

ANALISIS PERBANDINGAN DESAIN TEBAL PERKERASAN KAKU DENGAN METODE PD T-14-2003, DENGAN MANUAL DESAIN PERKERASAN JALAN 2017

Barkah Wahyu Widiyanto¹
Jurusan Teknik Sipil
Fakultas Teknik Sipil dan
Perencanaan
Institut Teknologi Nasional
Bandung
Jl. PHH. Mustofa No. 23
Bandung, Indonesia, 40124
barkah@itenas.ac.id

Farid Rizwansyah Ramadhan
Jurusan Teknik Sipil
Fakultas Teknik Sipil dan
Perencanaan
Institut Teknologi Nasional
Bandung
Jl. PHH. Mustofa No. 23
Bandung, Indonesia, 40124
faridrizwansyah4@gmail.com

Elkhasnet
Jurusan Teknik Sipil
Fakultas Teknik Sipil dan
Perencanaan
Institut Teknologi Nasional
Bandung
Jl. PHH. Mustofa No. 23
Bandung, Indonesia, 40124
elkha@itenas.ac.id

Abstract

Karatas Road which currently has the status of a district road. The road is planned to be upgraded to a national road designed using rigid pavement. This study aims to perform a comparative analysis of the results of the rigid pavement thickness design using Bina Marga method between Pd T-14-2003 and MDP 2017. The results showed that the rigid pavement thickness according to Pd T-14-2003 method was 220 mm, the foundation layer of Lean Mix Concrete was 100 mm, the tie bars and dowel connections used a diameter of 16 mm and 33 mm, while according to the 2017 MDP method of 305 mm, the Lean layer Mix Concrete 100 mm, class A aggregate foundation layer 150 mm, cement stabilization layer 300 mm, tie bars and dowel connections using 19 mm and 36 mm diameters. The results of the comparison analysis of the two methods are that if using the 2017 MDP the thickness of the 2017 MDP concrete slab is thicker, has a class A aggregate foundation layer, and the tie bars and dowel diameters are larger. The 2017 MDP uses the same concept as the Pd T-14-2003. The differences that exist between MDP 2017 and Pd T-14-2003 are: the types of vehicles that were analyzed, namely vehicles that have 6 wheels or more replacing vehicles with a minimum total weight of 5 tons, the existence of a subgrade handling with a CBR of less than 6%, the existence of a drainage facilitation in the area under rigid pavement.

Keywords: Rigid Pavement, Pavement Thickness, Pd T-14-2003, MDP 2017

Abstrak

Jalan Karatas saat ini berstatus sebagai jalan kabupaten. Jalan direncanakan akan ditingkatkan menjadi jalan nasional yang dirancang dengan menggunakan perkerasan kaku. Penelitian ini bertujuan untuk melakukan analisis perbandingan hasil desain tebal perkerasan kaku menggunakan metode Bina Marga antara Pd T-14-2003 dengan MDP 2017. Hasil penelitian didapatkan tebal perkerasan kaku menurut metode Pd T-14-2003 sebesar 220 mm, lapis fondasi *Lean Mix Concrete* 100 mm, sambungan *tie bars*, dan dowel menggunakan diameter 16 mm dan 33 mm, sedangkan menurut metode MDP 2017 sebesar 305 mm, lapis *Lean Mix Concrete* 100 mm, lapis fondasi agregat kelas A 150 mm, lapis stabilisasi semen 300 mm, sambungan *tie bars*, dan dowel menggunakan diameter 19 mm dan 36 mm. Hasil analisis perbandingan kedua metode yaitu jika menggunakan MDP 2017 tebal pelat beton MDP 2017 lebih tebal, memiliki lapis fondasi agregat kelas A, dan diameter *tie bars* dan dowel lebih besar. MDP 2017 menggunakan konsep yang sama dengan Pd T-14-2003. Perbedaan yang ada antara MDP 2017 dan Pd T-14-2003 adalah: jenis kendaraan yang dianalisis yaitu kendaraan memiliki 6 roda atau lebih menggantikan kendaraan dengan total berat minimum 5 ton, adanya penanganan *subgrade* dengan CBR kurang dari 6%, dan adanya fasilitasi drainase di bawah perkerasan kaku.

Kata Kunci: Perkerasan Kaku, Tebal Perkerasan, Pd T-14-2003, MDP 2017

¹ Corresponding author: barkah@itenas.ac.id

PENDAHULUAN

Jalan berfungsi sebagai penghubung antar wilayah untuk kegiatan perekonomian, distribusi barang dan jasa, selain itu dengan adanya pembangunan jalan dapat meningkatkan kegiatan mobilisasi pada suatu daerah. Jalan Karatas berada di Kabupaten Sumedang Provinsi Jawa Barat yang merupakan jalan akses menuju Gerbang Tol Cisumdawu. Status jalan tersebut saat ini merupakan jalan kabupaten dengan panjang 2,95 km, lebar jalan 6 meter, tipe jalan 2/2 tak terbagi untuk melayani lalu lintas rendah. Kondisi eksisting jalan terdapat kerusakan, yaitu kondisi rusak ringan pada Sta. 0 - Sta. 1+550, dan kondisi rusak berat pada Sta. 1+550 – Sta. 3+175. Jalan direncanakan akan ditingkatkan menjadi jalan nasional dengan lebar perkerasan 7 m dan bahu 1 m. Pada Sta. 0 - Sta. 1+550 direncanakan pelebaran dan peningkatan struktur jalan dengan *overlay*, sedangkan pada Sta. 1+550 – Sta. 3+175 direncanakan rekonstruksi yang penanganannya seperti jalan baru. Penelitian ini akan membandingkan desain tebal perkerasan kaku, menggunakan metode Bina Marga Pd T-14-2003 dan Manual Desain Perkerasan Jalan Nomor 02/M/BM/2017 selanjutnya disebut Manual Desain Perkerasan Jalan 2017 atau MDP 2017.

METODOLOGI PENELITIAN

Bagan alir rencana penelitian seperti pada Gambar 1 dan Gambar 2.



Gambar 1. Bagan Alir Penelitian



Gambar 2. Bagan Alir Metode Pd T-14-2003 dan MDP 2017

ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Data Sekunder

1. Data Geometrik Jalan

Data teknis untuk perencanaan tebal perkerasan kaku merupakan data sekunder yang diperoleh dari konsultan seperti pada Tabel 1.

Tabel 1. Data Jalan

Uraian	Keterangan
Tipe Jalan	2/2 UD
Tipe Perkerasan	Kaku
Jenis Perkerasan	Perkerasan Kaku Bersambung Tanpa Tulangan
Lebar Perkerasan Jalan	8 m

Uraian	Keterangan
Lebar Bahu Jalan	3,5 m
Tipe Bahu Jalan	0,5 m

2. Data Lalu Lintas

Data pertumbuhan lalu lintas (i) menggunakan data dari MDP 2017 untuk pulau Jawa, yaitu sebesar 4,8%. Data LHR pada tahun 2022 yang telah diolah diperlihatkan pada Tabel 2.

Tabel 2. LHR 2022

No.	Jenis Kendaraan	Konfigurasi sumbu	Beban sumbu (ton)	LHR 2022 (Kendaraan/Hari/2 arah)
1	Golongan 5a (bus kecil)	1.2	1,7t + 3,3t	327
2	Golongan 5b (bus besar)	1.2	3t + 6t	327
3	Golongan 6a (truk ringan 2 sumbu)	1.2	2,9t + 5,4t	327
4	Golongan 6b (truk sedang 2 sumbu)	1.2	6,2t + 12t	101
5	Golongan 7a (truk 3 sumbu)	1.22	6,25t + 18,75t	51
Total				1.133

3. CBR Tanah Dasar

Pada penelitian ini nilai CBR tanah dasar diasumsikan sebesar 4%.

Pengolahan Data Lalu Lintas

Jalan direncanakan akan dibuka pada tahun 2022 dengan umur rencana selama 40 tahun. Setelah diketahui data LHR pada awal umur rencana tahun 2022, maka berikutnya dilakukan perhitungan untuk jumlah sumbu kendaraan niaga harian diperlihatkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Jumlah Sumbu Kendaraan Niaga Harian

Jenis Kendaraan	Konfigurasi Beban Sumbu (ton)				Jumlah kend	Jml Sumbu per kend (buah)	Jml Sumbu (buah)	STRT (ton)		STRG (ton)		STdRG (ton)	
	RD	RB	RGD	RGB				BS	JS	BS	JS	BS	JS
(1)	(2)				(3)	(4)	(5 = 3 x 4)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)
Bus kecil (1.2)	1,7	3,3	-	-	327	2	654	1,7	327	3,3	327	-	-
Bus besar (1.2)	3	6	-	-	327	2	654	3	327	6	327	-	-
Truk ringan 2 sumbu (1.2)	2,9	5,4	-	-	327	2	654	2,9	327	5,4	327	-	-
Truk sedang 2 sumbu (1.2)	6,2	12	-	-	101	2	202	6,2	101	12	101	-	-
Truk 3 sumbu (1.22)	6,25	18,75	-	-	51	2	102	6,25	51	-	-	18,75	51
Total					1.133		2.266	1.133		1.082		51	

RD = Roda Depan; RB=Roda Belakang; RGD=Roda Gandeng Depan; RGB=Roda Gandeng Belakang; BS=Beban Sumbu; JS=Jumlah Sumbu; STRT=Sumbu Tunggal Roda Tunggal; STRG= Sumbu Tunggal Roda Ganda; STdRG = Sumbu Tandem Roda Ganda

Faktor pertumbuhan lalu lintas selama umur rencana menggunakan rumus seperti berikut:

$$R = \frac{(1+0,01i)^{UR}-1}{0,01i} = \frac{(1+0,01(4,8))^{40}-1}{0,01(4,8)} = 115,1 \quad (1)$$

Perencanaan koefisien distribusi jumlah lajur dan arah dipilih sebesar 0,5 dikarenakan jalan memiliki 2 lajur dengan 2 arah. Lalu lintas rencana dihitung berdasarkan jumlah total sumbu kendaraan niaga selama umur rencana 40 tahun dengan koefisien distribusi 0,5 dan faktor pertumbuhan lalu lintas sebesar 115,1 seperti berikut:

$$\begin{aligned} \text{JSKN} &= \text{JSKNH} \times 365 \times R \times C \\ \text{JSKN} &= 2.266 \times 365 \times 115,1 \times 0,5 = 47.559.030 \text{ Kend/UR/Lajur Rencana} \end{aligned} \quad (2)$$

Perencanaan Tebal Perkerasan Kaku Metode Pd T-14-2003

1. Penentuan Tebal dan Jenis Lapis Fondasi

CBR tanah dasar 4% dan diketahui jumlah repetisi sumbu sebesar 47.559.030 Kend/UR/Lajur Rencana, maka dengan menggunakan Gambar 3 diperoleh lapis fondasi campuran beton kurus setebal 100 mm. CBR tanah dasar efektif sebesar 28% didapatkan dari plot antara CBR tanah dasar 4% dengan 100 mm campuran beton kurus pada Gambar 4.



Gambar 3. Tebal Fondasi Bawah Minimum

2. Kuat Tarik Lentur Beton Semen (fcf)

Mutu beton yang digunakan dalam perencanaan berdasarkan Spesifikasi Umum 2018 Direktorat Jenderal Bina Marga. Diasumsikan mutu beton untuk perkerasan kaku menggunakan mutu K-400 yang menghasilkan kuat tarik lentur sebesar 4,74 Mpa.

3. Faktor Keamanan Beban (FKB)

Faktor keamanan beban yang dipilih sebesar 1,1 berdasarkan metode Pd T-14-2003, yang diperlihatkan pada Tabel 4.

4. Repetisi Sumbu

Perhitungan repetisi sumbu rencana dilakukan dengan mengelompokkan setiap jenis sumbu kendaraan STRT (Sumbu Tunggal Roda Tunggal) dengan jumlah roda 2 buah,

STRG (Sumbu Tunggal Roda Ganda) dengan jumlah roda 4 buah, STdRG (Sumbu Tandem Roda Ganda) dengan jumlah roda 8 buah. Perhitungan repetisi sumbu diperlihatkan pada Tabel 5.

Tabel 5. Perhitungan Repetisi Sumbu

No	Jenis Sumbu	Beban Sumbu (ton)	Jumlah Sumbu (bh)	Proporsi Beban	Proporsi Sumbu	Lalu-Lintas	Repetisi Yang Terjadi
						Rencana (Kend/UR/Lajur Rencana)	
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(4)x(5)x(6) = (7)
1	STRT	6,25	51	0,05	0,50	47.559.030	1.070.393
		6,2	101	0,09	0,50	47.559.030	2.119.798
		3	327	0,29	0,50	47.559.030	6.863.108
		2,9	327	0,29	0,50	47.559.030	6.863.108
		1,7	327	0,29	0,50	47.559.030	6.863.108
Jumlah Total			1133				
2	STRG	12	101	0,09	0,48	47.559.030	2.119.798
		6	327	0,30	0,48	47.559.030	6.863.108
		5,4	327	0,30	0,48	47.559.030	6.863.108
		3,3	327	0,30	0,48	47.559.030	6.863.108
Jumlah Total			1082				
3	STdRG	18,75	51	1	0,02	47.559.030	1.070.393
Jumlah Total			51				
Jumlah Total Kumulatif			2.266				47.559.030

5. Penentuan Tebal Pelat Beton

Berdasarkan metode Pd T-14-2003 dilakukan asumsi tebal pelat beton setebal 220 mm dengan tanpa bahu beton. Analisis tegangan ekuivalen dan faktor erosi diperlihatkan pada Tabel 6.

Tabel 6. Tegangan Ekuivalen dan Faktor Erosi

Tebal Slab (mm)	CBR Eff Tanah Dasar (%)	Tegangan Setara				Faktor Erosi							
		STRT	STRG	STdRG	STrRG	Tanpa Ruji				Dengan Ruji/Beton Bertulang			
						STRT	STRG	STdRG	STrRG	STRT	STRG	STdRG	STrRG
220	5	0,94	1,58	1,42	1,08	2,33	2,93	3,14	3,19	2,11	2,71	2,87	3,02
220	10	0,9	1,49	1,3	0,98	2,31	2,91	3,09	3,13	2,1	2,7	2,84	2,96
220	15	0,88	1,44	1,25	0,93	2,3	2,9	3,06	3,1	2,09	2,69	2,82	2,93
220	20	0,87	1,42	1,22	0,91	2,29	2,89	3,05	3,09	2,08	2,69	2,81	2,92
220	25	0,85	1,39	1,18	0,88	2,29	2,89	3,03	3,07	2,08	2,69	2,8	2,9
220	35	0,82	1,33	1,11	0,83	2,28	2,88	2,99	3,03	2,07	2,68	2,78	2,86
220	50	0,79	1,27	1,04	0,79	2,26	2,86	2,96	3	2,07	2,67	2,76	2,83
220	75	0,76	1,19	0,97	0,73	2,24	2,85	2,92	2,95	2,06	2,68	2,72	2,78

Sumber: Bina Marga, 2003

Dalam tabel, tidak terdapat CBR efektif tanah dasar 28%, sehingga dipilih kondisi paling rendah untuk perencanaan, yaitu CBR efektif tanah dasar 25% pada Tabel 6.

Setelah mendapatkan nilai tegangan ekuivalen dan faktor erosi untuk tebal pelat beton 220 mm, kemudian dilanjut dengan menghitung faktor rasio tegangan dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$FRT = \frac{TE}{fcf} \tag{3}$$

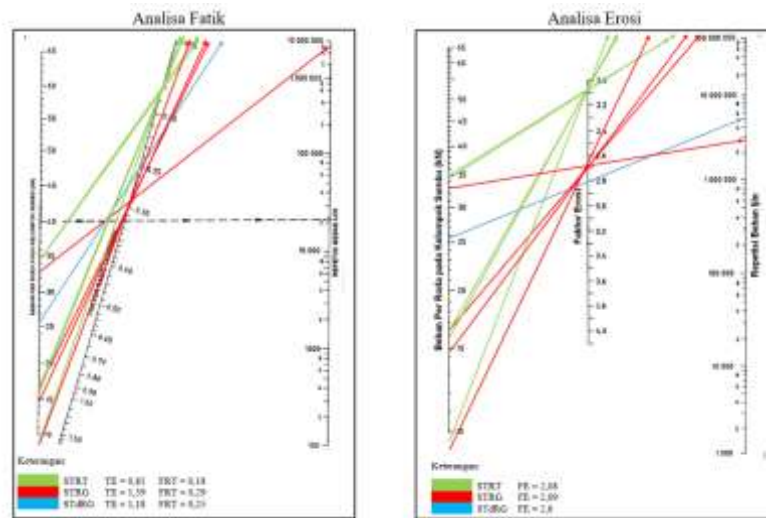
Dengan:

FRT = Faktor rasio tegangan

TE = Tegangan ekuivalen

Fcf = Kuat tarik lentur (Mpa)

Repetisi izin untuk analisis fatik dan analisis erosi seperti pada Gambar 5. Analisis fatik dan erosi akibat setiap beban roda rencana seperti pada Tabel 7.



Gambar 5. Analisa Fatik dan Erosi

Tabel 7. Perhitungan Analisa Fatik dan Erosi

No	Jenis Sumbu	Beban Sumbu		Beban Rencana Per Roda (kN)	Repetisi Yang Terjadi	Faktor Tegangan dan Erosi	Analisa Fatik		Analisa Erosi	
		(ton)	(kN)				Repetisi Ijin	Persen Rusak (%)	Repetisi Ijin	Persen Rusak (%)
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	((4)/(6))*100 = (7)	(8)	((4)/(8))*100 = (9)		
1	STRT	6,25	62,5	34,38	1.070.393	TE = 0,85 FRT = 0,18 FE = 2,08	TT	0	TT	0
		6,2	62	34,10	2.119.798		TT	0	TT	0
		3	30	16,50	6.863.108		TT	0	TT	0
		2,9	29	15,95	6.863.108		TT	0	TT	0
		1,7	17	9,35	6.863.108		TT	0	TT	0
2	STRG	12	120	33,00	2.119.798	TE = 1,39 FRT = 0,29 FE = 2,69	6.000.000	35,3	2.800.000	75,7
		6	60	16,50	6.863.108		TT	0	TT	0
		5,4	54	14,85	6.863.108		TT	0	TT	0
		3,3	33	9,08	6.863.108		TT	0	TT	0
3	STARG	18,75	187,5	25,78	1.070.393	TE = 1,18 FRT = 0,25 FE = 2,8	TT	0	5.000.000	21,4
Total (%)							35,3	97,1		

Keterangan: TE = Tegangan Ekuivalen, FE = Faktor Erosi, FRT = Faktor Rasio Tegangan, TT = Tidak Terbatas, Fch = 1,1

Maka, asumsi tebal pelat beton 220 mm dengan lapis pondasi bawah *lean concrete* setebal 100 mm mampu menahan repetisi beban lalu lintas yang terjadi selama umur rencana 40 tahun.

6. Perencanaan Sambungan

Sambungan memanjang dengan batang pengikat (*tie bars*) dapat menggunakan besi ulir diameter 16 mm dengan panjang 700 mm, jarak antar *tie bars* 750 mm. Untuk tebal pelat beton 220 mm sambungan susut melintang (ruji/dowel) menggunakan diameter 33 mm, panjang 450 mm, jarak antar dowel 300 mm.

Perencanaan Tebal Perkerasan Kaku Metode MDP 2017

1. Desain Fondasi Jalan

Untuk nilai CBR 4% yang kurang dari CBR minimum, maka perlu dilakukan perbaikan tanah dasar dengan stabilisasi semen setebal 300 mm.

2. Perencanaan Tebal Pelat

Penentuan tebal pelat beton berdasarkan jumlah sumbu kendaraan niaga selama umur rencana 40 tahun. Dengan jumlah sumbu kendaraan niaga sebesar 47.559.030 Kend/UR/Lajur Rencana maka termasuk ke dalam desain R5 yang diperlihatkan pada Tabel 8.

Tabel 8. Desain Perkerasan Kaku

Struktur Perkerasan	R1	R2	R3	R4	R5
Kelompok sumbu kendaraan berat (<i>overload</i>)(10E6)	<4,3	<8,6	<25,8	<43	<86
Dowel dan bahu beton	Ya				
STRUKTUR PERKERASAN (mm)					
Tebal pelat beton	265	275	285	295	305
Lapis Fondasi LMC	100				
Lapis Drainase (dapat mengalir dengan balik)	150				

3. Perencanaan Sambungan

Sambungan memanjang dengan batang pengikat (*tie bars*) dapat menggunakan besi ulir diameter 19 mm dengan panjang 810 mm, jarak antar *tie bars* 750 mm. Untuk tebal pelat beton 305 mm sambungan susut melintang (ruji/dowel) menggunakan diameter 36 mm, panjang 450 mm, jarak antar dowel 300 mm.

Analisis Perbandingan Kedua Metode

Hasil perencanaan tebal perkerasan kaku Jalan Karatas pada Sta. 1+550 – Sta. 3+175 dengan menggunakan metode Pd T-14-2003, dan MDP 2017 adalah sebagai berikut:

1. Metode Pd T-14-2003

Perkerasan kaku direncanakan dengan umur rencana 40 tahun, faktor pertumbuhan lalu lintas selama umur rencana 4,8%. Maka, didapatkan hasil sebagai berikut:

- a. Jenis perkerasan : Perkerasan kaku bersambung tanpa tulangan
- b. Tebal pelat beton : 220 mm

- c. Lapis beton kurus (LMC) : 100 mm
 - d. Sambungan *tie bars* : Diameter 16 mm, panjang 700 mm, jarak 750 mm
 - e. Sambungan dowel : Diameter 33 mm, panjang 450 mm, jarak 300 mm
2. Metode MDP 2017
- Perkerasan kaku direncanakan dengan umur rencana 40 tahun, faktor pertumbuhan lalu lintas selama umur rencana 4,8%. Maka didapatkan hasil sebagai berikut:
- a. Jenis perkerasan : Perkerasan kaku bersambung tanpa tulangan
 - b. Tebal pelat beton : 305 mm
 - c. Lapis beton kurus (LMC) : 100 mm
 - d. Lapis pondasi agregat kelas A: 150 mm
 - e. Lapis stabilisasi semen : 300 mm
 - f. Sambungan *tie bars* : Diameter 19 mm, panjang 810 mm, jarak 750 mm
 - g. Sambungan dowel : Diameter 36 mm, panjang 450 mm, jarak 300 mm

Analisis yang menyebabkan perbedaan tebal perkerasan kaku antara kedua metode tersebut, yaitu pada MDP 2017 jenis kendaraan yang dianalisis merupakan kendaraan yang memiliki 6 roda atau lebih menggantikan kendaraan dengan total berat minimum 5 ton, adanya penanganan *subgrade* dengan CBR kurang dari 6%, dan adanya fasilitas drainase yang berupa agregat kelas A di bawah perkerasan kaku. Hasil analisis perbandingan metode Pd T-14-2003 dan MDP 2017 seperti pada Tabel 9.

Tabel 9. Hasil Analisis Perbandingan Metode Pd T-14-2003 dan MDP 2017

No	Metode Pd T-14-2003	Metode MDP 2017	Kesesuaian MDP 2017 dengan Pd T-14-2003
1	Konsep berdasarkan analisis fatik dan erosi	Konsep sama dengan Pd T-14-2003, tetapi tidak ada penjelasan dasar penetapan dalam bagan desain	Sama
2	Tebal pelat beton 220 mm	Tebal pelat beton 305 mm	Lebih tebal
3	Tebal lapis fondasi beton kurus 100 mm	Tebal lapis fondasi beton kurus 100 mm	Sama
4	Tidak ada penjelasan tentang perbaikan <i>subgrade</i> yang kurang dari 6%	Ada perbaikan <i>subgrade</i> yang kurang dari 6% (300 mm stabilisasi semen untuk CBR 4% ke 6%)	Berbeda
5	Tidak ada penjelasan tentang perlunya lapisan drainase	Ada lapisan drainase, agregat kelas A setebal 150 mm	Berbeda
6	Diameter <i>tiebars</i> 16 mm	Diameter <i>tiebars</i> 19 mm	Lebih besar
7	Panjang <i>tiebars</i> 700 mm	Panjang <i>tiebars</i> 810 mm	Lebih panjang
8	Jarak <i>tiebars</i> 750 mm	Jarak <i>tiebars</i> 750 mm	Sama
9	Diameter dowel 33 mm	Diameter dowel 36 mm	Lebih besar
10	Panjang dowel 450 mm	Panjang dowel 450 mm	Sama
11	Jarak dowel 300 mm	Jarak dowel 300 mm	Sama

KESIMPULAN

Dari hasil analisis perbandingan tebal perkerasan kaku di Jalan Karatas yang didesain dengan menggunakan metode Pd T-14-2003 dan metode MDP 2017 diperoleh beberapa hal, yaitu:

1. Prosedur desain tebal perkerasan kaku MDP 2017 mengikuti ketentuan pada metode Pd T-14-2003.
2. Tebal pelat beton menggunakan MDP 2017 lebih tebal dari metode Pd T-14-2003, tebal beton kurus pada MDP 2017 sama dengan ketebalan beton kurus metode Pd T-14-2003.
3. Pada MDP 2017 perlu perbaikan tanah dasar jika nilai CBR *subgrade* kurang dari 6%, dan struktur perkerasan kaku dilengkapi dengan lapisan drainase.
4. Pada MDP 2017 diameter *tiebars* yang digunakan lebih besar, panjang *tiebars* yang digunakan lebih panjang, dan jarak *tiebars* yang digunakan sama.
5. Pada MDP 2017 diameter dowel yang digunakan lebih besar, panjang dowel yang digunakan sama, dan jarak dowel yang digunakan sama.

Dengan demikian metode MDP 2017 lebih baik untuk digunakan dalam desain tebal perkerasan kaku karena sudah memperhatikan penanganan perbaikan tanah dasar, lapis drainase, dan prosedur perencanaan tinggal mengikuti bagan desain yang tersedia.

DAFTAR PUSTAKA

- Diklat Perkerasan Kaku. 2017. Modul 1 Konsep Dasar Konstruksi Perkerasan Kaku. Bandung: Kementerian Pekerjaan Umum.
- Direktorat Jenderal Bina Marga. 2003. Perencanaan Perkerasan Jalan Beton Semen (Pd T-14-2003). BSN.
- Direktorat Jenderal Bina Marga. 2004. Survei Pencacahan Lalu Lintas Dengan Cara Manual (Pd T-19-2004). BSN.
- Direktorat Jenderal Bina Marga. 2017. Manual Desain Perkerasan Jalan No.02/M/BM/2017. Jakarta: Kementerian Pekerjaan Umum.
- Direktorat Jenderal Bina Marga. 2018. Spesifikasi Umum 2018. Jakarta: Kementerian Pekerjaan Umum.