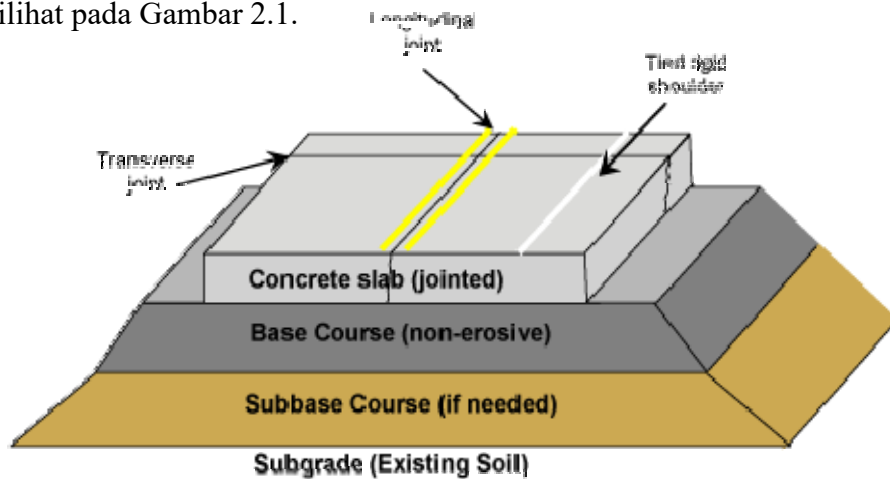


BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Desain Perkerasan Kaku

Menurut Lulie (2004), perkerasan kaku jalan raya dibuat dari beton semen portland (*portland cement*). Struktur perkerasan ini dapat mempunyai pondasi atas (*base course*) di antara lapisan tanah dasar (*subgrade*) dan permukaan lapisan beton (*concrete surface*). perkerasan kaku mempunyai kekuatan tekuk (*flexural strength*) yang mempunyai kemampuan untuk menahan suatu aksi seperti balok melintang secara tidak beraturan di dalam material bawahan. Perencanaan dan pembangunan perkerasan kaku yang benar mempunyai umur layan yang panjang (*long service lives*) dan biasanya hanya memerlukan biaya pemeliharaan yang lebih murah dibandingkan dengan perkerasan lentur (*flexible pavement*).

Ketebalan perkerasan beton biasanya berkisar antara 6 inci sampai 13 inci. Tipe-tipe perkerasan ini umumnya dibangun untuk memikul beban lalu lintas yang berat (*heavy traffic loads*), tetapi perkerasan tersebut juga telah di gunakan untuk jalan-jalan pemukiman dan jalan-jalan lokal. Untuk model lapisan perkerasan kaku dapat dilihat pada Gambar 2.1.



Gambar 2.1. Lapis Perkerasan Kaku

2.2 Pengertian Perkerasan

Tanah yang masih bersifat natural (belum mendapat sentuhan tangan manusia) atau dalam kondisi alam jarang sekali mampu mendukung beban berulang dari kendaraan tanpa mengalami deformasi yang besar. Karena itu, dibutuhkan suatu

struktur yang dapat melindungi tanah dari beban roda kendaraan. Struktur ini disebut dengan perkerasan atau *pavement*. (Hardiyatmo, 2007, Taufik, Bina, Hr, Km, & Pos, 2017).

Tiga jenis perkerasan yaitu:

1. Perkerasan lentur (*Flexible Pavement*) adalah perkerasan yang menggunakan aspal sebagai bahan pengikat. Lapisan-lapisan perkerasannya bersifat memikul dan menyebarkan beban lalu lintas ke tanah dasar.
2. Perkerasan kaku (*Rigid Pavement*) adalah perkerasan yang menggunakan semen (*portland cement*) sebagai bahan pengikat. Plat beton dengan atau tanpa tulangan diletakkan di atas tanah dasar dengan atau tanpa lapis pondasi bawah. Beban lalu lintas sebagian besar dipikul oleh plat beton.
3. Perkerasan komposit (*Composite Pavement*) adalah perkerasan kaku yang dikombinasikan dengan perkerasan lentur, dapat berupa perkerasan lentur di atas perkerasan kaku, atau perkerasan kaku di atas perkerasan lentur.

2.3 Perkerasan Kaku

Solusi penggunaan perkerasan kaku umumnya lebih tepat pada volume lalu lintas lebih dari 30 juta ESA. Kehati-hatian sangat dibutuhkan untuk desain perkerasan kaku diatas tanah lunak atau daerah lainnya dengan potensi pergerakan tidak seragam. untuk daerah tersebut, perkerasan lentur akan lebih murah akibat adanya biaya penanganan dengan pondasi jalan yang tebal dan biaya penulangan. Perkerasan kaku pada umumnya lebih murah dari perkerasan lentur pada volume lalu lintas 30 juta CESA. Beberapa keuntungan dari perkerasan kaku adalah:

1. Struktur perkerasan lebih tipis kecuali untuk perkerasan lunak yang membutuhkan struktur pondasi jalan lebih besar daripada perkerasan kaku.
2. Pekerjaan konstruksi dan pengendalian mutu yang lebih mudah untuk daerah perkotaan yang tertutup termasuk jalan dengan lalu lintas rendah.
3. Biaya pemeliharaan lebih rendah jika dilaksanakan dengan baik : keuntungan signifikan untuk area perkotaan dengan Lintas Harian Rata-rata Tahunan (LHRT) tinggi.
4. Pembuatan campuran yang lebih mudah (contoh, tidak perlu pencucian pasir)

Kerugiannya antara lain:

1. Biaya lebih tinggi untuk jalan dengan lalu lintas rendah.
2. Rentan terhadap retak jika dilaksanakan diatas tanah asli yang lunak.
3. Umumnya memiliki kenyamanan berkendara yang lebih rendah.

Oleh karena itu, perkerasan kaku seharusnya digunakan untuk jalan dengan beban lalu lintas tinggi (Bina Marga 2013).

Perkerasan kaku atau perkerasan beton semen (*Portland*) atau (*Portland Cement PC*), umumnya terdiri dari pelat beton atau tulangan besi dan pondasi bawah (*subbase*), tapi lapisan permukaan aspal kadang-kadang ditambah pada saat pembangunan maupun sesudahnya.

Lapis pondasi bawah perkerasan kaku berfungsi untuk:

1. Mengendalikan pengaruh pemompaan (*pumping*).
2. Mengendalikan aksi pembekuan.
3. Sebagai lapisan drainase.
4. Mengendalikan kembang – susut tanah dasar.
5. Memudahkan pelaksanaan, karena dapat berfungsi sebagai lantai kerja.

2.4 Material Yang Digunakan Pada Perkerasaan Kaku

2.4.1 *Portlant Cement*

Portlant Cement adalah hasil pabrik dengan memecahkan dan menghaluskan secara tepat campuran awal dari batu kapur (*limestone*), *napal (marl)*, lempung (*clay*). Campuran dibakar pada temperature tinggi (sekitar 2800 F) membentuk terak tanur tinggi (*clinker*). Kemudian *clinker* dibiarkan mendingin, ditambah gypsum sedikit, dan selanjutnya campuran dan digiling sampai 90% lebih dari material lolos saringan no.200. Berikut contoh portland cement dapat kita lihat pada Gambar 2.2.



Gambar 2.2. *Portland Cement*

2.4.2 Agregat Halus (sand)

Di gunakan sebagian besar sebagai agregat halus pada beton (*semen Portland*). Spesifikasi untuk material ini biasanya mencakup syarat komposisi takaran (*grading*), *soundness*, kebersihan (*cleanliness*). Berikut contoh pasir dapat kita lihat pada Gambar 2.3.



Gambar 2.3. Agregat Halus

2.4.3 Agregat Kasar

Penggunaan agregat kasar pada (*Portland cement*) adalah inert materials yang tidak bereaksi dengan semen dan biasanya terdiri dari batu pecah (*crushed gravel*), batu (*stone*), atau terak tanurtingg (*blast furnace slag*), agregat kasar dapat

berupa satu jenis atau gabungan dari ketiga material tersebut. Selanjutnya contoh agregat kasar dapat kita lihat pada Gambar 2.4.



Gambar 2.4. Agregat Kasar

2.4.4 Air (*Water*)

Keperluan air pokok yang disyaratkan air yang digunakan yang pantas untuk diminum. Persyaratan ini berkaitan dengan keadaan jumlah zat organik, minyak masak, dan alkali seharusnya tidak lebih besar dari jumlah yang disyaratkan untuk air minum. Berikut contoh air dapat kita lihat pada Gambar 2.5



Gambar 2.5. Air

2.4.5 Baja Tulangan (*Reinforcing Steel*)

Baja tulangan dapat digunakan dalam perkerasan beton untuk mengurangi retak yang terjadi karena mekanisme transfer beban pada sambungan atau sebagai suatu alat ikat dua pelat bersamaan. Penggunaan baja-tulangan di gunakan untuk mengontrol retak yang biasa digunakan berdasarkan pada perilaku Baja tulangan. Berikut contoh Pengecoran jalan Beton Bertulang yang dapat dilihat pada Gambar 2.6.



Gambar 2.6. Baja Tulangan

Terdapat dua jenis tulangan yang dipasang pada jalan dengan perkerasan kaku (Lulie, 2004), yaitu:

1. Batang pasak (*Dowel Bars*) Batang-batang pasak di gunakan sebagi mekanisme penyebaran beban melintang sambungan (*joints*).
2. Batang pengikat (*Tie Bars*).

2.5 Sambungan Pada Perkerasaan Beton

Perbedaan tipe-tipe sambungan ditempatkan pada perkerasan beton untuk membatasi tegangan-tegangan yang disebabkan perubahan temperatur dan untuk memfasilitasi ketepatan ikatan dari dua bagian yang berdekatan dari perkerasan. Sambungan dibagi menjadi 4 kategori dasar (Bina Marga 2003) yaitu:

1. Perkerasan beton semen bersambung tanpa tulangan.
2. Perkerasan beton semen bersambung dengan tulangan.
3. Perkerasan beton semen menerus dengan tulangan.
4. Perkerasan beton semen pra-tegang.

Sambungan pada perkerasan beton semen ditujukan untuk:

1. Membatasi tegangan dan pengendalian retak yang disebabkan beban lalu-lintas.
2. Memudahkan pelaksanaan.
3. Mengakomodasi gerakan pelat.

Pada perkerasan beton semen terdapat beberapa jenis sambungan antara lain:

1. Sambungan memanjang.
2. Sambungan melintang.
3. Sambungan isolasi.

2.6 Definisi 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, di bawah permukaan tanah dan atau air, serta di atas permukaan air kecuali jalan kereta api, jalan lori dan jalan kabel (Undang - Undang Republik Indonesia Nomor 38 Tahun 2004 Tentang Jalan, 2004). Jalan raya pada umumnya dapat digolongkan dalam 4 (empat) klasifikasi yaitu: klasifikasi menurut fungsi jalan, klasifikasi menurut kelas jalan, klasifikasi menurut medan jalan dan klasifikasi menurut wewenang pembinaan jalan.

2.6.1 Klasifikasi Menurut Fungsi Jalan

Klasifikasi menurut fungsi jalan ada 3 yaitu :

a) Jalan Arteri

Jalan yang melayani angkutan utama dengan ciri-ciri perjalanan jarak jauh, kecepatan rata-rata tinggi, dan jumlah kendaraan masuk dibatasi secara efisiensi.

b) Jalan Kolektor

Jalan yang melayani angkutan pengumpul atau pembagi dengan ciri-ciri perjalanan jarak sedang, kecepatan rata-rata sedang dan jumlah jalan masuk dibatasi.

c) Jalan Lokal

Jalan yang melayani angkutan setempat dengan ciri-ciri perjalanan jarak dekat, kecepatan rata-rata rendah dan jumlah jalan masuk tidak dibatasi.

2.6.2 Klasifikasi Menurut Kelas Jalan

Klasifikasi menurut kelas jalan berkaitan dengan kemampuan jalan untuk menerima beban lalu lintas, yang dinyatakan dalam Muatan Sumbu Terberat (MST) dalam satuan ton. dapat dilihat pada Tabel 2.1

Tabel 2.1 Klasifikasi Jalan Menurut Kelas Jalan

Fungsi	Kelas	Muatan Sumbu Terberat MST (ton)
Arteri	I	>10
	II	10
	IIIA	8
Kolektor	IIIA	8
	IIIB	8

Sumber : Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota, Ditjen Bina Marga, 1997

2.6.3 Klasifikasi Menurut Medan Jalan

Medan jalan diklasifikasikan berdasar kondisi sebagian besar kemiringan medan yang diukur tegak lurus garis kontur. Keseragaman medan jalan yang diproyeksikan harus mempertimbangkan keseragaman kondisi medan menurut rencana trase jalan dengan mengabaikan perubahan-perubahan pada bagian kecil dari segmen rencana jalan tersebut. Klasifikasi menurut medan jalan dapat dilihat pada Tabel 2.2

Tabel 2.2 Klasifikasi Menurut Medan Jalan

NO	Jenis Medan	Notasi	Kemiringan Medan (%)
1.	Datar	D	<3
2.	Perbukitan	B	3-25
3.	Pegunungan	G	>25

Sumber : Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota, Ditjen Bina Marga 1997

2.6.4 Klasifikasi Menurut Wewenang Pembinaan Jalan

Klasifikasi menurut wewenang pembinaanya terdiri dari jalan nasional, jalan provinsi, jalan kabupaten, atau kota madya dan jalan desa.

1. Jalan Nasional

Merupakan jalan arteri dan kolektor dalam sistem jaringan primer yang menghubungkan antar ibu kota provinsi dan jalan strategis nasional, serta jalan tol.

2. Jalan Provinsi

Merupakan jalan kolektor dalam sistem jaringan jalan primer yang menghubungkan ibu kota provinsi dengan ibu kota kabupaten atau kota, atau antar ibu kota kabupaten atau kota dan jalan strategis provinsi.

3. Jalan Kabupaten

Merupakan jalan lokal dalam sistem jaringan jalan primer yang tidak termasuk jalan yang menghubungkan ibu kota kabupaten dengan ibu kota kecamatan, antar ibu kota kecamatan, ibu kota kabupaten dengan pusat kegiatan lokal, serta jalan umum dalam sistem jaringan sekunder dalam wilayah kabupaten, dan jalan strategis kabupaten.

4. Jalan Kota

Merupakan jalan umum dalam sistem jaringan jalan sekunder, yang menghubungkan antar pusat pelayanan dalam kota, menghubungkan pusat pelayanan dengan persil, menghubungkan antar persil, serta menghubungkan antar pusat permukiman yang berada di dalam kota.

5. Jalan Desa

Merupakan jalan umum yang menghubungkan kawasan atau antar permukiman di dalam desa serta jalan lingkungan.

2.6.4 Klasifikasi Berdasarkan Fungsinya Jalannya

Klasifikasi jalan berdasarkan fungsinya dibagi beberapa jalan, yaitu jalan utama (*primer*), jalan kolektor (*sekunder*) dan jalan local (penghubung). beberapa kelas jalan, yaitu kelas I, Kelas II dan kelas III. Klasifikasi jalan berdasarkan fungsinya dapat dilihat pada Tabel 2.3.

Tabel 2.3 Klasifikasi Berdasarkan Fungsinya

Klasifikasi jalan		Lalu Lintas Harian Rata – rata SMP) (Dalam Satuan
Fungsi	Kelas	
Utama	I	> 20.000
Sekunder	IIA	6.000 – 20.000
	IIB	1.500 – 8.000
	IIC	< 2.000
Penghubung	III	-

*Sumber : Direktorat Jendral Bina Marga, Peraturan Perencanaan Geometrik Jalan
Raya, April 1985*

2.7 Daya Dukung Tanah Dasar Dan (CBR)

Daya dukung tanah dasar (DTT) ditetapkan berdasarkan grafik korelasi. Yang dimaksud dengan harga CBR adalah CBR lapangan atau CBR laboratorium. Pengambilan contoh tanah dasar CBR lapangan dilakukan dengan tabung (*undisturb*), kemudian direndam dan diperiksa nilai CBR nya.

CBR lapangan biasanya digunakan untuk perencanaan lapis tambahan (*Overlay*). untuk mendasarkan daya dukung tanah dasar hanya kepada pengukuran nilai CBR

2.8 Faktor Regional (FR)

Keadaan lapangan mencakup permeabilitas tanah, perlengkapan drainase, bentuk (*alinyemen*) serta persentase kendaraan dengan berat 13 ton, dan kendaraan yang berhenti, sedangkan keadaan iklim mencakup curah hujan rata- rata per tahun. dalam penentuan tebal perkerasan, Faktor regional hanya dipengaruhi oleh bentuk (*alinyemen*), kelandaian dan tikungan,

2.9 Indeks Permukaan (IP)

Indeks permukaan menyatakan nilai ketidakrataan dan kekuatan perkerasan yang berhubungan dengan tingkat pelayanan bagi lalu lintas yang lewat. Adapun beberapa ini IP beserta artinya adalah seperti yang tersebut di bawah ini:

IP = 1,0: menyatakan permukaan jalanan dalam keadaan rusak berat sehingga sangat mengganggu lalu lintas kendaraan.

IP = 1,5: menyatakan tingkat pelayanan terendah yang masih mungkin.

IP = 2,0: menyatakan tingkat pelayanan rendah bagi jalan yang masih mantap.

IP = 2,5: menyatakan permukaan jalan yang masih cukup stabil dan baik.

2.10 Batas Minimum Tebal Lapisan Perkerasan

Batas tebal minimum setiap lapis perkerasan dapat dilihat pada Tabel 2.4 berikut ini:

Tabel 2.4 Batas Tebal Minimum Setiap Lapis Perkerasan Kaku

ITP	Tebal Min (cm)	Bahan
< 3.00	5	Lapis pelindung (Buras/Burtu/Burda)
3.00–6.70	5	Lapen/Aspal macadam, HRA, Laston
6.71–7.49	7.5	Lapen/Aspal macadam, HRA, Laston
7.50–9.99	7.5	Lasbutag
≥ 10.00	10	Laston

Sumber : Departemen Pekerjaan Umum, 1987

2.11 Lalu Lintas

Penentuan beban lalu-lintas rencana untuk perkerasan beton semen dinyatakan dalam jumlah sumbu kendaraan niaga (*commercial vehicle*), sesuai dengan konfigurasi sumbu pada lajur rencana selama umur rencana. Lalu-lintas harus dianalisis berdasarkan hasil perhitungan volume lalu-lintas dan konfigurasi sumbu, menggunakan data terakhir atau data 2 tahun terakhir. Kendaraan yang ditinjau untuk perencanaan perkerasan beton semen adalah yang mempunyai berat total minimum 5

ton. 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 tridem roda ganda (STRG).

2.11 Volume Lalu-Lintas

Sebagai pengukur jumlah dari arus lalu lintas digunakan "Volume". Volume lalu lintas menunjukkan jumlah kendaraan yang melintasi satu titik pengamatan dalam satu satuan waktu (hari, jam, menit). Volume lalu lintas yang tinggi membutuhkan lebar perkerasan jalan yang lebih lebar, sehingga tercipta kenyamanan dan keamanan. Sebaliknya jalan yang terlalu lebar untuk volume lalu lintas rendah cenderung membahayakan, karena pengemudi cenderung mengemudikan kendaranya pada kecepatan yang lebih tinggi sedangkan kondisi jalan belum tentu memungkinkan. Dan disamping itu mengakibatkan peningkatan biaya pembangunan jalan yang jelas tidak pada tempatnya.

Satuan volume lalu lintas yang umum dipergunakan sehubungan dengan penentuan jumlah dan lebar lajur adalah:

1. Lalu lintas harian rata – rata.
2. Volume jam perencanaan.
3. Kapasitas.

Lalu lintas harian rata-rata adalah volume lalu lintas rata-rata dalam satu hari. Untuk memperoleh data tersebut dikenal 2 jenis Lalu lintas harian rata-rata, yaitu:

1. Lalu lintas harian rata-rata tahunan (LHRT).
2. Lalu lintas harian.

LHRT adalah jumlah lalu lintas kendaraan rata-rata yang melewati satu jalur jalan selama 24 jam dan diperoleh dari data selama satu tahun penuh.

$LHRT = \text{Jumlah lalu lintas dalam 1 tahun.}$

LHRT dinyatakan dalam SMP/hari 2 arah atau kendaraan 1 hari/2 arah untuk

jalan, 2 jalur 2 arah, SMP/hari/1 arah atau kendaraan. hari/1 arah untuk jalan berlajur banyak dengan median.

Untuk dapat menghitung LHRT haruslah tersedia data jumlah kendaraan yang terus menerus selama 1 tahun penuh. Mengingat akan biaya yang diperlukan dan membandingkan dengan ketelitian yang dicapai serta tak semua tempat di Indonesia mempunyai data volume lalu lintas selama 1 tahun, maka untuk kondisi tersebut dapat pula dipergunakan satuan "Lalu Lintas Harlan Rata-Rata (LHR)".

LHR dan LHRT adalah volume lalu lintas dalam satu hari, merupakan volume harian, sehingga nilai LHR dan LHRT itu dapat memberikan gambaran tentang fluktuasi arus lalu lintas lebih pendek dari 24 jam. Oleh karena itu LHR atau LHRT itu tak dapat langsung dipergunakan dalam perencanaan geometrik.

Arus lalu lintas bervariasi dari jam ke jam berikutnya dalam satu hari, maka sangat cocok jika volume lalu lintas dalam 1 jam dipergunakan untuk perencanaan. Volume dalam 1 jam yang dipakai untuk perencanaan dinamakan "Volume Jam Perencanaan (VJP).

Jenis kendaraan yang diamati pada penelitian ini dibedakan atas 3 jenis kendaraan, yaitu sepeda motor, kendaraan ringan, dan kendaraan berat. Dari data kendaraan yang didapat akan dikonversikan kedalam satuan mobil penumpang (smp) dengan dikalikan dengan faktor konversi masing-masing jenis kendaraan. Faktor konversi yang digunakan adalah nilai ekivalen mobil penumpang (EMP) yang diambil dari metode MKJI 1997 (Manual Kapasitas Jalan Indonesia 1997), yaitu sebagai berikut:

1. Sepeda motor (MC), dengan nilai $smp = 0.40$
2. kendaraan ringan (LV), dengan nilai $smp = 1.0$
3. kendaraan berat (HV), dengan nilai $smp = 1.3$

Untuk bagian jalan perkotaan tak terbagi terlihat pada Tabel 2.5.

Tabel 2.5 *Ekivalen Mobil Penumpang Jalan Perkotaan.*

Tipe jalan satu arah (2/1) terbagi	Arus lalu lintas (Kend/jam)	EMP	
		HV	MC
Dua lajur satu arah (2/1)	0	1,3	0,4
Empat lajur terbagi (4/2D)	>1050	1,2	0,25
Tiga lajur satu arah (3/1)	0	1,3	0,4
Empat lajur terbagi (6/2D)	>1100	1,2	0,25

Sumber : MKJI, 1997

2.12 Kapasitas

Kapasitas adalah jumlah kendaraan maksimum yang dapat melewati suatu penampang jalan pada jalur jalan selama 1 jam dengan kondisi serta arus lalu- lintas tertentu.

Perbedaan antara VJP dan kapasitas adalah, VJP menunjukkan jumlah arus lalu-lintas yang direncanakan akan melintasi suatu penampangjalan selama satu jam, sedangkan kapasitas menunjukkan jumlah arus lalu-lintas yang maksimum dapat Di sebut dalam waktu 1 jam sesuai dengan kondisi jalan (sesuai dengan lebar lajur, kebebasan sarnping, kelandaian, dll). Nilai kapasitas dapat diperoleh dari penyesuaian kapasitas dasar ideal dengaa kondisi dari jalan yang direncanakan

2.13 Tingkat Pelayanan

Lebar dan jumlah lajur yang dibutuhkan tidak dapat direncanakan dengan baik walaupun VJP LHR telah ditentukan. Hal ini disebabkan oleh karena tingkat kenyamanan dan keamanan yang akan diberikan oleh jalan rencana belum ditentukan. Lebar lajur yang dibutuhkan akan lebih lebar jika pelayanan dari jalan diharapkan lebih tinggi. Kebebasan bergerak yang dirasakan oleh pengemudi akan lebih baik pada jalan-jalan dengan kebebasan samping yang memadai, tetapi hal tersebut tentu saja menuntut daerah manfaat jalan yang lebih lebar

2.14 Jarak Pandangan

Keamanan dan kenyamanan pengemudi kendaraan untuk dapat melihat dengan jelas dan menyadari situasinya pada saat mengemudi, sangat tergantung pada jarak yang dapat dilihat dari tempat kedudukannya. Panjang jalan di depan kendaraan yang masih dapat dilihat dengan jelas diukur dari titik kedudukan pengemudi, disebut jarak pandangan (Dasar-dasar Perencanaan Geometrik, n.d.). Jarak pandangan berguna untuk:

1. Menghindarkan terjadinya tabrakan yang dapat membahayakan kendaraan dan manusia akibat adanya benda yang berukuran cukup besar, kendaraan yang sedang berhenti, pejalan kaki, atau hewan-hewan pada lajur jalannya.
2. Memberi kemungkinan untuk mendahului kendaraan lain yang bergerak dengan kecepatan lebih rendah dengan mempergunakan lajur disebelahnya.
3. Menambah efisiensi jalan tersebut.
4. Sebagai pedoman bagi pengamat lalu-lintas dalam menempatkan rambu-rambu lalu-lintas yang diperlukan pada setiap segmen jalan.

2.15 Perencanaan Perkerasan Kaku Dengan Metode Bina Marga

Metode Bina Marga adalah metode yang digunakan di Indonesia pada pelaksanaan Perkerasan Kaku (*Rigid Pavement*), atau pun perkerasan lentur (*Flexible Pavement*), karena melihat kondisi iklim Tropis yang ada di Indonesia maka metode ini tepat digunakan di Indonesia dan lebih baik dipakai untuk perencanaan tebal perkerasan kaku (*Rigid Pavement*), jalan raya di Indonesia adalah:

Perkerasan Kaku (*Rigid Pavement*) cara Bina Marga 2003 adalah ketahanan pelat dalam menerima seperti beban lalu-lintas. Dengan demikian yang menjadi pembatas utama. Bukan kekuatan pelat dalam menerima repetisi tegangan yang timbul akibat beban. Untuk mengatasi repetisi pembebanan lalu-lintas, dalam perencanaan tebal pelat ditetapkan prinsip kelelahan. Sebelum merencanakan perkerasan kaku harus melakukan beberapa tahap terlebih dahulu seperti:

- a. LHR.

Perhitungan lalu lintas dinyatakan dalam jumlah sumbu kendaraan niaga (*commercial vehicle*), sesuai dengan konfigurasi sumbu pada lajur rencana selama umur rencana.

b. Tanah dasar.

Daya dukung tanah dasar ditentukan dengan pengujian CBR.

c. Curah Hujan.

Analisis perhitungan curah hujan dalam perencanaan rigid di perlukan dalam proses pengerjaan.

d. Material konstruksi.

Kekuatan beton dinyatakan dalam nilai kuat tarik lentur (flexural strenght) umur 28 hari, yang didapat dari hasil pengujian balok yang besarnya 30-50 kg/cm².

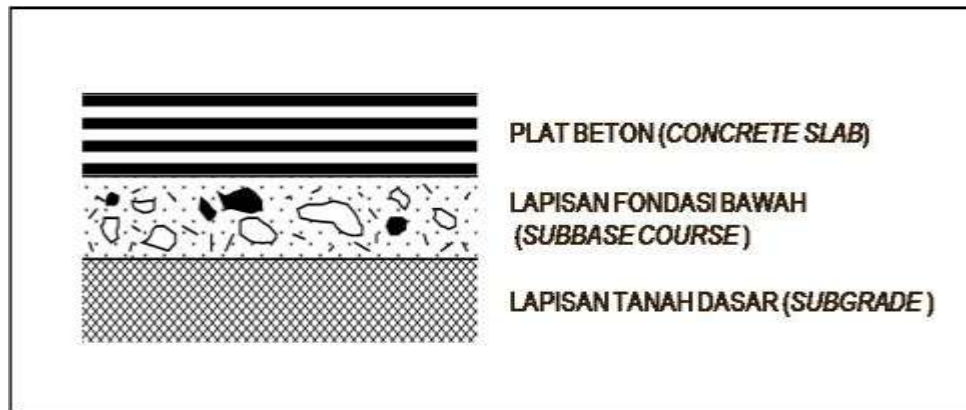
2.15.1 Perkerasan Jalan

Perkerasan jalan adalah lapisan konstruksi pada permukaan tanah dasar (*subgrade*) yang berfungsi untuk menyebarkan beban kendaraan sehingga tanah dasar tidak mengalami kerusakan. Konstruksi Perkerasan jalan dibedakan atas 3 jenis berdasarkan pengikatnya (Sukirman, 1999):

1. Perkerasan Lentur (*Flexible Pavement*), yaitu perkerasan yang menggunakan aspal sebagai bahan pengikatnya. Lapisan-lapisan perkerasan bersifat memikul dan menyebarkan beban lalu lintas ke tanah dasar.
2. Perkerasan Kaku (*Rigid Pavement*), yaitu tanah dasar yang menggunakan semen (*Portland Cement*) sebagai bahan pengikatnya. Pelat beton dengan atau tanpa tulangan di letakkan diatas tanah dasar dengan atau tanpa lapisan pondasi bawah.
3. Perkerassan Komposit (*Composite Pavement*), yaitu perkerasan kaku yang dikombinasikan dengan perkerasan lentur dapat berupa perkerasan lentur diatas perkerasan kaku atau perkerasan kaku diatas perkerasan lentur.

2.15.2 Perkerasan Beton Bertulang (*Reinforced Concrete Pavement*)

Perkerasan beton bertulang adalah jenis perkerasan kaku yang menggunakan tulangan baja untuk mengendalikan retak dan menahan tegangan tarik, menurut *Portland Cement Association* (PCA, 1984), potongan perkerasan beton bertulang dapat dilihat pada Gambar 2.7 berikut :



Gambar 2.7 Potongan perkerasan jalan beton bertulang

Penggunaan tulangan memberikan :

- Pengendalian retak yang lebih baik
- Pelat beton lebih tahan terhadap beban berat.
- Umur layanan lebih Panjang.
- Kinerja structural lebih stabil

Elemen pada perkerasan beton bertulang :

- Pelat beton
- Tulangan memanjang dan melintang
- Dowel pada sambungan melintang
- Tie bar pada sambungan memanjang
- Lapisan pondasi bawah
- Tanah dasar (*subgrade*)

2.15.3 Kekuatan Beton

Dalam Bina Marga kekuatan beton yang digunakan menggunakan persamaan

2.1.

$$fcf = K (fc')^{0,50} \text{ dalam MPa} \dots\dots\dots (2.1)$$

Dengan pengertian:

fc' = kuat tekan beton karakteristik 28 hari (kg/cm^2).

fcf = kuat tarik beton 28 hari (kg/cm^2).

K = konstanta, 0,7 untuk agregat tidak dipecah dan 0,75 untuk agregat pecah.

2.15.4 Jumlah Sumbu Kendaraan Niaga (JSKN) selama Usia Rencana

Dalam Bina Marga yang digunakan menggunakan persamaan 2.2.

$$JSKN = 365 \times JSKNH \times R \dots\dots\dots (2.2)$$

dimana:

JSKN = Jumlah sumbu kendaraan maksimum.

JSKNH = Jumlah sumbu kendaraan maksimum harian pada saat tahun ke 0.

R = Faktor pertumbuhan lalu-lintas yang besarnya berdasarkan faktor pertumbuhan lalu-lintas tahunan (i) dan usia rencana (n) Untuk (i ≠ 0).

$$R = \frac{(1+i)^n - 1}{i} \dots\dots\dots (2.3)$$

2.15.5 Perencanaan Tulangan

Dalam Bina Marga Luas penampang tulangan dapat dihitung dengan persamaan 2.4.

$$A_s = \frac{\mu \cdot L \cdot M \cdot g \cdot h}{2 \cdot f_s} \dots\dots\dots (2.4)$$

Dengan pengertian:

As = luas penampang tulangan baja (mm²/m lebar pelat).

fs = kuat-tarik ijin tulangan (MPa). Biasanya 0,6 kali tegangan leleh.

g = gravitasi (m/detik²).

h = tebal pelat beton (m).

L = jarak antara sambungan yang tidak diikat dan/atau tepi bebas pelat (m).

M = berat per satuan volume pelat (kg/m³).

μ = koefisien gesek antara pelat beton dan pondasi bawah pada.

Tabel 2.6 Nilai Koefisien Gesekan (μ)

No.	Lapisan Pemecah Ikatan	Koefisien Gesekan (μ)
1	Lapis resap ikat aspal di atas permukaan pondasi bawah	1
2	Laburan parafin tipis pemecah ikat	1,5

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

Tabel 2.7 Lanjutan Nilai Koefisien Gesekan (μ)

No.	Lapisan Pemecah Ikatan	Koefisien Gesekan (μ)
3	Karet kompon (<i>A chlorinated rubber curing compound</i>)	2

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

2.15.6 Batang Pengikat (*Tie Bar*) Dan Ruji (*Dowel*)

a. *Tie Bar*

Batang ulir dengan mutu minimum BJTU – 24 dan berdiameter 16 mm. jarak terkecil antar sambungan sekitar 3 – 4 m. Ukuran batang pengikat dihitung dengan persamaan sebagai berikut: (Pradana et al., 2003).

$$At = 204 \times b \times h \dots\dots\dots (2.5)$$

$$I = (38,3 \times \varphi) + 75 \dots\dots\dots (2.6)$$

Dengan pengertian:

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

b = jarak sambungan dengan tepi perkerasan (m).

h = Tebal pelat (m).

I = Panjang batang pengikat (mm).

φ = Diameter batang pengikat yang dipilih (mm).

Jarak batang pengikat yang digunakan adalah 75 cm.

b. *Dowel*

Sambungan ini harus dilengkapi dengan ruji polos panjang 45 cm, jarak antara ruji 30 cm. Diameter ruji tergantung pada tebal pelat beton sebagaimana terlihat pada Tabel 2.8.

Tabel 2.8 Diameter Ruji

No.	Tebal Pelat Beton, h (mm)	Diameter Ruji (mm)
1	125 < h < 140	20
2	140 < h < 160	24
3	160 < h < 190	28

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

Tabel 2.9 Lanjutan Diameter Ruji

No.	Tebal Pelat Beton, h (mm)	Diameter Ruji (mm)
4	$190 < h < 220$	33
5	$220 < h < 250$	36

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

Tabel 2.10 Jumlah Lajur berdasarkan Lebar Perkerasan dan Koefisien Distribusi (C)
Kendaraan Niaga pada Lajur Rencana.

Lebar Perkerasan Jalan (Lp)	Jumlah Lajur (nI)	Koefisien Distribusi	
		1 arah	2 arah
$L_p < 5,50 \text{ M}$	1 lajur	1	1
$5,50 \text{ m} \leq L_p < 8,25 \text{ m}$	2 lajur	0,7	0,5
$8,25 \text{ m} \leq L_p < 11,25 \text{ m}$	3 lajur	0,5	0,47
$11,23 \text{ m} \leq L_p < 15,00 \text{ m}$	4 lajur		0,45
$15,00 \text{ m} \leq L_p < 18,75 \text{ m}$	5 lajur		0,425
$18,75 \text{ m} \leq L_p < 22,00 \text{ m}$	6 lajur		0,4

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

Faktor Keamanan Beban = 1,2 (Berdasarkan Tabel 2.11).

Tabel 2.11 Faktor Keamanan Beban (FKB)

No.	Penggunaan	Nilai F_{KB}
1	Jalan bebas hambatan utama (<i>major freeway</i>) dan jalan berlajur banyak, yang aliran lalu lintasnya tidak terhambat serta volume kendaraan niaga yang tinggi. Bila menggunakan data lalu lintas dari hasil survey beban (<i>weight in motion</i>) dan adanya kemungkinan rute 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

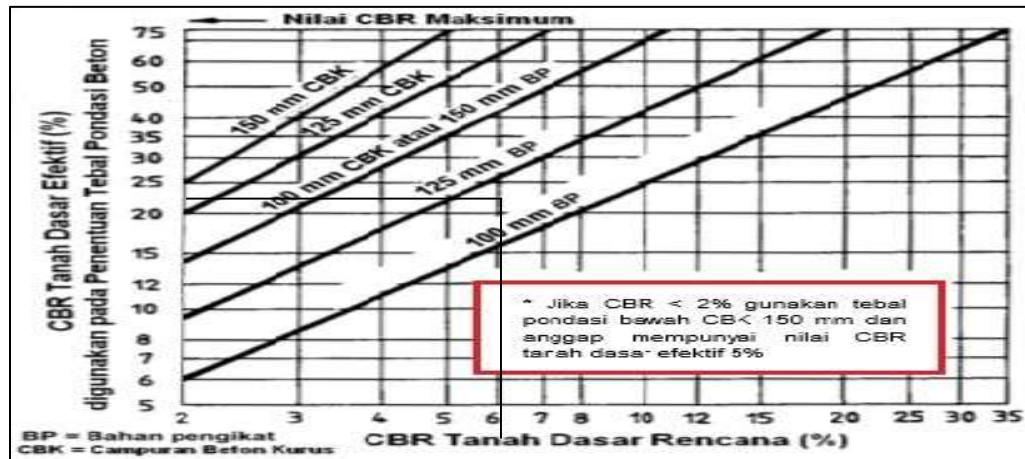
Sumber : Perencanaan Perkerasan Jalan Beton Semen, Pd-T-14- 2003

2.15.7 Perhitungan Tebal Pelat Beton

Sumber data beban = Hasil survei
 Jenis perkerasan = BBDT dengan ruji Jenis
 Umur rencana = 20 tahun
 JSK = $1,1 \times 10^7$
 Faktor keamanan beban = 1,2 (berdasarkan Tabel: 4.6) Kuat tarik lentur beton (fcf) umur 28 hari = 4 MPa
 Jenis dan tebal lapis pondasi = CBK 125 mm BP (Gambar 2.8)



Gambar 2.8. Pondasi bawah minimum untuk perkerasan beton semen

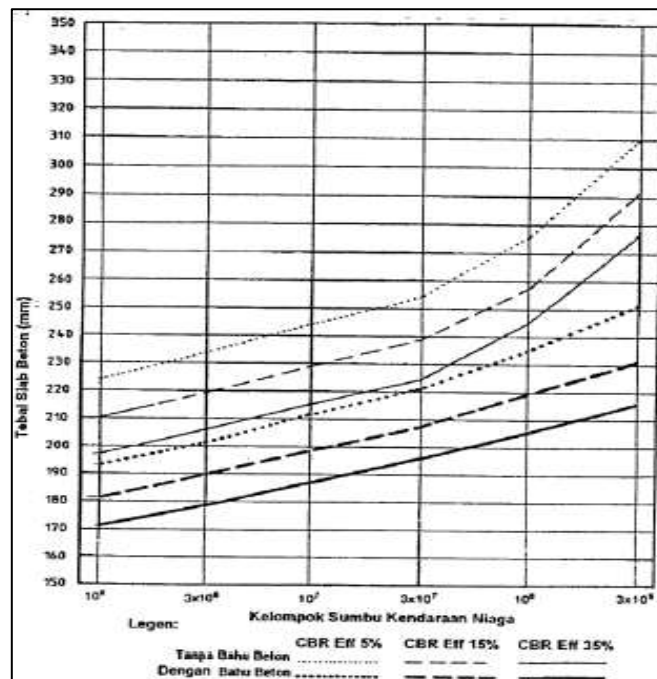


Gambar 2.9. CBR tanah dasar Efektif dan tebal pondasi bawah

CBR tanah dasar = 6 % (dari hasil data proyek).

CBR efektif = 25 % (berdasarkan Gambar 2.9).

Tebal Jadi tebal slab beton = 160 mm (berdasarkan Gambar 2.10).



Gambar 2.10. Grafik perencanaan tebal taksiran beton.

2.16 Perencanaan Perkerasan Kaku Metode NAASRA

Perencanaan konstruksi perkerasan kaku ini menggunakan metode NAASRA, (*National Association of Australian State Road Authorities 1979*), yang disesuaikan dengan kondisi iklim Indonesia oleh Bina Marga, kedua metode ini memiliki tahapan perencanaan yang cukup sejalan namun yang lebih efisien dan lebih baik dipakai untuk perencanaan tebal perkerasan kaku (*Rigid Pavement*), jalan raya di Indonesia adalah Metode Pd T-14-2003 (Bina marga) karena metode NAASRA, digunakan pada perkerasan kaku dengan CBR yang tinggi.

Dalam perkembangan selanjutnya NAASRA dikenal di Indonesia sebagai sebuah metode survey jalan untuk mengetahui kekasaran permukaan jalan, yang mengadopsi dari metode survey yang dilakukan oleh negara-negara bagian Australia. Dalam perkerasan kaku yang menggunakan metode NAASRA, data yang di perlukan pada perencanaan konstruksi perkerasan kaku berupa data primer dan data sekunder. Adapun data primer:

1. LHR (Lalu lintas Harian Rata – rata)

Sedangkan data sekunder yaitu data yang di dapatkan dari instansi-instansi lain seperti:

a. Data CBR, (*California Bearing Ratio*).

Data CBR digunakan untuk perencanaan tebal perkerasa kaku. Data CBR adalah data yang diperoleh dari hasil penelitian sampel tanah di laboratorium.

b. Data LHR, (*Traffic Design*).

Data tentang LHR digunakan untuk perhitungan pertumbuhan lalu lintas dan volume lalu lintas harian rata – rata. Data LHR diperoleh dari hasil survey di lapangan (jumlah pertumbuhan penduduk) digunakan dalam perencanaan tebal perkerasan kaku pada Sialang Buah.

Metode penentuan beban lalu lintas rencana untuk perencanaan tebal perkerasan kaku dilakukan dengan cara mengakumulasikan jumlah beban sumbu (dalam rencana jalur selama umur rencana).

Tahapan perencanaan lalu lintas adalah sebagai berikut:

1. Karakteristik kendaraan.

- a. Jenis kendaraan yang diperhitungkan hanya kendaraan niaga dengan berat total minimum 5 ton.
- b. Konfigurasi sumbu yang diperhitungkan ada 3 macam, yaitu:
 - Sumbu tunggal roda tunggal (STRT).
 - Sumbu tunggal roda ganda (STRG).
 - Sumbu tandem/ganda roda ganda (SGRG).

2. Tatacara perhitungan lalu lintas rencana:

- a. Hitung volume lalu lintas (LHR) yang diperkirakan pada akhir umur rencana, disesuaikan dengan kapasitas jalan.
- b. Untuk masing – masing jenis kelompok sumbu kendaraan niaga, di estimasi angka LHR awal dari kelompok sumbu dengan beban masing – masing kelipatan 0,5 ton.

Beberapa Kelebihan kelebihan dan kekurangan metode *survey* menggunakan NAASRA.

1. Kelebihan metode *survey* menggunakan NAASRA

- a. Naasra sangat dianjurkan untuk jalan bertipe aspal, dan ini cocok untuk keadaan di Indonesia dimana penggunaan aspal hampir merata dimana- mana.
- b. Naasra jika dilakukan dengan prosedur SOP-nya, cukup akurat untuk menilai baik atau rusaknya kondisi jalan.
- c. Dimunculkannya grafik kekasaran permukaan jalan sangat membantu untuk melihat kondisi jalan apalagi ditunjang dengan perangkat visual yang merekamnya.
- d. Operasional dilapangan tidak terlalu sulit, survey dapat dilakukan dalam sebuah kendaraan dengan kecepatan rata-rata 40 km/jam.

2. Kekurangan metode *Survey* menggunakan NAASRA

- a. Perlu penyesuaian jika Naasra Meter dilakukan pada jalan tipe (*Paving Block*), Tanah atau Beton.
- b. Perlu waktu Kalibrasi meski hanya 1 kali dan ini mutlak dilakukan untuk efektifitas pekerjaan dilapangan.

2.16.1 Kekakuan Beton Yang Digunakan

Dalam NAASRA kekuatan beton yang menggunakan Persamaan 2.7 berikut:

$$f_r = 0,62 \times \sqrt{f'_c} \text{ (MPa)} \dots\dots\dots (2.7)$$

dimana:

f'_c = Kuat tekan karakteristik beton pada usia 28 hari (MPa)

2.16.2 Jumlah Sumbu Kendaraan Niaga (JSKN) Selama Usia Rencana

Dalam NAASRA Jumlah Sumbu Karakteristik Kendaraan Niaga (JSKN) yang menggunakan Persamaan 2.8 berikut:

$$JSKN = 365 \times JSKNH \times R \dots\dots\dots (2.8)$$

dimana:

JSKN = Jumlah sumbu kendaraan maksimum.

JSKNH = Jumlah sumbu kendaraan maksimum harian pada saat tahun ke 0.

R = Faktor pertumbuhan lalu-lintas yang besarnya berdasarkan factor pertumbuhan lalu-lintas tahunan (i) dan usia rencana (n) Untuk ($i \neq 0$).

$$R = \frac{(1+i)^n - 1}{e_{\log}(1+i)} \dots\dots\dots (2.9)$$

Jumlah repetisi kumulatif tiap kombinasi konfigurasi atau beban sumbu pada lajur rencana:

$$JSKN \times \% \text{ Kombinasi terhadap JSKNH} \times Cd \dots\dots\dots (2.10)$$

dimana:

Cd = Koefisien distribusi.

2.16.3 Perencanaan Tulangan

Dalam NAASRA Luas tulangan pada perkerasan ini dihitung dari persamaan sebagai berikut:

$$As = \frac{11,76 (F.L.h)}{f_s} \dots\dots\dots (2.11)$$

dimana:

As = luas tulangan yang diperlukan (mm^2 / m lebar).

F = koefisien gesekan antara pelat beton dengan lapisan dibawahnya.

L = jarak antara sambungan (m).

h = tebal pelat (mm).

f_s = tegangan tarik baja ijin (MPa) (± 230 MPa).

Catatan : As minimum menurut SK SNI T-15-1991-03 untuk segala keadaan 0,14 % dari luas penampang beton.

Tabel 2.12 Koefisien Gesekan antara pelat beton semen dengan lapisan pondasi dibawahnya.

Jenis Pondasi	Faktor Gesekan
<i>BURTU, LAPEN</i> dan konstruksi sejenis	2,2
Aspal beton, <i>LATASTON</i>	1,8
Stabilisasi kapur	1,8
Stabilisasi aspal	1,8
Stabilisasi semen	1,8
Koral sungai	1,5
Batu pecah	1,5
Sirtu	1,2
Tanah	0,9

Sumber : SKBI 2.3.28, 1988

2.16.4 Menghitung Nilai CBR (*California Bearing Ratio Segmen*)

Penentuan CBR segmen ini menggunakan cara analitis, data CBR lapangan terlampir pada Tabel 4.3

$$CBR \text{ rata - rata} = \frac{\Sigma CBR \text{ Lapangan}}{n}$$

Tabel 2.13 Nilai R untuk perhitungan CBR segmen.

Jumlah titik pengamatan	Nilai R
2	1,41
3	1,91
4	2,24
5	2,48
6	2,67
7	2,83
8	2,96
9	3,08
<10	3.18

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

2.16.5 Batang Pengikat (*Tie Bar*) dan Ruji (*Dowel*)

a. *Tie Bar*

Untuk menentukan dimensi batang pengikat menurut (*Portland Cement Association*) 1975 dapat digunakan grafik pada Tabel 2.14

Tabel 2.14 Ukuran *tie bar*.

Tebal Pelat (cm)	Diameter Tie Bar (cm)	Panjang Tie Bar (mm)	Jarak Spacing antar Tie Bar (cm)
12,5	12	600	75
15,0	12	600	75
17,5	12	600	75
20,0	12	600	75
22,5	12	750	90
25,0	16	750	90

Sumber : Portland cement association, PCA, 1975

b. Dowel

Untuk menentukan dimensi dowel pada Tabel 2.15

Tabel 2.15 Ukuran dan jarak batang *dowel* (Ruji) yang di sarankan

Tebal Pelat		Dowel					
Perkerasan		Diameter		Panjang		Jarak	
inci	mm	inci	mm	Inci	mm	inci	mm
6	150	$\frac{3}{4}$	19	18	450	12	300
7	175	1	25	18	450	12	300
8	200	1	25	18	450	12	300
9	225	$1 \frac{1}{4}$	32	18	450	12	300
10	250	$1 \frac{1}{4}$	32	18	450	12	300
11	275	$1 \frac{1}{4}$	32	18	450	12	300
12	300	$1 \frac{1}{2}$	38	18	450	12	300
13	325	$1 \frac{1}{2}$	38	18	450	12	300
14	350	$1 \frac{1}{2}$	38	18	450	12	300

Tabel 2.16 Penelitian Terdahulu

No	Nama Peneliti	METODOLOGI	Judul	Kesimpulan
1.	Nur Lailatus Syarifah, Sri Sunarjono, Firman Javiri Putra, 2024	menggunakan data sekunder dari PT Adhikarya berupa informasi tertulis atau bentuk dokumen lainnya yang berhubungan dengan rencana proyek seperti <i>shop drawing bored pile</i> yang kemudian dihitung secara manual yaitu dengan cara memotong bagian komponen besi kemudian mencari kuantitas besi per meter bagian dengan mengalikan panjang dan jumlah tulangan serta beratnya.	Analisis Perhitungan Kebutuhan Berat Tulangan dan Volume Beton pada Konstruksi Bored Pile (Studi Kasus: Proyek Pembangunan Jalan Tol Solo-Yogyakarta-Nyia Kulonprogo Seksi 1 Paket 1.1)	Analisa Perhitungan Kebutuhan Berat Tulangan dan Volume Beton pada Konstruksi Bored Pile. Hasil dari pada perhitungan berat besi pada tulangan yang dibutuhkan pada pekerjaan bored pile untuk abutment 1 dan abutment 2 sebesar 201609,61 kg. Jumlah kebutuhan beton tanpa mempertimbangkan volume tulangan pada pekerjaan bored pile di STA 12+195 sebesar 1.714,44 m3. Jumlah kebutuhan beton dengan mempertimbangkan volume tulangan pada pekerjaan bored pile di STA 12+195 sebesar 1.688,74 m3

Tabel 2.17 Lanjutan Penelitian Terdahulu

No	Nama Peneliti	METODOLOGI	Judul	Kesimpulan
2.	Sabiq Arbianto Ghurran, Akhmadali, Heri Azwansyah, 2021	metode deskriptif yang menggunakan objek penelitian saat sekarang dengan melihat fakta sebagaimana adanya, dan kemudian dianalisa untuk mendapatkan suatu kesimpulan / konsep-konsep baru mengenai hal yang diteliti.	analisa perhitungan pembangunan jalan paralel sungai raya dalam menggunakan perkerasan kaku (<i>rigid pavement</i>).	Dalam penelitian ini untuk perkerasan kaku umur rencana 20 tahun dengan laju pertumbuhan lalu lintas di kota pontianak sebesar 8,603% terdapat 295.650 truk 2 as/tahun dengan berat 13 ton yang akan melewati Jalan Paralel Sungai Raya Dalam dan didapat ketebalan pelat 16 cm dengan mutu beton K-350. Untuk perencanaan sambungan melintang umur rencana 20 tahun digunakan dowel dengan diameter 29 mm, panjang 450 mm dan jarak 300 mm. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan gambaran untuk perencanaan perkerasan kaku untuk dilaksanakan pada daerah Kota Pontianak.

Tabel 2.18 Lanjutan Penelitian Terdahulu

No	Nama Peneliti	METODOLOGI	Judul	Kesimpulan
3.	Ardiansyah, Rahmat, and Tri Sudibyo. 2020	pengambilan data sekunder, pengolahan, dan analisis tebal perkerasan kaku pada lajur pengganti pembangunan Jalan Tol Jakarta-Cikampek II <i>elevated</i> . Data sekunder meliputi data lalu-lintas, uji tanah dan CBR, hidrologi, desain dan struktur perkerasan, serta dokumen rencana kerja dan syarat-syarat (RKS) yang diperoleh dari PT Jasa Marga (Persero) Tbk selaku pemilik proyek dan PT Waskita Karya (Persero) Tbk selaku	Analisis Perencanaan Tebal Perkerasan Kaku Lajur Pengganti pada Proyek Pembangunan Jalan Tol Jakarta-Cikampek II	Pelebaran jalan merupakan tahap konstruksi proyek pembangunan Jalan Tol Layang Jakarta-Cikampek II. Peningkatan efektivitas dan kemampuan pelayanan jalan berpengaruh terhadap aktivitas lalu lintas. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis alternatif desain perkerasan kaku dan ketebalan berdasarkan Road Pavement Design Manual (MDPJ) 2017 dan American Association of State High-way and Transportation Officials Guide for Design of Pavement Structures (AASHTO) 1993. Penelitian ini dilakukan pada bulan Maret – Mei 2019. Berdasarkan data yang diperoleh, alternatif desain perkerasan kaku dengan metode MDPJ 2017 menunjukkan tebal pelat beton 305 mm

		kontraktor. Data desain perkerasan kaku mengacu pada peraturan MDPJ 2017, AASTHO 1993, dan Pd T-14-2003. Analisis tebal perkerasan kaku pada penelitian ini menggunakan metode MDPJ 2017, AASTHO 1993, serta Pd T-14-2003.		dan menggunakan metode MDPJ 2017. Tebal pelat beton AASTHO 1993 adalah 320 mm. Pada kondisi sebenarnya tebal pelat beton adalah 300 m.
--	--	--	--	--