

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 latar Belakang

Dalam sejarahnya, dalam berbagai macam teknik digunakan untuk membangun jalan raya. Di Eropa Utara yang repot dengan tanah basah yang berupa “bubur”, dipilih jalan kayu berupa gelondongan kayu yang dipasang di atas ranting, lalu di atasnya disusun kayu secara melintang berpotongan untuk melalui rintangan tersebut.

Di kepulauan Malta ada bagian jalan yang ditatah agar kendaraan tidak meluncur turun. Sedangkan masyarakat di lembah sungai Indus, sudah membangun jalan dari bata yang disemen dengan bituna (bahan aspal) agar tetap kering. Dapat dikatakan, pemakaian bahan aspal sudah dikenal sejak millennium ke-3 sebelum masehi di kawasan ini, terbukti di Mahenjo Daro, Pakistan, terdapat penampung air berbahan batu bata bertambahan aspal.

Seorang Skotlandia bernama Thomas Telford (1757 – 1834) membuat rancangan jalan raya, di mana batu besar pipih diletakkan menghadap ke atas atau berdiri dan sekarang dikenal dengan pondasi jalan Telford. Konstruksi ini sangat kuat terutama sebagai pondasi jalan, dan sangat padat karya karena harus disusun dengan tangan satu persatu. Banyak jalan yang bermutu baik dengan konstruksi Telford, tetapi tidak praktis memakan waktu.

Sedangkan konstruksi jalan di Indonesia dikenal dengan jalan Makadam, konstruksi ini lahir berkat semangat membuat banyak jalan dengan biaya murah. Jalan tersebut berupa batu pecah yang diatur padat dan ditimbun dengan kerikil. Jalan makadam sangat praktis, batu pecah digelar tidak perlu disusun satu persatu dan saling mengunci sebagai satu kesatuan.

Pada dasarnya pembangunan jalan raya adalah proses pembukaan lalu lintas yang mengatasi pelbagai rintangan geografi. Muka bumi harus diuji dan diperhatikan untuk melihat kemampuannya untuk menampung beban kendaraan. Berikutnya tanah yang lembut atau lunak diganti dengan tanah yang lebih keras. Lapisan tanah ini akan menjadi lapisan tanah dasar (*sub grade*). Seterusnya di atas lapisan tanah dasar lapisan pondasi bawah (*sub base*), lalu lapisan pondasi (*base*), seterusnya di atasnya akan dilapisi dengan satu lapisan lagi yang disebut lapisan permukaan (*surface*).

Perencanaan jalan adalah suatu konstruksi yang dibangun di atas dasar dengan maksud untuk dapat menahan beban lalu lintas atau kendaraan serta tahan terhadap cuaca yang terjadi. Lapisan jalan pada suatu konstruksi perkerasan jalan itu sendiri juga memiliki sebuah

fungsi sendiri yaitu menerima sebuah beban lalu lintas yang menyebar ke lapisan sampai ke tanah dasar.

Ada 5 faktor penyebab perkerasan jalan mengalami kegagalan karena faktor alam yaitu :

1. Air

Apabila sistem drainase sepanjang jalan tidak sempurna dalam penyusunan maupun perawatan akan menyebabkan air naik dan menggenangi jalan. Jika muka jalan tergenang maka kondisi *saturated* pun akan terjadi. Akibat daya rekat antar butiran tanah sangat kecil atau tidak merekat sama sekali. Lalu gesekan antar partikel menurun tajam dan saling mengunci antar partikel yang tidak bekerja. Kondisi ini membuat kemampuan tanah yang mendukung beban sangat kecil dan akan hilang. Sementara kendaraan tetap memberikan beban dengan melewati jalan, lalu terjadilah penglepasan antar butiran tanah dan membuat permukaan jalan pecah dan amblas.

2. Bahan organik

Aspal merupakan campuran antara mineral dan bitumen. Bitumen merupakan bahan berwarna coklat hingga hitam, menjadi keras hingga cair dan bersifat larut pada  $Cs_2$  atau  $CCL_4$  dengan sempurna. Sifatnya lunak, tidak larut dalam air, dan mengandung zat organik terdiri dari gugus aromatik dan bersifat kekal. Namun jika terkena bahan organik pun perkerasan jalan akan gagal. Misalnya dengan banyaknya daun dan ranting yang jatuh di atas aspal dan jalan jarang dilewati, tentu akan menyebabkan pelapukan jangka panjang. Sedangkan yang paling sering terjadi diperkotaan adalah munculnya akar pohon yang menjulang ke atas atau membesar. Sehingga tanah pun akan menjadi guntukan dan retak atau pecah.

3. Kurangnya cahaya matahari

Cahaya matahari juga berpengaruh pada kuat tidaknya struktur lapisan jalan yang ada diperkotaan. Jika jalan sepenuhnya tertutup dan tidak terkena matahari maka kemungkinan rusaknya semakin besar. Hal ini diakibatkan karena partikel tanah dan jalan tidak bisa melekat dengan sempurna.

4. Sifat tanah

Tekstur dan struktur tanah juga menjadi salah satu pertimbangan penting saat melakukan konstruksi jalan. Jika tekstur tanah keras akan lebih mudah dilakukan pembuatan jalan, Namun jika teksturnya lembek maka harus dilakukan penambahan batu atau sirtu agar tanah

bisa mengeras. Kesalah dalam melakukan tahap konstruksi ini yang seringkali membuat jalan rusak.

#### 5. Beban angkutan (tonase) berlebihan

Berdasarkan aturan baku, aspal pada dasarnya tidak bisa dilewati oleh semua jenis kendaraan. Terlebih kendaraan yang beroda 6 ke atas yang memiliki massa 5 ton ke atas. Sebenarnya penanggungan beban aspal memiliki batasan, berbeda dengan jalanan beton yang bisa menahan berat mobil segala jenis. Jika dibiarkan jangka panjang tentu jalan akan mengalami kerusakan yang lebih parah.

Dengan adanya permasalahan yang ada, penulis akan meninjau atau meneliti seberapa besar hubungan tanah dasar terhadap perkerasan lentur pada pembangunan jalan yang akan ditulis dalam Tugas Akhir dengan judul “*Hubungan Tanah Dasar Terhadap Perkerasan Lentur (flexible pavement)*”.

### **1.2 Tujuan dan Manfaat Penelitian**

1. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisa hubungan tanah dasar terhadap perkerasan lentur.
2. Manfaat penelitian ini supaya dalam perencanaan jalan raya memperhatikan tanah dasar dan lapisan-lapisan di atasnya.

### **1.3 Rumusan Masalah**

Dengan didasarkan pada latarbelakang diatas, penulis merumuskan masalah dalam Tugas Akhir ini sebagai berikut :

1. Bagaimana hubungan tanah dasar terhadap perkerasan lentur (*flexible pavement*)
2. Apa-apa saja yang diperhatikan dalam perkerasan lentur

### **1.4 Batasan Masalah**

Dalam penelitian ini penulis membatasi permasalahan untuk penyederhanaan sehingga tujuan Tugas Akhir ini dapat dicapai, adapun batasan masalahnya adalah sebagai berikut :

1. Struktur perkerasan lentur diasumsikan berupa struktur empat lapisan yaitu *sub grade*, *sub base*, *base*, dan *surface*.

2. Analisa perhitungan menggunakan data-data asumsi dan data-data lainnya ditentukan berdasarkan kondisi yang sering terjadi atau sesuai dengan keadaan di Indonesia.
3. Hanya membahas tentang hubungan tanah dasar terhadap perkerasan lentur

### **1.5 Maksud Penelitian**

Maksud dari penelitian Tugas Akhir ini adalah hanya untuk mengetahui hubungan tanah dasar terhadap perkerasan lentur (*flexible pavement*)

### **1.6 Metode Penulisan**

Untuk memperjelas tahapan yang dilakukan dalam penelitian ini, di dalam penulisan tugas akhir ini dikelompokkan ke dalam 5 (lima) bab dengan metode penulisan sebagai berikut :

#### **Bab I Pendahuluan**

Menjabarkan tentang latar belakang masalah, tujuan dan manfaat penelitian, rumusan masalah, batasan masalah, maksud penelitian, metode penulisan, waktu pelaksanaan (*time schedule*), rencana anggaran biaya dan daftar pustaka.

#### **Bab II Tinjauan pustaka**

Menjabarkan tentang tinjauan kepustakaan, menjelaskan teori, serta hal-hal yang berkaitan mengenai penelitian ini. Dalam hal ini teori-teori yang berkaitan dengan perkerasan lentur, tanah dasar dan lapisan-lapisan dalam perkerasan.

#### **Bab III Metodologi Penelitian**

Bab ini menjabarkan tentang metode yang dipakai dalam penelitian ini, termasuk pengambilan data, langkah penelitian, dan analisa data.

#### **Bab IV Analisis dan Pembahasan**

Pada bab ini menjabarkan tentang hasil dan pembahasan hubungan tanah dasar terhadap perkerasan lentur. Data di tampilkan dalam tabel dan grafik serta hasilnya diberi ulasan/pendapat.

#### **Bab V Kesimpulan dan Saran**

Pada bab ini memaparkan tentang kesimpulan yang diperoleh dari bab sebelumnya dan saran mengenai hasil penelitian yang dapat dijadikan masukan.

### **1.7 Time Schedule (waktu pelaksanaan)**

Berikut ini adalah jadwal kegiatan yang akan dilakukan hingga dihasilkan laporan akhir.

Tabel 1. 1 Rencana jadwal kegiatan pelaksanaan Tugas Akhir

No.	Tahap Kegiatan	Jadwal Kerja Selama 6 Bulan dalam Minggu																											
		Maret				April				Mei				Juni				Juli				Agustus							
		I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV				
1	Pengajuan judul	■	■	■	■																								
2	Penulisan Proposal					■	■	■	■	■	■	■	■																
3	Pengajuan Proposal													■															
4	Seminar Proposal													■															
5	Pengumpulan Data													■	■														
6	Penelitian													■	■	■	■												
7	Penulisan Laporan dan									■	■	■	■	■	■	■	■												
8	Pengumpulan Laporan Hasil Penelitian																	■	■										
9	Revisi Laporan Hasil Penelitian																		■	■									
10	Seminar Isi																					■							
11	Revisi Isi																						■	■					
12	Sidang																											■	

### 1.8 Rencana Anggaran Biaya

Adapun anggaran biaya yang dibutuhkan untuk penulisan Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut :

Tabel 1. 2 Rekapitulasi RAB Tugas Akhir

No.	Uraian Kegiatan	Volume	Satuan	Harga Satuan	Jumlah Total
1	Buku-buku referensi	4	bh	Rp 250.000,-	Rp 1.000.000,-
2	Pulsa untuk download jurnal-jurnal	1	Ls	Rp 325.000,-	Rp 325.000,-
3	Laporan proposal	5	bh	Rp 10.000,-	RP 50.000,-
4	Pengumpulan data/pengerjaan laporan	1	Ls	Rp 1.000.000,-	Rp 1.000.000,-
5	Laporan seminar isi	5	Lb	Rp 50.000,-	Rp 250.000,-
6	Laporan final	5	Lb	Rp 100.000	Rp 500.000,-
7	Biaya Seminar	3	-	Rp 500.000,-	Rp 1.500.000,-
Total					Rp. 4.650.000,-

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 UMUM**

Tanah dalam kondisi alam jarang sekali dalam kondisi mampu mendukung beban secara berulang dari kendaraan tanpa mengalami deformasi yang besar. Karena itu, dibutuhkan suatu struktur yang dapat melindungi tanah dari beban roda kendaraan. Struktur ini disebut perkerasan (*pavement*). Jadi perkerasan adalah lapisan kulit (permukaan) keras yang diletakkan pada formasi tanah setelah selesainya pekerjaan tanah atau dapat pula didefenisikan, perkerasan adalah struktur yang memisahkan antara ban kendaraan dengan tanah pondasi yang berada di bawahnya. Lapis yang berada diantara tanah dan roda dapat dibuat dari bahan yang khusus yang terpilih (yang lebih baik) yang selanjutnya disebut lapis keras/perkerasan/pavement.

Guna dapat memberikan rasa aman dan nyaman kepada si pemakai jalan, maka konstruksi perkerasan haruslah memenuhi syarat dalam berlalu lintas dan kekuatan atau struktural.

Syarat-syarat tersebut adalah:

- a. Syarat-syarat berlalu lintas
  - Permukaan rata, tidak bergelombang, tidak melendut dan tidak berlubang
  - Permukaan cukup kaku, sehingga tidak mudah berubah bentuk akibat beban yang bekerja di atasnya
  - Permukaan cukup kasar, memberikan gesekan yang baik antara ban dan permukaan jalan sehingga tidak mudah selip
  - Permukaan tidak mengkilap, tidak silau jika terkena sinar matahari
- b. Syarat-syarat kekuatan / struktural
  - Ketebalan yang cukup sehingga mampu meyebarakan bahan/muatan lalu lintas ke tanah dasar
  - Kedap terhadap air, sehingga air tidak mudah meresap ke lapisan bawahnya
  - Permukaannya mudah mengalirkan air, sehingga air hujan yang jatuh di atasnya dapat dapat cepat di alirkan
  - Kekakuan untuk memikul beban yang bekerja tanpa menimbulkan deformasi yang berarti.

Untuk memenuhi hal-hal tersebut diatas, perencanaan dan pelaksanaan konstruksi perkerasan lentur jalan haruslah mencakup:

1. Perencanaan tebal masing-masing lapisan perkerasan.

Dengan memperhatikan daya dukung tanah dasar, beban lalu lintas yang akan dipikulnya, keadaan lingkungan, jenis lapisan yang akan dipilih, dapatlah ditentukan tebal masing-masing lapisan berdasarkan beberapa metode yang ada.

2. Analisa campuran bahan.

Dengan memperhatikan mutu dan jumlah bahan setempat yang tersedia, direncanakanlah suatu susunan campuran tertentu sehingga terpenuhi spesifikasi dari jenis lapisan yang akan dipilih.

3. Pengawasan pelaksanaan pekerjaan.

Perencanaan tebal perkerasan yang baik, susunan campuran yang memenuhi syarat, belumlah dapat menjamin dihasilkannya lapisan perkerasan yang memenuhi apa yang diinginkan jika tidak dilakukan pengawasan pelaksanaan yang cermat mulai dari tahap penyiapan lokasi dan material sampai tahap pencampuran atau penghamparan dan akhirnya pada tahap pemadatan dan pemeliharaan.

Untuk mendapatkan perkerasan yang memiliki daya dukung yang baik dan memenuhi faktor keawetan dan faktor ekonomis yang diharapkan maka perkerasan dibuat berlapis-lapis. Berdasarkan bahan pengikatnya konstruksi perkerasan jalan dapat dibedakan atas :

1. Konstruksi perkerasan lentur (*flexible pavement*), yaitu perkerasan yang menggunakan aspal sebagai bahan pengikat lapisan-lapisan perkerasannya bersifat memikul dan menyebarkan lalu lintas ke tanah dasar.
2. Konstruksi perkerasan kaku (*rigid pavement*), yaitu perkerasan yang menggunakan pelat beton tanpa atau dengan tulangan sebagai bahan lapis atasnya, yang berada di atas tanah dasar dengan atau tanpa lapis pondasi bawah.
3. Konstruksi perkerasan komposit (*composite pavement*), yaitu gabungan antara perkerasan kaku dan perkerasan lentur, dengan aspal diatas pelat beton maupun sebaliknya.

Perbedaan utama antara perkerasan kaku dan perkerasan lentur dapat dilihat pada Tabel 2.1



Tabel 2. 1 Perbedaan utama perkerasan kaku dan perkerasan lentur

		Perkerasan lentur	Perkerasan kaku
1	Bahan pengikat	Aspal	Semen
2	Repetisi beban	Timbul rutting (lendutan pada jalur roda)	Bersifat sebagai balok di atas perletakan
3	Penurunan tanah dasar	Jalan bergelombang ( mengikuti tanah dasar)	Bersifat sebagai balok di atas perletakan
4	Perubahan temperatur	Modulus kekakuan berubah Timbul tegangan dalam yang kecil	Modulus kekakuan tidak berubah Timbul tegangan dalam yang besar

Sumber: Silvia Sukirman 1993

## 2.2 Konstruksi Perkerasan Jalan

### 2.2.1 Perkerasan Lentur

Perkerasan lentur adalah perkerasan yang menggunakan aspal sebagai bahan pengikat. Pada umumnya perkerasan lentur baik digunakan untuk jalan yang melayani beban lalu lintas ringan sampai sedang, seperti perkotaan, jalan dengan sistem utilitas terletak dibawah perkerasan jalan, perkerasan bahu jalan, atau perkerasan dengan konstruksi bertahap. Perkerasan lentur memiliki beberapa karakteristik sebagai berikut ini :

- a. Memakai bahan pengikat aspal
- b. Sifat dari perkerasan ini adalah memikul beban lalu lintas dan menyebarkan ke tanah dasar
- c. Pengaruhnya terhadap repetisi beban adalah timbulnya rutting (lendutan pada jalur roda)
- d. Pengaruhnya terhadap penurunan tanah dasar yaitu jalan bergelombang (mengikuti tanah dasar)

Keuntungan menggunakan perkerasan lentur antara lain :

- a. Dapat digunakan pada daerah dengan perbedaan penurunan (*differential settlement*) terbatas
- b. Mudah diperbaiki

- c. Tambahan lapisan perkerasan dapat dilakukan kapan saja
- d. Memiliki tahanan geser yang baik
- e. Warna perkerasan memberi kesan tidak silau bagi pemakai jalan
- f. Dapat dilaksanakan bertahap, terutama pada kondisi biaya pembangunan terbatas atau kurangnya data untuk perencanaan

Kerugian menggunakan perkerasan lentur antara lain :

- a. Tebal total struktur perkerasan lebih tebal dibandingkan perkerasan kaku
- b. Kelenturan dan sifat kohesi berkurang selama masa pelayanan
- c. Tidak baik digunakan jika sering digenangi air
- d. Menggunakan agregat lebih banyak.

Konstruksi lapisan lentur terdiri dari lapisan-lapisan, dimana lapisan tersebut berfungsi untuk menerima beban lalu lintas dan menyebarkannya ke lapisan bawahnya. Sifat penyebaran gaya yang diterima setiap lapisan berbeda-beda dimana semakin ke bawah akan semakin kecil. Setiap lapisan mempunyai fungsi masing-masing dan oleh karena itu setiap lapisan memiliki perbedaan syarat-syarat yang harus dipenuhi.

Konstruksi perkerasan terdiri dari :

- a. Lapisan permukaan (*surface course*)

Lapisan permukaan adalah bagian perkerasan yang paling atas. Fungsi lapisan ini adalah :

- Struktural : ikut mendukung dan menyebarkan beban kendaraan yang diterima oleh perkerasan. Untuk itu persyaratan yang dituntut adalah kuat, kokoh dan stabil
- Nonstrktural, dalam hal ini mencakup :
  1. Lapis kedap air, mencegah masuknya air ke dalam lapisan perkerasan yang ada dibawahnya
  2. Menyediakan permukaan yang tetap rata, agar kendaraan dapat berjalan dan memperoleh kenyamanan yang cukup
  3. Membentuk permukaan yang tidak licin, sehingga tersedia koefisien gerak (*skid resistance*) yang cukup untuk menjamin tersedianya keamanan lalu lintas
  4. Sebagai lapisan aus yaitu lapis yang dapat aus dan selanjutnya dapat diganti lagi dengan yang baru.

Jenis lapis permukaan menurut Spesifikasi Umum Edisi 2010 (revisi 2) adalah :

1. Lapis resap pengikat dan lapis perekat, merupakan penyediaan dan penghamparan bahan aspal pada permukaan yang telah disiapkan sebelumnya untuk pemasangan lapisan beraspal berikutnya. Lapis resap pengikat harus dihampar diatas permukaan pondasi tanpa bahan pengikat lapis pondasi agregat, sedangkan lapis perekat harus dihampar di atas permukaan berbahan pengikat (seperti : lapis penetrasi macadam, laston, lataston dan diatas semen tanah, RCC, CTB, perkerasan Beton, dll)
2. Lapisan aspal satu lapis (Burtu) dan Laburan aspal dua lapis (Burda), merupakan jenis pelaburan aspal (*surface dressing*) yang disetiap lapis diberi pengikat aspal dan kemudian ditutup dengan butiran agregat (*chipping*). Pelaburan aspal ini umumnya dihampar di atas lapis pondasi agregat kelas A yang sudah diberi lapis resap pengikat atau lapis pondasi berbahan pengikat semen atau aspal, atau di atas suatu permukaan aspal lama.

3. Campuran beraspal panas

Jenis campuran beraspal panas ini adalah :

- a. Lapis tipis aspal pasir (*sand sheet*, SS) kelas A dan B

Lapis tipis aspal pasir (latastir) atau SS, terdiri dari dua jenis campuran, SS-A dan SS-B tergantung pada tebal nominal minimum. Sand sheet biasanya memerlukan penambahan filter agar memenuhi kebutuhan sifat-sifat yang disyaratkan.

- b. Lapis tipis aspal beton (*Hot rolled sheet*, HRS)

HRS terdiri dari dua jenis campuran, HRS pondasi (HRS-Base) dan HRS lapis aus (HRS Wearing course, HRS-WS) dan ukuran maksimum agregat masing-masing campuran adalah 19 mm. HRS-Base mempunyai proporsi fraksi agregat kasar lebih besar daripada HRS-WC

- c. Lapis aspal beton (*Asphalt concrete*, AC)

Lapis aspal beton (Laston) atau AC terdiri dari tiga campuran, AC lapis Aus (AC-WC), AC lapis antara (AC-Binder Course, AC-BC) dan lapis pondasi (AC-Base). Setiap jenis campuran AC yang menggunakan bahan aspal polimer atau aspal dimodifikasi dengan aspal alam atau aspal multigrade disebut masing-masing sebagai AC-WC modified, AC-BC modified, dan AC-base modified.

4. Lasbutag dan Latabusir tidak digunakan
5. Campuran aspal dingin, merupakan campuran yang dirancang agar sesuai dihampar dan

dipadatkan secara dingin setelah disimpan untuk jangka waktu tertentu. Kelas C adalah campuran bergradasi semi padat dengan menggunakan aspal cair (*cut back*). Campuran kelas E adalah bergradasi terbuka dan sesuai digunakan untuk aspal emulsi.

6. Lapis penetrasi macadam, merupakan penyediaan lapis permukaan atau lapis pondasi terbuat dari agregat distabilasi oleh aspal, pekerjaan ini dilaksanakan menggunakan campuran aspal panas tidak mencukupi dan atau penyediaan instalasi campuran aspal sulit dilaksanakan akibat situasi lingkungan.

b. Lapis Pondasi Atas

Lapis pondasi atas adalah bagian dari perkerasan yang terletak diantara lapis permukaan dan lapis pondasi bawah (atau dengan tanah apabila tidak menggunakan lapis pondasi bawah).

Fungsi dari lapisan ini adalah :

- Bagian perkerasan yang menahan gaya lintang dari beban roda dan menyebarkan beban ke lapisan di bawahnya
- Lapisan peresapan untuk lapisan pondasi bawah
- Bantalan terhadap lapisan permukaan

c. Lapisan Pondasi Bawah (*subbase course*)

Lapis pondasi bawah adalah lapis perkerasan yang berada antara lapis pondasi atas dan tanah dasar. Lapis pondasi ini berfungsi sebagai :

- Bagian dari konstruksi perkerasan untuk menyebarkan beban roda ke tanah dasar. Lapisan ini harus cukup kuat, mempunyai CBR 20% dan plastisitas indeks (PI)  $\leq$  10%
- Efisiensi penggunaan material. Material pondasi bawah relatif murah dibandingkan dengan lapis perkerasan di atasnya
- Mengurangi tebal lapisan di atasnya yang lebih mahal
- Lapis peresapan, agar air tanah tidak berkumpul di pondasi
- Lapisan pertama, agar pekerjaan dapat lancar. Hal ini sehubungan dengan kondisi lapangan yang memaksa harus menutup tanah dasar dari pengaruh cuaca atau lemahnya daya dukung tanah dasar menahan roda-roda alat besar.
- Lapisan untuk mencegah partikel-partikel halus dari tanah dasar naik ke pondasi atas.

Jenis lapis pondasi baik untuk lapis pondasi atas maupun lapis pondasi bawah adalah :

- Lapis Pondasi Agregat

Terdapat tiga kelas yang berbeda dari lapis pondasi agregat yaitu kelas A, kelas B dan kelas S. Pada umumnya lapis pondasi agregat kelas A adalah mutu lapis pondasi atas untuk dibawah lapisan beraspal, dan lapis pondasi agregat kelas B adalah lapis pondasi bawah. Lapis pondasi kelas S digunakan untuk bahu jalan tanpa penutup

- Lapis Pondasi Semen Tanah

Lapis pondasi semen tanah merupakan penyediaan lapis pondasi yang terbuat dari tanah yang diambil dari daerah sekitar yang distabilisasi dengan semen, di atas tanah dasar yang telah disiapkan, termasuk penghamparan, pembentukan, pemadatan, perawatan dan penyelesaian akhir.

- Lapis Pondasi Atas Bersemen (CTB) dan Lapis Pondasi Bawah Bersemen (CTSB)

CTB menawarkan penghematan yang signifikan dibanding perkerasan pondasi berbutir untuk jalan yang dilewati lalu lintas sedang dan berat. Biaya CTB tersebut lebih murah secara tipikal untuk kisaran beban sumbu 2,5 sampai 30 juta ACESA tergantung pada harga setempat dan kemampuan kontraktor. CTB juga menghemat penggunaan aspal dan material berbutir, kurang sensitif terhadap air dibandingkan dengan lapis pondasi berbutir, dan juga dengan biaya yang lebih murah dibandingkan dengan lapisan aspal yang berlapis-lapis. LMC (*lean Mix Concrete*) dapat digunakan sebagai pengganti CTB, dan memberi kemudahan pelaksanaan di daerah yang sempit misalnya pada pelebaran perkerasan berdampingan dengan lajur yang sedang dilalui lalu lintas.

d. Tanah Dasar (*subgrade*)

Tanah dasar (*subgrade*) adalah permukaan tanah semula, permukaan tanah galian atau permukaan tanah timbunan yang dipadatkan yang merupakan permukaan tanah dasar untuk perletakan bagian-bagian perkerasan lainnya.

Lapisan tanah dasar dapat berupa tanah asli yang dipadatkan jika tanah aslinya baik, tanah yang didatangkan dari tempat lain dan dipadatkan atau tanah yang distabilisasi dengan kapur atau bahan lainnya. Pemadatan yang baik diperoleh jika dilakukan pada kadar air optimum dan diusahakan kadar air tersebut konstan selama umur rencana. Hal ini dapat dicapai dengan kelengkapan drainase yang memenuhi syarat.

Tanah dasar yang baik untuk konstruksi perkerasan jalan adalah tanah dasar yang berasal

dari lokasi itu sendiri dan didekatnya yang telah dipadatkan sampai tingkat kepadatan tertentu sehingga mempunyai daya dukung yang baik serta berkemampuan mempertahankan perubahan volume selama masa pelayanan walaupun terdapat perbedaan kondisi lingkungan dan jenis tanah setempat.

Kekuatan dan keawetan konstruksi perkerasan lentur jalan sangat ditentukan oleh sifat-sifat daya dukung tanah dasar. Masalah-masalah yang sering ditemui menyangkut tanah dasar adalah :

1. Perubahan bentuk tetap dari jenis tanah tertentu akibat beban lalu lintas. Perubahan bentuk yang besar akan mengakibatkan jalan tersebut rusak. Tanah-tanah dengan plastisitas tinggi cenderung untuk mengalami hal tersebut. Lapisan-lapisan tanah lunak yang terdapat dibawah tanah dasar harus diperhatikan. Daya dukung tanah dasar yang ditunjukkan oleh nilai CBR nya dapat merupakan indikasi dari perubahan bentuk yang dapat terjadi.
2. Sifat mengembang dan menyusut dari tanah tertentu akibat perubahan kadar air. Hal ini dapat dikurangi dengan memadatkan tanah pada kadar air optimum sehingga mencapai kepadatan tertentu sehingga perubahan volume yang akan terjadi dapat dikurang. Kondisi drainase yang baik dapat menjaga kemungkinan berubahnya kadar air pada lapisan tanah dasar.
3. Daya dukung tanah dasar yang tidak merata pada daerah dengan macam tanah yang sangat berbeda. Penelitian yang seksama atas jenis dan sifat tanah dasar sepanjang jalan dapat mengurangi akibat tidak meratanya daya dukung tanah dasar. Perencanaan tebal perkerasan dapat dibuat berbeda-beda dengan membagi jalan menjadi segemen-segmen berdasarkan sifat tanah yang berlainan.
4. Daya dukung yang tidak merata akibat pelaksanaan yang kurang baik. Hal ini akan lebih jelek pada tanah dasar dari jenis tanah berbutir kasar dengan adanya tambahan pemadatan akibat pembebanan lalu lintas ataupun akibat berat tanah dasar itu sendiri (pada tanah dasar tanah timbunan). Hal ini dapat diatasi dengan melakukan pengawasan yang baik pada saat pelaksanaan pekerjaan tanah dasar.
5. Perbedaan penurunan (*differential settlement*) akibat terdapatnya lapisan-lapisan tanah lunak di bawah tanah dasar akan mengakibatkan terjadinya perubahan bentuk tetap. Hal ini dapat diatasi dengan melakukan penyelidikan tanah dengan teliti. Pemeriksaan

dengan menggunakan alat bor dapat memberikan gambaran yang jelas tentang lapisan tanah dibawah lapis tanah dasar.

6. Kondisi geologis dari lokasi jalan perlu dipelajari dengan teliti, jika ada kemungkinan lokasi jalan berada pada daerah patahan atau tidak.

Faktor-faktor yang harus diperhatikan dalam penyiapan contoh tanah adalah :

1. Jenis tanah itu sendiri, apakah tanah berbutir halus dengan plastisitas rendah, tanah berbutir dengan plastisitas tinggi atau tanah berbutir kasar. Hal ini sehubungan dengan sifat tanah tersebut dalam menahan air dan efeknya terhadap pengembangan.
2. Elevasi rencana dari tanah dasar itu sendiri, apakah pada tanah galian, tanah timbunan atau sesuai dengan muka tanah asli. Contoh tanah diambil dari bagian tanah yang direncanakan sebagai lapisan tanah dasar (sugrade) berarti contoh tanah berasal dari :
  - a. Permukaan tanah tersebut jika tanah dasar tanah asli
  - b. Material yang akan digunakan nantinya sebagai bahan timbunan jika tanah dasar diatas timbunan.
  - c. Berasal dari lobang bora tau test pit yang mencapai elevasi yang direncanakan jika tanah dasar adalah tanah galian. Pada galian yang cukup dala dimana contoh tanah diperoleh dengan pemboran, besarnya CBR ditentukan secara empiris.
3. Tinggi muka air tanah ditinjau dari elevasi tanah dasar. Hal ini berhubungan dengan jenis pemeriksaan yang akan dilakukan.
4. Fasilitas drainase yang akan disediakan, sehubungan dengan kadar air tanah di musim hujan.
5. Peralatan pemadatan yang nanti akan digunakan, sehubungan dengan energy yang dipergunakan untuk penyiapan contoh tanah dasar.

Pada penelitian Tugas Akhir ini penulis menentukan sendiri jenis tanah dasar dengan asumsi tanah dasar nya tanah dasar yang keras.

### **2. 3 Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Jalan Baru**

Perencanaan tebal perkerasan lentur jalan baru umumnya dapat dibedakan atas 2 metode yaitu :

1. Metode empiris, metode ini dikembangkan berdasarkan pengalamn dan penelitian dari jalan-jalan yang dibuat khusus untuk penelitian atau dari jalan yang sudah ada.

2. Metode teoritis, metode ini dikembangkan berdasarkan teori matematis dari sifat tegangan dan regangan pada lapisan perkerasan akibat beban berulang dari lalu lintas.

### **Metode Empiris**

Terdapat banyak metode empiris yang telah dikembangkan oleh berbagai negara, seperti :

1. Metode AASHTO, Amerika Serikat, yang telah mengalami perubahan terus-menerus, sesuai dengan penelitian yang diperoleh. Perubahan terakhir dilakukan pada edisi 1986, yang dapat dibaca pada buku AASHTO, "*guide for design of pavement structures*, 1986".
2. Metode Bina Marga, Indonesia, yang merupakan modifikasi dari metode AASHTO 1972 revisi 1981. Modifikasi ini dilakukan untuk penyesuaian dengan kondisi alam, lingkungan, sifat tanah dasar, dan jenis lapis perkerasan yang umum dipergunakan di Indonesia. Edisi terakhir dari metode Bina Marga dikeluarkan tahun 1987, yaitu dapat dibaca pada "petunjuk perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Jalan Raya dengan metode Analisa Komponen SKBI-2.3.26.1987 UDC:625.73".
3. Metode NAASRA, Australia, yang dapat dibaca pada : Interim Guide to Pavement Thickness Design".
4. Metode road note 29, Inggris.
5. Metode asphalt institute, yang dapat dibaca pada "thickness Design Asphalt Pavements for Highways and Streets, MS-1.

### **Metode Teoritis**

Metode teoritis yang umum dipergunakan saat ini berdasarkan teori elastis (elastic layered theory). Teori ini membutuhkan nilai modulus elastisitas dan poisson ratio dari setiap lapisan perkerasan.

Pada penelitian ini penulis menggunakan metode analisa komponen no.01/PD/B/1987 Bina Marga dalam perencanaan tebal setiap lapisan perkerasan lentur (*flexible pavement*) jalan.

#### **2.4 Analisa Tebal Lapisan Perkerasan dengan Metode Bina Marga 1987**

Beberapa faktor yang mempengaruhi perhitungan tebal lapis perkerasan lentur adalah : koefisien distribusi arah kendaraan( $c$ ), angka ekivalen sumbu kendaraan( $E$ ), lintas ekivalen, daya dukung tanah(DDT), faktor regional(FR), indeks permukaan(IP), indeks tebal perkerasan(ITp) dan koefisien kekuatan relatif.



1. Koefisien Distribusi Arah Kendaraan(c)

Persentasi jenis kendaraan pada jalur rencana adalah jumlah kendaraan yang melintasi jalur jalan yang sesuai dengan karakteristik jalan itu sendiri. Jumlah kendaraan yang melewati lajur rencana masing-masing beratnya diperhitungkan dengan nilai koefisien distribusi arah kendaraan(c).

2. Angka ekivalen (E)

Angka ekivalen dihitung berdasarkan beban sumbu kendaraan dihitung dari letak titik berat kendaraan dalam memberikan persentasi beban pada roda depan ( as tunggal) dan roda belakang ( as tunggal/ganda). Persamaan angka ekivalen sebagai berikut :

a. Untuk sumbu tunggal

$$E_{\text{tunggal}} = 1 \left[ \frac{\text{beban satu sumbu tunggal (kg)}}{8160} \right]^4 \dots\dots\dots(2.1)$$

b. Untuk sumbu ganda

$$E_{\text{ganda}} = 0,086 \left[ \frac{\text{beban satu sumbu ganda (kg)}}{8160} \right]^4 \dots\dots\dots(2.2)$$

c. Untuk sumbu triple

$$E_{\text{triple}} = 0,053 \left[ \frac{\text{beban satu sumbu triplel (kg)}}{8160} \right]^4 \dots\dots\dots(2.3)$$

Tabel 2. 2 Angka ekivalen (E) sumbu kendaraan

Beban Sumbu		Angka Ekivalen	
Kg	Lb	Sumbu Tunggal	Sumbu Ganda
1000	2205	0.0002	-
2000	4409	0.0036	0.0003
3000	6614	0.0183	0.0016
4000	8818	0.0577	0.0050
5000	11023	0.1410	0.0121
6000	13228	0.2923	0.0251
7000	15423	0.5415	0.0466
8000	17637	0.9238	0.0794

8160	18000	1.0000	0.0860
9000	198411	1.4798	0.1273
10000	22046	22555	0.1940
11000	24251	3.3022	0.2840
12000	26455	4.6770	0.4022
13000	28660	6.4419	0.5540
14000	30864	8.6647	0.7450
15000	33069	11.4148	0.9820
16000	35276	14.7815	1.2712

### 3. Lintas ekivalen

Lintas ekivalen adalah repetisi beban yang dinyatakan dalam sumbu standar yang diterima oleh konstruksi jalan terhadap jumlah lalu lintas  $(1+i)^{UR}$  harian rata-rata (LHR). Lintas ekivalen terdiri dari :

- a. Lintas ekivalen permulaan (LEP) : besarnya lintas ekivalen pada saat jalan tersebut dibuka atau pada awal umur rencana.

$$LEP = \sum_{j=1}^n LHR_j \times C_j \times E_j \dots\dots\dots(2.4)$$

- b. Lintas ekivalen akhir (LEA) : besarnya lintas ekivalen pada saat jalan tersebut membutuhkan perbaikan (akhir rencana).

$$LEA = \sum_{j=1}^n LHR_j(1+i)^{UR} \times C_j \times E_j \dots\dots\dots(2.5)$$

Dimana :

UR = umur rencana

i = perkembangan lalu lintas

- c. Lintas ekivalen tengah (LET)

$$LET = \frac{1}{2}[LEP + LEA] \dots\dots\dots(2.6)$$

- d. Lintas ekivalen rencana (LER) : jumlah lintas ekivalen yang akan melintasi jalan selama masa pelayanan dari saat dibuka sampai akhir umur rencana.

$$\text{LER} = \text{LET} \times \text{FP} \dots\dots\dots(2.7)$$

Dimana :

FP = faktor penyesuaian

$$\text{FP} = \frac{\text{UR}}{10}$$

4. Daya dukung tanah (DDT)

Daya dukung tanah/kekuatan tanah dasar (subgrade) adalah kemampuan tanah untuk menerima beban yang bekerja padanya. DDT di ukur dengan test *California bearing ratio* (CBR). Nilai CBR ini menyatakan kualitas tanah dasar dibandingkan dengan beban standar berupa batu pecah yang mempunyai nilai CBR sebesar 100% dalam memikul beban lalu lintas atau perbandingan antara beban penetrasi pada suatu bahan dengan beban standar pada penetrasi dan kecepatan pembebanan yang sama.

$$\text{CBR} = \frac{\text{beban penetrasi yang telah dikoreksi}}{\text{beban standar}} \times 100\% \dots\dots\dots(2.8)$$

Berdasarkan cara mendapatkan contoh tanahnya, CBR dapat dibagi atas :

1. CBR lapangan atau disebut CBR<sub>inflace</sub>

Gunanya untuk mendapatkan nilai CBR asli dilapangan sesuai dengan kondisi tanah saat itu dimana tanah dasarnya sudah tidak dipadatkan lagi. Pemeriksaan dilakukan saat kadar air tanah tinggi atau dalam kondisi terburuk yang mungkin terjadi.

2. CBR lapangan rendaman/ *undisturb soaked* CBR

Gunanya untuk mendapatkan besarnya nilai CBR asli di lapangan pada keadaan jenuh air, dan tanah mengalami pengembangan maksimum. Pemeriksaan dilaksanakan pada kondisi tanah dasar tidak dalam keadaan jenuh air. Hal ini sering digunakan untuk menentukan daya dukung tanah di daerah yang lapisan tanah dasarnya sudah tidak dipadatkan lagi, terletak di daerah yang badan jalannya sering terendam air pada musim hujan dan kering pada musim kemarau, sedangkan pemeriksaan dilakukan pada musim kemarau.

3. CBR rencana titik/CBR laboratorium

Tanah dasar pada konstruksi jalan baru merupakan tanah asli, tanah timbunan atau tanah galian yang sudah dipadatkan sampai kepadatan 95% kepadatan maksimum. Dengan demikian daya dukung tanah dasar tersebut merupakan nilai kemampuan lapisan tanah memikul beban setelah tanah tersebut dipadatkan. CBR laboratorium

dibedakan atas 2 macam yaitu *soaked design* CBR dan *unsoaked design* CBR.

Data CBR yang digunakan adalah harga-harga CBR dari pemeriksaan lapangan dan uji laboratorium, dari data CBR ditentukan nilai CBR terendah, kemudian ditentukan harga CBR yang mewakili atau CBR segemen. Dalam menentukan CBR segmen terdapat 2 cara yaitu :

1. Secara analitis

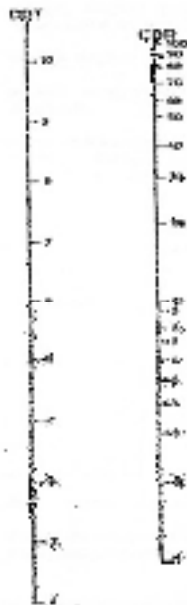
$$CBR_{\text{segmen}} = CBR_{\text{rata-rata}} - (CBR_{\text{maks}} - CBR_{\text{min}}) / R \dots \dots \dots (2.9)$$

Dimana harga R tergantung dari jumlah yang terdapat dalam satu segemen.

2. Secara grafis

Tentukan data CBR yang sama dan lebih besar dari masing-masing nilai pada data CBR. Angka dengan jumlah terbanyak dinyatakan dalam angka 100%, sedangkan jumlah lainnya merupakan presentasi dari angka 100% tersebut dari angka-angka tersebut dibuat grafik hubungan antara harga CBR dan angka persentasinya. Ditarik garis dari angka 90% menuju grafik untuk memperoleh nilai CBR segmen.

Dari nilai CBR segmen yang telah ditentukan dapat diperoleh nilai DDT dari grafik korelasi DDT dan CBR, dimana grafik DDT dalam skala linier, dan grafik CBR dalam skala logaritma. Hubungan tersebut digambarkan pada gambar sebagai berikut :



Gambar 2. 1 Korelasi antara DDT dan CBR

Selain menggunakan grafik tersebut, nilai DDT dari suatu harga CBR juga dapat ditentukan

menggunakan rumus :

$$DDT = 4,3 \log CBR + 1,7 \dots \dots \dots (2.10)$$

Dimana hasil yang diperoleh dengan kedua cara tersebut relatif sama. Dalam Tugas Akhir ini penulis menentukan nilai DDT dengan menggunakan rumus.

5. Faktor regional ( FR)

Faktor regional atau faktor lingkungan adalah faktor yang menunjukkan keadaan lingkungan setempat dimana tiap-tiap negara adalah berbeda-beda. Beberapa hal yang mempengaruhi nilai FR adalah air tanah hujan, perubahan temperature (iklim) dan kemiringan medan.

Faktor regional dipengaruhi oleh :

1. % kendaraan berat
2. Kelandaian maksimum
3. Curah hujan

Tabel 2. 3 Faktor regional (FR)

curah hujan	kelandaian I (<6%)		kelandaian II (6-10%)		kelandaian III (>10%)	
	%ken.berat		%ken.berat		%ken.berat	
	≤30%	> 30%	≤30%	> 30%	≤30%	> 30%
iklim I <900mm/th	0,5	1,0-1,5	1	1,5-2,0	1,5	2,0-2,5
iklim II >900mm/th	1,5	2,0-2,5	2	2,5-3,0	2,5	3,0-3,5

Sumber : SKBI -2.3.26.1987 (Bina Marga, 1987)

NB : pada bagian-bagian jalan tertentu, seperti persimpangan, pemberhentian atau tikungan tajam (jari-jari 30 m) FR ditambah dengan 0,5. Pada daerah rawa-rawa FR ditambah dengan 1,0.

6. Indeks permukaan (IP)

Indeks permukaan adalah besaran yang dipakai untuk menyatakan kerataan/kehalusan serta kekokohan permukaan jalan sehubungan dengan tingkat pelayanan jalan. Nilai indeks permukaan jalan terdiri dari :

- a. Indeks permukaan awal (IPo) : ditentukan berdasarkan jenis lapis permukaan umur rencana (kerataan/kehalusan serta kekokohan).

Tabel 2. 4 Indeks permukaan awal

Jenis lapis perkerasan	Ipo	Roughness
<b>Laston</b>	$\geq 4$	$\leq 1000$
	<b>3.9 – 3.5</b>	$> 1000$
Asbuton / HRA Burda	3.9 – 3.5	$\leq 2000$
	3.4 – 3.0	$> 2000$
	3.9 – 3.5	$< 2000$
Burtu	3.4 – 3.0	$> 2000$
Lapen	3.4 – 3.0	$\leq 3000$
	2.9 – 2.5	$> 3000$
Lapis Pelindung	2.9 – 2.5	
Jalan Tanah	$\leq 2.4$	
Jalan Kerikil	$\leq 2.4$	

- b. Indeks permukaan akhir (IPt) : ditentukan berdasarkan faktor-faktor klasifikasi jalan dan jumlah ekivalen rencana (LER).

Nilai IPt  $< 1,0$  : kondisi jalan rusak berat

IPt = 1,5 : tingkat pelayanan jalan terendah

IPt = 2,0 : permukaan jalan cukup baik

IPt = 2,5 : permukaan jalan baik dan cukup stabil

Untuk perencanaan perkerasan jalan menurut Bina Marga untuk periode 10 tahun nilai

IPt adalah 1 ; 1,5 ; 2 dan 2,5.

Tabel 2. 5 Indeks permukaan akhir ( IPt)

L E R	Klasifikasi Jalan			
	Lokal	Kolektor	Arteri	Tol
$< 10$	1.0 – 1.5	1.5	1.5 – 20	-

<b>10 - 100</b>	1.5	1.5 – 2.0	2.0	-
100 - 1000	1.5 – 2.0	2.0	2.0 – 2.5	-
> 1000	–	2.0 – 2.5	2.5	2.5

(sumber :Petunjuk perencanaan tebal perkerasan lentur jalan raya metode Analisa Komponen Departemen Pekerjaan Umum, 1987)

7. Indeks tebal perkerasan (ITP)

Nilai ITP ditentukan dengan nomogram ITP yang dikorelasikan dengan nilai daya dukung tanah, lintas ekivalen rencana, faktor regional dan indeks permukaan. Persamaan nilai ITP adalah sebagai berikut :

$$ITP = a_1D_1 + a_2D_2 + a_3D_3 \dots\dots\dots(2.11)$$

8. Koefisien kekakuan relatif (a) dan tebal minimum lapis perkerasan (D)

Nilai koefisien kekuatan relative(a) dan tebal minimum lapis perkerasan (D) dapat dihitung setelah nilai ITP diketahui dari grafik nomogram. Tebal minimum lapis pondasi bawah untuk setiap nilai ITP ditentukan sebesar 10 cm ( Bina Marga, 1987).

Tabel 2. 6 Koefisien kekuatan relatif (a)

Koef.Kekuatan BahanRelatif			Kekuatan Bahan			Jenis Bahan
a 1	a 2	a 3	MS	Kt	CBR	
0.40	-	-		-		<b>Laston</b>
<b>0.35</b>	-	-		-		
0.32	-	-		-		
0.30	-	-		-		

0.35	-	-	744	-	-	Lasbutag
0.31	-	-	590	-	-	
0.28	-	-	454	-	-	
0.26	-	-	340	-	-	
0.3	-	-	340	-	-	Hot Rolled Asphalt
0.26	-	-	340	-	-	Aspal Macadam
0.25	-	-	-	-	-	Lapen (mekanis)
0.20	-	-	-	-	-	Lapen (manual)
	0.28	-	590	-	-	Laston atas
	0.26	-	454	-	-	
	0.24	-	340	-	-	
	0.23	-	-	-	-	Lapen (mekanis)
	0.19	-	-	-	-	Lapen (manual)
	0.15	-	-	22	-	stab. tanah dengan semen
	0.13	-	-	18	-	
	0.15	-	-	22	-	Stab. Tanah dengan kapur
	0.13	-	-	18	-	
	0.14	-	-	-	100	Pondasi macadam (basah)
	0.12	-	-	-	60	Pondasi macadam (kering)
	0.14	-	-	-	100	Batu pecah (kelas A)
	<b>0.13</b>	-	-	-	<b>80</b>	<b>Batu pecah (kelas B)</b>
	0.12	-	-	-	60	Batu pecah (kelas C)
	-	0.13	-	-	70	Sirtu / pitrun (kelas A)
	-	<b>0.12</b>	-	-	<b>50</b>	<b>Sirtu / Pitrun (kelas B)</b>



	-	0.11	-	-	30	Sirtu / Pitrun ( kelas C )
	-	0.10	-	-	20	Tanah / lempung kepasiran

(sumber : (sumber :Petunjuk perencanaan tebal perkerasan lentur jalan raya metode Analisa Komponen Departemen Pekerjaan Umum, 1987)

## 2.5 Analisa tebal perkerasan dengan metode Bina Marga 2017

Parameter-parameter dan rumusan untuk menentukan tebal lapisan perkerasan dengan metode bina marga 2017 adalah sebagai berikut :

### Umur rencana

Tabel 2.7 umur rencana pada jalan baru

Jenis Perkerasan	Elemen Perkerasan	Umur Rencana (tahun)
Aspal	Aspal	15
	Aspal	
Tanah	Tanah	20
	Tanah	
Sirtu / Pitrun	Sirtu / Pitrun	30
	Sirtu / Pitrun	

Sumber: Bina marga 2017

### Faktor pertumbuhan Lalu lintas

Pertumbuhan lalu lintas semua umur rencana dihitung dengan faktor pertumbuhan kumulatif (*cumulative growth factor*).

$$R = \frac{(1+0,01i)^{UR}-1}{0,01i}$$

Dimana :

R = faktor pengali lalu lintas kumulatif

i = laju pertumbuhan lalu lintas tahunan

UR = umur rencana

### Beban Sumbu Standar Kumulatif

Beban sumbu standar kumulatif atau cumulative single axle load(CESAL) merupakan jumlah kumulatif beban sumbu lalu lintas desain pada lajur desain selama umur rencana, yang ditentukan sebagai berikut. Menggunakan VDF masing-masing kendaraan niaga.

$$ESATH-1 = (\sum LHRJK \times VDFJK) \times 365 \times DD \times DL \times R$$

Dimana :

- ESATH-1 = kumulatif lintasan sumbu standar ekivalen pada tahun pertama
- LHRJK = lintas harian rata-rata jenis kendaraan niaga( satuan kendaan per hari
- VDFJK = faktor ekivalen beban tiap jenis kendaraan niaga
- DD = Faktor distribusi arah
- DL = Faktor distribusi lajur
- CESAL = kumulatif beban sumbu standar ekivalen selama umur rencana
- R = faktor pengali pertumbuhan lalu lintas kumulatif

## 2.6 Analisa tebal lapisan perkerasan dengan metode AASHTO

### 1. Menentukan angka ekivalen (E)

Untuk mendapatkan nilai ekivalen dapat dihitung berdasarkan persamaan dibawah ini :

$$\text{Kendaraan gandar tunggal : } E = \left(\frac{P (kg)}{8160 (kg)}\right)^{4,352} \dots\dots\dots(2.12)$$

$$\text{Kendaraan gandar ganda : } E = 0,086 \left(\frac{P (kg)}{8160 (kg)}\right) \dots\dots\dots(2.13)$$

### 2. Menghitung lintas ekivalen kumulatif ( $\overline{W}_{18}$ )

Prosedur perencanaan untuk jalan volume rendah dan nilai kumulatif dua arah yang diperkirakan selama periode analisa didapatkan dengan rumus sebagai berikut :

$$(\overline{W}_{18}) = 365 \times LHR \times E \times \frac{(1+i)^n - 1}{i} \dots\dots\dots(2.14)$$

Dimana :

$(\overline{W}_{18})$  = lintas ekivalen kumulatif pada lajur rencana

LHR = jumlah harian rata-rata kendaraan

E = angka ekivalen beban sumbu untuk jenis kendaraan

i = faktor pertumbuhan lalu lintas tahunan dari perhitungan voume lalu lintas dilakukan sampai jalan tersebut dibuka

n = jumlah tahun dari saat diadakan perhitungan volume lalu lintas sampai jalan tersebut dibuka

3.  $W_{18}$

Untuk memperkirakan lalu lintas yang akan digunakan pada jalur perencanaan digunakan rumus sebagai berikut :

$$W_{18} = D_L \times D_D \times (\overline{W_{18}}) \dots \dots \dots (2.15)$$

Dimana :

$D_L$  = Faktor distribusi arah

$D_D$  = Faktor distribusi jalur

Untuk jalan berlajur 2 atau lebih pada 2 arah nilai  $D_D$  yang digunakan adalah 0,5.

Untuk jalan 1 arah nilai  $D_D$  yang digunakan adalah 1,0.

distribusi

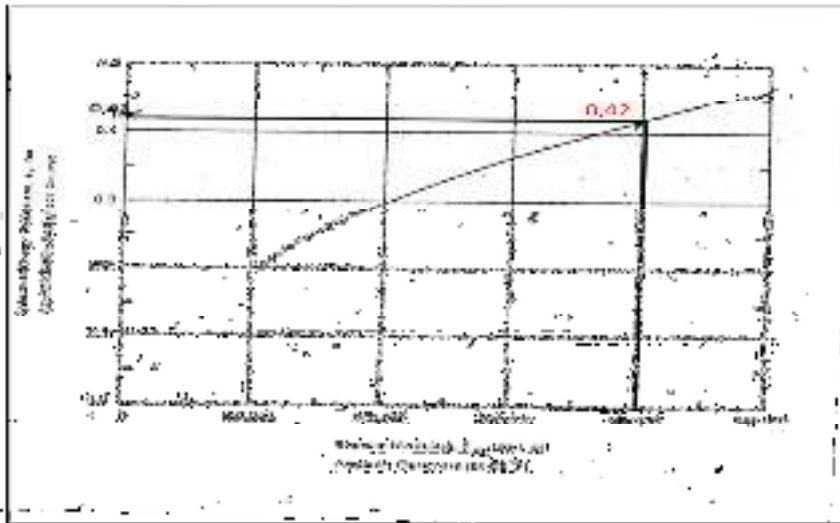
Jumlah Lajur pada masing - masing arah	Persen ESAL 18 kip pada lajur rencana
1	100
<b>2</b>	<b>80- 100</b>
3	60 - 80
$\geq 4$	50 - 75

Tabel 2. 7 Faktor lajur (DL)

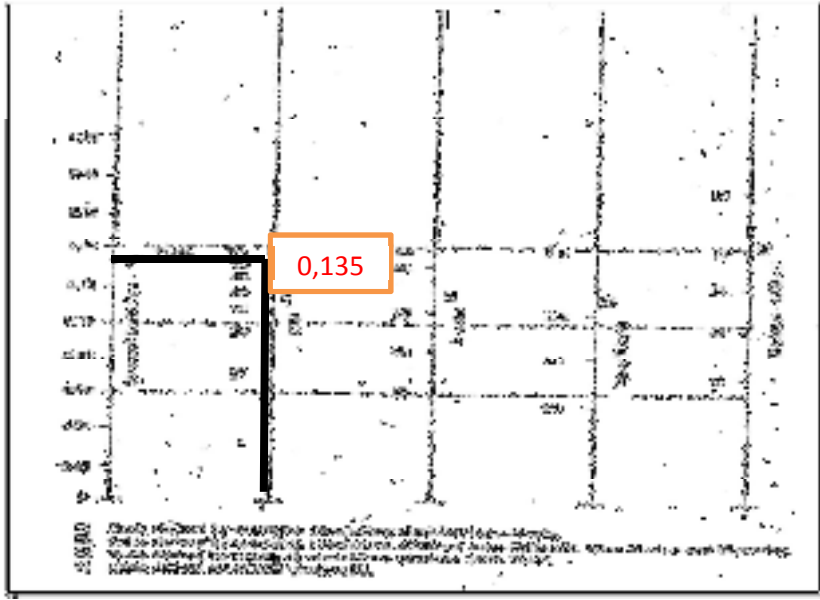
4. Menentukan

tebal perkerasan

berdasarkan gambar grafik dibawah ini.

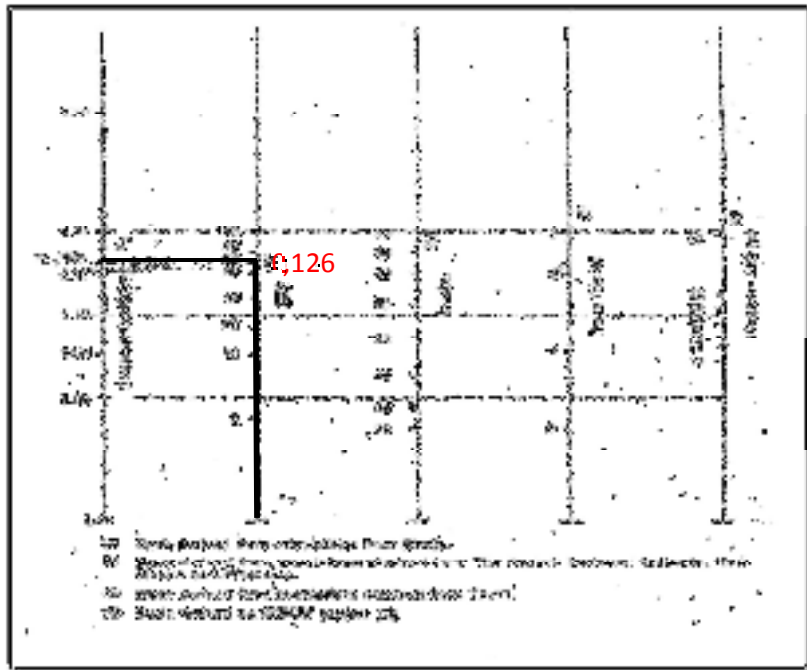


Gambar 2.2 Koefisien lapisan permukaan ( $a_1$ ) (AASHTO, 1986)



Gambar 2.3

Koefisien lapisan pondasi atas ( $a_2$ ) (AASHTO, 1986)



Gambar 2.4 Koefisien lapisan pondasi bawah ( $a_1$ ) (AASHTO, 1986)

#### 5. Menentukan Tingkat Reliabilitas (R)

Reliabilitas adalah nilai jaminan bahwa perkiraan beban lalu lintas yang akan memakai jalan tersebut dapat terpenuhi.

Tabel 2. 8 Tingkat Reabilitas (R)

Fungsi Jalan	Tingkat Keandalan (R)%	
	Urban	Rural
Tol	85 - 99,9	80 - 99,9
Arteri	80 - 99	75 - 95
<b>Kolektor</b>	<b>80 - 95</b>	76 - 95
Lokal	50 - 80	50 - 80

6. Simpangan Baku (So)

Simpangan baku keseluruhan (So) akibat dari beban lalu lintas dan kondisi perkerasan yang dianjurkan oleh AASHTO adalah 0,35 – 0,45

7. Kekuatan tanah dasar

Menentukan sifat material yang digunakan untuk tanah dasar pada perencanaan perkerasan dalam cara ini adalah Modulus Resilient (MR). Nilai MR ini dapat diperkirakan dari harga CBR. Korelasi nilai MR dengan CBR yaitu :

$$MR \text{ (Psi)} = 1500 \times CBR \dots\dots\dots(2.16)$$

8. Service Ability ( $\Delta$ Psi)

Indeks permukaan, dimana selisih antara indeks design serviceability awal ( $P_o$ ) dan indeks design terminal serviceability ( $P_t$ ).

Harga yang ditetapkan oleh AASHTO Road test adalah :

$P_o = 4,2$  (untuk flexible pavement)

$P_t = 2,5$  atau  $3,0$  untuk jalan utama

$P_t = 2,0$  untuk jalan raya sekunder

$$\Delta Psi = P_o - P_t \dots\dots\dots(2.17)$$

9. Simpangan Baku ( $Z_r$ )

Terdapat faktor simpangan baku ( $Z_r$ ) yang nilainya berhubungan dengan Reliabilitas. Besarnya korelasi antara reliabilitas dan simpangan baku dapat dilihat pada tabel berikut ini.

Tabel 2. 9 Korelasi reliabilitas dan simpangan baku(Zr) (AASHTO,1986)

Reliabilitas (%)	Simpangan Baku ( Zr )
50	- 0,000
60	- 0,253
70	- 0,524
75	- 0,674
<b>80</b>	<b>- 0,841</b>
85	- 1,037
90	- 1,282
91	- 1,340
92	- 1,405
93	- 1,476
94	- 1,555
95	- 1,645
96	- 1,751
97	- 1,881
98	- 2,054
99	- 2,327
99,9	- 3,096
99,99	- 3,750

10. Menentukan nilai SN (Structural Number)

Persamaan dasar yang digunakan AASHTO (1986) untuk perkerasan lentur adalah sebagai berikut :

$$\text{Log } W_{18} = Z_r \times S_o + 9,36 \log (\text{SN} + 1) - 0,20 + \frac{\log_{4,2-1,5} \frac{\Delta \text{Psi}}{1094}}{0,4 + \frac{1}{(\text{SN} + 1)^{5,19}}} + 2,32 \log \text{MR} - 8,07 \dots \dots \dots (2.18)$$

Dimana :

$W_{18}$  = perkiraan penggunaan jumlah lalu lintas yang akan digunakan pada jalur rencana

$Z_r$  = simpangan baku

$S_o$  = simpangan baku keseluruhan

$\Delta\text{Psi}$  = indeks permukaan

$MR$  = modulus resilient tanah dasar ( Psi)

$SN$  = structural number

#### 11. Menentukan tebal perkerasan

Persamaan berikut memberikan dasar untuk mengubah SN kedalam ketebalan-ketebalan permukaan, atas dan bawah:

$$SN = a_3D_3 + a_2D_2 + a_1D_1 \dots \dots \dots (2.19)$$

Dimana :

$a_1, a_2, a_3$  = koefisien lapisan yang mewakili lapis pondasi bawah, lapis pondasi atas, dan lapisan permukaan.

$D_1, D_2, D_3$  = Tebal lapis bawah, lapis atas dan lapis permukaan

### 2.8 Kajian Literatur

1. Tugas Akhir “Perbandingan Perhitungan Tebal Perkerasan lentur dengan metode Bina Marga, AASHTO dan Rode Note 31 serta RAB pada ruas jalan LOLO muara Bui kabupaten paser Kalimantan Timur oleh Rahimah”

Menurut penulis dalam perhitungan tebal perkerasan yang dilakukan pada ruas jalan Lolo-muara biu, ternyata tebal perkerasan memiliki perbedaan, tetapi hal tersebut belum tentu dapat diberlakukan pada semua kasus, tergantung pada nilai besaran-besaran yang terjadi serta karakteristik jalan tersebut, diantaranya lalu lintas harian rata-rata, kondisi cuaca/kondisi alam, jenis perkerasan yang dipakai dan lain-lain. Dan metode yang paling cocok dipakai dalam menentukan tebal perkerasan jalan dengan metode Bina Marga, karena sesuai dengan kondisi alam di tempat dimana pembangunan jalan itu sendiri.

2. Tugas Akhir “Evaluasi Tebal lapis Perkerasan lentur manual desain perkerasan jalan No.22.2/KPTS/Db/2012 oleh Irvan Leonardo simanjuntak ”

Menurut penulis tebal perkerasan lentur dengan metode manual desain perkerasan jalan dengan 2 tipe yaitu tipe A(lapis pondasi atas granular base A) dan tipe B(lapis pondasi granular base B) menghasilkan jumlah repetisi yang berbeda-beda. Jika menggunakan

tipe A menghasilkan jumlah repetisi yang lebih kecil dari repetisi beban rencana sedangkan tipe B menghasilkan jumlah repetisi lebih besar dari repetisi beban rencana.

3. Tugas akhir “Peningkatan jalan dengan menggunakan perkerasan lentur ruas jalan Beru-Cinandang (STA 0+000 - 3+000) Kecamatan Dawar Blandong Kabupaten Mojokerto oleh Yoga pratama”.

Menurut penulis peningkatan jalan menggunakan perkerasan lentur dengan menggunakan laston dengan tebal 16 cm dengan pondasi atas berupa batu pecah kelas A 20 cm beserta pondasi bawah sirtu kelas A dengan tebal 10 cm.

## **BAB III**

### **METODOLOGI PENELITIAN**

#### **3.1 Data Umum**

Dalam pengolahan data, penulis mengambil data-data yang di perlukan pada penelitian ini dengan mengasumsikan data yang diperlukan. Persiapan merupakan rangkaian sebelum memulai pengumpulan dan pengolahan data. Dalam tahap persiapan disusun hal-hal



yang harus dilakukan dengan tujuan untuk efektifitas waktu dan pengerjaan penulisan tugas akhir, tahap persiapan ini meliputi kegiatan antara lain :

1. Menentukan kebutuhan data
2. Studi pustaka terhadap materi penelitian
3. Pembuatan proposal penyusunan tugas akhir

### 3.2 Metode Penyusunan

Penyusunan metode tugas akhir dengan judul “ Hubungan Tanah Dasar terhadap Perkerasan Lentur (*flexible pavement*) “ ini meliputi :

1. Data penyelidikan tanah
2. Analisa konstruksi jalan
3. Asumsi data perencanaan

### 3.3 Metode Pengumpulan Data

Dalam proses perencanaan, diperlukan analisis yang diteliti, semakin rumit permasalahan yang akan dihadapi maka akan semakin kompleks pula analisis yang akan dilakukan. Untuk dapat melakukan analisis yang baik, diperlukan data/informasi, teori konsep dasar dan alat bantu memadai, sehingga kebutuhan data sangat mutlak diperlukan. Metode pengumpulan data dilakukan dengan cara :

#### Metode literature

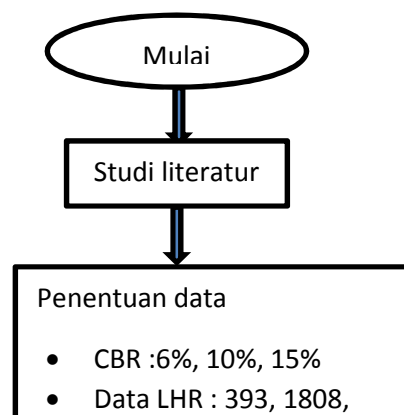
Yaitu dengan mengumpulkan, mengidentifikasi, mengolah data tertulis dan metode kerja yang digunakan sebagai input proses perencanaan.

Adapun jenis data yang diperlukan adalah :

### 3.4 Tahap Penelitian

Metode penelitian untuk studi ini diperlihatkan melalui bagan alir pada gambar

3.1



Analisa dengan  
metode Bina  
Marga

↓  
Analisa dengan  
metode AASHTO