

SENSITIVITAS DAYA DUKUNG *SUBGRADE* DAN BEBAN LALU-LINTAS TERHADAP PERENCANAAN TEBAL PERKERASAN JALAN KAKU

RIZKY SEPTIANSYAH, IMAM ASCHURI

Program Studi Teknik Sipil, Institut Teknologi Nasional, Bandung
Email : septiansyahrizky@gmail.com

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh daya dukung tanah dasar dan beban lalu-lintas dalam perencanaan tebal pelat beton semen dengan metode Pd T-14-2003 dan MDPJ No. 02/M/BM/2017. Data yang digunakan dari hasil survei dan pengujian PUPR Kota Pekanbaru, namun untuk kenaikan nilai CBR dan beban lalu-lintas bersifat asumsi. Berdasarkan perhitungan; CBR tanah dasar dan beban lalu-lintas benar mempengaruhi tebal perkerasan kaku pada Pd T-14-2003 namun tidak berpengaruh pada MDPJ No. 02/M/BM/2017. Pada beban lalu-lintas kenaikan tebal pelat beton tidak linear dikarenakan oleh nilai FRT dan FE. Pada nilai CBR *subgrade* penurunan tebal pelat beton tidak linear dikarenakan oleh perubahan nilai CBR efektif tanah dasar.

Kata Kunci: CBR Tanah Dasar, Beban Lalu-lintas, Tebal Perkerasan Kaku

1. PENDAHULUAN

Adapun rumusan masalah pada penelitian ini :

1. Bagaimanakah sensitivitas daya dukung *subgrade* dan beban lalu-lintas terhadap desain tebal perkerasan kaku pada perencanaan jalan Teluk Lembu Ujung – KIT ?

Adapun ruang lingkup pada penelitian ini :

1. Penelitian ini dilakukan pada ruas jalan teluk lembu ujung sepanjang 3,2 km jembatan dari arah Jalan Abdul Rahman Hamid, Sail Pekanbaru ke jembatan dari arah Jalan Tuah Sekata, Rejosari Pekanbaru.
2. Mutu beton yang digunakan mutu K-350.
3. Variasi nilai CBR tanah dasar : 5%, 10%, 15%, 20% dan 25%.
4. Variasi kenaikan beban lalu-lintas : 25%, 50%, 75%, 100%.
5. Pondasi bawah yang digunakan mengikuti perencanaan dari metode Perhitungan Perencanaan Perkerasan Beton Semen Pd T-14-2003 dan metode Manual Desain Perkerasan Jalan No. 02/M/BM/2017.
6. Menghitung tebal perkerasan kaku (*rigid pavement*) menggunakan metode Perhitungan Perencanaan Perkerasan Beton Semen Pd T-14-2003 dan metode Manual Desain Perkerasan Jalan No. 02/M/BM/2017.

2. FORMAT UMUM

2.1 Beban Lalu-lintas

Menurut Sukirman (2010) konstruksi perkerasan jalan menerima beban lalu lintas yang dilimpahkan melalui roda-roda kendaraan. Besarnya beban yang dilimpahkan tersebut tergantung dari berat total kendaraan, konfigurasi sumbu, bidang kontak antara roda dan perkerasan, kecepatan kendaraan, dan lain sebagainya. Dengan demikian efek dari masing-masing kendaraan terhadap kerusakan yang ditimbulkan tidaklah sama. Oleh karena itu

perlu adanya beban standar sehingga semua beban lainnya dapat diekivalensikan ke beban standar tersebut. Beban standar merupakan beban sumbu tunggal beroda ganda seberat 18000 pon (8,16 ton).

2.2 Daya Dukung Tanah (DDT) dan *California Bearing Ratio* (CBR)

Daya dukung tanah dasar dipengaruhi oleh jenis tanah, tingkat kepadatan, kadar air, kondisi drainase dan lain-lain. Menurut Sukirman S. (1999), beban kendaraan yang dilimpahkan ke lapis perkerasan melalui roda-roda kendaran selanjutnya disebarkan ke lapisan di bawahnya dan akhirnya diterima oleh tanah dasar. Dengan demikian tingkat kerusakan konstruksi perkerasan selama masa pelayanan tidak saja ditentukan oleh kekuatan lapis perkerasan tetapi juga tanah dasar. CBR merupakan perbandingan beban penetrasi pada suatu bahan dengan beban standar pada penetrasi dan kecepatan pembebanan yang sama. Data CBR yang digunakan adalah harga-harga CBR dari pemeriksaan lapangan dan uji laboratorium dari data CBR ditentukan nilai CBR terendah, kemudian ditentukan harga CBR yang mewakili atau CBR segmen atau CBR karakteristik. Segmen adalah bagian ruas jalan yang memiliki kondisi jalan yang dapat dianggap seragam (tanpa perbedaan yang berarti).

2.3 Persyaratan Teknis Pd T-14-2003

Persyaratan teknis metode Pd T-14-2003 dijelaskan pada **Tabel 1** berikut :

Tabel 1. Langkah Perencanaan Tebal Perkerasan Beton Semen Pd T-14-2003

Langkah	Uraian Kegiatan
1	Pilih jenis perkerasan beton semen, bersambung tanpa ruji, bersambung dengan ruji, atau menerus dengan tulangan.
2	Tentukan apakah menggunakan bahu beton atau bukan.
3	Tentukan jenis dan tebal pondasi bawah berdasarkan nilai CBR rencana dan perkiraan jumlah sumbu kendaraan niaga selama umur rencana
4	Tentukan CBR efektif berdasarkan nilai CBR rencana dan pondasi bawah
5	Pilih kuat tarik lentur atau kuat tekan beton pada umur 28 hari (fcf)
6	Pilih faktor keamanan beban lalu lintas (FKB)
7	Taksir tebal pelat beton (taksiran awal dengan tebal tertentu berdasarkan pengalaman atau menggunakan contoh yang tersedia.
8	Tentukan tegangan ekuivalen (TE) dan faktor erosi (FE) untuk STRT.
9	Tentukan faktor rasio tegangan (FRT) dengan membagi tegangan ekuivalen (TE) oleh kuat tarik-lentur (fcf).
10	Untuk setiap rentang beban kelompok sumbu tersebut, tentukan beban per roda dan kalikan dengan faktor keamanan beban (Fkb) untuk menentukan beban rencana per roda. Jika beban rencana per roda ≥ 65 kN (6,5 ton), anggap dan gunakan nilai tersebut sebagai batas tertinggi.
11	Dengan faktor rasio tegangan (FRT) dan beban rencana, tentukan jumlah repetisi ijin untuk fatik dari Gambar 19 pada Pd T-14-2003, yang dimulai dari beban roda tertinggi dari jenis sumbu STRT tersebut.
12	Hitung persentase dari repetisi fatik yang direncanakan terhadap jumlah repetisi ijin.
13	Dengan menggunakan faktor erosi (FE), tentukan jumlah repetisi ijin untuk erosi, dari Gambar 20 atau 21 pada Pd T-14-2003.
14	Hitung persentase dari repetisi erosi yang direncanakan terhadap jumlah repetisi ijin.
15	Ulangi langkah 11 sampai dengan 14 untuk setiap beban per roda pada sumbu tersebut sampai jumlah repetisi beban ijin yang terbaca pada Gambar 19 dan Gambar 20 atau Gambar 21 yang masing-masing menapai 10 juta dan 100 juta repetisi.
16	Hitung jumlah total fatik dengan menjumlahkan persentase fatik dari setiap beban roda pada STRT tersebut. Dengan cara yang sama hitung jumlah total erosi dari setiap beban roda pada STRT tersebut.
17	Ulangi langkah 8 sampai dengan langkah 16 untuk setiap jenis kelompok sumbu lainnya.
18	Hitung jumlah total kerusakan akibat fatik dan jumlah total kerusakan akibat erosi untuk seluruh jenis kelompok sumbu.
19	Ulangi langkah 7 sampai dengan langkah 18 hingga diperoleh ketebalan tertipis yang menghasilkan total kerusakan akibat fatik dan atau erosi $\leq 100\%$. Tebal tersebut sebagai tebal perkerasan beton semen yang direncanakan.

2.4 Persyaratan Teknis MDPJ No. 02/M/BM/2017

Perencanaan perkerasan kaku berdasarkan Metode Manual Desain Perkerasan Jalan 2017 sebagai berikut:

1. Tentukan umur rencana (Tabel 2-1. Umur Rencana Perkerasan). (Bab 2, Manual Desain Perkerasan Jalan, 2017)
 2. Tentukan volume kelompok sumbu kendaraan niaga. (Bab 4 dan Lampiran D, Manual Desain Perkerasan Jalan, 2017)
 3. Tentukan stuktur fondasi jalan dari Bagan Desain - 2. (Bab 6, Manual Desain Perkerasan Jalan, 2017)
 4. Tentukan daya dukung efektif tanah dasar menggunakan solusi tanah normal atau tanah lunak. (Bab 6, Manual Desain Perkerasan Jalan, 2017)
 5. Tentukan struktur lapisan perkerasan sesuai Bagan Desain – 4 atau 4A. (Bab 7, Manual Desain Perkerasan Jalan, 2017)
 6. Tentukan jenis sambungan (umumnya berupa sambungan dengan *dowel*). (Bab 7, Manual Desain Perkerasan Jalan, 2017)
 7. Tentukan jenis bahu jalan (biasanya menggunakan bahu beton). (Lampiran F, Manual Desain Perkerasan Jalan, 2017)
- Tentukan detail desain yang meliputi dimensi pelat beton, penulangan pelat, posisi *dowel & tie bar*, ketentuan sambungan dan sebagainya. (Pd T-14-2003)

3. METODE PENELITIAN

3.1 Pengumpulan Data

Penelitian ini dilakukan dengan studi dan pengumpulan literatur yang membahas tentang hubungan antara daya dukung tanah dasar dan lalu-lintas terhadap tebal perkerasan kaku menggunakan metode Perhitungan Perencanaan Perkerasan Beton Semen Pd T-14-2003 dan metode Manual Desain Perkerasan Jalan No. 02/M/BM/2017.

3.2 Data Lalu-lintas

Data lalu-lintas didapatkan dari Dinas Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Kota Pekanbaru. Data LHR 2020 dari survei yang dilakukan oleh CV. Sandina *Consultant* selaku konsultan perencana pada proyek pembangunan jalan Teluk Lembu Ujung – KIT. Variasi kenaikan beban kendaraan untuk mengetahui pengaruh beban lalu-lintas terhadap ketebalan perkerasan kaku adalah kenaikan beban kendaraan 25%, kenaikan beban kendaraan 50%, kenaikan beban kendaraan 75%, dan kenaikan beban kendaraan 100%.

3.3 Data Nilai CBR *Subgrade* (Tanah Dasar)

Data nilai CBR didapatkan dari olahan data hasil pengujian DCP yang juga dilaksanakan oleh konsultan perencana CV. Sandina *Consultant*. Variasi untuk nilai CBR *subgrade* tersebut adalah 5%, 10%, 15%, 20% dan 25%.

3.4 Data Teknis

Berupa data konfigurasi sumbu dan beban kendaraan, mutu beton, lebar dan jumlah lajur, jenis dan lebar bahu jalan, peta lokasi.

4. ANALISIS DAN PEMBAHASAN

4.1 Rekapitulasi Tebal Pelat Beton Pd T-14-2003

Berdasarkan langkah-langkah menghitung tebal pelat beton metode Pd T-14-2003 didapatkan hasil perhitungan **Tabel 2** :

Tabel 2. Rekapitulasi Tebal Perkerasan Beton Metode Pd T-14-2003

		Beban Kendaraan				
		Normal	Naik 25%	Naik 50%	Naik 75%	Naik 100%
CBR 2,2%	Tebal Pelat	240	275	310	340	N/A
	Pondasi Bawah	150	150	150	150	150
	Total	390	425	460	490	
CBR 5%	Tebal Pelat	235	265	310	340	N/A
	Pondasi Bawah	125	125	125	125	125
	Total	360	390	435	465	
CBR 10%	Tebal Pelat	230	265	300	330	N/A
	Pondasi Bawah	125	125	125	125	125
	Total	355	390	425	455	
CBR 15%	Tebal Pelat	220	255	290	320	350
	Pondasi Bawah	125	125	125	125	125
	Total	345	380	415	445	475
CBR 20%	Tebal Pelat	220	255	280	320	350
	Pondasi Bawah	125	125	125	125	125
	Total	345	380	405	445	475
CBR 25%	Tebal Pelat	215	250	280	310	340
	Pondasi Bawah	125	125	125	125	125
	Total	340	375	405	435	465

4.2 Rekapitulasi Tebal Pelat Beton MDPJ No. 02/M/BM/2017

Berdasarkan langkah-langkah menghitung tebal pelat beton metode Manual Desain Perkerasan Jalan No. 02/M/BM/2017 didapatkan hasil perhitungan pada **Tabel 3**:

Tabel 3. Rekapitulasi Tebal MDPJ No. 02/M/BM/2017

		Beban Kendaraan				
		Normal	Naik 25%	Naik 50%	Naik 75%	Naik 100%
CBR 2,2%	Tebal pelat beton (mm)	275	275	275	275	275
	LMC	100	100	100	100	100
	Lapis drainase	150	150	150	150	150
	Pondasi jalan minimum	1200	1200	1200	1200	1200
	Total	1725	1725	1725	1725	1725
CBR 5%	Tebal pelat beton (mm)	275	275	275	275	275
	LMC	100	100	100	100	100
	Lapis drainase	150	150	150	150	150
	Pondasi jalan minimum	150	150	150	150	150
	Total	675	675	675	675	675
CBR 10%	Tebal pelat beton (mm)	275	275	275	275	275
	LMC	100	100	100	100	100
	Lapis drainase	150	150	150	150	150
	Pondasi jalan minimum	150	150	150	150	150
	Total	675	675	675	675	675
CBR 15%	Tebal pelat beton (mm)	275	275	275	275	275
	LMC	100	100	100	100	100
	Lapis drainase	150	150	150	150	150
	Pondasi jalan minimum	150	150	150	150	150
	Total	675	675	675	675	675
CBR 20%	Tebal pelat beton (mm)	275	275	275	275	275
	LMC	100	100	100	100	100
	Lapis drainase	150	150	150	150	150
	Pondasi jalan minimum	150	150	150	150	150
	Total	675	675	675	675	675

		Beban Kendaraan				
		Normal	Naik 25%	Naik 50%	Naik 75%	Naik 100%
CBR 25%	Tebal pelat beton (mm)	275	275	275	275	275
	LMC	100	100	100	100	100
	Lapis drainase	150	150	150	150	150
	Pondasi jalan minimum	150	150	150	150	150
	Total	675	675	675	675	675

4.3 Perhitungan Selisih Tebal Pelat Beton

Berikut tabel perhitungan selisih ketebalan pelat beton metode Pd T-14-2003 dan metode MDPJ No. 02/M/BM/2017 dijelaskan pada **Tabel 4** :

Tabel 4. Perhitungan Selisih Tebal Pelat Beton Metode Pd T-14-2003 dan Metode MDPJ No. 02/M/BM/2017

	Beban Lalu-lintas				
	Normal	Naik 25%	Naik 50%	Naik 75%	Naik 100%
CBR 2,2%	35	0	35	65	N/A
CBR 5%	40	10	35	65	N/A
CBR 10%	45	10	25	55	N/A
CBR 15%	55	20	15	45	75
CBR 20%	55	20	5	45	75
CBR 25%	60	25	5	35	65

4.4 Perhitungan Persentase Tebal Pelat Beton

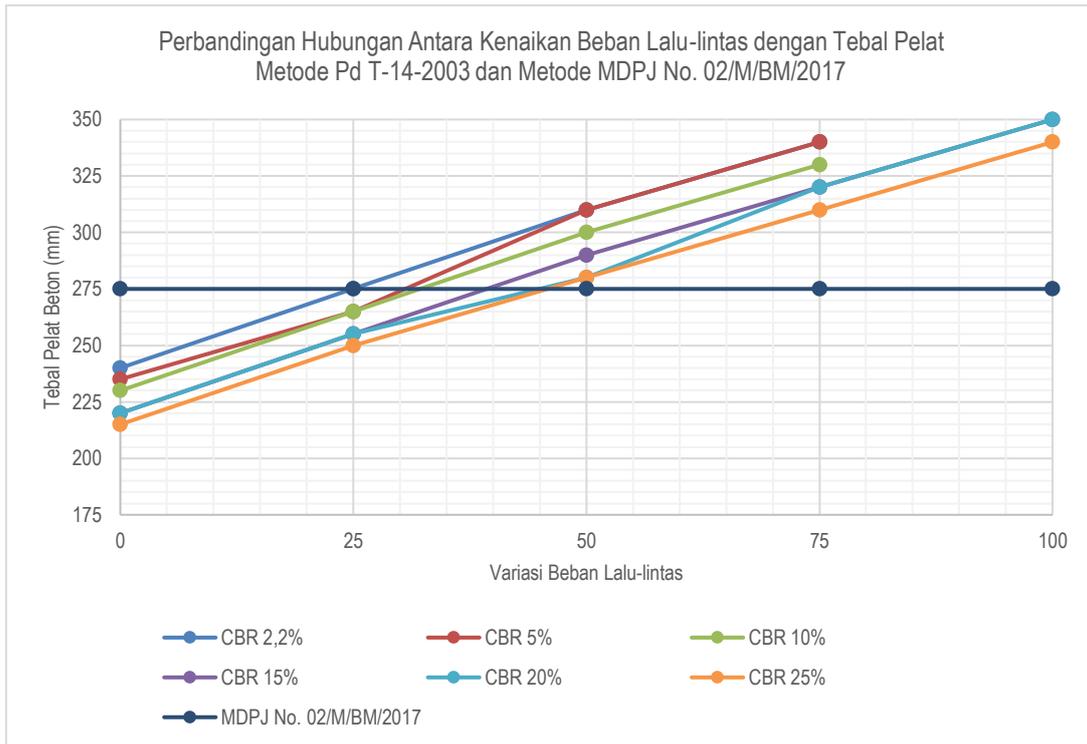
Berikut tabel perhitungan persentase perbandingan ketebalan pelat beton metode Pd T-14-2003 dan metode MDPJ No. 02/M/BM/2017, yang akan dijelaskan pada **Tabel 5** :

Tabel 5. Perhitungan Persentase Tebal Pelat Beton Metode Pd T-14-2003 dan Metode MDPJ No. 02/M/BM/2017

	Beban Lalu-lintas				
	Normal	Naik 25%	Naik 50%	Naik 75%	Naik 100%
CBR 2,2%	14,58%	0,00%	12,73%	23,64%	N/A
CBR 5%	17,02%	3,77%	12,73%	23,64%	N/A
CBR 10%	19,57%	3,77%	9,09%	20,00%	N/A
CBR 15%	25,00%	7,84%	5,45%	16,36%	27,27%
CBR 20%	25,00%	7,84%	1,82%	16,36%	27,27%
CBR 25%	27,91%	10,00%	1,82%	12,73%	23,64%

4.5 Perbandingan Kenaikan Beban Lalu-lintas Dengan Tebal Pelat

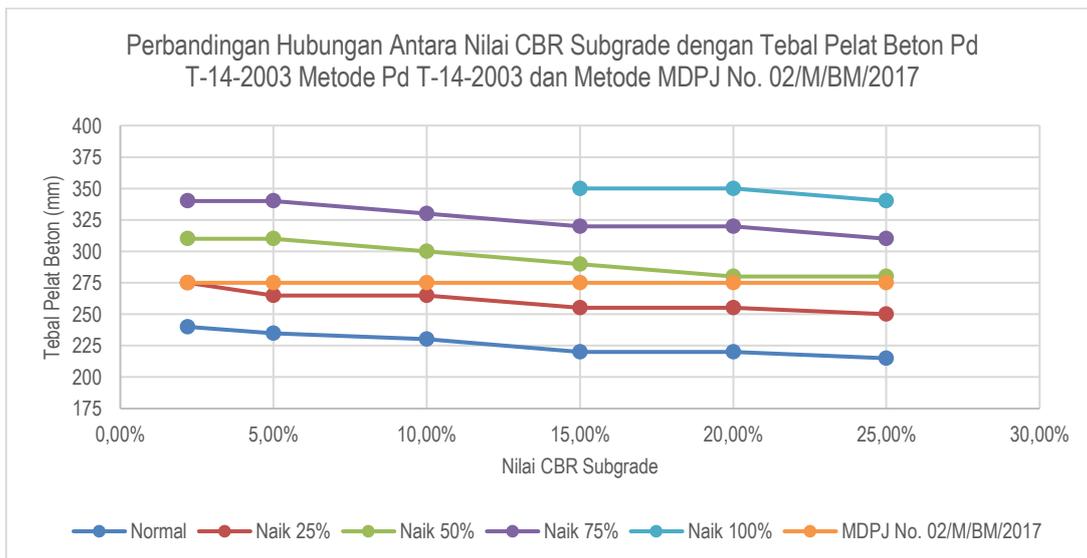
Berikut penjelasan dengan grafik hubungan antara variasi kenaikan beban lalu-lintas dengan tebal pelat beton pada perbandingan metode Pd T-14-2003 dan metode MDPJ No. 02/M/BM/2017 dijelaskan pada **Gambar 1** :



Gambar 1. Perbandingan Hubungan Antara Kenaikan Beban Lalu-lintas Dengan Tebal Pelat Beton Metode Pd T-14-2003 dan Metode MDPJ No. 02/M/BM/2017

4.6 Perbandingan Variasi Nilai CBR *Subgrade* Dengan Tebal Pelat

Berikut penjelasan dengan grafik hubungan antara variasi nilai CBR *subgrade* dengan tebal pelat beton pada perbandingan metode Pd T-14-2003 dan metode MDPJ No. 02/M/BM/2017 dijelaskan pada **Gambar 2** :



Gambar 2. Perbandingan Hubungan Antara Variasi Nilai CBR *Subgrade* dengan Tebal Pelat Beton Metode Pd T-14-2003 dan Metode MDPJ No. 02/M/BM/2017

5. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Pada metode Pd T-14-2003, tebal pelat beton dipengaruhi oleh beban lalu-lintas. Semakin tinggi beban maka tebal pelat beton yang dibutuhkan akan semakin tebal. Kenaikan tebal pelat beton tidak linear dikarenakan oleh faktor rasio tegangan dan faktor erosi pada analisis fatik dan beban repetisi ijin.
2. Pada metode Pd T-14-2003, tebal pelat beton dipengaruhi oleh nilai CBR *subgrade*. Semakin tinggi nilai CBR *subgrade* maka tebal pelat beton yang dibutuhkan akan semakin tipis. Penurunan tebal pelat beton tidak linear dikarenakan oleh perubahan nilai CBR efektif tanah dasar yang berpengaruh pada tabel tegangan ekuivalen dan faktor erosi.
3. Pada metode MDPJ No. 02/M/BM/2017, tebal pelat beton tidak dipengaruhi oleh variasi nilai CBR *subgrade* dan beban lalu-lintas.
4. Pada metode MDPJ No. 02/M/BM/2017, Nilai CBR *subgrade* digunakan untuk mencari jenis dan ketebalan pondasi bawah.
5. Pada metode MDPJ No. 02/M/BM/2017, data kumulatif kelompok sumbu kendaraan berat digunakan untuk mencari ketebalan pelat beton karena perencanaan tebal pelat beton dianggap telah memenuhi kelompok sumbu kendaraan niaga yang *overloaded*.
6. Pada metode MDPJ No. 02/M/BM/2017, mutu beton tidak diperhitungkan didalam perencanaan dan tidak terdapat pilihan untuk memilih jenis bahu jalan dengan beton atau tidak menggunakan bahu beton.
7. Perbandingan selisih ketebalan antara metode Pd T-14-2003 dan metode metode MDPJ No. 02/M/BM/2017 terbesar adalah 27,91% atau setebal 60 mm (metode Pd T-14-2003 lebih tipis 60 mm dibanding metode MDPJ No. 02/M/BM/2017) pada nilai CBR *subgrade* 25% dengan beban normal. Perbandingan selisih ketebalan terendah adalah 0,00% pada nilai CBR *subgrade* 2,2% dengan beban naik 25%.

DAFTAR RUJUKAN

- Departemen Permukiman dan Prasarana Wilayah. (2003). *Perencanaan Perkerasan Jalan Beton Semen Pd T-14-2003*.
- Departemen Permukiman dan Prasarana Wilayah. (2004). *Pelaksanaan Perkerasan Jalan Beton Semen Pd T-05-2004-B*.
- Iqbal, M., & Prasetyanto, D. (2014). *Pengaruh Beban Berlebih Terhadap Tebal Perkerasan Kaku Metode DEPKIMPRASWIL 2003*. Bandung: Institut Teknologi Nasional.
- Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Direktorat Jenderal Bina Marga. (2017). *Manual Desain Perkerasan Jalan No. 02/M/BM/2017*.
- Menteri Pekerjaan Umum Republik Indonesia. (2010). *Surat Edaran Menteri Pekerjaan Umum No. 04/SE/M/2010*.
- Pemerintah Republik Indonesia. (2004). *Undang-Undang Republik Indonesia No.38 Tahun 2004 Tentang Jalan*.
- Pemerintah Republik Indonesia. (2006). *Undang-Undang Nomor 34 Tahun 2006 Tentang Jalan*.
- Presiden Republik Indonesia. (2004). *Undang-undang Republik Indonesia Nomor 38 Tahun 2004 Tentang Jalan*.
- Shinta, N., Kushartomo, W., & Varian, M. (2017). *Pengaruh Nilai CBR Tanah Dasar dan Mutu Beton Terhadap Tebal Pelat Perkerasan Kaku Metode Bina Marga*. Jakarta: Universitas Tarumanagara.
- Sukirman, S. (2010). *Perencanaan Tebal Struktur Perkerasan Lentur*. Bandung: Penerbit Nova.