

PERENCANAAN TEBAL PERKERASAN KAKU (*RIGID PAVEMENT*) UNTUK PENINGKATAN JALAN PADA RUAS SUKODADI – SUMBERWUDI KAB. LAMONGAN MENGGUNAKAN METODE BINA MARGA

Muhammad Agus Mahardika¹, Siswoyo^{2*}

^{1,2}Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Wijaya Kusuma Surabaya

Jl. Dukuh Kupang XX No. 54, Kota Surabaya, 60225, Jawa Timur, Indonesia.

Email : 1agusmahardika7171@gmail.com ^{2*}siswoyosecure@gmail.com.

(*) Penulis Korespondensi

ABSTRAK : Jalan Sukodadi Lamongan merupakan salah satu akses untuk pertumbuhan ekonomi masyarakat oleh karena itu diperlukan jalan yang nyaman dan aman bagi pengguna jalan. Jalan di Sukodadi Lamongan sudah tidak mampu memikul beban kendaraan sehingga jalannya banyak berlubang dan bergelombang. Selain itu juga pada saat musim penghujan jalan tersebut tergenangi air hujan dan sering kali banjir. Pemilihan perkerasan sangatlah penting maka berdasarkan kerusakan dan faktor air hujan atau banjir maka dipilih perkerasan kaku sebagai peningkatan ruas jalan Sukodadi – Sumberwudi karena perkerasan kaku dapat menahan beban kendaraan yang berat, tahan terhadap genangan air dan banjir mengingat jalan tersebut sering dilalui kendaraan besar dan cuaca yang tidak menentu. Tujuan dari perencanaan ini adalah untuk mengetahui tebal perkerasan kaku untuk peningkatan Jalan Sukodadi – Sumberwudi Lamongan berserta RAB. Metode yang digunakan dalam perencanaan *Rigid Pavement* ini menggunakan metode Bina Marga Manual Desain Perkerasan 2017. Berdasarkan dari hasil perhitungan tebal perkerasan 265 mm, lapis pondasi bawah berupa *Lean Mix Concrete* setebal 150 mm, lapis drainase (LFA kelas A) setebal 150 mm, sambungan dowel berdiameter 32 mm, panjang 450 mm, dan jarak 300 mm. Sambungan memanjang batang pengikat *tie bars* berdiameter D 16 mm, panjang 700 mm, dan jarak batang pengikat 750 mm. tulangan memanjang berdiameter 12 mm dengan jarak 320 mm tulangan melintang berdiameter 12 mm dengan jarak 320 mm. biaya pembangunan jalan Sukodadi-Sumberwudi Kabupaten Lamongan sebesar Rp. 53.448.993.000. (Lima Puluh Tiga Milyar Empat Ratus Empat Puluh Delapan Sembilan Ratus Sembilan Puluh Tiga Ribu Rupiah).

KATA KUNCI : Manual Desain Perkerasan 2017, Perkerasan Kaku, Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia 2014.

1. PENDAHULUAN

Jalan adalah salah satu akses atau prasarana penghubung yang mempunyai peranan penting untuk masyarakat seperti pertumbuhan ekonomi, sosial budaya, pengembangan suatu daerah dan untuk pariwisata. Maka dari itu jalan harus direncanakan dengan baik sesuai standart dan kriteria yang berlaku saat ini di Indonesia. (Asrul, 2014).

Pengguna jalan seharusnya memiliki kenyamanan dan keamanan, maka dari itu jalan harus didukung oleh suatu perencanaan dan konstruksi perkerasan yang baik. Perkerasan jalan merupakan bahan campuran antara material agregat dan bahan pengikat yang digunakan untuk menahan beban kendaraan. Salah satu perkerasan jalan yang menggunakan material bahan ikat semen, plat, tulangan maupun tidak memakai tulangan adalah jenis perkerasan kaku (*Rigid Pavement*). Dengan sebagian besar beban pada jalan dipikul oleh plat beton. (Tenriajeng, 1999).

Pertumbuhan lalu lintas saat ini sangat tinggi di karenakan di Indonesia saat ini mengalami pertumbuhan penduduk yang sangat pesat yang

akan mengakibatkan pergerakan manusia semakin bertambah sehingga menyebabkan kepadatan dan kemacetan lalu lintas. Hal tersebut dapat terjadi karena jalan tersebut tidak mampu memenuhi kebutuhan lalu lintas yang ada. (Purba, 2017)

Perkerasan jalan dalam kondisi yang baik akan membuat arus lalu lintas berjalan dengan lancar sedangkan jika sebaliknya dimana jalan tersebut rusak lalu lintas akan sangat terganggu. Pemeliharaan perkerasan merupakan praktek penting untuk menjaga dan memulihkan kapasitas struktural perkerasan. Pentingnya pemeliharaan perkerasan adalah agar meningkatkan kekuatan perkerasan karena seiring berjalannya waktu semakin lama semakin meningkat juga volume kendaraan dan beban roda meningkat dalam sistem jalan raya. (Fikali Maklas, 2019).

Jalan Sukodadi Lamongan merupakan salah satu jalan yang berada di kabupaten lamongan yang saat ini banyak dilalui oleh beberapa macam kendaraan baik kendaraan kecil maupun kendaraan besar seperti motor hingga truk besar. Jalan Sukodadi ini memiliki lebar jalan 7 meter

PERENCANAAN TEBAL PERKERASAN KAKU (RIGID PAVEMENT) UNTUK PENINGKATAN JALAN PADA RUAS SUKODADI-SUMBERWUDI KAB. LAMONGAN MENGGUNAKAN METODE BINA MARGA

(Muhammad Agus Mahardika, Siswoyo)

serta lebar bahu jalan 1 meter, termasuk kelas jalan IIB kolektor dengan tipe 2/2 TT. Di sepanjang jalan ini juga terdapat beberapa permukiman dan juga pasar maupun tempat industri. Pemilihan jalan Sukodadi – Sumberwudi sebagai bahan perencanaan dikarenakan jalan tersebut mempunyai peranan yang sangat penting untuk aktivitas pertumbuhan ekonomi masyarakat sehingga perlu di perhatikan untuk mempertahankan kinerja ruas jalan ini.

Permasalahan yang terjadi pada jalan Sukodadi – Sumberwudi adalah banyaknya jalan yang berlubang dan juga permukaannya bergelombang dikarenakan sudah tidak mampu memikul beban kendaraan. Selain itu juga pada saat musim penghujan jalan tersebut tergenangi air dan sering kali banjir juga dipengaruhi oleh jenis tanah lempung.

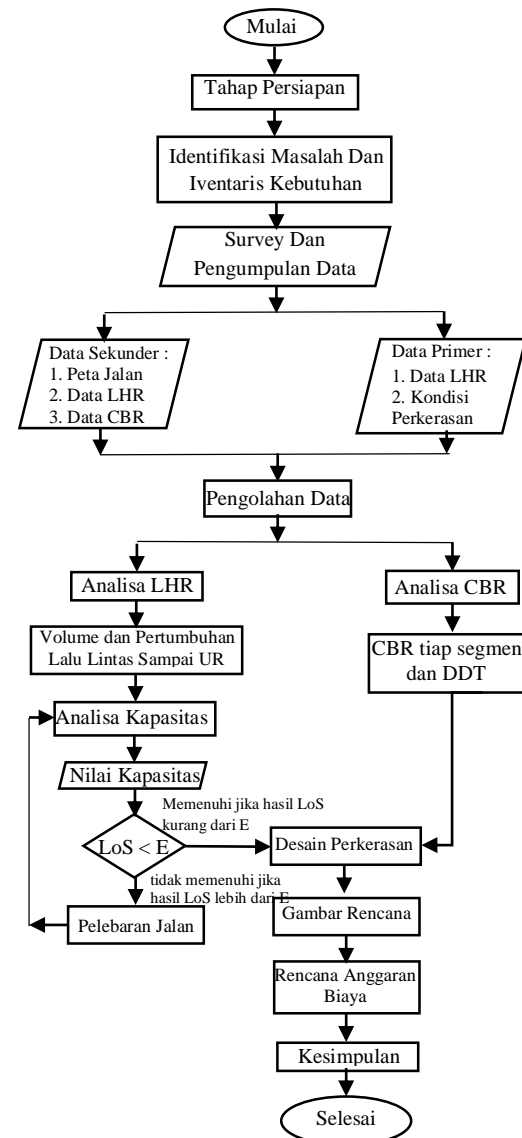
Pemilihan pekerasan kaku sebagai peningkatan ruas jalan Sukodadi – Sumberwudi karena pekerasan kaku dapat menahan beban kendaraan yang berat, tahan terhadap genangan air dan banjir mengingat jalan tersebut sering dilalui kendaraan besar dan cuaca yang tidak menentu. Berdasarkan latar belakang di atas maka rumusan masalahnya adalah Berapa ketebalan untuk pekerasan kaku (*Rigid Pavement*) pada peningkatan jalan Sukodadi – Sumberwudi dengan metode Bima Marga. Berapa rencana anggaran biaya yang dibutuhkan pada peningkatan jalan Sukodadi – Sumberwudi.

Perencanaan jalan ini agar jalan mampu mengatasi pertumbuhan lalu lintas yang meningkat setiap tahunnya dan juga terhadap kondisi eksisting jalan yang berlubang. Berdasarkan perencanaan yang telah dilakukan dapat berguna dan diaplikasikan dalam perencanaan pekerasan kaku pada jalan tersebut atau juga bisa menambah referensi sebagai rencana selanjutnya.

2. METODOLOGI PERENCANAAN

Metodologi yang digunakan dalam perencanaan pada suatu jalan untuk fungsi struktur secara tepat serta memiliki fungsi estetika. Bukan hanya di perencanaannya saja melainkan pada pembangunan suatu jalan juga diperlukan urutan kegiatan yang dapat mempermudah dan mempercepat dalam proses perencanaan. Metodologi yang tepat dalam perencanaan yang akan mengarahkan urutan proses perencanaan jalan. Metode yang digunakan dalam perencanaan jalan Sukodadi-Sumberwudi yaitu menggunakan metode Bina Marga. Metodologi yang digunakan meliputi uraian tahapan perencanaan dan uraian perencanaan yang

digunakan. Dalam perencanaan ini ada tahapan yang dilakukan yaitu dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram Alir Perencanaan

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Data

Data yang akan digunakan untuk menganalisa perhitungan tersebut didapat dari data primer yang didapatkan berdasarkan pengamatan langsung atau survei dan data sekunder yang diperoleh dari dinas atau instansi terkait, sebagai berikut :

1. Data primer berupa data survey lalu lintas harian rata-rata (LHR) pada STA 00+00-05+00 ruas jalan Sukodadi-Sumberwudi Lamongan.
2. Data sekunder data yang didapatkan dari pihak terkait atau instansi berupa data tanah

pada STA 00+00 – 05+00 di ruas jalan Sukodadi-Sumberwudi Lamongan dan juga data lalu lintas.

3.1.1 Data Lalu Lintas Harian Rata – Rata

Data lalu lintas yang didapat berdasarkan data primer yang diperoleh dari survey lalu lintas pada ruas jalan Sukodadi-Sumberwudi Lamongan. Hasil survey tersebut dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Jumlah Lalu Lintas Harian Rata-Rata Selama 5 Hari Survey

hari	SE PE D A M O T O R	M O B I L E C I L	B U S K E S L	B U S K E S A R	T R U K K E K E L	T R U K K E K E L	TR UK GA ND EN G
senin	76 3,9 2	12 0, 58	2, 83	0, 75	20 ,0 8	0, 75	0,00
selasa	75 9,7 5	10 5, 75	2, 17	0, 42	17 ,0 8	0, 42	0,00
rabu	74 5,5 0	11 6, 58	1, 50	0, 42	14 ,0 8	0, 25	0,00
sabtu	67 8,5 8	98 ,5 8	1, 42	0, 67	13 ,2 5	0, 33	0,00
minggu	66 4,4 2	12 6, 00	2, 42	0, 83	8, 33	1, 25	0,00
JUMAH	36 12, 17	56 7, 50	10 ,3 3	3, 08 3	72 ,8 3	3, 00	0,00
LHR	72 3	11 4	3	1	15	1	0

Sumber : Analisa dan Perhitungan

3.1.2 Data CBR

Data CBR yang digunakan adalah data yang diperoleh dari Dinas Pematuan Dan Pekerjaan Umum Bina Marga Kota Lamongan. Berikut merupakan data CBR pada STA 00+00 – 05+00 di jalan Sukodadi-Sumberwudi Lamongan pada Tabel 2.

Tabel 2. Data CBR Jl. Sukodadi – Sumberwudi

NO	TP	CBR
1	TP1	2,741
2	TP2	3,173
3	TP3	3,142
4	TP4	2,851
5	TP5	3,241
6	TP6	2,837
7	TP7	2,961
8	TP8	2,881
9	TP9	3,056
10	TP10	2,987

Sumber : PUPR Kota Lamongan.

3.2 Analisa Data

Analisa data merupakan pengolahan data sekunder maupun primer dari data tanah maupun data lalu lintas harian rata-rata untuk memenuhi standart dari sebuah perencanaan pekerasan kaku sesuai dengan metode yang akan digunakan.

3.2.1 Analisa Data Lalu Lintas

Analisa data lalu lintas pada jalan sukodadi – sumberwudi kabupaten lamongan pada STA 0+00 – 5+00 kapasitas jalan sudah mampu untuk menampung arus lalu lintas dengan tipe 2/2 TT maka jalan tersebut tidak memerlukan pelebaran dengan diperoleh spesifikasi jalan sebagai berikut :

1. Kapasitas Dasar (CO) : 3100 smp/jam
2. Faktor Penyesuaian Akibat Lebar Jalan : 1
3. Faktor Penyesuaian Kapasitas Akibat Pemisah Arah (FCPA) 50% - 50% : 1
4. Faktor Penyesuaian Kapasitas Akibat Hambatan Samping (FCHS) : 0,95
5. Menentukan Nilai Kapasitas (C)

$$C = CO \times FCJI \times FCPA \times FCHS$$

$$C = 3100 \times 1 \times 1 \times 0,95 = 2945 \text{ smp/jam.}$$

Berdasarkan data yang diperoleh dapat mengetahui derajat kejenuhan (DS) dapat dilihat pada Tabel 3,4 dan 5.

Tabel 3. Hasil Perhitungan Derajat Kejenuhan DS Pada Tahun 2023

NO	Jenis Keperasan	LHR (smp/jam)	EM (smp/jam)	Q (smp/jam)	C (smp/jam)	DS	Keterangan
1	MC	723	0,25	180	294	0,1	Nilai kura
2	MP	114	1	114	1	ng	

**PERENCANAAN TEBAL PERKERASAN KAKU (RIGID PAVEMENT)
UNTUK PENINGKATAN JALAN PADA RUAS SUKODADI-SUMBERWUDI
KAB. LAMONGAN MENGGUNAKAN METODE BINA MARGA**

(Muhammad Agus Mahardika, Siswoyo)

3	Bus Kec il	3	1	3					dari E (0,8 5- 1,00)
4	Bus Bes ar	1	1, 3	1,3					
5	Tru k Kec il	15	1	15					mak a me men uhi
6	Tru k Bes ar	1	1, 3	1,3					
7	Tru k Gan den g	0	2, 5	0					
Jumlah			315	,35					

Sumber : Analisa dan Perhitungan

Tabel 4. Hasil Perhitungan Derajat Kejenuhan DS Pada Tahun 2043

N	Jeni O s Ken dar aan)	LH R (sm p/j am)	E M P (sm p/j am)	Q (sm p/j am)	C (sm p/j am)	D S	Ket era nga n
1	MC	723	0, 2 5	359 ,65	294 5	0 , 2	Nilai kura
2	MP	114	1	226 ,84		1	ng dari
3	Bus Kec il	3	1	5,9 7			E (0,8 5- 1,00)
4	Bus Bes ar	1	1, 3	2,5 9			mak a me men uhi
5	Tru k Kec il	15	1	29, 85			
6	Tru k Bes ar	1	1, 3	2,5 9			
7	Tru k Gan den g	0	2, 5	0			

Jumlah	627 ,48
---------------	------------

Sumber : Analisa dan Perhitungan

Tabel 5. Hasil Perhitungan Derajat Kejenuhan DS Pada Tahun 2063

N	Jeni O s Ken dar aan)	LH R (sm p/j am)	E M P (sm p/j am)	Q (sm p/j am)	C (sm p/j am)	D S	Ket era nga n
1	MC	723	0, 2 5	715 ,64	294 5	0 , 4	Nilai kura
2	MP	114	1	451 ,36		2	ng dari
3	Bus Kec il	3	1	11, 88			E (0,8 5- 1,00)
4	Bus Bes ar	1	1, 3	5,1 5			mak a me men uhi
5	Tru k Kec il	15	1	59, 39			
6	Tru k Bes ar	1	1, 3	5,1 5			
7	Tru k Gan den g	0	2, 5	0			
Jumlah			124	8,5 5			

Sumber : Analisa dan Perhitungan

Dari hasil perhitungan diatas dapat diketahui bahwa nilai (DS) derajat kejenuhan dari tahun 2023-2063 berada pada nilai $\leq 0,85$, maka dapat disimpulkan bahwa sukodadi kabupaten Lamongan selama umur perencanaan sudah memenuhi.

3.2.2 Analisa Data CBR

Analisa data CBR dibutuhkan untuk mengetahui besarnya daya dukung tanah dasar karena mutu dan daya bahan suatu konstruksi perkerasan tidak lepas dari sifat tanah dasar. Dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Perhitungan CBR

N o	CBR %	Nilai CBR setelah diurutk an (%)	Jumla h yang sama atau lebih besar	Presenta se sama atau lebih besar (%)
1	2,741 %	2,741 %	10	100 %
2	3,173 %	2,837 %	9	90 %
3	3,142 %	2,851 %	8	80 %
4	2,851 %	2,881 %	7	70 %
5	3,241 %	2,961 %	6	60 %
6	2,837 %	2,987 %	5	50 %
7	2,961 %	3,056 %	4	40 %
8	2,881 %	3,142 %	3	30 %
9	3,056 %	3,173 %	2	20 %
10	2,987 %	3,241 %	1	10 %

Sumber : Analisa dan Perhitungan

1. Perhitungan CBR Rata – Rata

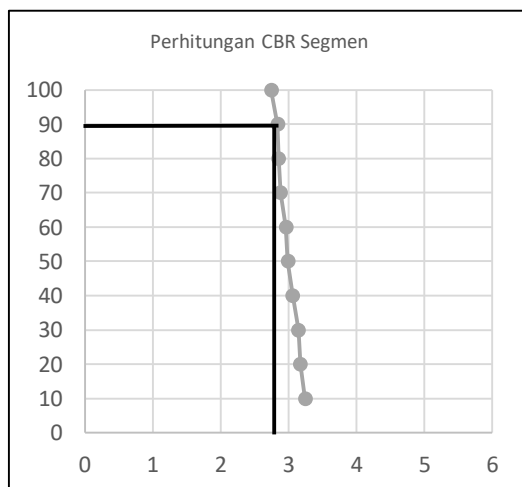
a. Menghitung secara analitis.

CBR rata-rata =

$$\frac{2,741+3,173+3,142+2,851+3,241+2,837+2,961+2,881+3,056+2,987}{10}$$

= 2,987 %

b. Menghitung secara grafis diperoleh berdasarkan Gambar 2.



Gambar 2. CBR Desain Tanah Dasar

Berdasarkan dari data grafik diperoleh nilai CBR 90% sebesar 2,837 % (menentukan)

2. Perhitungan CBR Segmen Dengan Cara Grafis.

CBR max = 3,241 %

CBR min = 2,741 %

CBR rerata = 2,837 %

Untuk nilai R tergantung dari jumlah data yang terdapat dalam 1 segmen. Besarnya nilai R seperti yang diperlihatkan pada tabel 7. di bawah ini :

Tabel 7. Nilai R CBR Segmen

Jumlah titik pengujian CBR	Nilai R
2	1,41
3	1,91
4	2,24
5	2,48
6	2,67
7	2,83
8	2,96
9	3,08
>10	3,18

Sumber : Silvia Sukirman

CBR segmen :

$$= \text{CBR rata-rata} - \frac{\text{CBR max} - \text{CBR min}}{R}$$

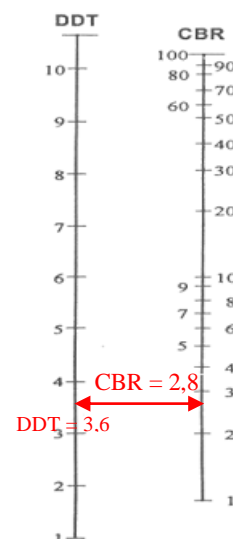
$$= 2,837 - \frac{3,241 - 2,741}{3,18} = 2,68 \%$$

3. Perhitungan DDT

Dari perhitungan CBR segmen diperoleh nilai sebesar 2,68 % maka nilai daya dukung tanah sebagai berikut :

a. Secara grafis.

Dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Mencari Nilai DDT Dari Nilai CBR 90%

PERENCANAAN TEBAL PERKERASAN KAKU (RIGID PAVEMENT) UNTUK PENINGKATAN JALAN PADA RUAS SUKODADI-SUMBERWUDI KAB. LAMONGAN MENGGUNAKAN METODE BINA MARGA

(Muhammad Agus Mahardika, Siswoyo)

Didapatkan Nilai DDT = 3,6

b. Secara analitis.

$$DDT = 4,3 \log CBR + 1,7$$

$$= 4,3 \log 2,68 + 1,7$$

$$= 3,541 \text{ (menentukan)}$$

3.3 Perencanaan Desain Perkerasan

Perencanaan desain pekerasan jalan Sukodadi Kabupaten Lamongan digunakan pekerasan kaku (*Rigid Pavement*) dengan menggunakan metode Bina Marga. Adapun beberapa ketentuan dalam perencanaan perkerasan kaku adalah sebagai berikut:

1. Perkembangan lalu lintas pertahun : 3,5% (pulau jawa)
2. Lebar jalan sekarang : 7 m
3. Lebar bahu efektif : 2 m
4. Tipe jalan sekarang : jalan 2 jalur 2 arah tak terbagi (2/2TT)
5. Tipe jalan rencana : jalan 2 jalur 2 arah tak terbagi (2/2TT)
6. Lebar jalan rencana : 3 m/jalur
7. Fungsi jalan : kolektor
8. Tipe medan : datar
9. Umur rencana : 40 tahun.

Perhitungan faktor lajur pertumbuhan lalu lintas dihitung sesuai dengan umur rencana yang sudah ditentukan yaitu UR = 40 tahun. jalan sukodadi kabupaten lamongan berdasarkan data MDP 2017, jalan tersebut merupakan jalan di pulau jawa sehingga didapatkan $i = 3,5\%$ (tabel 2.3). berikut adalah perhitungan faktor lajur pertumbuhan lalu lintas dengan menggunakan metode manual desain pekerasan 2017:

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

$$R = \frac{(1+0,01 \times 3,5\%)^{40} - 1}{0,01 \times 3,5\%} = 40,3$$

Jadi nilai faktor pertumbuhan lalu lintas (R) pada jalan Sukodadi kabupaten Lamongan sebesar 40,3 nilai ini di dapat berdasarkan dari perhitungan menggunakan metode manual desain perkerasan 2017.

3.3.1 Menentukan Nilai VDF (*Vehicle Damage Factor*)

Menentukan nilai VDF sendiri mengacu pada VDF dalam manual desain perkerasan tahun 2017. Dapat dilihat pada Tabel 8.

Tabel 8. Nilai VDF

jenis kendaraan	VDF
gol 5b	1

gol 6a	0,8
gol 7a	7,6
gol 7b	36,9
gol 7c	13,6

Sumber : Manual Desain Perkerasan 2017.

3.3.2 Faktor Distribusi Lajur

Menentukan faktor distribusi lajur mengacu pada tabel 4.18 prosentase untuk 1 lajur setiap satu arah didapatkan faktor distribusi lajur sebesar 100% (DL=100%). dapat dilihat pada Tabel 9.

Tabel 9. Faktor Distribusi Lajur (DL)

jumlah lajur setiap arah	kendaraan niaga pada jalur desain (% terhadap populasi kendaraan niaga)
1	100
2	80
3	60
4	50

Sumber : Manual Desain Perkerasan 2107.

3.3.3 Faktor Distribusi Arah

Faktor distribusi arah untuk perencanaan perkerasan kaku pada umumnya menggunakan DD = 0,5 kecuali pada lokasi-lokasi yang jumlah kendaraan niaga cenderung lebih tinggi pada satu arah tertentu. Berdasarkan manual desain perkerasan tahun 2017.

3.3.4 Menghitung Nilai CESAL (*Cumulative Equivalent Single Axle Load*)

Beban sumbu standart komulatif atau *cumulative equivalent single axle load* (CESAL) merupakan jumlah komulatif beban sumbu lalu lintas desain pada lajur desain selama umur rencana, dapat dilihat pada persamaan berikut :

$$ESA = (LHRJK \times VDFJK) \times 365 \times DD \times DL \times R$$

Keterangan :

LHRJK : LHR jenis kendaraan

VDFJK : vehicle damage faktor VDF

365 : jumlah hari dalam 1 tahun

DD : faktor distribusi arah (0,5)

DL : faktor distribusi lajur (tabel 4.19)

R : faktor pertumbuhan lalu lintas (40,3)

1. Gol 5b

$$ESA = (LHRJK \times VDFJK) \times 365 \times DD \times DL \times R$$

$$ESA = (1 \times 1) \times 365 \times 0,5 \times 1 \times 40,3$$

$$ESA = 73.547,5$$

2. Gol 6a

$$ESA = (LHRJK \times VDFJK) \times 365 \times DD \times DL \times R$$

$$ESA = (15 \times 0,8) \times 365 \times 0,5 \times 1 \times 40,3$$

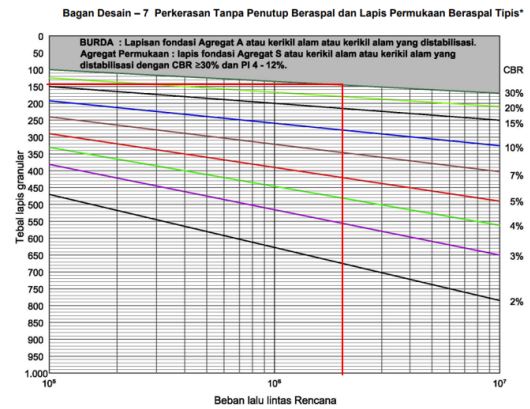
- ESA = 882.570
3. Gol 7a
 $ESA = (LHRJK \times VDFJK) \times 365 \times DD \times DL \times R$
 $ESA = (1 \times 7,6) \times 365 \times 0,5 \times 1 \times 40,3$
 $ESA = 558.961$
 4. Gol 7b
 $ESA = (LHRJK \times VDFJK) \times 365 \times DD \times DL \times R$
 $ESA = (0 \times 36,9) \times 365 \times 0,5 \times 1 \times 40,3$
 $ESA = 0$
 5. Gol 7c
 $ESA = (LHRJK \times VDFJK) \times 365 \times DD \times DL \times R$
 $ESA = (0 \times 13,6) \times 365 \times 0,5 \times 1 \times 40,3$
 $ESA = 0$

Berdasarkan perhitungan diatas maka diperoleh hasil cesal rencana pada Tabel 10.

Tabel 10. CESAL Rencana						
jenis kendaraan	L	V	ju ml	D D	D L	ESA
20 tahun	23		har i dalam tahun			
Gol 5b	1	1	365	0,5	1	7354,5
gol 6a	15	0,8			3	8825,70
gol 7a	1	7,6				5589,61
gol 7b	0	36,9				0
gol 7c	0	13,6				0
CESAL 2023						1515,0785
-						5
2063						

Sumber : MDP 2017

Dalam menentukan tebal pekerasan menggunakan nomogram dapat dilihat pada gambar 4 berikut ini.



Gambar 4. Nomogram Tebal Perkerasan.

Sumber : Manual Desain Perkerasan 2017

Tebal Perkerasan Perlu :

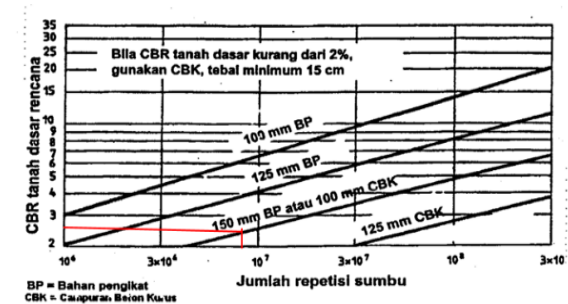
CBR Segmen : 2,68

CESAL : $1515078,5 = 1,5 \times 10^6$

CBR Agregat Base A : 30%

Diperoleh Tebal Agregat Base A : 150 mm

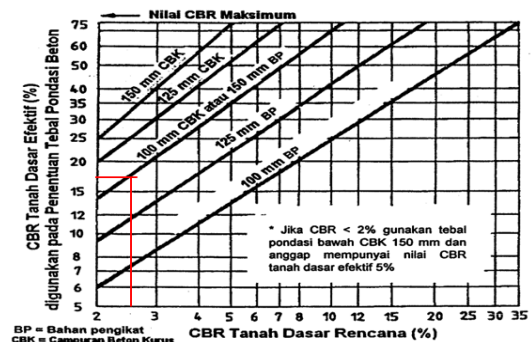
Untuk menentukan tebal pondasi bawah minimum untuk perkerasan beton semen dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Tebal Pondasi Bawah Minimum Untuk Perkreasan Beton Semen

Sumber : Hasil Perhitungan Dan Pd T-14-2003

Berdasarkan gambar 5. didapat tebal pondasi bawah minimum sebesar 150 mm LMC (*Lean Mix Concrete*) langka selanjutnya yaitu menentukan CBR efektif tanah dasar dapat dilihat pada Gambar 6.

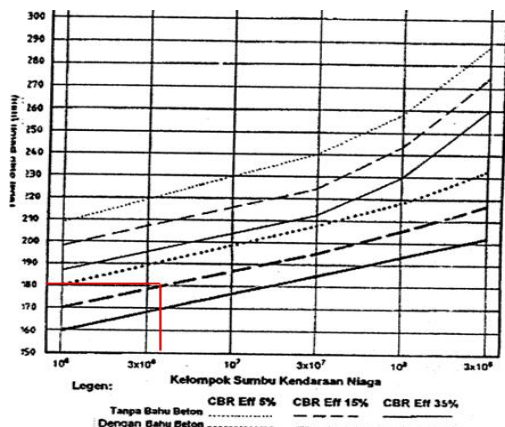


Gambar 6. CBR Tanah Dasar Efektif

Sumber : Hasil Perhitungan dan Pd T-14-2003

**PERENCANAAN TEBAL PERKERASAN KAKU (RIGID PAVEMENT)
UNTUK PENINGKATAN JALAN PADA RUAS SUKODADI-SUMBERWUDI
KAB. LAMONGAN MENGGUNAKAN METODE BINA MARGA**
(Muhammad Agus Mahardika, Siswoyo)

Berdasarkan gambar 6. maka diperoleh nilai CBR efektif tanah dasar 18% dengan tebal 150 mm LMC. Dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Tebal Slab Beton

Sumber : Hasil Perhitungan

Berdasarkan Gambar 7. maka diperoleh nilai tebal slab beton sebesar 18 cm.

3.4 Menentukan Tebal Perkerasan

Penentuan tebal lapis perkerasan kaku yaitu didapat dari hasil perhitungan beban komulatif lalu lintas (CESAL) sesuai dengan tabel perkerasan manual desain perkerasan 2017 dapat dilihat pada Tabel 11.

Tabel 11. Lapis Perkerasan

Struktur Perkerasan	R 1	R 2	R 3	R 4	R 5
Kelompok sumbu dan kendaraan berat (overload) (10e6)	< 4,	< 8	< 25	< 43	< 86
Dowel dan bahu beton			Ya		
STRUKTUR PERKERASAN (mm)					
Tebal plat beton	26	27	28	29	30
Lapis pondasi LMC	5	5	5	5	5
Lapis drainase (dapat mengalir dengan baik)			150		

Sumber : Analisa Perhitungan dan MDP 2017

Berdasarkan Tabel 11 maka diperoleh nilai total komulatif yang dihasilkan dari perhitungan (CESAL) didapatkan struktur perkerasan golongan R1 dengan kelompok sumbu kendaraan berat < 4,3 sebagai berikut :

1. Struktur perkerasan : $1515078,5 = 1,5 \times 10^6$

2. Tebal plat beton : 265 mm
3. Lapisan pondasi LMC : 150 mm
4. Lapisan agregat kelas A : 150 mm

Karena tebal perkerasan perlu < tebal perkerasan rencana, maka pelaksanaan perencanaan perkerasan kaku di jalan sukodadi lamongan menggunakan tebal perkerasan rencana.

3.5 Perhitungan Sambungan dan Tulangan

Hasil perhitungan didapatkan tebal pelat beton sebesar 265 mm berdasarkan metode manual desain perkerasan 2017, kemudian direncanakan menggunakan jenis perkerasan kaku (*Rigid Pavement*) bersambung dengan tulangan.

3.5.1 Perhitungan Batang Pengikat (*Tie Bars*)

Sambungan memanjang menggunakan batang pengikat *Tie Bars* dengan spesifikasi:

$$\begin{aligned} \text{Lebar Jalan} &= 28 \text{ m} \\ \text{Lebar lajur (b)} &= 14 \text{ m} \\ \text{Tebal plat (h)} &= 0,265 \\ \text{At} &= 204 \times b \times h \\ &= 204 \times 14 \times 0,265 \\ &= 756,84 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Direncanakan sambungan menggunakan tulangan ulir D16 mm dengan jarak 75 cm maka luasnya didapatkan :

$$\begin{aligned} \text{At} &= 0,25 \times \pi \times 16^2 \\ &= 0,25 \times 3,14 \times 16^2 \\ &= 200,96 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Kebutuhan sambungan memanjang permeternya:

$$\text{At}/(\text{A pakai}) = 756,84/200,96 = 3,77 = 4 \text{ buah}$$

Panjang batang pengikat :

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

Diperoleh hasil :

Diameter *Tie Bars* = D16 mm

Panjang *Tie Bars* = 700 mm

Jarak *Tie Bars* = 750 mm

3.5.2 Sambungan dengan Dowel

Memilih dowel atau batang pengikat dapat ditentukan berdasarkan Tabel 12.

Tabel 12. Ukuran, Panjang, dan Jarak Dowel

Tebal plat Perkerasan	Dowel		
	Diameter	Panjang	Jarak
6 inc	15 m	3/4	19
6 h	15 m	18	45
7 inc	17 m	1	25
7 h	17 m	18	45

8	20	1	25	18	45	12	30
	0				0		0
9	22	1	32	18	45	12	30
	5	¼			0		0
10	25	1	32	18	45	12	30
	0	¼			0		0
11	27	1	32	18	45	12	30
	5	¼			0		0
12	30	1	35	18	45	12	30
	0	½			0		0
13	32	1	35	18	45	12	30
	5	½			0		0
14	35	1	35	18	45	12	30
	0	½			0		0

Sumber : *Principles Of Pavement Design By Yoder & Witczak, 1975*

Jadi, ukuran dowel yang akan digunakan untuk perkerasan yaitu :

Diameter = Ø 32 mm

Jarak = 300 mm

Panjang = 450

3.5.3 Perhitungan Penulangan

Dalam menentukan tulangan yang digunakan dalam perencanaan (*Rigid Pavement*) perkerasan kaku, harus memperhatikan hasil perhitungan perencanaan.

- 1) Tebal plat = 265 mm
- 2) Lebar plat = 3,5 m (1 lajur)
- 3) Panjang plat = 4 m
- 4) Tegangan leleh (f_y) = 250 Mpa (BJ41)
- 5) Koef. gesek antara beton dan pondasi bawah (μ) = 1,0

Tabel sifat mekanis baja dapat dilihat pada Tabel 13.

Tabel 13. Sifat Mekanis Baja

Jenis baja	Tegangan putus, fu (Mpa)	Tegangan leleh, Fy (Mpa)	Peregangan minimum (%)
BJ34	340	210	22
BJ37	370	240	20
BJ41	410	250	18
BJ50	500	290	16
BJ55	550	410	13

Sumber : SNI 03-1729-2002

a. Tulangan Memanjang

$$As = \frac{\mu \times L \times M \times g \times h}{2 \times fs}$$

Keterangan :

As = luas penampang tulangan baja (mm²/m lebar plat)

f_s = kuat tarik ijin tulangan (Mpa) (0,6 x tegangan leleh)

g = gravitasi (m/detik²)

h = tebal plat beton (m)

L = jarak antara sambungan tidak diikat atau tepi bebas plat (m)

M = berat per satuan volume plat (kg/m³)

$$As = \frac{\mu \times L \times M \times g \times h}{2 \times fs}$$

$$= \frac{1 \times 4 \times 2400 \times 9,8 \times 0,265}{2 \times (0,6 \times 250)}$$

$$= 83,104 \text{ mm}^2$$

As min = 0,10% x tebal plat x 1000

$$= 0,0010 \times 265 \times 1000$$

$$= 265 \text{ mm}^2$$

As min > As perlu digunakan As min = 265 mm²

Maka didapat tulangan Ø12 – 320 mm =>As = 353,4 mm²

b. Tulangan Melintang

$$As = \frac{\mu \times L \times M \times g \times h}{2 \times fs}$$

$$= \frac{1 \times 3,5 \times 2400 \times 9,8 \times 0,265}{2 \times (0,6 \times 250)}$$

$$= 72,716 \text{ mm}^2$$

As min = 0,10% x tebal plat x 1000

$$= 0,0010 \times 265 \times 1000$$

$$= 265 \text{ mm}^2$$

As min > As perlu digunakan As min = 265 mm²

Maka didapat tulangan Ø12 – 320 mm =>As = 353,4 mm²

3.6 Perencanaan Drainase

Data Perencanaan:

1. Kemiringan Jalan : 2%
2. Kemiringan Bahu Jalan : 2%
3. Kemiringan Daerah Sekitar : 3%
4. Panjang Saluran : 5 km / 5000 m

Kondisi Eksisting Permukaan Jalan :

1. Panjang saluran drainase : 5000 meter
2. Perkerasan jalan (beton) : 3,5 meter
3. Bahu jalan : 1 meter
4. Bagian luar jalan : 10 meter

Menentukan besarnya koefisien C :

1. Beton : 0,70
2. Bahu jalan : 0,65
3. Permukiman tidak padat : 0,60

Menentukan luas daerah pengaliran :

1. Beton : 3,5 x 5.000 = 17.500 m²
 2. Bahu jalan : 1 x 5.000 = 5.000 m²
 3. Permukiman tidak padat : 10 x 5.000 = 50.000 m²
 4. Fk permukiman tidak padat : 1,5
- Koefisien pengaliran rata-rata :

**PERENCANAAN TEBAL PERKERASAN KAKU (RIGID PAVEMENT)
UNTUK PENINGKATAN JALAN PADA RUAS SUKODADI-SUMBERWUDI
KAB. LAMONGAN MENGGUNAKAN METODE BINA MARGA**

(Muhammad Agus Mahardika, Siswoyo)

$$C = \frac{C1.A1+C2.A2+C3.A3.Fk}{\frac{A1+A2+A3}{0,70 \times 17.500 + 0,65 \times 5.000 + 0,60 \times 50.000 \times 1,5}} = 0,83$$

Menentukan waktu konsentrasi (Tc) :

$$t \text{ beton} = (2/3 \times 3,28 \times 3,5 \times \frac{0,013}{\sqrt{0,02}})^{0,167}$$

= 0,94 menit

$$t \text{ bahu jalan} = (2/3 \times 3,28 \times 1 \times \frac{0,013}{\sqrt{0,02}})^{0,167} = 0,76$$

menit

$$t \text{ permukiman tidak padat penduduk} = (2/3 \times 3,28 \times 10 \times \frac{0,013}{\sqrt{0,03}})^{0,167}$$

= 1,12 menit

t1 jalan = 1,7 menit

t1 permukiman = 1,12 menit

$$t2 = \frac{5.000}{60 \times 1,5} = 41,6 \text{ menit}$$

Tc = 1,7 + 41,6 = 43,3 menit

Data curah hujan rata-rata per tahun untuk 10 tahun terakhir : 1.478 mm

Hitung besarnya debit

$$A = 70.000 + 10.000 + 50.000 = 130.000 \text{ m}^2 = 0,13 \text{ km}^2$$

C = 0,83

$$I = 34,13 \text{ mm/jam}$$

$$Q = 1/3,6 \times C \times I \times A$$

$$= 1/3,6 \times 0,83 \times 34,13 \times 0,13$$

$$= 1,02 \text{ m}^3/\text{detik}$$

Menentukan dimensi saluran

1. Saluran direncanakan dibuat dari beton dengan kecepatan yang diijinkan 1,5 m/detik

2. Bentuk saluran : segi empat

3. Kemiringan saluran yang diijinkan sampai : 7,5%

4. Angka kekasaran permukaan : 0,013

Menentukan kecepatan saluran dan kemiringan saluran :

$$1. Q = 1,02$$

$$2. i = 2\%$$

$$3. V = \frac{1}{n} \times R^{2/3} \times i^{1/2}$$

$$= \frac{1}{0,013} \times (h/2)^{2/3} \times 2^{1/2}$$

$$= 76,9 \times (h/2)^{2/3} \times 0,14$$

$$Q = A \times V$$

$$1,02 = 2h^2 \times 76,9 \times (h/2)^{2/3} \times 0,14$$

$$h = 0,38 \text{ meter}$$

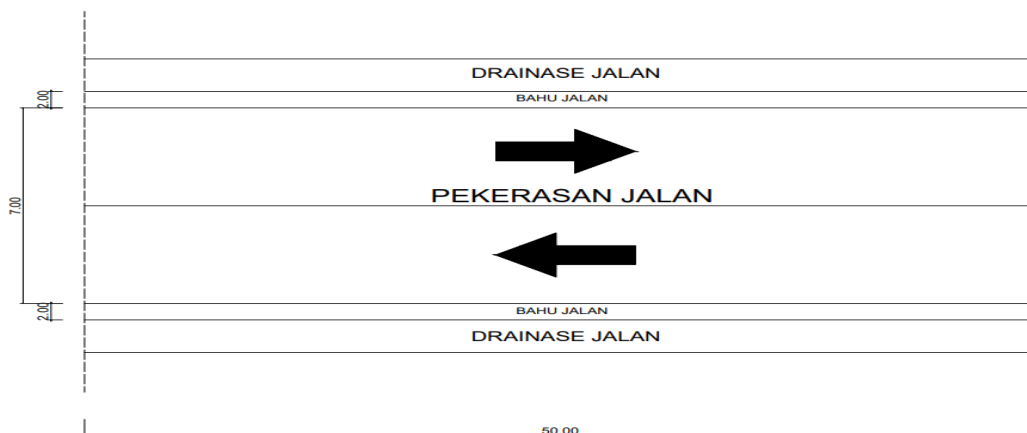
$$b = 2h = 0,76 \text{ meter}$$

3.7 Gambar Perencanaan

Gambar rencana merupakan gambar dari hasil perencanaan jalan yang digunakan sebagai media komunikasi dalam tahap pelaksanaan agar mudah dalam pengerjaan nantinya. Pada perencanaan jalan pada ruas Sukodadi-Sumberwudi Lamongan Terdapat empat gambar yaitu gambar denah, potongan melintang, potongan memanjang dan detail tulangan.

Berikut gambar-gambar dari hasil perhitungan perencanaan :

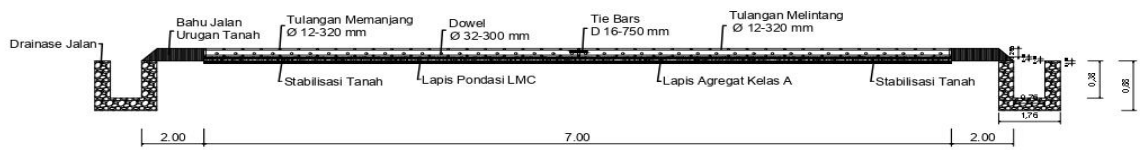
1. Gambar denah perencanaan merupakan gambar yang berfungsi sebagai alat bantu pada saat pelaksanaan agar bisa mengetahui lebar jalan, bahu jalan, dan drainase jalan berdasarkan perencanaannya dapat dilihat pada Gambar 8.



Gambar 8. Denah Perencanaan.

2. Gambar potongan melintang merupakan gambar yang berfungsi untuk mengetahui lapisan perkerasan yang ada pada perencanaan jalan

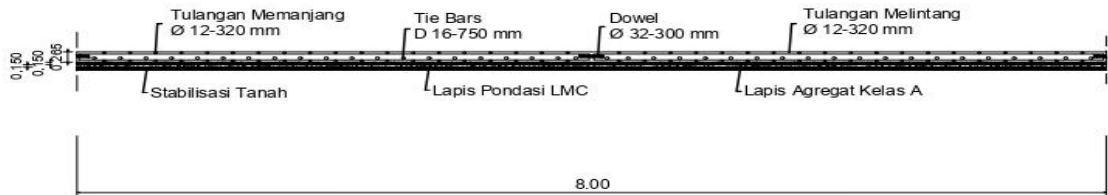
berserta posisi tulangan yang digunakan sebagai acuan pelaksanaan dilapangan dapat dilihat pada Gambar 9.



Gambar 9. Potongan Melintang

3. Gambar potongan memanjang merupakan gambar yang berfungsi untuk mengetahui lapisan perkerasan yang ada pada perencanaan jalan

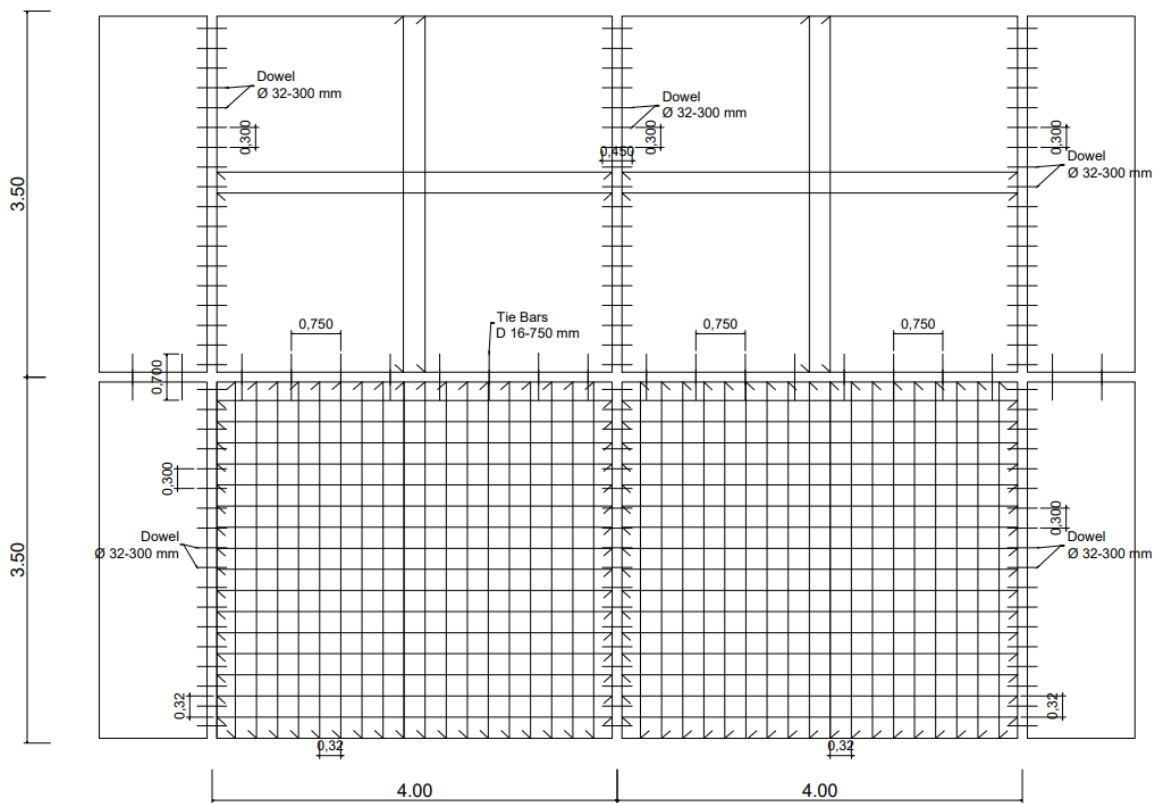
berserta posisi tulangan yang digunakan sebagai acuan pelaksanaan dilapangan dapat dilihat pada Gambar 10.



Gambar 10. Potongan Memanjang

4. Gambar detail penulangan merupakan gambar yang berfungsi sebagai gambar panduan saat proses pelaksanaan penulangan dan

menggunakan tulangan *tie bars* dan *dowel* sesuai dengan perencanaan dapat dilihat pada Gambar 11.



Gambar 11. Detail Penulangan.

**PERENCANAAN TEBAL PERKERASAN KAKU (RIGID PAVEMENT)
UNTUK PENINGKATAN JALAN PADA RUAS SUKODADI-SUMBERWUDI
KAB. LAMONGAN MENGGUNAKAN METODE BINA MARGA**

(Muhammad Agus Mahardika, Siswoyo)

3.8 Rencana Anggaran Biaya

Rencana Anggaran Biaya disusun agar dapat mengetahui besarnya biaya yang akan dibutuhkan untuk perencanaan proyek jalan di jalan Sukodadi Lamongan. Penyusunan Rencana Anggaran Biaya tersebut juga sebagai bahan

pertimbangan bagi pemilik proyek mengenai besarnya anggaran yang harus disediakan dalam jangka waktu sesuai dengan kontrak yang telah dilakukan. Berikut merupakan susunan rencana anggaran biaya berdasarkan perencanaan dapat dilihat pada Tabel 14.

Tabel 14. Rencana Anggaran Biaya

RAB JL SUKODADI SUMBERWUDI STA 0,00-5,00						
NO	URAIAN PEKERJAAN	VOLUME	SATUAN	HARGA SATUAN	JUMLAH HARGA	
I	PEKERJAAN PERSIAPAN					
1	direksi keet	24	m2	Rp 2.036.138	Rp	48.867.312
2	mobilisasi peralatan	1	1s	Rp 7.000.000	Rp	7.000.000
3	pengukuran lapangan	1	1s	Rp 2.000.000	Rp	2.000.000
4	pembersihan dan pembongkaran	35000	m2	Rp 15.900	Rp	556.500.000
5	pemasangan seng gelombang 2 m	400	m2	Rp 513.262	Rp	205.304.840
II	PEKERJAAN TANAH					
1	penggalian tanah dengan alat berat	14525	m3	Rp 48.964	Rp	711.202.100
3	timbunan tanah dengan alat berat	17500	m3	Rp 431.087	Rp	7.544.022.500
III	PEKERJAAN LAPIS PERKERASAN					
1	pekerjaan beton K-125	5250	m3	Rp 1.248.250	Rp	6.553.312.500
2	pekerjaan beton K-350	9275	m3	Rp 1.648.807	Rp	15.292.684.925
3	pekerjaan LFA kelas A	5250	m3	Rp 737.487	Rp	3.871.806.750
4	stabilisasi tanah	5250	m3	Rp 946.550	Rp	4.969.387.500
IV	PEKERJAAN TULANGAN					
1	pekerjaan pembesian tulangan memanjang	97081,0	kg	Rp 18.073	Rp	1.754.544.009
2	pekerjaan pembesian tulangan melintang	97104,5	kg	Rp 18.073	Rp	1.754.969.629
3	pekerjaan pembesian dowel	142163,5	kg	Rp 18.073	Rp	2.569.320.936
4	pekerjaan pembesian tie bars	27553,5	kg	Rp 18.073	Rp	497.974.406
V	PEKERJAAN BEKISTING					
V1	PEKERJAAN PELENGKAPAN JALAN					
1	marka jalan	2700	m2	Rp 261.515	Rp	706.090.500
VII	PEKERJAAN DRAINASE					
		6300	m3	Rp 113.345	Rp	714.073.500
	jumlah				Rp	48.152.245.224
	ppn 11%				Rp	5.296.746.975
	total biaya				Rp	53.448.992.198
	dibulatkan				Rp	53.448.993.000
	harga per km dari STA 0+00 - 5+00				Rp	10.689.798.600

Sumber : Analisa dan Perhitung

4. KESIMPULAN

Kesimpulan yang didapat dari hasil pembahasan dan perhitungan perencanaan jalan pada jalan Sukodadi-Sumberwudi Kabupaten Lamongan dengan menggunakan pekerasan kaku (*Rigid Pavement*) diperoleh kesimpulan Berdasarkan perhitungan tebal pekerasan kaku dengan metode Bina Marga Manual Desain Pekerasan (MDP) 2017 diperoleh Tebal pekerasan 265 mm, LMC (*Lean Mix Concrete*) setebal 150 mm, dan Lapis pondasi bawah agregat kelas A setebal 150 mm. Perencanaan pekerasan kaku (*Rigid Pavement*) pada jalan Sukodadi-Sumberwudi Kabupaten Lamongan Pada STA 00+00 – 05+00 dengan lebar 12 m dan panjang 5000 meter memerlukan biaya untuk pembangunan sebesar Rp. 53.448.993.000 (Lima Puluh Tiga Miliar Empat Ratus Empat Puluh Delapan Sembilan Ratus Sembilan Puluh Tiga Ribu Rupiah).

Saran yang dapat diambil dari kesimpulan diatas maka menggunakan metode yang sesuai dengan pelaksanaan lapangan dalam perencanaan agar lebih efektif pada waktu pelaksanaannya karena sangat mempengaruhi kualitas dan kuantitas jalan pada pekerasan kaku. Juga Dapat menggunakan acuan selain Bina Marga dengan aturan dan data terbaru yang lebih valid. Pekerasan Kaku agar dapat bertahan dan mencapai umur rencana yang diharapkan, maka dilakukan perawatan secara berkala sehingga jalan tersebut dapat berfungsi sesuai umur rencana bahkan lebih dan dapat meminimal terjadinya kerusakan pada konstruksi jalan tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

- Anfarid, S. (2022). Perencanaan Jalan Pekerasan Kaku (*Rigid Pavement*) Metode Bina Marga Dijalan Banjarsari Gersik. Uwks.
- Asrul, A. (2014). Analisis Kerusakan Dan Perencanaan Tebal Pekerasan Kaku Dengan Metode Binamarga.
- Bamaska, B., & Berliando, D. (2018). Perencanaan Peningkatan Ruas Jalan Pada jalan Lingkar Timur Kabupaten Sidoarjo Jawa Timur Dengan Menggunakan Pekerasan Kaku Pada STA 4+650 S.D 7+650. Its. Its.
- Bina Marga. (2010). Pemeliharaan Jalan dan Perbaikan Jalan. Pemeliharaan Jalan dan Perbaikan Jalan. In PU Bina Marga.
- Darmaji. (2017). Perencanaan Pekerasan Jalan. In Perencanaan Pekerasan Jalan.
- Fikali Maklas, E. (2019). Analisis Perencanaan Tebal Pekerasan Jalan Pada Proyek Pembangunan jalan Tol Bogor_Ciawi-Sukabumi. Jurnal Teknik Sipil Dan

Lingkungan.

- Herlina, R., Azwansyah, H., & S. (2022). Analisa Perencanaan Pekerasan Kaku Jalan Khatulistiwa Kota Pontianak Dengan Metode Bina Marga 2017 Dan Metode AASTHO 1993. Universitas Tanjungpura Pontianak.
- Paus. (2016). Perancangan Pekerasan Jalan. In Perancangan Pekerasan Jalan.
- Pemerintah., P. (2006). Jalan Khusus, Jalan Umum, dan Jalan Tol. Jalan Khusus, Jalan Umum, dan Jalan Tol. In Jalan Khusus, Jalan Umum, dan Jalan Tol. Jalan Khusus, Jalan Umum, dan Jalan Tol.
- Permatasari, S. (2020). Analisis Kepadatan Tanah Dengan Pengujian CBR (*California Bearing Ratio*) Pada Ruas Jalan Masuk Jembatan Penyebrangan Tanjung Serdang-Batulicin Kecamatan Pulau Laut Tengah Kabupaten Kota Baru. Politeknik Kota Baru.
- Pemeliharaan dan Penilaian Jalan., (2011). PU Bina Marga. (2013). Pedoman Perencanaan Tebal Pekerasan. In Pedoman Perencanaan Tebal Pekerasan.
- Purba, T. N. (2017). Peningkatan Jalan Menggunakan Pekerasan Kaku (*Rigid Pavement*) Pada Ruas Jalan SM.Raja, Kota Medan.
- Sukirman. (1999). Pekerasan Jalan.
- Sulaksono. (2000). Perencanaan Pekerasan Kaku Untuk Jalan.
- Tenriajeng, A. T. (1999) . Rekayasa Jalan Raya 2. Penerbit Gunadaerma.
- Tentang Jalan, (2004). Lalu Lintas dan Angkutan Jalan, (2009).

**PERENCANAAN TEBAL PERKERASAN KAKU (RIGID PAVEMENT)
UNTUK PENINGKATAN JALAN PADA RUAS SUKODADI-SUMBERWUDI
KAB. LAMONGAN MENGGUNAKAN METODE BINA MARGA**
(Muhammad Agus Mahardika, Siswoyo)

Halaman ini sengaja dikosongkan

Halaman ini sengaja dikosongkan