

# **BAB 1**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Perkembangan pembangunan Rokan Hulu saat ini sangat maju, salah satu yang berperan penting dalam hal tersebut adalah sarana transportasi jalan raya. Jalan raya dapat meningkatkan kegiatan perekonomian yang ada di suatu tempat karena membantu orang untuk pergi atau mengirim barang lebih cepat ke suatu tujuan. dengan keberadaan jalan raya, komoditi dapat mengalir ke pasar setempat dan hasil ekonomi dari suatu tempat dapat dijual kepada pasaran di luar wilayah tersebut. Selain itu, jalan raya juga dapat mengembangkan perekonomian di sepanjang lintasannya. Jalan raya di rokan Hulu pada saat ini telah mengalami perkembangan yang pesat, hal tersebut dapat terlihat saat ini semakin banyak pembangunan-pembangunan jalan baru maupun upaya peningkatan kualitas jalan yang sudah ada.

Perkerasan kaku adalah salah satu jenis perkerasan yang digunakan di Indonesia, perkerasan kaku (*rigid pavement*) terdiri dari pelat beton semen (*Portland*) yang terletak langsung di atas tanah dasar, atau di atas lapisan material *granular (subbase)* yang berada di atas tanah dasar. *FHWA* (2006) mendefinisikan perkerasan kaku merupakan perkerasan yang terdiri dari pelat beton semen *Portland* yang dibangun di atas lapis pondasi (*base*) yang posisinya berada di atas tanah dasar. Menurut Fitriana (2014), Perkerasan kaku adalah perkerasan yang menggunakan semen sebagai bahan ikat sehingga mempunyai tingkat kekakuan yang relatif cukup tinggi.

Menurut Departemen Pekerjaan Umum (2007), Kerusakan jalan disebabkan oleh empat hal utama, yakni material konstruksi, lalu lintas, iklim dan air. Menurut survei yang dilakukan oleh Dinas Pekerjaan Umum Provinsi Riau, 45% kerusakan jalan yang ada di Riau disebabkan oleh beban berlebih dari kendaraan. Beban sumbu kendaraan yang diizinkan untuk melewati jalan adalah seberat 8 ton. namun pada kenyataannya beban sumbu kendaraan yang melewati jalan umumnya melebihi 75% dari berat yang diizinkan. (Firdaus,1999)

Banyaknya volume kendaraan berat di daerah Rokan Hulu, seperti kendaraan pengangkut buah kelapa sawit sangat berpengaruh terhadap kinerja perkerasan rigid.

Salah satu penyebab muatan berlebih masih terjadi adalah karena lemahnya penegakan hukum terhadap pelaku pelanggaran muatan berlebih, sedangkan peningkatan kerusakan jalan yang terjadi lebih besar dari kemampuan pendanaan yang tersedia untuk penanganan jalan.

Berdasarkan latar belakang di atas, maka perlu dilakukan analisis pengaruh kendaraan berat terhadap kinerja perkerasan rigid, khususnya pada perkerasan kaku pada Jalan Sei Kuning, Rambah Samo

## **1.2 Rumusan Masalah**

Rumusan masalah yang ada pada penelitian ini adalah :

1. Mengevaluasi kinerja perkerasan rigid jalan Sei Kuning, Rambah Samo.
2. Memprediksi umur perkerasan rigid jalan Sei Kuning, Rambah Samo.

## **1.3 Tujuan dan Manfaat**

Tujuan dari penelitian

1. Menentukan kinerja perkerasan rigid.
2. Dapat mengetahui umur perkerasan rigid.

Manfaat dalam penelitian.

1. Dapat mengetahui kondisi struktur perkerasan.
2. Dapat mengetahui perencanaan pemeliharaan perkerasan rigid.

#### **1.4 Batasan Masalah**

Agar penelitian ini lebih terarah, terfokus, dan menghindari pembahasan menjadi terlalu luas, maka penulis perlu membatasinya. Adapun batasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Penelitian dilakukan pada perkerasan Jalan rigid Sei Kuning, Kecamatan Rambah Samo, Kabupaten Rokan Hulu.
2. Pengambilan data LHR dilakukan 1 x 24 jam
3. Data LHR 2020
4. Data perkerasan Rigid
5. Metode analisa yang di gunakan *AASHTO* 1993

## **BAB II TINJAUAN PUSTAKA**

### **2.1 Penelitian Terdahulu**

Beberapa penelitian terdahulu yang di jadikan literatur penyusunan penelitian ini :

#### **2.1.1. I Wayan Wiraga(2014)**

Dari penelitian terdahulu yang berjudul Evaluasi Terhadap Kinerja Perkerasan Rigid, metode yang digunakan uji SPT Bina Marga, Perkerasan beton pada persimpangan Dewa Ruci Kuta dibangun pada anggaran tahun 2012 sampai 2013. Perkerasan beton ini sebagian dibangun diatas box culvert. Jalan beton ini merupakan jalan beton tanpa tulangan. Box Culvert berada di atas permukaan tanah lunak. Ketebalan lapisan tanah lunak pada lokasi ini mencapai 17 meter. Telah terjadi retak memanjang pada ruas jalan arah sunset road sebelah kiri dan kanan jalan. Retak memanjang tersebut tepat berada pada permukaan jalan di atas box culvert. Kejadian ini ditenggarai akibat terjadinya penurunan pada box culvert. Hal ini sudah menyalahi konsep jalan beton yang harus berada di atas permukaan yang stabil. Solusi sementara untuk mengatasi retak ini adalah dengan menutup retak dengan silent dari bahan aspal. Apabila penurunan terus terjadi sampai mengganggu lalu lintas, maka terpaksa harus di *overlay* dengan lapisan aspal. Pada beberapa tempat di persimpangan Dewa Ruci, permukaan perkerasan tekstur permukaannya sudah tidak ada begitu jalan mulai dioperasikan. Yang tampak justru permukaan agregat kasar dan kondisi ini sebagian sudah ditutup dengan lapisan aspal tipis. Hal ini diperkirakan akibat mutu beton yang tidak sesuai dengan spesifikasi sehingga terjadi keausan permukaan.

#### **2.1.2. Leo Sentosa(2013)**

Dari penelitian terdahulu yang berjudul Analisa Dampak Beban *Overloading* kendaraan Pada Struktur Rigid, metode yang digunakan perhitungan AASHTO 1993, Sebagai salah satu jalan negara, Jalan Lintas Timur Sumatera memiliki peran penting dalam pengembangan perekonomian nasional. Terutama pada ruas

Lago - Sorek, ada beberapa daerah industri seperti pabrik pulp dan kertas, serta minyak sawit mentah (CPO). Masalah yang berulang kali terjadi adalah kerusakan jalan dan pengurangan umur layan perkerasan jalan, hal ini sering disebabkan oleh kelebihan beban kendaraan. Evaluasi perkerasan kaku dilakukan pada ruas jalan Lago - Sorek di Km 77-78. Untuk mengevaluasi struktur perkerasan kaku digunakan metode AASHTO 1993. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sumbu beban kendaraan lebih dari 17,98% melebihi beban gandar maksimum. Jika dihitung dengan kondisi overload maka terjadi penurunan umur sebesar 8 tahun dari 20 tahun umur rencana. Jika dihitung menggunakan persamaan kehidupan Sisa dari, AASHTO 1993 penurunan dalam kehidupan pelayanan usia 25,94%. Jika di hitung menggunakan persamaan Remaining life dari AASHTO 1993, terjadi pengurangan umur layan sebesar 25,94%.

### **2.1.3. Gustaf Gautama(2017)**

Dari penelitian terdahulu yang berjudul Efektifitas Penggunaan Rigid Pavement, metode yang digunakan AASHTO 1993, Beton merupakan suatu campuran yang berisi pasir, kerikil dan agregat lainnya yang dicampurkan dengan semen serta air sehingga membentuk suatu massa yang menyerupai batu. Dalam bidang transportasi, beton dapat digunakan sebagai bahan konstruksi perkerasan yang dikenal dengan perkerasan kaku (rigid pavement). Rigid pavement ini dapat digunakan sebagai salah satu alternatif dalam mengatasi keadaan tanah dasar yang kurang baik dan besarnya beban yang bekerja. Dalam hal ini dibutuhkan bahan konstruksi beton yang mampu menahan beban tersebut. Oleh karena itu, pada pelaksanaan pembangunan jalan tol Bakauheuni – Terbanggi Besar (sta 140+000 s/d sta 140+400) sangat efektif menggunakan konstruksi perkerasan jalan *Rigid Pavement* baik pada tahapan pekerjaan, kekuatan maupun dari segi ekonomisnya.

### **2.1.4. Fiky Apriyadi (2018)**

Dari penelitian terdahulu yang berjudul Studi Tingkat Perkerasan Kaku Jalan Dan Tingkat Efisiensi Jalan , dengan metode yang digunakan *AASHTO* (1993), *NAASRA* (2004), dan *BinaMarga* (1987). Jalan Diponegoro, Cilacap, Jawa Tengah

merupakan jalur utama yang menghubungkan beberapa provinsi, kota dan kabupaten di wilayah selatan Jawa. Jalan tersebut banyak dilalui kendaraan berat muatan barang, sehingga berpotensi sering terjadi pelanggaran muatan berlebih. Muatan berlebih berpotensi berpengaruh terhadap kondisi perkerasan jalan yang telah direncanakan. Dengan adanya permasalahan tersebut, maka penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh muatan berlebih pada kendaraan berat terhadap kondisi jalan, yaitu mencakup *vehicle damage factor*, umur rencana dan kebutuhan tebal perkerasan. Data yang digunakan menggunakan data sekunder berupa data berat kendaraan aktual dari jembatan timbang Wanareja, LHR, tebal perkerasan eksisting, dan umur rencana jalan dari P2JN, kemudian perhitungan presentase nilai *VDF* akibat muatan berlebih dan penurunan umur rencana menggunakan nilai *vehicle damage factor* metode *AASHTO* (1993), *NAASRA* (2004), dan Bina Marga (1987). Kemudian perhitungan kebutuhan tebal perkerasan dengan metode modifikasi *AASHTO* (1993). Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa secara keseluruhan pengaruh muatan berlebih aktual kendaraan berat semakin besar persentase muatan berlebih yang terjadi dapat menurunkan umur rencana dan meningkatkan kebutuhan tebal perkerasan yang dibutuhkan.

#### **2.1.5. Rian Trikomara(2015)**

Dari penelitian terdahulu yang berjudul Umur Rencana Perkerasan kaku, dengan metode yang digunakan *AASHTO* 1993, Jalan tol Solo – Kertosono merupakan salah satu bagian jalan tol Trans Jawa yang saat ini masih dalam tahap pembangunan. Pembangunan jalan tol ini menggunakan perkerasan kaku (*rigid pavement*). Perkerasan kaku adalah perkerasan yang menggunakan semen sebagai bahan ikat sehingga mempunyai tingkat kekakuan yang relatif cukup tinggi.

Penelitian ini dilakukan karena adanya beberapa hambatan yang terjadi mengakibatkan tertundanya pekerjaan pembangunan hingga saat ini (2015) yang awalnya dijadwalkan selesai pada tahun 2014. Penundaan pekerjaan dapat menyebabkan terjadinya perubahan data lapangan, terutama data lalu lintas harian, yang menyebabkan perubahan pada desain perencanaan. Hasil analisa tebal

perkerasan yang baru nantinya dapat digunakan sebagai data pembandingan dan dapat digunakan sebagai alternatif untuk menyelesaikan masalah yang ada. digunakan Metode AASHTO 1993 sebagai pembandingan hasil perencanaan.

Hasil yang diperoleh dari penelitian ini adalah perencanaan perkerasan kaku (rigid pavement) menggunakan jenis perkerasan beton semen bersambung tanpa tulangan. Struktur perkerasan beton direncanakan dengan menggunakan ketebalan 300 mm atau 30,0 cm, disesuaikan dengan perhitungan perencanaan tebal perkerasan dengan menggunakan metode Manual Desain Perkerasan Jalan 2013. Sedangkan untuk pondasi bawah menggunakan lapis pondasi agregat kelas A dengan tebal 15 cm. Lebar pelat sebesar 2 x 3,6 m per lajur dengan panjang 5 m. Sambungan susut dipasang setiap jarak 5 m dengan diameter 36 mm, panjang 45 cm, dan jarak antar dowel 30 cm. Batang pengikat (tiebar) digunakan baja ulir dengan diameter 16 mm, panjang 70 cm, dan jarak antar batang pengikat 75 cm. Berdasarkan Metode AASHTO didapatkan hasil tebal pelat beton 28 cm dengan menggunakan Lapis Pondasi LMC (Lean-Mix Concrete) 10 cm dan juga Lapis pondasi Agregat Kelas A 15 cm.

## **2.2 Keaslian Penelitian**

Adapun perbedaan penelitian ini dengan penelitian yang terdahulu adalah sebagai berikut.

1. Kelas jalan yang ditinjau ialah kelas III B rigid.
2. Alat yang di pergunakan ialah alat labor teknik sipil.
3. Jalan yang ditinjau adalah Jalan Sei Kuning, Rambah Samo.
4. Data primer yang di dapat berasal dari tempat penelitian, data LHR 2020 dan data DCP.

## **BAB III LANDASAN TEORI**

### **3.1 Perkerasan Jalan**

Perkerasan jalan adalah campuran antara agregat dan bahan pengikat yang digunakan untuk melayani beban lalu lintas. Agregat yang dipakai adalah batu pecah atau batu belah atau batu kali ataupun bahan lainnya. Bahan ikat yang dipakai adalah aspal, semen ataupun tanah liat. Fungsi utama perkerasan adalah menyebarkan beban roda kendaraan ke area permukaan tanah dasar yang lebih luas dibandingkan luas kontak roda dan perkerasan, sehingga mengurangi tegangan maksimum yang terjadi pada tanah dasar, yaitu pada tekanan di mana tanah dasar tidak mengalami deformasi berlebihan selama masa pelayanan perkerasan. Perancangan konstruksi perkerasan jalan mutlak diperhitungkan dalam perencanaan sistem jaringan jalan.

Salah satu jenis konstruksi perkerasan jalan adalah konstruksi perkerasan lentur (*flexible pavement*), yaitu perkerasan yang menggunakan aspal sebagai bahan pengikat. Lapisan-lapisan perkerasannya bersifat memikul dan menyebarkan beban lalu lintas ke tanah dasar. Berbeda dengan konstruksi perkerasan kaku (*rigid pavement*) yang menggunakan semen (*portland cement*) sebagai bahan pengikat. Pelat beton dengan atau tanpa tulangan diletakkan diatas tanah dasar dengan atau tanpa lapis pondasi bawah. Beban lalu lintas sebagian besar dipikul oleh pelat beton.

Lapisan perkerasan berfungsi untuk menerima dan menyebarkan beban lalu lintas tanpa merusak konstruksi perkerasan itu sendiri. Dengan demikian, dalam perencanaannya perlu dipertimbangkan beberapa faktor yang dapat mempengaruhi kinerja perkerasan di antaranya umur rencana, lalu lintas yang merupakan beban perkerasan, kondisi lingkungan, tanah dasar, serta sifat dan mutu material yang tersedia.

### **3.2 Perkerasan Jalan Rigid**

Perkerasan Rigid (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. Perkerasan kaku atau perkerasan beton semen portland, umumnya terdirinya dua lapis yaitu :

1. Lapis pondasi bawah ( *subbase* )
2. Pelat Beton

tetapi lapisan permukaan aspal kadang - kadang ditambahkan pada saat pembangunan maupun sesudahnya.

Meskipun pembangunan awal jalan dengan perkerasan rigid memerlukan biaya yang jauh lebih besar dari jalan *flexible* (aspal), tetapi jalan beton memiliki beberapa keunggulan sehingga dalam jangka panjang menjadi jauh lebih ekonomis.

Salah satu keunggulan jalan dengan perkerasan rigid/beton adalah karena tidak memerlukan pemeliharaan rutin (*overlay*) seperti jalan dengan perkerasan flexible (aspal). Keunggulan ini akan dapat diberikan oleh jalan rigid apabila memenuhi beberapa persyaratan. Persyaratan tersebut benar-benar harus dilaksanakan dengan kontrol yang ketat sehingga performa jalan sesuai dengan yang diharapkan dan memiliki keunggulan seperti yang disebutkan di atas. Persyaratan tersebut antara lain:

1. Jalan harus dirancang dengan mutu beton yang tinggi
2. Perkerasan harus dibangun diatas lapisan subgrade yang stabil
3. Dilatasi harus dipelihara secara berkala sehingga

Lapisan silent yang ada tetap kedap air. Perkerasan beton semen dibedakan ke dalam 4 jenis antara lain perkerasan beton semen bersambung tanpa tulangan, perkerasan beton semen bersambung dengan tulangan, perkerasan beton semen menerus dengan tulangan dan perkerasan beton semen prategang. Pemilihan jenis perkerasan tersebut tergantung dari kondisi subgrade atau ketersediaan dana dalam pembangunan. Pada perkerasan beton semen, daya dukung perkerasan terutama diperoleh dari pelat beton. Sifat, daya dukung dan keseragaman tanah dasar sangat mempengaruhi keawetan dan kekuatan perkerasan beton semen.

Faktor-faktor yang perlu diperhatikan adalah: kadar air pemadatan, kepadatan dan perubahan kadar air selama masa pelayanan. Lapis pondasi bawah pada

perkerasan beton semen adalah bukan merupakan bagian utama yang memikul beban, tetapi merupakan bagian yang berfungsi sebagai berikut : Mengendalikan pengaruh kembang susut tanah dasar, mencegah intrusi dan pemompaan pada sambungan dan retakan dan tepitepi pelat, memberikan dukungan yang mantap dan seragam pada pelat. Sebagai perkerasan lantai kerja selama pelaksanaan. Pelat beton semen mempunyai sifat yang kaku serta dapat menyebarkan beban pada bidang yang luas dan menghasilkan tegangan yang rendah pada lapisan-lapisan di bawahnya.

Bila diperlukan tingkat kenyamanan yang tinggi, permukaan perkerasan beton semen dapat dilapisi dengan lapis campuran beraspal setebal 5 cm. Ketidakteraturan daya dukung tanah atau pondasi dapat menyebabkan terjadinya *setlemen* pada perkerasan beton. *Setlemen* juga dapat terjadi pada perkerasan yang dibuat diatas permukaan seperti *box culvert* yang terletak diatas muka tanah yang tidak stabil. *Setlemen* yang terjadi sangat berbahaya untuk perkerasan beton tanpa tulangan. Perkerasan beton akan mengalami retak karena tidak kuat menahan beban tarik akibat proses penurunan. Perkerasan beton yang mengalami masalah retak akibat penurunan akan sangat sulit diperbaiki. Satu-satunya solusi adalah dengan memberikan lapisan aspal untuk menutup lapisan yang mengalami masalah.

### **3.3 Kerusakan Pada Jalan**

#### **1. Retak (*Cracking*) dan Penanganannya**

Retak yang terjadi pada lapisan permukaan jalan dapat dibedakan atas:

- a. Retak halus atau retak garis (*hair cracking*), lebar celah lebih kecil atau sama dengan 3 mm, penyebabnya adalah bahan perkerasan yang kurang baik, tanah dasar atau bagian perkerasan di bawah lapis permukaan kurang stabil. Retak halus dapat meresapkan air ke dalam lapis permukaan. Retak halus dapat berkembang menjadi retak kulit buaya jika tidak ditangani sebagaimana mestinya.
- b. Retak kulit buaya (*alligator crack*), memiliki lebar celah lebih besar atau sama dengan 3 mm. saling berangkai membentuk serangkaian kotak-kotak kecil

yang menyerupai kulit buaya. Penyebabnya adalah bahan perkerasan yang kurang baik, pelapukan permukaan, tanah dasar atau bagian perkerasan di bawah lapis permukaan kurang stabil atau bahan lapis pondasi dalam keadaan jenuh air (air tanah naik). Retak kulit buaya jika tidak diperbaiki dapat diresapi air sehingga lama kelamaan terlpas butir-butirnya sehingga menyebabkan lubang.

- c. Retak pinggir (*edge crack*) yaitu retak memanjang jalan, dengan atau tanpa cabang yang mengarah ke bahu dan terletak dekat bahu jalan. Penyebabnya adalah tidak baiknya sokongan dari arah samping, drainase kurang baik, terjadi penyusutan tanah, atau terjadinya *settlement* di bawah daerah tersebut. Akar tanaman tumbuh di tepi perkerasan dapat pula menjadi sebab terjadinya retak pinggir. Di lokasi retak, air meresap yang dapat semakin merusak lapisan permukaan.
- d. Retak sambungan bahu dan perkerasan (*edge joint crack*) yaitu retak memnajang yang umumnya terjadi pada sambungan bahu jalan dengan perkerasan. Retak dapat disebabkan oleh kondisi drainase di bawah bahu jalan lebih buruk dari pada di bawah perkerasan, terjadinya *settlement* di bahu jalan, penyusutan material bahu atau perkerasan jalan, atau akibat lintasan truk atau kendaraan berat di bahu jalan
- e. Retak sambungan jalan (*lane joint crack*) yaitu retak memanjang yang terjadi pada sambungan 2 jalur lalu lintas. Penyebabnya yaitu tidak baiknya ikatan sambungan kedua jalur.
- f. Retak sambungan pelebaran jalan (*widening crack*), adalah retak memanjang yang terjadi pada sambungan antara perkerasan lama dengan perkerasan pelebaran. Penyebabnya ialah perbedaan daya dukung di bawah bagian pelebaran dan bagian jalan lama atau dapat juga disebabkan oleh ikatan sambungan tidak baik
- g. Retak refleksi (*reflection crack*) yaitu retak memanjang, melintang, diagonal, atau membentuk kotak. Terjadi pada lapis tambahan (*overlay*) yang menggambarkan pola retakan di bawahnya. Retak refleksi dapat terjadi jika

retak pada perkerasan lama tidak diperbaiki secara baik sebelum perkerasan *overlay* dilakukan

- h. Retak susut (*shrinkage cracks*) yaitu retak yang saling bersambungan membentuk kotak-kotak besar dengan sudut tajam. Penyebabnya ialah perubahan volume pada lapisan permukaan yang memakai aspal dengan penetrasi rendah, atau perubahan volume pada lapisan pondasi dan tanah dasar
- i. Retak selip (*slippage cracks*) yaitu retak yang bentuknya melengkung seperti bulan sabit. Penyebabnya ialah kurang baiknya ikatan antara lapisan permukaan dan lapis di bawahnya. Kurang baiknya ikatan dapat disebabkan oleh adanya debu, minyak, air, atau benda nonadhesif lainnya, atau akibat tidak diberinya *tack coat* sebagai bahan pengikat di antara kedua lapisan.

Pada umumnya perbaikan kerusakan jenis retak dilakukan dengan mengisi celah retak dengan campuran pasir dan aspal. Bila retak telah meluas dan kondisinya cukup parah maka dilakukan pembongkaran lapisan yang retak tersebut untuk kemudian diganti dengan lapisan yang lebih baik.

## 2. Distorsi (*Distortion*) dan Penanganannya

Distorsi adalah perubahan bentuk yang dapat terjadi akibat lemahnya tanah dasar, pemadatan yang kurang pada lapis pondasi, sehingga terjadinya tambahan pemadatan akibat beban lalu lintas.

Distorsi (*distortion*) dapat dibedakan atas :

- a. Alur (*ruts*), yang terjadi pada lintasan roda sejajar dengan as jalan. Penyebabnya ialah lapis perkerasan yang kurang pada, dengan demikian terjadi tambahan pemadatan akibat repetisi beban lalu lintas pada lintasan roda. Perbaikan dapat dilakukan dengan memberi lapisan tambahan dari lapis permukaan yang sesuai.
- b. Keriting (*corrugation*), alur yang terjadi melintang jalan. Penyebabnya ialah rendahnya stabilitas campuran yang dapat berasal dari terlalu tingginya kadar aspal, terlalu banyaknya mempergunakan agregat halus, agregat berbentuk bulat dan berpermukaan licin, atau aspal yang dipergunakan mempunyai penetrasi yang tinggi. Keriting dapat juga terjadi jika lalu lintas dibuka sebelum perkerasan mantap (untuk perkerasan yang menggunakan aspal cair).

- c. Sungkur (*shoving*), deformasi plastis yang terjadi setempat, di tempat kendaraan sering berhenti, kelandaian curam, dan tikangan tajam.
- d. Ambblas (*grade depressions*), terjadi setempat, dengan atau tanpa retak. Ambblas dapat terdeteksi dengan adanya air yang tergenang. Air tergenang ini dapat meresap ke dalam lapisan perkerasan yang akhirnya menimbulkan lubang. Penyebab ambblas adalah beban kendaraan yang melebihi apa yang direncanakan, pelaksanaan yang kurang baik, atau penurunan bagian perkerasan dikarenakan tanah dasar mengalami *settlement*.
- e. Jembul (*upheavel*) terjadi setempat, dengan atau tanpa retak. Hal ini terjadi akibat adanya pengembangan tanah dasar pada tanah dasar ekspansif  
Pada umumnya perbaikan kerusakan jenis distorsi dilakukan dengan cara membongkar bagian yang rusak dan melapisnya kembali.

### 3. Cacat permukaan (*Disintegration*)

Yang termasuk dalam cacat permukaan ini adalah :

- a. Lubang (*potholes*) berbentuk serupa mangkuk, memiliki ukuran bervariasi dari kecil sampai besar yang mampu menampung dan meresapkan air ke dalam lapis permukaan yang menyebabkan semakin parahnya kerusakan jalan.
- b. Pelepasan butir (*raveling*), memiliki akibat yang sama dengan yang terjadi pada jalan berlubang. Perbaikan dilakukan dengan memberikan lapisan tambahan di atas lapisan yang mengalami pelepasan butir setelah lapisan tersebut dibersihkan dan dikeringkan.
- c. Pengelupasan lapisan permukaan (*stripping*), dapat disebabkan oleh kurangnya ikatan antara lapis permukaan dan lapis di bawahnya, atau terlalu tipisnya permukaan. Perbaikan dilakukan dengan cara diratakan kemudian dipadatkan dengan lapisan baru.

### 4. Pangausan (*Polished Aggregate*)

Pangausan menyebabkan permukaan jalan licin yang membahayakan kendaraan. Penyebabnya adalah karena agregat berasal dari material yang tidak tahan aus terhadap roda kendaraan, atau agregat yang dipergunakan berbentuk bulat dan licin, tidak berbentuk cubical.

### 5. Kegemukan (*Bleeding or Flushing*)

Penyebab kegemukan (*bleeding*) ialah pemakaian kada aspal yang tinggi pada campuran aspal yang mengakibatkan permukaan jalan menjadi licin, khususnya pada temperatur tinggi aspal menjadi lunak dan menimbulkan jejak roda. Perbaikan dilakukan dengan mengangkat lapis aspal dan kemudian memberi lapisan penutup atau menaburkan agregat panas yang kemudian dipadatkan.

#### 6. Penurunan Pada Bekas Penanaman Utilitas (*Utility Cut Depression*)

Penurunan lapisan perkerasan ini terjadi akibat pemadatan yang tidak memenuhi syarat setelah dilakukannya penanaman utilitas. Perbaikan dilakukan dengan membongkar kembali dan mengganti dengan lapisan yang sesuai.

### 3.4 Beban Pada Struktur Jalan

Dengan mengetahui secara tepat tingkat kemampuan suatu jalan dalam menerima suatu beban lalu lintas, maka tebal lapisan perkerasan jalan dapat ditentukan dan umur rencana perkerasan tersebut akan sesuai dengan yang direncanakan. Beban berulang atau repetition load merupakan beban yang diterima struktur perkerasan dari roda-roda kendaraan yang melintasi jalan raya secara dinamis selama umur rencana. Besar beban yang diterima bergantung dari berat kendaraan, konfigurasi sumbu, bidang kontak antara roda dan kendaraan serta kecepatan dari kendaraan itu sendiri.

Berat kendaraan dibebankan ke perkerasan melalui kendaraan yang terletak di ujung-ujung sumbu kendaraan. Masing-masing kendaraan mempunyai konfigurasi sumbu yang berbeda-beda. Sumbu depan dapat merupakan sumbu tunggal roda, sedangkan sumbu belakang dapat merupakan sumbu tunggal, ganda, maupun tripel. Berat kendaraan dipengaruhi oleh faktor-faktor sebagai berikut:

#### 1. Fungsi jalan

Kendaraan berat yang memakai jalan arteri umumnya memuat muatan yang lebih berat dibandingkan dengan jalan pada medan datar.

#### 2. Keadaan medan

Jalan yang mendaki mengakibatkan truk tidak mungkin memuat beban yang lebih berat jika dibandingkan dengan jalan pada medan datar.

### 3. Aktivitas ekonomi di daerah yang bersangkutan

Jenis dan beban yang diangkut oleh kendaraan berat sangat tergantung dari jenis kegiatan yang ada di daerah tersebut, truk di daerah industri mengangkut beban yang berbeda jenis dan beratnya dengan di daerah perkebunan.

### 4. Perkembangan daerah, Beban yang diangkut kendaraan dapat berkembang sesuai dengan perkembangan daerah di sekitar lokasi jalan.

Dampak kerusakan yang ditimbulkan oleh beban lalu lintas tidaklah sama antara yang satu dengan yang lain. Perbedaan ini mengharuskan suatu standar yang bisa mewakili semua jenis kendaraan, sehingga semua beban yang diterima oleh struktur perkerasan jalan dapat disamakan ke dalam beban standar. Beban standar ini digunakan sebagai batasan maksimum yang diijinkan untuk suatu kendaraan.

Beban yang sering digunakan sebagai batasan maksimum yang diijinkan untuk suatu kendaraan adalah beban gandar maksimum. Beban standar ini diambil sebesar 18.000 pounds (8.16 ton) pada sumbu standar tunggal. Diambilnya angka ini karena daya pengrusak yang ditimbulkan beban gandar terhadap struktur perkerasan adalah bernilai satu.

## **3.5 Klasifikasi Jalan**

### **3.5.1 Klasifikasi Jalan menurut Fungsinya**

Berdasarkan fungsinya, maka jalan dibedakan menjadi beberapa fungsi, yaitu:

#### a. Jalan Arteri

Fungsi utama dari jalan arteri adalah untuk mengirimkan lalu lintas dari jalan kolektor menuju jalan bebas dan jalan ekspres, dan antara pusat-pusat perkotaan pada tingkat pelayanan tertinggi yang memungkinkan.

#### b. Jalan Kolektor

Jalan kolektor adalah jalan yang dikembangkan untuk melayani dan menghubungkan kota antar pusat kegiatan wilayah dan pusat kegiatan lokal dan atau kawasan-kawasan berskala kecil dan atau pelabuhan pengumpan regional dan pelabuhan pengumpan lokal.

#### c. Jalan Lokal

Jalan yang menghubungkan secara berdaya guna pusat kegiatan nasional dengan pusat kegiatan lingkungan, pusat kegiatan wilayah dengan pusat kegiatan lingkungan, antarpusat kegiatan lokal, atau pusat kegiatan lokal dengan pusat kegiatan lingkungan, serta antar pusat kegiatan lingkungan.

d. Jalan Lingkungan

jalan yang menghubungkan antar pusat kegiatan di dalam kawasan perdesaan dan jalan di dalam lingkungan kawasan perdesaan.

### **3.5.2 Klasifikasi Jalan menurut Kewenangannya**

Berdasarkan kewenangannya, maka jalan dibedakan menjadi beberapa kewenangan, yaitu:

a. Jalan Nasional

Merupakan jalan arteri dan jalan kolektor dalam sistem jaringan jalan primer yang menghubungkan ibukota propinsi dan jalan strategis nasional serta jalan tol.

b. Jalan Propinsi

Merupakan jalan kolektor dalam sistem jaringan primer yang menghubungkan ibukota propinsi dan ibukota kabupaten/kota, atau antar ibukota kabupaten/kota dan jalan strategis propinsi.

c. Jalan Kabupaten

Merupakan jalan lokal dalam sistem jaringan jalan primer yang tidak termasuk pada jalan nasional dan jalan propinsi yang menghubungkan ibukota kabupaten dengan ibukota kecamatan.

d. Jalan Kota

Merupakan jalan umum dalam sistem jaringan jalan sekunder yang menghubungkan antar pusat pelayanan dalam kota.

e. Jalan Desa

Merupakan jalan umum yang menghubungkan kawasan dan/ atau antar pemukiman di dalam desa serta jalan lingkungan.

### **3.6 Penggolongan Lalu Lintas Kendaraan**

Penggolongan lalu lintas dilakukan untuk menghitung dan menganalisis lalu lintas sehingga mendapatkan hasil penggolongan kendaraan lalu lintas harian rata-rata (LHR). Hasil itu untuk mempermudah analisis perhitungan dampak kendaraan berat terhadap umur perkerasan jalan. Penggolongan kendaraan memiliki beberapa versi yang dapat dijadikan pedoman dalam analisis lalu lintas sesuai kebutuhan data. Ada 4 versi penggolongan lalu lintas kendaraan di Indonesia, yaitu sebagai berikut.

1. Manual kapasitas Jalan Indonesia 1997.
2. Pedoman Teknis no Pd.T-19-2004-B.
3. PT. Jasa Marga.
4. Direktorat Jenderal Perhubungan Darat.

### **3.7 Pertumbuhan Lalu Lintas**

Yang dimaksud dengan pertumbuhan lalu lintas adalah penambahan atau perkembangan lalu lintas dari tahun ke tahun selama umur rencana. Faktor yang mempengaruhi besarnya pertumbuhan lalu lintas adalah :

1. Perkembangan daerah tersebut
2. Bertambahnya kesejahteraan masyarakat di daerah tersebut.
3. Naiknya keinginan untuk memiliki kendaraan pribadi.

Faktor pertumbuhan lalu lintas dinyatakan dalam persen/tahun (%/thn).

### **3.8 Beban Sumbu Kendaraan Berat**

Panduan batasan maksimal perhitungan jumlah berat yang diijinkan (JBI) dan jumlah berat kombinasi yang diijinkan (JBKI), untuk kendaraan angkutan barang, kendaraan khusus, kendaraan penarik berikut kereta tempelan atau kereta gandengan menurut Direktorat Jenderal Perhubungan Darat (2008) hubungan kesepadanan antara ketentuan dalam Pd.T-19-2004-B tentang pedoman pencacahan lalu lintas kendaraan yang dilakukan Direktorat Jenderal Bina Marga (2004).

### **3.9 Jumlah Berat yang Diizinkan**

Jumlah berat yang diizinkan (JBI) adalah berat maksimum kendaraan bermotor berikut muatannya yang diizinkan berdasarkan kelas jalan yang dilalui, jumlah berat yang diizinkan semakin besar jika jumlah sumbu kendaraan semakin banyak. JBI ditetapkan oleh Pemerintah dengan pertimbangan daya dukung kelas jalan terendah yang dilalui, kekuatan ban, kekuatan rancangan sumbu sebagai upaya peningkatan umur jalan dan kendaraan serta aspek keselamatan di jalan. Sementara itu jumlah berat bruto (JBB) ditetapkan pabrikan sesuai dengan kekuatan rancangan sumbu, sehingga konsekuensi logisnya JBI tidak melebihi JBB. JBI untuk jalan kelas II dan kelas III dengan muatan sumbu terberat 10 ton dan truk jalan dengan muatan sumbu terberat 8 ton.

Pengelompokan Jalan menurut UU No. 22 Tahun 2009 tentang Lalu Lintas dan Angkutan Jalan, Pasal 19, Ayat 2 terdiri atas :

1. Jalan Kelas I, yaitu jalan arteri dan kolektor yang dapat dilalui Kendaraan Bermotor dengan ukuran lebar tidak melebihi 2.500 mm, ukuran panjang tidak melebihi 18.000 mm, ukuran paling tinggi 4.200 mm, dan muatan sumbu terberat 10 ton.
2. Jalan Kelas II, yaitu jalan arteri, kolektor, lokal, dan lingkungan yang dapat dilalui Kendaraan Bermotor dengan ukuran lebar tidak melebihi 2.500 mm, ukuran panjang tidak melebihi 12.000 mm, ukuran paling tinggi 4.200 mm, 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 2.100 mm, ukuran panjang tidak melebihi 9.000 mm, ukuran paling tinggi 3.500 mm, dan muatan sumbu terberat 8 ton.

### **3.10 Umur Rencana**

Umur rencana adalah jumlah waktu dalam tahun dihitung sejak jalan tersebut mulai dibuka sampai saat diperlukan perbaikan berat atau dianggap perlu untuk diberi lapis permukaan baru. Faktor umur rencana merupakan variable dalam

umur rencana dan faktor pertumbuhan lalu lintas yang dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$N = \frac{(1+i)^{UR} - 1}{i} \quad (3.1)$$

Dimana :

N = faktor pertumbuhan lalu lintas yang sesuai dengan perkembangan

UR = umur rencana

i = faktor pertumbuhan lalu lintas.

### 3.11 Jumlah lajur

Lajur rencana merupakan salah satu lajur lalu lintas dari suatu ruas jalan raya, yang menampung lalu lintas terbesar (lajur dengan volume tertinggi). Umumnya lajur rencana adalah salah satu lajur dari jalan raya dua lajur atau tepi dari jalan raya yang berlajur banyak. Persentase kendaraan pada jalur rencana dapat juga diperoleh dengan melakukan survey volume lalu lintas. Jika jalan tidak memiliki tanda sbatas lajur.

Tabel 3.1 : jumlah Lajur Berdasarkan Lebar Perkerasan

Lebar Perkerasan	Jumlah Lajur (n)
$L < 4,50 \text{ m}$	1 jalur
$4,50 \text{ m} \leq L < 8,00 \text{ m}$	2 jalur
$8,00 \text{ m} \leq L < 11,25 \text{ m}$	3 jalur
$11,25 \text{ m} \leq L < 15,00 \text{ m}$	4 jalur
$15,00 \text{ m} \leq L < 18,75 \text{ m}$	5 jalur
$18,75 \text{ m} \leq L < 22,00 \text{ m}$	6 jalur

Sumber : AASHTO 1993

Tabel 3.2 : Faktor Distribusi Lajur (D<sub>L</sub>)

Jumlah lajur per arah	% beban gandar standar dalam lajur rencana
1	100
2	80 – 100
3	60 – 80
4	50 – 75

Sumber : AASHTO 1993

### 3.12 Kemampuan Pelayanan

Saat selesai pembangunan perkerasan jalan dan lalu lintas mulai dibuka, dengan berjalannya waktu, kemampuan pelayanan berkurang. Laju pengurangan kemampuan pelayanan, bergantung pada rutinitas pemeliharaan perkerasan. Pada tahun  $t_1$ , perkerasan dilakukan pemeliharaan, misalnya perataan permukaan (*resurfacing*), Ketika lalu lintas terus berjalan, pada tahun  $t_2$ , kemampuan pelayanan berkurang lagi, demikian seterusnya. Dalam kenyataan, proses perancangan bergantung pada banyak faktor yang harus dipertimbangkan.

### 3.13 Vehicle Damage Factor

Daya rusak jalan atau lebih dikenal dengan *Vehicle Damage Factor*, selanjutnya disebut *VDF*, merupakan salah satu parameter yang dapat menentukan tebal perkerasan cukup signifikan, dan jika makin berat kendaraan (khususnya kendaraan jenis truk) apalagi dengan beban *overload*, nilai *VDF* akan secara nyata membesar, seterusnya *Equivalent Single Axle Load* membesar.

Formula *VDF* yang di pakai dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

#### 1. Formula *VDF*

Angka Ekuivalen (E) masing-masing golongan beban sumbu (setiap golongan) ditentukan menurut formula bawah ini sebagai berikut.

$$\text{Sumbu Tunggal} = \frac{(\text{Beban Satu Sumbu Tunggal Dalam Kg})^4}{8160} \quad (3.2)$$

$$\text{Sumbu Ganda} = 0,086 \frac{(\text{Beban Satu Sumbu Tunggal Dalam Kg})^4}{8160} \quad (3.3)$$

### 3.14 AASHTO (1993)

Perencanaan mengacu pada *AASHTO (American Association of State Highway and Transportation Officials guide for design of pavement structure (1993)*. Parameter-parameter perencanaan yaitu sebagai berikut.

#### 1. Analisis lalu lintas

Analisis lalu lintas ini mencakup umur rencana, lalu lintas harian rata-rata, pertumbuhan lalu lintas tahunan, dan distribusi lajur. Data tersebut kemudian diolah untuk mendapatkan nilai *ESAL* yang berguna dalam menentukan tebal pelat beton agar memberikan performa yang baik selama umur rencana. Umur rencana perkerasan kaku umumnya 20 tahun untuk jenis konstruksi baru, sedangkan untuk pelebaran jalan di mana struktur perkerasan jalan eksisting perkerasan lentur dan pelebarannya merupakan perkerasan komposit, umur rencana ditetapkan selama 10 tahun.

#### 2. *Traffic design*

Data dan parameter lalu lintas yang digunakan suatu perencanaan tebal perkerasan meliputi sebagai berikut.

- a. Jenis kendaraan.
- b. Volume lalu lintas harian rata-rata.
- c. Pertumbuhan lalu lintas tahunan (kendaraan per hari).
- d. *Damage factor*.
- e. Umur rencana.
- f. Faktor distribusi arah.
- g. Faktor distribusi lajur.
- h. *ESAL* selama umur rencana.

Faktor distribusi arah (*DD*) yang ditetapkan *AASHTO (1993)* yaitu berkisar antara 0,3-0,7 dan umumnya diambil nilai tengah 0,5 sedangkan untuk nilai distribusi lajur (*DL*), mengacu pada tabel 3.2.

*Traffic design (ESAL)* ditentukan melalui rumus persamaan sebagai berikut

$$W_{18} = \sum_{N_i}^{N_n} LHR_j \times VDF_j \times DD \times DL \times 365 \quad (3.4)$$

dengan :

$W18 = \text{Traffic design}$  pada lajur lalu lintas (*ESAL*),

$LHR_j =$  Jumlah lalu lintas harian rata-rata untuk dua arah untuk semua jenis kendaraan,

$VDF_j = VDF$  untuk kendaraan  $j$ ,

$DD =$  Faktor distribusi arah,

$DL =$  Faktor distribusi lajur,

$N_i =$  Lalu lintas pada tahun pertama dibuka jalan, dan

$N_n =$  Lalu lintas pada akhir tahun umur rencana.

Modifikasi *traffic design* dengan menambahkan rumus umur rencana

$$W18 = VDF_j \times DD \times DL \times \left[ \frac{(1+i)^{UR}-1}{i} \right] \quad (3.5)$$

### 3. California Bearing Ratio (CBR)

California Bearing Ratio (CBR), dalam perencanaan perkerasan kaku digunakan untuk penentuan nilai parameter modulus reaksi tanah dasar (*modulus of subgrade reaction : k*). CBR yang umum digunakan di Indonesia berdasar besaran 6 % untuk lapis tanah dasar, Akan tetapi tanah dasar dengan nilai CBR 5 % dan atau 4 % pun dapat digunakan setelah melalui kajian geoteknik, dengan CBR kurang dari 6 % ini jika digunakan sebagai dasar perencanaan tebal perkerasan, masalah yang terpengaruh adalah fungsi tebal perkerasan yang akan bertambah, atau masalah penanganan khusus lapis tanah dasar tersebut.

### 4. Reabilitas (R)

Reliability : Probabilitas bahwa perkerasan yang direncanakan akan tetap memuaskan selama masa layannya. Penetapan angka Reliability dari 50 % sampai 99,99 % menurut AASHTO merupakan tingkat kehandalan desain untuk mengatasi, mengakomodasi kemungkinan melesetnya besaran-besaran desain yang dipakai. Semakin tinggi reliability yang dipakai semakin tinggi tingkat mengatasi kemungkinan terjadinya selisih (deviasi) desain.

Nilai R dan  $Z_r$  mengacu pada AASHTO (1993) dapat dilihat pada Tabel 3.3 dan Tabel 3.4 sebagai berikut.

Tabel 3.3 Nilai R yang Disarankan

Klasifikasi jalan	R (%)	
	Urban	Rural
Jalan tol	85-99,99	80-99,9
Arteri	80-99	75-95
Kolektor	80-95	75-95
Lokal	50-80	50-80

Sumber : AASHTO (1993)

Tabel 3.4 Hubungan Antara R dan Zr

R (%)	Zr
50	0
60	-0,253
70	0,524
75	-0,674
80	-0,841
85	-1,037
90	-1,282
91	-1,340
92	-1,405

Sumber : AASHTO (1993)

R (%)	Zr
93	-1,476
94	-1,555
95	-1,645
96	-1,751
97	-1,881
98	-2,054
99	-2,327
99,9	-3,093
99,99	-3,750

Sumber : AASHTO (1993)

### 5. Serviceability

AASHTO (1993) mengembangkan konsep penilaian kemampuan pelayanan yang dikaitkan dengan kerataan dan kemampuan pelayanan perkerasan, dinyatakan dalam indeks kemampuan sekarang (*PSI*). *PSI* merupakan selisih dari indeks pelayanan awal dengan indeks pelayanan akhir. Indeks pelayanan awal (*Po*) untuk perkerasan kaku menurut AASHTO yaitu 4,5.

Nilai indeks pelayanan akhir (*Pt*) untuk berbagai tipe jalan yang disarankan AASHTO (1993) dapat dilihat pada Tabel 3.5 sebagai berikut.

Tabel 3.5 Nilai Indeks Pelayanan Akhir (*Pt*)

Jenis Jalan	Pt
Jalan raya utama	2,5
Jalan raya dengan lalu lintas rendah	2,0
Jalan raya relatif minor	1,5

Sumber : AASHTO (1993)

## 6. Modulus Reaksi Tanah Dasar

*Modulus of subgrade reaction* ( $k$ ) menggunakan gabungan formula dan grafik penentuan modulus reaksi tanah dasar berdasar ketentuan CBR tanah dasar.

$$MR = 1.500 \times CBR$$

$$k = \frac{MR}{19,4} \quad (3.6)$$

$MR = Resilient modulus$ .

Koreksi *Effective Modulus of Subgrade Reaction*

## 7. Modulus Elastisitas Beton

dimana :

$E_c$  = Modulus elastisitas beton (psi).

$f_c'$  = Kuat tekan beton, silinder (psi).

Kuat tekan beton  $f_c'$  ditetapkan sesuai pada Spesifikasi pekerjaan (jika ada dalam spesifikasi). Di Indonesia saat ini umumnya digunakan :  $f_c' = 350 \text{ kg/cm}^2$

## 8. *Flexural Strength*

*Flexural strength (modulus of rupture)* ditetapkan sesuai pada Spesifikasi pekerjaan. *Flexural strength* saat ini umumnya digunakan :  $Sc' = 45 \text{ kg/cm}^2 = 640 \text{ psi}$ .

## 9. koefisien drainase

AASHTO memberikan 2 variabel untuk menentukan nilai koefisien drainase.

□ Variabel pertama : mutu drainase, dengan variasi *excellent, good, fair, poor, very poor*. Mutu ini ditentukan oleh berapa lama air dapat dibebaskan dari pondasi perkerasan.

□ Variabel kedua : persentasi struktur perkerasan dalam satu tahun terkena air sampai tingkat mendekati jenuh air (*saturated*), dengan variasi  $< 1 \%$ ,  $1 - 5 \%$ ,  $5 - 25 \%$ ,  $> 25 \%$

## 10. Koefisien transfer beban (J)

Koefisien transfer beban merupakan koefisien yang memperhitungkan kemampuan perkerasan beton mentransfer beban yang melintas di atas sambungan atau retakan. Umumnya nilai J tergantung dari konstruksi sambungan jika

sambungan tidak dilengkapi alat transfer beban nilai J akan sangat besar, nilai J yang disarankan *AASHTO* (1993) dapat dilihat pada Tabel 3.6 sebagai berikut.

Tabel 3.6 Koefisien transfer beban (J)

Bahu	Aspal		Pelat beton semen <i>portland</i> yang terikat	
	Ya	Tidak	Ya	Tidak
Alat transfer beban				
Tipe Perkerasan				
<i>JPCP</i> dan <i>JRCP</i>	3,2	3,8-4,4	2,5-3,1	3,6-4,2
<i>CCRP</i>	2,9-3,2	N/A	2,3-2,9	N/A

Sumber : *AASHTO* (1993)

#### 11. Perencanaan tebal perkerasan (D)

Perhitungan tebal perkerasan menggunakan rumus sebagai berikut.

$$\text{Log}_{10} W_{18} = Z_r S_o + 7,3 \text{Log}_{10}(D + 1) - 0,06 \frac{\text{Log}_{10} \left[ \frac{\Delta PSI}{4,5 - 1,5} \right]}{1 + \frac{1,624 \times 10^7}{(D+1)^{8,46}}} + (4,220,3 P_t) \times$$

$$\text{Log}_{10} \frac{S_c C_d \times (D^{0,75} - 1,132)}{215,63 \times J \times \left[ D^{0,75} \frac{19,42}{(E_c \cdot k)^{0,25}} \right]} \quad (3.7)$$

Dengan :

$W_{18}$  = *Traffic design (ESAL)*,

$Z_r$  = Standar normaldeviasi,

$S_o$  = Standar deviasi,

$D$  = Tebal pelat beton (Inci),  $\Delta PSI$  = *Serviceability loss*,

$P_o$  = *Initial serviceability*,

$P_t$  = *Terminal serviceability index*,

$S_c'$  = *Modulus rupture (PSI)*,

$C_d$  = *Drainage coefficient*,

$J$  = *Load transfer*,

$E_c$  = *Modulus elastisitas (PSI)*, dan

$K$  = *Modulus reaksi tanah dasar (PCI)*.

### 3.15 Modifikasi Rumus *AASHTO* (1993)

Modifikasi rumus *AASHTO* (1993) dihasilkan dari kajian dengan pendekatan dan pengkondisian parameter-parameter perencanaan yang lazim di Indonesia sehingga menghasilkan hubungan antara *ESAL* terhadap pelat beton perkerasan. Dari hasil kajian, *AASHTO* (1993) dapat dimodifikasi, dengan mengambil tingkat *reability* 90%, menjadi seperti berikut.

$$\text{Log}_{10}W_{18} = -0,0759 + 7,35 \text{Log}_{10}(D+1) - \frac{0,1761(D+1)^{8,46}}{(D+1)^{8,46} + 1,624 \times 10^7} X$$

$$3,42 \text{Log}_{10} X \frac{D^{0,75} - 1,132}{D^{0,75} - 1,4631} \quad (3.8)$$

dengan :

$W_{18}$  = *Traffic design (ESAL)*, dan

$D$  = Tebal pelat beton (Inci)