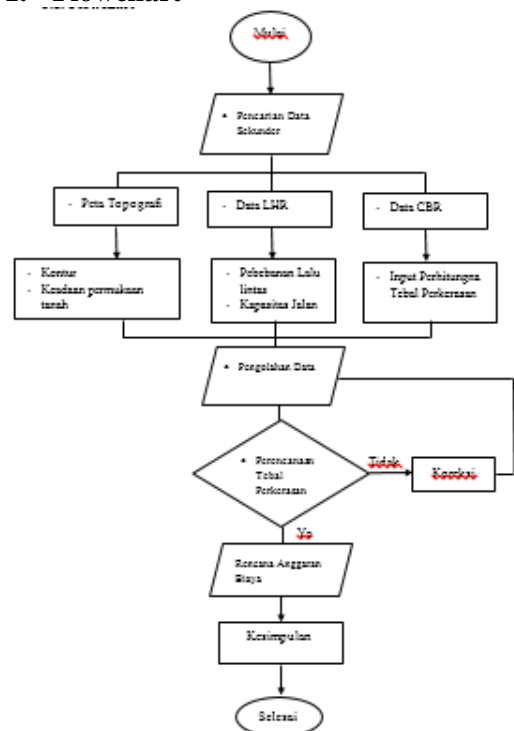
1. Tentukan jenis keterampilan tenaga kerja, misal pekerja (P), tukang (Tx), mandor (M), atau kepala tukang (KaT).
2. Kumpulkan data upah yang sesuai dengan peraturan daerah (Gubernur, Walikota, Bupati) setempat, data upah hasil survai di lokasi yang berdekatan dan berlaku untuk daerah tempat lokasi pekerjaan akan dilakukan.
3. Perhitungkan tenaga kerja yang didatangkan dari luar daerah dengan memperhitungkan biaya makan, menginap dan transport.
4. Tentukan jumlah hari efektif bekerja selama satu bulan (24 - 26 hari), dan jumlah jam efektif dalam satu hari (7 jam).
5. Hitung biaya upah masing-masing per jam per orang.

6. Rata-ratakan seluruh biaya upah per jam sebagai upah rata-rata per jam.
7. Nilai rata-rata biaya upah minimum harus setara dengan Upah Minimum Regional (UMR) daerah setempat (*Kementerian Pekerjaan Umum*).

Analisis HSD bahan memerlukan data harga bahan baku, serta biaya transportasi dan biaya produksi bahan baku menjadi bahan olahan atau bahan jadi. Produksi bahan memerlukan alat yang mungkin lebih dari satu alat. Setiap alat dihitung kapasitas produksinya dalam satuan pengukuran per jam, dengan cara memasukkan data kapasitas alat, faktor efisiensi alat, faktor lain dan waktu siklus masing-masing. Perhitungan HSD bahan yang diambil dari *quarry* dapat menjadi dua macam, yaitu berupa bahan baku (batu kali/gunung, pasir sungai/gunung dll), dan berupa bahan olahan (misalnya agregat kasar dan halus hasil produksi mesin pemecah batu dan lain sebagainya) (Kementerian Pekerjaan Umum).

## METODOLOGI PENELITIAN

### 1. Flowchart



## 2. Metode Pengumpulan Data

Data yang diperlukan dalam penelitian ini didapat langsung dari pihak kontraktor proyek dilapangan, yaitu:

- CBR
- LHR
- Peta topografi

## 3. Pertumbuhan Lalu Lintas

Pertumbuhan Lalu lintas dan Kapasitas jalan diperoleh dari perhitungan tebal perkerasan lentur dengan Metode Bina Marga 2013. Data LHR digunakan untuk mengetahui jumlah kendaraan di umur rencana yang ditentukan.

## 4. Rencana Anggaran Biaya

Rencana anggaran biaya diperoleh dari perhitungan data analisa harga satuan nasional dan volume perkerasan dengan satuan meter per kubuk (m<sup>3</sup>). Rencana anggaran biaya digunakan untuk mengetahui jumlah rencana uang yang akan dikeluarkan dalam proyek

## ANALISA DAN PEMBAHASAN

### 1. Umur Rencana

Berdasarkan data yang sudah ada akan di buat perencanaan jalan bebas hambatan dengan perkerasan lentur pada jalan tol Pasuruan – Probolinggo STA 3 – STA 10 dengan metode Bina marga 2013. Pada peraturan Bina Marga untuk perkerasan lentur umur rencana yang di tetapkan yaitu 20 tahun.

### 2. Faktor Pertumbuhan Lalu Lintas

Jalan bebas hambatan merupakan kelas jalan arteri dan Perkotaan, mengacu pada bab 2 dan di tabel 2.4 maka nilai R (faktor pengali pertumbuhan lalu lintas) adalah 5% sehingga:

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

Dimana: R = faktor pengali pertumbuhan lalu lintas

I = tingkat pertumbuhan lalu lintas (%)

UR = umur rencana (tahun)

Diketahui: UR = 20 tahun  
i = 5%

$$\text{Maka: } R = \frac{(1+0,01 \times 5\%)^{20}-1}{0,01 \times 5\%}$$

$$= 0,0502$$

## 3. Faktor Distribusi Lajur dan Kapasitas Lajur

Jalan bebas hambatan Tol Pasuruan – Probolinggo mempunyai 2 lajur untuk setiap arah, mengacu pada peraturan Bina Marga 2013 untuk kendaraan niaga (truk dan bus), kendaraan niaga pada lajur desain harus 80% terhadap populasi kendaraan niaga.

## 4. Beban Sumbu Standart Kumulatif

Beban sumbu standart kumulatif adalah jumlah beban sumbu lalu lintas desain pada lajur desain selama umur rencana. Beban sumbu standart kumulatif atau Cumulative Equivalent Single Axle Load (CESA) yang ditentukan sebagai:

$$ESA = \sum \text{jenis kendaraan LHRT} \times \text{VDF}$$

$$CESA = ESA \times 365 \times R$$

Jenis kendaraan	LHR 2016	Pertumbuhan lalu lintas	LHR 2018	LHR 2038	VDS standart VDS 6	ESA	CESA (4)
a	b	c	(d) = (b) x ((1+c)/UR)	(e) = (d) x ((1+c)/UR)	f	(g) = (e) x (f)	(h) = (g total) x 365 x (R)
mobil penumpang	12675	5%	13974	37078	0	0,0	5246568,4
angkutan umum	449	5%	495	1313	0	0,0	
bus kecil	69	5%	76	202	0,2	40,4	
bus besar	1251	5%	1379	3660	1	3659,5	
truk 2 sumbu (l)	3499	5%	3858	10235	0,7	7164,8	
truk 2 sumbu (h)	4887	5%	5388	14296	0,8	11436,6	
truk 3 sumbu	1118	5%	1233	3270	62,2	203421,5	
truk 4 sumbu	502	5%	553	1468	24	35243,5	
truk 5 sumbu	259	5%	286	758	33,2	25153,7	
total	24709		27242	72280	122,1	386120,0	

(sumber: Hasil Perhitungan)

## 5. Tentukan Nilai TM

Nilai TM kelelahan lapisan aspal (TM lapisan aspal) untuk kondisi pembebanan yang berlebih di Indonesia adalah berkisar 1,8 - 2. Nilai yang akurat berbeda-beda tergantung dari beban berlebih pada kendaraan niaga di dalam kelompok truk. Nilai CESA tertentu (pangkat 4) untuk desain perkerasan lentur harus dikalikan dengan nilai TM untuk mendapatkan nilai CESA<sub>5</sub>, CESA<sub>5</sub> = (TM x CESA<sub>4</sub>). Sama halnya juga untuk mengakomodasi deformasi tanah dasar dan lapis perkerasan dengan pengikat semen masing-masing juga mengikuti aturan pangkat 7 dan pangkat 12, sehingga juga dibutuhkan penggunaan faktor TM untuk desain mekanistik.

nilai TM untuk wilayah indonesia		
1,8	1,9	2

### 6. Hitung CESA

CESA adalah kumulatif beban sumbu standar ekuivalen selama umur rencana. Pada sub bab 4.3 penulis telah menentukan nilai TM (Trafik Multiplier) atau nilai kelelahan aspal adalah 1,9. Seperti pada peraturan Bina Marga 2013 CESA (5) digunakan untuk perkerasan lentur

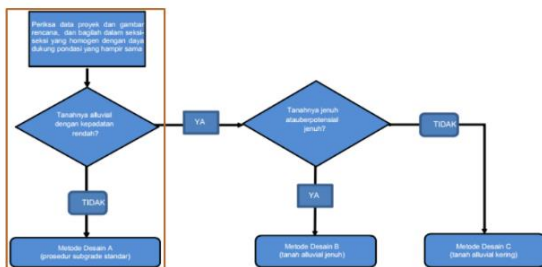
### 7. Menentukan tipe perkerasan

Struktur Perkerasan	desain	ES20 tahun (juta)				
		(pangkat 4 kecuali disebutkan lain)				
		0 – 0.5	0.1 – 4	4 - 10	10 – 30	> 30
Perkerasan kaku dengan lalu lintas berat	4			2	2	2
Perkerasan kaku dengan lalu lintas rendah (desa dan daerah perkotaan)	4A		1,2			
AC WC modifikasi atau SMA modifikasi dengan CTB (pangkat 5)	3				2	
AC dengan CTB (pangkat 5)	3			2		
AC tebal ≥ 100 mm dengan lapis pondasi berbutir	3A			1,2		
AC atau HRS tipis diatas lapis pondasi berbutir	3		1,2			
Burdia atau Burtu dengan LPA Kelas A atau batuan asli	6	3	3			
Lapis Pondasi Soil Cement	6	1	1			
Perkerasan tanpa penutup	Gambar 6	1				

Solusi yang lebih diutamakan (lebih murah)  
 Alternatif – lihat catatan

Menentukan tebal perkerasan bertujuan untuk supaya perkerasan yang dipilih sesuai dengan biaya dan sesuai dengan umur rencana desain. Disini penulis memilih stuktur perkerasannya adalah AC dengan CTB

### 8. Tentukan seksi – seksi sub grade yang seragam dan daya dukung sub grade



Pada tol Pasuruan – Probolinggo yang menjadi objek penelitian penulis, tanah yang dipakai adalah jenis tanah berpasir yang dimana diameternya antara 0,07 mm – 4,76 mm. Dengan dasar tersebut penulis memilih metode desain A (prosedur subgrade standart)

### 9. Menentukan Struktur Perkerasan Sesuai dengan Syarat

STRUKTUR PERKERASAN								
F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	
Lihat desain 5.5.6				Lihat Bagian/Desain 4 untuk alternatif lebih murah*				
Pengalangan beban sumbu desain 20 tahun direkasi di lapis desain (pangkat 5) (L/C CESA)	< 0.5	0.5 – 2.0	2.0 – 4.0	4.0 – 30	30 – 50	50 – 100	100 – 200	200 – 500
Jenis permukaan berpengkil	HRS, SS, atau Permac	HRS (R)	AC <sub>1</sub> atau AC <sub>2</sub>	AC <sub>1</sub>				
Jenis lapis Pondasi dan lapis Pondasi bawah	Lapis Pondasi Berbutir A			Cement Treated base (CTB) (= cement treated base A)				
KETEBALAN LAPIS PERKERASAN (mm)								
HRS WC	30	30	30	40	40	50	50	
HRS Base	35	35	35	40	40	50	50	
AC WC	35	35	35	40	40	50	50	
AC BC	35	35	35	40	40	50	50	
Lapisan berbutir	150	150	150	150	150	150	150	
CTB atau LPA Kelas A	150	250	250	150	150	150	150	
LPA Kelas A, LPA Kelas B atau kerikil alam atau lapis stabilisasi dengan CBR > 10%	150	125	125	150	150	150	150	

Catatan: 1. Ketebalan minimum struktur Pondasi Bagian/Desain 2 juga berlaku.  
 2. Uraian Desain LPA optimal maksimum tebal 20 mm untuk tebal lapis 100 = 150 mm atau 25 mm untuk tebal lapis 125 = 150 mm.  
 3. Pm Bagian 4 untuk tebal perkerasan kaku untuk 100 cycle atau yang lebih.  
 4. Hanya alternatif yang cukup berkualitas dan memiliki akses terhadap perantara yang sesuai dan handal yang dipiknik melaksanakan pekerjaan CTB. LMC dapat digunakan sebagai pengganti CTB untuk pekerjaan di area sempit atau jika dibutuhkan oleh inspeksi/audit.  
 5. AC BC hanya digunakan dengan tebal tidak melebihi 50 mm dan maksimum 40 mm.  
 6. HRS is not suitable for steep gradients or urban areas with traffic exceeding 1 million ESA. See Bagian Desain 3A for alternatives.



Setelah mengikuti sesuai dengan tata cara perencanaan perkerasan lentur yang sesuai dengan bina marga maka tebal perkerasan yang dipilih adalah AC WC dengan tebal LPA kelas A adalah 150 mm, CTB adalah 150 mm, AC BC adalah 135 mm dan AC WC adalah 40 mm

### 10. Perhitungan Rencana Anggaran Biaya Perkerasan Lentur

Setelah didapatkan tebal perkerasan, langkah selanjutnya yaitu perhitungan rencana anggaran biaya. Data yang diperoleh untuk tahapan rencana anggaran biaya perkerasan lentur yaitu harga satuan bahan, material dan upah. Harga satuan biaya yang digunakan diperoleh dari Harga Satuan Dasar Upah Kerja, Bahan dan Alat Kabupaten Pasuruan 2017

Daftar item pekerjaan adalah rencana pekerjaan yang akan di rencanakan anggaran biayanya dan sesuai dengan batasan masalah

Uraian pekerjaan	panjang (m)	lebar (m)	tinggi (m)	volume (m3)
(a)	(b)	(c)	(d)	(e) = (b) x (c) x (d)
LPA Kelas A	7000	22,4	0,30	47040
AC BC	7000	22,4	0,14	21168
AC WC	7000	22,4	0,05	6272
total			0,48	74480

Analisa harga satuan pekerjaan tiap jenis pekerjaan didapat dari nilai stadar Bina Marga dan Harga Satuan Pekerjaan Kabupaten Pasuruan tahun 2017.

no	komponen	kode	satuan	koefisien	harga satuan (Rp)	jumlah harga (Rp)
<b>A TENAGA</b>						
1	pekerja	L.01	jam	0,2201	7500	1650,75
2	Mandor	L.04	jam	0,0314	12500	392,5
Jumlah harga tenaga						2043,25
<b>B BAHAN</b>						
1	LPA kelas A	M.01	m <sup>3</sup>	1,2000	170000	204000
Jumlah harga bahan						204000
<b>C PERALATAN</b>						
1	wheel loader	E.15	jam	0,0314	253965	7974,501
2	dump truk	E.09	jam	0,1655	212813	35220,552
3	motor grader	E.13	jam	0,0092	327468	3012,7056
4	vibrator loader	E.19	jam	0,008	316831	2534,648
5	pneumatic tire loader	E.55	jam	0,0115	345725	3975,8375
6	water tanker	E.23	jam	0,0383	155193	5943,8919
7	alat bantu		jam	1,0000		
Jumlah harga bahan						58662,1355
D Jumlah harga tenaga, bahan dan peralatan (A + B + C)						264705
E overhead dan profit (10% x D)						26471
F harga satuan pekerjaan (D + E)						291176

Analisa perhitungan harga satuan LPA kelas A tersebut didapat harga satuan pekerjaan per m<sup>3</sup> sebesar Rp. 291.176 (dua ratus sembilan puluh satu ribu seratus tujuh puluh enam rupiah). Untuk CTB penulis menyamakan harganya dengan LPA kelas A.

no	komponen	kode	satuan	koefisien	harga satuan (Rp)	jumlah harga (Rp)
<b>A TENAGA</b>						
1	pekerja	L.01	jam	0,1687	7500	1265,25
2	Mandor	L.04	jam	0,0241	12500	301,25
jumlah harga tenaga						1566,5
<b>B BAHAN</b>						
1	AC BC	M.03	m <sup>3</sup>	1,0000	1734269	1734269
jumlah harga bahan						1734269
<b>C PERALATAN</b>						
1	wheel loader	E.15	jam	0,0082	375000	3075
2	AMP		jam	0,0241	3880338	93516,15
3	Dump Truck	E.09	jam	0,2711	150000	40665
4	asphalt finisher	E.34	jam	0,0301	215353	6482,13
5	tandem roller	E.17	jam	0,0317	379339	12025,05
6	pneumatic tire loader	E.55	jam	0,0252	345725	8712,27
7	alat bantu		jam	1,0000		
jumlah harga peralatan						164475,59
D Jumlah harga tenaga, bahan dan peralatan (A + B + C)						1900311
E overhead dan profit (10% x D)						190031
F harga satuan pekerjaan (D + E)						2090342

Analisa perhitungan harga satuan pekerjaan AC-BC tersebut didapat harga satuan pekerjaan per m<sup>3</sup> sebesar Rp. 2.090.342 (dua juta sembilan puluh ribu tiga ratus empat puluh dua rupiah).

no	komponen	kode	satuan	koefisien	harga satuan (Rp)	jumlah harga (Rp)
<b>A TENAGA</b>						
1	pekerja	L.01	jam	0,1687	7500	1265,25
2	Mandor	L.04	jam	0,0241	12500	301,25
jumlah harga tenaga						
<b>B BAHAN</b>						
1	AC WC	M.04	m <sup>2</sup>	1,0000	71846	71846
jumlah harga bahan						
<b>C PERALATAN</b>						
1	wheel loader	0	jam	0,0082	375000	3075
2	AMP		jam	0,0241	3880338	93516,1458
3	Dump Truck	0	jam	0,2711	150000	40665
4	asphalt finisher	E.34	jam	0,0301	215353	6482,1253
5	tandem roller	E.17	jam	0,0317	379339	12025,0463
6	pneumatic tire loader	E.55	jam	0,0252	345725	8712,27
7	alat bantu		jam	1,0000		
Harga satuan peralatan						237888
D Jumlah harga tenaga, bahan dan peralatan (A + B + C)						311301
E overhead dan profit (10% x D)						31130
F harga satuan pekerjaan (D + E)						342431

Analisa perhitungan harga satuan pekerjaan AC-WC tersebut didapat harga

satuan pekerjaan per m<sup>3</sup> sebesar Rp. 342.431 (tiga ratus empat puluh dua ribu empat ratus tiga puluh satu rupiah).

Untuk menghitung rencana anggaran biaya, maka volume setiap pekerjaan pekerjaan dikalikan dengan analisa harga satuan setiap item pekerjaan

uraian pekerjaan	panjang (m)	lebar (m)	tinggi (m)	volume (m <sup>3</sup> )	harga (m <sup>3</sup> )	TOTAL
LPA Kelas A	7000	22,4	0,30	47040	Rp264.705	Rp12.451.741.334
AC BC	7000	22,4	0,14	21168	Rp2.090.342	Rp44.248.363.608
AC WC	7000	22,4	0,04	6272	Rp237.888	Rp1.492.034.084
total			0,475	74480	Rp2.592.936	Rp58.192.139.026

(Sumber: Hasil Perhitungan)

rekapitulasi rencana anggaran biaya perencanaan lentur dengan metode Bina Marga 2013, didapatkan hasil adalah sebesar Rp. 58.192.139.026 (lima puluh delapan milyar seratus sembilan puluh dua juta seratus tiga puluh sembilan ribu dua puluh enam rupiah)

## KESIMPULAN DAN SARAN

### 1. Kesimpulan

Dari hasil pembahasan tentang perencanaan perkerasan lentur dan rencana anggaran biayanya maka dapat diambil kesimpulan :

- Desain tebal perkerasan dengan umur rencana 20 tahun adalah AC dengan CTB. Karena pada tabel 4.2 dijelaskan bahwasannya jika CESA (4) = 4 – 10 maka dipilih perkerasan AC dengan CTB.
- LPA kelas A dengan tebal 150 mm, CTB dengan tebal 150 mm, AC BC 135 mm AC WC dengan tebal 40 mm
- Rencana anggaran biayanya adalah Rp 58.192.139.026 (lima puluh delapan milyar seratus sembilan puluh dua juta seratus tiga puluh sembilan ribu dua puluh enam rupiah) dengan total volumenya 74480 m<sup>3</sup> dan harga Rp 2.592.936 m<sup>3</sup>

### 2. Saran

Saran yang diberikan penulis untuk penelitian lebih lanjut yaitu:

- Pemilihan tebal perkerasan dilihat dari nilai CESA (4), untuk mendapatkan nilai yang sesuai dengan peraturan yang dipilih.
- Harga satuan yang dipilih untuk rencana anggaran biaya disesuaikan dengan proyek yang akan dianalisa. Jika proyek nasional maka harga satuannya nasional.



## DAFTAR PUSTAKA

- Badrujaman, Aceng. 2016. Perencanaan Geometri dan Anggaran Biaya Ruas jalan Cempaka – Wanaraja Kecamatan Garut Kota. *Jurnal Konstruksi*.
- Dipohusodo, Istimawan. 1996. *Manajemen Proyek dan Konstruksi Jilid 1*. Penerbit Andi. Yogyakarta.
- Munir, Muhammad. 2017. *Perencanaan Tebal Perkerasan kaku Pada Jalan Tol Pasuruan – Probolinggo Seksi I Ruas Grari Tongas Sta. 0+000 – Sta. 13+500*. Tugas Akhir tidak dipublikasikan. Malang: Universitas Muhammadiyah Malang.
- Pemerintah Republik Indonesia. 2016. *Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Tahun 2016 tentang Analisis Harga Satuan Pekerjaan Bidang Pekerjaan Umum*. Jakarta.
- SNI, 2013, “*Manal Desain Perkerasan Jalan Nomor 2/M/BM/2013*”, Jakarta: Kementrian Pekerjaan Umum Direktorat Jendral Bin Marga.
- Sukirman, Silvia.1999. *Perkerasan Lentur Jalan Raya*. Nova. Bandung.
- Wicaksono, M & Istiar. Perencanaan Geometri dan Perkersan Jalan Tol Pandaan – Malang dengan Jenis Perkerasan Lentur. *Jurnal Teknik ITS*.