

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pengertian Jalan

Jalan merupakan prasarana transportasi darat yang meliputi segala bagian jalan, termasuk bangunan pelengkap dan perlengkapannya yang diperuntukkan untuk lalu lintas baik menggunakan kendaraan maupun jalan kaki yang menghubungkan dari satu daerah ke daerah lain.

Sebagai prasarana transportasi, jalan harus memenuhi syarat sesuai dengan fungsinya yaitu memindahkan barang atau orang dari suatu tempat ke tempat yang lain dengan cara aman, nyaman, lancar dan ekonomis.

(Sumber: Undang-Undang Jalan No. 38 Tahun, 2004).

2.1.1 Klasifikasi Jalan

Klasifikasi jalan dibedakan menjadi lima bagian, yaitu klasifikasi jalan berdasarkan peruntukkan, fungsi, sistem, kelas, dan status. Masing – masing klasifikasi jalan akan dijabarkan sebagai berikut :

1. Jalan menurut peruntukkannya

Berdasarkan UU RI No. 38 Tahun 2004 tentang jalan, peruntukkan jalan dibedakan menjadi 2 macam, yaitu :

a. Jalan umum

Jalan yang digunakan untuk lalu lintas umum.

b. Jalan khusus

Jalan yang tidak diperuntukkan bagi pengguna lalu lintas umum, serta dikelola oleh suatu instansi tersendiri, seperti:

- 1) Jalan inspeksi saluran pengairan, minyak, atau gas
- 2) Jalan perkebunan, pertambangan, Perhutani
- 3) Jalan kompleks perumahan bukan untuk umum
- 4) Jalan pada kompleks sekolah atau universitas
- 5) Jalan pada daerah – daerah keperluan militer

2. Jalan menurut fungsinya

Berdasarkan Peraturan Pemerintah no. 34 tahun 2006, fungsi jalan dibedakan menurut sifat dan pergerakan pada lalu lintas dan angkutan jalan.

Berdasarkan fungsinya, jalan terdiri atas :

a. Jalan Arteri

- 1) Jalan arteri primer merupakan jalan yang menghubungkan secara berdaya guna antarpusat kegiatan nasional atau antara pusat kegiatan nasional dengan pusat kegiatan wilayah. Di desain berdasarkan kecepatan paling rendah 60 km/jam dengan lebar badan jalan paling sedikit 11 meter. Kapasitas jalan harus lebih besar dibandingkan volume rata – rata lalu lintas. Lalu lintas jarak jauh tidak boleh terganggu oleh lalu lintas ulang alik, lalu lintas lokal, dan kegiatan lokal. Jalan arteri primer yang memasuki kawasan perkotaan dan/atau kawasan pengembangan perkotaan tidak boleh terputus.
- 2) Jalan arteri sekunder menghubungkan kawasan primer dengan kawasan sekunder kesatu, kawasan sekunder kesatu dengan sekunder

kesatu, kawasan sekunder kesatu dengan kawasan sekunder kedua. Di desain berdasarkan kecepatan paling rendah 30 (tiga puluh) kilometer per jam dengan lebar badan jalan paling sedikit 11 (sebelas) meter. Kapasitas jalan harus lebih besar daripada volume lalu lintas rata – rata. Pada jalan arteri sekunder lalu lintas cepat tidak boleh terganggu oleh lalu lintas lambat.

b. Jalan Kolektor

- 1) Jalan kolektor primer menghubungkan secara berdaya guna pusat kegiatan nasional dengan pusat kegiatan lokal, antarpusat kegiatan wilayah, atau antara pusat kegiatan wilayah dengan pusat kegiatan lokal. Di desain berdasarkan kecepatan paling rendah 40 km/jam dengan lebar badan jalan paling sedikit 9 meter. Kapasitas jalan harus lebih besar dari volume lalu lintas rata – rata. Jalan kolektor primer yang memasuki kawasan perkotaan dan/atau kawasan pengembangan perkotaan tidak boleh terputus.
- 2) Jalan kolektor sekunder menghubungkan kawasan sekunder kedua dengan kawasan sekunder atau kawasan sekunder kedua dengan kawasan sekunder ketiga. Di desain berdasarkan kecepatan rencana paling rendah 20 (dua puluh) kilometer per jam dengan lebar badan jalan paling sedikit 9 (sembilan) meter. Kapasitas jalan harus lebih besar daripada volume lalu lintas rata – rata. Lalu lintas cepat tidak boleh terganggu oleh lalu lintas lambat.

c. Jalan Lokal

- 1) Jalan lokal primer menghubungkan secara berdaya guna pusat kegiatan nasional dengan pusat kegiatan lingkungan, pusat kegiatan wilayah dengan pusat kegiatan lokal dengan pusat kegiatan lingkungan, serta antarpusat kegiatan lingkungan. Di desain berdasarkan kecepatan rencana paling rendah 20 km/jam dengan lebar badan jalan paling sedikit 7,5 meter. Jalan lokal primer yang memasuki kawasan pedesaan tidak boleh terputus.
- 2) Jalan lokal sekunder menghubungkan kesatu dengan perumahan, kawasan sekunder kedua dengan perumahan, kawasan sekunder ketiga dan seterusnya sampai ke perumahan. Di desain berdasarkan kecepatan rencana paling rendah 10 km/jam dengan lebar badan jalan paling sedikit 7,5 meter.

d. Jalan Lingkungan

- 1) Jalan lingkungan primer menghubungkan antarpusat kegiatan di dalam kawasan pedesaan dan jalan di dalam lingkungan kawasan pedesaan. Di desain berdasarkan kecepatan rencana paling rendah 15 (lima belas) kilometer per jam dengan lebar badan jalan paling sedikit 6,5 (enam koma lima) meter. Jalan lingkungan primer yang tidak diperuntukkan bagi kendaraan roda tiga atau lebih harus mempunyai lebar badan jalan paling sedikit 3,5 (tiga koma lima) meter.
- 2) Jalan lingkungan sekunder menghubungkan antarpersil dalam kawasan perkotaan. Di desain berdasarkan kecepatan rencana paling rendah 10 (sepuluh) kilometer per jam dengan lebar badan jalan paling

sedikit 6,5 (enam koma lima) meter. Jalan lingkungan primer yang tidak diperuntukkan bagi kendaraan roda tiga atau lebih harus mempunyai lebar badan jalan paling sedikit 3,5 (tiga koma lima) meter.

3. Jalan menurut sistemnya

Berdasarkan UU RI No. 38 Tahun 2004 tentang Jalan, klasifikasi jalan menurut sistemnya dibagi menjadi 2, yaitu :

a. Sistem jaringan jalan primer

Sistem jaringan jalan dengan peranan pelayanan distribusi barang dan jasa untuk pengembangan semua wilayah di tingkat nasional, dengan menghubungkan semua simpul jasa distribusi yang berwujud pusat – pusat kegiatan.

b. Sistem jaringan jalan sekunder

Sistem jaringan jalan dengan peranan pelayanan distribusi barang dan jasa untuk masyarakat di dalam kawasan perkotaan.

4. Jalan menurut kelasnya

Menurut Undang – Undang no.22 tahun 2009, jalan dikelompokkan menjadi beberapa kelas berdasarkan fungsi jalan tersebut, intensitas Lalu Lintas, dan daya dukung untuk menerima muatan sumbu terberat beserta dimensi kendaraan bermotor. Pengelompokkan kelas jalan terdiri atas :

a. Jalan Kelas 1 Jalan arteri dan kolektor yang dapat dilalui kendaraan bermotor dengan ukuran lebar < 2.500 mm, ukuran panjang < 18.000 mm, ukuran paling tinggi 4.200 mm, dan muatan sumbu terberat 10 ton;

- b. Jalan Kelas II Jalan arteri, kolektor, lokal, dan lingkungan yang dapat dilalui kendaraan bermotor dengan ukuran lebar < 2.500 mm, ukuran panjang < 12.000 mm, ukuran paling tinggi 4.200 mm, dan muatan sumbu terberat 8 ton;
- c. Jalan Kelas III Jalan arteri, kolektor, lokal, dan lingkungan yang dapat dilalui kendaraan bermotor dengan ukuran lebar < 2.100 mm, ukuran panjang < 9.000 mm, ukuran paling tinggi 3.500 mm, dan muatan sumbu terberat 8 ton; dan
- d. Jalan Kelas Khusus Jalan arteri yang dapat dilalui kendaraan bermotor dengan ukuran lebar > 2.500 mm, ukuran panjang > 18.000 mm, ukuran paling tinggi 4.200 mm, dan muatan sumbu terberat lebih dari 10 ton.

2.1.2 Bagian-bagian Jalan

1. Daerah Manfaat Jalan (DAMAJA)

Daerah Manfaat Jalan (DAMAJA) dibatasi oleh :

- a. Lebar antara batas ambang pengaman konstruksi jalan di kedua sisi jalan,
- b. Tinggi 5 meter di atas permukaan perkerasan pada sumbu jalan, dan
- c. Kedalaman ruang bebas $1,5$ meter di bawah muka jalan.

2. Daerah Milik Jalan (DAMIJA)

Ruang Daerah Milik Jalan (Damija) dibatasi oleh lebar yang sama dengan Damaja ditambah ambang pengaman konstruksi jalan dengan tinggi 5 meter dan kedalaman 1.5 meter

3. Daerah Pengawasan Jalan (DAWASJA)

- a. Ruang Daerah Pengawasan Jalan (Dawasja) adalah ruang sepanjang jalan di luar Damaja yang dibatasi oleh tinggi dan lebar tertentu, diukur dari sumbu jalan sebagai berikut:
 - 1) Jalan Arteri minimum 20 meter,
 - 2) Jalan Kolektor minimum 15 meter,
 - 3) Jalan Lokal minimum 10 meter.
- b. Untuk keselamatan pemakai jalan, Dawasja di daerah tikungan ditentukan oleh jarak bebas.

2.2 Struktur dan Perkerasan Jalan

Jalan memiliki persyaratan dari segi konstruksi yaitu harus kuat, awet dan kedap air. Jika dilihat dari segi pelayanan jalan harus rata, tidak licin, geometrik memadai dan ekonomis. Untuk itu membutuhkan suatu rancangan perkerasan yang mampu melayani beban berupa lalu lintas. Perkerasan jalan adalah lapisan atau badan jalan yang menggunakan bahan khusus, yaitu campuran antara agregat dan bahan ikat. Agregat yang dipakai terdiri dari batu pecah, batu belah, batu kali. Sedangkan bahan ikat yang digunakan berupa aspal dan semen.

Perencanaan perkerasan yang efektif adalah salah satu dari berbagai aspek lain dari perencanaan jalan. Perkerasan adalah bagian dari jalan raya yang sangat penting bagi pengguna jalan. Kondisi dan kekuatan dari jalan raya sering dipengaruhi oleh kehalusan atau kekasaran permukaan jalan. Keadaan perkerasan yang baik dapat mengurangi biaya pengguna, penundaan waktu perjalanan, tabrakan dan pemakaian bahan bakar.

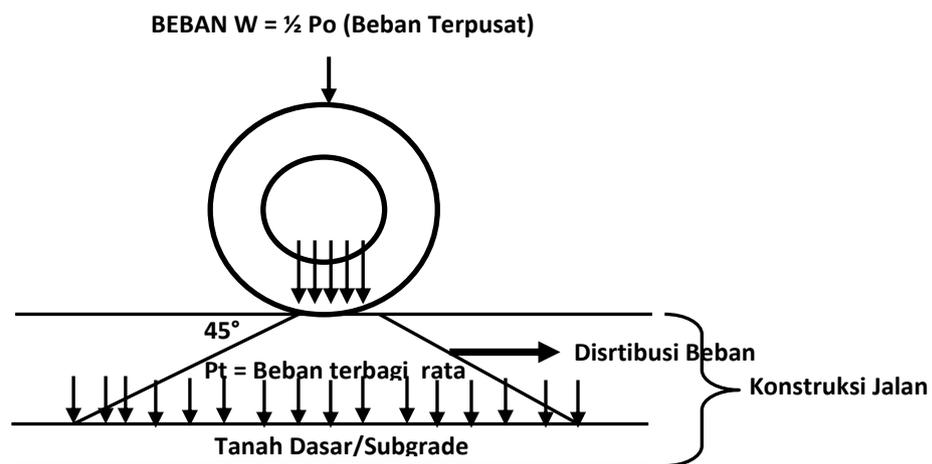
Lapis perkerasan berfungsi untuk menerima dan menyebarkan beban lalu lintas tanpa menimbulkan kerusakan yang berarti pada konstruksi jalan itu. Dengan demikian perencanaan tebal masing – masing lapis perkerasan harus diperhitungkan dengan optimal.

Ada jenis struktur perkerasan yang diterapkan pada struktur perkerasan jalan yaitu terdiri atas,

- a. Struktur perkerasan pada permukaan tanah asli
- b. Struktur perkerasan pada timbunan
- c. Struktur perkerasan pada galian

Silvia Sukirman (1999) menyatakan bahwa berdasarkan bahan pengikatnya konstruksi jalan dapat dibedakan menjadi tiga macam yaitu :

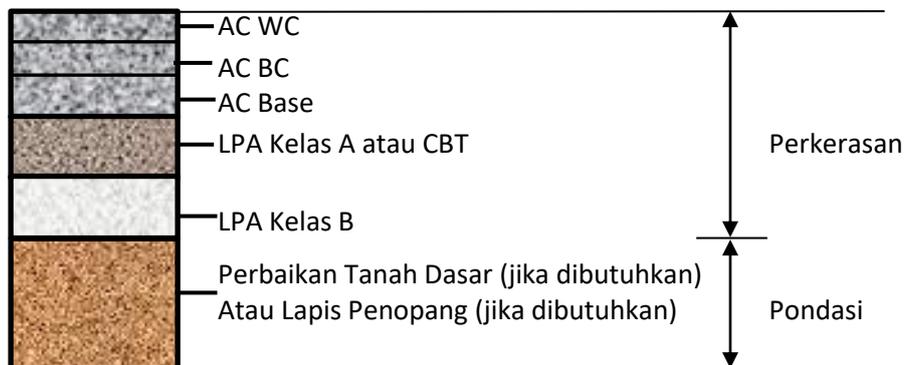
1. Perkerasan lentur (*flexible pavement*), yaitu perkerasan yang menggunakan aspal yang digunakan sebagai bahan pengikat. Lapisan perkerasan bersifat menahan beban lalu lintas dan menyebarkan ketanah dasar, tanpa menimbulkan kerusakan. Secara umumnya konstruksi perkerasan lentur terdiri dari lapisan–lapisan yang diletakkan pada tanah dasar. Lapisan–lapisan tersebut berfungsi untuk menerima beban lalu lintas dan menyebarkannya kelapisan dibawahnya.



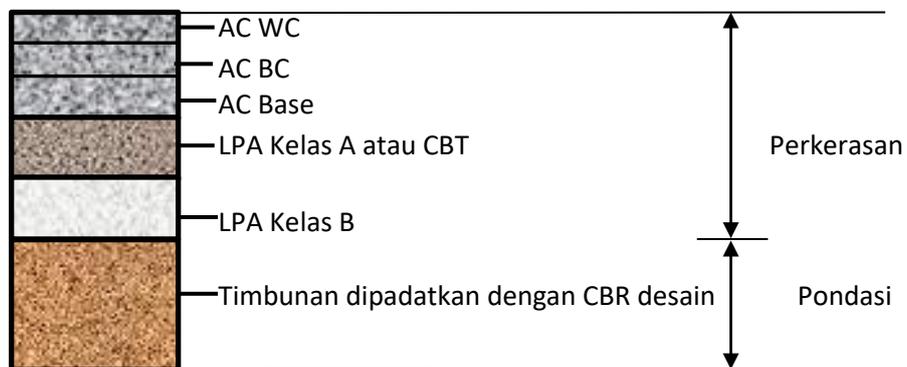
Gambar 2. 1 Penyebaran beban roda melalui lapisan perkerasan jalan

Sumber : Silvia Sukirman dalam Perkerasan Lentur Jalan Raya, 1999

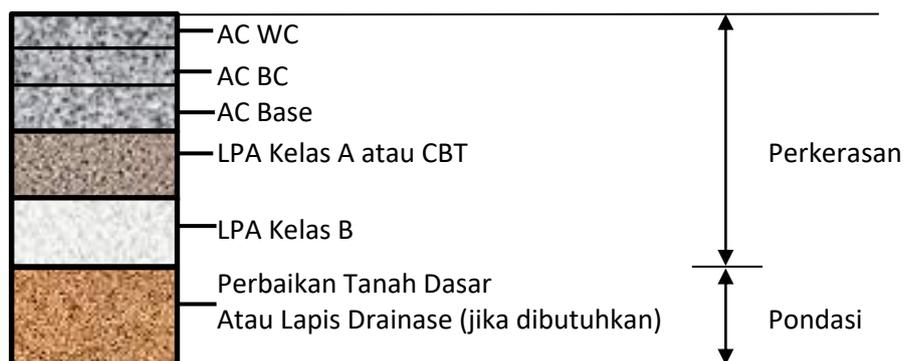
Untuk lapisan-lapisan pada perkerasan lentur dapat dilihat pada Gambar 2.2, Gambar 2.3 dan Gambar 2.4 berikut ini.



Gambar 2. 2 Struktur Perkerasan Lentur (Lalu lintas Berat) pada Permukaan Tanah Asli (at Grade)



Gambar 2. 3 Struktur Perkerasan Lentur (Lalu lintas Berat) pada Timbunan



Gambar 2. 4 Struktur Perkerasan Lentur (Lalu lintas Berat) pada Galian

Sumber : Manual Desain Perkerasan Jalan (revisi 2017)

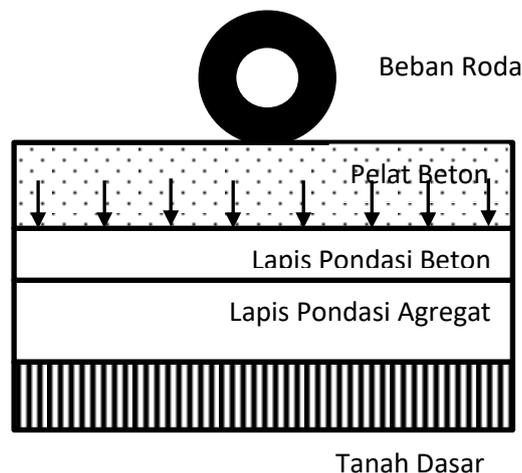
1. Perkerasan kaku (*rigid pavement*),

Perkerasan kaku (*rigid pavement*) adalah suatu perkerasan jalan yang terdiri

atas plat beton semen sebagai lapis pondasi dan lapis pondasi bawah di atas tanah dasar. Perkerasan kaku (*rigid pavement*) menggunakan semen (*portland cement*) sebagai bahan pengikat. Pelat beton dengan atau tanpa tulangan diletakkan di atas tanah dasar dengan atau tanpa lapisan pondasi bawah. Berbeda dengan perkerasan lentur, pada perkerasan kaku beban lalu lintas sebagian besar dipikul oleh pelat beton.

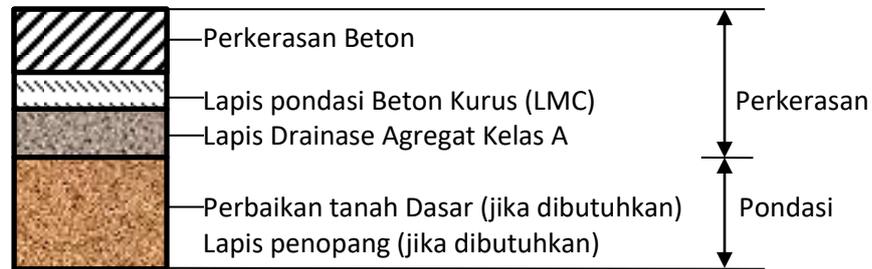
Perkerasan kaku mempunyai sifat yang berbeda dengan perkerasan lentur. Pada perkerasan kaku daya dukung perkerasan terutama diperoleh dari pelat beton. Hal ini terkait dengan sifat pelat beton yang cukup kaku, sehingga dapat menyebarkan beban pada bidang yang luas dan menghasilkan tegangan yang rendah pada lapisan-lapisan di bawahnya.

Adapun distribusi penyaluran beban lalu lintas dapat dilihat pada Gambar 2.5 berikut.

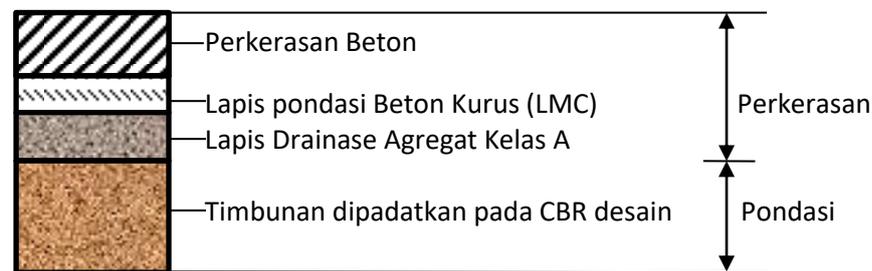


Gambar 2. 5 Distribusi Penyaluran Beban Lalu lintas pada perkerasan Kaku
Sumber : (Hardiyatmo, 2015)

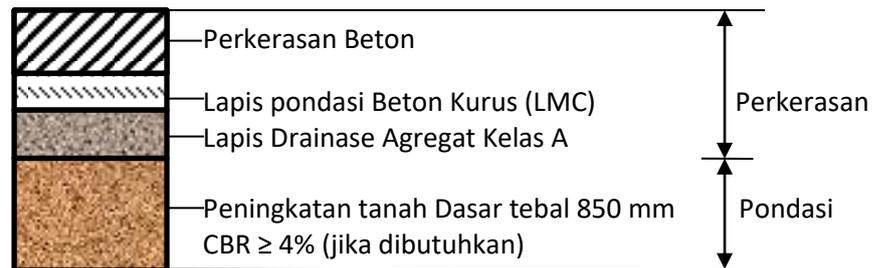
Untuk lapisan-lapisan pada perkerasan kaku dapat dilihat pada gambar 2.6, Gambar 2.7 dan Gambar 2.8 berikut ini.



Gambar 2. 6 Struktur Perkerasan Kaku Pada Tanah Asli (At Grade)



Gambar 2. 7 Struktur Perkerasan Kaku Pada Timbunan



Gambar 2. 8 Struktur Perkerasan Kaku Pada Galian

Sumber : Manual Desain Perkerasan Jalan (revisi 2017)

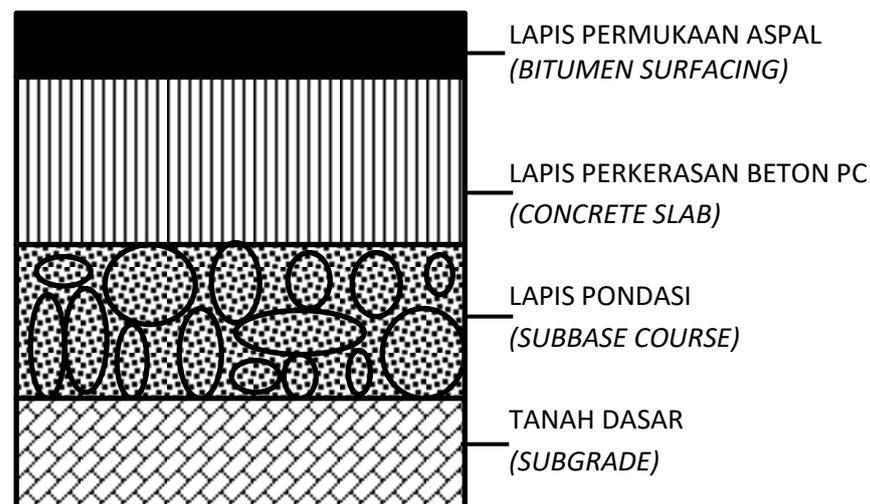
Ada 5 jenis perkerasan beton semen yaitu sebagai berikut :

- Perkerasan beton semen tanpa tulangan dengan sambungan (*jointed plain concrete pavement*).
- Perkerasan beton semen bertulang dengan sambungan (*jointed reinforced concrete pavement*).
- Perkerasan beton semen tanpa tulangan (*continuously reinforced concrete pavement*).
- Perkerasan beton semen prategang (*prestressed concrete pavement*).

e. Perkerasan beton semen bertulang fiber (*fiber reinforced concrete pavement*).

2. Perkerasan komposit (*composite pavement*)

Perkerasan kaku (*rigid pavement*) yang dikombinasikan dengan perkerasan lentur (*flexible pavement*) dapat berupa perkerasan lentur diatas perkerasan kaku, atau perkerasan kaku diatas perkerasan lentur. Lapisan-lapisan perkerasan komposit dapat dilihat pada Gambar 2.9 berikut ini.



Gambar 2. 9 Lapisan Perkerasan Komposit

Sumber : (Bina marga no.03/MN/B/1983)

2.3 Struktur Perkerasan Lentur (*Flexible Pavement*)

Pada umumnya, perkerasan lentur baik digunakan untuk jalan yang melayani beban lalu lintas ringan sampai dengan sedang, seperti jalan perkotaan, jalan dengan sistem utilitas terletak dibawah perkerasan jalan, perkerasan bahu jalan, atau perkerasan dengan konstruksi bertahap. Konstruksi perkerasan lentur terdiri dari lapisan-lapisan yang diletakkan di atas tanah dasar yang telah dipadatkan. Lapisan- lapisan tersebut berfungsi untuk menerima beban lalu lintas

dan menyebarkan lapisan dibawahnya.

Menurut Silvia Sukirman dalam Perkerasan Lentur Jalan Raya, 1999 perkerasan lentur memiliki kelebihan dan kekurangan dalam penggunaannya. Ada beberapa kelebihan jika menggunakan perkerasan lentur yaitu, dapat digunakan pada daerah dengan perbedaan penurunan (*differential settlement*) terbatas.

1. Mudah diperbaiki.
2. Tambahan lapisan perkerasan dapat dilakukan kapan saja.
3. Memiliki tahanan geser yang baik.
4. Warna perkerasan memberikan kesan tidak silau bagi pemakai jalan.
5. Dapat dilaksanakan bertahap, terutama pada kondisi biaya pembangunan terbatas atau kurangnya data untuk perencanaan.

Sedangkan kerugian yang didapat jika menggunakan perkerasan lentur antara lain,

1. Tebal total struktur perkerasan lebih tebal dari pada perkerasan kaku.
2. Kelenturan dan sifat kohesi berkurang selama masa pelayanan.
3. Frekuensi pemeliharaan lebih sering daripada menggunakan perkerasan kaku.
4. Tidak baik digunakan jika sering digenangi oleh air.
5. Membutuhkan lebih banyak agregat.

Struktur perkerasan lentur menurut Pedoman Perencanaan Tebal Perkerasan

Lentur (Rancangan 3) umumnya terdiri atas,

1. Lapisan Permukaan (*Surface Course*)

Lapisan permukaan adalah lapisan yang terletak pada lapisan paling atas yang memiliki beberapa fungsi sebagai berikut,

- a. Lapisan perkerasan penahan beban roda, lapisan ini mempunyai stabilitas tinggi untuk menahan beban roda selama masa pelayanan.
- b. Lapisan kedap air, sehingga air hujan yang jatuh di atasnya tidak meresap ke lapisan bawahnya.
- c. Lapisan aus (*wearing course*), lapisan yang langsung menderita gesekan akibat rem kendaraan sehingga mudah menjadi aus.
- d. Lapisan yang menyebarkan beban ke lapisan bawah.

2. Lapisan Pondasi Atas (*Base Course*)

Lapisan perkerasan yang terletak di antara lapisan pondasi bawah dan pondasi permukaan dinamakan lapisan pondasi atas yang berfungsi sebagai,

- a. Bagian perkerasan yang menahan gaya lintang dari beban roda dan menyebarkan beban ke lapisan dibawahnya.
- b. Lapisan peresapan untuk lapisan pondasi bawah.
- c. Bantalan terhadap lapisan permukaan.

3. Lapisan Pondasi Bawah (*Subbase Course*)

Lapisan perkerasan yang terletak antara lapisan pondasi atas dan tanah dasar dinamakan lapisan pondasi bawah, yang berfungsi sebagai:

- a. Bagian dari konstruksi perkerasan untuk menyebarkan beban roda ketanah dasar.
- b. Efisiensi penggunaan material.
- c. Lapisan peresapan, agar air tanah tidak berkumpul dipondasi.
- d. Lapisan pertama, agar perkerasan dapat berjalan lancar.

4. Lapisan Tanah Dasar (*Subgrade*)

Lapisan tanah setebal 50-100 cm yang berada di bawah dari lapisan pondasi bawah dinamakan lapisan tanah dasar atau *subgrade*. Lapisan tanah dasar dapat berupa tanah asli yang dipadatkan (jika tanah aslinya baik) dan tanah yang didatangkan dari tempat lain dan didapatkan atau tanah yang distribusikan dengan kapur atau bahan lainnya atau biasa disebut dengan tanah timbunan. Kekuatan dan keawetan konstruksi perkerasan jalan sangat tergantung pada sifat-sifat dan daya dukung tanah dasar. Suatu perkerasan jalan jika memiliki daya dukung yang tidak baik, maka akan mempengaruhi umur dari jalan tersebut. Beberapa masalah yang sering ditemui terkait dengan lapisan tanah dasar antara lain,

- a. Perubahan bentuk tetap (*deformasi permanen*) dan rusaknya struktur perkerasan jalan secara menyeluruh akibat beban lalu lintas.
- b. Sifat mengembang dan menyusut pada jenis tanah yang memiliki sifat plastisitas tinggi. Perubahan kadar air tanah dasar dapat berakibat terjadinya retak dan atau perubahan bentuk. Faktor drainase dan kadar air pada proses pemadatan tanah dasar sangat menentukan kecepatan kerusakan yang mungkin terjadi.

- c. Perbedaan daya dukung tanah akibat perbedaan jenis tanah sukar ditentukan secara pasti. Penelitian yang seksama akan jenis dan sifat tanah dasar disepanjang jalan dapat mengurangi dampak akibat tidak meratanya daya dukung tanah dasar.
- d. Perbedaan penurunan (*differential settlement*) akibat terdapatnya lapisan tanah lunak dibawah tanah yang terletak dibawah lapisan tanah dasar sangat membantu mengatasi masalah ini.
- e. Tambahan pemadatan akibat pembebanan lalu lintas dan penurunan yang diakibatkannya, yaitu pada tanah berbutir kasar (*granular soil*) yang tidak dipadatkan secara baik pada saat pelaksanaan.

2.4 Jalan Hauling

Setiap operasi penambangan memerlukan jalan tambang sebagai sarana infrastruktur yang vital di dalam lokasi penambangan dan sekitar-nya. Jalan tambang berfungsi sebagai penghubung lokasi-lokasi penting, antara lain lokasi tambang dengan area *crushing plant*, pengolahan bahan galian, perkantoran, perumahan karyawan dan tempat-tempat lain di wilayah penambangan.

Konstruksi jalan tambang secara garis besar sama dengan jalan angkut di kota. Perbedaan yang khas terletak pada permukaan jalannya (*road surface*) yang jarang sekali dilapisi oleh aspal atau beton seperti pada jalan angkut di kota, karena jalan tambang sering dilalui oleh peralatan mekanis yang memakai *crawler track*, misalnya *bulldozer*, *excavator*, *crawler rock drill (CRD)*, *track loader* dan sebagainya.

2.5 Perencanaan Tebal Perkerasan Metode Analisa Komponen 387-KPTS-1987"

Menurut pedoman perencanaan lapis perkerasan Metode Analisa Komponen No. 01/PD/B/1987 Dirjen Bina Marga terdapat beberapa faktor yang mempengaruhi perhitungan tebal lapis perkerasan lentur baik jalan baru maupun jalan lama. Beberapa faktor tersebut yaitu Koefisien distribusi arah kendaraan (c), angka ekivalen sumbu kendaraan (E), lintas ekivalen, daya dukung tanah (DDT), faktor regional (FR), indek permukaan (IP), indek tebal perkerasan (ITP), dan koefisien kekuatan relatif.

2.5.1 Jumlah Jalur dan Koefisien Distribusi Kendaraan (C)

Jalur rencana merupakan salah satu jalur lalu lintas dari suatu ruas jalan raya, yang menampung lalu lintas terbesar. Jika jalan tidak memiliki tanda batas jalur, maka jumlah jalur ditentukan dari lebar perkerasan menurut daftar di bawah ini:

Tabel 2.1 Jumlah Lajur Berdasarkan Lebar Perkerasan

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

Sumber : SKBI – 2.3.26. 1987

Koefisien distribusi kendaraan (C) untuk kendaraan ringan dan berat yang lewat pada jalur rencana ditentukan menurut daftar di bawah ini:

Tabel 2.2 Koefisien Distribusi Kendaraan (C)

| Jumlah Lajur | Kendaraan Ringan*) | | Kendaraan Berat**) | |
|--------------|--------------------|--------|--------------------|--------|
| | 1 arah | 2 arah | 1 arah | 2 arah |
| 1 lajur | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,000 |
| 2 lajur | 0,60 | 0,50 | 0,70 | 0,500 |
| 3 lajur | 0,40 | 0,40 | 0,50 | 0,475 |
| 4 lajur | - | 0,30 | - | 0,450 |
| 5 lajur | - | 0,25 | - | 0,425 |
| 6 lajur | - | 0,20 | - | 0,400 |

Sumber : SKBI – 2.3.26. 1987

*) berat total < 5 ton, misalnya mobil penumpang, pick up, mobil hantaran

***) berat total > 5 ton, misalnya, bus, truk, traktor, semi trailler, trailler

2.5.2 Angka Ekuivalen (E) Beban Sumbu Kendaraan

Angka Ekuivalen (E) masing-masing golongan beban sumbu (setiap kendaraan) ditentukan menurut rumus dibawah ini :

$$E = k \left(\frac{L}{8160} \right)^4$$

Dimana :

E = Angka ekuivalen

L = Beban sumbu kendaraan (ton)

k = 1 (sumbu tunggal)

= 0,086 (sumbu tandem)

= 0,021 (sumbu *triple*)

Tabel 2. 3 Kongfigurasi Beban Sumbu

| Kongfigurasi Sumbu & Tipe Kendaraan | BERAT KOSONG (ton) | BEBAN MUATAN MAKSIMUM (ton) | BERAT TOTAL MAKSIMUM (ton) | RODA TUNGGAL PADA UJUNGSUMBU | | |
|-------------------------------------|--------------------|-----------------------------|----------------------------|------------------------------|--|--|
| | | | | RODA GANDA PADA UJUNGSUMBU | | |
| 1,2 L BUS | 3 | 6 | 9 | | | |
| 1,2L TRUK | 2,3 | 6 | 8,3 | | | |
| 1,2H TRUK | 4,2 | 14 | 18,2 | | | |
| 1,22 TRUK | 5 | 20 | 25 | | | |
| 1,2+2,2 TRAILER | 6,4 | 25 | 31,4 | | | |
| 1,2-2 TRAILER | 6,2 | 20 | 26,2 | | | |
| 1,2-2,2 TRAILER | 10 | 32 | 42 | | | |

Sumber : Manual Perkerasan Jalan dengan alat Benkelman beam No. 01/MN/BM/83

Angka Ekuivalen (E) masing-masing golongan beban sumbu (setiap kendaraan) ditentukan menurut rumus daftar di bawah ini,

Tabel 2.4 Angka Ekuivalen (E) Beban Sumbu Kendaraan

| Beban Sumbu | | Angka Ekuivalen | |
|-------------|-------|-----------------|-------------|
| 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 | 15432 | 0,5415 | 0,0466 |
| 8000 | 17637 | 0,9238 | 0,0794 |
| 8160 | 18000 | 1,0000 | 0,0860 |
| 9000 | 19841 | 1,4798 | 0,1273 |
| 10000 | 22046 | 2,2555 | 0,1940 |
| 11000 | 24251 | 3,3022 | 0,2840 |
| 12000 | 26455 | 4,6770 | 0,4022 |
| 13000 | 28660 | 6,4419 | 0,5540 |
| 14000 | 30864 | 8,6647 | 0,7452 |
| 15000 | 33069 | 11,4184 | 0,9820 |
| 16000 | 35276 | 14,7815 | 1,2712 |

Sumber : SKBI – 2.3.26. 1987

2.5.3 Lalu Lintas Harian Rata-rata dan Rumus-rumus Lintas Ekuivalen

Lintas ekuivalen adalah repetisi beban yang dinyatakan dalam lintas sumbu standar yang diterima oleh konstruksi jalan terhadap jumlah lalu lintas harian rata-rata (LHR). Lintas ekuivalen terdiri dari :

1. Lintas Ekuivalen Permulaan (LEP), adalah besarnya lintas ekuivalen pada saat jalan tersebut dibuka atau pada awal umur rencana.

$$LEP = \sum_{j=1}^n LHR_j \times C_j \times E_j \quad \text{Persamaan (2.1)}$$

Keterangan :

- LEP : Lintas ekuivalen permulaan umur rencana
LHR : Lintas harian rata-rata dalam 1 tahun
C : Koefisien distribusi kendaraan

E : Angka ekuivalen sumbu kendaraan

2. Lintas Ekuivalen Akhir (LEA), adalah besarnya lintas ekuivalen pada saat jalan tersebut membutuhkan perbaikan (akhir umur rencana).

$$LEA = \sum_{j=1}^n LHR_j (1 + i)^{UR} \times C_j \times E_j \quad \text{Persamaan (2.2)}$$

Keterangan :

LEA : Lintas ekuivalen akhir umur rencana

LHR : Lintas harian rata-rata dalam 1 tahun

C : Koefisien distribusi kendaraan

E : Angka ekuivalen sumbu kendaraan

i : Perkembangan lalu lintas

3. Lintas Ekuivalen Tengah (LET) dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$LET = \frac{1}{2} \times (LEP + LEA) \quad \text{Persamaan (2. 3)}$$

Keterangan :

LET : Lintas ekuivalen tengah

LEP : Lintas ekuivalen permulaan umur rencana

LEA : Lintas ekuivalen akhir umur rencana

4. Lintas Ekuivalen Rencana (LER)

Lintas ekuivalen selama umur rencana (AE18KSAL/N) adalah jumlah lintasan ekuivalen yang akan melintasi jalan selama masa pelayanan, dari saat

dibuka sampai akhir umur rencana.

$$\text{LER} = \text{LET} \times \frac{\text{UR}}{10} \qquad \text{Persamaan (2. 4)}$$

Keterangan :

LEP : Lintas ekuivalen rencana

LET : Lintas ekuivalen tengah

UR : Umur rencana

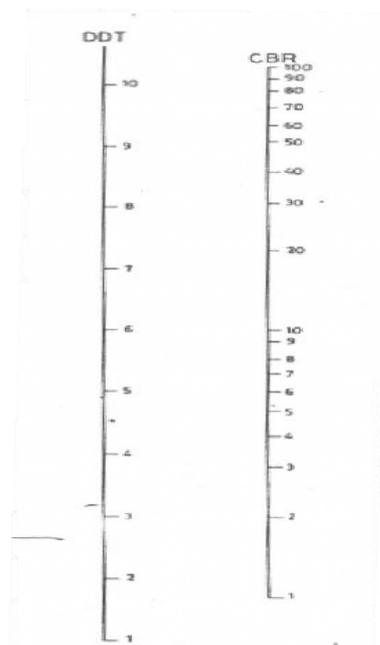
2.5.4 Daya Dukung Tanah Dasar (DDT) dan CBR

Daya dukung tanah / kekuatan tanah dasar (*subgrade*) adalah kemampuan tanah untuk menerima beban yang bekerja padanya. DDT diukur dengan tes *California Bearing Ratio* (CBR). Nilai CBR 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.

Daya dukung tanah dasar (DDT) ditetapkan berdasarkan grafik korelasi gambar 2.10 yang dimaksud dengan harga CBR disini adalah harga CBR lapangan atau CBR laboratorium.

Jika digunakan CBR lapangan maka pengambilan contoh tanah dasar dilakukan dengan tabung (*undisturb*), kemudian direndam dan diperiksa harga CBR-nya. Dapat juga mengukur langsung di lapangan (*musim hujan/direndam*). CBR lapangan biasanya digunakan untuk perencanaan lapis tambahan (*overlay*). Jika dilakukan menurut Pengujian Kepadatan Ringan (SKBI 3.3. 30.1987/UDC

624.131.43 (02) atau Pengujian Kepadatan Berat (SKBI 3.3. 30.1987/UDC 624.131.53 (02) sesuai dengan kebutuhan. CBR laboratorium biasanya dipakai untuk perencanaan pembangunan jalan baru. Sementara ini dianjurkan untuk mendasarkan daya dukung tanah dasar hanya kepada pengukuran nilai CBR. Cara-cara lain hanya digunakan bila telah disertai data-data yang dapat dipertanggungjawabkan. Cara-cara lain tersebut dapat berupa : *Group Index*, *Plate Bearing Test* atau *R-value*. Harga yang mewakili dari sejumlah harga CBR yang dilaporkan, ditentukan sebagai berikut.



Gambar 2. 10 Korelasi DDT dan CBR

Catatan: Hubungan nilai CBR dengan garis mendatar sebelah kiri diperoleh nilai DDT.

2.5.5 Faktor Regional (FR)

Faktor regional/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 dan hujan, perubahan temperatur (iklim) dan kemiringan medan.

Keadaan lapangan mencakup permeabilitas tanah, perlengkapan drainase, bentuk alinyemen serta persentase kendaraan dengan berat 13 ton, dan kendaraan yang berhenti, sedangkan keadaan iklim mencakup curah hujan rata-rata per tahun.

Mengingat persyaratan penggunaan disesuaikan dengan "Peraturan Pelaksanaan Pembangunan Jalan Raya" edisi terakhir, maka pengaruh keadaan lapangan yang menyangkut permeabilitas tanah dan perlengkapan drainase dapat dianggap sama. Dengan demikian dalam penentuan tebal perkerasan ini, Faktor Regional hanya dipengaruhi oleh bentuk alinyemen (kelandaian dan tikungan), persentase kendaraan berat dan yang berhenti serta iklim (curah hujan) sebagai berikut,

Tabel 2.5 Faktor Regional (FR)

| | Kelandaian I (< 6 %) | | Kelandaian II (6 – 10 %) | | Kelandaian III (> 10%) | |
|---------------------|----------------------|-----------|--------------------------|-----------|------------------------|-----------|
| | % kendaraan berat | | % kendaraan berat | | % kendaraan berat | |
| | ≤ 30 % | > 30 % | ≤ 30 % | > 30 % | ≤ 30 % | > 30 % |
| Iklm I < 900 mm/th | 0,5 | 1,0 – 1,5 | 1,0 | 1,5 – 2,0 | 1,5 | 2,0 – 2,5 |
| Iklm II > 900 mm/th | 1,5 | 2,0 – 2,5 | 2,0 | 2,5 – 3,0 | 2,5 | 3,0 – 3,5 |

Sumber : SKBI – 2.3.26. 1987

Catatan: 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.

2.5.6 Indek Permukaan (IP)

Indek permukaan adalah besaran yang dipakai untuk menyatakan kerataan/kehalusan serta kekokohan permukaan jalan sehubungan dengan tingkat pelayanan jalan. Indeks Permukaan ini menyatakan nilai daripada kerataan atau kehalusan serta kekokohan permukaan yang bertalian dengan tingkat

pelayanan bagi lalu-lintas yang lewat. Adapun beberapa nilai IP beserta artinya disajikan pada Tabel 2.5 berikut.

Tabel 2.6 Nilai IP dan artinya

| Nilai IP | Keterangan |
|----------|---|
| IP = 1,0 | Menyatakan permukaan jalan dalam keadaan rusak berat sehingga sangat mengganggu lalu lintas kendaraan |
| IP = 1,5 | Tingkat pelayanan terendah yang masih mungkin (jalan tidak terputus) |
| IP = 2,0 | Tingkat pelayanan rendah bagi jalan yang masih mantap |
| IP = 2,5 | Menyatakan permukaan jalan yang masih cukup stabil dan baik. |

Sumber : SKBI – 2.3.26. 1987

Dalam menentukan indeks permukaan (IP) pada akhir umur rencana, perlu dipertimbangkan faktor-faktor klasifikasi fungsional jalan dan jumlah lintas ekivalen rencana (LER), menurut daftar di bawah ini,

Tabel 2.7 Indeks Permukaan Pada Akhir Umur Rencana (IP)

| LER = Lintas Ekivalen Rencana *) | Klasifikasi Jalan | | | |
|----------------------------------|-------------------|-----------|-----------|-----|
| | lokal | kolektor | arteri | tol |
| < 10 | 1,0 – 1,5 | 1,5 | 1,5 – 2,0 | - |
| 10 – 100 | 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 : SKBI – 2.3.26. 1987

*) LER dalam satuan angka ekivalen 8,16 ton beban sumbu tunggal.

Catatan: Pada proyek-proyek penunjang jalan, JAPAT / jalan murah atau jalan darurat maka IP dapat diambil 1,0.

2.5.7 Koefisien Kekuatan Relatif (a)

Koefisien kekuatan relatif (a) masing-masing bahan dan kegunaannya sebagai lapis permukaan, pondasi, pondasi bawah, ditentukan secara korelasi sesuai nilai Marshall Test (untuk bahan dengan aspal), kuat tekan (untuk bahan yang distabilisasi dengan semen atau kapur), atau CBR (untuk bahan lapis pondasi bawah).

Tabel 2.8 Koefisien Kekuatan Relatif (a)

| Koefisien Kekuatan Relatif | | | Kekuatan Bahan | | | Jenis Bahan |
|----------------------------|------|------|----------------|------------|---------|---------------------------------|
| a1 | a2 | a3 | MS (kg) | Kt (kg/cm) | CBR (%) | |
| 0,40 | - | - | 744 | - | - | Laston |
| 0,35 | - | - | 590 | - | - | Laston |
| 0,35 | - | - | 454 | - | - | Laston |
| 0,30 | - | - | 340 | - | - | Laston |
| 0,35 | - | - | 744 | - | - | Lasbutag |
| 0,31 | - | - | 590 | - | - | Lasbutag |
| 0,28 | - | - | 454 | - | - | Lasbutag |
| 0,26 | - | - | 340 | - | - | Lasbutag |
| 0,30 | - | - | 340 | - | - | HRA |
| 0,26 | - | - | 340 | - | - | Aspal Macadam |
| 0,25 | - | - | - | - | - | Lapen (mekanis) |
| 0,20 | - | - | - | - | - | Lapen (manual) |
| - | 0,28 | - | 590 | - | - | Laston Atas |
| - | 0,26 | - | 454 | - | - | Laston Atas |
| - | 0,24 | - | 340 | - | - | Laston Atas |
| - | 0,23 | - | - | - | - | Lapen (mekanis) |
| - | 0,19 | - | - | - | - | Lapen (manual) |
| - | 0,15 | - | - | 22 | - | Stab. Tanah dengan kapur |
| - | 0,13 | - | - | 18 | - | Stab. Tanah dengan kapur |
| - | 0,15 | - | - | 22 | - | Stab. Tanah dengan semen |
| - | 0,13 | - | - | 18 | - | Stab. Tanah dengan semen |
| - | 0,14 | - | - | - | 100 | Batu Pecah (kelas A) |
| - | 0,13 | - | - | - | 80 | Batu Pecah (kelas B) |
| - | 0,12 | - | - | - | 60 | Batu Pecah (kelas C) |
| - | - | 0,13 | - | - | 70 | Sirtu/pitrun (kelas A) |
| - | - | 0,12 | - | - | 50 | Sirtu/pitrun (kelas B) |
| - | - | 0,11 | - | - | 30 | Sirtu/pitrun (kelas C) |
| - | - | 0,10 | - | - | 20 | Tanah/lempung kepasiran |

Sumber: Petunjuk Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Jalan Raya dengan Metode Analisa Komponen No. 387 KPTS-1987

2.5.8 Indeks Tebal Perkerasan (ITP)

Indeks Tebal Perkerasan (ITP) merupakan indeks yang diturunkan dari analisis lalu-lintas, kondisi tanah dasar, dan faktor lingkungan yang dikonversi menjadi tebal lapisan perkerasan dengan menggunakan koefisien kekuatan relatif untuk setiap jenis material yang digunakan sebagai lapis struktur perkerasan.

Persamaan nilai ITP adalah sebagai berikut :

$$ITP = a_1 \times D_1 + a_2 \times D_2 + a_3 \times D_3 \quad \text{Persamaan (2.5)}$$

Keterangan :

- ITP : Indeks Tebal Permukaan
- a_1 : Koefisien kekuatan relatif lapis permukaan (*surface*)
- d_1 : Tebal lapis permukaan (*surface*)
- a_2 : Koefisien kekuatan relatif lapis pondasi atas (*base*)
- d_2 : Tebal lapis pondasi atas (*base*)
- a_3 : Koefisien kekuatan relatif lapis pondasi bawah (*subbase*)
- d_3 : Tebal lapis pondasi bawah (*subbase*)

2.5.9 Batas-Batas Minimum Tebal Lapisan Perkerasan

Untuk menentukan tebal lapis perkerasan, harus mempertimbangkan keefektifannya dari segi biaya konstruksi, pelaksanaan konstruksi, dan faktor pemeliharaan untuk menghindari kemungkinan perencanaan yang kurang praktis.

Tabel 2. 9 Batas-Batas Minimum Tebal Lapisan Perkerasan

| ITP | Tebal Minimum (cm) | Bahan |
|---------------------------|--------------------|---|
| 1. Lapis Permukaan | | |
| < 3,00 | 5 | Lapis pelindung: (Buras/Burtu/Burda) |
| 3,00 – 6,70 | 5 | Lapen/Aspal Macadam, HRA, Lasbutag, Laston |
| 6,71 – 7,49 | 7,5 | Lapen/Aspal Macadam, HRA, Lasbutag, Laston |
| 7,50 – 9,99 | 7,5 | Lasbutag, Laston |
| ≥ 10,00 | 10 | Lasbutag, Laston |
| 2. Lapis Pondasi | | |
| < 3,00 | 15 | Batu pecah, stabilitas tanah dengan semen, stabilitas tanah dengan kapur |
| 3,00 – 7,49 | 20 | Batu pecah, stabilitas tanah dengan semen, stabilitas tanah dengan kapur |
| | 10 | Laston Atas |
| 7,50 – 9,99 | 20 | Batu pecah, stabilitas tanah dengan semen, stabilitas tanah dengan kapur, pondasi macadam |

Tabel 2.9 Batas-Batas Minimum Tebal Lapisan Perkerasan (Lanjutan)

| | | |
|------------|----|---|
| | 15 | Laston Atas |
| 10 – 12,14 | 20 | Batu pecah, stabilitas tanah dengan semen, stabilitas tanah dengan kapur, pondasi macadam, Lapen, Laston Atas |
| ≥ 12,25 | 25 | Batu pecah, stabilitas tanah dengan semen, stabilitas tanah dengan kapur, pondasi macadam, Lapen, Laston Atas |

3. Lapis Pondasi Bawah

Untuk setiap nilai ITP bila digunakan pondasi bawah, tebal minimum adalah 10 cm

Sumber: Petunjuk Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Jalan Raya dengan Metode Analisa Komponen No. 387-KPTS-1

2.6 Penelitian Terdahulu

Kustoro, Gani Ardi (2016), *Perancangan Jalan Tambang Berdasarkan Hasil Penyelidikan Geoteknik Di Daerah Kampung Gunung Sari Kecamatan Segah Kabupaten Berau Provinsi Kalimantan Timur Pt. Berau Bara Abadi*. Nilai daya dukung tanah dari material yang ada sangat berpengaruh terhadap tebal perkerasan jalan yang dibutuhkan. Begitu pula dengan beban alat angkut yang beroperasi serta keadaan lalu lintas jalan tambang mempunyai peran yang signifikan dalam kaitannya dengan tebal perkerasan. Nilai daya dukung tanah yang didapatkan pada penelitian kali ini sebesar 1.065,1875 kPa – 6.623,4562 kPa untuk material claystone dan 1.520,9424 kPa – 6.753,4802 kPa untuk siltstone. Ketersediaan di lapangan juga berpengaruh terhadap pemilihan material jalan tambang. Penggunaan material yang ada di lapangan untuk digunakan sebagai bahan pembuatan jalan tambang tentu akan lebih efisien daripada harus mendatangkan material dari luar area penambangan. Berdasarkan kondisi lapangan serta pengamatan dan perhitungan yang telah dilakukan, disimpulkan bahwa perlu diadakannya perkerasan jalan tambang untuk setiap beban kendaraan yang digunakan. Material yang digunakan adalah claystone dan

siltstone sebagai lapisan subgrade dan juga subbase karena ketersediaan material ini cukup banyak ditemui. Sedangkan untuk nilai tebal perkerasannya adalah berkisar dari 60,78 cm sampai 153,03 cm untuk beban alat angkut dari 25.000 kg sampai dengan 400.000 kg.

Rudy Azwari, *Prodi Pertambangan, Fakultas Teknik, Universitas Islam Bandung, Evaluasi Jalan Angkut dari Front Tambang Batubara menuju Stockpile Block B pada Penambangan Batubara di PT Minemex Indonesia, Desa Talang Serdang Kecamatan Mandiangin Kabupaten Sarolangun Provinsi Jambi*. Berdasarkan perhitungan *The American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO) Manual Rural High Way Design 1973*, lebar minimum jalan angkut agar dapat dilalui dengan baik oleh Dump Truck Scania P420 yang melintas adalah 9 meter untuk jalan lurus dan 14 meter untuk jalan tikungan Kemiringan pada tikungan (*Superelevasi*) harus di buat berkisar antara -195,763 mm/m sampai 1,246 mm/m supaya alat angkut bisa melewati tikunga dengan kecepatan maksimal. Berdasarkan lebar jalan yang dibuat, *cross slope* yang harus dibuat yaitu sebesar 18,75 cm terhadap sisi jalan agar badan jalan tidak digenangi oleh air. Daya dukung material yang ada dapat diklasifikasikan bahwa material daya dukung tanah untuk jalan angkut termasuk dalam kategori Compact gravel and boulder-gravel formation;very compact sandy gravel yang memiliki daya dukung tanah sebesar 20.000 psf. Dengan nilai daya dukung material sebesar 20.000 psf, maka dapat menahan beban yang didistribusikan pada permukaan jalan sebesar 17.601,234 psf.