

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Penelitian Terdahulu**

Melalui penelitian yang dilakukan oleh Herlina, Azwansyah, & Said, 2017, berjudul “Analisis Perencanaan Perkerasan Kaku Jalan Khatulistiwa Kota Pontianak Dengan Menggunakan Metode Bina Marga 2017 Dan Metode AASHTO 1993”, tujuan utama dari penelitian ini adalah untuk merencanakan ketebalan perkerasan kaku yang diperlukan serta membandingkan parameter input antara metode Bina Marga 2017 dan AASHTO 1993. Pemilihan perkerasan kaku dilakukan karena segmen Jalan Khatulistiwa memiliki volume lalu lintas yang tinggi. Hasil perhitungan di Jalan Khatulistiwa Pontianak mengindikasikan bahwa penerapan metode Bina Marga 2017 dengan umur rencana 40 tahun menghasilkan ketebalan pelat sebesar 30,5 cm dan desain sambungan melintang dengan dowel. Sementara itu, dengan menggunakan metode AASHTO 1993, ketebalan pelat yang diusulkan mencapai 36 cm dengan desain sambungan melintang menggunakan dowel. Variasi dapat dilihat dalam cara perancangan dan parameter input di antara kedua metode ini, terutama terkait dengan faktor muatan lalu lintas, rencana pengelolaan air, dan CBR. Selain itu, AASHTO 1993 juga mencakup lebih banyak parameter, seperti keandalan dan reliabilitas layanan, yang tidak ada dalam perhitungan metode Bina Marga 2017

Menurut penelitian yang dilakukan oleh Mardi Yusuf pada tahun 2020, dalam kajian berjudul “Analisa Perbandingan Tebal Perkerasan Kaku (Rigid Pavement) Dengan Metode Bina Marga 2017 Dan Metode AASHTO 1993 Pada Ruas Jalan Negara Kabupaten Panajam Paser Utara,” peneliti menggunakan Metode Bina Marga 2017 dan Metode AASHTO 1993. Pendekatan ini dimulai dengan pengumpulan data primer, mencakup data lalu lintas dan sifat tanah. Selanjutnya, data sekunder seperti perkembangan lalu lintas dan data hidrologi juga dikumpulkan. Setelah itu, perhitungan ketebalan lapisan dilakukan dengan menggunakan kedua metode tersebut. Perhitungan menunjukkan bahwa ketebalan perkerasan kaku yang dihitung dengan metode Bina Marga 2017 adalah sekitar 280

mm yang setara dengan 28 cm. Sementara itu, ketebalan yang dihitung dengan pendekatan AASHTO 1993 adalah sekitar 330 mm atau sama dengan 33 cm

Menurut penelitian yang dilakukan oleh Eko Prasetyo, Sumina, Kusdiman Joko Prayitno, Rasyiid Lathiif Amhudo dari Universitas Tunas Pembangunan, Surakarta pada tahun 2023, yang berjudul Perencanaan Tebal Perkerasan Kaku Pada Jalan Tol Soloyogyakarta-Nyia Kulon Progo Dengan Metode Bina Marga 2017 Dan Aashto 1993 (Sta 02+00 – Sta 07+500) yang membahas penerapan metode Bina Marga 2017 dan AASHTO 1993. Hasil perhitungan perencanaan perkerasan kaku dengan metode Bina Marga didapatkan tebal perkerasan kaku yang terdiri dari pelat beton 305 mm, tebal lapis pondasi 100 mm dan tebal lapis pondasi agregat kelas A 150 mm. Sedangkan hasil perhitungan perencanaan perkerasan kaku menggunakan metode AASHTO 1993 didapatkan tebal perkerasan yang terdiri dari pelat beton 285 mm, tebal lapis pondasi 100 mm dan tebal lapis pondasi agregat kelas A 150 mm.

Menurut penelitian yang dilakukan oleh Russel Savarino Pasaribu 2021, dalam karya yang berjudul “Analisis Perbandingan Tebal Perkerasan Kaku Metode Bina Marga 2017 Dan Metode AASHTO 1993 Pada Jalan Husein Hamzah Pal 5”, penelitian ini membahas penerapan metode Bina Marga 2017 dan AASHTO 1993. Metode yang diterapkan dalam penulisan ini adalah metode deskriptif. Metode deskriptif ini berfokus pada objek penelitian saat ini, mengamati fakta-fakta yang tersedia, dan selanjutnya menganalisisnya untuk menghasilkan kesimpulan serta gagasan-gagasan baru terkait topik penelitian tersebut. Studi ini dilaksanakan di Jalan Husein Hamzah Pal 5 dengan menerapkan perkerasan rigid dan menggunakan umur perencanaan 20 tahun serta laju pertumbuhan lalu lintas sebesar 5,14%. Analisis menunjukkan bahwa ketebalan pelat menurut metode Bina Marga 2017 adalah 305 mm, yang lebih ramping dibandingkan ketebalan pelat pada metode yang mencapai 31 cm. Kedua metode ini memanfaatkan beton K-350 dengan desain sambungan melintang yang menggunakan dowel berukuran 38 mm, panjang 450 mm, serta jarak 300 mm

Menurut penelitian yang dilakukan Muhammad Fakhruriza Pradana, Rindu Twidi Bethary, Rizky Rinaldiansyah dari Universitas Sultan Ageng Tirtayasa pada

tahun 2019 yang berjudul “Perencanaan Perkerasan Kaku Pada Jalan Akses Tol Cilegon Timur Dengan Menggunakan Metode Bina Marga 2003 Dan Aashto 1993 (Study Kasus Jl. Akses Tol Cilegon Timur Sta 0+00 – Sta 1+600)” yang membahas penerapan metode Bina Marga 2017 dan AASHTO 1993. Dimulai dengan pengumpulan data primer, meliputi data lalu lintas dan cbr tanah. Selanjutnya, data sekunder seperti pertumbuhan lalu lintas. Setelah itu, ketebalan lapisan dihitung menggunakan kedua metode tersebut. Perhitungan menunjukkan bahwa Ketebalan perkerasankaku pada ruas jalan Akses Tol Cilegon Timur Segmen I (STA 0+000 – STA 0+600) menggunakan metode Bina Marga 2003 adalah 20 cm dan Segmen II (STA 0+600 – STA 1+600) sebesar 18 cm. Sedangkan dengan menggunakan metode AASTHO 1993 pada segmen I didapatkan ketebalan sebesar 24 cm dan pada segmen II didapatkan ketebalan perkerasan sebesar 23 cm. Dan Perhitungan tebal perkerasan kaku pada segmen I metode Bina Marga 2003 memiliki selisih 4 cm lebih rendah dibandingkan metode AASTHTO 1993. Hal yang sama terjadi pada segmen II dimana metode Bina Marga memiliki ketebalan lebih rendah 5 cm dibandingkan metode AASHTO. Perbedaan ketebalan tersebut disebabkan karena masing-masing metode yang digunakan mempunyai parameter yang berbeda dalam mengelompokan tingkat kepadatan kendaraan.

Dari hasil beberapa penelitian sebelumnya, dapat disimpulkan bahwa terdapat perbedaan dalam perencanaan perkerasan kaku dengan menggunakan Metode Bina Marga dan Metode AASHTO. Perbedaan ini terutama terlihat pada ketebalan perkerasan yang dihasilkan, karena terdapat parameter-parameter yang tidak diperhitungkan dalam salah satu metode. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk menginvestigasi perencanaan perkerasan kaku pada Proyek Pembangunan Jalan Tol Probwangi Seksi 3, dengan melakukan perbandingan antara Metode Metode AASHTO 1993 dan Bina Marga 2017.

## **2.2 Pengertian Jalan**

Jalan adalah prasarana transportasi darat yang mencakup segala bagian jalan, termasuk struktur pendukung dan perlengkapannya yang diperuntukan bagi lalu lintas, yang terletak pada permukaan tanah, di atas permukaan tanah, di bawahnya,

atau bahkan diatas permukaan air, kecuali untuk jalan kereta api dan jalan kabel (UU RI NO 38, 2004).

Berdasarkan (Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 2 , 2022), definisi jalan merupakan prasarana transportasi darat yang meliputi seluruh elemen jalan, termasuk bangunan penghubung, 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 rel, jalan lori, dan jalan kabel.

## **2.3 Klasifikasi Jalan**

### **2.3.1 Klasifikasi Jalan Menurut Fungsi Jalan**

Jalan umum, sesuai dengan fungsinya sebagaimana dijelaskan dalam pasal 8 (UU RI NO 38, 2004) tentang jalan diklasifikasikan menjadi beberapa kategori, yaitu jalan arteri, jalan kolektor, jalan local, dan jalan lingkungan.

1. Jalan Arteri Jalan arteri adalah jalan umum yang dirancang untuk memberikan pelayanan kepada angkutan utama dengan ciri perjalanan jarak jauh, kecepatan rata – rata yang tinggi, serta jumlah akses masuk dibatasi secara berdaya guna.
2. Jalan Kolektor Jalan kolektor adalah tipe jalan umum yang bertujuan untuk melayani angkutan pengumpulan atau pembagi dengan ciri perjalanan dalam jarak sedang, kecepatan rata – rata moderat, dan pembatas jumlah akses masuk.
3. Jalan Lokal Jalan lokal adalah kategori jalan umum yang dirancang untuk melayani transportasi dalam lingkup lokal dengan ciri perjalanan jarak dekat, kecepatan rata -rata rendah, dan tanpa pembatasan jumlah akses masuk.
4. Jalan Lingkungan Jalan lingkungan adalah jenis jalan umum yang bertujuan untuk melayani transportasi dalam lingkup lingkungan dengan karakteristik perjalanan jarak dekat dan kecepatan rata – rata yang rendah.

### **2.3.2 Klasifikasi Jalan Menurut Status Jalan**

Sesuai dengan (Peraturan Pemerintahan Republik Indonesia No 34, 2006), jaringan jalan dikelompokkan berdasarkan status jalan menjadi beberapa kategori, termasuk jalan nasional, jalan provinsi, jalan kabupaten, jalan kota atau jalan desa.

1. Jalan Nasional

Jalan nasional, adalah jenis jalan arteri dan jalan kolektor yang terdapat dalam

struktur jaringan jalan utama, yang menghubungkan ibukota provinsi, dan jalan strategis nasional, serta jalan tol.

#### 2. Jalan Provinsi

Jalan provinsi, adalah klasifikasi jalan kolektor dalam kerangka jaringan jalan primer, yang menghubungkan antara ibukota provinsi dengan ibukota kabupaten/kota, atau antar ibukota kabupaten/kota dan jalan strategis provinsi.

#### 3. Jalan Kabupaten

Jalan kabupaten, adalah jenis jalan lokal yang termasuk dalam kerangka jaringan jalan primer, tetapi tidak meliputi jalan-jalan yang menghubungkan ibukota kabupaten dengan ibukota kecamatan, ibukota kabupaten dengan pusat aktivitas lokal, atau antarpusat aktivitas lokal, serta jalan umum dalam sistem jaringan jalan sekunder dalam wilayah kabupaten, dan jalan strategis kabupaten.

#### 4. Jalan Kota

Jalan kota, adalah 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

Jalan desa, merupakan jalan umum yang menghubungkan Kawasan dan/atau antar permukiman didalam desa, serta jalan lingkungan.

### **2.3.3 Klasifikasi Jalan Berdasarkan Spesifikasi Penyediaan Prasarana Jalan**

Sesuai dengan (Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No 34, 2006) klasifikasi kelas jalan dikelompokkan berdasarkan pemanfaatan jalan, kelancaran lalu lintas dan transportasi jalan, serta spesifikasi penyediaan prasarana jalan. Kelas jalan berdasarkan spesifikasi penyediaan prasarana jalan dikelompokkan atas jalan bebas hambatan, jalan raya, jalan sedang, dan jalan kecil.

#### 1. Jalan Bebas Hambatan (Freeway)

Karakteristik dari jalan bebas hambatan sesuai definisi tersebut mencakup pengendalian penuh terhadap jalan masuk, tidak ada persimpangan sebidang, dilengkapi pagar ruang milik jalan, median terpasang, minimal 2 (dua) lajur setiap arah, dan lebar lajur paling sedikit 3,5 meter.

## 2. Jalan Raya

Definisi jalan raya dalam ini menunjuk pada jalan umum yang digunakan untuk aliran lalu lintas yang kontinu dengan pengendalian jalan masuk secara terbatas dan dilengkapi dengan median, paling sedikit 2 (dua) lajur setiap arah, lebar lajur paling sedikit 3,5 meter.

## 3. Jalan Sedang

Spesifikasi jalan sedang sebagaimana dimaksud adalah jalan umum dengan lalu lintas jarak sedang dengan pengendalian jalan masuk tidak dibatasi, paling sedikit 2 (dua) lajur untuk 2 (dua) arah dengan lebar jalur paling sedikit 7 (tujuh) meter.

## 4. Jalan Kecil

Spesifikasi jalan kecil sebagaimana dimaksud dalam pasal 31 ayat (3) adalah jalan umum untuk melayani lalu lintas setempat, paling sedikit 2 (dua) lajur untuk 2 (dua) arah dengan lebar jalur paling sedikit 5,5 meter.

### **2.3.4 Klasifikasi Jalan Menurut Kelas Jalan**

Di Indonesia, penggolongan jenis jalan juga berdasarkan kelas jalan yang meliputi jalan kelas I, jalan kelas II, jalan kelas IIIA, jalan kelas IIIB, serta jalan kelas IIIC.

Di bawah ini adalah penjelasan mengenai klasifikasi jalan di Indonesia.

#### 1. Jalan Kelas I

Jalan kelas I adalah jalan arteri yang bisa dilewati oleh kendaraan bermotor, termasuk kendaraan yang membawa muatan lebarnya tidak melebihi 2500 milimeter, serta panjangnya tidak melebihi 18000 milimeter dan muatan sumbu terberat yang diizinkan lebih besar dari 10 ton, yang saat ini masih belum digunakan di Indonesia namun sudah mulai dikembangkan di berbagai negara maju seperti Perancis yang telah mencapai muatan sumbu terberat sebesar 13 ton.

#### 2. Jalan Kelas II

Jalan kelas II adalah jalan arteri yang digunakan kendaraan bermotor termasuk muatan dengan lebar tidak melebihi dari 2500 mm, Panjang tidak melebihi 18000 mm dan muatan sumbu terberat yang diizinkan 10 ton. Jalan kelas ini merupakan jalan yang sesuai untuk angkutan peti kemas.

### 3. Jalan Kelas III A

Jalan kelas III A adalah jalan arteri atau kolektor yang dapat dilalui kendaraan bermotor termasuk muatan dengan ukuran lebar tidak melebihi 2500 mm, ukuran panjang tidak melebihi 18000 mm dan muatan sumbu terberat yang diizinkan 8 ton.

### 4. Jalan Kelas III B

Jalan kelas III B adalah jenis jalan kolektor yang dapat dinilai dilalui kendaraan bermotor termasuk muatan dengan ukuran lebar tidak melebihi 2500 mm, ukuran panjang tidak melebihi 12000 mm. dan muatan sumbu terberat yang diizinkan 8 ton.

### 5. Jalan Kelas III C

Jalan kelas III C adalah jalan lokal dan lingkungan yang dapat dilalui kendaraan bermotor termasuk muatan dengan ukuran lebar tidak melebihi 2100 mm, ukuran panjang tidak melebihi 9000 mm dan muatan sumbu terbera yang diizinkan 8 ton.

## 2.4 Jalan Tol

Sesuai dengan (Undang – Undang Republik Indonesia Nomer 13, 1980), definisi jalan adalah sarana transportasi darat dalam berbagai bentuk yang mencakup bagian jalan termasuk bangunan pelengkap dan perlengkapannya yang diperuntukkan bagi lalu lintas. Bagian jalan yang dimaksud adalah Daerah Manfaat Jalan (DAMAJA), Daerah Milik Jalan (DAMIJA), Daerah Pengawasan Jalan (DAWAJA).

Menurut (Peraturan Pemerintah (PP) Nomer 17, 2021) dijelaskan bahwa definisi jalan tol adalah bagian dari sistem jaringan jalan yang merupakan jalan umum dan juga termasuk dalam bagian dari jalan nasional yang dimana penggunaannya mengharuskan pembayaran tol. Tol sendiri mengacu pada jumlah uang yang dikeluarkan untuk menggunakan jalan tol tersebut. Tarif tol bervariasi sesuai dengan jenis kendaraan, dan aturan ini telah ditetapkan melalui keputusan dari presiden. Di sisi lain, ruas jalan tol mengacu pada segmen atau bagian tertentu dari jalan tol, yang operasionalnya bisa dikelola oleh entitas usaha tertentu.

Menurut Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI, 1997) diterapkan mengenai definisi jalan tol sebagai jalur yang dirancang untuk lalu lintas yang berkelanjutan dengan control penuh terhadap akses masuk, yang bisa dalam bentuk jalan terbagi atau tidak terbagi. Adapun tipe jalan tol yaitu dua-jalur dua arah tak terbagi (2/2 UD), empat-lajur dua-arah terbagi (4/2 D) dan jalan tol terbagi dengan lebih dari empat lajur. Jalan bebas hambatan ini, yang lebih dikenal sebagai jalan tol, memiliki beberapa keunggulan dibandingkan jalan biasa/jalan non tol. Beberapa kelebihan ini meliputi :

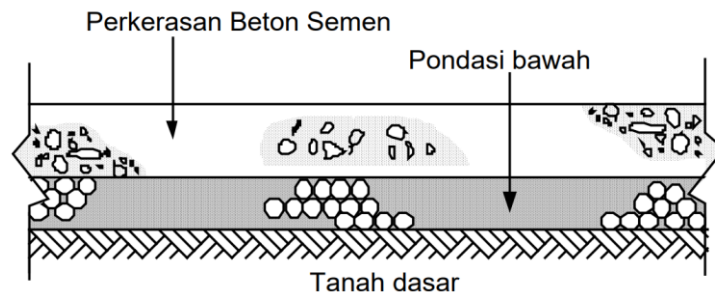
1. Reduksi waktu perjalanan jika dibandingkan dengan jalan non-tol. Saat melewati persimpangan, pengguna jalan diharuskan berhenti dan menunggu. Kondisi tersebut menyebabkan banyak waktu yang terbuang.
2. Prioritas diberikan pada faktor keamanan lalu lintas. Tingkat kecelakaan pada jalan tol oleh faktor geometric jalan. Sebagai contoh, dengan pelebaran lajur, pelebaran bahu jalan, tersedianya lajur pendakian dan pemisah tengah (median) dapat mengurangi tingkat kecelakaan lalu-lintas.

Dalam pasal 43 (UU RI NO 38, 2004) tentang jalan disebutkan bahwa jalan tol diselenggarakan untuk :

1. Memperlancar aliran lalu lintas diwilayah yang telah mengalami perkembangan;
2. Meningkatkan efesiensi dan efektifitas distribusi barang dan layanan, sebagai upaya untuk mendukung pertumbuhan ekonomi yang lebih tinggi.
3. Mengurangi beban keuangan pemerintah dengan melibatkan partisipasi penggunaan jalan;
4. Mendorong pemeratan manfaat pembangunan dan keadilan dalam masyarakat.

## **2.5 Struktur dan Jenis Perkerasan Kaku**

Perkerasan beton semen 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 2.1** berikut ini:



**Gambar 2. 1** Tipikal Struktur Perkerasan beton semen  
(Sumber : Bina Marga 2017)

Perkerasan beton semen dibedakan ke dalam 4 jenis :

- a. Perkerasan beton semen bersambung tanpa tulangan
- b. Perkerasan beton semen bersambung dengan tulangan
- c. Perkerasan beton semen menerus dengan tulangan
- d. Perkerasan beton semen pra-tegang

Pada perkerasan beton semen, daya dukung perkerasan terutama diperoleh dari pelat beton. Sifat daya dukung perkerasan terutama diperoleh dari pelat beton semen. Faktor-faktor yang perlu diperhatikan adalah kadar air pematatan, kepadatan dan perubahan kadar air selama masa pelayanan (Pd T-14-2003).

## 2.6 Keuntungan Serta Kerugian dari Perkerasan Kaku

Keuntungan dari perkerasan kaku adalah :

- Struktur perkerasan lebih tipis kecuali untuk area tanah lunak yang membutuhkan struktur pondasi jalan lebih besar daripada perkerasan kaku
- Konstruksi dan pengendalian mutu yang lebih mudah untuk area perkotaan tertutup termasuk jalan dengan beban lebih kecil
- Biaya pemeliharaan lebih rendah jika dikonstruksi dengan baik : keuntungan signifikan untuk area perkotaan dengan LHRT tinggi
- Pembuatan campuran yang lebih mudah (contoh, tidak perlu pencucian pasir).

Kerugiannya antara lain :

- Biaya lebih tinggi untuk jalan dengan lalu lintas rendah
- Rentan terhadap retak jika dikonstruksi diatas tanah dasar lunak
- Umumnya memiliki kenyamanan berkendara yang lebih rendah (manual desain perkerasan jalan).

## **2.7 Metode AASHTO 1993 (American Association of State Highway and Transportation Officials)**

### **2.7.1 Tanah**

Pada perkerasan kaku (beton), karena beton merupakan material yang kaku dengan modulus elastisitas tinggi dan ukuran tebal panel – panel beton sekitar 3,6 - 5 m, maka tekanan roda ke material di bawahnya menyebar pada kedalaman tanah - dasar yang lebih dalam (namun dengan intensitas tegangan yang rendah). Pada perkerasan kaku AASHTO menyarankan sifat – sifat daya dukung tanah – dasar (nilai modulus reaksi tanah – dasar  $k$ ) yang diperhatikan dalam perancangan tebal perkerasan adalah sampai kedalaman 3 m. Bila dalam interval 3 m tersebut dapat lapisan batuan keras, maka modulus reaksi tanah – dasar ( $k$ ) akan bertambah

### **2.7.2 Lapis Pondasi Bawah**

Lapis pondasi bawah adalah lapisan yang dihamparkan diantara tanah – dasar dan lapis pondasi. Secara tipikal, bahan lapis pondasi bawah terdiri dari material granuler dipadatkan (baik dirawat maupun tidak) atau lapisan tanah yang distabilisasi dengan bahan tambah tertentu. Dalam beberapa hal, lapis pondasi bawah dirawat atau dicampur dengan semen, aspal, kapur, abuterbang untuk menambah kekuatannya. Campuran – campuran tanah dengan semen portland atau kapur dalam beberapa hal juga dianjurkan, agar kestabilan struktur perkerasan maksimal. Kuat tekan minimum lapis pondasi yang distabilisasi umumnya disyaratkan  $7 \text{ N/mm}^2$  (7 Mpa).

Lantai kerja atau beton kurus dapat pula digunakan untuk material lapis pondasi untuk perkerasan kaku. Secara tipikal, beton kurus kering akan mempunyai kuat tekan  $10 \text{ N/mm}^2$  (10 Mpa).

### **2.7.3 Lalu Lintas**

Dalam perancangan perkerasan, diperlukan hitungan perancangan volume lalu-lintas pada periode waktu tertentu yang dinyatakan dalam istilah lalu-lintas rancangan (design traffic). Pertimbangan-pertimbangan yang harus diperhatikan, mencakup besarnya beban gandar, dan jumlah pengulangan beban atau jumlah beban gandar total.

Dalam perancangan perkerasan jalan baru, estimasi volume lalu lintas pada saat jalan dibuka pertama kali sangat penting. Untuk ini dibutuhkan data survei lalu-lintas. Dalam survei tersebut, dilakukan pencatatan kendaraan yang lewat untuk arah yang berbeda dengan memperhatikan kategori kendaraannya.

Dalam menentukan lalu-lintas rancangan (design traffic), maka diperlukan estimasi

- Volume dan komposisi lalu-lintas tahun pertama.
- Laju pertumbuhan lalu-lintas tahunan menurut tipe kendaraan.
- Distribusi arah lalu-lintas dan lajur rencana.
- Besarnya beban roda menurut tipe kendaraan.
- Jumlah aplikasi beban-beban roda dalam lajur lalu-lintas rencana

#### **2.7.4 Reliability**

Konsep reliability untuk perencanaan perkerasan didasarkan pada beberapa ketidakpastian (uncertainties) dalam proses perencanaan untuk meyakinkan alternatif-alternatif berbagai perencanaan. Tingkatan reliability ini yang digunakan tergantung pada volume lalu lintas, klasifikasi jalan yang akan direncanakan maupun ekspektasi dari pengguna jalan.

Reliability didefinisikan sebagai kemungkinan bahwa tingkat pelayanan dapat tercapai pada tingkatan tertentu dari sisi pandangan para pengguna jalan sepanjang umur yang direncanakan. Hal ini memberikan implikasi bahwa repetisi beban yang direncanakan dapat tercapai hingga mencapai tingkatan pelayanan tertentu.

Pengaplikasian dari konsep reliability ini diberikan juga dalam parameter standar deviasi yang mempresentasikan kondisi-kondisi lokal dari ruas jalan yang direncanakan serta tipe perkerasan antara lain perkerasan lentur ataupun perkerasan kaku. Secara garis besar pengaplikasian dari konsep reliability adalah sebagai berikut:

- a. Hal pertama yang harus dilakukan adalah menentukan klasifikasi dari ruas jalan yang akan direncanakan. Klasifikasi ini mencakup apakah jalan tersebut adalah jalan dalam kota (urban) atau jalan antar kota (rural).
- b. Tentukan tingkat reliability yang dibutuhkan dengan menggunakan tabel yang ada pada metoda perencanaan AASHTO'93. Semakin tinggi tingkat reliability yang dipilih, maka akan semakin tebal lapisan perkerasan yang

dibutuhkan.

- c. Satu nilai standar deviasi ( $S_o$ ) harus dipilih. Nilai ini mewakili dari kondisi-kondisi lokal yang ada. Berdasarkan data dari jalan percobaan AASHTO ditentukan nilai  $S_o$  sebesar 0.25 untuk rigid dan 0.35 untuk flexible pavement. Hal ini berhubungan dengan total standar deviasi sebesar 0.35 dan 0.45 untuk lalu lintas untuk jenis perkerasan rigid dan flexible.

### 2.7.5 Faktor Distribusi dan Lajur Rencana

Jumlah beban gandar ekuivalen merupakan jumlah total lalu-lintas dari seluruh lajur dari dua arah lintasan. Dalam perancangan, jumlah beban gandar ekuivalen tersebut harus didistribusikan menurut arah dan lajur-lajur. AASHTO (1993) menyarankan faktor distribusi arah (DD) bervariasi antara 0,3 – 0,7 (atau 30 - 70%), bergantung pada arah mana kendaraan berat lebih banyak lewat.

Lajur rencana merupakan salah satu lajur lalu-lintas dari suatu ruas jalan yang menampung lalu-lintas kendaraan niaga terbesar. Kendaraan niaga adalah kendaraan yang, mempunyai paling sedikit dua gandar yang setiap kelompok rodanya, paling tidak, mempunyai satu roda tunggal dengan berat total minimum 5 ton (50 Kn). Di Inggris beban kendaraan yang diperhatikan dalam hitungan ekuivalen beban adalah kendaraan niaga.

**Tabel 2. 1** Faktor distribusi lajur (DL) untuk perancangan perkerasan

Jumlah Lajur perarah	AASHTO (1993). Persen ESAL dalam lajur rencana (%)	Asphalt Institute (1991) Persen truck dalam lajur rencana (%)
1	100	100
2	80 – 100	90 (70-96)
3	60 – 80	80 (50-96)
4	50 - 75	80 (50-96)

Sumber : AASHTO 1993: II-9

**Tabel 2. 2** Jumlah lajur berdasarkan lebar perkerasan dan koefisien distribusi kendaraan niaga pada lajur rencana

Lebar Perkerasan ( $L_p$ )	Jumlah Lajur ( $n_1$ )	Koefisien Distribusi ( $D_D$ )	
		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	0,5
$8,25 \text{ m} \leq L_p < 11,25$ m	3 Lajur	0,50	0,475
$11,25 \text{ m} \leq L_p < 15,00$ m	4 Lajur	-	0,45

$15,00 \text{ m} \leq L_p < 18,75 \text{ m}$	5 Lajur	-	0.425
$18,75 \text{ m} \leq L_p < 22,00 \text{ m}$	6 Lajur	-	0,40

Sumber : AASHTO 1993 : II-27

### 2.7.6 Faktor 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 persamaan menurut sebagai berikut :

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

dimana :

R : Faktor pertumbuhan lalu lintas

i : persen pertumbuhan lalu lintas pertahun

n : Umur rancangan atau periode analisis

Apabila setelah waktu tertentu (nm-tahun) pertumbuhan lalu-lintas tidak terjadi lagi, maka R dapat dihitung dengan persamaan berikut :

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

dimana :

R : Faktor pertumbuhan lalu lintas

i : persen pertumbuhan lalu lintas pertahun

nm : Waktu tertentu dalam tahun, sebelum n selesai.

### 2.7.7 Lalu Lintas Rancangan Total

Langkah-langkah hitungan volume lalu-lintas rancangan total bisa bervariasi, dan bergantung pada data yang tersedia sebelumnya. Bila volume total kendaraan pada tahun pertama adalah (ESAL)<sub>0</sub>, dan konstanta pertumbuhan pada setiap tahun adalah i %, maka beban lajur rancangan untuk suatu periode analisis n tahun (atau umur rancangan n-tahun) dapat dihitung dengan menggunakan persamaan berikut :

$$(ESAL)_n = (ESAL)_0 \times R \times D_D \times D_L$$

Dimana :

(ESAL)<sub>n</sub> = ESAL pada sembarang tahun ke -n

(ESAL)<sub>0</sub> = ESAL pada tahun pertama saat jalan pertama kali dibuka

R = Faktor pertumbuhan lalu lintas

$D_D$  = Faktor distribusi lalu-lintas

$D_L$  = Faktor distribusi lajur

### 2.7.8 Koefisien Transfer Beban ( $J$ )

Koefisien transfer beban ( $J$ ) adalah faktor yang digunakan dalam perancangan perkerasan kaku untuk memperhitungkan kemampuan struktur perkerasan beton dalam mentransfer atau mendistribusikan beban yang melintas di atas sambungan atau retakan. Adanya alat transfer beban (seperti *dowel*), penguncian agregat dan adanya bahu jalan beton akan mempengaruhi nilai koefisien transfer beban ( $J$ ) tersebut. Umumnya nilai- $J$  pada kondisi kombinasi tertentu (misalnya, perkerasan beton bersambungan dengan bahu jalan diikat) bertambah bila volume lalu-lintas bertambah, karena transfer beban agregat berkurang bila pengulangan beban bertambah. **Tabel 2.3** menunjukkan nilai-nilai  $J$  yang disarankan oleh AASHTO (1993). Untuk perkerasan kaku bersambungan tanpa dilengkapi alat transfer beban pada sambungannya, direkomendasikan  $J = 3,8 - 4$  (AASHTO 1993). Dalam pertimbangan pemilihan nilai  $J$ , maka nilai-nilai yang lebih tinggi harus digunakan bila modulus reaksi tanah-dasar ( $k$ ) rendah, koefisien termal dan variasi perubahan temperatur tinggi.

**Tabel 2. 3** Koefisien transfer beban ( $J$ )

Bahu Jalan	Aspal		Pelat beton semen Portland terikat	
	Ya	Tidak	Ya	Tidak
Alat transfer beban				
Tipe Perkerasam :				
Perkerasan beton tak bertulang bersambung (JPCP) dan bertulang bersambung (JRCP)	3,2	3,8 - 4,4	2,5 - 3,3	3,6 - 4,2
Perkerasan beton bertulang bersambung (CRCP)	2,9 - 3,2	N/A	2,3 - 2,9	N/A

Sumber : AASHTO 1993 : II-27

Keterangan :

N/A : not applicable, not available, atau no answer. Singkatan ini digunakan untuk menunjukkan informasi kosong pada sebuah sel tabel karena tidak diperlukan atau memang tidak ada.

### 2.7.9 Penentuan Tebal Pelat Beton ( $D$ )

Dalam perancangan tebal perkerasan beton, perlu dipilih kombinasi yang paling optimum/ekonomis dari tebal pelat beton dan lapis pondasi bawah. Penentuan tebal perkerasan beton dapat ditentukan dengan persamaan:

$$\text{Log}W_{18} = (R_r \times S_o) + 7,36 \text{Log}_{10}(D + 1) - 0,06 + \frac{\text{Log}_{10}\left(\frac{\Delta\text{PSI}}{4,5-1,5}\right)}{1 + \frac{1,624 \times 10^7}{(D+1)^{8,46}}} +$$

$$(4,22 - 0,32 \times P_t) \times \text{Log}_{10} \frac{S_c \times C_d [D^{0,75} - 1,132]}{215,63 \times J [D^{0,75} + \frac{18,42}{(EC/K)^{0,25}}]}$$

Dengan :

$W_{18}$  : Lalu-lintas rancangan (ESAL)

$Z_R$  : Deviasi standar normal

$S_0$  : Standar deviasi keseluruhan

$D$  : Tebal pelat beton (in.)

$\Delta\text{PSI}$  : Kehilangan kemampuan pelayanan =  $P_o - P_t$

$P_o$  : Indeks kemampuan pelayanan awal 13

$P_t$  : Indeks kemampuan pelayanan akhir

$S_c$  : Kuat lentur beton (psi)

$C_d$  : Koefisien drainase

$J$  : Koefisien transfer beban

$E_c$  : Modulus elastisitas beton (psi)

$K$  : Modulus reaksi tanah dasar (pci)

Perancangan tebal perkerasan beton harus dilakukan melalui proses iterasi. Hal ini karena hitungan tebal pelat beton  $D$  bergantung pada  $W_{18}$ , sedangkan faktor-faktor ekivalen beban juga bergantung pada  $D$ . Jika, tebal perkerasan beton diperoleh pecahan, maka pembulatan ke atas dilakukan pada nilai pendekatan  $\frac{1}{2}$  in. (AASHTO 1993). Contohnya, bila dari hasil hitungan diperoleh  $D = 10,25$  in., maka dibulatkan menjadi  $D = 10,5$  in.

## 2.7.10 Tata Cara Perencanaan Penulangan

### 2.7.10.1 Tulangan Pengikat

Penulangan pengikat adalah batang tulangan baja ulir yang digunakan untuk menjaga agar ujung-ujung pelat beton yang berdampingan tetap dalam kontak yang

baik antara satu dengan yang lain dan membantu terjadinya ikatan sempurna antar sambungan.

Menurut Florida Departement of Transporation (2009), luas penampang tulangan dapat dihitung dengan persamaan berikut :

$$AS = \frac{W.D.F.L}{f_s}$$

dimana :

As : jumlah tulangan per satuan lebar

F : koefisien gesek antara dasar pelat dan permukaan lapis pondsi bawah atau tanah-dasar

W : berat volume pelat beton

D : tebal pelat beton

L : lebar lajur

$f_s$  : tegangan ijin tulangan baja

untuk sambungan memanjang, L = lebar jalur dari 2 atau 3 lajur perkerasan. Bila perkerasan terdiri dari 4 lajur, L = lebar jalur untuk dua sambungan terluar, dua kali lebar jalur untuk sambungan dalam.

Koefisien gesek antar pelat beton dan material dibawahnya yang disarankan oleh AASHTO (1993), Koefisien gesekan antara plat beton dengan lapisan dibawahnya dapat dilihat pada **Tabel 2.4**.

**Tabel 2. 4** Koefisien gesek (F) antara pelat beton dan material dibawahnya.

Tipe material di bawah pelat beton	Faktor Gesekan (F)
Permukaan dirawat	2,2
Stabilitas kapur	1,8
Stabilitas aspal	1,8
Stabilitas semen	1,8
Koral sungai	1,5
Batu pecah	1,5
Batu pasir	1,2
Tanah dasar asli	0,9

Sumber : AASHTO 1993 : II-28

### 2.7.10.2 Perancangan Tulangan Memanjang dan Melintang

Menurut AASHTO 1993 tulangan memanjang atau melintang yang dibutuhkan pada perkerasan beton bertulang bersambungan (JRCP) dihitung dari persamaan berikut :

$$P_s = \frac{LFW}{2f_s} \times 100$$

dimana :

$P_s$  : Persentase luas tulangan memanjang yang dibutuhkan terhadap luas penampang beton (%)

$F$  : Faktor gesekan antara pelat dan material di bawahnya

$L$  : Panjang pelat beton (arah memanjang jalan) ft 15

$f_s$  : Tegangan ijin baja tulangan (psi)

$W$  : Berat volume beton

Persentase minimum dari tulangan memanjang pada perkerasan beton menerus adalah 0.6% luas penampang beton. Jumlah optimum tulangan memanjang, perlu dipasang agar jarak dan lebar retakan dapat dikendalikan. Untuk menjamin agar didapat retakan-retakan yang halus dan jarak antara retakan yang optimum, maka :

- Persentase tulangan dan perbandingan antara keliling dan luas tulangan harus besar

Perlu menggunakan tulangan ulir (*deformed bars*) untuk memperoleh tegangan lekat yang lebih tinggi. Jarak retakan teoritis yang dihitung dengan persamaan di atas harus memberikan hasil antara 150 dan 250 cm. Jarak antar tulangan 100 mm - 225 mm. Diameter batang tulangan memanjang berkisar antara 12 mm dan 20 mm.

Sambungan dibuat atau ditempatkan pada perkerasan beton, dimaksudkan untuk menyiapkan tempat muai dan susut beton akibat terjadinya tegangan yang disebabkan : perubahan lingkungan (suhu dan kelembaban), gesekan dan keperluan konstruksi (pelaksanaan).

Sambungan dan perkerasan beton, umumnya terdiri dari 3 jenis, yang fungsinya sebagai berikut :

- Sambungan Susut, atau sambungan pada bidang yang diperlemah (*dummy*) dibuat untuk mengalihkan tegangan tarik akibat : suhu, kelembaban, gesekan 16 sehingga akan mencegah retak. Jika sambungan susut tidak dipasang, maka akan terjadi retak acak pada permukaan beton.
- Sambungan Muai, merupakan sambungan yang berfungsi untuk menyiapkan ruang muai pada perkerasan, sehingga mencegah terjadinya tegangan tekan yang akan menyebabkan perkerasan tertekuk.
- Sambungan Konstruksi (pelaksanaan), diperlukan untuk kebutuhan konstruksi (berhenti dan mulai pengecoran). Jarak antara sambungan memanjang disesuaikan dengan lebar alat atau mesin panghampar (*paving machine*) dan oleh tebal perkerasan. Selain tiga jenis sambungan tersebut, jika pelat perkerasan cukup lebar ( $> 7\text{m}$ , kapasitas alat), maka diperlukan sambungan ke arah memanjang yang berfungsi sebagai penahan gaya lenting (*warping*) yang berupa sambungan engsel, dengan diperkuat ikatan batang pengikat (*tie bar*).

#### 2.7.11 Jenis Sambungan

Sambungan dibuat atau ditempatkan pada perkerasan beton, dimaksudkan untuk menyiapkan tempat muai dan susut beton akibat terjadinya tegangan yang disebabkan : perubahan lingkungan (suhu dan kelembaban), gesekan dan keperluan konstruksi (pelaksanaan).

Sambungan dan perkerasan beton, umumnya terdiri dari 3 jenis, yang fungsinya sebagai berikut :

- Sambungan Susut, atau sambungan pada bidang yang diperlemah (*dummy*) dibuat untuk mengalihkan tegangan tarik akibat : suhu, kelembaban, gesekan 16 sehingga akan mencegah retak. Jika sambungan susut tidak dipasang, maka akan terjadi retak acak pada permukaan beton.
- Sambungan Muai, merupakan sambungan yang berfungsi untuk menyiapkan ruang muai pada perkerasan, sehingga mencegah terjadinya tegangan tekan yang akan menyebabkan perkerasan tertekuk.
- Sambungan Konstruksi (pelaksanaan), diperlukan untuk kebutuhan konstruksi (berhenti dan mulai pengecoran). Jarak antara sambungan

memanjang disesuaikan dengan lebar alat atau mesin panghampar (*paving machine*) dan oleh tebal perkerasan. Selain tiga jenis sambungan tersebut, jika pelat perkerasan cukup lebar (> 7m, kapasitas alat), maka diperlukan sambungan ke arah memanjang yang berfungsi sebagai penahan gaya lenting (*warping*) yang berupa sambungan engsel, dengan diperkuat ikatan batang pengikat (*tie bar*).

### 2.7.12 Ruji (Dowel)

Dowel adalah batang baja yang berfungsi sebagai alat penyalur beban antara dua pelat yang berdmping. Dowel berfungsi sebagai penyalur beban pada sambungan, yang dipasang dengan separuh panjang terikat dan separuh panjang dilumasi atau dicat untuk memberikan kebebasan bergeser. Menurut Florida Departement of Transporation, 2009, jarak, panjang dan diameter *dowel* pada **Tabel 2.5**.

**Tabel 2. 5** jarak, panjang dan diameter dowel yang disarankan

Tebal perkerasan beton (D) (mm)	Diameter dowel (mm)
150 – 170	20
180 – 190	25
200 – 270	30
>280	40
Jarak dowel 300 mm Panjang dowel 450 mm	

Sumber : AASHTO 1993 : II-35

### 2.7.13 Batang Pengikat (*Tie Bar*)

Batang pengikat adalah potongan baja yang diprofilkan yang dipasang pada sambungan lidah-alur dengan maksud untuk mengikat pelat agar tidak bergerak horizontal. Batang pengikat dipasang pada sambungan memanjang. Untuk menentukan dimensi batang pengikat, menurut AASHTO *Guide for Design of pavement structures* 1993, dapat digunakan grafik pada **Gambar 2.2** dan sebagai berikut :

$$I = 2 \left( \frac{Asfs}{Uas} \right) + \delta$$

Dengan :

I : Panjang tie bar

$A_s$  : Luas tampang tie bar

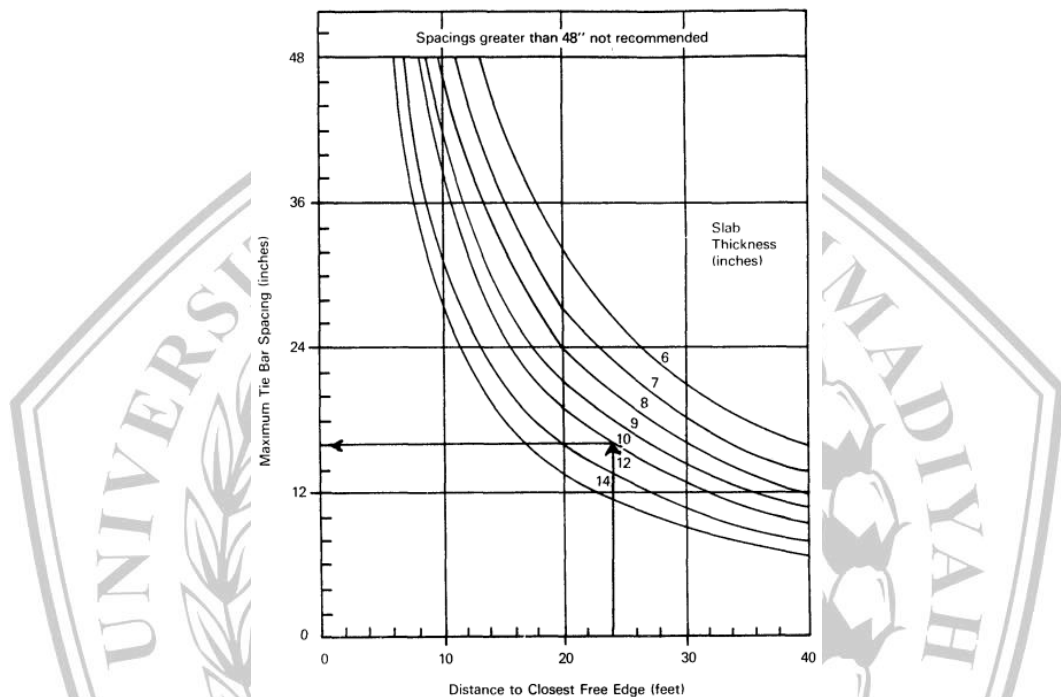
$F_s$  : Tegangan tarik ijin tie bar

$U_a$  : Tegangan lekat ijin

$d$  : Diameter tie bar

$S$  : Keliling tulanga tie bar

$\delta$  : Jarak kelonggaran



**Gambar 2. 2** Jarak maksimum tie-bar diameter  $\frac{1}{2}$  in. Grade 40 ( $f_s = 30.000$  psi,  $F = 1,5$ ) (AASHTO,1993 : II-63)

## 2.8 Metode Bina Marga

### 2.8.1 Tanah Dasar

Daya dukung tanah dasar ditentukan dengan pengujian CBR sesuai dengan SNI 03-1731-1989 atau CBR laboratorium sesuai dengan SNI 03- 1744-1989, masing-masing untuk perencanaan tebal perkerasan lama dan perkerasan jalan baru. Apabila tanah dasar mempunyai nilai CBR lebih kecil dari 2 %, maka harus dipasang pondasi bawah yang terbuat dari beton kurus (lean-mix concrete) setebal 15 cm yang dianggap mempunyai nilai CBR tanah dasar efektif 5 %.

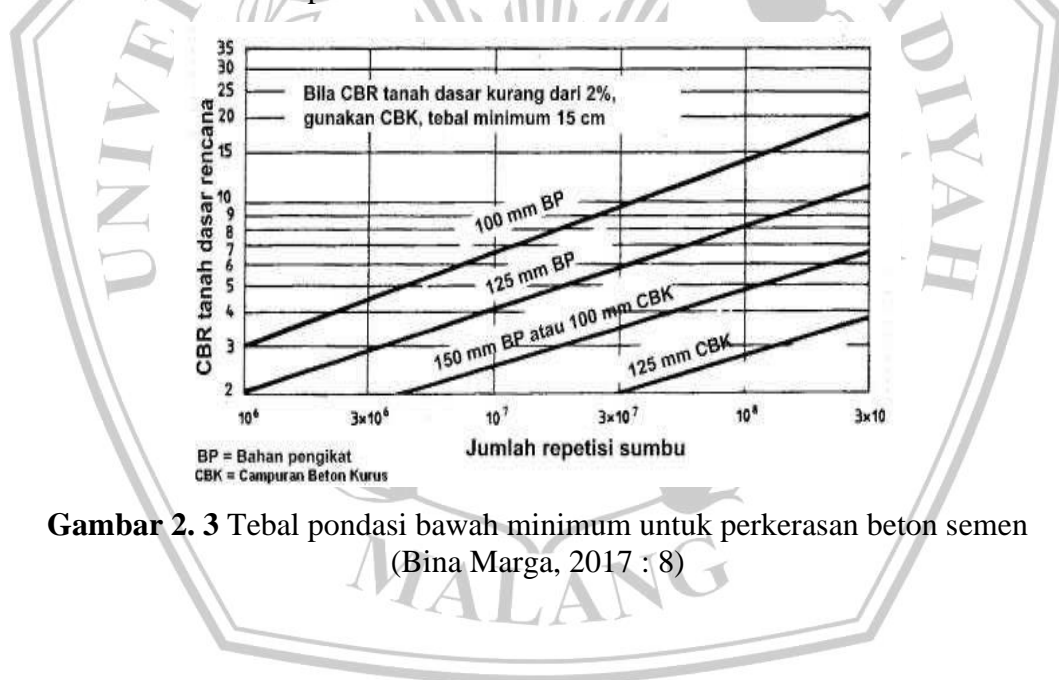
### 2.8.2 Pondasi Bawah

Bahan pondasi bawah dapat berupa :

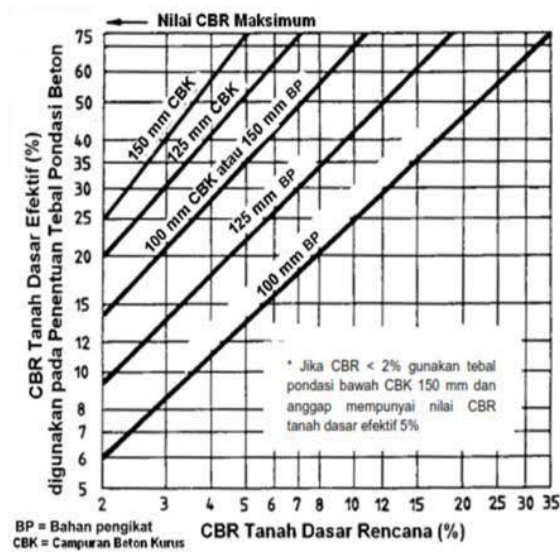
- Bahan berbutir.

- Stabilisasi atau dengan beton kurus giling padat (*lean rolled concrete*)
- Campuran beton kurus (*lean-mix concrete*).

Lapis pondasi bawah perlu diperlebar sampai 60 cm diluar tepi perkerasan beton semen. Untuk tanah ekspansif perlu pertimbangan khusus perihal jenis dan penentuan lebar lapisan pondasi dengan memperhitungkan tegangan pengembangan yang mungkin timbul. Pemasangan lapis pondasi dengan lebar sampai ke tepi luar lebar jalan merupakan salah satu cara untuk mereduksi perilaku tanah ekspansif. Tebal lapisan pondasi minimum 10 cm yang paling sedikit mempunyai mutu sesuai dengan SNI No. 03-6388- 2000 dan AASHTO M-155 serta SNI 03-1743-1989. Bila direncanakan perkerasan beton semen bersambung tanpa ruji, pondasi bawah harus menggunakan campuran beton kurus (CBK). Tebal lapis pondasi bawah minimum yang disarankan dapat dilihat pada **Gambar 2.3** dan CBR tanah dasar efektif didapat dari **Gambar 2.4**.



**Gambar 2.3** Tebal pondasi bawah minimum untuk perkerasan beton semen  
(Bina Marga, 2017 : 8)



**Gambar 2. 4** CBR tanah dasar efektif dan tebal pondasi bawah (Bina Marga, 2017 : 8)

### 2.8.3 Beton Semen

Kekuatan beton harus dinyatakan dalam nilai kuat tarik lentur (flexural strength) umur 28 hari, yang didapat dari hasil pengujian balok dengan pembebanan tiga titik (ASTM C-78) yang besarnya secara tipikal sekitar 3–5 MPa (30-50 kg/cm<sup>2</sup>). Kuat tarik lentur beton yang diperkuat dengan bahan serat penguat seperti serat baja, aramit atau serat karbon, harus mencapai kuat tarik lentur 5–5,5 MPa (50-55 kg/cm<sup>2</sup>). Kekuatan rencana harus dinyatakan dengan kuat tarik lentur karakteristik yang dibulatkan hingga 0,25 MPa (2,5 kg/cm<sup>2</sup>) terdekat.

Menurut Departement Permukiman dan Prasarana Wilayah (2017 : 10), hubungan antara kuat tekan karakteristik dengan kuat tarik-lentur beton dapat ditentukan dengan persamaan berikut :

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

$$f_{cf} = 3,13 K (f_c')^{0,50} \text{ dalam kg/cm}^2$$

dimana :

$f_c'$  : Kuat tekan beton karakteristik 28 hari (kg/cm<sup>2</sup>)

$f_{cf}$  : Kuat tarik lentur beton 28 hari (kg/cm<sup>2</sup>)

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

Kuat tarik lentur dapat juga ditentukan dari hasil uji kuat tarik belah beton yang dilakukan menurut SNI 03-2491-1991 sebagai berikut :

$$f_{cf} = 1,37 f_{cs} \text{ dalam MPa}$$

$$f_{cf} = 13,44 f_{cs} \text{ dalam kg/cm}^2$$

dimana :

$f_{cs}$  : Kuat tarik belah beton 28 hari

Beton dapat diperkuat dengan serat baja (*steel-fibre*) untuk meningkatkan kuat tarik lenturnya dan mengendalikan retak pada pelat khususnya untuk bentuk tidak lazim. Serat baja dapat digunakan pada campuran beton, untuk jalan plaza tol, putaran dan perhentian bus. Panjang 22 serat baja antara 15 mm dan 50 mm yang bagian ujungnya melebar sebagai angker dan/atau sekrup penguat untuk meningkatkan ikatan. Secara tipikal serat dengan panjang antara 15 dan 50 mm dapat ditambahkan ke dalam adukan beton, masing-masing sebanyak 75 dan 45 kg/m<sup>3</sup>. Semen yang akan digunakan untuk pekerjaan beton harus dipilih dan sesuai dengan lingkungan dimana perkerasan akan dilaksanakan.

#### 2.8.4 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 *Benefit Cost 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.

#### 2.8.5 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 persamaan menurut Departement Permukiman dan Prasarana Wilayah (2017 : 11), 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)

Faktor pertumbuhan lalu-lintas ( R ) dapat juga ditentukan berdasarkan **Tabel 2.6** dengan menggunakan umur rencana dan laju pertumbuhan pertahun.

**Tabel 2. 6** Faktor Pertumbuhan Lalu lintas

Umur Rencana (Tahun)	Lajur Pertumbuhan (i) per tahun (%)					
	0	2	4	6	8	10
5	5	5,2	5,4	5,6	5,9	6,1
10	10	10,9	12	13,2	14,5	15,9
15	15	17,3	20	23,3	27,2	31,8
20	20	24,3	29,8	36,8	45,8	57,3
25	25	32	41,6	54,9	73,1	98,3
30	30	40,6	56,1	79,1	113,3	164,5
35	35	50	73,7	111,4	172,3	271
40	40	60,4	95	154,8	259,1	442,6

Sumber : Bina Marga, 2017 : 11

Menurut Departement Permukiman dan Prasarana Wilayah (2017 : 11), apabila setelah waktu tertentu (URm tahun) pertumbuhan lalu-lintas tidak terjadi lagi, maka R dapat dihitung dengan persamaan berikut :

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

dimana :

R : Faktor pertumbuhan lalu lintas

i : Laju pertumbuhan lalu lintas per tahun dalam %.

URm : Waktu tertentu dalam tahun, sebelum UR selesai.

### 2.8.6 Lalu Lintas Rencana

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.

Menurut Departement Permukiman dan Prasarana Wilayah (2017 : 12), jumlah sumbu kendaraan niaga selama umur rencana dihitung dengan persamaan berikut :

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

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 dari besarnya tergantung dari pertumbuhan lalu lintas tahunan dan umur rencana.

C : Koefisien distribusi kendaraan

### 2.8.7 Faktor Keamanan Beban

Pada penentuan beban rencana, beban sumbu dikalikan dengan faktor keamanan beban ( $F_{KB}$ ). Faktor keamanan beban ini digunakan berkaitan adanya berbagai tingkat realibilitas perencanaan seperti terlihat pada **Tabel 2.7**.

**Tabel 2.7** Faktor Keamanan Beban ( $F_{KB}$ )

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 survai beban (weight-in-motion) dan adanya kemungkinan route alternatif,	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 : Departement Permukiman dan Prasarana Wilayah, 2017 : 12

### 2.8.8 Sambungan

Sambungan pada perkerasan beton semen ditujukan untuk :

- Membatasi tegangan dan pengendalian retak yang disebabkan oleh penyusutan, pengaruh lenting serta beban lalu-lintas.
- Memudahkan pelaksanaan.
- Mengakomodasi gerakan pelat.

Pada perkerasan beton semen terdapat beberapa jenis sambungan antara lain :

- Sambungan memanjang
- Sambungan melintang
- Sambungan isolasi

Semua sambungan harus ditutup dengan bahan penutup (joint sealer), kecuali pada sambungan isolasi terlebih dahulu harus diberi bahan pengisi (joint filler) (Pd-T-14-2003).

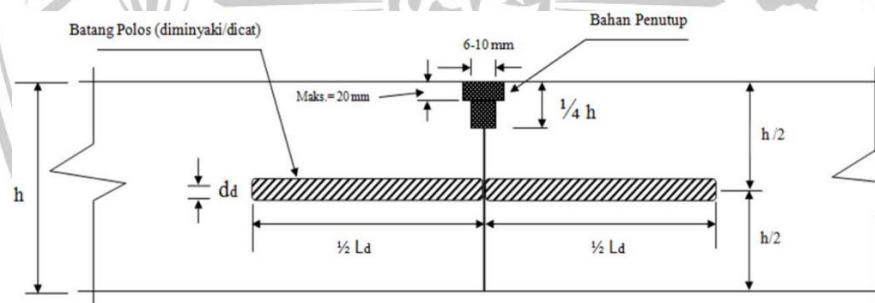
### 2.8.9 Dowel (*Ruji*)

Dowel berupa batang baja tulangan polos maupun profil, yang digunakan sebagai sarana penyambung/pengikat pada beberapa jenis sambungan pelat beton perkerasan jalan. Dowel berfungsi sebagai penyalur beban pada sambungan yang dipasang dengan separuh panjang terikat dan separuh panjang dilumasi atau dicat untuk memberikan kebebasan bergeser. Ukuran dan jarak batang dowel (ruji) di sajikan pada **Tabel 2.8** dan **Gambar 2.5** Sambungan Melintang Dengan Dowel.

**Tabel 2. 8** Tabel Ukuran dan jarak batang dowel (ruji) yang disarankan

Tebal Pelat Perkerasan		Dowel					
		Diameter		Panjang		Jarak	
Inchi	mm	Inchi	mm	Inchi	mm	Inchi	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 <td 300	
14	350	$1 \frac{1}{2}$	38	18	450	12	300

Sumber : Alamsyah, Alik A. 2001 : 37



**Gambar 2. 5** Sambungan Melintang Dengan Dowel

Keterangan :

Ld : Panjang Batang Dowel

dd : Diameter Batang Dowel

h : Tebal Plat Perkerasan

### 2.8.10 Tie Bar

Batang pengikat adalah potongan baja yang diprofilkan yang dipasang pada sambungan lidah-alur dengan maksud untuk mengikat pelat agar tidak bergerak horisontal. Batang pengikat dipasang pada sambungan memanjang. Ukuran dan jarak

