



1. Dilarang memperbanyak atau mendistribusikan dokumen ini untuk tujuan komersial tanpa izin tertulis dari penulis atau pihak berwenang.
2. Penggunaan untuk kepentingan akademik, penelitian, dan pendidikan diperbolehkan dengan mencantumkan sumber.
3. Penggunaan tanpa izin untuk kepentingan komersial atau pelanggaran hak cipta dapat dikenakan sanksi sesuai dengan UU Hak Cipta di Indonesia.
4. Plagiarisme juga dilarang dan dapat dikenakan sanksi.
5. Universitas hanya berhak menyimpan dan mendistribusikan dokumen ini di repositori akademik, tanpa mengalihkan hak cipta penulis, sesuai dengan peraturan yang berlaku di Indonesia.

## BAB II

### LANDASAN TEORI

#### 2.1 Umum

Perencanaan jalan merupakan proses sistematis yang mencakup analisis kebutuhan transportasi, *desain geometrik*, pemilihan material, dan evaluasi dampak lingkungan. Tahap awal meliputi studi kelayakan untuk menentukan rute optimal dengan mempertimbangkan faktor *topografi*, *geoteknik*, dan sosial ekonomi. Perencanaan *geometrik* jalan meliputi tikungan, *superelevasi (alinyemen horizontal)* dan *vertikal*, sementara perancangan perkerasan mempertimbangkan beban lalu lintas (ESA) dan kekuatan tanah dasar (CBR). (Ditjend Bina Marga, 2002) selain itu, perencanaan jalan juga melibatkan pemilihan material konstruksi yang sesuai dengan kondisi *georafis* dan iklim setempat, serta memperhatikan anggaran yang tersedia.

Proses perencanaan perkerasan jalan, bahan perkerasan jalan merupakan bagian yang diutamakan dalam pertimbangan analisis parameter perancangan, karena salah satu parameter kekuatan konstruksi jalan terletak pada pemilihan yang tepat dan material yang digunakan dalam suatu rancangan perkerasan jalan.

Perkerasan merupakan bagian dari perencanaan jalan yang direncanakan dapat memberikan tingkat pelayanan yang tinggi bagi lalu-lintas yang lewat serta menghasilkan efisiensi, keamanan, kenyamanan yang paling optimal, namun tujuannya agar tersedianya jalan yang mempunyai standar mutu yang tinggi sesuai dengan fungsinya, artinya dapat menyediakan lapisan perkerasan jalan yang berlapis dengan susunan tertentu.

#### 2.2 Konsep Perkerasan Lentur

Perkerasan lentur merupakan sistem struktur jalan yang dirancang untuk mendistribusikan beban lalu lintas ke tanah dasar melalui serangkaian lapisan material yang semakin tidak kaku ke arah bawah. Konsep fundamentalnya terletak pada prinsip transfer beban multi-lapis, dimana lapisan permukaan aspal beton (HMA) berfungsi sebagai elemen tahanan aus dan kedap air, sementara lapisan agregat di bawahnya bertugas menyebarkan tekanan *vertikal* menjadi tegangan *horizontal* yang lebih kecil. Studi mereka menunjukkan bahwa *modulus resilien lapisan* aspal modern dengan modifikasi polimer dapat mencapai 3-5 GPa, jauh lebih tinggi

dibanding campuran *konvensional*, yang secara signifikan meningkatkan ketahanan terhadap retak fatik.(Yahya et al., 2022)

Konstruksi perkerasan lentur (*flexible pavement*), adalah perkerasan yang menggunakan aspal sebagai bahan pengikat dan lapisan-lapisan perkerasannya bersifat memikul dan menyebarkan beban lalu lintas ke tanah dasar(Nur et al., 2021). Aspal itu sendiri adalah material berwarna hitam atau coklat tua, pada *temperatur* ruang berbentuk padat sampai agak padat. Jika aspal dipanaskan sampai suatu *temperatur* tertentu, aspal dapat menjadi lunak/cair sehingga dapat membungkus partikel agregat pada waktu pembuatan aspal beton. Jika temperatur mulai turun, aspal akan mengeras dan mengikat *agregat* pada tempatnya (sifat *termoplastis*).



Gambar 2. 1 Konstruksi Perkerasan Lentur  
(Sumber: Data Analisis, 2025)

Pada gambar 2.1 di atas diperlihatkan struktur perkerasan lentur, umumnya terdiri atas lapis pondasi bawah (*subbase course*), lapis pondasi (*base course*), dan lapis permukaan (*surface course*). Sedangkan susunan lapis perkerasan .

### 2.2.1 Kekurangan dan Kelebihan Perkerasan Lentur

Kelebihan perkerasan lentur terutama terletak pada fleksibilitasnya dalam menyesuaikan dengan pergerakan tanah dasar. Struktur ini mampu menyerap deformasi kecil pada lapisan tanah tanpa mengalami kerusakan signifikan, sehingga cocok untuk daerah dengan tanah yang kurang stabil. Dari segi biaya, perkerasan lentur umumnya lebih ekonomis dalam konstruksi awal karena menggunakan *material* aspal yang relatif murah dan mudah diproses. Proses pembangunannya juga lebih cepat karena tidak memerlukan waktu *curing* seperti beton, sehingga mengurangi gangguan lalu lintas selama pengerjaan.



1. Dilarang memperbanyak atau mendistribusikan dokumen ini untuk tujuan komersial tanpa izin tertulis dari penulis atau pihak berwenang.

2. Penggunaan untuk kepentingan akademik, penelitian, dan pendidikan diperbolehkan dengan mencantumkan sumber.

3. Penggunaan tanpa izin untuk kepentingan komersial atau pelanggaran hak cipta dapat dikenakan sanksi sesuai dengan UU Hak Cipta di Indonesia.

Plagiarisme juga dilarang dan dapat dikenakan sanksi.

3. Universitas hanya berhak menyimpan dan mendistribusikan dokumen ini di repositori akademik, tanpa mengalihkan hak cipta penulis, sesuai dengan peraturan yang berlaku di Indonesia.

Selain itu, perawatan jalan jenis ini lebih praktis karena kerusakan lokal dapat diperbaiki dengan penambalan atau *overlay* tanpa harus mengganti seluruh struktur. Aspek kenyamanan juga menjadi nilai tambah, karena permukaan aspal memberikan traksi yang baik dan lebih sunyi dibanding perkerasan lentur (Jason & Indrastuti, 2021).

Perkerasan lentur memiliki beberapa keterbatasan. Ketahanannya terhadap beban berat yang terus-menerus, seperti pada jalan tol atau area industri, lebih rendah dibanding perkerasan lentur, sehingga rentan terhadap deformasi permanen seperti alur (*rutting*). Umur layanannya yang berkisar 10-20 tahun juga lebih pendek dari perkerasan lentur yang bisa mencapai 30-40 tahun. Faktor cuaca *ekstrem* menjadi kelemahan lain, dimana aspal dapat melunak di suhu tinggi dan menjadi rapuh di suhu rendah, memicu retak dan kerusakan prematur. Meski biaya awal lebih murah, biaya pemeliharaan jangka panjang cenderung lebih tinggi karena kebutuhan perawatan rutin seperti pengisian retak dan *overlay*. Dari perspektif lingkungan, produksi aspal juga menghasilkan emisi karbon yang signifikan dibanding *material* beton.

### 2.2.2 Klasifikasi jalan

Klasifikasi jalan berdasarkan fungsi, kelas, medan, dan wewenang diperlukan untuk menciptakan sistem transportasi yang terstruktur dan berkelanjutan. Klasifikasi fungsi (*arteri, kolektor, lokal, lingkungan*) memastikan setiap ruas jalan memiliki peran spesifik dalam menunjang mobilitas, mulai dari pergerakan jarak jauh hingga akses lingkungan. Sementara itu, klasifikasi kelas (I, II, IIIA, IIIB, IIIC) menentukan spesifikasi teknis seperti lebar jalan dan daya dukung, sehingga jalan dapat dibangun sesuai kebutuhan lalu lintas dan kendaraan yang melintas. Klasifikasi berdasarkan medan (*datar, bukit, gunung*) mempengaruhi desain *geometrik* jalan seperti kemiringan dan tikungan, demi menjamin keselamatan di berbagai kondisi *topografi*. Adapun klasifikasi wewenang (*nasional, provinsi, kabupaten/kota, desa*) memungkinkan pengelolaan jalan yang efektif sesuai tingkat pemerintahan, sekaligus memudahkan koordinasi dan pembagian tanggung jawab dalam perawatan serta pengembangan infrastruktur berikut ini



1. Dilarang memperbanyak atau mendistribusikan dokumen ini untuk tujuan komersial tanpa izin tertulis dari penulis atau pihak berwenang.
2. Penggunaan untuk kepentingan akademik, penelitian, dan pendidikan diperbolehkan dengan mencantumkan sumber.
3. Penggunaan tanpa izin untuk kepentingan komersial atau pelanggaran hak cipta dapat dikenakan sanksi sesuai dengan UU Hak Cipta di Indonesia.
4. Plagiarisme juga dilarang dan dapat dikenakan sanksi.
5. Universitas hanya berhak menyimpan dan mendistribusikan dokumen ini di repositori akademik, tanpa mengalihkan hak cipta penulis, sesuai dengan peraturan yang berlaku di Indonesia.

adalah beberapa klasifikasi jalan menurut fungsi jalan, kelas jalan, medan jalan, dan wewenang jalan.

### 2.2.3 Klasifikasi menurut fungsi jalan (MKJI)

Jalan diklasifikasikan berdasarkan fungsi untuk memastikan *efisiensi* pergerakan lalu lintas, keselamatan pengguna jalan, dan *optimalisasi* tata ruang. Klasifikasi ini membagi jalan menjadi *arteri* (untuk lalu lintas jarak jauh dengan kecepatan tinggi dan akses terbatas), *kolektor* (menghubungkan kawasan sekunder dengan kecepatan sedang), lokal (akses lingkungan dengan kecepatan rendah), dan lingkungan (*konektivitas* lokal), sehingga setiap jenis jalan dapat melayani kebutuhan transportasi yang berbeda tanpa saling mengganggu. Pembagian ini juga membantu dalam perencanaan infrastruktur, alokasi anggaran, dan pengaturan kebijakan lalu lintas, seperti pembatasan kendaraan berat di jalan lokal atau prioritas sinyal di *arteri*, demi mengurangi kemacetan dan meningkatkan kenyamanan berkendara (Undang Undang No 38, 2004). Klasifikasi jalan dapat di lihat sebagai berikut:

1. Jalan *arteri*, jalan yang melayani angkutan utama dengan ciri-ciri perjalanan jarak jauh, kecepatan rata-rata tinggi, dan jumlah jalan masuk dibatasi secara efisien.
2. Jalan *kolektor*, jalan yang melayani angkutan pengumpul/pembagi dengan ciri-ciri perjalanan jarak sedang, kecepatan rata-rata sedang, dan jumlah jalan masuk dibatasi.
3. Jalan lokal, jalan yang melayani angkutan setempat dengan ciri-ciri perjalanan jarak dekat, kecepatan rata-rata rendah, dan jumlah jalan masuk tidak dibatasi.

### 2.2.4 Klasifikasi menurut kelas jalan

Klasifikasi jalan menurut kelas (I, II, III) diperlukan untuk menstandarisasi spesifikasi teknis jalan sesuai dengan beban dan volume lalu lintas yang dilayani. Pembagian kelas jalan menentukan parameter kritikal seperti lebar jalur, kekuatan struktur perkerasan, kemiringan, dan jarak pandang, sehingga jalan dapat dibangun dengan kapasitas yang memadai untuk menanggung beban kendaraan (mulai dari kendaraan ringan hingga truk berat) serta *intensitas* lalu lintas yang berbeda-beda. Klasifikasi ini juga menjadi

acuan dalam alokasi anggaran pembangunan dan pemeliharaan, di mana jalan kelas I (tertinggi) yang melayani lalu lintas utama dan kendaraan berat memerlukan konstruksi lebih kuat dibanding jalan kelas III untuk lingkungan permukiman. Dengan demikian, sistem klasifikasi kelas jalan menjamin keselamatan pengguna, efisiensi biaya konstruksi, dan daya tahan infrastruktur sesuai dengan kebutuhan mobilitas masing-masing ruas jalan (Kementerian Pekerjaan Umum, 2014). berdasarkan fungsi dan intensitas lalu lintas guna kepentingan pengaturan penggunaan jalan dan kelancaran diklasifikasikan menjadi 4 seperti diuraikan dalam Tabel 2.1

Tabel 2. 1 kelas jalan sesuai penggunaan nya

| Kelas Jalan  | Fungsi Jalan            | Dimensi Kendaraan, M |             |            | Muatan Sumbu Terberat (MST) Ton |
|--------------|-------------------------|----------------------|-------------|------------|---------------------------------|
|              |                         | Lebar                | Panjang     | Tinggi     |                                 |
| Kelas I      | Arteri, kolektor        | $\leq 2,55$          | $\leq 18,0$ | $\leq 4,2$ | 10                              |
| Kelas II     | Arteri, kolektor, lokal | $\leq 2,55$          | $\leq 12,0$ | $\leq 4,2$ | 8                               |
| Kelas III    | Dan lingkungan          | $\leq 2,2$           | $\leq 9,0$  | $\leq 3,5$ | 8*)                             |
| Kelas khusus | Arteri                  | $> 2,55$             | $> 18,0$    | $\leq 4,2$ | $> 10$                          |

(Sumber : pedoman desain geometrik jalan, 2021)

## 2.2.5 Klasifikasi menurut medan jalan

Medan jalan dimana jalan dibangun diklasifikasikan. Masing-masing klasifikasi medan tersebut mempunyai ciri-ciri, baik secara bentuk fisik unsur geometrik maupun secara operasional dari Pengguna Jalan, dan ciri-ciri tersebut saling sinergi satu dengan lainnya.

Proses desain awal, potongan melintang topografi medan jalan mempunyai pengaruh terhadap penetapan *alinemen horizontal* dan *vertikal* jalan, serta kecepatan desain. *Topografi* medan jalan diklasifikasi menjadi tiga, yaitu: datar, bukit dan gunung. Masing-masing memiliki kriteria kemiringan medan yang diukur tegak lurus terhadap garis konturnya. Tabel 2.2 menunjukkan klasifikasi tersebut dan kriterianya.



1. Dilarang memperbanyak atau mendistribusikan dokumen ini untuk tujuan komersial tanpa izin tertulis dari penulis atau pihak berwenang.

2. Penggunaan untuk kepentingan akademik, penelitian, dan pendidikan diperbolehkan dengan mencantumkan sumber.

3. Penggunaan tanpa izin untuk kepentingan komersial atau pelanggaran hak cipta dapat dikenakan sanksi sesuai dengan UU Hak Cipta di Indonesia.

Plagiarisme juga dilarang dan dapat dikenakan sanksi. Universitas hanya berhak menyimpan dan mendistribusikan dokumen ini di repositori akademik, tanpa mengalihkan hak cipta penulis, sesuai dengan peraturan yang berlaku di Indonesia.

Tabel 2. 2 Klasifikasi Menurut Medan Jalan

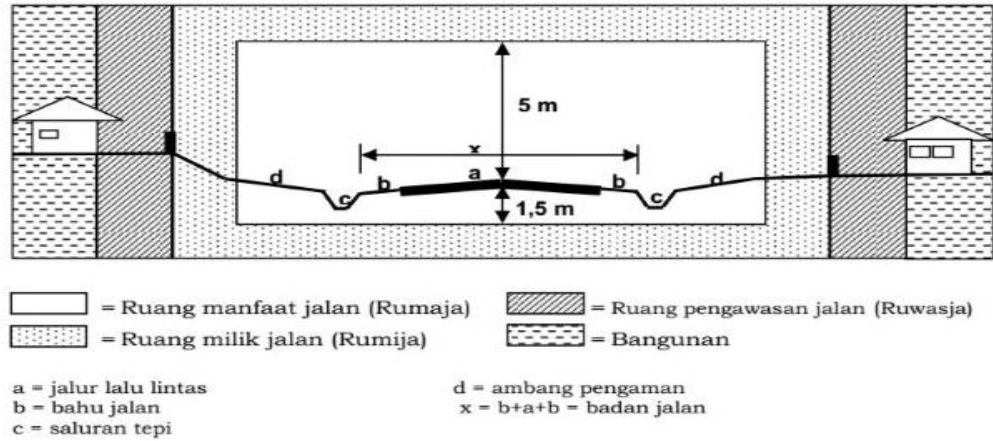
| No | Jenis medan | Notasi | Kemiringan medan*) % |
|----|-------------|--------|----------------------|
| 1  | Datar       | D      | <10                  |
| 2  | Bukit       | B      | 10-25                |
| 3  | Gunung      | G      | >25                  |

(Sumber : pedoman desain geometrik jalan, 2021)

Jalan di wilayah Perkotaan (dalam SJJ sekunder) dianggap seluruhnya berada pada medan datar dan jalan-jalan di wilayah luar kota (dalam SJJ primer) termasuk jalan-jalan yang melayani antarkota dan JBH dapat berada pada ketiga klasifikasi medan tersebut. Pada medan datar, jarak pandang umumnya panjang dan dapat dibuat tanpa kesulitan konstruksi atau pun biaya besar. Pada medan bukit, lereng alam yang naik turun dan yang kadang-kadang berlereng curam membatasi bentuk alinemen horizontal dan vertikal untuk memenuhi persyaratan teknis alinemen jalan. Pada medan gunung, perubahan memanjang maupun melintang permukaan tanah yang besar dan mendadak, sering menyebabkan pembelokan alinemen dan memerlukan penggalian tanah atau menimbunnya untuk mendapat alinemen horizontal dan vertikal yang dapat memenuhi kriteria desain. Secara umum, medan gunung, menghasilkan kelandaian alinemen memanjang jalan yang lebih curam dibandingkan dengan alinemen pada medan bukit dan pada medan bukit menghasilkan kelandaian memanjang yang lebih curam dibandingkan dengan medan datar, masing masing menyebabkan truk-truk berat harus mengurangi kecepatannya yang umumnya jauh lebih rendah dari kecepatan mobil penumpang, sehingga medan gunung maupun bukit mempunyai efek yang lebih besar dari medan datar dalam penentuan alinemen jalan.

## 2.2.6 Ruang Manfaat Jalan

Lebar antara batas ambang pengaman konstruksi jalan kedua sisi jalan, tinggi 5 meter diatas permukaan perkerasan pada sumbu jalan, dan kedalamannya ruang bebas 1,5 meter dibawah muka jalan.



Gambar 2. 2 Bagian-bagian jalan  
(Sumber : Dinas pekerjaan umum)

## 2.3 Konstruksi perkerasan lentur

Perkerasan lentur memiliki beberapa lapisan dasar untuk memenuhi standar perkerasan jalan, di antara nya sebagai berikut.

### 2.3.1 Tanah Dasar

Tanah Dasar adalah permukaan tanah semula, permukaan galian atau permukaan tanah timbunan, yang dipadatkan dan merupakan permukaan dasar untuk perletakan bagian-bagian perkerasan lainnya. Kekuatan dan keawetan konstruksi perkerasan jalan sangat tergantung dari sifat - sifat dan daya dukung tanah dasar. Umumnya persoalan yang menyangkut tanah dasar adalah sebagai berikut:

- Perubahan bentuk tetap (*deformasi permanen*) dari macam tanah tertentu akibat beban lalu lintas.
- Sifat mengembang dan menyusut dari tanah tertentu akibat perubahan kadar air.
- Daya dukung tanah yang tidak merata dan sukar ditentukan secara pasti pada daerah dengan macam tanah yang sangat berbeda sifat dan kedudukannya, atau akibat pelaksanaan.



1. Dilarang memperbanyak atau mendistribusikan dokumen ini untuk tujuan komersial tanpa izin tertulis dari penulis atau pihak berwenang.

2. Penggunaan untuk kepentingan akademik, penelitian, dan pendidikan diperbolehkan dengan mencantumkan sumber.

3. Penggunaan tanpa izin untuk kepentingan komersial atau pelanggaran hak cipta dapat dikenakan sanksi sesuai dengan UU Hak Cipta di Indonesia.

4. Plagiarisme juga dilarang dan dapat dikenakan sanksi.

5. Universitas hanya berhak menyimpan dan mendistribusikan dokumen ini di repositori akademik, tanpa mengalihkan hak cipta penulis, sesuai dengan peraturan yang berlaku di Indonesia.

Kekuatan dan keawetan konstruksi perkerasan jalan sangat tergantung pada sifat-sifat dan daya dukung tanah dasar. Dalam pedoman ini diperkenalkan *modulus resilien* (MR) sebagai parameter tanah dasar yang digunakan dalam perencanaan *Modulus resilien* (MR) tanah dasar juga dapat diperkirakan dari CBR standar dan hasil atau nilai tes *soil index*. Korelasi *Modulus Resilien* dengan nilai CBR (*Heukelom & Klomp*) berikut ini dapat digunakan untuk tanah berbutir halus (*fine-grained soil*) dengan nilai CBR terendam 10 atau lebih kecil.  $MR \text{ (psi)} = 1.500 \times CBR$  Persoalan tanah dasar yang sering ditemui antara lain :

1. Perubahan bentuk tetap (*deformasi permanen*) dari jenis tanah tertentu sebagai akibat beban lalu-lintas.
2. Sifat mengembang dan menyusut dari tanah tertentu akibat perubahan kadar air.
3. Daya dukung tanah tidak merata dan sukar ditentukan secara pasti pada daerah dan jenis tanah yang sangat berbeda sifat dan kedudukannya, atau akibat pelaksanaan konstruksi.
4. Lendutan dan lendutan balik selama dan sesudah pembebanan lalu-lintas untuk jenis tanah tertentu.
5. Tambahan pemadatan akibat pembebanan lalu-lintas dan penurunan yang diakibatkannya, yaitu pada tanah berbutir (*granular soil*) yang tidak dipadatkan secara baik pada saat pelaksanaan konstruksi.

### 2.3.2 Sifat Tanah Dasar

Subgrade atau lapisan tanah dasar merupakan lapisan tanah paling atas yang menjadi fondasi bagi material perkerasan jalan yang lebih baik. Sifat tanah dasar ini sangat memengaruhi ketahanan lapisan di atasnya dan kualitas jalan secara keseluruhan. Terdapat berbagai metode untuk menentukan daya dukung tanah dasar, mulai dari cara sederhana hingga yang lebih kompleks, seperti:

- a. CBR (*California Bearing Ratio*)
- b. Mr (*Resilient Modulus*)
- c. DCP (*Dynamic Cone Penetrometer*)
- d. k (*Modulus Reaksi Tanah Dasar*)



1. Dilarang memperbanyak atau mendistribusikan dokumen ini untuk tujuan komersial tanpa izin tertulis dari penulis atau pihak berwenang.
2. Penggunaan untuk kepentingan akademik, penelitian, dan pendidikan diperbolehkan dengan mencantumkan sumber.
3. Penggunaan tanpa izin untuk kepentingan komersial atau pelanggaran hak cipta dapat dikenakan sanksi sesuai dengan UU Hak Cipta di Indonesia.
4. Plagiarisme juga dilarang dan dapat dikenakan sanksi.
5. Universitas hanya berhak menyimpan dan mendistribusikan dokumen ini di repositori akademik, tanpa mengalihkan hak cipta penulis, sesuai dengan peraturan yang berlaku di Indonesia.

Di Indonesia, daya dukung tanah dasar untuk keperluan perencanaan perkerasan jalan umumnya ditentukan menggunakan pemeriksaan CBR. Nilai CBR diperoleh dari pengujian contoh tanah yang disiapkan di laboratorium atau langsung di lapangan. Sebelum tim lapangan mengambil contoh tanah, perlu dilakukan serangkaian penelitian oleh tim ahli untuk memperkirakan elevasi tanah dasar rencana.

### 2.3.3 lapisan Permukaan (LP)

Lapisan permukaan pada konstruksi perkerasan lentur adalah lapisan terluar yang berfungsi sebagai lapisan aus (wearing course) dan lapisan kedap air (sealing layer), yang secara langsung menerima beban dan gesekan dari lalu lintas kendaraan. Lapisan ini biasanya terdiri dari campuran aspal panas (hot mix asphalt/HMA) dengan ketebalan 3-10 cm yang dirancang memiliki sifat kedap air, tahan terhadap deformasi, dan memberikan kekesatan yang memadai untuk keselamatan lalu lintas. Sehingga materialnya harus memiliki stabilitas tinggi, durabilitas baik, dan ketahanan terhadap retak (cracking) serta pengausan (raveling). Lapisan permukaan adalah bagian perkerasan yang paling atas. Fungsi lapis permukaan dapat meliputi :

1. Struktural : ikut mendukung dan menyebarkan beban kendaraan yang diterima oleh perkerasan, baik beban *vertical* maupun beban *horizontal* (gaya geser). Untuk hal ini persyaratan yang dituntut adalah kuat, kokoh, dan stabil.
2. *Non struktural*, dalam hal ini mencakup beberapa poin yaitu :
  - a. Lapis kedap air, mencegah masuknya air kedalam lapisan perkerasan yang ada dibawahnya.
  - b. Menyediakan permukaan yang tetap rata agar kendaraan dapat berjalan dan memperoleh kenyamanan yang cukup.
  - c. Membentuk permukaan yang tidak licin sehingga teresia koefisien gerak (*skid resistance*) yang cukup untuk menjamin terseianya keamanan lalu lintas.
  - d. Sebagai lapisan aus, yaitu lapis yang dapat aus yang selanjutnya dapat diganti lagi dengan yang baru.



1. Dilarang memperbanyak atau mendistribusikan dokumen ini untuk tujuan komersial tanpa izin tertulis dari penulis atau pihak berwenang.

2. Penggunaan untuk kepentingan akademik, penelitian, dan pendidikan diperbolehkan dengan mencantumkan sumber.

3. Penggunaan tanpa izin untuk kepentingan komersial atau pelanggaran hak cipta dapat dikenakan sanksi sesuai dengan UU Hak Cipta di Indonesia.

3. Universitas hanya berhak menyimpan dan mendistribusikan dokumen ini di repositori akademik, tanpa mengalihkan hak cipta penulis, sesuai dengan peraturan yang berlaku di Indonesia.

Lapisan permukaan itu sendiri masih bisa dibagi lagi menjadi dua lapisan lagi, yaitu:

1. Lapis aus (*wearing course*) merupakan bagian dari lapis permukaan yang terletak diatas lapis antara (*binder course*). Fungsi dari lapis aus adalah (*nano, 2007*):
  - a. Mengamankan perkerasan dari pengaruh air.
  - b. Menyediakan permukaan yang halus.
  - c. Menyediakan permukaan yang kasar.
2. Lapis antara (*binder course*) merupakan bagian dari lapis permukaan yang terletak diantara lapis pondasi atas (*base course*) dengan lapis aus (*wearing course*) Adapun fungsi dari lapis antara lain :
  - a. Mengurangi tegangan.
  - b. Menahan beban paling tinggi akibat beban lalu lintas sehingga harus mempunyai kekuatan yang cukup (Kementrian Pekerjaan Umum, 2013).

#### 2.3.4 Lapis pondasi

Lapis pondasi adalah bagian dari struktur perkerasan lentur yang terletak langsung di bawah lapis permukaan. Lapis pondasi dibangun di atas lapis pondasi bawah atau, jika tidak menggunakan lapis pondasi bawah, langsung di atas tanah dasar. Fungsi lapisan pondasi sebagai berikut:

- a. Sebagai bagian konstruksi perkerasan yang menahan beban roda
- b. Sebagai lapisan drainase bawah permukaan
- c. Sebagai perletakan terhadap lapis permukaan.

Bahan-bahan untuk lapis pondasi harus cukup kuat dan awet sehingga dapat menahan beban-beban roda. Sebelum menentukan suatu bahan untuk digunakan sebagai bahan pondasi, hendaknya dilakukan penyelidikan dan pertimbangan sebaik-baiknya sehubungan dengan persyaratan teknik (Kementrian Pekerjaan Umum, 2013). Bahan-bahan pondasi yang di gunakan pada lapis pondasi adalah:

- a. Bahan berbutir dari satu pecah atau *agregat* Kelas A.



1. Dilarang memperbanyak atau mendistribusikan dokumen ini untuk tujuan komersial tanpa izin tertulis dari penulis atau pihak berwenang.

2. Penggunaan untuk kepentingan akademik, penelitian, dan pendidikan diperbolehkan dengan mencantumkan sumber.

3. Penggunaan tanpa izin untuk kepentingan komersial atau pelanggaran hak cipta dapat dikenakan sanksi sesuai dengan UU Hak Cipta di Indonesia.

Plagiarisme juga dilarang dan dapat dikenakan sanksi. Universitas hanya berhak menyimpan dan mendistribusikan dokumen ini di repositori akademik, tanpa mengalihkan hak cipta penulis, sesuai dengan peraturan yang berlaku di Indonesia.

- b. Tanah *distabilisasi* dengan semen atau kapur.
- c. *Agregat* baru atau agregat pondasi perkerasan lama distabilisasi semen.
- d. Lapis pondasi beraspal (*Asphalt Concrete Base/AC-Base*).

## 2.4 Perencanaan Perkerasan Lentur

Pada penelitian ini perencanaan perkerasan lentur menggunakan metode bina marga, metode ini dikembangkan dari hasil percobaan metode AASHTO 1993 serta merevisi Pt T-01-2002-B dan SNI 03-1732-1989, terutama *koefisien* kekuatan relatif campuran beraspal sesuai kondisi *temperatur* di Indonesia dengan *temperatur* standar (25°C). berikut ini merupakan kriteria perencanaan yang harus dipenuhi berdasarkan pedoman perkerasan lentur Bina Marga(Jenderal et al., 2024).

1. Lalu lintas
2. Tingkat Kepercayaan
3. Drainase
4. Kinerja perkerasan
5. Daya dukung tanah
6. *Koefisien* kekuatan *relative*
7. Pemilihan tipe lapisan
8. Ketebalan minimum lapisan

Dampak lingkungan dan tata guna lahan disepanjang jalan juga menjadi pertimbangan dalam perencanaan. Hal ini dilakukan untuk mengantisipasi masalah-masalah yang timbul baik masalah sosial maupun masalah teknis. Berikut ini adalah kriteria-kriteria perencanaan yang harus dipertimbangkan dalam perencanaan Pembangunan jalan.

### 2.4.1 Lalu lintas

Volume lalu-lintas didefinisikan sebagai jumlah kendaraan yang melewati satu titik pengamatan selama satu satuan waktu (hari, jam, atau menit). Lalu-lintas harian rata-rata adalah volume lalu-lintas rata-rata dalam satu hari. Berdasarkan lama waktu pengamatan untuk mendapatkan nilai lalu-lintas harian rata-rata, dikenal 2 jenis harian rata-rata yaitu:



a. Lalu-lintas harian rata-rata tahunan (LHRT), yaitu volume lalu-lintas harian yang diperoleh dari nilai rata-rata jumlah kendaraan selama satu tahun penuh.

$$LHR = \frac{Jumlah\ Dalam\ 1\ Tahun}{360} \dots\dots\dots (1)$$

b. Lalu-lintas Harian Rata-rata (LHR), yaitu volume lalu-lintas yang diperoleh dari nilai rata-rata jumlah kendaraan selama beberapa hari pengamatan.

$$LHR = \frac{Jumlah\ Kendaraan\ Selama\ Pengamatan}{360\ Jumlah\ Hari\ Pengamatan} \dots\dots\dots (2)$$

LHR dinyatakan dalam kendaraan/hari/2 arah jalan tanpa median atau kendaraan/hari/arah untuk jalan 2 jalur dengan median. Data LHR cukup akurat jika:

1. Pengamatan dilakukan pada interval waktu yang dapat menggambarkan fluktuasi arus lalu-lintas selama 1 tahun.
2. Hasil LHR yang digunakan dalam perencanaan adalah harga rata-rata dari beberapa pengamatan atau telah melalui kajian lalu-lintas.

#### 2.4.2 Jumlah Lajur dan lebar Lajur Rencana

Saat menentukan perencanaan perkerasan jalan perlu di ketahui lajur rencana yaitu salah satu lajur lalu lintas dari suatu ruas jalan, yang menampung lalu lintas terbesar. Jika jalan tidak memiliki tanda batas lajur, jumlah lajur ditentukan dari lebar perkerasan sesuai, berdasarkan pedoman bina marga beriku ini jumlah lajur lebar perkerasan.

Tabel 2. 3 Jumlah lajur berdasarkan lebar perkerasan

| Lebar Perkerasan (L)                      | Jumlah Lajur |
|-------------------------------------------|--------------|
| $L < 4,50 \text{ m}$                      | 1            |
| $4,50 \text{ m} \leq L < 8,00 \text{ m}$  | 2            |
| $8,00 \text{ m} \leq L < 11,25 \text{ m}$ | 3            |



1. Dilarang memperbanyak atau mendistribusikan dokumen ini untuk tujuan komersial tanpa izin tertulis dari penulis atau pihak berwenang.
2. Penggunaan untuk kepentingan akademik, penelitian, dan pendidikan diperbolehkan dengan mencantumkan sumber.
3. Penggunaan tanpa izin untuk kepentingan komersial atau pelanggaran hak cipta dapat dikenakan sanksi sesuai dengan UU Hak Cipta di Indonesia.
4. Plagiarisme juga dilarang dan dapat dikenakan sanksi.
5. Universitas hanya berhak menyimpan dan mendistribusikan dokumen ini di repositori akademik, tanpa mengalihkan hak cipta penulis, sesuai dengan peraturan yang berlaku di Indonesia.

| Lebar Perkerasan (L)                       | Jumlah Lajur |
|--------------------------------------------|--------------|
| $11,25 \text{ m} \leq L < 15,00 \text{ m}$ | 4            |
| $15,00 \text{ m} \leq L < 18,75 \text{ m}$ | 5            |
| $18,75 \text{ m} \leq L < 22,50 \text{ m}$ | 6            |

Sumber: (Kementrian Pekerjaan Umum, 2013)

Distribusi kendaraan ringan dan berat yang lewat pada lajur rencana adalah sesuai dengan jumlah lajur dan arah. Distribusi kendaraan ringan dan berat pada lajur rencana dipengaruhi oleh volume lalu lintas, sehingga untuk menetapkan diperlukan survei. Namun demikian, koefisien distribusi kendaraan (DL) dapat menggunakan pendekatan sesuai pada table berikut.

Tabel 2. 4 Distribusi Kendaraan per Lajur Rencana

| Jumlah Lajur | Kendaraan Ringan * |        | Kendaraan Berat** |        |
|--------------|--------------------|--------|-------------------|--------|
|              | 1 Arah             | 2 Arah | 1 Arah            | 1 Arah |
| 1            | 1,000              | 1,000  | 1,000             | 1,000  |
| 2            | 0,600              | 0,500  | 0,700             | 0,500  |
| 3            | 0,400              | 0,400  | 0,500             | 0,475  |
| 4            | 0,300              | 0,300  | 0,400             | 0,450  |
| 5            | -                  | 0,250  | -                 | 0,425  |
| 6            | -                  | 0,200  | -                 | 0,400  |

**Keterangan:\*)**Mobil Penumpang\*\*) Truk dan Bus

Sumber : (Kementrian Pekerjaan Umum, 2013)

Faktor ekivalen beban sumbu kendaraan (*Load Equivalency Factor, LEF*) setiap kelas kendaraan adalah sesuai dengan beban sumbu setiap kelas kendaraan, yaitu konfigurasi sumbu tunggal, sumbu ganda (*tandem*), dan sumbu tiga (*triple*).



1. Dilarang memperbanyak atau mendistribusikan dokumen ini untuk tujuan komersial tanpa izin tertulis dari penulis atau pihak berwenang.

2. Penggunaan untuk kepentingan akademik, penelitian, dan pendidikan diperbolehkan dengan mencantumkan sumber.

3. Universitas hanya berhak menyimpan dan mendistribusikan dokumen ini di repositori akademik, tanpa mengalihkan hak cipta penulis, sesuai dengan peraturan yang berlaku di Indonesia.

Faktor *ekivalen* beban sumbu kendaraan dapat dihitung sesuai persamaan di bawah ini

$$LEF = \frac{W_{t18}}{w_{TX}} \dots\dots\dots(3)$$

$$\log \left( \frac{W_{t18}}{w_{TX}} \right) = 4,79 \log(18 + 1) - 4,79 \log(L_X + L_2) + 4,33 \log L_2 + \frac{\log \left( \frac{\Delta IP}{IP_D IP_f} \right)}{0,4 + \frac{0,081(L_X + L_2)^{3,23}}{(SN+1)^{5,19} L_2^{3,23}}} - \frac{\log \left( \frac{\Delta IP}{IP_D IP_f} \right)}{0,4 + \frac{0,081(18+1)^{3,23}}{(SN+1)^{5,19}}} \dots\dots(4)$$

**LEF** Angka yang menyatakan perbandingan tingkat kerusakan yang ditimbulkan oleh suatu lintasan beban sumbu kendaraan terhadap tingkat kerusakan yang ditimbulkan oleh satu lintasan beban sumbu standar.

**W<sub>tx</sub>** Angka beban sumbu x pada akhir waktu t.

**W<sub>t</sub>** Angka 18-kip (80 kN) beban sumbu tunggal untuk waktu t.

**L<sub>x</sub>** Beban dalam kippada: Satu sumbu Tunggal, Sumbu ganda (tandem), Satu sumbu tridem

**L<sub>2</sub>** Kode beban: untuk poros Tunggal, untuk poros tandem, untuk poros tridem

**SN** Nilai struktural yang merupakan fungsi dari: Ketebalan dan modulus setiap lapisan Kondisi drainase fondasi dan fondasi bawah

**ΔIP** Perbedaan antara indeks pelayanan pada awal umur rencana (IP<sub>o</sub>) dengan indeks pelayanan pada akhir umur rencana (IP<sub>t</sub>).

**IP<sub>t</sub>** Indeks pelayanan jalan hancur (minimum 1,5)

## 2.5 Tingkat Kepercayaan

Penyertaan tingkat kepercayaan pada dasarnya merupakan cara untuk memasukkan faktor ketidak pastian ke dalam proses perancangan, yaitu dalam rangka memastikan bahwa berbagai alternatif perancangan perkerasan akan bertahan selama umur rencana. Faktor tingkat kepercayaan memperhitungkan kemungkinan adanya variasi pada prediksi lalu lintas dua arah serta prediksi kinerja, sehingga dapat memberikan tingkat kepastian (R) bahwa perkerasannya akan bertahan (survive) selama umur rencana yang ditetapkan.



Pada umumnya, meningkatnya volume lalu lintas dan kesukaran untuk mengalihkan lalu lintas memperlihatkan risiko kinerja yang tidak diharapkan. Hal ini dapat diatasi dengan memiliki tingkat reliabilitas yang lebih tinggi. Tabel 3 memperlihatkan rekomendasi tingkat reliabilitas untuk bermacam-macam klasifikasi jalan. Perlu dicatat bahwa tingkat reliabilitas yang lebih tinggi menunjukkan jalan yang melayani lalu lintas paling banyak, sedangkan tingkat yang paling rendah, 50%, menunjukkan jalan lokal.

Reliabilitas kinerja-perancangan dikontrol dengan faktor reliabilitas ( $F_R$ ) yang dikalikan dengan perkiraan akumulasi ekuivalen beban sumbu standar pada lajur rencana selama umur rencana ( $W_{18}$ ). Untuk tingkat reliabilitas ( $R$ ) yang diberikan, faktor reliabilitas merupakan fungsi dari deviasi standar keseluruhan (overall standard deviation,  $S_0$ ) yang memperhitungkan kemungkinan variasi pada prediksi lalu lintas dan perkiraan kinerja untuk  $W_{18}$  yang diberikan. Dalam persamaan perancangan perkerasan lentur, tingkat kepercayaan ( $R$ ) diakomodasi dengan parameter deviasi normal standar (standard normal deviate,  $Z_R$ ).

Tabel 2. 5 Tingkat Reabilitas Untuk bermacam-macam Klasifikasi Jalan

| Klasifikasi Jalan | Rekomendasi Tingkat Reabilitas |            |
|-------------------|--------------------------------|------------|
|                   | Perkotaan                      | Antar Kota |
| Bebas Hambatan    | 85-99.9                        | 80-99.9    |
| Arteri            | 85-99                          | 75-95      |
| Kolektor          | 85-95                          | 75-95      |

Sumber : (Kementrian Pekerjaan Umum, 2013)

1. Definisikan klasifikasi fungsional jalan dan tentukan jalan perkotaan atau jalan antar kota.
2. Pilih tingkat reliabilitas dari rentang yang diberikan pada Tabel 5.
3. Pilih deviasi standar ( $S_0$ ) yang harus mewakili kondisi setempat. Rentang nilai  $S_0$  adalah 0,35–0,450,35–0,45.

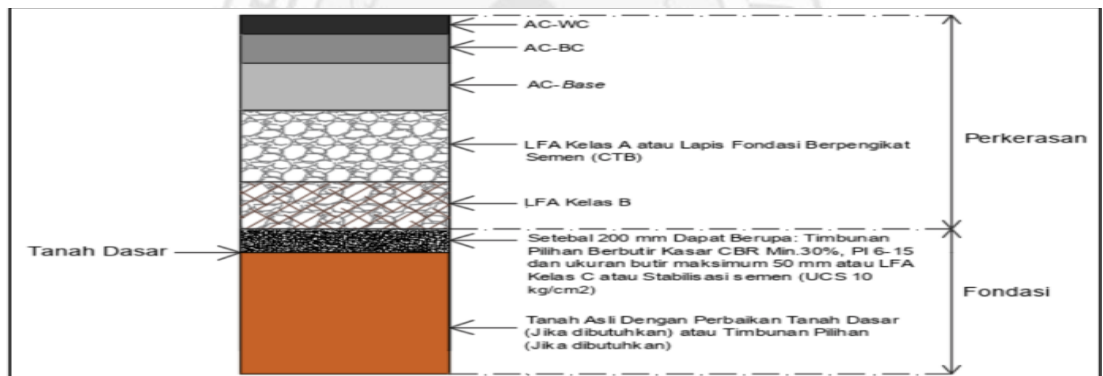
## 2.6 Pemilihan Struktur Perkerasan

Struktur perkerasan mengacu pada susunan lapisan-lapisan material yang dirancang secara teknik untuk mendistribusikan beban lalu lintas ke tanah dasar secara bertahap, sekaligus menyediakan permukaan yang rata dan nyaman bagi kendaraan. Tujuan struktur perkerasan adalah untuk menciptakan sistem lapisan

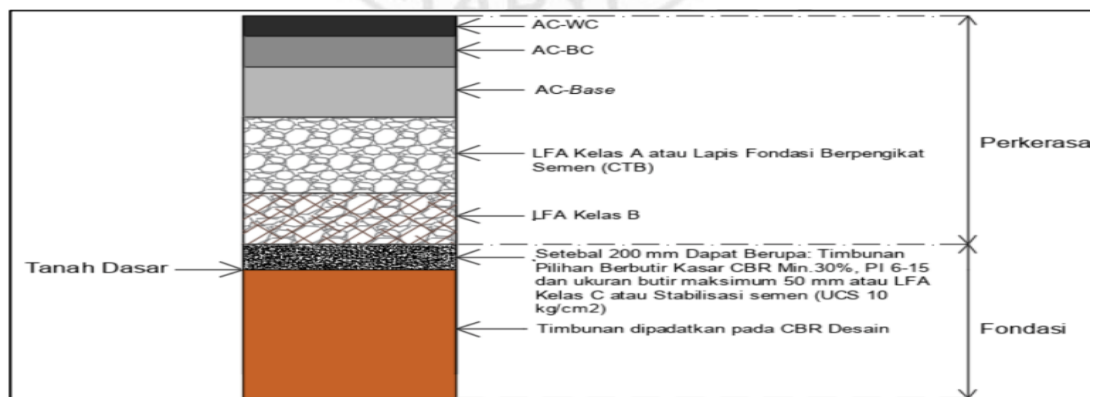
yang mampu menahan dan mendistribusikan beban lalu lintas ke tanah dasar secara efektif, sekaligus menyediakan permukaan yang stabil, rata, tahan lama, dan nyaman bagi pengguna jalan. Struktur ini dirancang untuk mencegah kerusakan dini seperti retak, deformasi, atau pelepasan butiran akibat beban kendaraan dan pengaruh lingkungan (seperti air dan suhu), serta memastikan kinerja optimal selama umur rencananya dengan biaya konstruksi dan pemeliharaan yang efisien.

Jenis Struktur perkerasan lentur (flexible pavement) terdiri dari susunan lapisan berhirarki yang didesain untuk mendistribusikan beban lalu lintas secara progresif ke tanah dasar. Jenis struktur perkerasan baru terdiri dari tiga jenis sebagai berikut ini:

- perkerasan pada permukaan tanah asli (at grade);
- perkerasan pada timbunan; dan
- perkerasan pada galian. Tipikal struktur perkerasan dapat dilihat pada Gambar 2.3-2.5 berikut ini:



Gambar 2. 3 Perkerasan Lentur pada Permukaan Tanah Asli  
 (Sumber : Manual desain perkerasan jalan, 2024)



Gambar 2. 4 Tipe Perkerasan Lentur Pada Timbunan  
 (Sumber: Manual desain perkerasan jalan, 2024)

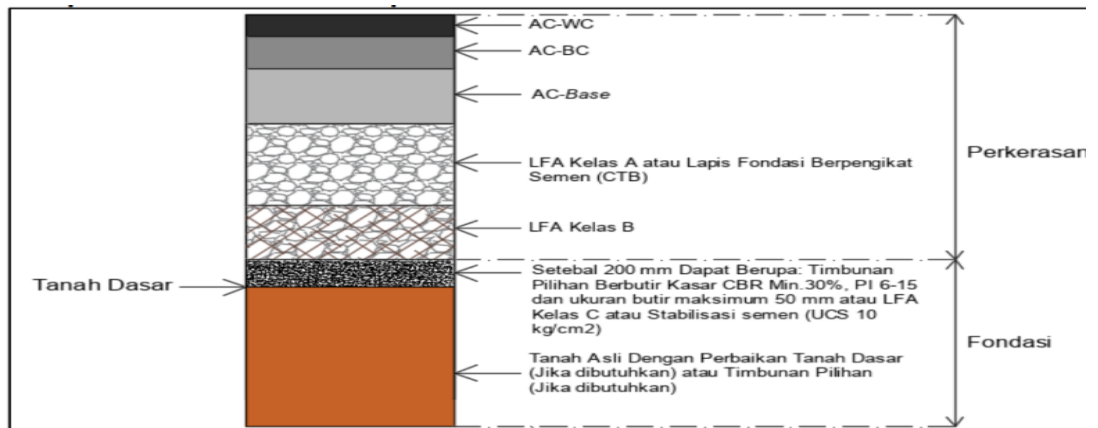
1. Dilarang memperbanyak atau mendistribusikan dokumen ini untuk tujuan komersial tanpa izin tertulis dari penulis atau pihak berwenang.

2. Penggunaan untuk kepentingan akademik, penelitian, dan pendidikan diperbolehkan dengan mencantumkan sumber.

3. Penggunaan tanpa izin untuk kepentingan komersial atau pelanggaran hak cipta dapat dikenakan sanksi sesuai dengan UU Hak Cipta di Indonesia.

Plagiarisme juga dilarang dan dapat dikenakan sanksi.

Universitas hanya berhak menyimpan dan mendistribusikan dokumen ini di repositori akademik, tanpa mengalihkan hak cipta penulis, sesuai dengan peraturan yang berlaku di Indonesia.



Gambar 2. 5 Tipe Perkerasan Lentur Pada Galian  
(Sumber: *Manual desain perkerasan jalan*, 2024)

## 2.7 Daya Dukung Tanah Dasar

Karakteristik bahan perkerasan dalam pedoman ini ditetapkan berdasarkan modulus elastis atau modulus resilient. Untuk tanah dasar, modulus resilient harus ditentukan melalui pengujian di laboratorium (menurut standar AASHTO T 274) terhadap contoh yang representatif. Pengujian dilakukan pada tekanan dan kondisi kadar air yang mencerminkan kondisi aktual di lapangan.

Penentuan nilai modulus resilient untuk setiap titik pengujian dapat didekati melalui pengujian CBR, yaitu dengan menggunakan Persamaan 14. Nilai CBR atau Modulus Resilient ( $M_n$ ) tanah dasar yang mewakili suatu titik pengujian adalah nilai yang mewakili kedalaman 100 cm.

Di Indonesia daya dukung tanah dasar untuk kebutuhan perencanaan tebal perkerasan ditentukan dengan pemeriksaan nilai CBR. Daya Dukung Tanah Dasar (DDT) ditetapkan berdasarkan grafik korelasi. Yang dimaksud harga CBR disini adalah harga CBR lapangan atau CBR Laboratorium. Dari nilai CBR yang diperoleh ditentukan nilai CBR rencana yang merupakan nilai CBR rata-rata untuk jalur tertentu.

### 2.7.1 California Bearing Ratio (CBR)

Metode perencanaan perkerasan jalan yang digunakan sekarang yaitu dengan metode empiris, yang biasa dikenal CBR (*California Bearing Ratio*). Metode ini dikembangkan oleh *California State Highway Departement*

sebagai cara untuk menilai kekuatan tanah dasar jalan (*subgrade*). Nilai CBR akan digunakan untuk menentukan tebal lapisan perkerasan. Untuk menentukan tebal lapis perkerasan dari nilai CBR digunakan grafik-grafik yang dikembangkan untuk berbagai muatan roda kendaraan dengan intensitas lalu lintas.

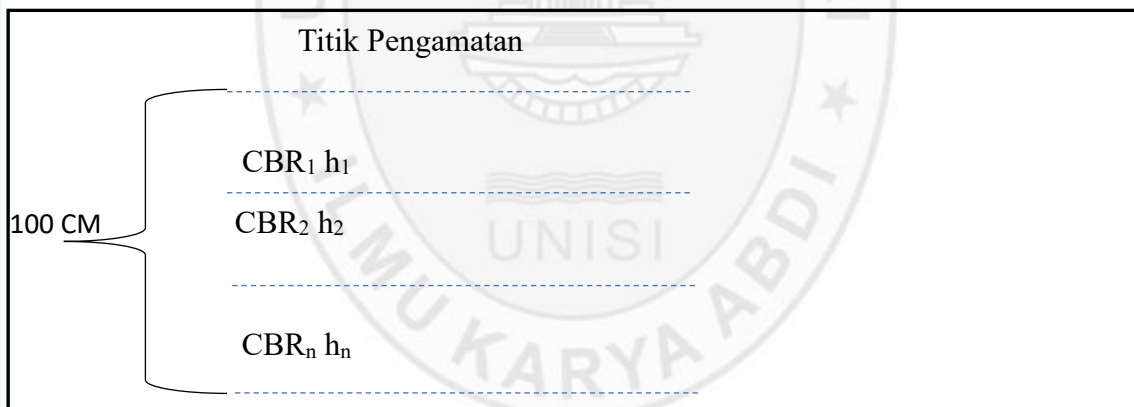
### 2.7.2 Nilai CBR Pada Satu Titik Pengamatan

Sering di temukan bahwa tanah dasar itu berbeda beda suhu bangunan dengan perubahan kedalaman pada suatu titik pengamatan, sehingga perlu di tentukan nilai CBR yang mewakili titik tersebut. Japand road as memberikan rumus sebagai berikut;

$$\text{CBR titik pengamatan} = \left\{ \frac{h_1^2 \sqrt{\text{CBR}_1} + \dots + h_n^2 \sqrt{\text{CBR}_n}}{100} \right\} \dots \dots \dots (5)$$

Keterangan:

- $h_n$ : Tebal tiap lapisan tanah ke-n (dalam cm).
- $\text{CBR}_n$ : Nilai CBR pada lapisan tanah ke-n.
- 100 cm: Total ketebalan lapisan tanah yang diamati



(Sumber :Sukirman, S:1994)

### 2.7.3 CBR Segmen Jalan

Panjang jalan dalam arah memanjang umumnya jauh lebih besar dibandingkan dengan lebar jalan dalam arah melintang. Sepanjang ruas jalan tersebut, jenis tanah dan kondisi medan yang dilalui dapat bervariasi, sehingga kekuatan tanah dasar (daya dukung) juga berfluktuasi antara nilai yang baik hingga buruk. Oleh karena itu, perencanaan tebal lapisan perkerasan jalan tidak ekonomis jika hanya didasarkan pada nilai CBR terburuk, namun juga tidak memenuhi persyaratan jika hanya mengacu pada nilai CBR terbaik saja.



1. Dilarang memperbanyak atau mendistribusikan dokumen ini untuk tujuan komersial tanpa izin tertulis dari penulis atau pihak berwenang.
2. Penggunaan untuk kepentingan akademik, penelitian, dan pendidikan diperbolehkan dengan mencantumkan sumber.
3. Universitas hanya berhak menyimpan dan mendistribusikan dokumen ini di repositori akademik, tanpa mengalihkan hak cipta penulis, sesuai dengan peraturan yang berlaku di Indonesia.

Solusi yang tepat adalah dengan membagi panjang jalan menjadi beberapa segmen jalan, di mana setiap segmen memiliki karakteristik daya dukung tanah, sifat tanah, dan kondisi lingkungan yang relatif seragam. Setiap segmen ini kemudian diwakili oleh satu nilai CBR yang mencerminkan daya dukung tanah dasarnya dan digunakan sebagai dasar perencanaan tebal lapisan perkerasan untuk segmen tersebut.

#### 1. Cara analisi

Berikut ini merupakan Langkah-langkah dalam perhitungan nilai CBR.

$$CBR_{\text{segmen}} = CBR_{\text{rata-rata}} - R(CBR_{\text{maksimum}} - CBR_{\text{minimum}}) \dots \dots \dots (6)$$

#### Keterangan:

R: Nilai faktor statistik yang bergantung pada jumlah titik pengamatan dalam satu segmen (lihat Tabel 2.6).

Tabel 2. 6 Nilai R untuk Perhitungan CBR Segmen

| Jumlah Titik Pengamatan | Nilai CBR |
|-------------------------|-----------|
| 2                       | 1.41      |
| 3                       | 1.91      |
| 4                       | 2.24      |
| 5                       | 2.48      |
| 6                       | 2.67      |
| 7                       | 2.83      |
| 8                       | 2.96      |
| 9                       | 3.08      |
| >10                     | 3.18      |

(Sumber: Sukirman, S: 1994)

#### 2. Cara Grafis

- a. Tentukan CBR terendah.
- b. Tentukan jumla harga CBR yang sama atau lebih besar dari masing-masing nilai CBR.
- c. Angka jumlah terbanyak dinyatakan 100 % dan yang lain merupakan presentase dari harga tersebut.
- d. Buat grafik hubungan CBR dan presentase jumlsn tersebut.
- e. Nila CBR segmen adalah nilai pada keadaan 90%.



1. Dilarang memperbanyak atau mendistribusikan dokumen ini untuk tujuan komersial tanpa izin tertulis dari penulis atau pihak berwenang.  
Penggunaan untuk kepentingan akademik, penelitian, dan pendidikan diperbolehkan dengan mencantumkan sumber.  
2. Penggunaan tanpa izin untuk kepentingan komersial atau pelanggaran hak cipta dapat dikenakan sanksi sesuai dengan UU Hak Cipta di Indonesia.  
Plagiarisme juga dilarang dan dapat dikenakan sanksi.  
3. Universitas hanya berhak menyimpan dan mendistribusikan dokumen ini di repositori akademik, tanpa mengalihkan hak cipta penulis, sesuai dengan peraturan yang berlaku di Indonesia.

## 2.7.4 Pengujian Kekuatan Dengan CBR

Alat yang digunakan untuk menentukan besarnya CBR berupa alat yang mempunyai piston dengan luas 3 inch dengan kecepatan gerak vertikal ke bawah 0,05 inch/menit, Proving Ring digunakan untuk mengukur beban yang dibutuhkan pada penetrasi tertentu yang diukur dengan arloji pengukur (dial). Penentuan nilai CBR yang biasa digunakan untuk menghitung kekuatan pondasi jalan adalah penetrasi 0,1” dan penetrasi 0,2”, yaitu dengan rumus sebagai berikut :

$$CBR_{0,1''} = x/3000 \times 100\% \dots\dots\dots (7)$$

$$CBR_{0,2''} = y/4500 \times 100\% \dots\dots\dots (8)$$

Dimana :

x = pembacaan dial pada saat penetrasi 0,1”

y = pembacaan dial pada saat penetrasi 0,2”

Nilai CBR yang didapat adalah nilai yang terkecil diantara hasil perhitungan kedua nilai CBR diatas.

## 2.8 Lapisan Beraspal

Lapisan beraspal pada perkerasan lentur merupakan bagian permukaan jalan yang terdiri dari campuran agregat (batu pecah, pasir) dan bahan pengikat aspal, berfungsi sebagai lapisan yang menahan beban lalu lintas langsung dan melindungi lapisan di bawahnya dari pengaruh cuaca. Lapisan ini memiliki sifat fleksibel yang mampu menyesuaikan diri dengan deformasi kecil pada tanah dasar, serta berperan penting dalam mendistribusikan beban kendaraan ke lapisan bawah. Tipe lapisan beraspal yang digunakan sebaiknya disesuaikan dengan kondisi jalan yang akan ditingkatkan, yaitu sesuai dengan lalu lintas rencana serta kecepatan kendaraan (terutama kendaraan truk). Berikut adalah panduan pemilihan tipe lapisan beraspal:



1. Dilarang memperbanyak atau mendistribusikan dokumen ini untuk tujuan komersial tanpa izin tertulis dari penulis atau pihak berwenang.
2. Penggunaan untuk kepentingan akademik, penelitian, dan pendidikan diperbolehkan dengan mencantumkan sumber.
3. Penggunaan tanpa izin untuk kepentingan komersial atau pelanggaran hak cipta dapat dikenakan sanksi sesuai dengan UU Hak Cipta di Indonesia.
3. Universitas hanya berhak menyimpan dan mendistribusikan dokumen ini di repositori akademik, tanpa mengalihkan hak cipta penulis, sesuai dengan peraturan yang berlaku di Indonesia.

Tabel 2. 7 Pemilihan Tipe Lapisan Beraspal Berdasarkan Lalu Lintas Rencana dan Kecepatan Kendaraan

| Lalu Lintas Rencana (juta) | Tipe lapisan                                                |                                        |
|----------------------------|-------------------------------------------------------------|----------------------------------------|
|                            | Kecepatan Kendaraan 20-70 km/jam                            | Kecepatan Kendaraan $\geq 70$ km/jam   |
| < 0,3                      | Perancangan perkerasan lentur untuk lalu lintas rendah<br>- |                                        |
| 0,3 - 10                   | Lapis Tipis Beton Aspal (Lataston/HRS)                      | Lapis Tipis Beton Aspal (Lataston/HRS) |
| 10 - 30                    | Lapis Beton Aspal (Laston/AC)                               | Lapis Beton Aspal (Laston/AC)          |
| $\geq 30$                  | Lapis Beton Aspal Modifikasi (Laston Mod/AC-Mod)            | Lapis Beton Aspal (Laston/AC)          |

Sumber: (Kementrian Pekerjaan Umum, 2013)

## 2.9 Ketebalan Perkerasan

Berikut ini adalah proses penentuan tebal lapis perkerasan, pada proses ini perlu di pertimbangkan ke efektifannya dari segi biaya, pelaksanaan konstruksi dan batasan pemeliharaan untuk menghindari kemungkinan di hasilnya perancangan yang tidak praktis, Ketebalan minimum perkerasan lentur ditentukan berdasarkan beban lalu lintas, daya dukung tanah dasar (CBR), dan faktor lingkungan, dengan standar umum berupa lapis permukaan aspal (5-12 cm), lapis fondasi agregat (15-30 cm), dan lapis fondasi bawah (10-30 cm), di mana semakin rendah CBR tanah atau semakin berat beban lalu lintas, ketebalan lapisan harus semakin besar untuk menjamin stabilitas struktural dan umur rencana perkerasan. Berikut ini tabel minimum untuk lapisan permukaan, lapisan pondasi dan lapisan bawah.

Tabel 2. 8 Tabel minimum lapisan perkerasan

| Jenis Bahan       | Tebal Minimum |      |
|-------------------|---------------|------|
|                   | (inc)         | (cm) |
| 1 Lapis Permukaan |               |      |



1. Dilarang memperbanyak atau mendistribusikan dokumen ini untuk tujuan komersial tanpa izin tertulis dari penulis atau pihak berwenang.
2. Penggunaan untuk kepentingan akademik, penelitian, dan pendidikan diperbolehkan dengan mencantumkan sumber.
3. Penggunaan tanpa izin untuk kepentingan komersial atau pelanggaran hak cipta dapat dikenakan sanksi sesuai dengan UU Hak Cipta di Indonesia.
4. Plagiarisme juga dilarang dan dapat dikenakan sanksi.
5. Universitas hanya berhak menyimpan dan mendistribusikan dokumen ini di repositori akademik, tanpa mengalihkan hak cipta penulis, sesuai dengan peraturan yang berlaku di Indonesia.

|                                                   |     |      |
|---------------------------------------------------|-----|------|
| Laston Modifikasi                                 |     |      |
| - Lapis Aus MOD                                   | 1,6 | 4,0  |
| - Lapis antar mod                                 | 2,4 | 6,0  |
| Laston                                            |     |      |
| - Lapis Aus                                       | 1,6 | 4,0  |
| - Lapis antar                                     | 2,4 | 6,0  |
| Lastaston                                         |     |      |
| - Lapis aus                                       | 1,2 | 3,0  |
| 2. Lapis fondasi                                  |     |      |
| Lapis fondasi laston modifikasi                   | 2,9 | 7,5  |
| Lapis fondasi laston                              | 2,9 | 7,5  |
| Lapis fondasi lataston                            | 1,5 | 3,5  |
| Lapis fondasi LAPEN                               | 2,5 | 6,5  |
| Agregat Kelas A                                   | 4,0 | 10,0 |
| CTB ( <i>Cement Treated Base</i> )                | 6,0 | 15,0 |
| CTRB ( <i>Cement Treated Racyling Bse</i> )       | 6,0 | 15,0 |
| CMRFB ( <i>Cold Mix Recuculing Foam Bitumen</i> ) | 6,0 | 15,0 |
| CTSB ( <i>Cement Treated Subbase</i> )            | 6,0 | 15,0 |

## 2.10 Penyusunan Rencana Anggaran Biaya

Rencana anggaran biaya adalah perhitungan banyaknya biaya yang diperlukan untuk bahan dan upah, serta biaya-biaya lain yang berhubungan dengan pelaksanaan bangunan atau proyek tersebut. Anggaran biaya merupakan harga dari bangunan yang dihitung dengan teliti, cermat dan memenuhi syarat. Anggaran biaya pada bangunan yang sama akan berbeda-beda dimasing-masing daerah, disebabkan karena perbedaan harga bahan dan upah tenaga kerja.

Penyusunan anggaran biaya untuk tebal perkerasan pada Jalan Mumpa Desa Pasar Baru menggunakan Pedoman Dinas Pekerjaan Umum Bidang Bina Marga tahun 2024. Dalam menyusun anggaran biaya dilakukan langkah - langkah sebagai berikut :



1. Dilarang memperbanyak atau mendistribusikan dokumen ini untuk tujuan komersial tanpa izin tertulis dari penulis atau pihak berwenang.
2. Penggunaan untuk kepentingan akademik, penelitian, dan pendidikan diperbolehkan dengan mencantumkan sumber.
3. Penggunaan tanpa izin untuk kepentingan komersial atau pelanggaran hak cipta dapat dikenakan sanksi sesuai dengan UU Hak Cipta di Indonesia.
4. Plagiarisme juga dilarang dan dapat dikenakan sanksi.
5. Universitas hanya berhak menyimpan dan mendistribusikan dokumen ini di repositori akademik, tanpa mengalihkan hak cipta penulis, sesuai dengan peraturan yang berlaku di Indonesia.

### 2.10.1 Daftar Harga Satuan Bahan, Upah dan Sewa Alat

Daftar satuan bahan, upah dan sewa alat adalah harga yang dikeluarkan oleh Dinas Pekerjaan Umum Kabupaten Indragiri Hilir. Harga satuan bahan, upah dan sewa alat digunakan untuk menghitung kebutuhan biaya tenaga kerja, bahan, dan peralatan untuk mendapatkan harga satuan untuk satu jenis pekerjaan tertentu. Harga satuan bahan, upah dan sewa alat dapat digunakan sebagai acuan atau panduan untuk merencanakan atau mengendalikan biaya suatu pekerjaan.

### 2.10.2 Analisa Harga Satuan Pekerjaan

Analisis harga satuan pekerjaan (AHSP) adalah perhitungan biaya yang diperlukan untuk mendapatkan harga satuan untuk satu jenis pekerjaan konstruksi tertentu. Perhitungan ini dilakukan dengan mengalikan kebutuhan bahan bangunan, upah kerja, dan peralatan dengan harga bahan bangunan, standar pengupahan pekerja, dan harga sewa atau beli peralatan.

AHSP digunakan untuk merencanakan dan mengendalikan sumber daya seperti bahan material, upah tenaga kerja, dan waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan proyek.

### 2.10.3 Perhitungan volume pekerjaan

Volume pekerjaan adalah jumlah keseluruhan dari banyaknya (kapasitas) suatu pekerjaan yang ada. Volume pekerjaan berguna untuk menunjukkan banyak suatu kuantitas dari suatu pekerjaan agar didapat harga satuan dari pekerjaan-pekerjaan yang ada didalam suatu proyek.

### 2.10.4 RAB (Rencana Anggaran Biaya)

RAB adalah singkatan dari Rencana Anggaran Biaya adalah dokumen yang merinci perkiraan biaya yang diperlukan untuk menjalankan suatu kegiatan, seperti proyek konstruksi. RAB dapat membantu pemilik proyek, kontraktor, dan pihak terkait dalam perencanaan keuangan, pengendalian biaya, dan pengawasan pelaksanaan proyek. Dengan adanya RAB, risiko kebocoran dana, kelebihan pembelian material, dan kesalahan pembayaran dapat diminimalisir.



## 2.11 Rekapitulasi biaya

Rekapitulasi biaya adalah ringkasan total anggaran yang dibutuhkan untuk membangun jalan berperkerasan lentur, mencakup seluruh komponen pekerjaan mulai dari persiapan, pengadaan material, pelaksanaan konstruksi, hingga pengendalian mutu. Tujuannya adalah menghitung estimasi biaya secara rinci agar proyek dapat direncanakan dengan efisien dan terkendali. Komponen utama dalam rekapitulasi biaya perkerasan lentur meliputi:

1. Biaya Persiapan (pembersihan lahan, pengukuran, mobilisasi alat).
2. Biaya Material (agregat, aspal, bahan lapis pondasi).
3. Biaya Pekerjaan Tanah (galian, timbunan, pemadatan).
4. Biaya Perkerasan (lapis pondasi, lapis aspal).
5. Biaya Alat dan Tenaga Kerja.
6. Biaya Pengawasan dan Administrasi.

Rumus Perhitungan Rekapitulasi Biaya dapat di lihat pada pembahasan berikut ini.

Total biaya dihitung dengan menjumlahkan seluruh komponen biaya:

Total Biaya =  $\sum (\text{Volume Pekerjaan} \times \text{Harga Satuan})$

1. Biaya Lapis Pondasi Agregat (LPB)

Biaya LPB = Volume ( $\text{m}^3$ )  $\times$  Harga Agregat per  $\text{m}^3$   
 Biaya LPB = Volume ( $\text{m}^3$ )  $\times$  Harga Agregat per  $\text{m}^3$  .....(13)

2. Biaya Lapis Aspal (AC-WC/AC-BC)

Biaya Aspal = Volume (ton)  $\times$  Harga Aspal per ton  
 Biaya Aspal = Volume (ton)  $\times$  Harga Aspal per ton .....(14)

3. Biaya Tenaga Kerja

Biaya Tenaga Kerja = Jumlah Pekerja  $\times$  Upah per Hari  $\times$  Durasi (hari)  
 Biaya Tenaga Kerja = Jumlah Pekerja  $\times$  Upah per Hari  $\times$  Durasi (hari) .....(15)

4. Biaya Alat Berat

Biaya Alat = Jam Kerja Alat  $\times$  Tarif Sewa per Jam  
 Biaya Alat = Jam Kerja Alat  $\times$  Tarif Sewa per Jam .....(16)

5. Total Rekapitulasi:

Total Biaya = Biaya Persiapan + Biaya Material + Biaya Pekerjaan Tanah +  
 Biaya Perkerasan + Total Biaya = Biaya Persiapan + Biaya Material + Biaya  
 Pekerjaan Tanah + Biaya Perkerasan. ....(17)