

## PERBANDINGAN TEBAL PERKERASAN TERHADAP KELAS JALAN

Muhammad Azizi Nasution<sup>1</sup>, Nanda Fajarriani<sup>2</sup>, Muhammad Idham<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup> Jurusan Teknik Sipil, Prodi Teknik Perancangan Jalan dan Jembatan, Politeknik Negeri Bengkalis

Jl. Bathin Alam, Sungai Alam, Bengkalis Riau 28711

email: <sup>1</sup>mazizi426@gmail.com, <sup>2</sup>nandafajarriani694@gmail.com, <sup>3</sup>idham@polbeng.ac.id

**Abstract:** Road is Development of methods, especially road pavement in Indonesia, has changed over time. In case indicated by the emergence of a rigid pavement design guideline by the Ministry of Public Works namely the Bina Marga 2003 Method and MDPJ 2017. One of the basics of road pavement planning is road class, but there are frequent errors in the selection of methods that cause waste of budget use and even roads the built was damaged. Based on this, it is necessary to do a study of the correlation between the use of methods for road class. Based on the results of the analysis show that road pavement thickness design using the PD T-14-2003 method and MDPJ 2017 experienced had difference road pavement thickness, for secondary collector roads thicker than the secondary local road class. It can be concluded that the higher the road class the thicker the pavement thickness, while for using the method shows that using the MDPJ 2017 method will be thicker than the PD T 14-2003 method for the two road classes tested.

**Keywords :** PD T-14-2003, MDPJ 2017, Pavement Thickness.

**Abstrak:** Perkembangan metode khususnya perkerasan jalan di Indonesia mengalami perubahan seiring berjalannya waktu. Hal ini ditunjukkan dengan munculnya pedoman perancangan tebal perkerasan jalan kaku oleh Departemen PU yakni Metode Bina Marga 2003 dan MDPJ 2017. Salah satu dasar perencanaan perkerasan jalan adalah kelas jalan, akan tetapi sering terjadinya kesalahan dalam pemilihan metoda yang menyebabkan adanya pemborosan penggunaan anggaran bahkan jalan yang dibangun mengalami kerusakan. Berdasarkan hal ini, maka perlu dilakukan suatu kajian terhadap korelasi antara penggunaan metoda terhadap kelas jalan. Berdasarkan hasil analisis menunjukkan bahwa perencanaan tebal perkerasan jalan dengan menggunakan metode PD T-14 Tahun 2003 dan MDPJ 2017 mengalami perbedaan tebal perkerasan jalan, yaitu untuk jalan kolektor sekunder lebih tebal dibandingkan kelas-jalan lokal sekunder. Hal ini dapat diambil kesimpulan bahwa semakin tinggi kelas jalan maka tebal perkerasan jalan makin tebal, sedangkan untuk menggunakan metode menunjukkan bahwa dengan menggunakan metode MDPJ 2017 akan lebih tebal dibandingkan metode PD T 14 Tahun 2003 untuk kedua kelas jalan yang diuji.

**Kata Kunci :** PD T-14 Tahun 2003, MDPJ 2017, Kelas Jalan, Tebal Perkerasan.

### 1. PENDAHULUAN

Metode Bina Marga 2003/ PD T-14 Tahun 2003 merupakan metode yang dikeluarkan oleh Departemen PU untuk jenis perkerasan kaku, metoda ini sering digunakan untuk kelas jalan yang memiliki beban lalu lintas berat. Akan tetapi, tidak sedikit pula penggunaan metoda ini untuk kelas jalan dengan lalu lintas rendah. Seiring dengan perjalanan waktu, Departemen PU melakukan kajian terhadap metoda perkerasan jalan maka diterbitkanlah Manual Desain Perkerasan Jalan 2017/MDPJ 2017 untuk lalu lintas rendah.

Pada dasarnya perencanaan perkerasan jalan direncanakan berdasarkan kelas jalan, akan tetapi sering terjadinya kesalahan dalam penggunaan metoda yang menyebabkan adanya pemborosan penggunaan

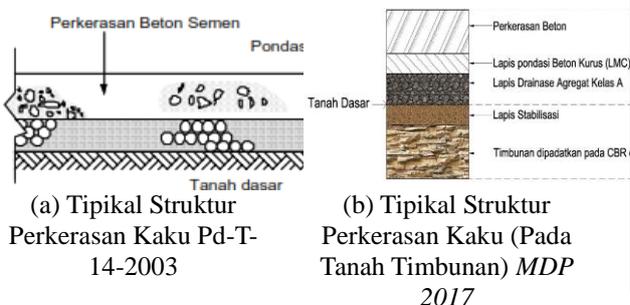
anggaran bahkan jalan yang dibangun terkesan "Sia Sia". Berdasarkan hal ini, maka perlu dilakukan suatu kajian terhadap korelasi antara penggunaan metoda Bina Marga 2003/PD T-14 Tahun 2003 dengan Manual Desain Perkerasan Jalan 2017/MDPJ 2017 terhadap 2 (dua) kelas jalan yang berbeda dan ini menjadi tujuan dari penelitian ini, dengan harapan bahwa metoda yang digunakan yang nantinya di lapangan sesuai dengan kondisi *real*.

### Tinjauan Pustaka

#### Perencanaan Tebal Perkerasan

Menurut Dep. Permukiman dan Prasarana Wilayah tentang Perencanaan Perkerasan Jalan Beton Semen (2003), perkerasan kaku ialah suatu struktur

perkerasan yang umumnya terdiri dari tanah dasar, lapis pondasi bawah dan lapis beton semen dengan atau tanpa tulangan. Perkerasan kaku merupakan perkerasan yang menggunakan bahan ikat semen portland, pelat beton dengan atau tanpa tulangan di atas tanah dasar dengan atau tanpa pondasi bawah.



Gambar 1. Tipikal Struktur Perkerasan Kaku

### Kelas Jalan

Pada dasarnya, pembagian kelas jalan dibagi menjadi berdasarkan fungsi, peran, dan wewenang. Pembagian klasifikasi jalan ini menerapkan pada peraturan yang ada yakni Peraturan Pemerintah (PP) No.43 Tahun 1993 tentang Prasarana dan Lalu Lintas Jalan pada Tabel 1.

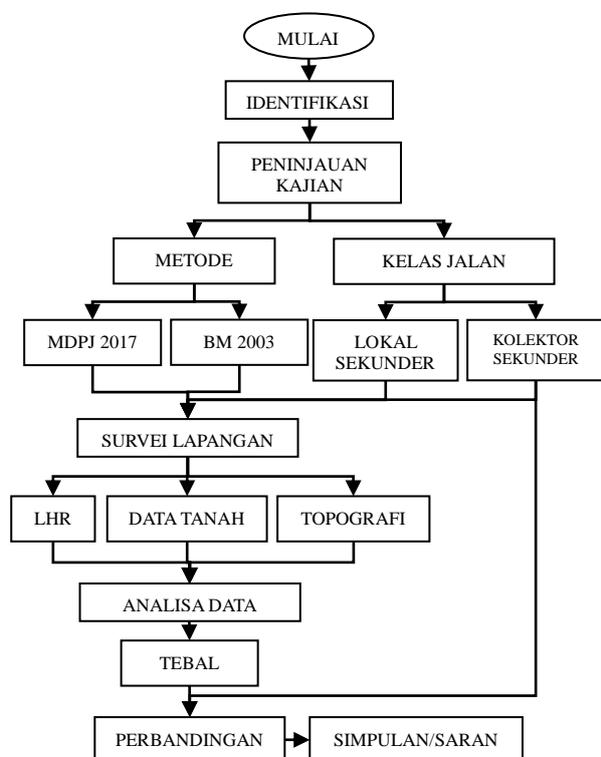
Tabel 1. Pembagian Kelas Jalan Berdasarkan Beban Muatan

	Kelas I	Kelas II	Kelas III	Kelas IIIb	Kelas IIIc
Fungsi Jalan	Arteri	Arteri	Arteri/Kolektor	Kolektor	Kolektor
Dimensi/ L.Kend	Maks. 2,50 M	Maks. 2,50 M	Maks. 2,50 M	Maks. 2,50 M	Maks. 2,10 M
Dimensi/ P.Kend	Maks. 18,0 M	Maks. 18,0 M	Maks. 18,0 M	Maks. 12,0 M	Maks. 9,0 M
Mst	>10 Ton	10 Ton	8 Ton	8 Ton	8 Ton

Sumber: PP 43 tentang Prasarana dan Lalu Lintas Jalan (1993)

## 2. METODE PENELITIAN

Secara sederhana dan lebih jelas dalam menganalisa perbandingan antara kedua metode terhadap kelas jalan, maka dapat dilihat pada bagan alir berikut ini:

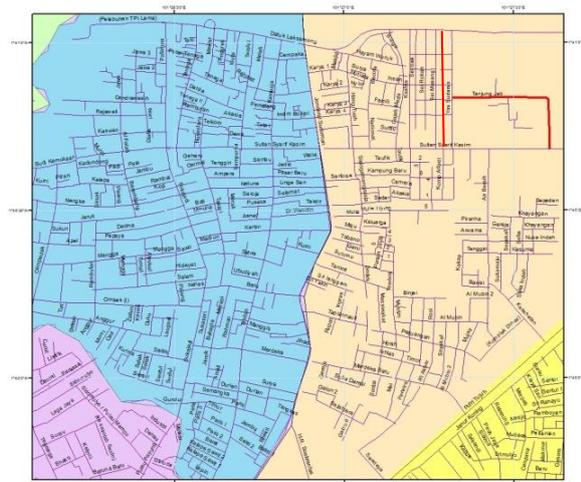


Gambar 2. Bagan Alir  
Sumber: Data Olahan (2019)

### Metode Survei

Berdasarkan bagan alir di atas, data-data yang diperlukan dalam penelitian ini adalah data primer hasil survei lapangan.

1. Laju Harian Rata-Rata atau LHR pada kondisi *peak* yang melewati lokasi penelitian, dimana dilakukan pencacahan kendaraan dan arah pergerakan.
2. Data kondisi tanah berupa *CBR* Lapangan menggunakan alat DCP/ *Dynamic Cone Penetrometer* sepanjang ruas jalan tiap 50 m.
3. Kondisi geometrik dan pembagian jalur lalu lintas.



**Gambar 3. Lokasi Penelitian**  
**Sumber: Data Olahan (2019)**

Penelitian ini dilakukan pada dua lokasi yaitu Jl. Yos Sudarso (Kolektor Sekunder) dan Jl. Tanjung Jati (Lokal Sekunder) Kec. Dumai Timur, Kota Dumai. Lokasi penelitian dapat dilihat pada Gambar 3.

### 3. ANALISIS DATA

Perancangan tebal perkerasan khususnya tebal perkerasan kaku memerlukan parameter-parameter sebagai penentuan tebal perkerasan yang direncanakan nantinya.

#### Laju Harian Rata-Rata/ LHR

Berdasarkan MDPJ 2017 untuk Jl. Yos Sudarso (Kolektor Sekunder) dan Jl. Tanjung Jati (Lokal Sekunder) menunjukkan data LHR Standar sebesar 2000 smp/hari dan 500 smp/hari. Untuk pencacahan persentase jenis kendaraan Bina Marga 2003/ PD T-14 TAHUN 2003 menggunakan PKJI 2014, didapat 90% KR (Kendaraan Ringan) dan 10% KS (Kendaraan Berat), sedangkan MDPJ 2007 menggunakan ketentuan yang berlaku yakni sebesar 69% KR (Kendaraan Ringan) dan 7% KS.

#### Daya Dukung Tanah

Daya dukung tanah didapat berdasarkan hasil pengujian lapangan yaitu melalui pengujian DCP pada

tanah asli ruas Jl. Yos Sudarso (620 m) dan Jl. Tanjung Jati (740 m), Kota Dumai dengan jarak per 50 m. Adapun rekapitulasi data hasil pengujian DCP dapat dilihat pada tabel berikut ini.

**Tabel 2. Rekapitulasi Data CBR Lapangan Jl. Yos Sudarso dan Jl. Tanjung Jati**

No	Ruas Jalan	Nilai CBR		
		Terendah	Rata-Rata	Tertinggi
1	Jl. Yos Sudarso	1%	4,48%	8,66%
2	Jl. Tanjung Jati	1,36%	3,53%	7,48%

**Sumber : Data Olahan (2019)**

Berdasarkan PD T-14 Tahun 2003 untuk pelapisan tambahan perkerasan beton semen diatas perkerasan beton aspal nilai CBR perkerasan lama adalah 50% dan sudah dianggap efektif yang didapat dari hubungan antara CBR dan Modulus Reaksi Tanah Dasar.

Modulus reaksi perkerasan lama (k) diperoleh dengan melakukan pembebanan pelat (*plate bearing test*) menurut AASHTO T.222-81 di atas permukaan perkerasan lama yang selanjutnya dikorelasikan terhadap nilai CBR. Bila nilai k lebih besar dari 140 kPa/mm (14 kg/cm<sup>3</sup>), maka nilai k dianggap sama dengan 140 kPa/mm (14kg/cm<sup>3</sup>) dengan nilai CBR 50%.

#### Analisa Tebal Perkerasan

##### Metode Bina Marga 2003

Untuk merencanakan tebal perkerasan kaku dengan menggunakan Metode Bina Marga 2003/PD T-14 TAHUN 2003 pada Jl. Yos Sudarso (Kolektor Sekunder) dan Jl. Tanjung Jati (Lokal Sekunder) diperlukan parameter desain dalam perancangan perkerasan. Adapun parameter desain yang digunakan dalam perancangan ini, yakni:

CBR	=50%
Kuat Tekan Beton	=20,75 MPa
Kuat Tarik Lentur Beton	=2,4 MPa
Bahan Pond. Bawah	=10 cm

Perkerasan Rencana	=BBDT (Bahu Beton Dengan Tulangan)
Umur Rencana	=20 Tahun
Laju Pertumbuhan Lalin (i)	=8,1%(Yos);10%(Jati)
Faktor Distribusi (C)	=0,5 (2 Lajur 2 Arah)

Berdasarkan data di atas, maka dapat dilakukan perhitungan tebal perkerasan kaku (*rigid pavement*) dengan langkah - langkah perhitungan sebagai berikut:  
Jumlah sumbu kendaraan niaga (JSKN) selama umur rencana 20 th. **Jl. Yos Sudarso**

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

$$R = \frac{(1+8,1\%)^{20} - 1}{8,1\%} = 46,27$$

$$JSKNH = 740$$

$$JKSN_{UR} = 365 \times JSKNH \times R$$

$$JKSN_{UR} = 365 \times 740 \times 46,27 = 12.498.076$$

$$JKSN_{UR}^{Lajur} = JKSN_{UR} \times C$$

$$= 12.498.076 \times 0,5 = 6.249.038$$

$$JSKN_{Rencana} = 6.249.038$$

Sedangkan untuk **Jl. Tanjung Jati**:

$$JKSN_{UR} = 365 \times JSKNH \times R$$

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

$$R = \frac{(1+1\%)^{20} - 1}{1\%} = 22,019$$

$$JSKNH = 100$$

$$JKSN_{UR} = 365 \times 100 \times 22,019 = 803.694$$

$$JKSN_{UR}^{Lajur} = JKSN_{UR} \times C$$

$$= 803.694 \times 0,5 = 401.847$$

$$JSKN_{Rencana} = 401.847$$

Repetisi yang terjadi merupakan hasil kali antara proporsi beban dan proporsi sumbu. Perhitungan repetisi sumbu rencana adalah sebagai berikut:

$$\text{Proporsi Sumbu} = \frac{\text{Jenis Sumbu Total Tiap Jenis Sumbu}}{\text{Jumlah Total Sumbu Semua Jenis Sumbu}}$$

**STRT**

$$\text{Proporsi Sumbu 6 ton} = \frac{50}{100} = 0,50$$

**STRG**

$$\text{Proporsi Sumbu 8 ton} = \frac{50}{100} = 0,50$$

$$\text{Proporsi Beban} = \frac{\text{Jumlah Sumbu Tiap Beban Sumbu}}{\text{Jumlah Sumbu Total Semua Beban Pada Setiap JS}}$$

$$\text{STRT} \Rightarrow \text{Proporsi Beban 6 ton} = \frac{50}{50} = 1$$

$$\text{STRG} \Rightarrow \text{Proporsi Beban 8 ton} = \frac{50}{50} = 1$$

Repetisi Yang Terjadi = Proporsi Beban x Proporsi Sumbu x JSKNR

Sehingga repetisi yang terjadi pada kendaraan niaga adalah:

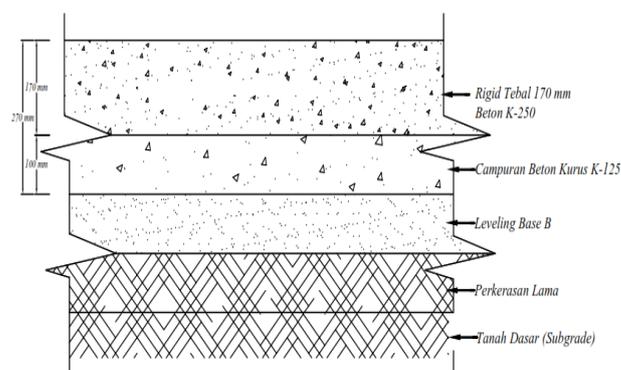
**STRT**

$$\text{Proporsi beban 6 ton} = 1 \times 0,5 \times 401.847 = 200.923$$

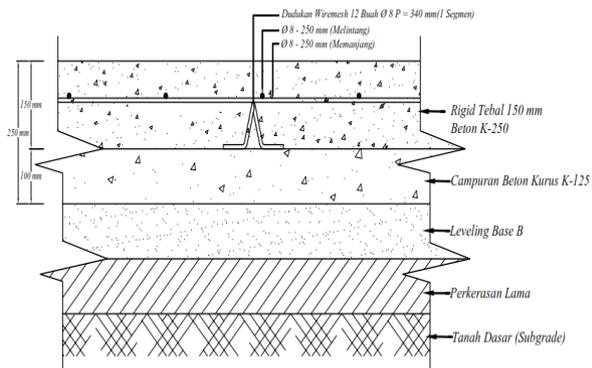
**STRG**

$$\text{Proporsi beban 8 ton} = 1 \times 0,5 \times 401.847 = 200.923$$

Dalam penentuan tebal perkerasan aman atau tidak, dilakukan analisa fatik dan erosi sesuai dengan metode Bina Marga 2003/ PD-T-14-2003. Pada studi kasus Jl. Yos Sudarso didapat perkerasan rencana 170 mm dengan nilai analisa fatik dan erosi sebesar 91% < 100% dan 3,125% < 100% sehingga tebal pelat beton yang direncanakan sesuai, karena memenuhi syarat persentase kerusakan analisa fatik dan erosi. Sedangkan pada Jl. Tanjung Jati diperoleh tebal pelat beton 150 mm dengan hasil analisa fatik dan erosi sebesar 97,2% < 100% dan 3,349% < 100%.



Gambar 4. Potongan Perkerasan Kaku Bina Marga 2003  
Sumber : Data Olahan (2019)



Gambar 5. Potongan Perkerasan Kaku Bina Marga 2003  
Sumber : Data Olahan (2019)

### Metode Manual Desain Perkerasan Jalan 2017/MDPJ 2017

Dalam merencanakan tebal perkerasan kaku dengan Metode Manual Desain Perkerasan Jalan 2017/MDPJ 2017 diperlukan parameter desain untuk merancang perkerasan. Berikut ini parameter desain yang digunakan dalam perancangan:

CBR	=50%
Kuat Tekan Beton	=20,75 MPa
Kuat Tarik Lentur Beton	=2,4 MPa
Bahan Pond. Bawah	=10 cm
Perkerasan Rencana	=BBDT (Bahu Beton Dengan Tulangan)
Umur Rencana	=20 Tahun
Laju Pertumbuhan Lalin (i)	=4,8%(Yos);10%(Jati)
Faktor Distribusi (C)	=0,5 (2 Lajur 2 Arah)

Jumlah kelompok sumbu masing-masing jenis kendaraan diperlukan untuk keperluan desain perkerasan beton semen. Berdasarkan Tabel 3 dan 4 tentang Perkiraan Lalu Lintas Untuk Jalan Lalu Lintas Rendah pada Manual Desain Perkerasan Jalan 2017/MDPJ 2017 kelompok sumbu (Kumulatif HVAG) adalah 252.945 untuk umur rencana 20 tahun dengan faktor pengali pertumbuhan kumulatif lalu lintas sebesar 22.

Tabel 3. Perkerasan Kaku untuk Jalan dengan Beban Lalu Lintas Rendah Jalan Yos Sudarso

	Tanah dasar			
	Tanah Lunak dengan Lapis Penopang		Dipadatkan Normal	
Bahu pelat beton ( <i>tied shoulder</i> )	Ya	Tidak	Ya	Tidak
	Tebal Pelat Beton (mm)			
Akses terbatas hanya mobil penumpang dan motor	160	175	135	150
dapat diakses oleh truck	180	200	160	175
Tulangan distribusi retak	Ya		Ya jika daya dukung fondasi tidak seragam	
<i>Dowel</i>	Tidak dibutuhkan			
LMC	Tidak dibutuhkan			
Lapis Fondasi Kelas A (ukuran butir nominal maksimum 30 mm)	125 mm			
Jarak sambungan melintang	4 m			

Sumber: Manual Desain Perkerasan Jalan (2017)

Tabel 4. Perkerasan Kaku untuk Jalan dengan Beban Lalu Lintas Rendah Jalan Yos Sudarso

	Tanah dasar			
	Tanah Lunak dengan Lapis Penopang		Dipadatkan Normal	
Bahu pelat beton ( <i>tied shoulder</i> )	Ya	Tidak	Ya	Tidak
	Tebal Pelat Beton (mm)			
Akses terbatas hanya mobil penumpang dan motor	160	175	135	150
dapat diakses oleh truck	180	200	160	175
Tulangan distribusi retak	Ya		Ya jika daya dukung fondasi tidak seragam	
<i>Dowel</i>	Tidak dibutuhkan			
LMC	Tidak dibutuhkan			
Lapis Fondasi Kelas A (ukuran butir nominal maksimum 30 mm)	125 mm			
Jarak sambungan melintang	4 m			

Sumber: Manual Desain Perkerasan Jalan (2017)

Dari perencanaan desain perkerasan maka didapat tebal perkerasan jalan sebagai berikut.

**Tabel 5. Rekap Tebal Lapis Perkerasan**

Lapisan	Yos Sudarso	Tanjung Jati
Tebal pelat beton	180	175
Lapis fondasi kelas A	125	125
Total	350	300

Sumber: Data Olahan (2019)

Berdasarkan Manual Desain Perkerasan Jalan 2017/MDPJ 2017, perencanaan harus menerapkan kelompok sumbu kendaraan niaga dengan beban aktual. Bagan beban di dalam metode Bina Marga 2003/PD-T-14-2003 tidak boleh digunakan untuk desain perkerasan karena didasarkan pada ketentuan berat kelompok kendaraan yang tidak realistis dengan kondisi Indonesia. Maka untuk pembebanan harus mengacu pada Lampiran D Manual Desain Perkerasan Jalan 2017/MDPJ 2017 yang mewakili kondisi Indonesia. Berikut merupakan tabel Distribusi Beban Kelompok Sumbu Kendaraan Niaga (untuk desain perkerasan kaku).

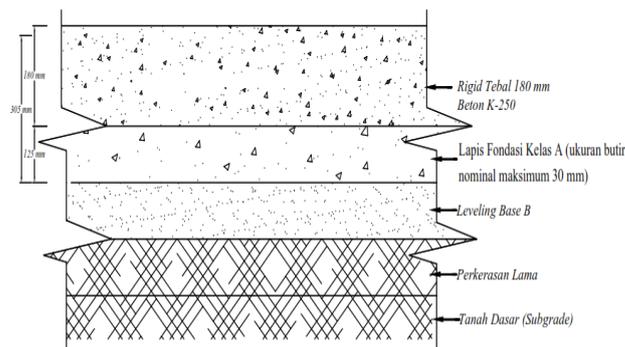
**Tabel 6. Distribusi Beban Kelompok Sumbu Kendaraan Niaga**

Beban kelompok Sumbu (kN)	Jenis Kelompok Kendaraan Niaga				
	STR T	STR G	STdR G	STrR G	STrR G
	Kelompok sumbu sebagai persen dari kendaraan niaga				
10 – 20	7.6	-	-	-	-
20 – 30	16.5	0.2	-	-	-
30 – 40	18.4	0.5	-	-	-
40 – 50	11.8	1.1	-	-	-
50 – 60	19	2.2	-	-	-
60 – 70	7.6	4.9	-	-	-
70 – 80	10.2	7.4	-	-	-
80 – 90	0.7	6.9	-	-	-
90 – 100	1.1	2.6	-	-	-

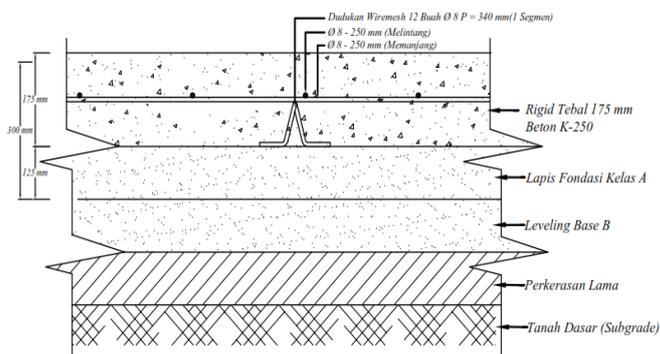
Sumber: Manual Desain Perkerasan Jalan (2017)

Untuk mendapatkan pembebanan yang aktual berdasarkan Manual Desain Perkerasan Jalan 2017/MDPJ 2017 kelompok sumbu kendaraan niaga harus ditambah dengan persen dari sumbu kendaraan niaga dengan demikian beban sumbu dan beban rencana per roda yang digunakan. Berdasarkan analisa fatik dan erosi untuk tebal pelat 180 mm pada Jl. Yos

Sudarso dan tebal 175 mm untuk Jl. Tanjung Jati aman karena nilai  $< 100\%$ .



**Gambar 6. Potongan Perkerasan Kaku Manual Desain Perkerasan Jalan 2017 Jl. Yos Sudarso**  
Sumber : Data Olahan (2019)



**Gambar 7. Potongan Perkerasan Kaku Manual Desain Perkerasan Jalan 2017 Jl. Tanjung Jati**  
Sumber : Data Olahan (2019)

### Perbandingan Hasil Perencanaan Tebal Perkerasan Kaku Berdasarkan Kelas Jalan

Berdasarkan kedua metode yang digunakan yaitu metode Bina Marga 2003/PD T-14 Tahun 2003 dan metode Manual Desain Perkerasan Jalan 2017/MDPJ 2017 pada ruas Jl. Yos Sudarso, dan Jl. Tanjung Jati Kel. Buluh Kasap, Kec. Dumai Timur, Kota Dumai, didapat perbandingan hasil perencanaan keduanya yang dapat dilihat pada tabel di bawah.

**Tabel 7. Perbandingan Hasil Perencanaan Tebal Perkerasan Jalan**

Uraian	Metode Perencanaan	
	Bina Marga 2003/ PD-T-14-2003	Manual Desain Perkerasan 2017
Jl. Kolektor Sekunder	170 mm	180 mm
Jl. Lokal Sekunder	150 mm	175 mm

Sumber: Data Olahan (2019).

#### 4. KESIMPULAN DAN SARAN

##### Kesimpulan

Uraian di atas memperlihatkan bahwa pada penelitian ini dapat ditarik kesimpulan yakni hasil analisis menunjukkan bahwa perencanaan tebal perkerasan jalan dengan menggunakan metode PD T-14 Tahun 2003 dan MDPJ 2017 mengalami perbedaan tebal perkerasan jalan, yaitu untuk jalan kolektor sekunder lebih tebal dibandingkan kelas jalan lokal sekunder. Hal ini dapat diambil kesimpulan bahwa semakin tinggi kelas jalan maka tebal perkerasan jalan makin tebal, sedangkan untuk penggunaan metode menunjukkan bahwa dengan menggunakan metode MDPJ 2017 akan lebih tebal dibandingkan metode PD T 14 Tahun 2003 untuk kedua kelas jalan yang diuji.

##### Saran

Berdasarkan hasil analisa di atas perlu disarankan bahwa perlu dilakukannya peninjauan metode PD T-14 Tahun 2003 dan Manual Desain Perkerasan Jalan/MDPJ 2017 mengenai LHR di bawah standar, sehingga efisiensi tebal dan efisiensi anggaran dapat diminimalisasikan.

#### 5. DAFTAR PUSTAKA

[1]. Departemen Pemukiman dan Prasarana Wilayah., 2003. *Perencanaan Perkerasan Jalan Beton Semen, Pedoman Konstruksi Bangunan, Pd. T-14-2003*. Departemen Pemukiman dan Prasarana Wilayah. Jakarta.

[2]. Departemen Pekerjaan Umum., 2016. *Survei Kondisi Jalan, Bahan Desiminasi Manajemen*

*Jalan*. Direktorat Bina Marga. Jakarta.

- [3]. Dirjen BM., 2017. *Manual Perkerasan Jalan Nomor 04/SE/DB/2017 (Revisi Juni 2017)*. Direktorat Jendral Bina Marga. Jakarta.
- [4]. Dirjen BM., 2017. *Manual Perkerasan Jalan Nomor 04/M/BM/2017 (Revisi September 2017)*. Direktorat Jendral Bina Marga. Jakarta.
- [5]. Indisari E., 2017 *Perencanaan Perkerasan Kaku (Rigid Pavement) Pada Jalan Baru Kabat-Bandara Blimbingsari, Kabupaten Banyuwangi*. Skripsi. Program Studi S1 Teknik Sipil : Universitas Jember. Jember.
- [6]. Republik Indonesia., 1993 *Peraturan Pemerintah (PP) No.43 Tahun 1993 tentang Prasarana dan Lalu Lintas Jalan*. Lembaran Negara RI Tahun 1993. Sekretariat Negara. Jakarta.
- [7]. Republik Indonesia., 2009 *Undang-Undang (UU) No. 22 Tahun 2009 tentang Lalu Lintas dan Angkutan Jalan*. Lembaran Negara RI Tahun 2009. Sekretariat Negara. Jakarta.
- [8]. Republik Indonesia., 2016. *Peraturan Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Republik Indonesia Nomor 28/PRT/M/2016 Tentang Pedoman Analisis Harga Satuan Pekerjaan*. Jakarta.
- [9]. SE Menteri PU., 2010. *Permerberlakukan Pedoman Cara Uji California Bearing Ratio (CBR) dengan Dynamuc Cone Penetrometer (DCP)*. Kementerian Pekerjaan Umum. Jakarta
- [10]. Widodo, N M., 2018. *Evaluasi Tebal Perkerasan Kaku Pada Ruas Jalan Tol Colomadu-Karanganyar dengan Metode AASTHO 1993 dan Bina Marga 2002*. Tugas Akhir. Program Studi Strata Satu Teknik Sipil : Universitas Islam Indonesia. Yogyakarta.