

Perancangan Tebal Perkerasan berdasarkan Manual Desain Perkerasan Jalan 2024 Studi Kasus Jalan Yogyakarta - Bakulan

Alhilal Mohammad Farhan¹, Mukhammad Rizka Fahmi Amrozi^{1*}, Suprpto Siswosukarto¹

¹Departemen Teknik Sipil dan Lingkungan, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta, INDONESIA

*Corresponding author: fahmi.amrozi@ugm.ac.id

INTISARI

Jalan Yogyakarta–Bakulan yang merupakan jalur strategis dengan volume lalu lintas tinggi, termasuk kendaraan berat seperti bus besar dan truk pengangkut barang, sehingga memerlukan perkerasan yang mampu menahan beban besar dan berulang. Namun, prediksi sisa umur perkerasan pada ruas jalan Yogyakarta-Bakulan didapatkan rata-rata sisa umur 0-0,4 tahun. Hal ini menandakan bahwa struktur perkerasan eksisting tidak lagi mampu menahan beban lalu lintas secara optimal, sehingga diperlukan upaya rekonstruksi perkerasan.

Penelitian ini bertujuan untuk merancang ulang struktur perkerasan pada ruas Jalan Yogyakarta–Bakulan sepanjang 5 km, dari Sta 0+000 hingga Sta 5+000, menggunakan metode Manual Desain Perkerasan Jalan 2024 dengan pendekatan perkerasan kaku. Analisis dilakukan terhadap beban kendaraan dan konfigurasi sumbu untuk mengevaluasi kelelahan (fatik) dan erosi yang terjadi.

Hasil perancangan menunjukkan bahwa ketebalan struktur perkerasan yang dibutuhkan terdiri atas pelat beton setebal 280 mm, *lean mix concrete* (beton kurus) setebal 150 mm, dan lapis fondasi atas kelas A setebal 200 mm. Desain ini dirancang untuk mampu mendukung beban lalu lintas selama umur rencana dan meningkatkan kinerja serta umur layanan perkerasan jalan tersebut.

Kata kunci: MDPJ 2024, Analisa Fatik, Analisa Erosi

1 PENDAHULUAN

Perkerasan jalan merupakan elemen penting dalam sistem transportasi darat yang berfungsi untuk mendukung kelancaran arus lalu lintas serta menjamin kenyamanan dan keselamatan pengguna jalan. Seiring bertambahnya usia dan beban lalu lintas yang terus meningkat, kondisi perkerasan jalan mengalami penurunan kinerja yang signifikan, sehingga diperlukan evaluasi dan perencanaan ulang terhadap struktur perkerasan yang ada.

Menurut hasil penelitian Rahmawati dan Kurniawan (2023), kondisi perkerasan pada ruas jalan Yogyakarta–Bakulan menunjukkan tingkat kerusakan yang tinggi dengan prediksi sisa umur rata-rata hanya berkisar antara 0 hingga 0,4 tahun. Temuan ini menunjukkan bahwa struktur perkerasan eksisting sudah tidak mampu lagi melayani beban lalu lintas dengan baik dan berpotensi menimbulkan risiko keselamatan serta menurunkan efisiensi transportasi.

Menurut Rahmawati & Kurniawan (2023), prediksi sisa umur perkerasan pada ruas jalan Yogyakarta-Bakulan didapatkan rata-rata sisa umur 0-0,4 tahun. Temuan ini menunjukkan bahwa struktur perkerasan eksisting sudah tidak mampu lagi melayani beban lalu lintas dengan baik. Hasil rata-rata sisa umur rencana direkomendasikan untuk dilakukan perbaikan berupa rekonstruksi perkerasan jalan pada ruas jalan Yogyakarta-Bakulan sepanjang 5 km dari Sta 0+000 sampai Sta 5+000. Oleh karena itu, dalam studi ini akan dilakukan perancangan ulang tebal perkerasan jalan menggunakan perkerasan kaku dengan mempertimbangkan kondisi eksisting, prediksi beban lalu lintas, serta standar perencanaan yang berlaku. Hasil desain studi ini bisa menjadi solusi alternatif untuk perbaikan Jalan Yogyakarta – Bakulan.

2 METODE PENELITIAN

2.1 Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian ini berada di Jalan Yogyakarta – Bakulan Sta 0+000 sampai Sta 5+000., Kabupaten Bantul, Daerah Istimewa Yogyakarta. Jalan Yogyakarta – Bakulan Sta 0+000 sampai Sta 5+000 dipilih sebagai objek penelitian karena kondisi perkerasan jalan pada ruas ini menunjukkan tanda-tanda penurunan kinerja yang signifikan akibat beban lalu lintas yang tinggi dan faktor lingkungan yang mempengaruhi daya tahan perkerasan (Rahmawati & Kurniawan, 2023).



Gambar 1 Lokasi Objek Penelitian (Surat Keputusan Gubernur Daerah Istimewa Yogyakarta, 2023)

Manual Desain Perkerasan Jalan 2024 merupakan revisi dari manual sebelumnya yaitu Manual Desain Perkerasan Jalan 2017. MDPJ 2024 mengacu pada Austroads 2017 dan AASHTO (*The American Association of State Highway and Transportation Officials*) 1993. Adapun beberapa perubahannya meliputi beberapa aspek sebagai berikut.

2.2 Lalu Lintas

Berdasarkan MDPJ 2024, faktor pertumbuhan lalu lintas dapat dihitung dengan Persamaan 1 berikut.

$$R = \frac{(1+i)^{UR}-1}{i} \quad (1)$$

dengan,

R = Faktor pertumbuhan lalu lintas,

i = Laju pertumbuhan lalu lintas per tahun dalam %, dan

UR = Umur rencana (tahun).

Berdasarkan MDPJ 2024, faktor pertumbuhan lalu lintas dikategorikan dalam beberapa Pulau di Indonesia. Data – data tersebut dapat digunakan antara tahun 2015 – 2035, faktor pertumbuhan lalu lintas terlampir pada Tabel 1 berikut.

Tabel 1 Faktor Laju Pertumbuhan Lalu Lintas (i)

Fungsi Jalan	Jawa	Sumatera	Kalimantan	Rata-rata Indonesia
Arteri dan Perkotaan (%)	4,80	4,83	5,14	4,75
Kolektor Rural (%)	3,50	3,50	3,50	3,50
Jalan Desa (%)	1,00	1,00	1,00	1,00

*Direktorat Jenderal Bina Marga, (2024)

Umumnya faktor distribusi arah (D_D) memiliki nilai 0,50 untuk jalan dua arah kecuali pada lokasi tertentu dengan parameter jumlah kendaraan niaga cenderung lebih tinggi pada satu arah tertentu dan faktor distribusi lajur dapat dilihat pada Tabel 2 berikut.

Tabel 2 Faktor Distribusi Lajur (DL) (Direktorat Jenderal Bina Marga, 2024)

Jumlah Lajur Setiap Arah	Kendaraan niaga pada lajur desain (% terhadap populasi kendaraan niaga)
1	100
2	80
3	60
4	50

*Direktorat Jenderal Bina Marga, (2024)

Kemudian menghitung nilai JSKN pada umur rencana dengan menggunakan Persamaan 2 berikut.

$$JSKN = LHR \times 365 \times R \times D_D \times D_L \quad (2)$$

dengan,

JSKN = Jumlah total sumbu kendaraan niaga selama umur rencana,

JSKNH = Jumlah total sumbu kendaraan niaga per hari pada saat jalan dibuka,

D_D = Faktor distribusi arah, dan

D_L = Faktor distribusi lajur.

2.3 Lapis Fondasi Bawah

Tebal minimum lapis fondasi bawah dapat dilihat pada Tabel 3 berikut.

Tabel 3 Tebal Fondasi Bawah Minimum untuk Perkerasan Beton Semen

Lalu Lintas Desain (JSKN)	Jenis Lapis Fondasi
Sampai dengan 10^6	BP 125 mm
10^6 Sampai dengan 5×10^6	BK 100 mm atau BP 150 mm
5×10^6 Sampai dengan 1×10^7	BK 125 mm
Lebih dari 1×10^7	BK 150 mm

*Direktorat Jenderal Bina Marga, (2024)

2.4 Retak Lelah (*fatigue*)

Nilai retak lelah pada MDPJ 2024 dapat dihitung dengan Persamaan 3, Persamaan 4, Persamaan 5, dan Persamaan 6 berikut.

$$S_e \text{ atau } F_3 = a + \frac{b}{D} + c \ln(Ef) + \frac{d}{D^2} + e \times [\ln(Ef)]^2 + f \times \frac{\ln(Ef)}{D} + \frac{g}{D^3} + h \times [\ln(Ef)]^3 + i \times \frac{[\ln(Ef)]^2}{D} + j \times \frac{\ln(Ef)}{D^2} \quad (3)$$

$$\log_{10} N_f = \left(\frac{0,9719 - S_r}{0,0828} \right) \text{ jika } S_r > 0,55 \quad (4)$$

$$N_f = \left(\frac{4,258}{S_r - 0,4325} \right)^{3,268} \text{ jika } 0,45 \leq S_r \leq 0,55 \quad (5)$$

$$S_r = \frac{S_e}{0,944 F_c f} \left(\frac{PLSf}{4,45F_1} \right)^{0,94} \quad (6)$$

dengan,

S_e = tegangan ekuivalen beton (MPa),

f_{cf} = kuat lentur karakteristik desain pada umur beton 28 hari (MPa),

P = beban kelompok sumbu (kN),

LSF = faktor *load safety*,

F_1 = 9 untuk sumbu tunggal dengan roda tunggal (STRT),
 = 18 untuk sumbu tunggal dengan roda ganda (STRG),
 = 18 untuk sumbu tandem dengan roda tunggal (STdRT),
 = 36 untuk sumbu tandem dengan roda ganda (STdRG),
 = 54 untuk sumbu tridem dengan roda ganda (STrRG),
 = 72 untuk sumbu empat dengan roda ganda (SQdRG), dan
 N_f = tak terhitung jika nilai S_r kurang dari 0,45.

2.5 Kerusakan Erosi

Nilai kerusakan erosi pada MDPJ 2024 dapat dihitung dengan Persamaan 7 berikut.

$$\log_{10} (F_2 Ne) = 14,524 - 6,777 \left[\max(0 \text{ atau } \left(\left(\frac{PLSf}{4,45F_4} \right)^2 \times \left(\frac{10^{F_3}}{41,35} \right) - 9,0 \right) \right)^{0,103} \right] \quad (7)$$

dengan,

LSF = faktor *load safety*

F_2 = penyesuaian untuk efek pada sisi pelat,
 = 0,06 untuk pelat dengan bahu bukan beton,
 = 0,94 untuk pelat dengan bahu beton,

F_3 = faktor erosi,

F_4 = penyesuaian beban untuk erosi karena kelompok sumbu,
 = 9 untuk sumbu tunggal dengan roda tunggal (STRT),
 = 18 untuk sumbu tunggal dengan roda ganda (STRG),
 = 18 untuk sumbu tandem dengan roda tunggal (STdRT),
 = 36 untuk sumbu tandem dengan roda ganda (STdRG),
 = 54 untuk sumbu tridem dengan roda ganda (STrRG), dan
 = 54 untuk sumbu empat dengan roda ganda (SQdRG).

3 HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Data Kondisi Eksisting Ruas Jalan Yogyakarta – Bakulan

Berdasarkan Peraturan Daerah DIY Yogyakarta (2019), ruas jalan Yogyakarta – Bakulan (Parangtritis) merupakan jalan kolektor primer dua dan termasuk jaringan jalan provinsi serta menjadi tanggung jawab Dinas Pekerjaan Umum Perumahan dan Energi Sumber Daya Mineral (PUPESDM) Daerah Istimewa Yogyakarta (DIY). Adapun data kondisi eksisting ruas jalan Yogyakarta – Bakulan (Parangtritis) adalah sebagai berikut.

- a. Status jalan : jalan provinsi
- b. Fungsi jalan : kolektor primer
- c. Panjang jalan : 8,35 km
- d. Lebar jalan : 8 meter
- e. Lebar lajur : 4 meter
- f. Tipe perkerasan : perkerasan lentur

3.2 Data Lalu Lintas Harian Ruas Jalan Yogyakarta – Bakulan

Data lalu lintas harian rata – rata ruas jalan Yogyakarta – Bakulan (Parangtritis) yang didapat dari Dinas PUPESDM, DIY merupakan data lalu lintas tahun 2023. Berikut merupakan data lalu lintas harian ruas jalan Yogyakarta – Bakulan (Parangtritis) yang dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4 Data Lalu Lintas Harian Ruas Jalan Yogyakarta – Bakulan

No.	Jenis Kendaraan	Gol Kendaraan	LHR Tahun 2023
1	Sepeda Motor	1	63253
2	Sedan, jeep	2	8064
3	<i>Pick-up</i> , angkot	3	63
4	<i>Pick-up box</i>	4	1578
5	Bus $\frac{3}{4}$	5A	95
6	Bus besar	5B	59
7	Truk 2 sumbu 4 roda	6A	812
8	Truk 2 sumbu 6 roda	6B	0
9	Truk 3 sumbu	7A	21
10	Truk gandeng	7B	1
11	Semi trailer	7C	8
12	KTB	8	670

* Dinas PUPESDM Daerah Istimewa Yogyakarta, (2023)

Berikut merupakan langkah – langkah perancangan tebal perkerasan kaku berdasarkan MDPJ 2024.

3.3 Lalu lintas

Menghitung nilai R menggunakan Persamaan 1 dengan umur rencana 40 tahun dan faktor pertumbuhan berdasarkan Tabel 1.

$$\begin{aligned}
 R &= \frac{(1+0,01i)^{UR}-1}{0,01i} \\
 &= \frac{(1+0,01 \times 4,8)^3-1}{0,01 \times 4,8} \\
 &= 115,06
 \end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan di atas didapat nilai R adalah 115,06. Selanjutnya menghitung nilai LHR pada tahun awal rencana yaitu 2025 dan mengalikan dengan nilai JSKN menggunakan Persamaan 2.

$$\begin{aligned}
 \text{LHR 2025} &= P_o (1 + i)^n \\
 &= 59 (1+4,8)^2 \\
 &= 65 \text{ kendaraan}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{JSKN} &= \text{LHR 2025} \times \text{jumlah sumbu} \\
 &= 65 \times 2 \\
 &= 130 \text{ sumbu}
 \end{aligned}$$

Rekapitulasi nilai LHR 2025 dan JSKN 2065 dapat dilihat pada Tabel 5 berikut.

Tabel 5 Rekapitulasi Perhitungan JSKN Rencana

Gol Kendaraan	LHR	JSKN	STRT	STRG	STdRT	STdRG	STrRG	SQdRG
5B	65	130	65	65	0	0	0	0
6A	892	1784	1784	0	0	0	0	0
6B	0	0	0	0	0	0	0	0
7A	24	48	0	24	24	0	0	0
7B	2	8	2	6	0	0	0	0
7C	9	27	9	0	0	18	0	0
Total	992	1997	1860	95	24	18	0	0
Proposi Kendaraan		100,00%	93,14%	4,76%	1,20%	0,90%	0,00%	0,00%

*Hasil Perhitungan

Selanjutnya menghitung nilai JSKN rencana dengan menggunakan Persamaan 2. Akan tetapi pada MDPJ 2024, nilai R ilalu nilai R, nilai D_D dan nilai D_L pada persamaan tersebut nilainya sama dengan perhitungan MDPJ 2017 seperti berikut.

$$\begin{aligned}
 \text{JSKN} &= \sum \text{JSKN} \times 365 \times R \times D_D \times D_L \\
 &= 1997 \times 365 \times 115,06 \times 0,5 \times 1 \\
 &= 41935263,67 = 41,9 \times 10^6
 \end{aligned}$$

3.4 Data CBR subgrade

Data *California Bearing Ratio* (CBR) didapat dari Dinas Pekerjaan Umum Perumahan dan Energi Sumber Daya Mineral, Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta. Berdasarkan Dinas Pekerjaan Umum Perumahan dan Energi Sumber Daya Mineral, Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta, nilai CBR pada ruas Jalan Yogyakarta – Bakulan (Parangtritis) adalah 5,5% (Dinas Pekerjaan Umum Perumahan dan Energi Sumber Daya Mineral, Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta, 2023).

3.5 Timbunan pilihan kasar

Berdasarkan Manual Desain Perkerasan Jalan 2024, penentuan timbunan pilihan kasar didasarkan nilai CBR yaitu 5,5%. Karena nilai $\text{CBR} > 5\%$, maka tidak ada lapis tambahan guna perbaikan tanah dasar.

3.6 Lapis fondasi bawah

Berdasarkan Manual Desain Perkerasan Jalan 2024, penentuan tebal lapis fondasi bawah didasarkan pada nilai kumulatif JSKN faktual dan normal yaitu $41,9 \times 10^6$ kemudian dimasukkan ke dalam Tabel 3, sehingga didapat lapis fondasi bawah berupa Beton Kurus (BK) setebal 150 mm.

3.7 Nilai Realibilitas dan Faktor Keamanan Beban

Berdasarkan Manual Desain Perkerasan Jalan 2024, nilai realibilitas untuk perkerasan kaku bertipe JPCP adalah 90% dan nilai Faktor Keamanan Beban (Lsf) untuk JPCP adalah 1,2.

3.8 Lapis pelat beton

Analisis fatik dan erosi pada setiap beban kendaraan dan jenis sumbu kendaraannya menggunakan Persamaan 3, Persamaan 4, Persamaan 5, Persamaan 6 dan Persamaan 7. Berikut contoh perhitungan analisis fatik dan erosi dengan data – data kendaraan berdasarkan Manual Desain Perkerasan Jalan 2024 pada beban kendaraan 80 kN dengan jenis sumbu STRG pada ketebalan pelat beton 280 mm

Beban kendaraan	= 80 kN
Jenis sumbu	= STRT
Proporsi beban	= 93,14/100
	= 0,93
Proposi kelompok sumbu	= 20,27
JSKN	= 41,9 x 10 ⁶
Repetisi ijin	= proporsi beban x proposi kelompok sumbu x JSKN rencana
	= 0,93 x 20,27 x 4,19 x 10 ⁶
	= 791713419.1

$$\begin{aligned}
 S_e &= a + \frac{b}{D} + c \times \ln(Ef) + \frac{d}{D^2} + e \times [\ln(Ef)]^2 + f \times \frac{\ln(Ef)}{D} + \frac{g}{D^3} + h \times [\ln(Ef)]^3 + i \times \frac{[\ln(Ef)]^2}{D} + j \times \frac{\ln(Ef)}{D^2} \\
 &= -0,051 + \frac{26}{280} + 0,0899 \times \ln(75) + \frac{35774}{280^2} - 0,0376[\ln(75)]^2 + 14,57 \times \frac{\ln(75)}{280} + \frac{-861548}{280^3} + \\
 &\quad 0,0031 \times [\ln(75)]^3 + 1,3098 \times \frac{[\ln(75)]^2}{280} \pm -4009 \times \frac{\ln(75)}{280^2} \\
 &= 0,49
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 S_r &= \frac{S_e}{0,944 F_c f} \left(\frac{PLsf}{4,45F1} \right)^{0,94} \\
 &= \frac{0,49}{0,944 \times 4,32} \left(\frac{80 \times 1,2}{4,45 \times 9} \right)^{0,94} \\
 &= 0,3
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 N_f &= \left(\frac{4,258}{S_r - 0,4325} \right)^{3,268} \text{ jika } 0,45 \leq S_r \leq 0,55 \\
 &= \left(\frac{4,258}{0,3 - 0,4325} \right)^{3,268} \\
 &= \infty
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Fatigue crack} &= \frac{\text{repetisi ijin}}{N_f} \times 100 \\
 &= \frac{791713419.1}{\infty} \times 100 \\
 &= \infty < 100\% \text{ (memenuhi syarat)}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 F_3 &= a + \frac{b}{D} + c \times \ln(Ef) + \frac{d}{D^2} + e \times [\ln(Ef)]^2 + f \times \frac{\ln(Ef)}{D} + \frac{g}{D^3} + h \times [\ln(Ef)]^3 + i \times \frac{[\ln(Ef)]^2}{D} + j \times \frac{\ln(Ef)}{D^2} \\
 &= 0,345 + \frac{534,6}{280} \pm -0,171 \times \ln(75) + \frac{-44908}{280^2} + 0,0347 \times [\ln(75)]^2 + 20,49 \times \frac{\ln(75)}{280} + \frac{1676710}{280^3} \pm \\
 &\quad -0,0038 \times [\ln(75)]^3 \pm -1,3829 \times \frac{[\ln(75)]^2}{280} \pm 913 \times \frac{\ln(75)}{280^2} \\
 &= 1,53
 \end{aligned}$$

$$\text{Log}_{10}(F_2 \times N_e) = 14,524 - 6,777 \left[\max\left(0 \text{ atau } \left(\left(\frac{PLsf}{4,45F4} \right)^2 \times \left(\frac{10^4 F3}{41,35} \right) - 9,0 \right) \right) \right]^{0,103}$$

$$\text{Log}_{10}(0,94 \times N_e) = 14,524 - 6,777 \left[\max\left(0 \text{ atau } \left(\left(\frac{80 \times 1,2}{4,45 \times 18} \right)^2 \times \left(\frac{10^4 \times 1,53}{41,35} \right) - 9,0 \right) \right) \right]^{0,103}$$

$$N_e = \infty$$

$$\begin{aligned}
 \text{Kerusakan erosi} &= \frac{\text{repetisi ijin}}{N_e} \times 100 \\
 &= \frac{791713419.1}{387958372,76} \times 100 \\
 &= \infty < 100\% \text{ (memenuhi syarat)}
 \end{aligned}$$

Berdasarkan analisa fatik dan erosi, didapatkan nilai *fatigue crack* sebesar ∞ dan nilai kerusakan erosi sebesar ∞ , dimana kedua nilai tersebut $<100\%$ sehingga memenuhi syarat. Adapun rekapitulasi perhitungan repetisi ijin, analisa fatik dan erosi pada beban kendaraan dan jenis sumbu lainnya yang dapat dilihat pada Tabel 6 dan Tabel 7.

Tabel 6 Rekapitulasi Perhitungan Repetisi Ijin pada Sumbu STRG

Beban Sumbu (kn)	Proporsi Beban (%100)	Proporsi Kelompok Sumbu (%/100)	Desain Lalu Lintas (JSKN)	Repetisi Beban yang Diizinkan	Repetisi Beban yang Diizinkan
10	0,29	0,05	1146678,359	15819,22322	16037,46038
20	0,04	0,05	1146678,359	2181,961824	2186,113779
30	1,11	0,05	1146678,359	60549,44062	63746,70577
40	3,78	0,05	1146678,359	206195,3924	243273,3921
50	7,35	0,05	1146678,359	400935,4852	541122,3667
60	15,02	0,05	1146678,359	819326,6649	1404753,414
70	13,51	0,05	1146678,359	736957,6061	1210592,178
80	6,73	0,05	1146678,359	367115,0769	1385799,669
90	6,16	0,05	1146678,359	336022,1209	336661,522
100	8,91	0,05	1146678,359	486031,9963	498286,2332
110	3,98	0,05	1146678,359	217105,2015	217105,2015
120	4,27	0,05	1146678,359	232924,4247	232924,4247
130	24,96	0,05	1146678,359	1361544,178	1361544,178
140	3,78	0,05	1146678,359	206195,3924	206195,3924
150	0,08	0,05	1146678,359	4363,923648	4363,923648
160	0,04	0,05	1146678,359	2181,961824	2181,961824

*Hasil Perhitungan

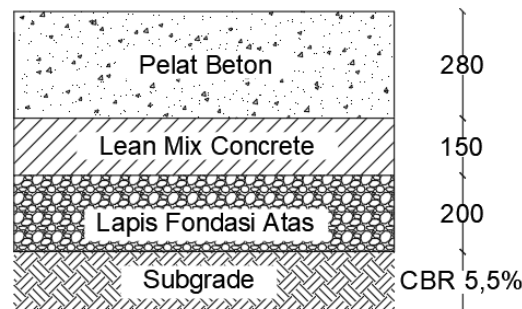
Tabel 71 Rekapitulasi Perhitungan Analisa Fatik dan Erosi pada Sumbu STRG

Se	Sr	Nf <0.45	Nf 0,45-0,55	Nf >0.55	NF Pakai	Fatigue Crack (%)	Ket	F3	Ne	Kerusakan Erosi %	Ket
1,02	0,04	∞			∞	∞	OK	2,4	∞	∞	OK
1,02	0,08	∞			∞	∞	OK	2,4	∞	∞	OK
1,02	0,12	∞			∞	∞	OK	2,4	∞	∞	OK
1,02	0,16	∞			∞	∞	OK	2,4	∞	∞	OK
1,02	0,19	∞			∞	∞	OK	2,4	∞	∞	OK
1,02	0,23	∞			∞	∞	OK	2,4	∞	∞	OK
1,02	0,26	∞			∞	∞	OK	2,4	∞	∞	OK
1,02	0,30	∞			∞	∞	OK	2,4	∞	∞	OK
1,02	0,33	∞			∞	∞	OK	2,4	403264185,93	0,08	OK
1,02	0,37	∞			∞	∞	OK	2,4	78866038,86	0,63	OK
1,02	0,40	∞			∞	∞	OK	2,4	29791864,85	0,72	OK
1,02	0,44	∞			∞	∞	OK	2,4	14430326,87	1,61	OK
1,02	0,47		5224746,5		5224746,5	26,1	OK	2,4	7996346,97	17,02	OK
1,02	0,50		633786,86		633786,9	32,5	OK	2,4	4827259,46	4,27	OK
1,02	0,54		178590,51		178590,5	2,4	OK	2,4	3094107,37	0,14	OK
1,02	0,57			69253,45	72089,1	3,0	OK	2,4	2073752,94	0,10	OK

*Hasil Perhitungan

Analisis fatik dan erosi pada konfigurasi sumbu STRT dan STdRG dilakukan seperti langkah – langkah di atas. Berdasarkan analisa fatik dan erosi, didapatkan nilai *fatigue crack* dan nilai kerusakan erosi pada semua beban kendaraan serta jenis sumbu kendaraan $<100\%$ sehingga ketebalan pelat beton yang dipakai adalah 280 mm. Berikut

merupakan hasil desain perancangan struktur perkerasan kaku ruas Jalan Yogyakarta – Bakulan yang dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2 Desain Perancangan Struktur Perkerasan Kaku Ruas Jalan Yogyakarta – Bakulan

4 KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perhitungan dan analisis perencanaan, dapat disimpulkan bahwa struktur perkerasan kaku pada ruas Jalan Yogyakarta–Bakulan dari Sta 0+000 hingga Sta 5+000 memerlukan pelat beton setebal 280 mm, beton kurus setebal 150 mm, dan lapis fondasi kelas A setebal 200 mm. Desain ini dirancang untuk memenuhi kebutuhan kekuatan struktur dalam menahan beban lalu lintas aktual, berdasarkan analisis fatik dan erosi yang dilakukan terhadap berbagai konfigurasi sumbu kendaraan. Oleh karena itu, ketebalan tersebut diharapkan mampu memberikan umur layanan yang sesuai dengan umur rencana perkerasan serta meningkatkan kinerja dan keamanan jalan secara keseluruhan.

DAFTAR PUSTAKA

- Croney, D., & Croney, P. (1991). *The design and performance of road pavements*.
- Delatte, N. (2008). Concrete Pavement Design, Construction and Performance. In *Sustainability (Switzerland)* (Vol. 11).
- Departemen Pemukiman dan Prasarana Wilayah. (2003). Perencanaan Perkerasan Jalan Beton Semen (Pd T-14-2003). *Book*, 51.
- Dinas Perhubungan Daerah Istimewa Yogyakarta. (2022). Transportasi Dalam Angka 2022. *Laporan*, (30), 36.
- Direktorat Jenderal Bina Marga. (2024). Manual Desain Perkerasan Jalan 2024. *Kementerian Pekerjaan Umum Perumahan Rakyat*, 31–52.
- Huang, Y. H. (2004). Pavement Analysis and Design. *University of Kentucky, Prentice Hall, Englewood Cliffs, New Jersey, U.S.A.*
- Kıcı, A., & Tigdemir, M. (2017). A User Friendly Software for Rigid Pavement Design. *International Journal of Engineering & Applied Sciences*, 9(4), 1–16. <https://doi.org/10.24107/ijeas.335697>
- Pemerintah Daerah Istimewa Yogyakarta. (2023). Rancangan Sentra Dinas Perhubungan Daerah Istimewa Yogyakarta 2023-2026. *Dinas Perhubungan DIY*.
- Peraturan Daerah DIY Yogyakarta. (2019). *Perda DIY No 5 Tahun 2019 Tentang Tata Ruang Wilayah DIY Tahun 2019-2039*. 1–117. Retrieved from <https://peraturan.bpk.go.id/Home/Details/121543/perda-no-5-tahun-2019>
- Peraturan Pemerintah. (2006). *Peraturan Pemerintah (PP) Nomor 34 Tahun 2006 tentang Jalan*. 122(1995), 25–27.
- Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 38. (2004). Peraturan Pemerintah Republik Indonesia tentang Jalan (Undang-Undang Nomor 38 Pasal 1 Ayat 1 Tahun 2004). *Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 38, 1(1)*
- Widianto, B. W., & Ramadhan, F. R. (2023). Analisis Perbandingan Desain Tebal Perkerasan Kaku Dengan Metode Pd T-14-2003, Dengan Manual Desain Perkerasan Jalan 2017. *Berkala FSTPT*, 1(1), 30–39.

Rahmawati, A., & Kurniawan, A. (2023). Prediksi Sisa Umur Jalan Menggunakan Metode Pci Di Ruas Jalan Provinsi Yogyakarta-Bakulan Kabupaten Bantul. *Jurnal Teknik Sipil Dan Arsitektur*, 28(2), 11–22. <https://doi.org/10.36728/jtsa.v28i2.2614>