

**PERENCANAAN TEBAL PERKERASAN KAKU (RIGID PAVEMENT) PADA
RUASJALAN PASIR PUTIH KELURAHAN PASIR PUTIH KECAMATAN
SAWANGAN KOTA DEPOK**

Supriyanti¹, Darmadi²

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil & Perencanaan, Universitas Jayabaya,
Jakarta Timur, DKI Jakarta, Indonesia

Email¹: yanti.rafi.afghan@gmail.com

ABSTRAK

Kelurahan Pasir Putih merupakan wilayah yang penduduknya cukup padat dan pembangunan perumahan berkembang dengan cukup pesat, sehingga pertumbuhan jumlah kendaraan juga meningkat dengan pesat. Dengan kondisi jalan yang rusak mengakibatkan kelancaran lalu lintas menjadi terganggu terutama pada jam sibuk selalu terjadi kemacetan panjang akibat dari penumpukan kendaraan. Tujuan dari penelitian ini adalah menghitung tebal perkerasan kaku yang diperlukan, menghitung ukuran ruji, batang pengikat dan ukuran tulangan dan menghitung rencana anggaran biaya yang dibutuhkan. Penelitian ini menggunakan data primer yang diperoleh langsung di lapangan seperti panjang dan lebar jalan yang rusak, kondisi kerusakan dan volume lalu-lintas harian rata-rata dan juga data sekunder yang diperoleh dari instansi setempat dan jaringan internet. Dari hasil perhitungan dan pembahasan yang dilakukan mengenai perkerasan kaku (Rigid Pavement) pada Jalan Pasir Putih Kelurahan Pasir Putih Kecamatan Sawangan kota Depok kaku dengan menggunakan metode Bina Marga di dapatkan tebal perkerasan kaku adalah Beton yang digunakan untuk struktur atas adalah K-400 dengan ketebalan 20 cm, pondasi bawah beton kurus menggunakan beton mutu K-125 dengan ketebalan 15 cm, tulangan memanjang : D-16 mm, jarak 750 mm, tulangan melintang : D-16 mm, jarak 750 mm, Dowel (ruji) : D-33mm, panjang 450 mm, jarak 300 mm, tie bar : D-16 mm, panjang 700 mm, jarak antar batang 750 mm dan rencana anggaran biaya yang dibutuhkan Rp. 1.646.062.678,52

Kata Kunci : *Tebal perkerasan kaku, Bina Marga 2003, Pasir Putih Sawangan.*

Pendahuluan

Menurut undang-undang RI nomor 38 tahun 2004, jalan adalah prasarana transportasi darat yang meliputi segala bagian jalan, termasuk bangunan pelengkap dan perlengkapannya yang diperuntukkan bagi lalu lintas, yang berada pada permukaan tanah, di atas permukaan tanah, di bawah permukaan tanah dan/atau

air, serta di atas permukaan air, kecuali jalan kereta api, jalan lori, dan jalan kabel. Semakin meningkatnya pengguna jalan, makin banyak jalan yang rusak sebelum umur rencana tercapai. Tebal perkerasan jalan ditentukan beberapa faktor yaitu : daya dukung tanah dasar, beban lalu lintas yang akan dipikul oleh jalan selama umur rencana jalan.

Kelurahan Pasir Putih merupakan wilayah yang penduduknya cukup padat dan pembangunan perumahan berkembang dengan cukup pesat, sehingga pertumbuhan jumlah kendaraan juga meningkat dengan pesat. Dengan kondisi jalan yang rusak mengakibatkan kelancaran lalu lintas menjadi terganggu terutama pada jam sibuk selalu terjadi kemacetan panjang akibat dari penumpukan kendaraan.

Berdasarkan pembahasan diatas dengan kondisi jalan yang tidak nyaman ini maka peneliti merencanakan tebal perkerasan yang tepat, efisien serta optimal agar dapat mengakomodir beban yang melintas diatasnya serta sesuai dengan umur rencana jalan tersebut. Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah metode Bina Marga 2003 untuk perencanaan tebal perkerasan jalan kaku.

Pengertian Jalan

Jalan adalah prasarana transportasi darat yang meliputi segala bagian jalan, termasuk bangunan pelengkap dan perlengkapannya yang diperuntukan bagi lalu lintas, yang berada pada permukaan tanah, di atas permukaan tanah, di bawah permukaan tanah atau air, seta di atas permukaan air, kecuali jalan kereta api, dan jalan kabel (UU RI No 38 Tahun 2004).

Klasifikasi Jalan

Jenis jalan raya berdasarkan fungsinya adalah jalan arteri, jalan lokal, jalan kolektor dan jalan lingkungan.

1. Jalan arteri

Jalan arteri merupakan jalan umum yang dapat digunakan oleh kendaraan

angkutan. Hal itu sudah tertuang dalam UU Nomor 38 Tahun 2004. Ciri utama dari jalan arteri adalah jarak perjalanannya jauh, kecepatan kendaraan tergolong tinggi, serta dilakukan pembatasan secara berdaya guna pada jumlah jalan masuk.

2. Jalan lokal

Berdasarkan UU Nomor 28 Tahun 2004, jalan lokal adalah jalan umum yang ditujukan untuk kendaraan angkutan lokal. Ciri utamanya adalah jarak tempuh dekat, kecepatan rendah hingga adanya pembatasan pada jalan masuk.

3. Jalan kolektor

Mengutip UU Nomor 38 Tahun 2004, jalan kolektor merupakan jalan umum yang ditujukan untuk kendaraan angkutan pengumpul atau pembagi. Ciri utama dari jalan kolektor adalah jarak perjalanannya sedang, kecepatan kendaraannya sedang serta adanya pembatasan pada jalan masuk.

4. Jalan lingkungan

Jalan lingkungan merupakan jalan umum yang ditujukan untuk kendaraan angkutan lingkungan. Ciri utama dari jalan lingkungan ini adalah jarak perjalanannya dekat serta kecepatannya rendah.

Pengelompokan jalan menurut kelas jalan terbagi dalam 4 (empat) kelas :

1. Jalan kelas I, yaitu jalan arteri dan kolektor yang dapat dilalui kendaraan bermotor dengan ukuran lebar tidak melebihi 2,5 m, ukuran panjang tidak melebihi 18,0 m, ukuran paling tinggi 4,2 m, dan muatan sumbu terberat 0 ton.

2. Jalan kelas II, yaitu jalan arteri, kolektor, lokal, dan lingkungan yang dapat dilalui kendaraan bermotor dengan ukuran lebar tidak melebihi 2,5 m, ukuran panjang tidak melebihi 12,0 m, ukuran paling tinggi 4,2 m, dan muatan sumbu terberat 8 ton.
3. Jalan kelas III, yaitu jalan arteri, kolektor, lokal, dan lingkungan yang dapat dilalui kendaraan bermotor dengan ukuran lebar tidak melebihi 2,1 m, ukuran panjang tidak melebihi 9,0 m, ukuran paling tinggi 3,5 m, dan muatan sumbu terberat 8 ton.
4. Jalan kelas khusus, yaitu jalan arteri yang dapat dilalui kendaraan bermotor dengan ukuran lebar melebihi 2,5 m, ukuran panjang melebihi 18,0 m, ukuran paling tinggi 4,2 m, dan muatan sumbu terberat lebih dari 10 ton.

Jenis Perkerasan

Perkerasan ada beberapa jenis, yaitu :

1. Perkerasan Lentur (Flexible Pavement)
Pada perkerasan lentur bahan pengikatnya adalah aspal, yang apabila terkena panas akan bersifat lentur. Lapisan-lapisan dari perkerasan lentur bisa menahan lalu menebarkan beban lalu lintas sampai ke tanah dasar yang sudah dipadatkan.
2. Perkerasan Kaku (Rigid Pavement)
Pada perkerasan kaku bahan pengikatnya adalah semen yang tersusun dari pelat beton yang bersambung dengan atau tanpa tulangan. Pada perkerasan kaku terdapat dari pelat beton semen Portland yang dibangun di atas lapis pondasi (base) yang berada di atas tanah-dasar.

Perkerasan kaku mempunyai sifat kekakuan yang tinggi sehingga dapat menebarkan beban ke zona yang lebih luas.

3. Perkerasan komposit (composite pavement)

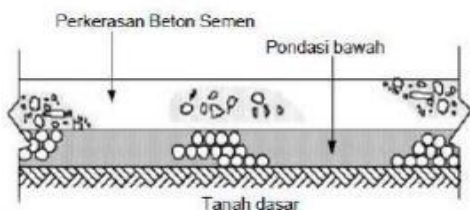
Perkerasan komposit adalah kombinasi antara perkerasan kaku dengan perkerasan lentur. Perkerasan lentur di atas perkerasan kaku, atau perkerasan kaku di atas perkerasan lentur. Supaya perkerasan mempunyai daya dukung dan keawetan yang memadai, tetapi tetap ekonomis, maka perkerasan jalan raya dibuat berlapis-lapis.

Bagian – Bagian Jalan

Manfaat jalan meliputi badan jalan, saluran tepi jalan, dan ambang pengamanannya. Ruang milik jalan meliputi ruang manfaat jalan dan sejalur tanah tertentu di luar ruang manfaat jalan. Ruang pengawasan jalan merupakan ruang tertentu di luar ruang milik jalan yang ada di bawah pengawasan penyelenggara jalan.

Perkerasan Kaku (Rigid Pavement)

Perkerasan kaku adalah struktur yang terdiri atas pelat beton semen yang bersambung (tidak menerus) tanpa atau dengan tulangan, atau menerus dengan tulangan, terletak di atas lapis pondasi bawah atau tanah dasar, tanpa atau dengan lapis permukaan beraspal. Struktur perkerasan beton semen secara tipikal sebagaimana terlihat pada Gambar dibawah ini :



Gambar 2.1 Tipikal Struktur Perkerasan Beton (Sumber: Pedoman Perencanaan Perkerasan Jalan Beton Semen, Bina Marga 2003)

Analisa CBR Tanah Dasar

Daya Dukung Tanah Dasar dan CBR Tanah dasar dapat terdiri dari tanah dasar asli, tanah dasar tanah galian, atau tanah dasar tanah urug yang disiapkan dengan cara dipadatkan.

Daya dukung tanah dasar ditetapkan menggunakan parameter tanah CBR (California Bearing Ratio). Ada dua jenis CBR yaitu :

1. CBR Lapangan

Pada CBR jenis ini, penelitian dilakukan di lapangan. Ada beberapa cara yang biasa dilakukan yaitu dengan metode Dynamic Cone Penetrometer atau dapat juga menggunakan alat penetrasi CBR.

2. CBR Laboratorium

Pada CBR jenis ini sampel tanah diambil dalam keadaan lepas, kemudian dipadatkan di laboratorium, setelah itu diperiksa CBRnya.

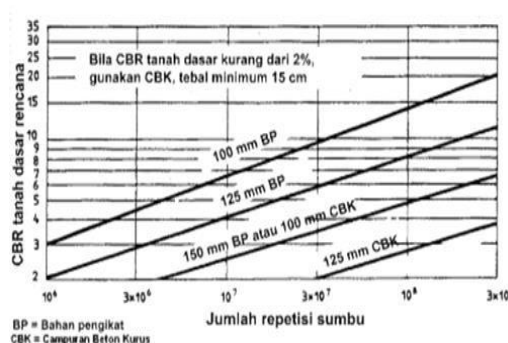
3. CBR segmen

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.

Pondasi Bawah

Pondasi bawah Bahan pondasi bawah dapat berupa :

- Bahan berbutir
- Stabilisasi atau dengan beton kurus giling padat (Lean Rolled Concrete)
- Campuran beton kurus (Lean Concrete)
Tebal lapisan pondasi minimum 10 cm yang paling sedikit mempunyai mutu. Bila direncanakan perkerasan beton semen bersambung tanpa ruji, pondasi bawah harus menggunakan campuran beton kurus (CBK).



Gambar 2.2 Tebal Pondasi Bawah Minimum Untuk Perkerasan Beton

Beton Semen

Beton Semen Kekuatan beton semen harus dinyatakan dalam nilai kuat tarik lentur (flexural strength) umur 28 hari, yang didapat dari hasil pengujian balok dengan pembebanan tiga titik yang sama secara tipikal sekitar 33- 5 Mpa (30 - 50 kg/cm²). Kuat tarik lentur beton yang diperkuat dengan bahan serat penguat seperti serat baja, aramit atau serta karbon, harus mencapai kuat tarik 55-5,5 Mpa (50- 55 kg/cm²). Hubungan antara kuat tekan karakteristik dengan kuat tarik lentur beton dapat didekati dengan rumus sebagai berikut :

$$f_{cf} = K(f_c')^{0,50} \text{ dalam MPa atau } f_{cf} =$$

3,13 K(fc ') 0,50 dalam kg/cm² Dimana :
fc' : Kuat tekan beton karakteristik 28 hari (kg/cm²)

fcf : Kuat tarik lentur beton 28 hari (kg/cm²)

K : Konstanta, 0,7 untuk agregat tidak dan 0,75 untuk agregat pecah

Penentuan Besaran Rencana Perkerasan Beton Semen.

Perencanaan penentuan besaran rencana perkerasan jalan beton semen dipengaruhi oleh :

a. Lalu-lintas

Konfigurasi sumbu untuk perencanaan terdiri atas 4 jenis kelompok sumbu sebagai berikut:

1. Sumbu tunggal roda tunggal (STRT)
2. Sumbu tunggal roda ganda (STRG)
3. Sumbu tandem roda ganda (STdRG)
4. Sumbu trindem roda ganda (STrRG)

b. Lajur Rencana

Lajur rencana merupakan salah satu lajur lalu lintas dari suatu ruas jalan raya yang menampung lalu lintas kendaraan niaga terbesar

c. Umur Rencana

Umur rencana perkerasan jalan ditentukan atas pertimbangan klasifikasi fungsional jalan pola lalu-lintas serta nilai ekonomi jalan yang bersangkutan, yang dapat ditentukan antara lain dengan metode BenefitCost Ratio, Internal Rate of Return, kombinasi dari metode tersebut atau cara lain yang tidak terlepas dari pola pengembangan wilayah. Umumnya perkerasan beton semen dapat direncanakan dengan umur rencana (UR) 20 tahun sampai 40 tahun.

d. Pertumbuhan Lalu-lintas

Volume lalu-lintas akan bertambah sesuai dengan umur rencana atau sampai tahap dimana kapasitas jalan dicapai dengan faktor pertumbuhan lalu-lintas yang dapat ditentukan berdasarkan rumus sebagai berikut:

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

Dimana :

R : Faktor pertumbuhan lalu lintas

i : Laju pertumbuhan lalu lintas per tahun dalam %

UR : Umur rencana (tahun)

e. Lalu-Lintas Rencana

Menurut Pedoman Perencanaan Perkerasan Jalan Beton Semen (Pd-T-14- 2003), Lalu-lintas rencana adalah jumlah kumulatif sumbu kendaraan niaga pada lajur rencana selama umur rencana, meliputi proporsi sumbu serta distribusi beban pada setiap jenis sumbu kendaraan. Beban pada suatu jenis sumbu secara tipikal dikelompokkan dalam interval 10 kN (1 ton) bila diambil dari survai beban. Jumlah sumbu kendaraan niaga selama umur rencana dihitung dengan rumus berikut:

$$JSKN = JKNH \times 365 \times R \times C$$

Dimana :

JSKN : Jumlah total sumbu kendaraan niaga selama umur rencana

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

R : Faktor Pertumbuhan Kumulatif

C : Koefisien Distribusi Kendaraan

f. Faktor Keamanan Beban

Menurut Pedoman Perencanaan Perkerasan Jalan Beton Semen (Pd-T-14- 2003), Pada penentuan beban rencana, beban sumbu dikalikan dengan faktor keamanan beban (FKB). Faktor keamanan beban ini digunakan berkaitan adanya berbagai tingkat realibilitas perencanaan seperti terlihat pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Faktor keamanan beban (FKB)

No.	Penggunaan	Nilai FKB
1	Jalan bebas hambatan utama (<i>major freeway</i>) dan jalan berliku banyak, yang aliran lalu lintasnya terhambat serta serta volume kendaraan niaga yang tinggi. Bila menggunakan data lalu-lintas dari hasil survei beban (<i>weight-in-motion</i>) dan adana kemungkinan route alternatif, maka nilai faktor keamanan beban dapat dikurangi menjadi 1,15.	1,2
2	Jalan bebas hambatan (<i>freeway</i>) dan jalan arteri dengan volume kendaraan niaga menengah	1,1
3	Jalan dengan volume kendaraan niaga rendah	1,0

Sumber : Pedoman Desain Perkerasan Kaku Pd-T-14-2003

g. Analisa Fatik dan Erosi

Menurut Pedoman Perencanaan Perkerasan Jalan Beton Semen (Pd-T-14- 2003) , Prosedur perencanaan perkerasan beton semen didasarkan atas dua model kerusakan yaitu :

1. Retak fatik (lelah) tarik lentur pada pelat.
2. Erosi pada pondasi bawah atau tanah dasar yang diakibatkan oleh lendutan berulang pada sambungan dan tempat retak yang direncanakan

h. Sambungan

Perencanaan sambungan pada perkerasan beton semen, merupakan bagian yang harus dilakukan pada perencanaan, baik jenis perkerasan beton bersambung tanpa atau dengan tulangan maupun pada jenis

perkerasan beton menerus dengan tulangan.

i. Penulangan

Besi tulangan dapat berupa tulangan baja yang telah dipabrikasi. Penulangan pada perkerasan kaku digunakan untuk mengontrol retak, bukan untuk memikul beban lalu lintas. Perkerasan kaku dapat menyusut akibat penyusutan beton sewaktu proses mengeras, serta memuai dan menyusut akibat pengaruh temperatur, sehingga pergerakan ini harus diperhitungkan.

Metodologi Penelitian

Dalam penelitian ini digunakan metode penelitian sebagai berikut :

1. Observasi

Dilakukan peninjauan langsung ke lapangan untuk mengetahui kondisi dari lokasi yang diteliti. Dalam perencanaan tebal perkerasan jalan ini beberapa hal yang ditinjau adalah :

- a. Tingkat kerusakan jalan
- b. Tingkat kepadatan lalu-lintas di ruas jalan tersebut.

2. Pengumpulan Data

Menggunakan data-data yang didapat berdasarkan pengamatan di lapangan dan data yang diperoleh dari Dinas PUPR Kota Depok. Data yang digunakan adalah data pengukuran panjang dan lebar jalan, data nilai CBR, data lalu lintas harian rata-rata.

3. Studi Kepustakaan

Mengumpulkan data-data dari literatur-literatur, perpustakaan, referensi selama perkuliahan maupun hasil pengamatan sesuai bidang yang memberikan

gambaran secara umum terhadap masalah di atas.

4. Analisa

Metode ini dilakukan dengan cara melakukan analisa perhitungan tebal perkerasan kaku menggunakan metode Bina Marga untuk memperoleh hasil perencanaan yang tepat, efisien dan optimal agar dapat mengakomodir beban yang melintas di atasnya serta sesuai dengan umur rencana jalan tersebut.

Data dan Sumber Data

Data primer merupakan data yang diperoleh langsung di lapangan sedangkan data sekunder diperoleh dari instansi setempat dan jaringan internet yang berkenaan langsung dengan penelitian.



Gambar 3.1 Lokasi Penelitian

Metode Pengumpulan data

1. Studi Literatur

Maksud dari metode ini adalah dengan melakukan studi pustaka literatur-literatur yang ada dan berkaitan dengan tema skripsi ini. Literatur yang digunakan diantaranya berupa perhitungan tebal perkerasan kaku dengan metode Bina Marga 2003.

2. Studi Lapangan

Studi lapangan yang dimaksud dengan menggunakan data primer dimulai dari survey pendahuluan untuk mengetahui

kondisi aktual jalan secara visual, kemudian dilakukan pengukuran panjang dan lebar jalan yang mengalami kerusakan, dan melihat tingkat kepadatan lalu-lintas.

3. Pengumpulan Data Sekunder

Pengumpulan data sekunder diperoleh dari Dinas Pekerjaan Umum Dan Penataan Ruang Kota Depok dan jaringan internet yang berkenaan langsung dengan skripsi seperti data CBR tanah dasar, data lalu-lintas harian, peta jaringan jalan, analisa harga.

Analisis Data Pendahuluan

Berikut ini merupakan tahapan pelaksanaan survey jalan adalah sebagai berikut :

1. Penentuan jalan

Sebelum melaksanakan survei kerusakan, terlebih dahulu menentukan jalan yang akan dijadikan penelitian. Lokasi penelitian dilakukan pada jalan Pasir Putih Kelurahan Pasir Putih Kecamatan Sawangan Kota Depok dikarenakan jalan tersebut secara mengalami kerusakan yang menyebabkan lalu-lintas terganggu.

2. Survey Pendahuluan

Secara visual jalan Pasir Putih Kelurahan Pasir Putih Kecamatan Sawangan Kota Depok terlihat kerusakan yang cukup parah sehingga mengganggu arus lalu- lintas.

3. Pengukuran dimensi

Pengukuran dimensi dalam hal ini mencakup panjang dan lebar jalan yang mengalami kerusakan dengan menggunakan alat ukur meteran. Pengukuran dilakukan oleh 2 orang,

dengan tugas mengukur dan mencatat panjang serta lebar jalan yang mengalami kerusakan.

Analisa Data CBR Tanah Dasar

Data CBR tanah dasar, penentuan CBR desain, dan grafik CBR 90% pada lokasi setempat dapat dilihat masing – masing pada dan Grafik dibawah ini.

Tabel 4.1.

CBR Tanah Dasar

STA	CBR	STA	CBR	STA	CBR
0+000	4%	0+700	2%	1+400	3%
0+100	3%	0+800	3%	1+500	1%
0+200	2%	0+900	2%	1+600	1%
0+300	3%	1+000	2%	1+700	1%
0+400	3%	1+100	3%	1+800	2%
0+500	3%	1+200	4%	1+900	2%
0+600	2%	1+300	4%	2+000	1%

Sumber : Dinas PUPR Kota Depok

Tabel 4.2.

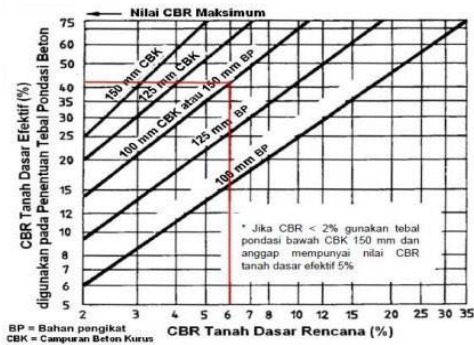
Penentuan CBR Desain

CBR(%)	Jumlah Yang Sama atau lebih besar	Persen yang Sama atau lebih besar
1	21	21/21x 100% = 100%
2	17	17/21x100% = 81%
3	10	10/21x100% = 48%
4	3	3/21x100% = 14%

Grafik Penentuan CBR



Dari grafik diatas maka diperoleh data CBR 90% adalah 1,7%.



Gambar 4.1 CBR Tanah Dasar Efektif Dan Tebal Pondasi Bawah (Sumber: Departemen Permukiman dan Perencanaan Wilayah Indonesia, 2003)

Berdasarkan gambar 4.1 maka CBR tanah dasar efektif dan tebal lapis pondasi bawah diambil masing - masing 5% dan 15 cm campuran beton kurus.

Analisa Data LHR

Jenis Kendaraan	LHR
Sedan, Jeep, Station Wagon (MP)	601
Mobil Barang/Hantar	113
Bus	0
Truck 2 As Kecil	75
Truck 2 As Besar	5
Truck 3 As	0
Truck Gandeng	0

Berdasarkan data lalu - lintas harian rata-rata, maka dapat dianalisis perhitungan jumlah sumbu berdasarkan jenis dan bebannya, seperti terlihat pada Tabel dibawah ini:

Tabel 4.3

Perhitungan Jumlah Sumbu Berdasarkan Jenis dan Bebannya

Jenis Kendaraan	Konfigurasi Beban Sumbu (Ton)					Jumlah kendaraan (bh)	Jumlah sumbu per kendaraan (bh)	Jumlah sumbu kendaraan (bh)	STRT			STRG			STGRG		
	RD	RB	RGD	RGB	RS				JS	BS	JS	BS	JS	BS	JS	BS	
1	2	3	4	5	6	7	8=8x7	9=2	10	11	12	13	14				
Sedan, Jeep, Station Wagon (MP)	1,00	1,00					601										
Mobil Barang	1,00	1,00				113	2	226	1,00	113	1	113					
Bus	3,00	5,00				0	2										
Truck 2 As Kecil	2,00	4,00				75	2	150	2,00	75	4	75					
Truck 2 As Besar	5,00	8,00				5	2	10	5,00	5	8	5					
Truck 3 As						0	2										
Truck Gandeng						0	2										
Total						794		386		193		193					

Jumlah sumbu kendaraan niaga (JKSN) selama umur rencana (20tahun).

- Faktor Umur Rencana

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

$$R = \frac{(1+5\%)^{20} - 1}{5\%}$$

$$R = 33,066$$

- Jumlah Sumbu Kendaraan Niaga

$$JSKN = 365 \times JSKNH \times R$$

$$JSKN = 365 \times 386 \times 33,066$$

$$JSKN = 4.658.668,74$$

Tabel 4.4.

Koefisien Distribusi (c) Kendaraan Niaga Pada Lajur Rencana

Lebar perkerasan (L_p)	Jumlah lajur (n_l)	Koefisien distribusi	
		1 Arah	2 Arah
$L_p < 5,50$ m	1 lajur	1	1
$5,50 \text{ m} \leq L_p < 8,25$ m	2 lajur	0,70	0,50
$8,25 \text{ m} \leq L_p < 11,25$ m	3 lajur	0,50	0,475
$11,25 \text{ m} \leq L_p < 15,00$ m	4 lajur	-	0,45
$15,00 \text{ m} \leq L_p < 18,75$ m	5 lajur	-	0,425
$18,75 \text{ m} \leq L_p < 22,00$ m	6 lajur	-	0,40

C diambil dari Koefisien distribusi kendaraan niaga berdasarkan lebar perkerasan sesuai dengan tabel 4.4

- Jumlah Sumbu Kendaraan Niaga (JSKN) Rencana

$$JSKN_{Renc} = C \times JSKN$$

$$= 0,5 \times 4.658.668,74$$

$$= 2.329.334,37$$

Tabel 4.5

Perhitungan Reptisasi Sumbu Yang Terjadi

Jenis Sumbu	Beban Sumbu (ton)	Jumlah Sumbu	Proporsi Beban	Proporsi Sumbu	JSKN Rencana	Reptisasi yang terjadi
1	2	3	4	5	6	7 = 4x5x6
STRT	6,00					
	5,00	226	0,585	0,660	2.329.334,37	900112,732
	4,00					
	3,00	150	0,389	0,660	2.329.334,37	597419,955
	2,00	10	0,026	0,660	2.329.334,37	39827,997
Total		386,00	1,000			
	8,00	226	0,585	0,260	2329334,37	354589,864
	5,00	150	0,389	0,260	2329334,37	235347,255
	4,00	10	0,026	0,260	2329334,37	15689,817
Total		386,00	1,000			605626,936
Kumulatif						605626,936

Perencanaan Tebal Perkerasan Berdasarkan Metode Bina Marga

Data Parameter Perencanaan :

1. Pertumbuhan Lalu Lintas (i) = 5%
2. Umur Rencana (UR) = 20 Tahun

3. CBR Tanah Dasar = 1.7 %

4. Kuat Tarik Lentur Beton (f_{ct}) = 4,321 Mpa (K 400)

5. Bahu Jalan = Tidak

6. Ruji (Dowel) = Ya

7. Lebar Jalan = 8 meter

Perhitungan Tebal Pelat Beton

1. Sumber Data Beban = Hasil Survey

2. Jenis Perkerasan = BBTT dengan Ruji

3. Umur Rencana (UR) = 20 Tahun

4. Jumlah Sumbu Kendaraan (JSK) = 2.329.334,37

5. Kuat Tarik Lentur Beton (f'_{cf}) Umur 28 Hari = 4,321 Mpa

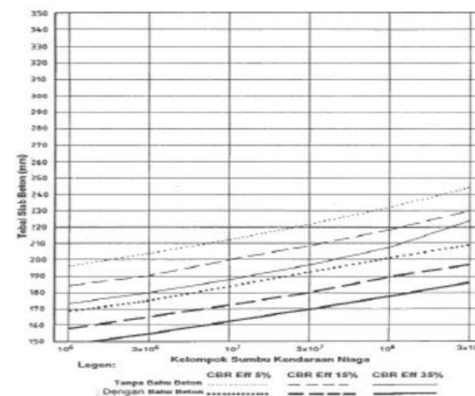
6. CBR Tanah Dasar efektif = 5%

Tabel 4.6

Faktor Keamanan Beban

No.	Penggunaan	Nilai F_{KB}
1	Jalan bebas hambatan utama (major freeway) dan jalan berlajur banyak, yang aliran lalu lintasnya tidak terhambat serta volume kendaraan niaga yang tinggi. Bila menggunakan data lalu-lintas dari hasil survei beban (weight-in-motion) dan adanya kemungkinan route alternatif, maka nilai faktor keamanan beban dapat dikurangi menjadi 1.15.	1,2
2	Jalan bebas hambatan (freeway) dan jalan arteri dengan volume kendaraan niaga menengah.	1,1
3	Jalan dengan volume kendaraan niaga rendah.	1,0

Sumber: Pd T-14-2003



Gambar 4.4. Grafik Perencanaan, $f'_{cf} = 4,321$ Mpa, Lalu Lintas Dalam Kota, Dengan Ruji, FKB = 1,1

Dari pencarian data pada Gambar dan Tabel, didapat:

- Faktor Keamanan Beban (FKB) = 1,1 (Tabel 4.6)
- Jenis Lapis Pondasi Direncanakan = BP

- (Bahan Pengikat) (Gambar 4.2)
- Tebal Lapis Pondasi Bawah = 150 mm (Agregat Kelas A) (Gambar 4.1)
- CBR Efektif = 5% (Gambar 4.1)
- Tebal Taksiran Pelat Beton = 200 mm (Gambar 4.4)

Analisa Fatik Dan Erosi

Untuk mengetahui keamanan maka dilakukannya Analisa fatik dan erosi sesuai dengan perencanaan perkerasan beton semen, Pd T-14- 2003 Departemen Permukiman dan Prasarana Wilayah. Cara menentukan faktor tegangan dan erosi didasarkan pada CBR efektif dan perkiraan tabel perkerasan yang dapat dilihat pada Tabel 4.7.

Tabel 4.7. Tegangan Ekuivalen dan Faktor Erosi untuk Perkerasan Tanpa Bahu Beton

Tebal Batas (mm)	CBR Efektif (Daerah CBR)	Tegangan Setara				Faktor Erosi						
		STRG	STRG	STRG	STRG	STRG	STRG	STRG	STRG			
100	10	1,27	2,26	2,90	1,98	2,48	3,20	2,49	2,59	2,71	2,83	2,95
100	15	1,27	2,26	2,90	1,98	2,48	3,20	2,49	2,59	2,71	2,83	2,95
100	20	1,27	2,26	2,90	1,98	2,48	3,20	2,49	2,59	2,71	2,83	2,95
100	25	1,27	2,26	2,90	1,98	2,48	3,20	2,49	2,59	2,71	2,83	2,95
100	30	1,27	2,26	2,90	1,98	2,48	3,20	2,49	2,59	2,71	2,83	2,95
100	35	1,27	2,26	2,90	1,98	2,48	3,20	2,49	2,59	2,71	2,83	2,95
100	40	1,27	2,26	2,90	1,98	2,48	3,20	2,49	2,59	2,71	2,83	2,95
100	45	1,27	2,26	2,90	1,98	2,48	3,20	2,49	2,59	2,71	2,83	2,95
100	50	1,27	2,26	2,90	1,98	2,48	3,20	2,49	2,59	2,71	2,83	2,95
100	55	1,27	2,26	2,90	1,98	2,48	3,20	2,49	2,59	2,71	2,83	2,95
100	60	1,27	2,26	2,90	1,98	2,48	3,20	2,49	2,59	2,71	2,83	2,95
100	65	1,27	2,26	2,90	1,98	2,48	3,20	2,49	2,59	2,71	2,83	2,95
100	70	1,27	2,26	2,90	1,98	2,48	3,20	2,49	2,59	2,71	2,83	2,95
100	75	1,27	2,26	2,90	1,98	2,48	3,20	2,49	2,59	2,71	2,83	2,95
100	80	1,27	2,26	2,90	1,98	2,48	3,20	2,49	2,59	2,71	2,83	2,95
100	85	1,27	2,26	2,90	1,98	2,48	3,20	2,49	2,59	2,71	2,83	2,95
100	90	1,27	2,26	2,90	1,98	2,48	3,20	2,49	2,59	2,71	2,83	2,95
100	95	1,27	2,26	2,90	1,98	2,48	3,20	2,49	2,59	2,71	2,83	2,95
100	100	1,27	2,26	2,90	1,98	2,48	3,20	2,49	2,59	2,71	2,83	2,95
150	10	1,27	2,26	2,90	1,98	2,48	3,20	2,49	2,59	2,71	2,83	2,95
150	15	1,27	2,26	2,90	1,98	2,48	3,20	2,49	2,59	2,71	2,83	2,95
150	20	1,27	2,26	2,90	1,98	2,48	3,20	2,49	2,59	2,71	2,83	2,95
150	25	1,27	2,26	2,90	1,98	2,48	3,20	2,49	2,59	2,71	2,83	2,95
150	30	1,27	2,26	2,90	1,98	2,48	3,20	2,49	2,59	2,71	2,83	2,95
150	35	1,27	2,26	2,90	1,98	2,48	3,20	2,49	2,59	2,71	2,83	2,95
150	40	1,27	2,26	2,90	1,98	2,48	3,20	2,49	2,59	2,71	2,83	2,95
150	45	1,27	2,26	2,90	1,98	2,48	3,20	2,49	2,59	2,71	2,83	2,95
150	50	1,27	2,26	2,90	1,98	2,48	3,20	2,49	2,59	2,71	2,83	2,95
150	55	1,27	2,26	2,90	1,98	2,48	3,20	2,49	2,59	2,71	2,83	2,95
150	60	1,27	2,26	2,90	1,98	2,48	3,20	2,49	2,59	2,71	2,83	2,95
150	65	1,27	2,26	2,90	1,98	2,48	3,20	2,49	2,59	2,71	2,83	2,95
150	70	1,27	2,26	2,90	1,98	2,48	3,20	2,49	2,59	2,71	2,83	2,95
150	75	1,27	2,26	2,90	1,98	2,48	3,20	2,49	2,59	2,71	2,83	2,95
150	80	1,27	2,26	2,90	1,98	2,48	3,20	2,49	2,59	2,71	2,83	2,95
150	85	1,27	2,26	2,90	1,98	2,48	3,20	2,49	2,59	2,71	2,83	2,95
150	90	1,27	2,26	2,90	1,98	2,48	3,20	2,49	2,59	2,71	2,83	2,95
150	95	1,27	2,26	2,90	1,98	2,48	3,20	2,49	2,59	2,71	2,83	2,95
150	100	1,27	2,26	2,90	1,98	2,48	3,20	2,49	2,59	2,71	2,83	2,95
200	10	1,27	2,26	2,90	1,98	2,48	3,20	2,49	2,59	2,71	2,83	2,95
200	15	1,27	2,26	2,90	1,98	2,48	3,20	2,49	2,59	2,71	2,83	2,95
200	20	1,27	2,26	2,90	1,98	2,48	3,20	2,49	2,59	2,71	2,83	2,95
200	25	1,27	2,26	2,90	1,98	2,48	3,20	2,49	2,59	2,71	2,83	2,95
200	30	1,27	2,26	2,90	1,98	2,48	3,20	2,49	2,59	2,71	2,83	2,95
200	35	1,27	2,26	2,90	1,98	2,48	3,20	2,49	2,59	2,71	2,83	2,95
200	40	1,27	2,26	2,90	1,98	2,48	3,20	2,49	2,59	2,71	2,83	2,95
200	45	1,27	2,26	2,90	1,98	2,48	3,20	2,49	2,59	2,71	2,83	2,95
200	50	1,27	2,26	2,90	1,98	2,48	3,20	2,49	2,59	2,71	2,83	2,95
200	55	1,27	2,26	2,90	1,98	2,48	3,20	2,49	2,59	2,71	2,83	2,95
200	60	1,27	2,26	2,90	1,98	2,48	3,20	2,49	2,59	2,71	2,83	2,95
200	65	1,27	2,26	2,90	1,98	2,48	3,20	2,49	2,59	2,71	2,83	2,95
200	70	1,27	2,26	2,90	1,98	2,48	3,20	2,49	2,59	2,71	2,83	2,95
200	75	1,27	2,26	2,90	1,98	2,48	3,20	2,49	2,59	2,71	2,83	2,95
200	80	1,27	2,26	2,90	1,98	2,48	3,20	2,49	2,59	2,71	2,83	2,95
200	85	1,27	2,26	2,90	1,98	2,48	3,20	2,49	2,59	2,71	2,83	2,95
200	90	1,27	2,26	2,90	1,98	2,48	3,20	2,49	2,59	2,71	2,83	2,95
200	95	1,27	2,26	2,90	1,98	2,48	3,20	2,49	2,59	2,71	2,83	2,95
200	100	1,27	2,26	2,90	1,98	2,48	3,20	2,49	2,59	2,71	2,83	2,95

Tabel 4.9 Analisa Fatik dan Erosi Perkerasan Kaku Dengan Ketebalan 20 cm

Jenis Sumbu	Beban Sumbu (kN)	Beban rencana per roda (kN)	repetisi yang terjadi	Faktor Tegangan dan Erosi	Analisa fatik		Analisa Erosi	
					Repetisi Ijin	Persen Rusak (%)	Repetisi Ijin	Persen Rusak (%)
1	2	3	4	5	6	7=4*100/5	8	9=4*100/5
STRG	60	33,00		TE = 1,1 FRT = 0,25 FE = 2,23	TT	0	TT	0
	50	27,50	900112,732		TT	0	TT	0
	40	22,00			TT	0	TT	0
	30	16,50	597419,955		TT	0	TT	0
STRG	20	11,00	39827,997	TE = 1,81 FRT = 0,42 FE = 2,83	2.000.000	17,73	10.000.000	3,55
	80	22,00	354589,8642		TT	0	TT	0
	50	15,75	255347,255		TT	0	TT	0
	40	11,00	15689,817					
Total						17,73%		3,55%

Keterangan : TE = tegangan ekuivalen ; FRT = faktor rasio tegangan ; FE = faktor erosi ; TT = Tidak terbatas

Karena % Fatik (Lelah) = 17,73% < 100%

dan Rusak Erosi = 3,55% < 100%, maka perencanaan tebal pelat 200 mm = 20 cm (OK), dengan tebal perkerasan beton 20 cm, masih sangat aman terhadap kerusakan fatik dan erosi sampai umur 20 tahun. Repitasi ijin untuk analisa erosi dari masing – masing jenis sumbu kendaraan, dapat ditentukan melalui diagram Fatik dan Erosi.

Perhitungan Tulangan Pada Pelat Beton

- Jenis Perkerasan = BBTT
- Tebal Pelat Beton (h) = 200 mm = 20cm
- Lebar Pelat (L) = 4 m
- Panjang Pelat (b) = 1,500 m
- Ruji (dowel) Digunakan Baja Polos ø33 mm, panjang 45 cm, jarak 30 cm (Tabel 4.10)
- Batang Pengikat (Tile Bar) Digunakan Baja Ulir D 16 mm, panjang 70 cm, jarak 75 cm

Tabel 4.10 Diameter Rujil

No	Tebal pelat beton, h (mm)	Diameter ruji (mm)
1	125 < h ≤ 140	20
2	140 < h ≤ 160	24
3	160 < h ≤ 190	28
4	190 < h ≤ 220	33
5	220 < h ≤ 250	36

Sumber : Perencanaan Perkerasan Jalan Beton Semen (Pd T-14-2003)

Tabel 4.11 Ukuran Dan jarak Batang Dowel Rujil yang disarankan

Tebal Pelat Perkerasan	Diameter	Dowel Panjang		Jarak	
		lebar	lebar	lebar	lebar
6	150	1	1,5	1,8	450
7	175	1	2,5	1,8	450
8	200	1	2,5	1,8	450
9	225	1 1/2	3,2	1,8	450
10	250	1 1/2	3,2	1,8	450
11	275	1 1/2	3,2	1,8	450
12	300	1 1/2	3,8	1,8	450
13	325	1 1/2	3,8	1,8	450
14	350	1 1/2	3,8	1,8	450

Sumber : Principles of Pavement Design by Yoder & Witczak, 1975

Sambungan Memanjang Dengan Batang Pengikat (Tie Bars)

1. Menghitung Ukuran batang Pengikat
Ukuran batang pengikat dihitung dengan persamaan sebagai berikut: $At = 204 \times b \times h$
 $At = 204 \times 1,500 \times 200$
 $At = 61.200 \text{ mm}^2$
2. Menghitung Panjang Batang Pengikat
Menentukan Panjang Batang Pengikat :

$$l = (38,3 \times \emptyset) + 75$$

$$l = (38,3 \times D) + 75 \quad l = (38,3 \times 16) + 75$$

$$l = 687.8 \text{ mm} = 70 \text{ cm}$$

3. Menghitung Diameter Tulangan

Diameter tulangan yang digunakan :

Jarak = 75 cm

Diameter = 16 mm

$$\text{Luas} = 0,25 \times \pi \times D^2 \times (1 / L)$$

$$= 0,25 \times 3,14 \times 16^2 \times (1 /$$

$$0,75)$$

$$= 267,947 \text{ mm}^2 > 61.200 \text{ mm}^2 -$$

----- (OKE)

Keterangan:

At = Luas penampang tulangan per meter Panjang sambungan (mm²).

B = Jarak terkecil antar sambungan atau jarak sambungan dengan tepi perkerasan (m).

h = Tebal pelat (m)

l = Panjang batang pengikat (mm).

∅ = Diameter batang pengikat yang dipilih. (Pd-T-14-2003).

Jarak batang pengikat yang digunakan adalah 75 cm. (Pd-T-14-2003).

Perhitungan Rencana Anggaran Biaya

RENCANA ANGGARAN BIAYA (RAB)						
Pekerjaan		:	Jalan Perak Putih Kelurahan Perak Putih Kec. Sawangan			
Kota Madya		:	Depok			
Provinsi		:	Jawa Barat			
NO	URAIAN PEKERJAAN	SATUAN	BARGA SATUAN (Rp)	PAJAK (%)	JUMLAH BARGA (Rp)	
UMUM						
1	Pembuatan dikecilkan, las besi dan gading	Meter Persegi	52,00	634.865,00	11,00	8.317.281,00
2	Pembuatan pagar besi pekerjaan	m	1,00	350.000,00	11,00	388.500,00
3	Masa-jasa Rikapur Lahu Lahir	Empi	1,00	1.000.000,00	11,00	1.110.000,00
4	Pengelasan dan pemasangan patok	Meter	340,00	4.330,30	11,00	1.656.321,53
5	Dokumentasi dan Administrasi	Paisian	1,00	2.500.000,00	11,00	2.775.000,00
6	Pembelian lapangan	Empi	1,00	734.255,03	11,00	815.025,15
Jumlah Harga Pekerjaan UMUM (masuk pada Rekapitulasi perkiraan Harga pekerjaan)						15.922.731,61
PEKERJAAN BETON SEMEN						
1	Perkerasan Beton Semen t: 20 cm (Beton Readymix K-400, Terasoak Bekisting, Plastik, Densat Besi Palar Dia.33 mm jarak 30cm pg 45cm dengan Cat Anti Karu, Tishur Besi Ulu Dia.16mm jarak 30cm Pg.30cm, Falsing Grid Bergalis, Curing Compound, Geotekstil Res. Woven, Joint Sealant dan Cutter Joint Sealant)	Meter Kubik	544,00	1.823.848,47	11,00	1.984.335.639,32
2	Lapis Fondasi Bawah Beton Keras (Beton Readymix 00 Terasoak Bekisting)	Meter Kubik	400,00	1.164.233,46	11,00	525.443.241,53
Jumlah Harga Pekerjaan DIVISI 5 (masuk pada Rekapitulasi perkiraan Harga pekerjaan)						1.639.304.346,85
BIAYA PENERAPAN SISTEM MANAJEMEN KESELAMATAN KONSTRUKSI						
1	Konsep/Plan Pekerjaan Penyelenggaraan Keselamatan Dan Kesehatan Kerja Serta Pelaksanaan Konstruksi	Empi	1,00	500.000,00	11,00	555.000,00
Jumlah Harga Biaya Penerapan Sistem Manajemen Keselamatan Konstruksi (masuk pada Rekapitulasi perkiraan Harga pekerjaan)						555.000,00
TOTAL BARGA						1.646.062.678,52

Kesimpulan

Pada penelitian ini dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. perencanaan perkerasan kaku (rigid pavement) menggunakan jenis perkerasan beton semen bersambung tanpa tulangan (BBTT).
2. Beton yang digunakan untuk struktur atas adalah K-400 dengan ketebalan 20 cm, disesuaikan dengan perhitungan perencanaan tebal perkerasan.
3. Pondasi bawah beton kaku menggunakan beton mutu K-125 dengan ketebalan 15 cm.
4. Tulangan yang digunakan masing – masing sebagai berikut :
 - Tulangan memanjang : D-16 mm, jarak 750 mm.
 - Tulangan melintang : D-16 mm, jarak 750 mm.
 - Dowel (ruji) : D-33 mm, panjang 450 mm, jarak 300 mm.
 - Tie bar : D-16 mm, panjang 700 mm, jarak antar batang 750 mm.
5. Rencana anggaran biaya yang dibutuhkan Rp. 1.646.062.678,52

Saran

Dari perencanaan yang kami buat, saran yang dapat kami berikan adalah sebagai berikut :

1. Perlu adanya perencanaan yang matang dan teliti terutama dalam perencanaan struktur agar perubahan pekerjaan dapat diminimalkan sehingga pelaksanaan pekerjaan dapat berjalan lancar.
2. Faktor keamanan dan kenyamanan

sangat penting dalam perencanaan jalan raya.

3. Perencanaan anggaran dan waktu pelaksanaan harus direncanakan dengan baik agar dalam pelaksanaan tepat waktu dan efisien biaya.

Daftar Pustaka

Affandi, Nur Azizah, dan Rasio Hepiyanto. (2019). Studi Evaluasi Tebal Perkerasan Kaku Pada Ruas Jalan Dradah – Kedungpring Menggunakan Metode Bina Marga 2002. *Ukarst: Jurnal Teknik Sipil dan Lingkungan*, 2(2), 265-275. Doi: 10.30737/ukarst.v2i2.265.

Andi Rahmanto. (2019). Evaluasi Kerusakan Jalan Dan Penanganan Dengan Metode Bina Marga Pada Ruas Jalan Banjarejo - Ngawen. *Simetris: Jurnal Ilmiah Teknik Perencanaan dan Pemeliharaan Jalan*, 14(1), 1-7. Doi: 10.2424/simetris.v14i1.1953.

Diansari, Mega Aristina. (2016). Perencanaan Tebal Perkerasan Jalan Kaku Dengan Metode Bina Marga 2003 (Studi Kasus Jl. Raya Cilegon – Serang KM 13). Skripsi. Universitas Sultan Ageng Tirtayasa.

Hery Sutanto. (2019). Perencanaan Jalan Denganperkerasan Kaku (Rigid Pavement) Pada Jalan Rawa Indah Kota Sangatta Provinsi Kalimantan Timur. *Teknologi Sipil: Jurnal Ilmiah Teknik Perencanaan dan Pemeliharaan Jalan*, 18(1), 1-7. Doi: 10.2424/ts.v18i1.2039

Pedoman Bahan Konstruksi Bangunan Pd

T-14-2003, Perencanaan Perkerasan Jalan Beton Semen. (2003). Jakarta: Departemen Permukiman Dan Prasarana Wilayah.

Peraturan Pemerintah No. 34 Tahun 2006 Pasal 39 Tentang Jalan. (2006). Diakses pada <https://peraturan.go.id/peraturan-pemerintah/2006/peraturan-pemerintah-no-34-tahun-2006-pasal-39-tentang-jalan>

Saipudin Zohri, Widarto Sutrisno, & Priyanto, A. (2019). Analisis Tebal Perkerasan Kaku Pada Jalan Tol Pasuruan Probolinggo Berdasarkan Metode Bina Marga (Manual Desain Perkerasan 2017) Dan AASHTO (1993). *Renovasi: Jurnal Ilmiah Teknik Perencanaan dan Pemeliharaan Jalan*, 13(2), 1-8. Doi: 10.2424/renovasi.v13i2.1944.

Sukirman, Silvia. (1994). *Dasar - Dasar Perencanaan Geometrik Jalan*. Nova, Bandung: Institut Teknologi Nasional.

Undang-Undang Republik Indonesia No 22 Tahun 2009 Tentang Lalu Lintas dan Angkutan Jalan

Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 38 Tahun 2004 Tentang Jalan