

Analisis Lebar dan Tebal Lapis Perkerasan Lentur Ruas Jalan Kali Angkrik Kabupaten Magelang

Sudarno

Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Tidar
Jl. Kapten Suparman No.39 Potrobangsari, Magelang
sudarnosmart@gmail.com

Abstract

Kaliangkrik road is a very important road connecting the sub-districts of Badong and Kota Magelang. The road segment has decreased the level of service in terms of the volume of the vehicle, the width of the road and the condition of the structure. The purpose of this research is to know the width of road and the thickness of the pavement layer structure needed based on the calculation of the average daily traffic at the moment. Result of research indicate that in 2018, Kaliangkrik Road Area must be done by adding road width of 1.96m, and thickness of 3cm.

Keywords : Flexible Pavement; Width; Thickness.

1. Pendahuluan

Ruas jalan Kali Angkrik merupakan jalan yang sangat penting menghubungkan kecamatan Badong dan Kota Magelang. Ruas jalan tersebut telah mengalami penurunan tingkat pelayanannya ditinjau dari volume kendaraan, lebar jalan maupun kondisi strukturnya. Seiring dengan kemajuan jaman maka dituntut peningkatan mutu dari sarana dan prasarana pendukung pembangunan, salah satunya adalah peningkatan mutu prasarana jalan (Helmi et al, 2016)

Perencanaan jalan di Indonesia khususnya di Departemen Pekerjaan Umum baik di tingkat nasional, provinsi maupun kabupaten menggunakan nilai CBR (*California Bearing Ratio*) untuk menentukan tebal perkerasan jalan, berdasarkan proyeksi lalu lintas dan umur rencananya. Data CBR tersebut digunakan sebagai dasar untuk mengevaluasi kekuatan struktur perkerasan apakah nantinya diperlukan pemeliharaan atau peningkatan jalan (Arie, S.S., 2010)

Data CBR dapat diambil menggunakan alat *Dynamic Cone Penetrometer* (DCP) dilakukan langsung dilapangan. CBR design diambil berdasarkan metode Bina Marga (Ariyanto, 2008).

Persyaratan lain untuk menghitung tebal perkerasan jalan adalah daya dukung tanah dasar. Daya dukung tanah yang baik minimum mempunyai nilai $CBR > 5\%$ (Sukirman, S., 199; Sudarno et al, 2018).

Korelasi antara Daya Dukung Tanah (DDT) dengan CBR dijadikan dalam bentuk Nomogram seperti pada persamaan sebagai berikut: $DDT = 4,3 \log (CBR) + 1,7$ (Masykur et al, 2017).

2. Metode Penelitian

2.1. Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian yang dipilih adalah ruas Jalan Magelang - Kaliangkrik, Kecamatan Bandongan, Kabupaten Magelang. Panjang perkerasan jalan yang ditinjau adalah pada STA 1+450 sampai 3+450.

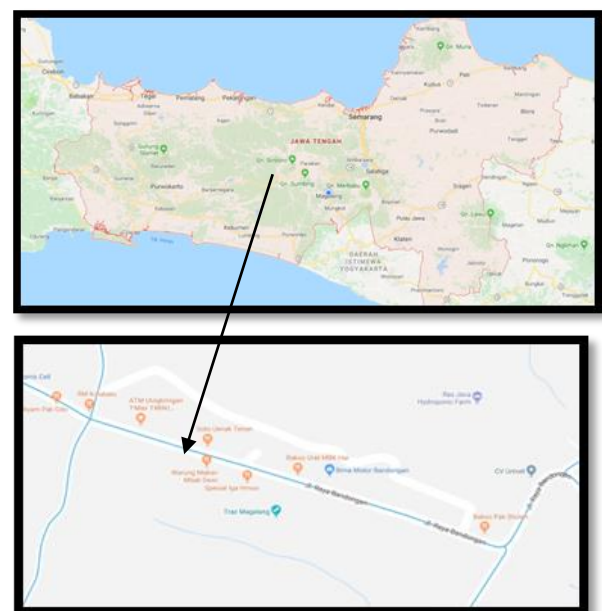
2.2. Metode Pengumpulan Data

2.2.1. Data Primer

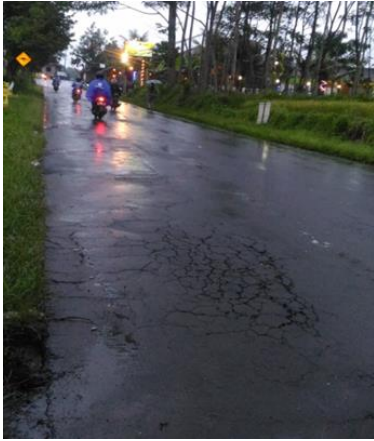
Merupakan data utama, data yang diperoleh dari pengukuran dan observasi langsung di lapangan pada lokasi penelitian.

2.2.2. Data Sekunder

Merupakan data yang diperoleh secara tidak langsung atau data yang diperoleh dari instansi yang terkait (Febri, K., et al, 2018; Muhammad, Q., et al, 2016)



Gambar 1. Lokasi penelitian



Gambar 2. Data primer kerusakan jalan Badongan

3.1 Hasil

Data primer diperoleh berdasarkan survey di lapangan sebagai berikut :

3.1.1. Data Kendaraan

Pengamatan dilakukan padahari Selasa, 28 November 2017 pukul 07.00 s/d 09.00 WIB dan pukul 16.30 s/d 18.30 WIB. Pengamatan dilakukan pada waktu yang diperkirakan merupakan jam puncak.

Tabel 1. Data hasil survey LHR

Jenis Kendaraan	Jumlah Per 4 Jam	Jumlah Per 24 Jam
Mobil Penumpang	539	3234
Bus Besar 8 ton	1	6
Truk 2 Sumbu (4 Roda)10 ton	20	120
Truk 2 Sumbu (6 Roda)13 ton	26	156

Tabel 2. Perhitungan Penetrasi dan CBR

Titik ke	Penetrasi DCP rata-rata (cm)	CBR*
1	1,796	11,638
2	1,783	11,734
3	1,1	20,203
4	0,973	23,193
5	1,223	17,932
6	1,236	17,720
7	1,036	21,613
8	0,813	28,388
9	0,753	30,992
10	1,036	21,613
	Rata-Rata	20,5026

Dalam menentukan nilai CBR berdasarkan penetrasi DCP konus 30° menggunakan Rumus (Ataline, M., dan Lukiana, 2013).

$$\log_{10}(CBR) = 1,352 - 1,125 \log_{10}(mm/tum)$$

Berdasarkan data CBR yang telah ada kemudian menghitung DDT (Daya Dukung Tanah)

$$CBR \text{ Maks} = 30,992$$

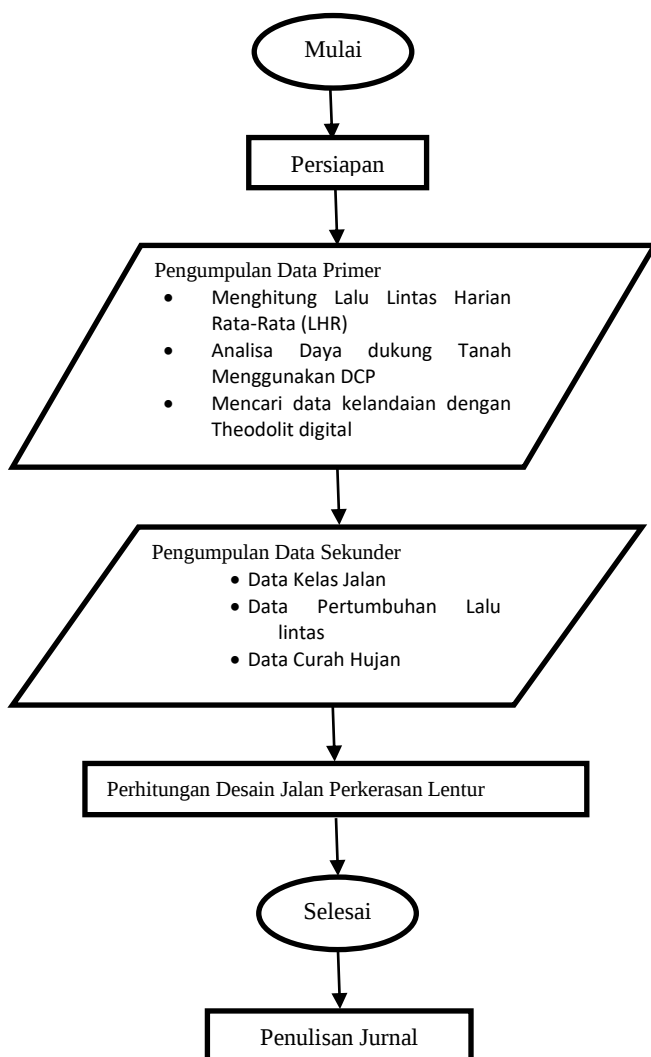
$$CBR \text{ Min} = 11,638$$

$$R = 3,18, \text{berdasarkan } 10 \text{ titik pengamatan CBR}^{[10]}$$

$$CBR \text{ Segmen} = \overline{CBR} - \left[\frac{CBR \text{ maks} - CBR \text{ min}}{R} \right]$$

$$CBR \text{ Segmen} = 20,502 - \left[\frac{30,99 - 11,63}{3,18} \right] = 14,4164$$

$$DDT = 1,6649 + 4,3592 \log CBR \text{ segmen}$$



Gambar 3. Alur penelitian

3. Hasil dan Pembahasan

Jenis Kendaraan	Angka ekuivalen	LEP	LEA 2002	LEA 2027
Mobil Penumpang	3234	0,6468	0,8776	1,1906
Bus Besar 8 ton	6	0,4779	0,6372	0,87615
Truk 2 Sumbu (4 Roda) 10 ton	120	21	28,525	38,675
Truk 2 Sumbu (6 Roda) 13 ton	156	83,0544	112,8688	153,3312
		105,1791	142,9086	194,0729
$DDT = 1,6649 + 4,3592 \log(14,4164) = 6,671$				

3.1.2. Menghitung Kelandaian Tanah

Kelandaian tanah diukur menggunakan theodolit digital.

Titik Pertama, benang Atas: 16; benang tengah: 12; benang bawah: 0,8; sudut vertikal : $1^{\circ}33'10''$.

Titik Kedua, benang atas: 48,3; benang tengah: 43,5; benang bawah: 38,7; sudut vertikal : $0^{\circ}16'35''$.

$$\begin{aligned} \text{Kelandaian} &= ((Bt1-Bt2)/L) \times 100\% \\ &= ((12-43,5)/1000) \times 100\% \\ &= 3,15\% \end{aligned}$$

3.1.3. Data Sekunder

3.1.4.1 Pertumbuhan Lalu Lintas

Berdasarkan data BPS jumlah kendaraan pada tahun 2014 sebanyak 114209260 buah dan pada tahun 2015 sebanyak 121394185 buah (BPS, 2018)

Laju pertumbuhan (i) adalah sebagai berikut:

$$i = \frac{121394185 - 114209260}{114209260} \times 100\% = 6,29\%$$

3.1.4.2. Curah Hujan

Kabupaten Magelang memiliki curah hujan yang cukup tinggi yaitu sebesar 2300-3000 mm/th (Yulianto, 2012).

3.1.4.3. Klasifikasi Jalan

Jalan Raya Magelang-Kaliangrik termasuk kategori Jalan Kolektor.

3.2. Pembahasan

Umur Rencana 5 tahun pertama 2022 dan 5 tahun kedua 2027 = 10 tahun, pertumbuhan lalu lintas 6,29%.

Tabel 3. Pertumbuhan Lalu lintas Selama 10 Tahun

Jenis Kendaraan	LHR pada 2017	LHR pada 2022	LHR pada 2027
Mobil Penumpang	3234	4388	5953
Bus Besar 8 ton	6	8	11

Truk 2 Sumbu (4 Roda) 10 ton	120	163	221
Truk 2 Sumbu (6 Roda) 13 ton	156	212	288
Jumlah	3516	4771	6473

$$\text{LHR pada 2022} = \text{LHR 2017} \times (1+i)^5$$

$$\text{LHR pada 2027} = \text{LHR 2022} \times (1+i)^5$$

Tabel 4. Perhitungan Angka Ekuivalen

$$\begin{aligned} \text{LET} &= 0,5 \times (\text{LEP} + \text{LEA}_{2022}) \\ &= 0,5 \times (105,1791 + 142,9086) \\ &= 124,04375. \end{aligned}$$

$$\text{LER} = \text{LET} \times \text{UR}/10$$

$$\begin{aligned} \text{LER 5 Th Pertama} &= 124,04375 \times 5/10 \\ &= 62,071925. \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{LER 5 Th Kedua} &= ((0,5(142,908 + 194,07)) \times 10)/10 \\ &= 168,490475. \end{aligned}$$

3.2.1. Faktor Regional

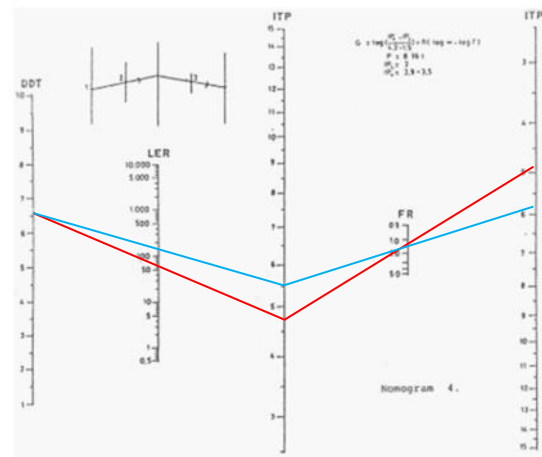
Curah Hujan = 2300-3000 mm/th.

Prosentase Kendaraan Berat terhadap kendaraan ringan $= (6 + 120 + 156/3516) \times 100\% = 8,020\%$

Kelandaian 3,15%

Faktor Regional diperoleh sebesar 1,5

Ipo dengan Lapis Permukaan Laston yaitu 3,8



Gambar 4. Nomogram korelasi DDT dan ITP

IPt dengan LER pada 5 tahun pertama (62,071925) dengan klasifikasi jalan kolektor yaitu 2,0. Sedangkan pada 10 tahun kemudian LER (168,490475) dengan klasifikasi jalan kolektor memperoleh IPt=2,0.

Pada 5 Tahun Pertama

Tebal lapis minimum dilihat dari $\overline{ITP}$ = 4,9

Lapisan permukaan: Laston, MS 340; d1 = 5

Lapisan pondasi atas: Batu pecah kelas A; d2 = 20

Lapisan pondasi bawah: Sirtu kelas B; d3 = 10

$$\overline{ITP} = (a1 \times d1) + (a2 \times d2) + (a3 \times d3)$$

$$\overline{ITP} = (0,30 \times 5) + (0,14 \times 20) + (0,12 \times d3)$$

$$4,9 = (0,30 \times 5) + (0,14 \times 20) + (0,12 \times d3)$$

$$d3 = \frac{4,9 - 4,3}{0,12} = 5 \text{ cm}$$

Untuk 5 Tahun Kedua

Koefisien kekuatan relatif, dilihat dari tabel koefisien reltif

Lapisan permukaan: Laston, MS 340; a1 = 0,30
 Lapisan Pondasi atas: Batu pecah kelas A; a2 = 0,14
 Lapisan pondasi bawah: Sirtu Kelas B; a3 = 0,12
 Tebal Lapis minimum dilihat dari $\overline{ITP}$ = 5,9
 Lapisan permukaan: Laston, MS 340 d1 = 5
 Lapisan pondasi atas: Batu Pecah kelas A d2 = 20
 Lapisan pondasi bawah: Sirtu kelas B d3 = 10

$$\overline{ITP} = (a1 \times d1) + (a2 \times d2) + (a3 \times d3)$$

$$\overline{ITP} = (0,30 \times 5) + (0,14 \times 20) + (0,12 \times d3)$$

$$5,9 = (0,30 \times 5) + (0,14 \times 20) + (0,12 \times d3)$$

$$d3 = \frac{5,9 - 4,3}{0,12} = 13,3 \text{ cm}$$

$$5,9 = (0,3 \times d1) + (0,14 \times 20) + (0,12 \times 13,3)$$

$$5,9 = 0,30d1 + 2,8 + 1,596$$

$$d1 = 5,013$$

Tebal lapis aspal hasil pengukuran adalah 6,6 cm, maka d0 yang diperlukan
 $Do = 6,6 - 5,013 = 1,587 \text{ cm} = 3 \text{ cm}$ (syarat tebal minimum)

3.2.2. Perhitungan Lebar Jalan

Jalan kelas II (kolektor) muatan sumbu terberat 8 ton sehingga direncanakan kendaraan terberat yang melintas adalah kendaraan sedang.

Sehingga:

$V_r = 20 \text{ km/jam}$
 $R_d = 19 \text{ m}$
 $n = 1$ (Jumlah jalur lintasan)
 $c = 0,8 \text{ m}$ (Kebebasan samping)
 $b = 2,6 \text{ m}$ (Lebar lintasan kendaraan sedang pada jalan lurus)
 $p = 7,6 \text{ m}$ (Jarak antara as roda depan dan belakang kendaraan sedang)
 $A = 2,1 \text{ m}$ (Tonjolan depan sampai bumper kendaraan sedang)

Secara analitis:

$$B = n(b' + c) + (n - 1)T_d + Z$$

$$b' = b + b''$$

$$b'' = R_d - \sqrt{R_d^2 - p^2}$$

$$T_d = \sqrt{R_d^2 + A(2p + A)} - R_d$$

$$\epsilon = B - w$$

$$Z = 0,105 \times \frac{V_r}{\sqrt{R_d}}$$

dengan:

B = Lebar perkerasan pada tikungan

n = Jumlah lajur Lintasan(2)

b' = Lebar lintasan kendaraan pada tikungan

c = Kebebasan samping(0,8m)

T_d = Lebar melintang akibat tonjolan

depan

Z = Lebar tambahan akibat kelainan

Dalam mengemudi

W = lebar perkerasan

ϵ = pelebaran perkerasan

R_d = jari-jari rencana

Perhitungan pelebaran perkerasan ditikungan:

$$b'' = R_d - \sqrt{R_d^2 - p^2}$$

$$= 1,58$$

$$b' = b + b'' = 2,6 + 1,58 = 4,18$$

$$T_d = \sqrt{R_d^2 + A(2p + A)} - R_d$$

$$= \sqrt{19^2 + 2,1(2 \times 7,6 + 2,1)} - 19$$

$$= 22,94$$

$$Z = 0,105 \times \frac{V_r}{\sqrt{R_d}} = 0,105 \times \frac{20}{\sqrt{19}}$$

$$= 0,48$$

$$B = n(b' + c) + (n - 1)T_d + Z$$

$$= 1(4,18 + 0,8) + (1 - 1)22,94 + 0,48$$

$$= 5,46 \text{ m}$$

Lebar perkerasan pada jalan lurus 1 lajur = 3,5 m (sesuai survey)

$$\text{Ternyata } B > 4,45 \text{ m} = 3,5 \text{ m} > 5,46 \text{ m}$$

$$5,46 - 3,5 = 1,24 \text{ m}$$

Karena $B > W$, maka diperlukan pelebaran perkerasan pada tikungan sebesar 1,96 m.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil perhitungan lalu lintas harian rata-rata di ruas Jalan Magelang-Kaliangkrik diperoleh nilai LER 5 tahun pertama 62,071925 dan untuk 5 tahun kedua adalah 168,490475. Selanjutnya perhitungan perencanaan perkerasan menggunakan Laston MS 340 dengan metode Bina Marga 1987, didapatkan data CBR lapangan rata-rata menggunakan *Dynamic Cone Penetrometer* (DCP) dengan ukuran konus 30° sebesar 20,5026. Dari data CBR tersebut diperoleh nilai daya dukung tanah (DDT) sebesar 6,716. Kemudian dari nilai DDT dan LER yang telah dihitung maka diperoleh nilai ITP dengan menggunakan Nomogram 4 mendapat hasil akhir $d1 = 5,103 \text{ cm}$ dan $d3 = 13,3 \text{ cm}$, sehingga diperlukan penambahan *overlay* sebesar 3 cm. Hasil perhitungan pelebaran jalan pada tikungan sebesar 1,96 m.

Daftar Pustaka

- Arie, S.S., 2010. Pengujian daya dukung perkerasan jalan dengan dynamic cone penetrometer (DCP) sebagai standar untuk evaluasi perkerasan jalan, *Jurnal Aptek* 2(1), 52–59.
- Asiyanto, 2008. Metode Konstruksi Proyek Jalan. Penerbit Universitas Indonesia, Jakarta.
- Ataline, M., Lukiana, 2013. Penentuan tebal perkerasan lentur berdasarkan nilai CBR (california bearing ratio) dan ESWL (equivalent single wheel load) pesawat rencana pada perencanaan pembangunan bandar udara baru di karawang, *Warta Ardhia*, 39(3), 181–191.
- Dewi, H., Djoko S., Selviana, T.P., 2016. Evaluasi struktur perkerasan jalan lintas angkutan barang (peti kemas) surakarta-sukoharjo, *E-Jurnal Matriks Teknik Sipil* 4(4), 1072–1077.
- Febri, K., Sudarmo, 2018. Analisis geometrik pada tikungan ruas jalan raya magelang-kopeng dan jalan raya soekarno-hatta (pertigaan cangkuk), *Reviews in Civil Engineering*, 2(1), 52–57.
- Helmi, Aprianto, Vivi, B.V., 2016. Korelasi nilai california bearing ratio (CBR) lapangan dengan menggunakan alat dynamic cone penetrometer (DCP) dan california bearing ratio (CBR) mekanis, *Jurnal Mahasiswa Universitas Tanjung Pura* 1(1), 1–12.
- Masykur, Septyanto, K., 2017. Analisa pengujian dynamic cone penetrometer (DCP) untuk daya dukung tanah pada perkerasan jalan overlay, *Jurnal Tapak*, 7(1), 52–63.
- Muhammad, Q., sudarmo, yayan, A.S., 2016. Analisis alinyemen horizontal pada tikungan depan gardu pln ngabul di kabupaten jepara, *Jurnal Disprotek*, 7(2), 36–42.
- Perkembangan Jumlah Kendaraan Bermotor Menurut Jenis, 1949–2016, <https://www.bps.go.id/linkTabelDinamis/view/id/1133> (diakses April 2018)
- Sudarmo, Lulut, F., Achmad, A., Siti, N., Heru, H., Abdul, M., 2018.

- Analisis tebal perkerasan jalan raya magelang-purworejo km 8 sampai km 9 menggunakan metode bina marga 1987, *Reviews in Civil Engineering* 2(1), 41-46.
- Sukirman, Silvia, 1993. *Perkerasan Lentur Jalan Raya*, Penerbit Nova, Bandung
- Yuliyanto. Kajian Dampak Variabilitas Curah Hujan Terhadap Produktivitas Padi Sawah Tadah Hujan di Kabupaten Magelang, *Jurnal Bumi Indonesia*.1(1), 1-9.