

STUDI PENGEMBANGAN JALAN *RIGID PAVEMENT*, PADA RUAS JALAN ARZIMAR, KOTA BOGOR

Teddy Budiawan¹, Muhamad Lutfi², Rulhendri³

^{1,2,3} *Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik dan Sains Universitas Ibn Khaldun Bogor*

Jl. KH. Sholeh Iskandar KM 2 Kedungbadak Tanah Sareal Bogor 16162

e-mail: ¹ teddybudiawan73@yahoo.com, ²mlutfi@uika-bogor.ac.id, ³rulhendri@gmail.com,

ABSTRAK

Jalan merupakan prasarana transportasi darat yang paling banyak digunakan oleh masyarakat untuk melakukan mobilitas keseharian. Kondisi Jalan Arzimar sekarang ini mengalami kerusakan di beberapa titik diantaranya kerusakan jalan yang berlubang akibat limpahan air dari saluran drainase yang tidak berfungsi dengan baik, keretakan jalan dan pengelupasan lapisan aspal. Penelitian ini memiliki tujuan untuk mendapatkan gambaran kondisi eksisting kerusakan jalan dan tebal rencana perkerasan kaku yang sesuai dengan kondisi lalu lintas yang ada. Analisis perkerasan kaku jalan menggunakan standar Metode NAASRA (*National Association of Australian State Road Authorities*), serta perhitungan anggaran biaya menggunakan Harga Satuan Pekerjaan Kota Bogor tahun 2019. Berdasarkan hasil analisis diperoleh perkerasan kaku dengan tebal plat 20 cm, tulangan memanjang D12-250 mm dan tulangan melintang D16-710 mm. Dowel atau Ruji yang dipakai dengan diameter 25 mm, panjang 450 mm, dan jarak 300 mm. *Tie bar* dengan diameter 16 mm, panjang 600 mm dan jarak 250 mm. Biaya yang dibutuhkan untuk kegiatan pelaksanaan peningkatan jalan beton ini adalah sebesar Rp 2.245.923.015,00.

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

ABSTRACT

Roads are the most widely used land transportation infrastructure for people to carry out their daily mobility. The condition of Arzimar Road is currently experiencing damage at several points including potholes due to overflow of water from drainage channels that are not functioning properly, asphalt cracking, and peeling. This study aims to obtain a description of the existing road damage conditions and the thickness of the rigid pavement plan, following existing traffic conditions. Analysis of rigid pavement using the standard method of NAASRA road (National Association of Australian State Road Authorities), and budget estimation using work unit price. Based on the results obtained by analysis of rigid pavement with a plate thickness of 20 cm, D12-250 mm, and a longitudinal reinforcement transverse reinforcement D16-710 mm. The estimated cost for pavement at Arzimar road is Rp 2.245.923.015,00.

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

1. PENDAHULUAN

Jalan merupakan prasarana transportasi darat yang paling banyak digunakan oleh masyarakat untuk melakukan mobilitas keseharian. Jalan Arzimar merupakan jalan penghubung antara Jalan Achmad Sobana – Jalan Bogor Baru, yang kondisi sekarang ini mengalami kerusakan di beberapa titik berupa kerusakan berlubang akibat limpasan air dari saluran drainase yang tidak berfungsi dengan baik. Kerusakan lainnya berupa aspal yang mengalami keretakan dan mengelupas yang disebabkan beban muatan kendaraan yang melintas. Penanganan kerusakan jalan sering kali dilakukan oleh pihak terkait, namun hasil perbaikan kerusakan tersebut tidak dapat bertahan lama, maka perlu adanya suatu penanganan kerusakan jalan yang berupa peningkatan jalan yang tepat yang dapat mengatasi kerusakan – kerusakan pada ruas jalan tersebut dan sehingga jalan dapat bertahan lama. Masalah tersebut dapat diatasi dengan cara melakukan overlay jalan dengan perkerasan beton dengan umur rencana 20 tahun dan anggaran biaya yang dibutuhkan untuk peningkatan jalan tersebut.

2. TINJAUAN PUSTAKA

Waktu penelitian di mulai pada bulan Maret sampai dengan Juli 2020. Pengambilan data lalulintas dilakukan selama 3 hari, dengan tidak mengkhususkan hari-hari tertentu, seperti hari Sabtu dan Minggu. Tempat penelitian ini berlokasi di Jalan Arzimar, Kecamatan Bogor Utara Kota Bogor. Metode penelitian dilakukan dengan cara pengumpulan data-data yaitu menggunakan metode *interview*, *observasi*, dokumentasi, sedangkan instrumen penelitian menggunakan lembar lalu-lintas harian rata-rata jumlah kendaraan, pengukuran dilapangan, dan data nilai daya dukung tanah serta observasi kuat tekan beton. Langkah selanjutnya melakukan pengolahan dan analisis data yaitu dengan menghitung tebal pelat perkerasan beton yang akan dipakai untuk peningkatan jalan dengan menggunakan perhitungan Metode NAASRA (1979) dan menghitung rencana anggaran biaya dengan acuan analisa harga satuan Kota Bogor.

3. ANALISIS DAN PEMBAHASAN

3.1 Kondisi Eksisting

Jalan Arzimar terletak di Kecamatan Bogor Utara Kota Bogor, merupakan jalan kota yang padat akan aktifitas kegiatan lalu lintas kendaraan roda dua dan kendaraan roda empat di kawasan tersebut. Jalan Arzimar merupakan jalan penghubung dari Jalan Achmad Sobana ke Jalan Bogor Baru di sebelah Utara.



Gambar 1 Kerusakan Pada Jalan Arzimar STA 0+200 - STA 0+400 (Sumber: Dok. Pribadi)

Pada STA 0+225, terjadi kerusakan berlubang karena posisi drainase lebih tinggi dari permukaan jalan dan kurangnya kemiringan jalan sehingga air tidak mengalir ke arah drainase yang mengakibatkan terjadinya genangan di jalan.

Jalan Arzimar dibatasi sebelah kiri dan kanan oleh bangunan permukiman hunian maupun niaga, yang penataannya sangat kurang teratur. Minimnya pedestrian dan saluran drainase yang buruk menambah buruknya penataan Jalan Arzimar. Jalan Arzimar merupakan jalan perkotaan dengan menggunakan perkerasan lentur (*flexible pavement*), saat ini jalan tersebut telah mengalami kerusakan di beberapa titik, dengan uraian sebagai berikut;

Pada STA 0+850, kondisi jalan yang menanjak dan kurang berfungsinya saluran drainase mengakibatkan limpahan air pada waktu hujan sangat deras dan mengikis permukaan jalan yang ada, sehingga terjadinya kerusakan jalan berlubang (Gambar 2).



Gambar 2 Kerusakan Pada Jalan Arzimar STA 0+800 - STA 0+950 (Sumber: Dok. Pribadi)

Berdasarkan hasil pengamatan yang telah dilakukan, penyebab dari kerusakan Jalan Arzimar dikarenakan sebagai berikut:

1. Kondisi jalan yang sedikit menanjak ditambah buruknya drainase dan *elevasi* permukaan drainase yang ada lebih tinggi dari permukaan jalan menjadi salah satu penyebab kerusakan jalan, sehingga air hujan dan atau air buangan menggenangi di jalanan dan tidak mengalir ke saluran drainase yang sudah dibuat. Hal ini terlihat banyaknya aspal yang mengelupas sehingga jalan cenderung berlubang.
2. Selain curah hujan yang tinggi dan saluran drainase yang tidak dapat menampung air hujan dan atau air buangan dari permukiman warga di sekitar Jalan Arzimar, banyaknya kendaraan roda dua dan atau roda empat hingga truk pengangkut barang dari gudang pabrik dan toko material yang melintas di

area tersebut juga berpengaruh terhadap kerusakan jalan.

Dari penyebab kerusakan di atas, maka setelah menilai kondisi eksisting jalan yang ada serta mempertimbangkan kondisi lingkungan dengan curah hujan yang tinggi, maka solusi yang dianggap tepat adalah dengan cara pelapisan tambahan (*overlay*) dengan perkerasan kaku di atas permukaan aspal.

3.2 Analisis Perhitungan Tebal Perkerasan Kaku

Analisis perhitungan untuk mendapatkan tebal perkerasan kaku dipergunakan metode NAASRA (*National Association of Australian State Road Authorities*), dapat diuraikan langkah-langkah sebagai berikut:

1. Menentukan nilai CBR (*California Bearing Ratio*), sesuai dengan SNI 03-1731-1989 atau CBR laboratorium sesuai dengan SNI 03-1755-1989, masing-masing untuk perencanaan tebal perkerasan lama dan perkerasan jalan baru. CBR

tanah di Jalan Arzimar diambil rata-rata 6%, besaran nilai CBR tersebut umumnya digunakan di Indonesia (versi Departemen Pekerjaan Umum edisi 2005 dan versi Dinas Pekerjaan Umum DKI Jakarta edisi 2004).

2. Menentukan nilai kuat tarik lentur beton yaitu dengan kuat rencana beton 28 hari dianggap estimasi paling baik digunakan untuk menentukan tebal perkerasan. Dalam praktek, kuat lentur rencana cukup memadai untuk konstruksi perkerasan jika diambil antara 3,5 - 4 MPa, dengan kuat tekan beton 28 hari. Kuat tekan karakteristik beton pada usia 28 hari untuk perkerasan jalan dengan beton bertulang harus tidak kurang dari 30 MPa, untuk perencanaan tebal perkerasan Jalan Arzimar dipakai kuat tarik lentur beton (f_c') 34 MPa.
3. *Lean Concrete* adalah lantai kerja untuk pekerjaan *rigid pavement*, yang fungsinya hanya sebagai lantai kerja agar air semen tidak meresap kedalam lapisan bawahnya. *Lean Concrete* atau lantai kerja untuk peningkatan Jalan Arzimar digunakan tebal 7 cm (data Bina Marga tebal *Lean Concrete* 7 cm sampai dengan 10 cm) dikarenakan kondisi eksisting jalan sudah ada lapisan aspal dan dengan mutu beton K-125.
4. Menentukan Mutu Baja Tulangan, baja tulangan yang dipergunakan adalah Baja Tulangan Ulir = 30 BJTU atau Tegangan Leleh $f_y = 3000 \text{ kg/cm}^2$.
5. Mendapatkan lalu-lintas rencana untuk perkerasan kaku. Metoda penentuan beban lalu lintas rencana didapat dari hasil survey lapangan dengan menghitung jumlah lalu lintas kendaraan yang diamati dalam waktu tiga hari selama satu minggu pada jam 06.00 WIB sampai dengan jam 18.00 WIB. Setelah hasil perhitungan survey di lapangan kemudian mengakumulasikan jumlah beban sumbu (dalam rencana lajur selama usia rencana) untuk masing masing jenis kelompok sumbu, termasuk distribusi beban.
6. Mendapatkan pertumbuhan data lalu-lintas kendaraan yaitu dengan mengutip dari data Dinas Lalu Lintas Angkutan Jalan Kota Bogor tahun 2014, yaitu nilai rata-rata pertumbuhan lalu lintas Kota Bogor 12%.
7. Menentukan umur rencana yaitu dengan merencanakan sampai dengan berapa tahun umur dari perkerasan jalan tersebut. Untuk peningkatan jalan Arzimar direncanakan umur rencana 20 tahun.
8. Mendapatkan tebal perkerasan jalan yang direncanakan.

Setelah mengetahui langkah-langkah untuk menentukan perhitungan tebal perkerasan kaku dengan menggunakan metode NAASRA, maka

berikutnya melakukan perhitungan Perencanaan Tebal Perkerasan, dengan data parameter perencanaan sebagai berikut :

- CBR tanah dasar = 6 %
- Kuat tarik lentur (f_c') = 34 Mpa ($F_c' = 350 \text{ kg/cm}^2$)
- Bahan pondasi bawah = bahan pengikat 70 mm
- Mutu baja tulangan = BJTU 30 (tegangan leleh $F_y = 3000 \text{ kg/cm}^2$) untuk Beton Bersambung Dengan Tulangan.
- Ruji (dowel) = Ya

Data Lalu –lintas Harian Rata-rata yang didapat dari hasil survey lapangan diperlihatkan pada Tabel 1 di bawah ini.

Tabel 1 Data Jumlah Kendaraan Melintas

Jenis Kendaraan	Lalu Lintas Harian
Mobil penumpang	4485
Pick-up	54
Bus	4
Truk 2 As, Micro Truk	10
Sepeda Motor	863
Pertumbuhan lalu lintas	12% pertahun
Umur rencana (UR)	20 tahun

Sumber: Hasil analisis

Direncanakan perkerasan kaku untuk jalan 1 lajur 2 arah untuk jalan kolektor, dengan perencanaan perkerasan beton bersambung dengan tulangan (BBDT).

Tabel 2 Volume Sumbu Kendaraan Niaga Jalan Arzimar

Jenis Kendaraan	Volume (buah)	Beban sumbu (ton)	
		depan	belakang
Pick-up	54	3	6
Truck 2 As/ Micro	10	3	6
Bus kecil	4	3	6

Sumber: Hasil analisis

Setelah ditentukan ukuran-ukuran yang diperlukan berikut uraian analisis perhitungan tebal perkerasan kaku Jalan Arzimar.

- 1) Kekuatan Tanah Dasar
 Nilai besaran CBR tanah didapat dari SNI-03-1744-1989 yang menerangkan bahwa nilai tanah rata-rata di Indonesia di peroleh CBR sebesar 6%.
- 2) Mutu Beton Rencana
 Dipergunakan beton dengan kuat tekan 28 hari sebesar 350 kg/cm^2
 $f_c' = 350/10.2 = 34 \text{ MPa} > 30 \text{ MPa}$ (minimum yang disarankan) (1)
 $f_r = 0.62 \sqrt{f_c'} = 3.6 \text{ MPa} > 3.5 \text{ MPa}$ (minimum yang disarankan) (2)
 Dimana :
 f_c' = Kuat tekan karakteristik beton pada usia 28 hari, (MPa)
 F_r = Modulus Keruntuhan Lentur Beton
- 3) Beban Lalu-lintas Rencana

Perhitungan beban lalu-lintas pada Jalan Arzimar menggunakan Tabel 2

Tabel 3 Jenis Kendaraan Sumbu Beban

Jenis Kendaraan	Jumlah		Beban sumbu (ton)		Konfigurasi Sumbu	
	kendaraan	sumbu	depan	belakang	depan	belakang
pick-up, combi	54	108	3	6	STRT	STRT
Truck 2As/ micro truck	10	20	3	6	STRT	STRG
Bus kecil	4	8	3	6	STRT	STRG
Jumlah	68	136				

Sumber: Hasil analisis

Berdasarkan Tabel 2 tentukan nilai jumlah sumbu kendaraan niaga (JSKN) adalah sebagai berikut:

$$JSKN = 365 \times JSKNH \times R \tag{3}$$

Dengan

- JSKN : Jumlah Sumbu Kendaraan Niaga
- JSKNH : Jumlah Sumbu Kendaraan Niaga Harian, pada saat tahun ke 0
- R : Faktor pertumbuhan lalu-lintas yang besarnya berdasarkan faktor

pertumbuhan lalu-lintas tahunan (i) dan usia rencana (n)

$$R = \frac{(1+i)^n - 1}{e^{Log(1+i)}} = \frac{(1+0.12)^{20} - 1}{e^{Log(1+0.12)}} = \frac{8,6462931}{0.113} = 76,51586814$$

Maka Jumlah Sumbu Kendaraan Niaga = $365 \times 136 \times 76,51586814 = 3798247,7$ buah.

Tabel 4 Jumlah repetisi beban

Konfigurasi sumbu	beban sumbu (ton)	persentase konfigurasi sumbu (%)			Jumlah Repetisi Selama usia rencana
STRT	3	54	136	39,71	15081277599
STRT	3	10	136	7,35	2792829185
STRT	3	4	136	2,94	1117131674
STRT	6	54	136	39,71	15081277599
STRG	6	10	136	7,35	2792829185
STRG	6	4	136	2,94	1117131674

Sumber: Hasil analisis

Tabel 3 dapat dijelaskan sebagai berikut:

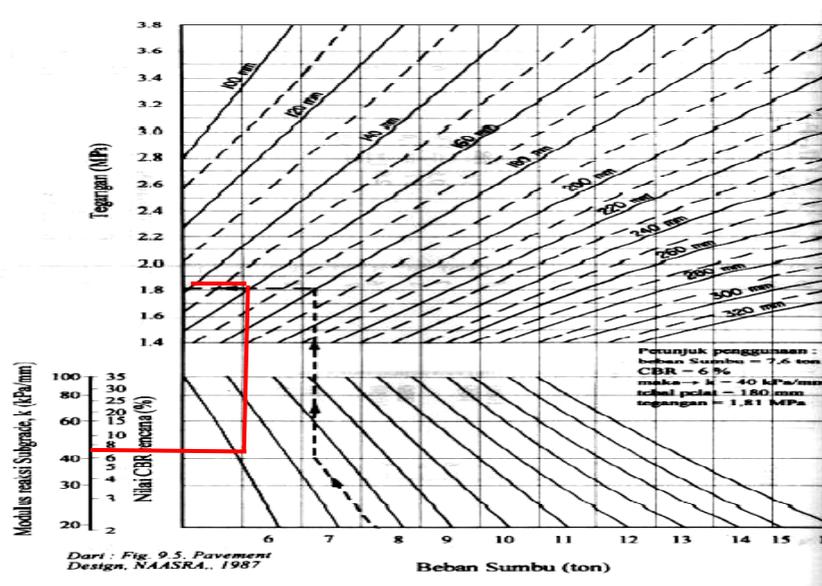
1. Beban sumbu dalam satuan ton telah dibakukan dalam konfigurasi beban sumbu kendaraan No.01/MN/BM/83.
2. Kolom pertama dalam persentase konfigurasi sumbu dalam persentase nilai jumlah kendaraan, kolom kedua adalah jumlah sumbu kendaraan, dan untuk mendapatkan hasil persentase sumbu yaitu membagi kolom pertama dengan kolom kedua dikalikan 100% atau $((\text{Kolom 1}/\text{Kolom 2}) \times 100)$.
3. Menghitung jumlah repetisi selama usia rencana dapat dihitung dengan rumus:
4. Repetisi Beban = persentase konfigurasi sumbu \times JSKNH \times Cd
- 4) Kekuatan Pelat Beton

Sebagai langkah awal perhitungan pelat beton yaitu merencanakan perkiraan perhitungan tebal plat beton dengan ketebalan 15 cm. Perkiraan tebal pelat cukup atau tidaknya dari jumlah persentase fatigue yang terjadi (disyaratkan < 100 %).

Tahap akhir dalam menentukan tebal plat minimum yang akan direncanakan di Jalan Arzimar memerlukan beberapa tahapan perhitungan yaitu sebagai berikut:

1. Konfigurasi sumbu dalam STRT (Satuan Tunggal Roda Tunggal) dan STRG (Satuan Tunggal Roda Ganda) memiliki beban sumbu dalam satuan ton yang telah diuraikan di Tabel 2 (kolom 3.a).
2. Rencana beban = FK 1,0 (Faktor Keamanan) menyebutkan bahwa jalan lokal atau kolektor memiliki FK 1,0 maka beban sumbu dikalikan FK, sehingga beban rencana telah diperoleh.
3. Repetisi beban dapat dilihat dipenjabaran Tabel 3.
4. Tegangan yang terjadi dalam satuan MPa yaitu dengan melihat grafik Sumbu Tunggal Roda Ganda (STRG) dengan menggunakan beban sumbu terbesar dan nilai CBR, yang telah ditentukan tebal rencana yang akan digunakan adalah 15 cm, maka dari grafik STRG bisa didapatkan nilai 1,88. Cara pengambilan

tegangan dapat dilihat dari Gambar 3 Grafik Perencanaan Untuk STRG:



Gambar 3 Grafik Perencanaan Untuk Sumbu Tunggal Roda Ganda (Sumber: NAASRA, 1987)

5. Untuk menentukan Perbandingan Tegangan yang terjadi hasil dari penjabaran Tabel 4 (kolom 5 baris 5) maka nilai tersebut di bagi oleh (fr).
6. Dalam mencari repetisi beban yang diijinkan dapat dilihat pada Tabel 4 (kolom 6) dengan mengacu pada perhitungan menentukan perbandingan tegangan, maka nilai repetisi beban yang diijinkan adalah 300.000.
7. Untuk perhitungan akhir dalam persentase fatigue nilai repitisi beban pada sumbu STRG beban rencana 6, dibagi dengan repitisi beban yang diijinkan dikalikan 100%, maka didapatkan nilai fatigue kurang dari 100%, karena perencanaan tebal pelat didasarkan pada total fatigue mendekati atau sama dengan 100%. (Hendarsin, 2000), (Awaludin, 2019).

Tabel 5 Persentase Fatigue

Konfigurasi sumbu	Beban Sumbu (ton)	Beban Rencana FK-1,0	Repetisi beban	Tegangan terjadi (MPa)	Ratio Tegangan	Jumlah Repetisi Beban diijinkan	Persentase Fatigue (%)
1	2	3	4	5	6	7	8
STRT	3	3	15081277599	-	-	-	-
STRT	3	3	2792829185	-	-	-	-
STRT	3	3	1117131674	-	-	-	-
STRT	6	6	15081277599	-	-	-	-
STRG	6	6	2792829185	1,88	0,52	300000	93
STRG	6	6	1117131674	-	-	-	-
						Jumlah	93

Sumber: Hasil analisis

Dengan Tebal pelat = 15 cm, ternyata Jumlah Fatigue 93< 100%. Hasil analisis tebal pelat minimal yang harus digunakan adalah 15 cm. Untuk perencanaan peningkatan jalan Arzimar diasumsikan memakai ketebalan pelat beton 20 cm (mengantisipasi pertumbuhan lalu lintas yang tinggi di umur rencana 20 tahun ke depan dan diperkirakan kemungkinan beban volume kendaraan dengan beban di atas 10ton

melewati jalan tersebut serta tinggi permukaan jalan yang lebih rendah daripada saluran air).

5) Perhitungan Tulangan

Analisis tulangan pada peningkatan perkerasan kaku pada Jalan Arzimar diuraikan sebagai berikut: Tebal pelat (h): 200 mm; lebar pelat (L): 4.5 m (untuk 1 lajur); panjang pelat (P): 5 m (jarak antar sambungan).

(1) Tulangan Memanjang

$$A_s = \frac{11,76 F.L.h}{f_s} \quad (4)$$

$$A_s = \frac{11,76 \cdot 1,85 \cdot 200}{230}$$

$$A_s = 92,03 \text{ mm}^2/\text{m lebar}$$

Luas tulangan minimum $A_s = 0,14\%$ (SNI'91)

$$A_{s_{\min}} = 0.0014 (200) (1.000) = 280 \text{ mm}^2/\text{m lebar.}$$

Dipergunakan tulangan diameter 12 mm dengan jarak 250 mm

Dari $A_s = 453 \text{ mm}^2/\text{m lebar}$.

(2) Tulangan Melintang

$$A_s = \frac{11,76 F.L.h}{f_s} \quad (5)$$

$$A_s = \frac{11,76 \cdot 1,84 \cdot 5,200}{230}$$

$$A_s = 82,83 \text{ mm}^2/\text{m pias}$$

Luas tulangan minimum $A_s = 0,14\%$ (SNI'91)

$$A_{s_{\min}} = 0.0014 (200) (1.000) = 280 \text{ mm}^2/\text{m lebar}$$

Dipergunakan tulangan diameter 12 mm dengan jarak 250 mm

Dari $A_s = 283,75 \text{ mm}^2/\text{m lebar}$.

6) Dowel (Ruji)

Dowel adalah berupa batang baja tulangan polos maupun profil, yang berfungsi sebagai sarana penyambung atau pengikat pada beberapa jenis sambungan pelat beton perkerasan jalan. Ukuran Dowel yang dapat dipergunakan yaitu diameter 25 mm, panjang 450 mm dengan jarak 450 mm.

7) Batang Pengikat (*Tie Bar*)

Tie Bar adalah potongan baja yang diprofilkan dan dipasangkan pada sambungan lidah alur dengan maksud untuk mengikat pelat agar tidak bergerak horisontal. Ukuran *Tie Bar* yang dapat dipergunakan adalah diameter 16 mm, panjang 600 mm dengan jarak 250 mm.

3.3 Rencana Anggaran Biaya

Rencana Anggaran Biaya yaitu uraian rencana biaya yang terdiri dari biaya material, upah tenaga kerja dan peralatan kerja untuk peningkatan jalan beton dengan panjang jalan 1.273 meter, lebar jalan 4.5 meter, pelat beton K-350 tebal 20 cm dan tebal beton *Lean Concrete* K-125 adalah 7 cm, memerlukan biaya sebesar Rp. 2.245.923.015,-.

4. KESIMPULAN

Kondisi kerusakan di Jalan Arzimar adalah kerusakan berlubang karena faktor limpasan air hujan akibat tidak normalnya atau tersumbatnya drainase. Volume kendaraan harian rata-rata yang melintas di Jalan Arzimar sebanyak 68 buah. Laju pertumbuhan lalu-lintas Kota Bogor 12%. Mutu beton yang dipakai untuk perkerasan K-350 dengan umur rencana 20 tahun. Hasil perhitungan teknis perkerasan kaku dapat

diperoleh tebal minimum lapis pelat permukaan beton 15 cm, dengan asumsi rencana tebal yang dipakai dalam pelaksanaan 20 cm, tulangan memanjang dipergunakan tulangan D12 dengan jarak 250 mm dan tulangan melintang dipergunakan tulangan D16 dengan jarak 710 mm. Dowel atau Ruji yang dipakai dengan diameter 25 mm, panjang 450 mm, dan jarak 300 mm. *Tie Bar* dengan diameter 16 mm, panjang 600 mm dan jarak 250 mm. 3. Rencana Anggaran Biaya untuk peningkatan jalan beton pada ruas Jalan Arzimar Kota Bogor, sesuai dengan hitungan biaya dengan acuan Analisa Harga Satuan Bina Marga Kota Bogor diperoleh rencana biaya sebesar Rp. 2.245.923.015,00.

REFERENSI

- AASHTO. (1986). *AASHTO Guides for Design of Pavement Structure*. American Association of State Highway and Transportation Officials.
- Ainun, H. (2013). Perencanaan Perkerasan Kaku (Rigid Pavement) Jalan Purwodadi-Kudus Ruas 198. *Skripsi*. Semarang: Universitas Negeri Semarang.
- Awaludin, M.M. Lutfi, M., Rulhendri (2019). Studi Pengembangan Jalan Rigid Pavement, di Jalan Kumbang Kecamatan Bogor Tengah, Kota Bogor. *Jurnal Komposit 3 (2)*, hal. 33 – 40.
- Bidang Kebenamargaan dan Pengairan. (2019). *Analisa Harga Satuan Pekerjaan Engineers Estimate (EE)*. Bogor: Dinas Bina Marga dan Sumber Daya Air.
- Departemen Pekerjaan Umum. (1987). *Lapis Permukaan serta Bahan Berbutir*. Jakarta.
- Dinas Lalu-lintas Angkutan Jalan Kota Bogor. (2014). *Pertumbuhan kendaraan per tahun*. Bogor.
- Hendarsin, S.L. (2000). *Buku Penuntun Praktis Perencanaan Teknik Jalan Raya*. Bandung: Penerbit Politeknik Negeri Bandung.
- Mudjanarko, S. W. (2009). Analisa Perbandingan Beberapa Metode Perkerasan Beton Semen untuk Jalan Akses Jembatan Suramadu. *Jurnal Narotama*. Surabaya: Universitas Narotama Surabaya.
- NAASRA. (1979). *Guide to Pavement Thickness Design*. National Association of Australian State Road Authorities.
- NAASRA. (1987). *Pavement Design, A Guide to the Structural Design of Road Pavement*. National Association of Australian State Road Authorities.
- Burhan, P. (2013). Perencanaan Peningkatan Jalan Kresek-Jenggot Kabupaten Tangerang dengan

- Perkerasan Kaku. *Skripsi*. Jakarta: Universitas Mercubuana Jakarta.
- Saodang, H. (2005). *Perancangan Perkerasan Jalan Raya, Konstruksi Jalan Raya, Buku 2* Bandung: Penerbit Nova.
- Kementerian PU (1988). SKBI: 2.3.28.1988. *Petunjuk Perencanaan Tebal Perkerasan*, Jakarta: Bina Marga.
- Badan Standardisasi Nasional. (1989) *SNI 03-1744-1989. Metode uji California Bearing Ratio Laboratorium*. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- Badan Standardisasi Nasional. (2000). *SNI 03-6388-2000. Spesifikasi agregat tanah lapis pondasi bawah, lapis pondasi dan lapis permukaan*. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- Suryawan, A. (2009). *Perkerasan Jalan Beton Semen Portland (Rigid Pavement), Cetakan ke-2*. Yogyakarta. Penerbit Beta Offset.
- Wahyuni, S.G. (2010). *Perencanaan Tebal Perkerasan Kaku dan Rencana Anggaran Biaya AASHTO 1993, Metode Bina Marga 2003 (Pd T-14-2003), dan Metode NAASRA 1979 (SKBI:2.3.28.1988)*. *Skripsi*. Jakarta: Universitas Gunadarma.
- Widagdo T.L. (2015). *Analisis Tebal Perkerasan Kaku Jalan Tol Pejagan – Pemalang*. *Skripsi*. Yogyakarta: Universitas Gajah Mada.