

EVALUASI DESAIN TEBAL LAPIS PERKERASAN DITINJAU DARI DAYA DUKUNG SUBGRADE

Mutia Lisya¹, Nuryasin Abdillah², Dhiana Dwi W³

¹, Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Bengkalis

², Jurusan Teknik Sipil, Sekolah Tinggi Teknologi Dumai

³, Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Samarinda

Email: 1mutialisya@polbeng.ac.id

Abstrak

Jalan raya merupakan bagian dari prasarana yang dapat mempercepat pertumbuhan dan perkembangan suatu daerah serta dapat menunjang hubungan ekonomi, sosial dan budaya antar daerah. Perkerasan jalan merupakan salah satu unsur penting dalam pembangunan jalan dalam rangka kelancaran transportasi. Salah satu faktor terpenting dalam menentukan ketebalan lapisan paving adalah tanah dasar. Perencanaan tebal lapis perkerasan dilakukan dengan menggunakan MDPJ 2017. Berdasarkan penelitian diperoleh hasil perkerasan lentur AC-WC tebal 40 mm, AC-BC 60 mm, dan LPA kelas A 400 mm. Perencanaan perkerasan kaku menggunakan jenis perkerasan beton semen dengan perkuatan. Struktur perkerasan beton direncanakan menggunakan ketebalan 175 mm, dan untuk pondasi bawah menggunakan lapis pondasi agregat kelas A dengan ketebalan 125 mm.

Kata kunci: Perkerasan Lentur, Perkerasan Kaku, AC-WC

1. Pendahuluan

Salah satu prasarana transportasi yang merupakan unsur penunjang dalam memajukan kesejahteraan umum suatu negara sebagaimana dimaksud dalam Pembukaan UUD 1945 adalah jalan raya. baik dalam pembangunan kehidupan berbangsa dan bernegara maupun sebagai sarana penghubung satu daerah dengan daerah lainnya[1]. Mengingat infrastruktur transportasi yang ada di darat merupakan perkembangan dan kemajuan di dunia yang semakin mengglobal, maka pembangunan konstruksi jalan harus menyesuaikan dengan tingkat kemampuan pelayanan, dan perlu peningkatan dari segi kualitas dan kuantitas.

Pembangunan struktur perkerasan bertujuan agar lalu lintas terasa nyaman dan aman untuk dilalui serta ekonomis selama masa pakainya yang dapat dinikmati oleh masyarakat.[2]. Kelancaran sarana transportasi di suatu daerah akan berdampak pada pesatnya pertumbuhan perekonomian daerah itu sendiri karena sistem mobilisasi barang dan jasa dapat berjalan dengan lancar dan efisien. Dari segi konstruksi, harus kuat, tahan lama, dan tahan air. Untuk konstruksi jalan yang dapat melayani arus lalu lintas sesuai dengan umur yang direncanakan, perlu adanya perencanaan perkerasan yang baik karena dengan demikian konstruksi perkerasan dapat memikul beban kendaraan yang melintas di atasnya dan menyebarkan beban tersebut ke lapisan-lapisan di bawahnya termasuk tanah dasar. Perencanaan tebal struktur perkerasan jalan merupakan salah satu bagian dari rekayasa jalan yang bertujuan untuk memberikan pelayanan arus lalu lintas guna memberikan rasa aman dan nyaman bagi pengguna jalan.

Perkerasan jalan berdasarkan bahan pengikat dibagi menjadi tiga jenis yaitu perkerasan kaku, yang menggunakan semen portland sebagai bahan pengikat. Perkerasan lentur menggunakan perkerasan aspal dan komposit merupakan gabungan dari perkerasan kaku dan perkerasan lentur [9]. Tegangan yang terjadi pada perkerasan lentur adalah tegangan yang diakibatkan oleh pergerakan kendaraan yang dipindahkan dari kontak butiran ke butiran agregat melalui struktur granular.[3]. Sementara perkerasan kaku menuntut untuk menilai sebagian karena reaksi minor dan ketidakseragamannya, dan reaksi lokalisasi sendi spasial[4].

Sebagian besar pembangunan jalan di Indonesia menggunakan perkerasan lentur dan perkerasan kaku. Perkerasan kaku mengikuti tema *build and forget* yang pada akhirnya menjadikannya jenis perkerasan yang ekonomis dan berkelanjutan. Perkerasan lentur membutuhkan kontrol kualitas yang ketat selama tahap konstruksi[5]. Dalam perencanaan tebal perkerasan lentur dan perkerasan kaku, ada beberapa metode. Ada dua metode yang paling sering digunakan di Indonesia untuk mendesain pelat beton perkerasan jalan, yaitu metode desain perkerasan AASHTO 1993 dan metode MDPJ 2017.[6]. Pada penelitian ini direncanakan dua jenis perkerasan yaitu perkerasan kaku dan perkerasan lentur dengan menggunakan metode Bina Marga 2017.

2. Tinjauan Literatur

Untuk perkerasan kaku dan perkerasan lentur berdasarkan MDPJ 2017, terdapat beberapa parameter dalam perancangan yaitu umur rencana, analisis lalu lintas, CBR subgrade, pondasi jalan, dan mutu beton [10].

2.1 Masa pakai desain (UR)

Lamanya waktu yang direncanakan untuk membuat rancangan jalan yang direncanakan disebut dengan umur rencana (UR), yang dihitung sejak jalan dibuka pertama kali sampai diperlukan perbaikan atau rekonstruksi yang berat [10]. Dalam melakukan analisis lalu lintas, terdapat beberapa parameter yaitu volume lalu lintas, faktor pertumbuhan lalu lintas, lalu lintas pada lajur rencana, faktor beban ekuivalen, sebaran kelompok gardan kendaraan niaga, dan beban sumbu standar kumulatif. Data yang dibutuhkan untuk menghitung beban lalu lintas yang direncanakan akan dilayani oleh perkerasan selama umur rencana, salah satunya adalah data lalu lintas. Beban dihitung dari volume lalu lintas pada tahun survei, yang kemudian diproyeksikan selama umur rencana dengan menggunakan faktor pertumbuhan lalu lintas.

Tabel 1. Umur Rencana Perkerasan Baru (UR)

| Jenis Perkerasan | Elemen Perkerasan | Usia yang Direncanakan (tahun) |
|-----------------------|--|--------------------------------|
| Perkerasan Fleksibel | Lapisan aspal dan lapisan granular | 20 |
| | pondasi jalan | |
| | Semua trotoar untuk area di mana pelapisan ulang tidak dilakukan Kemungkinan (overlay), seperti: jalan perkotaan, Underpass, jembatan, terowongan. Berdasarkan Perilaku Semen (CTB) | 40 |
| Perkerasan Kaku | Lapisan pondasi atas, lapisan pondasi bawah, semen Lapisan beton, dan pondasi jalan. | |
| Jalan tanpa Penutupan | Semua elemen (termasuk pondasi jalan) | Min 10 |

2.2 Garis Rencana

Jalur yang direncanakan merupakan salah satu faktor yang digunakan dalam perhitungan perkerasan dimana digunakan jalur lalu lintas yang menampung lalu lintas kendaraan niaga yang sangat besar seperti truk dan bus.[7]. Beban lalu lintas eksisting pada lajur yang direncanakan dinyatakan dalam beban sumbu kumulatif standar (ESA) dengan memperhatikan faktor distribusi arah (DD) dan faktor distribusi lajur untuk kendaraan niaga (DL). Faktor ekuivalen beban atau Vehicle Damage Factor (VDF) adalah faktor yang menyatakan perbandingan nilai tingkat kerusakan yang ditimbulkan oleh lintasan kendaraan tertentu dengan kerusakan yang ditimbulkan oleh lintasan muatan sumbu standar.[8].

Untuk menghitung pertumbuhan lalu lintas selama umur rencana dihitung dengan menggunakan faktor pertumbuhan kumulatif digunakan rumus sebagai berikut:

$$R = \frac{(1+0,01i)^{UR}-1}{0,01i} \quad (1)$$

Di mana;

R = pengali pertumbuhan lalu lintas kumulatif

i = tingkat pertumbuhan lalu lintas tahunan

UR = tahun desain

2.3 Beban Sumbu Standar Kumulatif

Dalam desain perkerasan, beban lalu lintas diubah menjadi beban standar menggunakan VDF. Beban standar kumulatif atau Cumulative Equivalent Single Axle Load (CESAL) adalah beban sumbu total kumulatif lalu lintas rencana pada lajur rencana selama umur rencana. Yang ditentukan sebagai berikut:

Menggunakan VDF dari setiap kendaraan niaga.

$$CESA5 = (SLHRJK \times VDFJK) \times 365 \times DD \times DL \times R \quad (2)$$

Di mana:

$ESATH-1$ = Lintasan gandar standar kumulatif pada tahun pertama.

$LHRJK$ = Rata-rata lalu lintas harian untuk setiap jenis kendaraan niaga (satuan kendaraan per hari)

$VDFJK$ = Faktor Kerusakan Kendaraan untuk setiap jenis kendaraan niaga.

DD = Faktor distribusi arah.

DL = Faktor distribusi jalur.

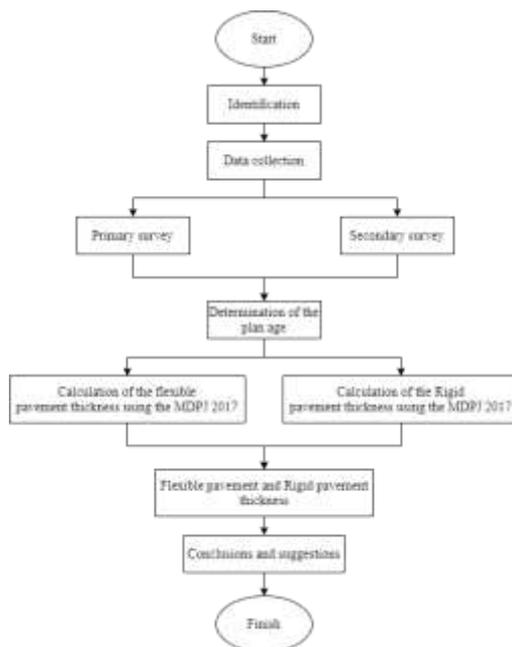
$CESAL$ = Beban gandar standar kumulatif yang setara selama masa pakai desain.

R = Faktor pengali untuk pertumbuhan lalu lintas kumulatif

3 Metode

Penelitian ini dilakukan di Jl.Garuda Sakti, Desa Bukit Datuk, Kecamatan Dumai Selatan yang menghubungkan Bukit Datuk dan Kelurahan Bumi Ayu, dan diduga menjadi jalan alternatif kedua daerah tersebut. Dua metode yang digunakan dalam penelitian ini untuk mengumpulkan data dengan menggunakan survei primer dan survei sekunder. Pada penelitian ini diperlukan data primer geometrik jalan yaitu lebar dan panjang jalan, serta data CBR (California bearing Ratio) yang diperoleh dari pengujian DCP (Dynamic Cone Penetrometer) di beberapa titik di lokasi penelitian. Selanjutnya data sekunder yang dibutuhkan adalah peta lokasi penelitian dan data lalu lintas harian rata-rata (LHR).

3.1 Bagan Alur Penelitian



Angka1. Bagan Alir Penelitian

4 Hasil dan Pembahasan

Perencanaan tebal perkerasan khususnya tebal perkerasan kaku memerlukan parameter-parameter untuk menentukan tebal perkerasan yang direncanakan nantinya:

4.1 Tarif Harian Rata-Rata / LHR

Tabel 2. Rata-rata tarif harian/LHR

| Jenis transportasi | Konfigurasi sumbu | LHR |
|--|-------------------|------|
| Sepeda motor | 1,1 | 643 |
| Sedan / Minibus / Pickup / Station wagon | 1,1 | 467 |
| Truk 2 gandar – sedang | 1,2 | 84 |
| Truk 2 gandar – sedang | 1,2 | 52 |
| Total | | 1246 |

Laju pertumbuhan lalu lintas tahunan (i) dapat dilihat pada tabel 4.1 MDPJ 2017, yaitu sebesar 1,0% untuk jalan desa di Pulau Sumatera. Sedangkan nilai *traffic growth multiplier* (R) dihitung dari formula dengan UR sama dengan 20 tahun. Kemudian diperoleh:

$$R = 20.019 \frac{(1+0,01 \times 0,01)^{20} - 1}{0,01 \times 0,01}$$

4.2 Daya dukung tanah

Daya dukung tanah didapatkan dari pengujian tanah dasar menggunakan DCP (Dynamic Cone Penetrometer) pada jarak setiap 100m pada jalan Garuda Sakti, data CBR dapat dilihat pada Tabel 3. dibawah ini.

Tabel 3 Data CBR Melalui Pengujian DCP

| TIDAK | STA | CBR (%) |
|-----------|----------|---------|
| 1 | 00 + 000 | 14 |
| 2 | 00 + 100 | 12 |
| 3 | 00 + 200 | 12.3 |
| 4 | 00 + 300 | 14.2 |
| 5 | 00 + 400 | 11.3 |
| 6 | 00 + 500 | 12.8 |
| 7 | 00 + 600 | 11.2 |
| 8 | 00 + 700 | 12.1 |
| 9 | 00 + 800 | 13.5 |
| 10 | 00 + 900 | 11.7 |
| 11 | 01 + 000 | 12.2 |
| Rata-rata | | 13.6 |
| Total | | 149.5 |

Untuk mendapatkan nilai CBR keseragaman tanah dasar [11].

$$\begin{aligned} \text{Karakteristik CBR} &= \text{rata-rata CBR} - \text{standar deviasi fx} \\ &= 13,6 - 0,842 \times 1,03 \end{aligned}$$

$$\text{CBR karakteristik} = 12,73\%$$

$$\begin{aligned} \text{Nilai Desain (CBR)} &= \text{Karakteristik CBR} \times \text{faktor penyesuaian musiman} \\ &= 12,73 \times 0,80 \\ &= 10,184\% \end{aligned}$$

4.3 Metode MDPJ 2017 untuk menghitung tebal perkerasan kaku

Dalam merencanakan tebal perkerasan kaku menggunakan MDPJ 2017, diperlukan parameter desain untuk merancang perkerasan. Berikut ini adalah parameter desain yang digunakan dalam desain:

| | |
|----------------------------------|-------------------------------------|
| CBR | = 10% |
| Kekuatan Tekan Beton | = 24,90 MPa |
| Kekuatan Lentur Beton | = 4,0 MPa |
| Bahan Kolam. Di bawah | = 12,5 cm |
| Rencana Perkerasan | = BBDT (Bahu Beton dengan Tulangan) |
| Usia Rencana | = 20 Tahun |
| Laju Pertumbuhan Lalu Lintas (i) | = 1% |
| Faktor Distribusi (C) | = 0,5 (2 Arah 2 Arah) |

Item kelompok gandar untuk setiap jenis kendaraan diperlukan untuk tujuan desain perkerasan beton semen. Berdasarkan Tabel 3, Estimasi Lalu Lintas untuk Jalan Lalu Lintas Rendah pada Manual Perancangan Perkerasan Jalan Tahun 2017/MDPJ 2017 untuk jalan lokal pada kelompok sumbu adalah 252.945 untuk umur rencana 20 tahun dengan faktor pengali pertumbuhan lalu lintas kumulatif sebesar 22.

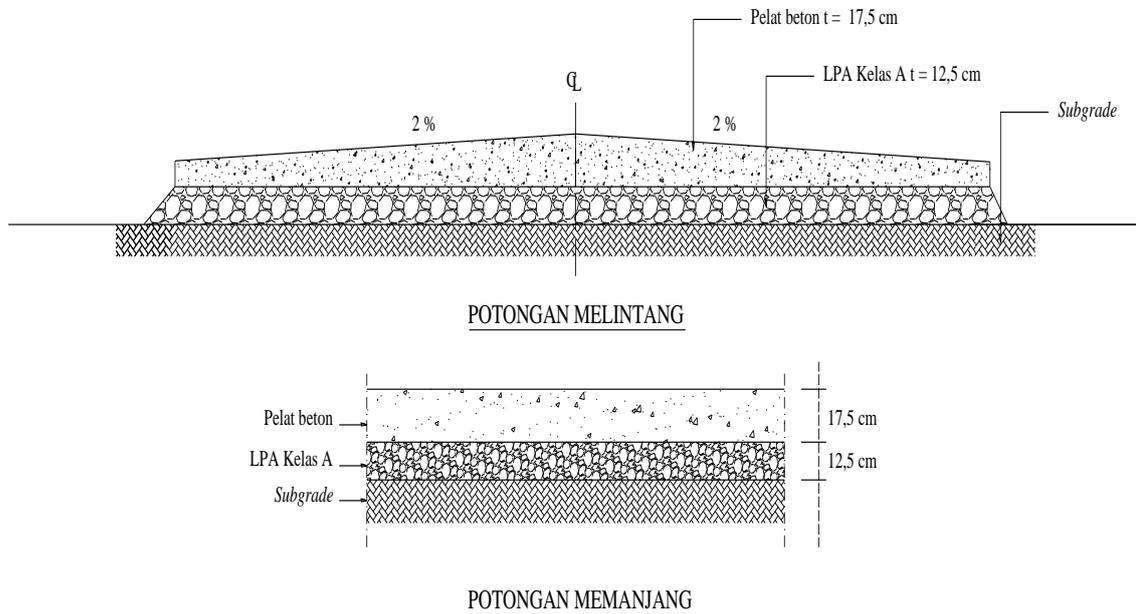
Tabel 4. Perkerasan Kaku untuk Beban Lalu Lintas Rendah

Tanah dasar

| | Tanah Lunak dengan Backing | | Biasa dipadatkan | |
|---|----------------------------|-------|---|-------|
| Bahu pelat beton (bahu terikat) | Ya | Bukan | Ya | Bukan |
| | Ketebalan Plat Beton (mm) | | | |
| Akses terbatas hanya mobil penumpang dan sepeda motor | 160 | 175 | 135 | 150 |
| Dapat diakses dengan truk | 180 | 200 | 160 | 175 |
| Penguatan distribusi retak | Ya | | Iya kalau daya dukung pondasi tidak seragam | |
| Paku dinding | Tidak dibutuhkan | | | |
| LMC | Tidak dibutuhkan | | | |
| Lapisan Pondasi Kelas A (ukuran butiran nominal maksimum 30 mm) | 125 mm | | | |
| Jarak sambungan melintang | 4 m | | | |

Dari tabel di atas diperoleh hasil perkerasan sebagai berikut:

- Tebal pelat beton = 175 mm
- LPA Kelas A = 125 mm



Gambar 2. Hasil Desain Struktur Kaku Struktur Perkerasan Tebal

4.4 Metode MDPJ 2017 untuk menghitung ketebalan perkerasan lentur

Pada penelitian ini, untuk menentukan tebal perkerasan lentur menggunakan metode Bina Marga tahun 2017, terlebih dahulu dilakukan perhitungan kumulatif beban sumbu standar (CESA) dengan data sebagai berikut:

4.4.1 Perhitungan CESA

Perhitungan nilai CESA dapat dilihat pada tabel di bawah ini:

Tabel 5. Perhitungan CESA

| Jenis transportasi | Konfigurasi sumbu | LHR | C | VDF5 | SATU5 |
|---|-------------------|------|-----|------|-------|
| Sepeda motor | 1,1 | 643 | 0,6 | 0 | 0 |
| Sedan / Angkot / Pickup / Station wagon | 1,1 | 467 | 0,6 | 0 | 0 |
| Truk 2 gandar – sedang | 1,2 | 84 | 0,9 | 0,2 | 15,12 |
| Truk 2 gandar – sedang | 1,2 | 52 | 0,9 | 1 | 46,8 |
| Total | | 1246 | | 1,2 | 61,92 |

$$\begin{aligned}
 \text{CESA5} &= (\text{SLHRJK} \times \text{VDFJK}) \times 365 \times \text{DD} \times \text{DL} \times \text{R} \\
 &= 61,92 \times 365 \times 0,5 \times 1,0 \times 20.090 \\
 &= 247.478 \text{ ESAL}
 \end{aligned}$$

4.4.2 Desain Ketebalan Perkerasan Fleksibel

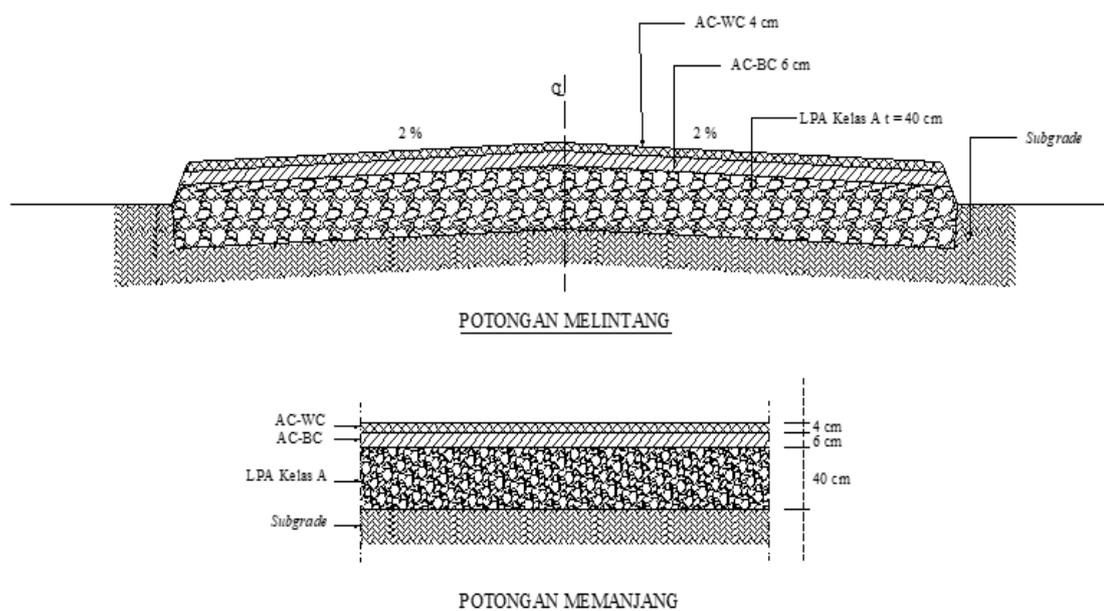
Untuk menghitung tebal perkerasan lentur dengan beban sumbu kendaraan < 1.000.000 ESAL, Bagan Desain 3A untuk Aspal dengan Pondasi Berbutir.

Tabel 6. Desain Bagan - 3B. Desain Perkerasan Lentur - Aspal dengan Pondasi Berbutir

| STRUKTUR PADDING | | | | | | | | | | |
|---|-----------------|------|-------|--------|---------|---------|---------|----------|-----------|--|
| | FFF1 | FFF2 | FFF3 | FFF4 | FFF5 | FFF6 | FFF7 | FFF8 | FFF9 | |
| Solusi yang dipilih | Lihat Catatan 2 | | | | | | | | | |
| Beban gandar kumulatif 20 tahun pada garis rencana (106 ESA5) | < 2 | 2-4 | > 4-7 | > 7-10 | > 10-20 | > 20-10 | > 30-50 | > 50-100 | > 100-200 | |
| toilet | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | |
| AC BC | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | |
| DASAR AC | 0 | 70 | 80 | 105 | 145 | 160 | 180 | 210 | 245 | |
| LPA KELAS A | 400 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | |
| CATATAN | 1 | 2 | | 3 | | | | | | |

Dilihat dari tabel di atas, hasil perencanaan perkerasan lentur menggunakan MDPJ 2017 adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 \text{AC-WC} &= 40 \text{ mm} \\
 \text{AC-BC} &= 60 \text{ mm} \\
 \text{LPA Kelas A} &= 400 \text{ mm}
 \end{aligned}$$



Gambar 3. Hasil Ketebalan Struktur Perkerasan Lentur

5 Kesimpulan

Perencanaan perkerasan kaku menggunakan jenis perkerasan beton semen dengan tulangan. Struktur perkerasan beton direncanakan menggunakan ketebalan 175 mm, dan untuk pondasi bawah menggunakan lapis pondasi agregat kelas A dengan ketebalan 125 mm. Dari hasil perancangan dengan menggunakan metode manual perancangan perkerasan jalan MDPJ 2017 untuk perkerasan lentur diperoleh berdasarkan diagram desain 3A dari Bagan Desain Perkerasan Jalan Aspal Lentur dengan tebal pondasi berbutir AC-WC 40 mm, AC-BC 60 mm, dan LPA kelas A adalah 400 mm. Pada berbagai tahapan konstruksi harus memenuhi standar. Setiap penyimpangan dari nilai rata-rata untuk properti ini akan menurunkan kualitas pekerjaan dan pada akhirnya mempengaruhi umur desain perkerasan. Sementara kualitas perkerasan kaku harus dipantau, terutama rasio air-semen, dan perlakuan beton harus mengikuti spesifikasi agar perkerasan jalan dapat berkelanjutan. Jika tidak, kurangnya kontrol kualitas dalam konstruksi perkerasan kaku dapat menciptakan efek yang lebih buruk. Perlu juga dilakukan perbandingan ekonomi untuk memilih perkerasan terbaik di antara keduanya.

6 Referensi

- [1] T. Mulyono, A. Saefudin, A. Purnomo, dan I. Wideasanti, "Sifat mekanis beton normal untuk perkerasan jalan lokal dengan substitusi sampah plastik sebagai agregat saja," *Konferensi TIO Ser. Mater. Sains. Eng.*, vol. 1098, tidak. 2, 2021, doi: 10.1088/1757-899x/1098/2/022039.
- [2] F. Gerardo, BS Subagio, J. Jihanny, dan GT Andari, "Analisis perbandingan tebal lapis tambah dengan metode AASHTO 1993 dan program everseries," dalam *Seri Konferensi IOP: Ilmu dan Teknik Material*, 2019, vol. 508, tidak. 1, doi: 10.1088/1757-899X/508/1/012070.
- [3] AK Singh dan JP Sahoo, "Model prediksi rutting untuk struktur perkerasan fleksibel: Tinjauan sejarah dan perkembangan terkini," *J. Transportasi Lalu Lintas. Eng. (Bahasa Inggris Ed.*, vol. 8, tidak. 3, hlm. 315–338, 2021, doi: 10.1016/j.jtte.2021.04.003.
- [4] P. Deep, MB Andersen, S. Rasmussen, N. Thom, A. Marradi, dan D. Lo Presti, "Evaluasi transfer beban pada perkerasan kaku dengan Rolling wheel deflectometer dan Falling weight deflectometer," *Trans. Res. Proses*, vol. 45, tidak. 2019, hlm. 376–383, 2020, doi: 10.1016/j.trpro.2020.03.029.
- [5] OF Hamim, "STUDI KOMPARATIF KONSTRUKSI PERALATAN KAKU DAN FLEKSIBEL DI BANGLADESH," 2017.
- [6] AY Isnaini, LB Suparma, dan SHT Utomo, "PERANCANGAN PAVING JALAN RING DI

- KABUPATEN WONOGIRI,”*J.HPJI*, vol. 5, tidak. 2, 2019, doi: 10.26593/jh.v5i2.3372.119-128.
- [7] E. Gardjito, S. Winarto, F. Rahmawaty, dan F. Romadhon, “Analisis Perhitungan Tebal Perkerasan Tegak Pada Jalan Guyangan – Simpang Empat Candi,” vol. 6, tidak. 1, hlm. 55–70, 2021.
- [8] A. Rahmawati, E. Adly, I. Lutfiyanto, dan M. A Syifa, “Efek Overloading pada Umur Rencana Jalan dan Ketebalan Lapis Perkerasan,” dalam *Seri Konferensi IOP: Ilmu dan Teknik Material*, 2019, vol. 650, tidak. 1, doi: 10.1088/1757-899X/650/1/012051.
- [9] Sukirman. S, 2010, *Perencanaan Ketebalan Struktur Perkerasan Lentur*. Bandung: Nov.
- [10] Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, Ditjen Bina Marga, 2017, *Manual Perkerasan Jalan*, Jakarta
- [11] Surat Edaran Menteri Pekerjaan Umum Tahun 2010. Peraturan Menteri tersebut menerapkan Pedoman Cara Uji Californian Bearing Ratio (CBR) dengan Dynamic Cone Penetrometer (DCP). Kementerian Pekerjaan Umum. Jakarta
-