

PERENCANAAN PERKERASAN KAKU (*RIGID PAVEMENT*) UNTUK PENINGKATAN JALAN LAKARSANTRI – BENOWO KOTA SURABAYA DENGAN METODE BINAMARGA

Dwi Erry Nopriyanto¹, Siswoyo²

¹Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, UWKS.

²Dosen Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, UWKS.

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Wijaya Kusuma Surabaya

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

Email :¹ dwerry171@gmail.com ²siswoyosecure@gmail.com

Abstrak : Perencanaan pembangunan Ruas Jalan Lakarsantri – Jalan Benowo Kota Surabaya merupakan akses jalan kolektor yang dilalui oleh pengendara yang masuk dari arah Kabupaten Gresik masuk ke jalan tersebut karena Jalan Lakarsantri dan Jalan Benowo berbatasan langsung dengan Kabupaten Gresik sehingga terjadi peningkatan volume kendaraan yang melewati jalan tersebut. diperlukan perencanaan perkerasan yang tepat agar dapat mengakomodir kendaraan yang melintas dikarenakan perkerasan sebelumnya tidak mampu menahan beban sehingga diperlukan perencanaan jalan agar dapat mengurangi kemacetan lalu lintas dan kerusakan jalan tersebut, dengan harapan dapat meningkatkan kapasitas jalan di daerah tersebut sehingga umur rencana jalan menjadi lebih lama lagi. Dari hasil perhitungan tebal perkerasan 27,5 cm lapis pondasi bawah berupa lean mix concrete setebal 10 cm, Lapis Drainase (LFA Kelas A) setebal 15 cm. Sambungan dowel berdiameter 35 mm, panjang 455 mm dan jarak 305 mm. Sambungan memanjang batang pengikat *tie bars* berdiameter 16 mm, panjang 700 mm dan jarak batang pengikat 750 mm. Tulangan memanjang berdiameter 12 mm dengan jarak 300 mm tulangan melintang berdiameter 12 mm dengan jarak 300 mm. untuk pembangunan sebesar Rp. 126.065.506.170. (Seratus Dua Puluh Enam Milyar Enam Puluh Lima Juta Limaratus Enam Ribu Seratus Tujuh Puluh Rupiah)

Kata Kunci : Perkerasan Kaku, PKJI 2014, Bina Marga, Manual Desain Perkerasan 2017, Rencana Anggaran Biaya.

1. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Jalan merupakan infrastruktur yang menghubungkan satu daerah dengan daerah yang lain yang sangat penting dalam system pelayanan masyarakat. (Wirahadikusumah, 2007). Lapis perkerasan jalan berfungsi untuk menerima beban lalu lintas dan menyebarkan ke lapis dibawahnya kemudian diteruskan ketanah dasar. Perkerasan kaku mempunyai beberapa keuntungan antara lain, cocok untuk lalu lintas berat, lebih tahan terhadap cuaca panas, tidak terjadi deformasi dan tahan terhadap pengaruh air. Kelemahan pada perkerasan kaku antara lain pada masa pelaksanaan, karena setelah pengecoran diperlukan waktu sekitar 30 hari untuk mencapai kekuatan rencana sebelum dibuka untuk lalu lintas. Keunggulan penggunaan konstruksi perkerasan kaku (*rigid pavement*) sebagai konstruksi jalan raya adalah dari segi umur konstruksi yang lebih lama dibandingkan dengan konstruksi perkerasan lentur sehingga pelebaran jalan tercipta suasana yang aman, lancar, tepat dan efisien serta ekonomis Pada perbaikan tanah. tubuh jalan

lakarsantri - benowo diambil data tanah pada lokasi yang terkena kerusakan. Perkerasan kaku sendiri adalah salah satu jenis perkerasan yang menggunakan bahan ikat portland, plat beton, dengan atau tanpa pondasi bawah. Beban lalu lintas sebagian besar dipikul oleh plat beton (Tenrianjeng,A.T,1999). Berdasarkan pengamatan penulis, Alasan pemilihan lokasi Jalan Lakarsantri – Benowo ini sebagai bahan perencanaan dikarenakan kepadatan lalu lintas di jalan tersebut setiap tahunnya mengalami peningkatan, sehingga menimbulkan banyak jalan yang mengalami kerusakan. dari kerusakan yang ringan hingga kerusakan yang berat. Kerusakan tersebut disinyalir dikarenakan jalan tersebut sudah tidak mampu menerima beban yang melintas. Selain itu mungkin adanya faktor lain yang menyebabkan Jalan Lakarsantri – Benowo Kota Surabaya selalu mengalami kerusakan salah satunya ialah nilai daya dukung tanah yang kurang memenuhi syarat di daerah tersebut. Selama ini di jalan tersebut hanya dilakukan perawatan seperti penambalan pada jalan yang berlubang, dan

PERENCANAAN PERKERASAN KAKU (*RIGID PAVEMENT*) UNTUK PENINGKATAN JALAN LAKARSANTRI – BENOWO KOTA SURABAYA DENGAN METODE BINAMARGA

(Dwi Erry Nopriyanto, Siswoyo)

perawatan tersebut tidak bertahan lama sehingga jalan kembali mengalami kerusakan. Oleh karena itu perlu adanya penanganan khusus seperti perencanaan perkerasan kaku (*rigid pavement*) agar dapat menambah umur rencana jalan tersebut menjadi lebih lama lagi hingga 20- 40 tahun mendatang. dan diharapkan perencanaan ini dapat direalisasikan oleh badan pengelola jalan agar dapat meningkatkan keamanan dan kenyamanan pengguna jalan tersebut.

1.2. Rumusan Masalah

Rumusan masalah yang akan dibahas pada perencanaan ini adalah sebagai berikut:

1. Berapa ketebalan ideal untuk perkerasan kaku pada peningkatan Jalan Lakarsantri – Benowo Surabaya menggunakan Metode Binamarga ?
2. Berapa rencana anggaran biaya yang diperlukan untuk pekerjaan tersebut, bila dilaksanakan tahun 2022 ?

1.3. Tujuan Perencanaan

Tujuan dari perencanaan ini ialah sebagai berikut :

- 1) Mengetahui ketebalan ideal untuk perkerasan kaku pada peningkatan Jalan Lakarsantri – Benowo Surabaya.
- 2) Mengetahui rencana anggaran biaya pekerjaan peningkatan Jalan Lakarsantri – Benowo Surabaya bila dilaksanakan di tahun 2022.

1.4. Manfaat Perencanaan

Manfaat dari perencanaan ini ialah sebagai berikut :

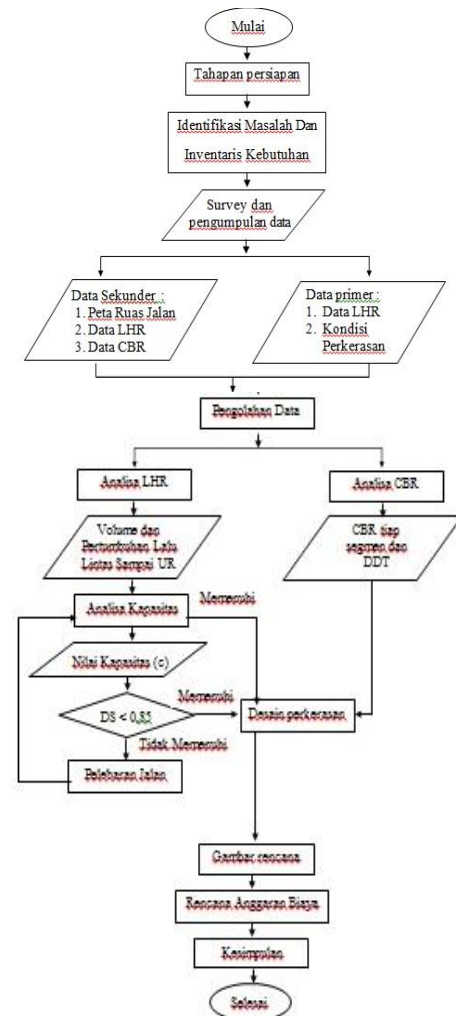
- 1) Dapat mengetahui perencanaan *rigid pavement* di Jalan Lakarsantri – Benowo Kota Surabaya
- 2) Dapat dijadikan referensi untuk penelitian selanjutnya dan di gunakan sebagai pertimbangan dalam perbaikan maupun pemeliharaan Jalan Lakarsantri – Benowo dimasa mendatang

1.5. Batasan Masalah

Mengingat permasalahan jalan yang begitu luas maka penulis memberikan batasan masalah sebagai berikut :

- 1) Tidak merencanakan desain bangunan pelengkap seperti jembatan, saluran drainase, dan gorong-gorong.
- 2) Rencana anggaran biaya hanya dibatasi pada konstruksi perkerasan

2. METODOLOGI



Gambar 1. Bagan Alir Metodologi perencanaan

3. DATA DAN ANALISA DATA

3.1. Data

Data yang digunakan dalam analisa perhitungan ini didapatkan dari data primer yang diperoleh berdasarkan pengamatan secara langsung 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 – 6+700 ruas Jalan Lakarsantri Kota Surabaya
- 2) Data sekunder : data yang didapatkan dari pihak terkait atau instansi berupa data tanah pada STA 00+00 – 6+700 ruas Jalan Lakarsantri – Jalan Benowo Kota Surabaya dan data lalu lintas.

3.1.1 Data Lalu Lintas Harian Rata-Rata

Data lalu lintas didapat berdasarkan data primer yang diperoleh dari survey lalu lintas di lokasi studi yakni pada ruas Jalan Lakarsantri – Benowo Kota Surabaya. Hasil survey tersebut dapat dilihat pada Tabel berikut.

Tabel 1. Data LHR

WAKTU	MC	MP	Bus kecil	Bus besar	Truk 2 Sumbu	Truk 3 Sumbu	Truk Gandeng	Truk Trailer
06.00-07.00	1748	215	1	4	30	1		
07.00-08.00	3217	560	3	10	34	3		
08.00-09.00	2215	597	4	3	64	2		
09.00-10.00	1314	458	8	6	68	6		
10.00-11.00	1378	474	5	4	62	2	1	
11.00-12.00	1120	432	3	4	73	5		
12.00-13.00	1890	483	9	5	77	5		1
13.00-14.00	1885	476	2	5	66	3		
14.00-15.00	2340	435	3	6	54	2	1	
15.00-16.00	1722	567	2	4	90	1		
16.00-17.00	3346	753	8	9	78	1		
17.00-18.00	2798	616	7	8	52	3		
JUMLAH:	24973	6066	55	68	748	34	2	1

(Sumber : hasil survey)

3.1.2 Data CBR

Data CBR yang digunakan adalah yang diperoleh dari Dinas Pematuan Dan Pekerjaan Umum Bina Marga Kota Surabaya. Berikut merupakan tabel yang berisi nilai CBR pada STA 00+00 – 6+700 ruas Jalan Lakarsantri – Benowo Kota Surabaya :

Tabel 2. Data CBR

No	TP	CBR (%)
1	TP1	2,83
2	TP2	2,40
3	TP3	2,67
4	TP4	3,33
5	TP5	3,67
6	TP6	2,22
7	TP7	2,04
8	TP8	2,27
9	TP9	11,00
10	TP10	8,00
11	TP11	7,22
12	TP12	12,50
13	TP13	12,33
14	TP14	8,00
15	TP15	7,56
16	TP16	7,11

(Sumber : DPUM-SURABAYA TH 2019)

3.2. Analisa Data

Analisa data yang dimaksud adalah pengolahan data sekunder maupun primer darai data tanah, maupun data lalu lintas harian rata-rata untuk memenuhi standart dari sebuah perencanaan perkerasan kaku sesuai dengan metode yang digunakan.

3.2.1 Analisa Data Lalu Lintas

Dalam analisa data lalu lintas dibutuhkan hasil perhitungan dari kapasitas dasar (Co), faktor penyesuaian akibat lebar jalur lalu lintas (FCIJ), faktor penyesuaian akibat pemisah arah (FCPA) dan faktor penyesuaian akibat hambatan samping untuk mendapatkan analisa penentuan kapasitas pada kondisi lapangan. Dari serangkaian data tersebut akan digunakan untuk menentukan nilai derajat kejenuhan (DS) pada kondisi jalan.

a. Menentukan Kapasitas Dasar (Co)

Kapasitas dasar jalan dapat ditentukan dengan mengetahui dan melihat tipe alinyemen datar diperoleh kapasitas dasar (Co) yaitu **3100** smp/jam.

b. Menentukan Faktor Penyesuaian Kapasitas Akibat Lebar Jalan Lalu Lintas (FCIJ)

Dari tabel faktor penyesuaian akibat lebar jalur lalu lintas untuk tipe jalan 2/2 UD dengan lebar efektif pada tabel sebesar 8 meter, maka didapatkan nilai (FCIJ) yaitu 1,08.

c. Menentukan Faktor Penyesuaian Kapasitas Akibat Pemisah Arah (FCPA)

Pada data lalu lintas yang didapatkan bahwa ruas Jalan Lakarsantri – Benowo Kota Surabaya untuk faktor penyesuaian kapasitas pemisah arah adalah 50% - 50%, dan untuk nilai (FCPA) yang didapat dari tabel sebesar = 1,00.

d. Menentukan Faktor Penyesuaian Kapasitas Akibat Hambatan Samping (FCHS)

Berdasarkan data jalan dan hasil survei lapangan, dapat ditentukan bahwa Ruas Jalan Lakarsantri – Benowo Kota Surabaya terdapat pemukiman, perbukitan, dan pertokoan sehingga kelas hambatan samping pada lokasi dapat dikategorikan pada kelas rendah (L). Dari tabel faktor penyesuaian akibat hambatan samping (FCHS) untuk tipe jalan 2 jalur 2 arah (2/2 UD) dengan kelas hambatan samping rendah dengan adanya bahu jalan selebar 2 m, sehingga nilai (FCHS) = 1,00

PERENCANAAN PERKERASAN KAKU (*RIGID PAVEMENT*) UNTUK PENINGKATAN JALAN LAKARSANTRI – BENOWO KOTA SURABAYA DENGAN METODE BINAMARGA

(Dwi Erry Nopriyanto, Siswoyo)

e. Menentukan Nilai Kapasitas (C)

$$C = C_o \times FCIJ \times FCPA \times Fchs$$

Data :

1. Sesuai nilai C_o = 3100 smp/jam
2. Sesuai nilai FCIJ = 1,08
3. Sesuai nilai FCPA = 1,00
4. Sesuai nilai FCHS = 1,00
= 3100 smp/jam x 1,08 x 1,00 x 1,00
= 3348 smp/jam

f. Menentukan Derajat Kejenuhan(DS)

$$DS = Q / C$$

$$Q = LHR \times k \times EMP$$

Data :

1. LHR sesuai data primer lalu lintas 2021
2. $i = 3,50$
3. $k = 0,11$
4. EMP.....

Berikut ini adalah contoh dan tabel perhitungan DS pada kondisi jalan.

Tabel 3. Hasil Perhitungan Derajat Kejenuhan (DS) Pada Tahun 2021

No	Jenis Kendaraan	LHR 2 Arah	K	EMP	Q (Smp/Jam)	C	DS
1	MC	24973		0,5	1374		
2	MP	6066		1,3	867		
3	Bus Kecil	55		1,3	8		
4	Bus Besar	68		1,5	11		
5	Truk 2 Sumbu	748	0,11	2,5	206	3348	0,74
6	Truk 3 Sumbu	34		2,5	9		
7	Truk Gandeng	2		2,5	0,55		
8	Truk Trailer	1		2,5	0,3		
JUMLAH		31947			2475,85		

(Sumber : Analisa Dan Perhitungan)

Tabel 4. Hasil Perhitungan Derajat Kejenuhan (DS) Pada Tahun 2061

No	Jenis Kendaraan	LHR 2 Arah	K	EMP	Q (Smp/Jam)	C	DS
1	MC	98873		0,5	5437		
2	MP	24017		1,3	3434		
3	Bus Kecil	217		1,3	31		
4	Bus Besar	269		1,5	44		
5	Truk 2 Sumbu	2881	0,11	2,5	792	3348	2,93
6	Truk 3 Sumbu	133		2,5	36		
7	Truk Gandeng	8		2,5	2		
8	Truk Trailer	4		2,5	1		
JUMLAH		126401			9777		

(Sumber : Analisa Dan Perhitungan)

Dari hasil perhitungan tersebut diketahui bahwa nilai derajat kejenuhan (DS) dari tahun 2025 - 2061 berada pada nilai $\geq 0,85$, maka dapat disimpulkan Bahwa Jalan Lakarsantri – Benowo Kota Surabaya selama umur perencanaan

peningkatan jalan membutuhkan pelebaran jalan.

3.2.2 Analisa Rencana Pelebaran Jalan

Untuk mendapatkan kapasitas jalan sesuai umur rencana dan Jalan Lakarsantri- Benowo Kota Surabaya dianggap layak untuk menampung arus lalu lintas maka diperlukan rencana pelebaran jalan dengan spesifikasi sebagai berikut :

1. Perkembangan lalu lintas per tahun : 3,5 %
2. Lebar bahu efektif : 2 m
3. Tipe jalan rencana : Jalan dua jalur 4 lajur 2 arah tak terbagi (4/2 TT)
4. Lebar jalan rencana : 7,5 m / jalur
5. Umur rencana : 40 tahun
6. Fungsi jalan : Kolektor
7. Tipe medan : Datar

a. Kapasitas dasar jalan (CO)

Jika kapasitas jalan 4 lajur atau lebih dapat ditentukan kapasitas per lajur dan arus dipisahkan per arah nilai kapasitas dasar dapat dilihat pada tabel dibawah ini :

Maka didapat nilai (CO) : $1900 \times 4 = 7600$ smp/jam

b. tipe jalan 4/2 UD dengan lebar efektif sebesar 3,75 meter / lajur (FCIJ) = **1,03**

c. Faktor Penyesuaian Kapasitas Akibat Pemisah Arah (FCPA) 50 % - 50 % = **1,00**

d. Faktor Penyesuaian Kapasitas Akibat Hambatan Sampung(FCHS) rendah = **1,01**

e. Menentukan Nilai Kapasitas (C)

$$C = C_o \times FCIJ \times FCPA \times Fchs$$

Data :

8. Sesuai nilai C_o = 7600 smp/jam
9. Sesuai nilai FCIJ = 1,08
10. Sesuai nilai FCPA = 1,00
11. Sesuai nilai FCHS = 1,00
= 7600 smp/jam x 1,03 x 1,00 x 1,00 = 7906,28 smp/jam

Dari data diatas dapat kita ketahui derajat kejenuhan (DS) pada kondisi jalan setelah perencanaan pelebaran jalan 4/2 TT dengan Tabel berikut :

Tabel 5. Hasil Perhitungan Derajat Kejenuhan (DS) Pada Tahun 2021 Setelah Pelebaran Jalan

No	Jenis Kendaraan	LHR 2 Arah	K	EMP	Q (Smp/Jam)	C	D
1	MC	24973		0,5	1374		
2	MP	6066		1,3	867		
3	Bus Kecil	55		1,3	8		
4	Bus Besar	68	0,11	1,5	11	7906,28	0
5	Truk 2 Sumbu	748		2,5	165		
6	Truk 3 Sumbu	34		2,5	7		
7	Truk Gandeng	2		2,5	0,44		
8	Truk Trailer	1		2,5	0,22		
JUMLAH		31947			2432,66		

(Sumber : Analisa Dan Perhitungan)

Tabel 6. Hasil Perhitungan Derajat Kejenuhan (DS) Pada Tahun 2051 Setelah Pelebaran Jalan

No	Jenis Kendaraan	LHR 2 Arah	K	EMP	Q (Smp/Jam)	C	D
1	MC	70094		0,5	3855		
2	MP	17026		1,3	2434		
3	Bus Kecil	154		1,3	22		
4	Bus Besar	191	0,11	1,5	31	7906,28	0,8
5	Truk 2 Sumbu	2099		2,5	461		
6	Truk 3 Sumbu	95		2,5	21		
7	Truk Gandeng	6		2,5	1,23		
8	Truk Trailer	3		2,5	0,62		
JUMLAH		89668			6825,85		

(Sumber : Analisa Dan Perhitungan)

Dari hasil perhitungan tersebut diketahui bahwa nilai derajat kejenuhan (DS) dari tahun 2021 - 2051 (30 tahun) berada pada nilai < 0,85 maka dapat disimpulkan bahwa jalan Lakarsantri – Benowo Kota Surabaya memenuhi kapasitas jalan dan dianggap layak untuk menampung arus lalu lintas hingga umur 30 tahun, dan pada tahun 2052-2061 berada pada nilai > 0,85 maka harus ada pengurangan kendaraan dengan melakukan pengalihan jalur untuk truk 2 sumbu dan truk 3 sumbu.

3.2.3 Analisa Data CBR

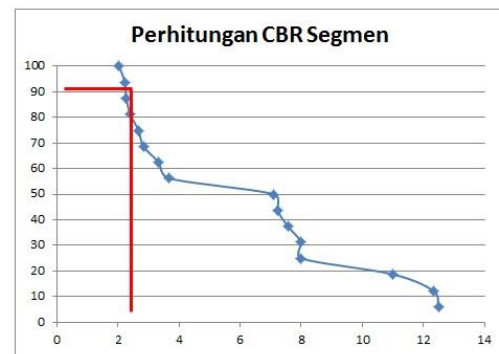
Analisa data CBR dibutuhkan untuk mengetahui besarnya daya dukung tanah dasar karena mutu dan daya bahan suatu konstruksi perkerasan tidak lepas dari sifat tanah dasar. Di perencanaan ini menggunakan metode grafis 90 % dan analitis.

1. Perhitungan CBR segmen dengan cara grafis

Tabel 7. perhitungan CBR dengan cara grafis

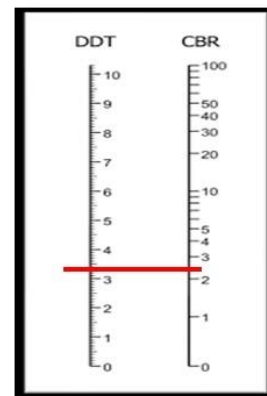
CBR	Nilai CBR Setelah Diurutkan	Jumlah Yang Sama Atau Lebih Besar	Presentase Yang Sama Atau Lebih Besar (%)
-1	-2	-3	$(4)-(3)/n \times 100\%$
2,83	2,04	16	100
2,40	2,22	15	93,75
2,67	2,27	14	87,5
3,33	2,40	13	81,25
3,67	2,67	12	75
2,22	2,83	11	68,75
2,04	3,33	10	62,5
2,27	3,67	9	56,25
11,00	7,11	8	50
8,00	7,22	7	43,75
7,22	7,56	6	37,5
12,50	8,00	5	31,25
12,33	8,00	4	25
8,00	11,00	3	18,75
7,56	12,33	2	12,25
7,11	12,50	1	6,25

(Sumber : Analisa Dan Perhitungan)



Gambar 2. CBR Desain Tanah Dasar

Dari data grafik diperoleh nilai CBR 90% sebesar 2,2 %, Maka nilai daya dukung tanah, sebagai berikut :



Gambar 3. nilai DDT dari nilai CBR 90%

PERENCANAAN PERKERASAN KAKU (*RIGID PAVEMENT*) UNTUK PENINGKATAN JALAN LAKARSANTRI – BENOWO KOTA SURABAYA DENGAN METODE BINAMARGA

(Dwi Erry Nopriyanto, Siswoyo)

Didapatkan nilai DDT = 3,3

2. Perhitungan CBR dengan cara analitis

Diketahui data CBR sebagai berikut :

CBR rata-rata :

$$= 2,04 + 2,22 + 2,27 + 2,4 + 2,67 + 2,83 + 3,33 + 3,67 + 7,11 + 7,22 + 7,56 + 8 + 8 + 11 + 12,33 + 12,5 / 16 = 5,94$$

CBR max = 12,5

CBR min = 2,05

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

Tabel 8. nilai R untuk perhitungan 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)

$$\begin{aligned} \text{CBR segmen} &= \text{CBR rata-rata} - \frac{\text{CBR Max} - \text{CBR Min}}{R} \\ &= 5,94 - \frac{12,5 - 2,05}{3,18} \\ &= 2,65 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{DDT} &= 4,3 \log \text{CBR} + 1,7 \\ &= 4,3 \log 2,65 + 1,7 \\ &= 3,51 \end{aligned}$$

Dari hasil perhitungan CBR segmen didapatkan nilai sebesar 2,65 yakni < 4 oleh karena itu perlu adanya perbaikan subgrade dengan cara penambahan leveling dengan sirtu yakni sebesar 30%

3.3. Perencanaan Desain Perkerasan

Perhitungan faktor lajur pertumbuhan lalu lintas dihitung sesuai dengan umur rencana yang sudah ditentukan yaitu UR = 40 tahun jalan Lakarsantri – Benowo Kota Surabaya berdasarkan data MDP 2017, jalan tersebut merupakan jalan di pulau jawa sehingga didapatkan $i = 3,5\%$ berikut adalah perhitungan faktor lajur pertumbuhan lalu lintas dengan

menggunakan metode Manual Desain Perkerasan 2017 :

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

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

$$R = 40,3$$

Jadi, nilai faktor pertumbuhan lalu lintas atau nilai (R) pada Jalan Lakarsantri – Benowo berdasarkan perhitungan menggunakan metode Manual Desain Perkerasan 2017 yaitu sebesar 40,3.

3.3.1 Menentukan Nilai VDF (*Vehicle Damage Factor*)

Untuk nilai VDF sendiri mengacu pada VDF dalam manual desain perkerasan tahun 2017.

Tabel 9. nilai VDF

Jenis Kendaraan	VDF
Gol 5a	0,3
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

Untuk menentukan faktor distribusi lajur mengacu pada **Tabel 10** prosentase untuk 1 lajur setiap satu arah didapatkan faktor distribusi lajur sebesar 80 % ($D_L = 80\%$).

Tabel 10. faktor distribusi lajur (D_L)

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

(Sumber : Manual Desain Perkerasan 2017)

3.3.3 Faktor Distribusi Arah

Faktor distribusi arah untuk perencanaan perkerasan kaku dengan umumnya menggunakan Manual Desain Perkerasan tahun 2107 adalah $D_D = 0,5$, kecuali pada lokasi – lokasi yang jumlah kendaraan niaga cenderung lebih tinggi pada satu arah tertentu

3.3.4 Menghitung nilai CESAL (Cumulative Equivalent Single Axle Load)

Beban sumbu standart kumulatif atau *Cumulative Equivalent Single Axle Load* (CESAL) merupakan jumlah kumulatif beban sumbu lalu lintas desain pada lajur desain selama umur rencana, dapat dilihat pada persamaan berikut :

$$CESAL = (LHR_{jk} \times VDF_{jk}) \times 365 \times D_D \times D_L \times R$$

Keterangan :

LHR_{jk} : LHR Jenis Kendaraan

VDF_{jk} : Vehicle Damage Faktor

D_D : Faktor Distribusi Arah

D_L : Faktor Distribusi Lajur

R : Faktor Pertumbuhan Lalu Lintas

365 : Hari dalam 1 tahun

a. Gol 5a

$$ESA = (LHR_{jk} \times VDF_{jk}) \times 365 \times D_D \times D_L \times R$$

$$ESA = (55 \times 0,3) \times 365 \times 0,5 \times 0,8 \times 40,3$$

$$ESA = 97082,7$$

b. Gol 5b

$$ESA = (LHR_{jk} \times VDF_{jk}) \times 365 \times D_D \times D_L \times R$$

$$ESA = (68 \times 1) \times 365 \times 0,5 \times 0,8 \times 40,3$$

$$ESA = 400098,4$$

c. Gol 6b

$$ESA = (LHR_{jk} \times VDF_{jk}) \times 365 \times D_D \times D_L \times R$$

$$ESA = (748 \times 0,8) \times 365 \times 0,5 \times 0,8 \times 40,3$$

$$ESA = 3520865,92$$

d. Gol 7a

$$ESA = (LHR_{jk} \times VDF_{jk}) \times 365 \times D_D \times D_L \times R$$

$$ESA = (34 \times 7,6) \times 365 \times 0,5 \times 0,8 \times 40,3$$

$$ESA = 1520373,92$$

e. Gol 7b

$$ESA = (LHR_{jk} \times VDF_{jk}) \times 365 \times D_D \times D_L \times R$$

$$ESA = (2 \times 36,9) \times 365 \times 0,5 \times 0,8 \times 40,3$$

$$ESA = 434224,44$$

f. Gol 7c

$$ESA = (LHR_{jk} \times VDF_{jk}) \times 365 \times D_D \times D_L \times R$$

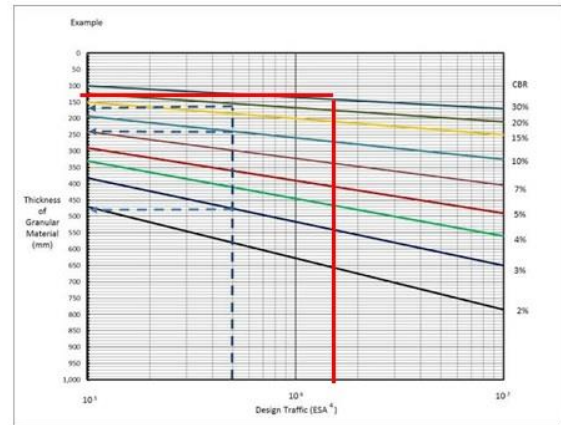
$$ESA = (1 \times 13,6) \times 365 \times 0,5 \times 0,8 \times 40,3$$

$$ESA = 160039,36$$

Tabel 11. CESAL Rencana

Jenis Kendaraan	LHR 2021	VDF	Jumlah Hari				ESA
			Dalam 1 Tahun	DD	DL	R	
Gol 5a	55	0,3	365	0,5	0,8	40,3	97082,7
gol 5b	68	1	365	0,5	0,8	40,3	400098,4
gol 6a	748	0,8	365	0,5	0,8	40,3	3520865,92
gol 7a	34	7,6	365	0,5	0,8	40,3	1520373,92
gol 7b	2	36,9	365	0,5	0,8	40,3	434224,44
gol 7c	1	13,6	365	0,5	0,8	40,3	160039,36
CESAL 2021 - 2061							6132684,74

(Sumber : Hasil Perhitungan)



Gambar 4. Nomogram Tebal Perkerasan

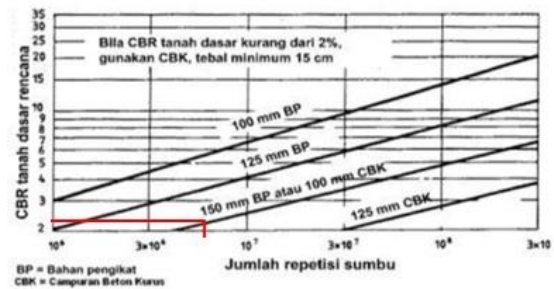
Tebal perkerasan perlu :

CBR segmen : 2,2 %

CESAL : = 6 x 10⁶

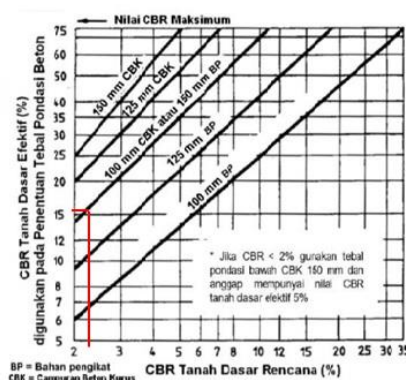
CBR agregat base A : 30 %

Diperoleh tebal agregat base : 125 mm



Gambar 5. Tebal Pondasi Bawah Minimum

didapatkan tebal pondasi bawah minimum adalah sebesar 100 mm LMC (*Lean Mix Concrete*) langka selanjutnya ialah menentukan CBR efektif tanah dasar.

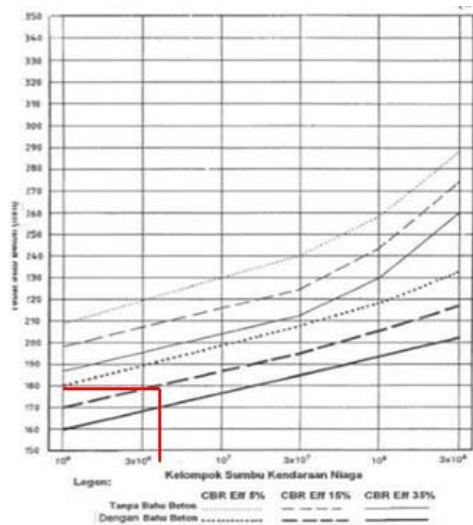


Gambar 6. CBR Tanah Dasar Efektif

Hasil taksiran pada grafik menunjukkan bahwa CBR efektif tanah dasar 16% dengan tebal 100 mm LMC

PERENCANAAN PERKERASAN KAKU (*RIGID PAVEMENT*) UNTUK PENINGKATAN JALAN LAKARSANTRI – BENOWO KOTA SURABAYA DENGAN METODE BINAMARGA

(Dwi Erry Nopriyanto, Siswoyo)



Gambar 7. Taksiran Tebal Plat Beton

diperoleh tebal plat beton sebesar 18 cm, untuk memastikan tebal plat dapat dilihat pada tabel 11 tebal perkerasan rencana dengan metode manual desain perkerasan 2017.

3.4. Menentukan Tebal Perkerasan Kaku

Penentuan tebal lapisan perkerasan kaku yaitu dari hasil beban kumulatif lalu lintas/*Cumulative Equivalent Single Axle Load* (CESAL) disesuaikan dengan tabel perkerasan Manual Desain Perkerasan 2017 seperti berikut

Tabel 12. Tebal Lapisan Perkerasan

Struktur Perkerasan	R1	R2	R3	R4	R5
Kelompok Sumbu Kendaraan Berat	<4,3 x 10 ⁶	<8,6 x 10 ⁶	<25,8 x 10 ⁶	<43 x 10 ⁶	<86 x 10 ⁶
Dowel Dan Bahu Beton	Ya				
STRUKTUR PERKERASAN (mm)					
Tebal Pelat Beton	265	275	285	295	305
Lapis Pondasi LMC				100	
Lapis Drainase (LFA kelas A)				150	

(Sumber : analisa dan Hasil Perhitungan)

Berdasarkan hasil dari tabel diatas, untuk nilai total kumulatif yang dihasilkan dari perhitungan *Cumulative Equivalent Single Axle Load* (CESAL). Dengan nilai total kumulatif tersebut didapatkan struktur perkerasan golongan R2 dengan kelompok sumbu kendaraan berat < 8,6 x 10⁶ sebagai berikut :

1. Struktur perkerasan : < 8,6 x 10⁶
2. Tebal pelat beton : 275 mm
3. Lapisan pondasi LMC : 100 mm
4. Lapisan agregat kelas A : 150 mm

Karena tebal perkerasan perlu < tebal perkerasan rencana, maka untuk pelaksanaan perencanaan perkerasan kaku di Jalan Lakarsantri – Benowo Kota Surabaya menggunakan tebal perkerasan rencana.

3.5. Perhitungan Sambungan Dan Tulangan

Dari hasil perhitungan berdasarkan Metode Manual Desain Perkerasan 2017 didapatkan tebal pelat beton sebesar 275 mm, kemudian akan direncanakan menggunakan jenis perkerasan kaku bersambung dengan tulangan.

3.5.1 Perhitungan batang pengikat (*tie bars*)

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

- Lebar jalan = 15 m
- Lebar lajur (b) = 7,5 m
- Tebal plat (h) = 0,275

$$At = 204 \times b \times h$$

$$= 204 \times 7,5 \times 0,275$$

$$= 420,75 \text{ mm}^2$$

Direncanakan sambungan menggunakan tulangan ulir D 16 mm dengan jarak 75 cm maka luasnya didapatkan :

$$At = 0,25 \times \pi \times d^2$$

$$= 0,25 \times \pi \times 16^2$$

$$= 200,96 \text{ mm}^2$$

Kebutuhan sambungan memanjang per meter nya :

$$\frac{At}{A_{pakai}} = \frac{420,75}{200,96} = 2,09 = 2 \text{ buah}$$

Panjang batang pengikat :

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

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

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

Maka diperoleh :

- Diameter *Tie Bars* = D 16 mm
- Panjang *Tie Bars* = 700 mm
- Jarak *Tie Bars* = 750 mm

3.5.2 Sambungan Dengan Dowel

Pemilihan batang pengikat atau dowel ditentukan berdasarkan tabel di bawah ini :

Tabel 13 Tebal Lapisan Perkerasan

Tebal Plat Perkerasan		Dowel					
		Diameter		Panjang		Jarak	
inch	mm	inch	mm	inch	mm	inch	mm
6	150	¾	19	18	450	12	300
7	175	1	25	18	450	12	300
8	200	1	25	18	450	12	300
9	225	1 ¼	32	18	450	12	300
10	250	1 ¼	32	18	450	12	300
11	275	1 ¼	32	18	450	12	300
12	300	1 ½	35	18	450	12	300
13	325	1 ½	35	18	450	12	300
14	350	1 ½	35	18	450	12	300

(Sumber : *Principles of Pavement Design* By Yoder & Witczak, 1975)

Didapatkan ukuran dowel yang digunakan untuk perkerasan yaitu :

- Diameter = Ø 32 mm
- Panjang = 450 mm
- Jarak = 300 mm

3.5.3 Perhitungan penulangan

Dalam menentukan tulangan yang akan digunakan dalam perencanaan perkerasan kaku ini harus memperhatikan parameter dari hasil perencanaan.

- 1) Tebal pelat = 275 mm
- 2) Lebar pelat = 7,50 m (untuk 1 lajur)
- 3) Panjang pelat = 15 meter
- 4) Kuat tarik baja leleh (fy)= 250 Mpa (BJ 41)
- 5) Koefisien gesek antara beton dan pondasi bawah (μ) = 1,0

perhitungan penulangan memanjang dan juga melintang dengan menggunakan hasil dari perhitungan perencanaan sebagai berikut :

a) Tulangan Memanjang

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

$$= \frac{1 \times 15 \times 2400 \times 9,81 \times 0,275}{2 \times (0,6 \times 250)}$$

$$= 323,73 \text{ mm}^2$$

$$As \text{ min} = 0,10\% \times \text{tebal pelat} \times 1000$$

$$= 0,0010 \times 275 \times 1000$$

$$= 275 \text{ mm}^2$$

Digunakan tulangan diameter Ø12 – 300 mm = > As = 376,8 mm²

a) Tulangan Melintang

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

$$= \frac{1 \times 7,5 \times 2400 \times 9,81 \times 0,275}{2 \times (0,6 \times 250)}$$

$$= 161,865 \text{ mm}^2$$

$$As \text{ min} = 0,10\% \times \text{tebal pelat} \times 1000$$

$$= 0,0010 \times 275 \times 1000$$

$$= 275 \text{ mm}^2$$

Digunakan tulangan diameter Ø12 – 320 mm = > As = 353,4 mm²

Keterangan :

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

fs = kuat-tarik ijin tulangan (MPa). Biasanya 0,6 kali tegangan leleh.

g = gravitasi (m/detik²).

h = tebal pelat beton (m)

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

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

μ = koefisien gesek antara pelat beton dan pondasi bawah

Dari hasil perhitungan penulangan diatas digunakan tulangan arah memanjang dengan diameter Ø12 – 300 mm dan tulangan arah melintang dengan diameter Ø12 – 320.

Pemasangan dowel dan tie bar yang dibutuhkan sesuai dengan ketentuan untuk perencanaan menggunakan metode Bina Marga 2003 sebagai berikut :

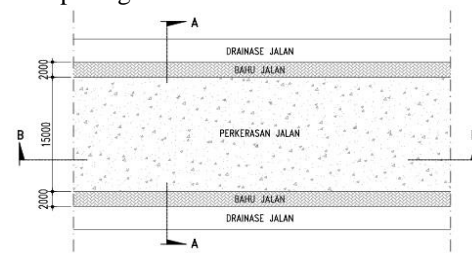
a. Dowel

- Diameter = Ø 32 mm
- Panjang = 450 mm
- Jarak = 300 mm

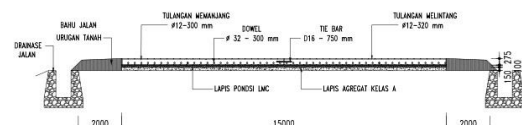
b. Tie Bar

- Diameter = D 16 mm
- Panjang = 700 mm
- Jarak = 750 mm

Berikut adalah hasil perencanaan tulangan dan sambungan per segmen dengan menggunakan SNI perkerasan jalan beton semen 2003 dapat dilihat pada gambar dibawah ini :



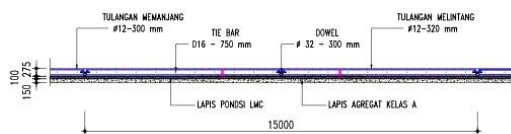
Gambar 8. Denah Perkerasan Jalan



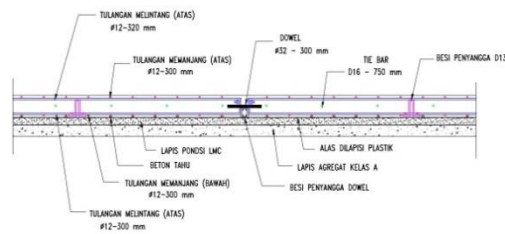
Gambar 9. Potongan Melintang

PERENCANAAN PERKERASAN KAKU (*RIGID PAVEMENT*) UNTUK PENINGKATAN JALAN LAKARSANTRI – BENOWO KOTA SURABAYA DENGAN METODE BINAMARGA

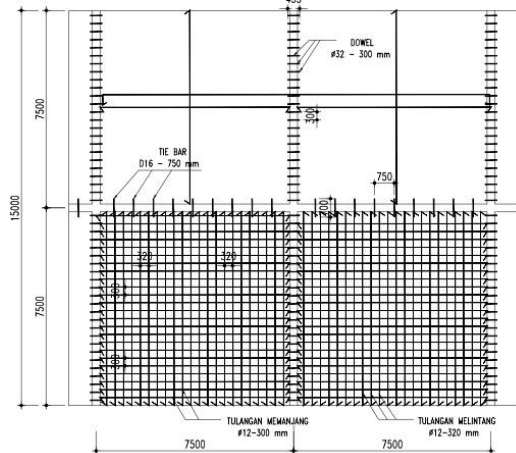
(Dwi Erry Nopriyanto, Siswoyo)



Gambar 10. Potongan Memanjang



Gambar 11. Detail Penulangan



Gambar 12. Detail Tulangan

3.6. Rencana Anggaran Biaya

Tabel 14 Rencana Anggaran Biaya

NO	URAIAN PEKERJAAN	VOLUME	SAT	HARGA SATUAN	JUMLAH HARGA
I PEKERJAAN PERSIAPAN					
1	direksi keet	72	m ²	Rp 2,120,000	Rp 152,640,000
2	mobilsasi peralatan	1	ls	Rp 7,000,000	Rp 7,000,000
3	pengukuran lapangan	1	ls	Rp 2,000,000	Rp 2,000,000
4	pembersihan dan pembongkaran	100500	m ²	Rp 28,542,77	Rp 2,868,548,385
5	pasangan seng gelombang 2 m	400	m ²	Rp 641,104,88	Rp 256,441,952
II PEKERJAAN TANAH					
1	penggalian tanah dengan alat berat	52762,5	m ³	Rp 58,938,77	Rp 3,109,756,852
2	timbunan tanah dengan dan pemadatan	50250	m ³	Rp 259,693,00	Rp 13,049,573,250
III PEKERJAAN LAPIS PERKERASAN					
1	pekerjaan beton K-125	10050	m ³	Rp 1,678,384,70	Rp 16,867,766,235
2	pekerjaan beton K-350	27637	m ³	Rp 2,029,571,75	Rp 56,091,274,455
3	pekerjaan LFA kelas A	15075	m ³	Rp 614,706	Rp 9,266,686,615
IV PEKERJAAN TULANGAN					
1	pekerjaan pembesian tulangan memanjang	297263,8	kg	Rp 14,060	Rp 4,179,529,028
2	pekerjaan pembesian tulangan melintang	278675	kg	Rp 14,060	Rp 5,010,843,400
3	pekerjaan pembesian dowel	190362,5	kg	Rp 14,060	Rp 3,237,181,430
4	pekerjaan pembesian tiebars	36973,5	kg	Rp 14,060	Rp 519,847,410
V PEKERJAAN BEKISTING					
1	pekerjaan bekisting	6379,25	kg	Rp 195,458,85	Rp 1,246,880,865
VI PEKERJAAN PELENGKAP JALAN					
1	marka jalan	2010	m ²	Rp 195,220,55	Rp 392,393,300
	jumlah				Rp 116,258,363,19
	PPn 10%				Rp 11,625,836,318,9
	total biaya				Rp 126,065,506,170,7

(Sumber : analisa dan Hasil Perhitungan)

4. KESIMPULAN DAN SARAN

4.1. Kesimpulan

Berdasarkan dari hasil pembahasan dan perhitungan perencanaan Jalan Lakarsantri – Benowo Kota Surabaya dengan menggunakan Rigid Pavement kesimpulan sebagai berikut :

- Dari hasil perhitungan tebal perkerasan kaku menggunakan metode Bina Marga Manual Desain Perkerasan Tahun 2017 diperoleh :
 - tebal perkerasan 27,5 cm
 - lapis pondasi bawah berupa lean mix concrete setebal 10 cm
 - untuk Lapis Drainase (LFA Kelas A) setebal 15 cm.
- Perencanaan rigid pavement Jalan Lakarsantri – Benowo kota Surabaya pada STA 00+00 – 6+700 dengan lebar 15 m dan panjang 6700 meter memerlukan biaya untuk pembangunan sebesar Rp. 126.065.506.170. (Seratus Dua Puluh Enam Milyar Enam Puluh Lima Juta Limaratus Enam Ribu Seratus Tujuh Puluh Rupiah)

4.2. Saran

Berdasarkan dari kesimpulan diatas maka saran yang dapat diambil yaitu :

- Diharapkan dalam pelaksanaan lapangan untuk menggunakan metode yang sesuai dalam melakukan perencanaan agar lebih efisien untuk mengaplikasikannya karena sangat mempengaruhi kualitas dan kuantitas jalan dengan menggunakan perkerasan kaku.
- Dapat menggunakan acuan lain selain binamarga dengan aturan dan data terbaru yang lebih valid dan mungkin cara yang lebih efisien.
- Untuk mendapatkan konstruksi yang dapat bertahan dan mencapai umur rencana yang diharapkan, hendaknya dilakukan kegiatan perawatan secara berkala sehingga jalan dapat berfungsi sesuai umur rencana bahkan lebih dan dapat meminimal terjadinya kerusakan pada konstruksi jalan tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

Bina Marga, 1980. “Undang-undang Republik Indonesia No. 38 Tahun 2004 Tentang Jalan”, Direktorat Jendral Bina Marga, Jakarta.

Bina Marga, 2017, Manual Desain Perkerasan Jalan Nomor 04/SE/Db/2017. Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta.

- Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Bina Marga “*Buku Petunjuk Teknis Analisa Biaya Harga Satuan Pekerjaan Surabaya.*”
- Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Bina Marga “*Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia*”, 2014.
- Standar Nasional Indonesia, “Perencanaan Perkerasan Beton Semen”, PD T-14-2003
- Sukirman, 1999, *Perkerasan Lentur Jalan Raya*, Nova, Bandung
- Paus, Made., 2016, “*Evaluasi Kondisi Struktural dan Umur Layanan Perkerasan Kaku (Studi Kasus : Jalan Nasional Ruas Batang- Batas Kendal)*”, Program Studi Sistem dan Teknik Jalan Raya, Institut Teknologi Bandung.
- Tenriajeng, A.T, 1999. “*Rekayasa Jalan Raya-2*”. Penerbit Gunadarma, Jakarta.
- Hamid Abdul., Hamid Wildan2 2020 “*perencanaan perkerasan kaku (rigid pavement) untuk peningkatan ruas jalan brebes – jati barang kabupaten brebes*, Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhadi Setiabudi Brebes.
- Suryawan, Ari, 2009, *Perkerasan Jalan Beton Semen Portland (Rigid Pavement)*, Penerbit Beta Offset Yogyakarta.
- Badan pusat statistik kota Surabaya dalam angka Surabaya municipality in figures 2021 – Bps kota surabaya

**PERENCANAAN PERKERASAN KAKU (*RIGID PAVEMENT*) UNTUK
PENINGKATAN JALAN LAKARSANTRI – BENOWO KOTA SURABAYA
DENGAN METODE BINAMARGA**
(Dwi Erry Nopriyanto, Siswoyo)

Halaman ini sengaja dikosongkan

Halaman ini sengaja dikosongkan