

Perencanaan Tebal Perkerasan Kaku Ruas Jalan Raya Jepara Bangsri pada KM 11 sampai KM 12 Menggunakan Pedoman Bina Marga 2017

Decky Rochmanto¹, Mayang Tiara^{2*}, Yayan Adi Saputro³,

^{1,2,3}Teknik Sipil, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Nahdlatul Ulama Jepara

Email : *mayangtiara3@gmail.com

Info Artikel

Diajukan : 10 Juli 2022

Diperbaiki : 12 Agustus 2022

Disetujui : 19 Agustus 2022

Keywords: Road Redesign, Road Pavement, Rigid Pavement.

Kata kunci: Perencanaan Ulang Jalan, Perkerasan jalan, Perkerasan Kaku

Abstract

The damage that occurs is caused by the high intensity of the vehicle load that comes and transports goods on the Jepara-Bangsri Highway, so that the load on the flexible pavement layer increases along with the volume of road traffic. For this reason, it is necessary to use a rigid road surface to plan a new road surface to overcome the damage. The method used is the 2017 Pavement Design Manual, average daily traffic data, annual average daily traffic data, and CBR value data from soil testing using the DCP tool. Calculated using the 2017 Pavement Design Manual methodology for 275 mm thick concrete slab, 100 mm thick concrete layer, and 150 mm Class A aggregate drainage layer. The connection is divided into two parts, namely longitudinal connection with tie bars using 16-750 threads, and transverse connection with dowels using ordinary reinforcement D 36-300, with a planned budget of Rp. 5,917,030,000.00.

Abstrak

Kerusakan yang terjadi disebabkan oleh tingginya intensitas beban kendaraan yang datang dan angkutan barang di Jalan raya Jepara-Bangsri, sehingga beban pada lapisan perkerasan lentur bertambah seiring dengan volume lalu lintas jalan. Untuk itu diperlukan penggunaan permukaan jalan yang kaku untuk merencanakan permukaan jalan baru untuk mengatasi kerusakan. Metode yang digunakan adalah Manual Desain Perkerasan Tahun 2017, data lalu lintas harian rata-rata, data lalu lintas harian rata-rata tahunan, dan data nilai CBR dari pengujian tanah menggunakan alat DCP. Dihitung menggunakan metodologi Manual Desain Perkerasan 2017 untuk pelat beton setebal 275 mm, lapisan beton setebal 100 mm, dan lapisan drainase agregat Kelas A 150 mm. Penyambungan dibagi menjadi dua bagian yaitu sambungan memanjang dengan tie bars menggunakan ulir 16-750, dan sambungan melintang dengan dowel menggunakan tulangan biasa D 36-300, dengan rencana anggaran biaya sebesar Rp 5.917.030.000,00.

1. Pendahuluan

Pada Jalan Raya Jepara – Bangsri kerusakan yang sering terjadi yaitu tekstur jalan yang bergelombang dan ketidak rataan permukaan jalan. Pada lengan jalan mengalami kerusakan karena banyaknya transportasi berat maupun transportasi pribadi yang melintas jalan tersebut yang memberi dampak kerusakan seperti retak halus (hair cracking) [1], [2] dan retak buaya (alligator cracking) [3] yang mengakibatkan terjadinya pelepasan butiran agregat [4]–[7] yang dapat mengganggu pengguna jalan. Untuk itu perlu dilakukan perencanaan perkerasan baru dengan menggunakan perkerasan kaku (rigid pavement) [8], [9] untuk mengatasi kerusakan di Jalan raya Jepara – Bangsri bertujuan untuk memberi kenyamanan dan kelancaran bagi pengguna jalan [10]. Pada perencanaan ini dapat diidentifikasi permasalahan diantaranya adalah:

- Berapakah tebal perkerasan kaku [11]–[13] pada Ruas jalan Raya Jepara – Bangsri menggunakan pedoman metode Bina Marga 2017?
- Berapakah nilai skid resistance [14]–[17] sesuai dengan kedalaman tekstur rencana pada Ruas Jalan Raya Jepara – Bangsri Km 11 sampai Km 12?
- Apa Rencana Anggaran Biaya (RAB) Perencanaan Ketebalan Perkerasan Kaku menggunakan [13] Panduan Bina Marga 2017

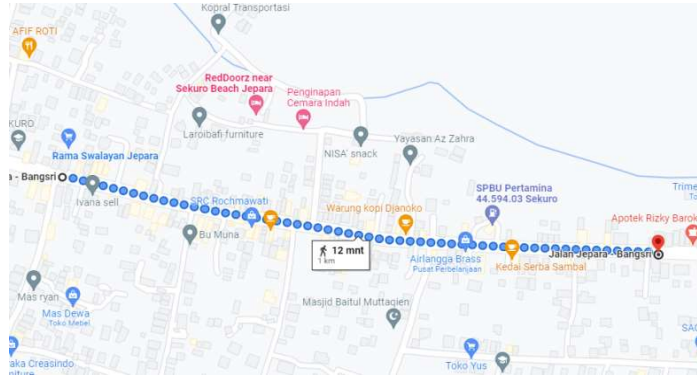
2. Metode

Dalam merencanakan suatu bangunan atau konstruksi diperlukan suatu metodologi benar dan sesuai dalam pengolahan data dan penelitian tebal perkerasan kaku ini menggunakan metode survey lapangan, data yang diperoleh akan digunakan untuk menentukan tebal perkerasan kaku, nilai kekesatan [18] (*skid resistance*) dan menentukan nilai Rencana Anggaran Biaya (RAB) dalam perencanaan jalan ini.

a. Lokasi Penelitian

Nama Jalan : Jl Raya Jepara – Bangsri

Lokasi : Desa Sekuro, Kecamatan Mlonggo, Kabupaten Jepara.



Gambar 1. Lokasi Perencanaan

- b. Pengumpulan Data Primer Survei elevasi jalan [10], [19], Survei tanah, Survei lalu lintas, Survei lingkungan.
- c. Pengumpulan Data Sekunder dan informasi
- d. Metode Analisis Data
 1. Dalam menganalisa data primer yaitu dengan melakukan survei lokasi jalan untuk mencari nilai LHR dengan menghitung volume lalu lintas pada lokasi penelitian diambil waktu selama tujuh hari pada waktu jam puncak dengan interval 15 menit.
 2. Kemudian menggunakan alat DCP [20] untuk melakukan survei tanah untuk menentukan nilai CBR untuk lokasi penelitian.
 3. Survei elevasi menggunakan alat theodolite untuk mengetahui elevasi jalan eksisting pada lokasi penelitian
 4. Setelah diketahui data primer, maka langkah untuk menentukan tebal perkerasan yaitu dengan menganalisa perhitungan beban sumbu, CBR lapangan, menghitung perencanaan tebal plat, rencana tulangan, rencana sambungan[21], dan rencana kedalaman tekstur. Kemudian dapat direncanakan anggaran biaya.

3. Hasil dan Pembahasan

Berdasarkan langkah tahapan dalam pengumpulan data, maka didapatkan hasil diantaranya:

a. Data Lalu Lintas

1. Rata-rata Lalu Lintas Harian [22]

Dari data LHR yang ada dimungkinkan untuk memprediksi nilai pertumbuhan lalu lintas yang akan terjadi. Dengan mengetahui nilai prediksi pertumbuhan lalu lintas, maka dimungkinkan untuk memprediksi jumlah kendaraan yang akan melewati umur rencana (40 tahun).

Tabel 1. Lalu Lintas Harian Rerata Jl. Raya Jepara Bangsri (Kend/hari) Tahun 2022

No	Jenis Kendaraan	Senin	Selasa	Rabu	Kamis	Jumat	Sabtu	Minggu
1	Sedan, Jeep, Wagon	2168	1937	2310	2582	1796	2542	2326
2	Combi, Minibus	818	810	649	725	880	728	857
3	Pick up, Mobil Hantaran	863	845	765	698	950	521	624
4	Bus Kecil	112	135	148	150	122	148	151

5	Bus Besar	49	40	45	49	42	50	54
6	Truk Ringan 2 Sumbu	139	172	261	151	216	129	198
7	Truk Sedang 2 Sumbu	75	59	65	70	59	62	88
8	Truk 3 Sumbu	71	32	30	32	39	55	76
9	Truk Semi Trailer	22	21	23	20	21	34	33

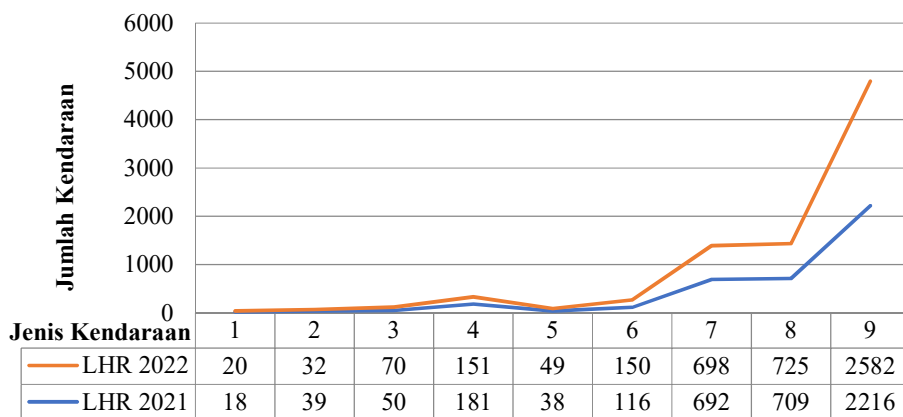
untuk menentukan pertumbuhan lalu lintas maka membutuhkan nilai LHR pada tahun sebelumnya, maka didapatkan nilai LHR pada tahun 2021 pada Tabel 2.

Tabel 2. LHR Jalan Raya Jepara – Bangsri (Kend/hari) Tahun 2021

No	Tipe Kendaraan	LHR Tahun 2021
1	Sedan dan Jip	2216
2	Combi dan Minibus	709
3	Pickup	692
4	Bus Kecil	116
5	Bus Besar	38
6	Truk Ringan 2 Poros	181
7	Truk Medium 2 Poros	50
8	Truk 3 Gandar	39
9	Semi Trailer	18

Sumber: Dishub Kabupaten Jepara, 2021 [23]

Jumlah Lalu Lintas Harian Rata-rata pada tahun 2021 dan 2022 dengan nilai yang berbeda dan terjadi peningkatan dilihatkan pada grafik dibawah ini:



Gambar 2. LHR Tahun 2021 dan Tahun 2022

2. Arus Lalu Lintas

Perubahan data pada Tabel 3 menjadi unit mobil penumpang dan hitung sesuai Tabel 3

Tabel 3. LHR Jalan Raya Jepara Bangsri (SMP) Tahun 2022

No	Jenis Kendaraan	Ket.	EMP	SMP	SMP	SMP	SMP	SMP	SMP	SMP
1	Sedan, Jeep, Wagon	LV	1	2168	1937	2310	2582	1796	2542	2326
2	Combi, Minibus	LV	1	818	810	649	725	880	728	857

3	Pick up, Mobil Hantaran	LV	1	863	845	765	698	950	521	624	
4	Bus Kecil	LV	1	112	135	148	150	122	148	151	
5	Bus Besar	HV	1.3	63.7	52	58.5	63.7	54.6	65	70.2	
6	Truk Kecil 2 Sumbu	HV	1.3	180.7	223.6	339.3	196.3	280.8	167.7	257.4	
7	Truk Menengah 2 Sumbu	HV	1.3	97.5	76.7	84.5	91	76.7	80.6	114.4	
8	Truk dengan 3 Sumbu	HV	1.3	92.3	41.6	39	41.6	50.7	71.5	98.8	
9	Truk Semi Trailer	HV	1.3	28.6	27.3	29.9	26	27.3	44.2	42.9	
Total				4423.8	4148.2	4423.2	4573.6	4238.1	4368	4541.7	4541.7

Tabel 4. LHR Jalan Raya Jepara Bangsri (SMP) Tahun 2022

No	Jenis Kendaraan	Keterangan	EMP	LHR	
				Kendaraan	SMP
1	Sedan, Jeep, Wagon	LV	1	2216	2216
2	Combi, Minibus	LV	1	709	709
3	Pick up, Mobil Hantaran	LV	1	692	692
4	Bus Kecil	LV	1	116	116
5	Bus Besar	HV	1.3	38	49.4
6	Truk Ringan 2 Sumbu	HV	1.3	181	235.3
7	Truk Sedang 2 Sumbu	HV	1.3	50	65
8	Truk 3 Sumbu	HV	1.3	39	50.7
9	Truk Semi Trailer	HV	1.3	18	23.4
Total					4156.8

3. Peningkatan Lalu Lintas

$$\begin{aligned}
 LHR_{2022} &= LHR_{2021} (1 + I)^n \\
 4573,6 &= 4156,8 (1 + i)^1 \\
 4573,6 &= 4156,8 + 4156,8 \cdot i \\
 \frac{416,95}{4156} &= i \\
 1,0 \% &= i
 \end{aligned}$$

Maka meningkatnya lalu lintas Jalan Raya Jepara – Bangsri sebesar 1,0 %

Meningkatnya lalu lintas mempengaruhi perencanaan jalan kaku. [19] .LHR [24] rata-rata (LHR) akan mempengaruhi tebal plat beton [25], semakin tinggi nilai LHR maka akan semakin tebal ukuran plat beton yang akan direncanakan.

4. Faktor Pertumbuhan kumulatif (R)

$$\begin{aligned}
 R &= \frac{(1 + 0,01 \times 1,0)^{40} - 1}{0,01 \times 1,0} \\
 R &= 48,886
 \end{aligned}$$

5. Kapasitas Jalan

$$\begin{aligned}
 C &= 5800 \times 0,87 \times 1,00 \times 0,94 \times 1,00 \\
 &= 4743,34 \text{ smp/jam}
 \end{aligned}$$

6. Beban As Tiap Kendaraan

Jenis kendaraan menurut sistem klasifikasi kendaraan dijelaskan dalam Pedoman Survei Statistik Lalu Lintas [26]

Tabel 5. Beban As tiap Kendaraan

No	Jenis Kendaraan	Beban Kend (ton)	Distribusi Beban as (%)			Beban as (ton)			Total (ton)
			RD	RB	RGB	RD	RB	RGB	
1	Sedan, Jeep, Wagon	3.75	50	50		187.5	187.5		375
2	Combi, Minibus	3.75	50	50		187.5	187.5		375
3	Pick up, Mobil Hantaran	3.75	50	50		187.5	187.5		375
4	Bus Kecil	6.16	34	66		209.44	406.56		616
5	Bus Besar	9.23	34	66		313.82	609.18		923
6	Truk Ringan 2 Sumbu	9.4	34	66		319.6	620.4		940
7	Truk Sedang 2 Sumbu	11.47	34	66		389.98	757.02		1147
8	Truk 3 Sumbu	15.53	25	37.5	37.5	388.25	582.38	582.38	970.625
9	Truk Semi Trailer	40.3	18	28	54	725.4	1128.4	2176.2	1853.8

7. Faktor Distribusi Arah

Bina Marga [13], [27] menyarankan faktor distribusi arah sebesar 0,5

8. Faktor Distribusi Lajur

Koefisien distribusi untuk 2 lajur tiap arah berpedoman pada tabel 2.7 didapatkan D_L sebesar 100%.

9. Beban Sumbu Standar Kumulatif

$$\begin{aligned}
 ESA_{TH-1} &= 98 \times 365 \times 0,50 \times 1 \times 48,886 \\
 &= 8,7436 \times 10^5
 \end{aligned}$$

Tabel 6. Berat Sumbu Kumulatif Kendaraan

Jenis Kendaraan	Jumlah Kelompok Sumbu	LHR 2022	Kelompok Sumbu	R	Jumlah Kelompok Sumbu ('22 - '62)
Bus Besar	2	49	98	48,886	8,74E+05
Truk kecil 2 sumbu	2	151	302	48,886	2,69E+06
Truk menengah 2 sumbu	2	70	140	48,886	1,24E+06
Truk dengan 3 sumbu	2	32	64	48,886	5,70E+05
Truk Trailer	3	20	60	48,886	5,35E+05
Kumulatif kelompok sumbu kendaraan 2022 - 2062					5,38E+06

b. Perhitungan Data Tanah

Pengujian dan pengambilan data CBR yaitu menggunakan alat [28] DCP (*Dinamic Cone Penetrometer*), hasil data yang telah diambil pada daerah Jalan Raya Jepara – Bangsri Km 11 s.d Km 12 adalah diantaranya:

Nilai R ditentukan sesuai dari banyaknya titik pengujian sesuai dengan tabel 2. yaitu sebesar = 3.18

Diketahui:

$$\text{CBR rata-rata} = \frac{\text{Jumlah Total CBR}}{\text{Jumlah Titik}} = \frac{159,769}{21} = 7,608 \%$$

$$\begin{aligned}
 \text{CBR maks} &= 21,760 \% \\
 \text{CBR min} &= 2,173 \% \\
 \text{CBR segmen} &= \text{CBR rata-rata} - \frac{(\text{CBR maks} - \text{CBR min})}{R} \\
 &= 7,608 - \frac{(21,760 - 2,173)}{3,18} = 1,44 \%
 \end{aligned}$$

Nilai CBR dibawah 3,5 merupakan jenis tanah jelek, dan perlu dilakukan pemadatan [29] untuk pada lokasi tersebut. Lapisan Tanah dasar akan mempengaruhi pondasi bawah dalam perencanaan jalan rigid. [20]. Hal itu sesuai dengan metode bina marga, yang dimana jika tanah dasar memiliki nilai CBR kurang lebih besar dari 2% maka harus memiliki pondasi bawah setebal 15 cm yang terbuat dari beton tanpa lemak, yang dianggap sebagai nilai CBR tanah dasar yang valid

c. Perkerasan Kaku Berdasarkan [13] Bina Marga 2017

1. Rencana Mutu Beton

Untuk menentukan rencana mutu beton yang digunakan adalah dengan menggunakan perbandingan antara nilai modulus elastisitas beton dengan beban as kendaraan. Beban as kendaraan maksimal yang melaju pada Ruas Jalan Raya Jepara - Bangsri sesuai perhitungan Tabel 5 yaitu dengan nilai 1853,8 ton.

Silinder 15 x 30 cm: $f_c' = 300 \text{ kg/cm}^2 = 4.266 \text{ psi}$

$$E_c = 57000\sqrt{F_c'}$$

Diketahui:

$$F_c' = 300 \text{ kg/cm}^2$$

$$1 \text{ kg/cm}^2 = 14,22 \text{ psi}$$

$$F_c' = 300 \text{ kg/cm}^2 \times 14,22 = 4.266 \text{ psi}$$

$$\begin{aligned}
 E_c &= 57.000 \sqrt{F_c'} \\
 &= 57.000 \sqrt{4.266} = 3.722.933 \text{ psi}
 \end{aligned}$$

Dibulatkan $E_c = 3.700.000 \text{ psi}$.

Nilai beban maksimum kendaraan = 1.853,8 ton

$$\text{Beban} = 1.853,8 \text{ ton} = 118,354 \text{ kg/cm}^2$$

$$F_c' = 118,354 \text{ kg/cm}^2 \times 14,22 = 1.683 \text{ psi}$$

$$E_c = 57.000 \sqrt{F_c'} = 57.000 \sqrt{1.683} = 2.338.389 \text{ psi}$$

Dibulatkan $E_c = 2.400.000 \text{ psi}$.

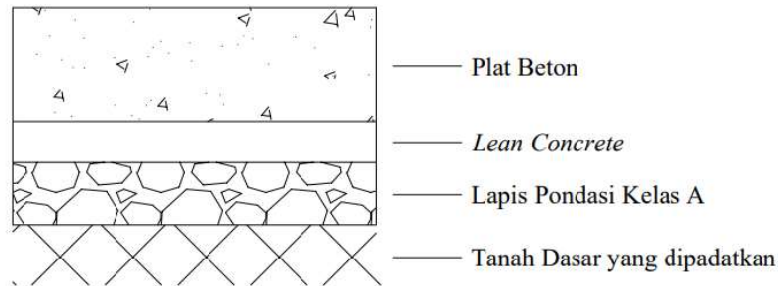
Dihasilkan nilai modulus elastisitas beton sebesar 3.700.000 psi dan nilai beban kendaraan maksimum sebesar 2.400.000 psi, maka direncanakan mutu beton K 350 sudah dapat memenuhi dari beban kendaraan yang melaju.

2. Lapis Pondasi [12] Bawah

- Beton ramping, tebal 10 cm, kualitas beton K150
- Lapisan drainase agregat Grade A, tebal 15 cm
- lapisan dasar 30 cm

3. Penentuan Tebal Plat Beton

Total beban gandar standar kumulatif selama umur rencana adalah $5,38 \times 106$. Oleh karena itu, kelompok gandar Kendaraan tersebut masuk kategori R2 dengan tebal pelat beton 275mm atau 27,5cm. Bahan yang digunakan dalam desain perkerasan kaku ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Potongan Material Perkerasan

4. Sambungan

Adapun penulangan untuk sambungan yaitu:

- Ketebalan Pelat = 275 mm
- Jumlah lajur = 2 lajur
- Panjang segmen lajur = 6 m
- Lebar lajur = 3,5 m.
- Perencanaan mutu baja tulangan [30]:
 - *Tie-bars* menggunakan baja ulir dengan diameter 16 mm.
 - *Dowel* menggunakan baja polos dengan diameter 36 mm.

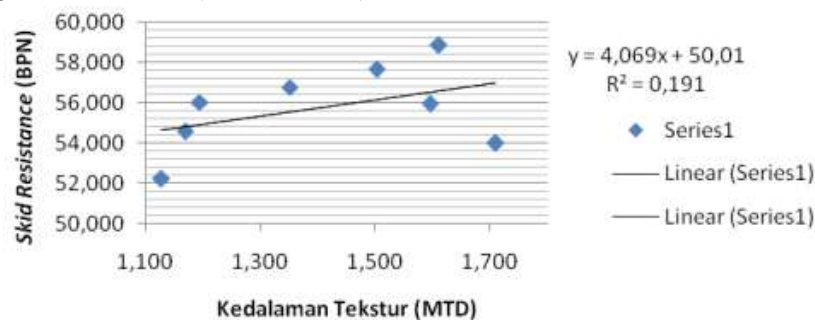
▪ *Tie Bars*

$$I = (38,3 \times \emptyset) + 75 = (38,3 \times 16) + 75 = 687,8 \text{ cm dibulatkan menjadi } 700 \text{ cm}$$

Dari perhitungan sambungan memanjang menggunakan diameter 16 mm, jarak antar batang 75 cm, dan panjang batang 70 cm.

- *Dowel* digunakan sebagai batang penghubung silang untuk perkerasan beton tanpa tulangan menerus, panjangnya sekitar 4 sampai 5 meter, dan harus dilengkapi dengan jari-jari datar dengan panjang 450 mm dan jari-jari 300 mm.

d. Perhitungan Tahan Gelincir (*Skid Resistance*)



Gambar 4. Keterkaitan Skid Rasistance dan Kedalaman Tekstur. [31]

Dengan menentukan nilai kedalaman tekstur rencana 1,5 MTD maka memiliki nilai *skid resistance* yaitu sebesar 56,000 BPN.

e. Rencana Anggaran Biaya (RAB)

Tabel 7. Rekapitulasi Rencana Anggaran Biaya

NO	URAIAN	JUMLAH HARGA PEKERJAAN (RP)
I	Pekerjaan Awal	16,085,000.00
II	Pekerjaan tanah	19,213,285.29
II	Pekerjaan berbutir	1,011,028,120.41
IV	Pekerjaan struktur	4,332,783,623.29
	Jumlah harga pekerjaan	5,379,110,128.99
	Pajak Pertambahan Nilai (PPN) 10%	537,911,012.90
	Jumlah total	5,917,021,141.89
	Dibulatkan	5,917,030,000.00
<i>Terbilang: Lima Milyar Sembilan Ratus Tujuh Belas Juta Tiga Puluh Ribu Rupiah</i>		

4. Simpulan

Adapun kesimpulan yang bisa ditarik dari hasil perhitungan Perencanaan Perkerasan Kaku di Jalan Jepara-Bangsri KM 11 s/d Km 12, yaitu:

- Hasil perhitungan metode Bina Marga 2017 diperoleh tebal perkerasan kaku yang terdiri dari pelat beton setebal 275 mm, beton kurus setebal 100 mm dan lapisan dasar agregat grade A setebal 150 mm.
- Berdasarkan rencana kedalaman tekstur sebesar 1,5 MTD maka nilai *skid resistance* sebesar 56,000 BPN.
- Dalam Pekerjaan Perencanaan Jalan Kaku (*Rigid Pavement*) ini membutuhkan biaya sebanyak Rp. 16.085.000,00 untuk pekerjaan persiapan, Rp. 19,231,385.29 untuk pekerjaan Tanah, Rp. 1,011,028,120.41 untuk pekerjaan berbutir, dan Rp. 4,332,783,623.29 untuk pekerjaan struktur. Dengan total Rencana Anggaran Biaya (RAB) sebesar Rp. 5,917,030,000.00.

Daftar Pustaka

- [1] A. T. Dachlan, *Pelaksanaan Perkerasan Kaku Cor di Tempat*. Bandung: ZipBooks, 2013.
- [2] M. Sjahdanulirwan and A. T. Dachlan, "Kajian Kekesatan Permukaan Perkerasan Jalan Beton Aspal, Beton Semen, dan Beton Karet (Study of Skid Resistance on Asphalt Concrete, Cement Concrete, and Rubberized Concrete Road Pavement Surfaces)," *J. Jalan Jemb.*, vol. 30, no. 3, pp. 152–163, 2013.
- [3] Departemen Pekerjaan umum, *Modul RDE - 11 : Perencanaan Perkerasan Jalan*. 2005.
- [4] M. Qomaruddin, Y. A. Saputro, and S. Sudarno, "Kajian Penggunaan Bottom Ash sebagai Mortar Beton," in *Prosiding SNST ke-9 Universitas Wahid Hasyim Semarang*, 2018, pp. 34–39.
- [5] M. Qomaruddin, K. Umam, I. Istianah, Y. A. Saputro, and P. Purwanto, "Pengaruh Bahan Kalsium Oksida Pada Waktu Pengikatan Pasta Beton Geopolimer dan Konvensional," *J. Eksakta Univ. Islam Indones.*, vol. 19, no. 2, pp. 182–191, 2019, doi: 10.20885/eksakta.vol19.iss2.art8.
- [6] M. Qomaruddin, A. Ariyanto, I. Istianah, and F. Zahro, "Pemanfaatan Limbah Plastik Menjadi Agregat Pada Mortar Geopolimer," *Din. Rekayasa, Univ. Jenderal Soedirman*, vol. 16, no. 2, 2020.
- [7] A. Kustirini, M. Qomaruddin, D. S. Budiningrum, and I. E. Andammaliek, "The Influence Of Compressive Strength Of Mortar Geopolimer On Addition Of Carbit Waste Ash With Curing Oven System," in *Proceedings of the 1st International Conference on Civil Engineering, Electrical Engineering, Information Systems, Information Technology, and Agricultural Technology*, 2020, pp. 1–4.
- [8] M. Qomaruddin and S. Sudarno, "The study of laminate concrete between geopolymer and conventional," 2019, doi: 10.1088/1742-6596/1363/1/012011.
- [9] M. Qomaruddin, H. A. Lie, A. Hidayat, S. Sudarno, and A. Kustirini, "Compressive Strength Analysis On Geopolymer Paving By Using Waste Substitution Of Carbide Waste And Fly Ash," 2019, doi: 10.1088/1742-6596/1424/1/012052.
- [10] M. Qomaruddin and Y. A. Saputro, "Analisa Alinyemen Horizontal Pada Tikungan Depan Gardu PLN Ngabul Di Kabupaten Jepara," *J. DISPROTEK Univ. Islam Nahdlatul Ulama Jepara*, vol. 7, no. 2, pp. 36–42, 2016.
- [11] Bina Marga, "Perencanaan Rigid Pavement Dengan Metode AASHTO 1993," 2004.
- [12] R. Darmawan and L. Lizar, "Perencanaan Tebal Perkerasan Kaku (Rigid Pavement) Menggunakan Metode Bm -

- 2017,” *J. INOVTEK SERI Tek. SIPIL DAN Apl.*, vol. 2, no. 2, p. 97, 2020, doi: 10.35314/tekla.v2i2.1823.
- [13] D. J. BinaMarga, *Manual Perkerasan Jalan*. Jakarta: DIREKTUR JENDERAL BINA MARGA, 2017.
- [14] K. Berlin, R. Hakim, and S. Nurlaily, “Analisis Pengaruh Kontaminan Terhadap Kecepatan (Skid Resistance) Pada Permukaan Perkerasan (Studi Kasus Jln . Letnan Jendral Sutoyo),” *J. Mhs. Tek. Sipil Univ. Tanjungpura*, vol. 8, no. 1, 2021.
- [15] D. M. Sadek, M. M. El-Attar, and A. M. Ali, “Physico-mechanical and durability characteristics of concrete paving blocks incorporating cement kiln dust,” *Constr. Build. Mater.*, vol. 157, pp. 300–312, 2017, doi: 10.1016/j.conbuildmat.2017.09.107.
- [16] PAINE JE, “Skid Resistance of Concrete Pavements,” *Concr. Constr.*, vol. 14, no. 10, pp. 377–380, 1969.
- [17] L. J. Chu and T. F. Fwa, “Pavement skid resistance consideration in rain-related wet-weather speed limits determination,” *Road Mater. Pavement Des.*, vol. 19, no. 2, pp. 334–352, 2016, doi: 10.1080/14680629.2016.1261723.
- [18] T. F. Fwa, “Skid resistance determination for pavement management and wet-weather road safety,” *Int. J. Transp. Sci. Technol.*, vol. 6, no. 3, pp. 217–227, 2017, doi: 10.1016/j.ijst.2017.08.001.
- [19] G. S. Angkoso, N. Hidayati, and Y. A. Saputro, “ANALISIS KINERJA RUAS JALAN MENGGUNAKAN METODE MANUAL KAPASITAS JALAN INDONESIA (MKJI) 1997 PADA RUAS JALAN JEPARA – KUDUS KM 11 SAMPAI KM 15,” vol. 1, no. 38, pp. 19–25, 2021.
- [20] Y. Fahrizal, Y. A. Saputro, and D. Rochmanto, “Analisis Kepadatan Tanah Pada Akses Jalan Conveyor Pltu Tjb Unit 3 , 4 Dengan Menggunakan Standar Aashto T 191,” *J. Civ. Eng. Study*, vol. 02, pp. 42–48, 2022.
- [21] R. A. Nugroho *et al.*, “Perencanaan Struktur Gedung 9 Lantai Hotel Sky Sea View Jepara,” *J. Civ. Eng. Study*, vol. 01, no. DL, pp. 34–46, 2021.
- [22] D. Purwanto, A. Kusuma Indriastuti, and K. Hari Basuki, “Hubungan antara Kecepatan dan Kondisi Geometrik Jalan yang Berpotensi Menyebabkan Kecelakaan Lalu Lintas pada Tikungan,” *MEDIA Komun. Tek. SIPIL*, vol. 21, no. 2, p. 83, Jun. 2016, doi: 10.14710/mkts.v21i2.11234.
- [23] P. K. Jepara, “Basis Data Lingkungan Hidup Daerah Kabupaten Jepara,” Jepara, 2006.
- [24] Y. A. Saputro and K. Umam, “Analisis Kinerja Bundaran Tugu Pancasila Jl. Diponegoro Kabupaten Jepara,” *J. Ilm. Teknosains*, vol. 7, no. 2/Nov, pp. 19–24, 2021, doi: 10.26877/jitek.v7i2/nov.9897.
- [25] Tjokrodimulyo, *Teknologi Beton*. Yogyakarta: Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik UGM, 2007.
- [26] D. P. dan P. Wilayah, “Pedoman-Pencacahan-Lalu-Lintas-dengan-Cara-Manual.pdf.” Jakarta, 2004.
- [27] Direktorat Jenderal Bina Marga, “Manual Kapasitas Jalan Indonesia 1997,” *departemen pekerjaan umum, “Manual Kapasitas Jalan Indonesia.”* pp. 1–573, 1997.
- [28] J. Joel, “MENERAPKAN PENGUJIAN DCP SEBAGAI SOLUSI UNTUK MENDAPATKAN NILAI CBR LAPANGAN PADA PROYEK PELEBARAN RUAS JALAN TUMPAAN-LOPANA DI-KAB. MINAHASA SELATAN,” *POLITEKNIK NEGERI MANADO*, 2016.
- [29] widayat Widayat, H. Satriadi, L. P. Wibawa, G. F. Hanif, and M. Qomaruddin, “Oil and gas characteristics of coal with pyrolysis process Oil and Gas Characteristics of Coal with Pyrolysis Process,” 2022, vol. 020077, no. July.
- [30] SNI 2052, “Baja tulangan beton,” *Badan Standarisasi Nas.*, p. 15, 2017.
- [31] I. J. Pandia, A. S. Lubis, and A. P. Rambe, “Korelasi Skid Resistance dengan Kedalaman Tekstur pada Permukaan Perkerasan Lentur,” *Media Komun. Tek. Sipil*, vol. 22, no. 2, p. 109, 2016, doi: 10.14710/mkts.v22i2.12880.