

## STUDI PENGEMBANGAN JALAN *RIGID PAVEMENT*, DI JALAN KUMBANG KECAMATAN BOGOR TENGAH, KOTA BOGOR

Muhamad Miftah Awaludin<sup>1</sup>, Muhamad Lutfi<sup>2</sup>, Rulhendri<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Program Studi Teknik Sipil, Universitas Ibn Khaldun Bogor

Email: <sup>1</sup> muhamadfatihh@gmail.com, <sup>2</sup> mlutfi@uika-bogor.ac.id, <sup>3</sup> rulhendri@gmail.com

### ABSTRAK

*Jalan Kumbang merupakan jalan alternatif dari jalan Padjajaran ke Jalan Sancang dan Jalan Lodaya. Kerusakan jalan diakibatkan oleh tingginya lalu lintas kendaraan, banyaknya kendaraan berat yang melintas, juga akibat saluran drainase yang tidak dapat menampung volume air sehingga air melimpas ke jalan. Proses perawatan (maintenance) berupa penambalan dengan aspal (overlay) sudah dilakukan oleh Dinas Bina Marga Kota Bogor akan tetapi hal tersebut belum maksimal. Solusi terbaik adalah dengan metode rigid pavement berdasarkan perhitungan dengan metode NAASRA (1979). Metode perencanaan perkerasan meliputi pengumpulan data primer seperti hasil pengukuran jalan eksisting dan data pengamatan volume lalu lintas harian rata-rata, sedangkan data sekunder seperti: data CBR tanah dan data angka pertumbuhan lalu lintas tahunan dari DLLAJ Kota Bogor. Berdasarkan hasil perhitungan dengan metode NAASRA, tebal perkerasan minimum yang digunakan adalah 15 cm, digunakan tebal perkerasan sebesar 20 cm. Penulangan menggunakan D12 mm dengan jarak 250 mm dan tulangan melintang tulangan D16 dengan jarak 300 mm. Dowel atau Ruji yang dipakai dengan diameter 250 mm, panjang 450 mm, dan jarak 300 mm, Penulangan tie bar maksimum yang digunakan sesuai metode ASSHTO bila jarak 3 meter dengan besi D12 maka jarak maksimum adalah 120 mm.*

**Kata Kunci:** perencanaan perkerasan, tebal perkerasan kaku, metode NAASRA 1979, data lalu lintas harian.

### ABSTRACT

*Jalan Kumbang is an alternative road from Padjajaran Street to Sancang Street and Lodaya Street. Road damage is caused by high vehicle traffic, the large number of heavy vehicles passing through, as well as the drainage channel that cannot accommodate the volume of water so that water spills over to the road. The maintenance process in the form of patching with asphalt (overlay) has been carried out by the Bogor City Highways Agency but this has not been optimal. The best solution is the rigid pavement method based on calculations using the NAASRA method (1979). Pavement planning methods include primary data collection such as the measurement results of existing roads and observation data of average daily traffic volume, while secondary data such as land CBR data and annual traffic growth rate data from DLLAJ Bogor City. Based on the results of calculations using the NAASRA method, the minimum pavement thickness used is 15 cm, 20 cm thick pavement is used. Reinforcement using D12 mm with a distance of 250 mm and cross-reinforcing reinforcement D16 with a distance of 300 mm. Dowel or bars are used with a diameter of 250 mm, a length of 450 mm, with distance of 300 mm, the maximum tie bar reinforcement used is according to the ASSHTO method if the distance is 3 meters with D12 iron, the maximum distance is 120 mm.*

**Keywords:** pavement planning, rigid pavement, NAASRA 1979 method, daily traffic data.

### 1. PENDAHULUAN

Jalan Kumbang merupakan jalan alternatif yang menghubungkan antara Jalan Padjajaran, jalan menuju IPB D3 (Institut Pertanian Bogor), Jalan Bogor Baru dan Jalan Lodaya. Jalan yang sudah diperkeras dengan perkerasan aspal ini seringkali mengalami kerusakan, walau pun upaya perbaikan kerusakan jalan telah dilakukan beberapa kali. Kerusakan tersebut dipengaruhi oleh tingginya volume kendaraan yang melintas, banyaknya kendaraan berat, serta faktor saluran drainase tidak dapat menampung volume air sehingga air melimpas ke jalan, sedangkan posisi saluran di beberapa titik memiliki posisi yang lebih tinggi dari jalan yang ada.

Berdasarkan dari masalah tersebut, metode perbaikan terhadap kondisi eksisting Jalan Kumbang Kecamatan Bogor Tengah yang rusak

adalah dengan melakukan perkerasan kaku (*rigid pavement*). Tujuan penelitian ini adalah untuk menentukan tebal perkerasan kaku (*Rigid Pavement*) yang sesuai dengan kondisi eksisting menggunakan metode perhitungan NAASRA (*Nastional Assotiation of Australian State Road Authorities*) 1979.

### 2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan mulai tanggal 8 Agustus 2017. Tahapan penelitian meliputi studi literatur, pengumpulan data primer dengan cara survei jumlah rata-rata kendaraan, pengumpulan data sekunder data CBR tanah dan angka pertumbuhan kendaraan pertahun di Kota Bogor. Penelitian dilanjutkan dengan analisis lalu lintas harian rata-rata, penentuan tebal plat beton perkerasan,

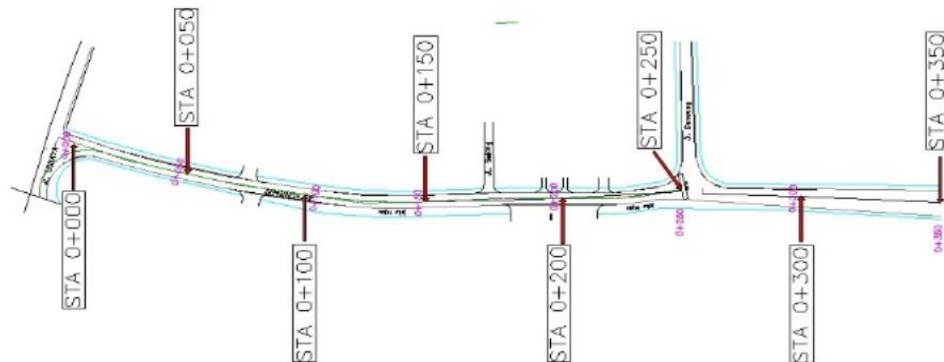
pengolahan nilai *fatigue* dengan metode NAASRA, dan perhitungan penulangan plat beton.

Lokasi penelitian ini berada di Jalan Kumbang Kelurahan Babakan Kecamatan Bogor Tengah Kota Bogor, Jawa Barat. Jalan Kumbang memiliki panjang 350 m dan lebar rata-rata 4.5 m

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 3.1 Situasi jalan *eksisting*

Hasil dari pengamatan dan peninjauan lapangan pada lokasi penelitian, Jalan Kumbang serta memiliki drainase yang buruk akibat kondisi saluran yang rusak dan sudah lama tidak mengalami perbaikan. Situasi jalan Kumbang diperlihatkan pada gambar 1.



Sumber: Autocad Land development

Gambar 1 Situasi Jalan Kumbang Kota Bogor

**Titik Kerusakan yang ada pada Jalan Kumbang**  
Sebagian lapisan aspal mengalami kerusakan di tengah jalan dan sebagian jalan sudah mengalami

penambalan. Contoh kerusakan yang terjadi di badan jalan dan di saluran drainase diperlihatkan oleh gambar di bawah ini.



(a)



(b)

Sumber: dokumentasi pribadi, 28 Maret 2017

Gambar 2 (a) retakan pada ruas jalan pada STA. 0+250, (b) kerusakan saluran drainase di STA. 0+000

Retakan yang terjadi di badan jalan mengakibatkan air masuk melalui celah – celah retakan sehingga mengurangi daya dukung tanah dasarnya. Dengan demikian, lapisan aspal semakin mudah terbuka dan rusak. Kondisi ini diperparah dengan kerusakan drainase yang berada pada ruas kanan dari STA 0+000 sehingga air hujan meluap ke badan jalan.

#### 3.2 Analisis perhitungan tebal perkerasan kaku

Dalam menentukan tebal plat perhitungan untuk perencanaan Jalan Kumbang untuk memulai menganalisis perencanaan perkerasan kaku (*Rigid Pavement*) dengan menggunakan metode cara NAASRA. Cara ini disesuaikan dengan kondisi Indonesia oleh Bina Marga dalam SKBI: 2.3.28.1988 dan “*pavement Design*” (*A Guide to*

*the Structural Design of Road Pavements*), NAASRA, 1987.

##### 1. *California Bearing Ratio (CBR)*

CBR yang umum digunakan di Indonesia berdasar besaran 6% untuk lapis tanah dasar. mengacu pada spesifikasi (versi Departemen Pekerjaan Umum edisi 2005 dan versi Dinas Pekerjaan Umum DKI Jakarta edisi 2004). Akan tetapi tanah dasar dengan nilai CBR 5 % dan atau 4 % pun dapat digunakan setelah melalui kajian geoteknik, dengan CBR kurang dari 6 % ini jika digunakan sebagai dasar perencanaan tebal perkerasan mengacu pada SNI-03-1731-1989.

## 2. Analisis lalulintas harian rata-rata

Berdasarkan hasil survey lapangan yang dilakukan selama 3 hari dalam kurun waktu tertentu yaitu hari Senin, Kamis dan Minggu

masing-masing pada jam 07.00 – 09.00, 11.00-14.00, dan 15.00-18.00. pada ruas jalan kumbang pada tanggal 8, 10 dan 14 Mei 2017. Berikut hasil dari pengamatan pada Jalan Kumbang.

**Tabel 1** Volume Sumbu Kendaraan Niaga Jalan Kumbang

Jenis Kendaraan	Volume (buah kendaraan)	Beban sumbu (ton)		Konfigurasi Sumbu	
		depan	belakang	depan	belakang
Pick Up / Combi	14	3	6	STRT	STRG
Bus kecil	14	3	6	STRT	STRG
Truck 2As (L) / Micro	13	3	6	STRT	STRG

Sumber: hasil analisis

## 3. Perhitungan Tebal Pelat

Sesuai dengan peranan Jalan Kumbang yang diteliti termasuk dalam kategori jalan lokal atau kolektor dengan tipe jalan 1 lajur 2 arah dengan usia rencana 20 tahun dan angka pertumbuhan lalu lintas 12% per tahun nya hal ini menurut DLLAJ (Dinas Lalu Lintas dan Angkutan Jalan) Kota Bogor tahun 2013, maka perhitungan selanjutnya menjabarkan sebagai berikut:

- (1) Menentukan Mutu Beton Rencana dengan menggunakan rumus yang terdapat dalam metode NAASRA yaitu  $0.62\sqrt{f'c}$  pada perkerasan di Jalan Kumbang, langkah yang dapat diambil adalah sebagai berikut:
- (2) Dengan asumsi mutu beton yang digunakan dengan kuat tekan 28 hari sebesar 350 kg/ cm<sup>2</sup>.

(3) Syarat minimal mutu beton adalah 30 MPa, (Hendarsin, 2000), dengan demikian digunakan K-350 (34 MPa).

(4) Maka

$$0.62 (\text{rumus baku}) \times \sqrt{f'c} = 3.6 \text{ MPa} > 3.5 \text{ MPa}$$

(minimum yang disarankan).

Keterangan:

$f'c$ : kuat tekan karakteristik beton pada usia 28 hari (MPa), sedangkan  $f_r$  merupakan besarnya modulus keruntuhan lentur beton.

$F_r$ : mutu beton rencana (MPa)

(5) Menentukan Beban Lalu lintas Rencana Untuk menentukan beban lalulintas rencana harian dilihat di Tabel 4.2 di bawah ini:

**Tabel 2** Jenis Kendaraan Sumbu Beban

Jenis Kendaraan	Jumlah		Beban sumbu (ton)		Konfigurasi Sumbu	
	kendaraan	sumbu	depan	belakang	depan	belakang
Pick Up /Combi	14	28	3	6	STRT	STRG
Bus Kecil	14	28	3	6	STRT	STRG
Truck 2 As / micro truck	13	26	3	6	STRT	STRG
Jumlah	41	82				

Sumber: Hasil pengamatan

Dalam menentukan JSKN (Jumlah Sumbu Kendaraan Maksimum) dapat menggunakan rumus yang berdasarkan metode yang dipakai yaitu NAASRA, JSKN = jumlah hari dalam satu tahun kabisat (365) x jumlah sumbu kendaraan niaga harian (JSKNH) x R (Faktor Pertumbuhan lalu lintas yang besarnya berdasarkan faktor pertumbuhan lalu lintas tahunan (i) dan usia rencana (n).

Langkah yang harus dilakukan adalah:

- Melakukan pengambilan jumlah volume kendaraan di Jalan Kumbang, hal yang perlu diketahui jenis kendaraan yang diambil merupakan kendaraan niaga yang memiliki sumbu beban berat yang melintasi Jalan Kumbang, jumlah dan jenis kendaraan yang dimaksud tercantum pada Tabel 2.

- b. Setelah mendapatkan hasil dari pengambilan data volume tersebut jumlah dari masing-masing kendaraan dengan mengkalikan dua untuk mendapatkan jumlah sumbu kendaraan. Perhitungan tersebut sesuai dengan peraturan Dinas Bina Marga.
- c. Untuk mendapatkan nilai R digunakan dari Persamaan (2.4)

$$\frac{1+0.12)^{20}-1}{\text{Log}(1+0.12)} = 76.29395038$$

persen/tahun

Keterangan:

- i: faktor pertumbuhan lalu lintas yang didapat dari DLLAJ Kota Bogor tahun 2013 (%).

n: usia rencana usia jalan yang akan dihitung (tahun). Langkah terakhir yaitu dengan memasukan rumus dari (2.3)  $JSKN = 365$  (jumlah hari dalam satu tahun kabisat)  $\times 82$  (jumlah sumbu kendaraan)  $\times 76.29395038$  (R) = 2.283.477,9 buah.

(6) Menghitung Jumlah Repetisi Beban

Dari Tabel 2.1 Diperoleh nilai Cd = 1,0 dengan 1 Lajur 2 arah karena Jalan Kumbang memiliki 1 Lajur 2 arah, harga repetisi kumulatif dari tiap kombinasi konfigurasi / beban sumbu pada lajur rencana seperti pada tabel di bawah ini:

**Tabel 3** Analisis Jumlah Repetisi Beban

Kofigurasi sumbu	beban sumbu (ton)	persentase konfigurasi sumbu (%)					Jumlah Repetisi Selama usia rencana
STRT	3	14	:	82	=	17.07	389862.0864
STRT	3	14	:	82	=	17.07	389862.0864
STRT	3	13	:	82	=	15.85	362014.7945
STRG	6	14	:	82	=	17.07	389862.0864
STRG	6	20	:	82	=	24.39	556945.8378
STRG	6	13	:	82	=	15.85	362014.7945

Sumber: Hasil analisis

Perhitungan di atas menjabarkan:

- a. Untuk beban sumbu dalam satuan ton telah dibaku kan dalam konfigurasi beban sumbu kendaraan No.01/MN/BM/83.
- b. Untuk kolom pertama dalam Persentase konfigurasi sumbu dalam persentase nilai jumlah kendaraan, kolom kedua jumlah sumbu kendaraan. Untuk mendapatkan persentase sumbu membagi kolom pertama dengan kolom kedua dikalikan 100%.  $((K1/K2) \times 100$ . Semisal diambil pada perhitungan STRG kolom keempat  $14 \div 82 = 0.1707 \times 100 = 17.07$

- c. Menghitung jumlah repetisi selama usia rencana dapat dihitung dengan persamaan rumus dari (2.7):

$$\text{Repetisi Beban} = \frac{\text{persentase konfigurasi sumbu}}{100\%} \times JSKN \times Cd$$

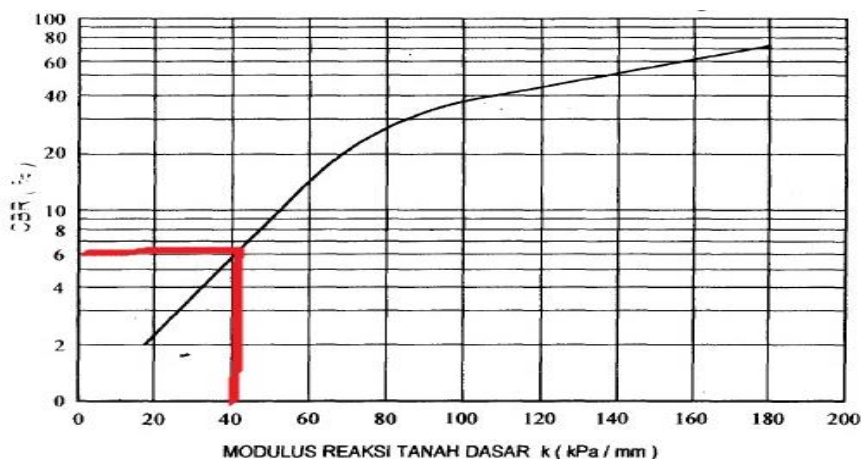
pada kolom pertama

$$\frac{17.07}{100} \times 2.283.477,9 \times 1,0 = 389862.0864 \text{ buah}$$

Perhitungan dilakukan satu persatu sesuai beban sumbu.

(7) Menentukan Kekuatan Tanah Dasar

Nilai CBR adalah 6%. Dari grafik pada Gambar 4.7, diperoleh k = 40 kPa/mm untuk CBR 6%.



Sumber: Pavement Design, NAASRA 1987

**Gambar 3** Korelasi CBR Yang Telah Didapatkan

(8) Menghitung Kekuatan Pelat Beton (Tebal = 15 cm)

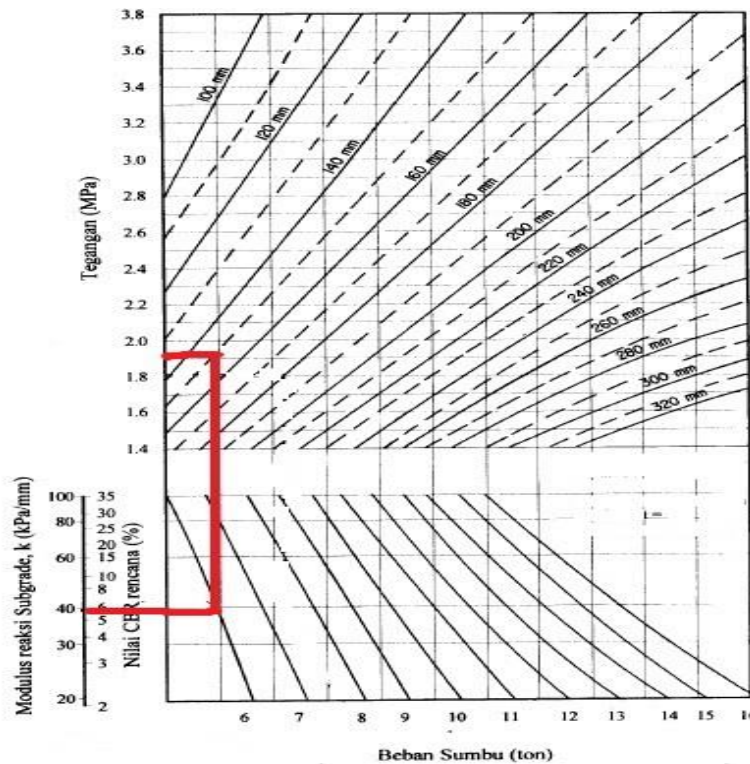
Untuk mengawali perhitungan pelat beton maka perkiraan tebal plat beton yang akan di hitung adalah 15 cm. Estimasi tebal pelat cukup atau tidak dari jumlah persentase *fatigue* yang terjadi (disyaratkan < 100%).

Untuk tahap akhir dalam menentukan tebal plat minimum yang akan direncanakan di Jalan Kumbang ini memerlukan beberapa tahapan perhitungan akhir yaitu sebagai berikut:

- a. Konfigurasi sumbu dalam STRT (Satuan Tunggal Roda Tunggal) dan STRG (Satuan Tunggal Roda Ganda) memiliki beban sumbu dalam satuan ton.
- b. Rencana beban = FK 1,0 (faktor keamanan) dapat dilihat pada Tabel 2.2 menyebutkan

bahwa jalan lokal atau kolektor memiliki FK 1,0. Maka beban sumbu dikalikan FK, maka beban rencana telah didapatkan.

- c. Repetisi Beban dapat dilihat di Tabel 4 setelah hasil repetisi beban, pada kolom keempat nilai repetisi beban **389862.0864** buah.
- d. tegangan yang terjadi dalam satuan MPa yaitu dengan melihat grafik STRG, dengan menggunakan beban sumbu terbesar dan nilai CBR yang telah ditentukan tebal rencana yang akan digunakan adalah 15 cm maka dari grafik STRG dapat didapatkan nilai 1,85. Cara pengambilan tegangan dapat dilihat dari Gambar 2.3 Grafik perencanaan untuk STRG, sedangkan hasilnya dapat dilihat pada gambar di bawah ini:



Sumber: Pavement Design NAASRA., 1987

**Gambar 4** Grafik Hasil Tegangan untuk STRG (Sumbu Tunggal Roda Ganda)

- e. Untuk menentukan Perbandingan Tegangan yang terjadi adalah dibutuhkan nilai tegangan yang terjadi dan mutu beton rencana maka untuk perbandingan tegangan  

$$= 1.85 : 3.6 \text{ (nilai fr)} = 0.51 \text{ MPa}$$
- f. Dalam mencari repetisi beban yang diijinkan dapat dilihat pada Tabel 2.3 dengan mengacu pada perhitungan menentukan perbandingan tegangan yang terjadi yaitu 0.51, maka nilai repetisi beban yang diijinkan adalah 400.000.

- g. Untuk perhitungan akhir sesuai dengan persamaan (2.8) dalam persentase *fatigue* nilai repetisi beban pada sumbu STRG beban rencana 6 dibagi dengan repetisi beban yang diijinkan dikalikan 100% maka  

$$= \frac{389862.0864}{400.000} \times 100 = 97.47 \%$$

didapatkan nilai *fatigue* kurang dari 100% karena perencanaan tebal pelat didasarkan pada total *fatigue* mendekati atau sama dengan 100%, maka hasil tersebut dinyatakan aman. Perhitungan ini

didapatkan dari NAASRA (Hendarsin, 2000).

**Tabel 4** Persentase Fatigue

Konfigurasi sumbu	Beban Sumbu (ton)	Beban Rencana FK-1,0	Repetisi beban	Tegangan yang terjadi (MPa)	Rasio Tegangan	Jumlah Repetisi Beban Yang diijinkan	Persentase Fatigue (%)
1	2	3	4	5	6	7	8
STRT	3	3	389862.0864	-	-	-	
STRT	3	3	389862.0864				
STRT	3	3	362014.7945	-	-	-	
STRT	6	6	389862.0864	1.85	0.51	400000	97,47
STRG	6	6	556945.8378				
STRG	6	6	362014.7945	-	-	-	
						Jumlah	93

(Sumber: hasil analisis)

Tebal pelat = 15 cm, dengan Jumlah *Fatigue* 93 < 100%.

Dari hasil perhitungan diatas bahwa dengan tebal pelat 15 cm ternyata jumlah *fatigue* 97 < 100%, maka tebal pelat minimal yang di gunakan adalah 15 cm. Sehingga untuk perencanaan pengembangan Jalan Kumbang akan dipakai beton dengan ketebalan 20 cm (tebal 15 cm beton K-350 dan tebal 5 cm beton lantai kerja K-125).

(9) Perhitungan Tulangan

a. Tulangan Memanjang

Menentukan luas tulangan minimum ( $A_s$ ) dengan menggunakan Persamaan (2.9):

Dari Tabel 2.4 didapat nilai  $f = 1,8$   
stabilisasi aspal  $f_s = 230$  MPa

$$A_s = \frac{11,76 \times (1,8) \times (5) \times (200)}{230} = 92 \text{ mm}^2/\text{m}'$$

Luas tulangan minimum  $A_s = 0,14\%$  (SNI 07-2529-1991, standar pengujian tarik baja).  
 $A_s$  minimum =  $0,0014 \times (200) \times 1000 = 280$   $\text{mm}^2/\text{m}$  lebar.

Digunakan tulangan D12 dengan jarak antar tulangan yang digunakan adalah

250 mm, maka didapat luas tulangan yang diperlukan dapat dilihat pada tabel penentu penulangan dilampiran 3 adalah  $A_s = 453 \text{ mm}^2/\text{m}$  lebar.

b. Tulangan Melintang

Menentukan luas tulangan minimum ( $A_s$ ) dengan menggunakan persamaan (2.9):

$$A_s = \frac{11,76 \times (1,8) \times (4,5) \times (200)}{230} = 82,3 \text{ mm}^2/\text{m}'$$

Digunakan tulangan D16 dengan jarak antar tulangan yang digunakan adalah 300 mm, maka didapat luas tulangan yang diperlukan dapat dilihat pada tabel penentu penulangan dilampiran 3 adalah  $A_s = 377 \text{ mm}^2/\text{m}$  lebar.

c. Dowel (Ruji)

Dowel berupa batang baja tulangan polos maupun profil, yang digunakan sebagai sarana penyambung / pengikat pada beberapa jenis sambungan pelat beton perkerasan jalan.

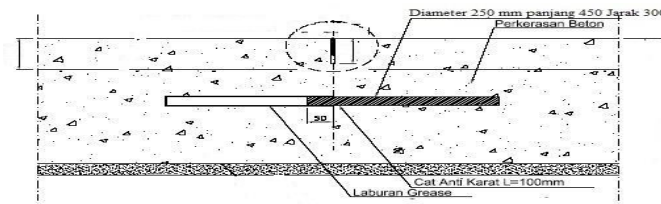
**Tabel 5** Ukuran dan Jarak Dowel yang Disarankan

Tebal Plat Perkerasan		Dowel					
		Diameter		Panjang		Jarak	
Inci	mm	Inci	mm	Inci	mm	Inci	mm
6	150	3/4	19	18	450	12	300
7	175	1	25	18	450	12	300
8	200	1	25	18	450	12	300
9	225	1 1/4	32	18	450	12	300
10	250	1 1/4	32	18	450	12	300
11	275	1 1/4	32	18	450	12	300
12	300	1 1/2	38	18	450	12	300
13	325	1 1/2	38	18	450	12	300
14	350	1 1/2	38	18	450	12	300

Sumber: E.J Yoder, 1975

Berdasarkan tabel 5 di atas, dapat digunakan dowel dengan ukuran yang digunakan untuk perkerasan kaku tebal 20 cm tersebut adalah:

1. Diameter dowel: 250 mm
2. Panjang: 450 mm
3. Jarak: 300 mm



Sumber: Shirley L. Hendarsin, 2000

Gambar 5 Dowel Ruji

Batang Pengikat (*Tie Bar*)  
*Tie Bar* merupakan potongan baja yang diprofilkan yang dipasang pada lidah alur dengan maksud untuk

mengikat pelat tidak bergerak horisontal. Batang pengikat dipasang pada sambungan memanjang. Dari grafik dalam lampiran 4

Tabel 6 Tulangan *Tie Bar* maksimum menurut AASHTO (1986)

Nomor Sambungan	Jarak (X) meter	Jarak Maksimum Tie Bar (cm)	
		Ø12 mm	Ø16 mm
1	3	120	maks=120
2	4	93	maks=120
3	1	maks=120	maks=120

Sumber: AASHTO (1986) dalam buku perencanaan teknik jalan raya

#### 4. KESIMPULAN

- 1) Jalan Kumbang Bogor Tengah Kota Bogor merupakan jalan lokal dengan panjang 350 meter dan lebar 4,5 meter kecuali pembukaan dan akhir jalan. Jalan ini mengalami kerusakan di badan jalan dan sisi jalan karena beban kendaraan berat, air yang menggenang dan air deras saat hujan sehingga aspal yang ada terkikis sedikit demi sedikit karena limpasan air yang menggenang di permukaan aspal yang ada ini diakibatkan saluran yang ada dibadan jalan tersumbat akibat material tanah, pasir dan material lainnya yang dapat mengganggu jalannya air ke saluran besar meskipun jalan tersebut sudah ada yang beberapa titik di *overlay* atau penambalan yang berakibat tidak rata permukaan aspal dengan aspal eksisting sehingga pengguna kendaraan tidak nyaman dan lebih baik menghindari dari pada menginjak tambalan tersebut hal ini sangat berbahaya dan dapat menimbulkan kecelakaan.
- 2) Setelah melalui penelitian dan melalui penghitungan menggunakan metode NAASRA (*National Assosiation of Australian State Road Authorities*) tebal perkerasan minimal 15 cm dan akan dipakai 20 cm untuk jalan kumbang dengan perencanaan tulangan memanjang menggunakan dengan D12 dengan jarak 250 mm dan tulangan melintang D16 dengan jarak 300 mm. Dowel atau Ruji

yang disarankan dengan diameter 250 mm, panjang 450 mm, dan jarak 300 mm. Penulangan *tie bar* maksimum yang digunakan sesuai metode ASSHTO bila jarak 3 meter dengan besi D12 maka jarak maksimum adalah 120 mm, jarak 4 meter dengan besi D12 maka jarak maksimum adalah 93 mm, pemakaian dengan besi dengan jarak maksimal 4 meter dengan besi D16 jarak maksimal adalah 120 mm.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Hendarsin, L.S. (2000) *Perencanaan Teknik Jalan Raya*. Bandung: Politeknik Negeri Bandung,
- Departemen Pekerjaan Umum, Direktorat Jenderal Bina Marga, (1972). *Peraturan Pelaksanaan Pembangunan Jalan Raya* No 01/ST/BM/1972.
- Departemen Pekerjaan Umum, Direktorat Jenderal Bina Marga, (1995). *Panduan Analisa Harga Satuan* No. 028/T/BM/1995.
- Departemen Pekerjaan Umum, Dinas Pekerjaan Umum DKI Jakarta (2004). SNI 03-1731-1989, *Standart California Bearing Ratio efektif*.
- American Assosiation of State Highway and Transportation Officials (1972) *Guide Specification for Highway Construction*. Washington D.C.

National Association of Australian State Road Authorities, (1987). *“Interim Guide to Pavement Thickness Design”*.  
Megapolitan, Antara. “Kualitas dan Insfrastruktur Jalan,” Terbit Fajar Teknik, 16 Januari, 2017.  
Aly, Anas. “Lapis Beton Dengan Mutu Tinggi”. Agustus, 2004.

Mudjanarko, S.W. (2009). Analisa Perbandingan Beberapa Metode Perkerasan Beton Semen untuk Jalan Akses Jembatan Suramadu.  
SNI 07-2529-1991, standar pengujian tarik baja.  
SNI-03-1731-1989, standar Pengujian tanah.