Bab 4 *Parameter Perencanaan Tebal Lapisan Konstruksi Perkerasan*

Lapisan perkerasan berfungsi untuk menerima dan menyebarkan beban lalu lintas tanpa menimbulkan kerusakan yang berarti pada konstruksi jalan itu sendiri. Dengan demikan memberikan kenyamanan kepada pengemudi selama masa pelayanan jalan tersebut. Untuk itu dalam perencanaan perlu dipertimbangkan seluruh faktor-faktor yang dapat mempengaruhi fungsi pelayanan perkerasan jalan seperti : fungsi jalan, kinerja perkerasan, umur rencana, lalu lintas yang merupakan beban dari perkerasan jalan, sifat tanah dasar, kondisi lingkungan, sifat dan jumlah material tersedia di lokasi yang akan dipergunakan sebagai bahan lapis perkerasan, serta bentuk geometrik lapisan perkerasan.

4.1. FUNGSI JALAN

Sesuai Undang-undang tentang jalan, No. 13 tahun 1980 dan Peraturan Pemerintah No. 26 tahun 1985, sistem jaringan jalan di Indonesia dapat dibedakan atas:

- Sistem Jaringan Jalan Primer, adalah sistem jaringan jalan dengan peranan pelayanan jasa distribusi untuk pengembangan emua wilayah di tingkat nasional dengan semua simpul jasa distribusi yang kemudian berwujud kota. Ini berarti sistem jaringan jalan primer menghubungkan simpul-simpul jasa distribusi sebagai berikut :
  - Dalam satu satuan wilayah pengembangan menghubungkan secara menerus kota jenjang pertama (ibukota propinsi), kota jenjang kedua (ibukota kabupaten, kotamadya), kota jenjang ketiga (kecamatan), dan kota jenjang di bawahnya sampai ke persil.
  - Menghubungkan kota antar jenjang pertama antar satuan wilayah pengembangan.
- Sistem Jaringan Jalan Sekunder, adalah sistem jaringan jalan dengan peranan pelayanan jasa distribusi untuk masyarakat dalam kota, ini berarti sistem jaringan jalan sekunder disusun mengikuti ketentuan pengaturan tata ruang kota yang menghubungkan kawasan-kawasan yang mempunyai fungsi primer, fungsi sekunder kedua, fungsi sekunder ketiga dan seterusnya sampai ke perumahan.

Berdasarkan fungsinya, jalan dapat dibagi atas :

- Jalan Arteri, adalah jalan yang melayani angkutan utama dengan ciri-ciri perjalanan jarak jauh, kecepatan rata-rata tinggi, dan jumlah jalan masuk dibatasi secara efisien.
- Jalan Kolektor, adalah jalan yang melayani angkutan pengumpulan/pembagian dengan ciri-ciri perjalanan jarak sedang, kecepatan rata-rata sedang, dan jumlah jalan masuk dibatasi.
- Jalan Lokal, adalah jalan ynag melayani angkutan setempat dengan ciri-ciri perjalanan jarak dekat, kecepatan rata-rata rendah, dan jumlah jalan masuk tidak dibatasi.

Dengan demikian sistem jaringan jalan primer terdiri dari :

- Jalan Arteri Primer, adalah jalan yang menghubungkan kota jenjang pertamayang terletak berdampingan, atau menghubungkan kota jenjang pertama dengan kota jenjang kedua. Persyaratan yang harus dipenuhi oleh jalan arteri primer ini adalah :
  - Kecepatan rencana > 60 km/jam.
  - Lebar badan jalan > 8,0 m
  - Kapasitas jalan lebih besar dari volume lalu lintas rata-rata.
  - Jalan masuk dibatasi secara efisien sehingga kecepatan rencana dan kapasitas jalan dapat tercapai.
  - Tidak boleh terganggu oleh kegiatan lokal, lalu lintas lokal, dan lalu lintas ulang alik.
  - Jalan arteri primer tidak terputus walaupun memasuki kota.
  - Tingkat kenyamanan dan keamanan yang dinyatakan dengan Indeks Permukaan tidak kurang dari 2.

- Jalan Kolektor Primer, adalah jalan yang menghubungkan kota jenjang kedua dengan kota jenjang kedua atau menghubungkan kota jenjang kedua dengan kota jenjang ketiga. Persyaratan yang harus dipenuhi oleh jalan kolektor primer adalah :
  - Kecepatan rencana > 40 km/jam.
  - Lebar badan jalan > 7 m.
  - Kapasitas jalan lebih besar atau sama dengan volume lalu lintas rata-rata.
  - Jalan kolektor primer tidak terputus walaupun memasuki daerah kota.
  - Jalan masuk dibatasi sehingga kecepatan rencana dan kapasitas jalan tidak terganggu.
  - Indeks Permukaan tidak kurang dari 2.

- Jalan Lokal Primer, adalah jalan yang menghubungkan kota jenjang pertama dengan persil atau menghubungkan kota jenjang ketiga dengan kota jenjang ketiga, kota jenjang ketiga dengan kota jenjang di bawahnya, kota jenjang ketiga dengan persil, atau kota di bawah jenjang ketiga sampai persil. Persyaratan jalan lokal primer adalah :
  - Kecepatan rencana > 20 km/jam.
  - Lebar badan jalan > 6,0 m.
  - Jalan lokal primer tidak terputus walaupun memasuki desa.
  - Indeks Permukaan tidak kurang dari 2.

Sedangkan sistem jaringan jalan sekunder terdiri atas :

- Jalan Arteri Sekunder, adalah jalan yang menghubungkan kawasan primer dengan kawasan sekunder pertama atau menghubungkan kawasan sekunder pertama dengan kawasan sekunder pertama atau menghubungkan kawasan sekunder pertama dengan kawasan sekunder kedua. Persyaratan dari jalan arteri sekunder adalah :
  - Kecepatan rencana > 30 km/jam.
  - Lebar badan jalan > 8,0 m
  - Kapasitas jalan sama atau lebih besar dari volume lalu lintas rata-rata.
  - Tidak boleh diganggu oleh lalu lintas lambat.
  - Indeks Permukaan minimal 1,5.

- Jalan Kolektor Sekunder, adalah jalan yang menghubungkan kawasan sekunder kedua dengan kawasan sekunder kedua atau menghubungkan kawasan sekunder kedua dengan kawasan sekunder ketiga. Persyaratan yang harus dipenuhi oleh jalan kolektor sekunder adalah :
  - Kecepatan rencana > 20 km/jam.
  - Lebar badan jalan > 7 m.
  - Indeks Permukaan minimal 1,5.

- Jalan Lokal Sekunder, adalah jalan yang menghubungkan kawasan sekunder pertama dengan perumahan, menghubungkan kawasan sekunder kedua dengan perumahan, kawasan sekunder ketiga dan seterusnya sampai ke perumahan. Persyaratan jalan lokal sekunder adalah :
  - Kecepatan rencana > 10 km/jam.
  - Lebar badan jalan > 5 m.
  - Indeks Permukaan tidak kurang dari 1,0.

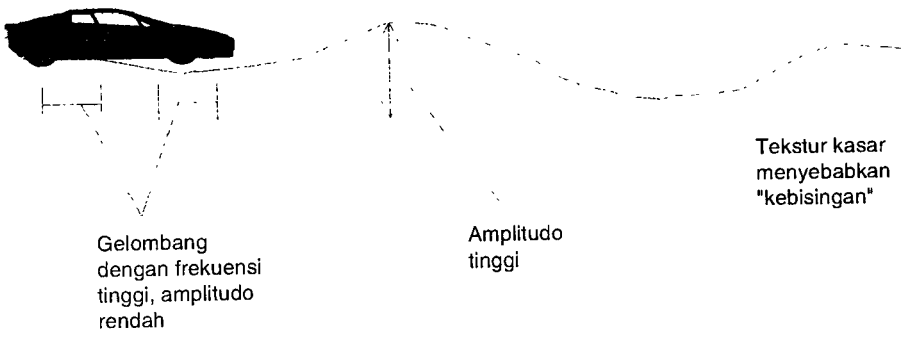
4.2. KINERJA PERKERASAN JALAN (PAVEMENT PERFORMANCE)

Kinerja perkerasan jalan (*pavement performance*) meliputi 3 (tiga) hal yaitu :

1. Keamanan, yaitu ditentukan oleh besarnya gesekan akibat adanya kontak antara ban dan permukaan jalan. Besarnya gaya gesek yang terjadi dipengaruhi oleh bentuk dan kondisi ban, tekstur permukaan jalan, kondisi cuaca dan sebagainya.
2. Wujud perkerasan (struktur perkerasan), sehubungan dengan kondisi fisik dari jalan tersebutseprti adanya retak-retak, amblas, alur, gelombang dan sebagainya.
3. Fungsi pelayanan, sehubungan dengan bagiamana perkerasan tersebut memberikan pelayanan kepada pemakai jalan. Wujud perkerasan dan fungsi pelayanan umumnya merupakan satu kesatuan yang dapat digambarkan dengan "kenyamanan mengemudi (*riding quality*)".

Tingkat kenyamanan ditentukan berdasarkan anggapan-anggapan sebagai berikut :

1. Kenyamanan pada dasarnya merupakan faktor subyektif, tergantung penilaian masing-masing pengemudi, tetapi dapat dinyatakan dari nilai rata-rata yang diberikan oleh pengemudi.
2. Jalan disediakan untuk memberikan keamanan dan kenyamanan pada pemakai jalan.
3. Pelayanan yang diberikan oleh jalan dapat dinyatakan sebagai nilai rata-rata yang diberikan oleh sipemakai jalan.
4. Kenyamanan berkaitan dengan bentuk fisik dari perkerasan yang dapat diukur secara obyektif serta mempunyai nilai korelasi dengan penilaian subyektif masing-masing pengemudi.



Gambar 4.1. Bentuk "Kekasaran Permukaan"

Gangguan kenyamanan mengemudi dapat disebabkan oleh gangguan dalam arah memanjang (longitudinal distortion) dan gangguan dalam arah melintang (transversal distortion). Pada gambar 4.1. diperlihatkan gangguan-gangguan yang berpengaruh terhadap kenyamanan mengemudi berupa getaran-getaran yang besarnya tergantung dari amplitudo dan frekuensi getaran.

Kinerja perkerasan dapat dinyatakan dengan :

- Indeks Permukaan (Serviceability Index), diperkenalkan oleh AASHTO yang diperoleh dari pengamatan kondisi jalan meliputi kerusakan-kerusakan seperti retak-retak, alur-alur, lubang-lubang, lendutan pada lajur roda, kekasaran permukaan dan lain sebagainya yang terjadi selama umur jalan tersebut. Indeks Permukaan bervariasi dari angka 0 - 5, masing-masing angka menunjukkan fungsi pelayanan sebagai berikut :

Tabel 4.1. Nilai Indeks Permukaan

Indeks Permukaan (IP)	Fungsi Pelayanan
4 - 5	Sangat baik
3 - 4	Baik
2 - 3	Cukup
1 - 2	Kurang
0 - 1	Sangat kurang

Jalan dengan lapis aspal beton yang baru dibuka untuk umum merupakan contoh jalan dengan nilai IP = 4,2.

- Indeks Kondisi Jalan (Road Condition Index = RCI) adalah skala dari tingkat kenyamanan atau kinerja dari jalan, dapat diperoleh sebagai hasil dari pengukuran dengan alat roughometer ataupun secara visual. Skala angka bervariasi dari 2 - 10, dengan pengertian sebagai berikut :

Tabel 4.2. Indeks Kondisi Jalan (RCI)

RCI	Kondisi Permukaan Jalan Secara Visual
8 - 10	– Sangat rata dan teratur
7 - 8	– Sangat baik, umumnya rata
6 - 7	– Baik
5 - 6	– Cukup, sedikit/tidak ada lubang, tetapi permukaan jalan tidak rata.
4 - 5	– Jelek, kadang-kadang ada lubang, permukaan jalan tidak rata.
3 - 4	– Rusak, bergelombang, banyak lubang.
2 - 3	– Rusak berat, banyak lubang dan seluruh daerah perkerasan hancur.
≤ 2	– Tidak dapat dilalui, kecuali dengan 4WD jeep.

Jika penelitian dilakukan dengan mempergunakan alat roughometer sehingga diperoleh IRI, maka untuk daerah Indonesia dipergunakan korelasi antara RCI dan IRI seperti gambar 4.2. (lihat lampiran).

4.3. UMUR RENCANA

Umur rencana perkerasan jalan adalah jumlah tahun dari saat jalan tersebut dibuka untuk lalu lintaskendaraan sampai diperlukan suatu perbaikan yang bersifat struktural (sampai diperlukan overlay lapisan perkerasan). Selam umur rencana tersebut pemeliharaan perkerasan jalan tetap harus dilakukan, seperti plapisan nonstruktural yang berfungsi sebagai lapis aus. Umur rencana untuk perkerasan lentur jalan baru umumnya diambil 20 tahun dan untuk peningkatan jalan 10 tahun. Umur rencana yang lebih besar dari 20 tahun tidak lagi ekonomis karena perkembangan lalu lintas yang terlalu besar dan sukar untuk mendapatkan ketelitian yang memadai (tambahan tebal lapisan perkerasan menyebabkan biaya awal yang cukup tinggi).

4.4. LALU LINTAS

Tebal lapisan perkerasan jalan ditentukan dari beban yang akan dipikul, hal ini berhubungan dengan arus lalu lintas yang hendak melewati jalan tersebut. Besarnya arus lalu lintas dapat diperoleh dari :

1. Analisa lalu lintas saat ini, sehingga diperoleh data mengenai : jumlah kendaraan yang akan memakai jalan, jenis kendaraan, konfigurasi sumbu dari setiap jenis kendaraan, serta beban masing-masing sumbu kendaraan. Pada perencanaan jalan baru perkiraan volume lalu lintas ditentukan dengan menggunakan hasil survei volume lalu lintas di dekat jalan tersebut dan analisa pola lalu lintas di sekitar lokasi jalan.
2. Perkiraan faktor pertumbuhan lalu lintas selama umur rencana, antara lain berdasarkan atas analisa ekonomi dan sosial daerah tersebut.

Di negara sedang berkembang termasuk Indonesia, analisa lalu lintas yang dapat menunjang data perencanaan dengan ketelitian yang memadai sukar dilakukan, karena :

- Kurangnya data yang dibutuhkan
- Sulit memprediksi perkembangan yang akan datang karena belumadanya rancangan induk di sebagian besar wilayah Indonesia. Hal ini dapat diatasi dengan melakukan konstruksi bertahap (stage construction) dimana lapis perkerasan sampai dengan lapisan pondasi atas dilaksanakan sesuai kebutuhan untuk umur rencana yang lebih panjang, biasanya 20 tahun, tetapi lapisan permukaannya dilaksanakan sesuai kebutuhan umur rencana tahap pertama (5 atau 10 tahun).

Keuntungan menggunakan konstruksi bertahap antara lain :

- Koreksi terhadap perkiraan perkembangan lalu lintas dapat dilakukan pada tahap kedua.
- Kerusakan setempat, karena pelaksanaan atau keadaan setempat dapat diperbaiki dan direncanakan kembali.
- Keterbatasan biaya untuk pembuatan tebal perkerasan dapat diatasi (lapisan permukaan merupakan lapisan dengan biaya terbesar).

4.4.1. Volume Lalu Lintas

Jumlah kendaraan yang akan memakai jalan dinyatakan dalam volume lalu lintas yang didefenisikan sebagai jumlah kendaraan yang melewati satu titik pengamatan selama satu satuan waktu. Untuk perencanaan tebal lapisan perkerasan, volume lalu lintas dinyatakan dalam kendaraan/hari/2 arah untuk jalan 2 arah tidak terpisah dan kendaraan /hari/1 arah untuk jalan satu arah atau 2 arah terpisah. Data volume lalu lintas dapat diperoleh dari pos-pos rutin yang ada di sekitar lokasi. Jika tidak terdapat pos-pos rutin di dekat lokasi atau untuk pengecekan data, perhitungan volume lalu lintas dapat dilakukan secara manual di tempat-tempat yang dianggap perlu. Perhitungan dapat dilakukan selama 3 x 24 jam atau 3 x 16 jam terus-menerus. Dengan memperhatikan faktor hari, bulan, musim dimana perhitungan dilakukan, dapat diperoleh data lalu lintas harian rata-rata (LHR) yang representatif.

Saat ini Indonesia telah mempunyai pos-pos rutin perhitungan volume lalu lintas yang merupakan pos yang dipilih di sepanjang jaringan jalan yang ada yang dapat dibagi atas 3 (tiga) kelas yaitu :

1. Kelas A, adalah pos yang terletak pada ruas jalan dengan lalu lintas padat, dimana perhitungannya dilakukan terus-menerus secara otomatis selama setahun, disamping itu juga dilakukan perhitungan secara manual (dengan tenaga manusia) selama 7 x 24 jam yang dilakukan setiap hari ke 52.
2. Kelas B, adalah pos yang terletak pada ruas jalan dengan lalu lintas sedang, dimana perhitungannya dilakukan secara manual selama 7 x 24 jam yang dilakukan setiap hari ke 52.
3. Kelas C, adalah pos yang terletak pada ruas jalan dengan lalu lintas rendah, dimana perhitungannya dilakukan secara manual selama 1 x 24 jam yang dilakukan setiap hari ke 52.

Dari pos-pos rutin tersebut untuk kebutuhan perencanaan tebal lapisan perkerasan dapat diperoleh data-data sebagai berikut :

- LHR rata-rata.
- Komposisi arus lalu lintas terhadap berbagai kelompok jenis kendaraan.
- Distribusi arah untuk jalan 2 jalur tanpa median.

Jika pada lokasi jalan yang hendak direncanakan tersebut belum terdapat pos-pos rutin atau jika dibutuhkan tambahan data, maka pos perhitungan volume lalu lintas hendaknya dipilih sedemikian rupa sehingga :

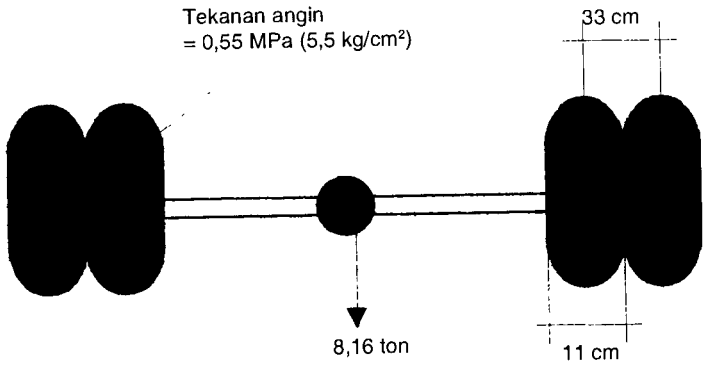
- Arus lalu lintas pada lokasi perhitungan tersebut tidak terganggu oleh lalu lintas lokal.
- Pos perhitungan terletak pada lokasi yang lurus, sehingga memudahkan melihat kendaraan yang akan dicatat/dihitung.
- Pos perhitungan jangan terletak di dekat persimpangan.

4.4.2. Angka Ekivalen Beban Sumbu

Jenis kendaraan yang memakai jalan beraneka ragam, bervariasi baik ukuran, berat total, konfigurasi dan beban sumbu, daya, dan sebagainya. Oleh karena itu volume lalu lintas umumnya dikelompokkan atas beberapa kelompok yang masing-masing kelompok diwakili oleh satu jenis kendaraan. Pengelompokan jenis kendaraan untuk perencanaan tebal perkerasan dapat dilakukan sebagai berikut :

- Mobil penumpang, termasuk di dalamnya semua kendaraan dengan berat total (2 ton.
- Bus
- Truk 2 sumbu
- Truk 3 sumbu
- Truk 5 sumbu
- Semi Trailer.

Konstruksi perkerasan jalan menerima beban lalu lintas yang dilimpahkan melalui roda-roda kendaraan. Besarnya beban yang dilimpahkan tersebut tergantung dari berat total kendaraan, konfigurasi sumbu, bidang kontak antara roda dan perkerasan, kecepatan kendaraan, dan sebagainya. Dengan demikian efek dari masing-masing kendaraan terhadap kerusakan yang ditimbulkan tidaklah sama. Oleh karena itu perlu adanya beban standar sehingga semua beban lainnya dapat disetarakan dengan beban standar tersebut yang merupakan beban sumbu tunggal beroda ganda seberat 18.000 lbs (8,16 ton).



Gambar 4.3. Sumbu Standar 18.000 lbs (8,16 ton)

Semua beban kendaraan lain dengan dengan beban sumbu berbeda diekivalenkan ke beban sumbu standar dengan menggunakan "angka ekivalen beban sumbu (E)". Angka ekivalen beban sumbu adalah angka yang menunjukkan jumlah lintasan dari sumbu tunggal seberat 8,16 ton yang akan menyebabkan kerusakan yang sama atau penurunan indeks permukaan yang sama apabila beban sumbu standar lewat satu kali. Contoh : E truk = 1,2, ini

berarti 1 kali lintasan kendaraan truk mengakibatkan penurunan indeks permukaan yang sama dengan 1,2 kali lintasan sumbu standar. Secara empiris angka ekivalen ditulis sebagai berikut :

$$E = \left[\frac{\textit{beban sumbu, (kg)}}{8160} \right]^{X}$$

X merupakan konstanta yang besarnya dipengaruhi oleh :

- Bidang kontak antara ban dengan perkerasan jalan. Luas bidang kontak ditentukan oleh tekanan ban.
- Kelandaian, kendaraan yang berjalan di jalan yang mendaki mempunyai efek yang berbeda dibandingkan dengan kendaraan yang bergerak di jalan datar.
- Fungsi jalan, kendaraan yang bergerak pada jalan yang menghubungkan dua kota berkecepatan lebih tinggi dibandingkan dengan kendaraan yang bergerak di dalam kota. Di dalam kota di tempat-tempat yang banyak ditemukan persimpangan, kendaraan bergerak dengan kecepatan lebih rendah dan seringkali berhenti.
- Beban sumbu, kendaraan dengan beban sumbu yang lebih besar akan mempunyai angka ekivalen lebih besar dari pada kendaraan dengan beban sumbu yang lebih kecil.
- Kecepatan kendaraan, kendaraan sejenis akan menghasilkan kerusakan yang berbeda jika kendaraan tersebut bergerak dengan kecepatan yang berbeda pula. Kendaraan yang bergerak dengan kecepatan rendah akan mempunyai efek lebih cepat merusak jalan.
- Ketebalan lapisan perkerasan, kerusakan yang ditimbulkan oleh kendaraan pada lapisan perkerasan dengan nilai struktural lebih tinggi akan lebih kecil dibandingkan dengan kerusakan yang terjadi pada lapisan perkerasan dengan nilai struktural lebih rendah.

Nilai X akan bertambah besar dengan semakin jelek/tidak ratanya permukaan jalan. Indeks permukaan turun mengakibatkan nilai X bertambah besar. Untuk perencanaan tebal perkerasan, angka ekivalen dapat diasumsikan tetap selama umur rencana dan dipergunakan angka ekivalen pada kondisi akhir umur rencana (pada keadaan indeks permukaan akhir umur rencana). Untuk menentukan angka ekivalen beban sumbu, Bina Marga memberikan rumus sebagai berikut :

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

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

Sebagai pembanding diberikan juga angka ekivalen yang digunakan oleh NAASRA, Australia sebagai berikut :

$$E_{\text{sumbu tunggal, roda tunggal}} = \left[\frac{\textit{beban sumbu tunggal (kg)}}{5400}\right]^4$$

$$E_{\text{sumbu tunggal, roda ganda}} = \left[\frac{\textit{beban sumbu tunggal (kg)}}{8200}\right]^4$$

$$E_{\text{sumbu tunggal, roda ganda}} = \left[\frac{\textit{beban sumbu ganda (kg)}}{13600}\right]^4$$

4.4.3. Angka Ekivalen Kendaraan

Berat kendaraan dilimpahkan ke perkerasan jalan melalui roda kendaraan yang terletak di ujung-ujung sumbu kendaraan. Setiap jenis kendaraan mempunyai konfigurasi sumbu yang berbeda-beda. Sumbu depan merupakan sumbu tunggal roda tunggal, sedangkan sumbu belakang dapat berupa sumbu tunggal atau sumbu ganda. Dengan demikian setiap jenis kendaraan akan mempunyai angka ekivalen yang merupakan jumlah angka ekivalen dari sumbu depan dan sumbu belakang. Beban masing-masing sumbu dipengaruhi oleh letak titik berat kendaraan, dan bervariasi sesuai dengan muatan dari kendaraan tersebut. Sebagai contoh truk dengan berat kosong 4,2 tonmempunyai konfigurasi sumbu depan adalah sumbu tunggal roda tunggal dan sumbu belakang adalah sumbu tunggal roda ganda. Berat maksimum truk = 18,2 ton. Distribusi beban terhadap sumbu depan 34 % dan belakang sebesar 66 %. Angka ekivalen kendaraan dapat dihitung sebagai berikut :

Menurut Bina Marga :

$$E_{\text{truk kosong}}\,(E_{\text{truk}}) = E_{\text{sumbu depan}} + E_{\text{sumbu belakang}}$$

$$= \left[\frac{0{,}34\ (4200)}{8160}\right]^4 + \left[\frac{0{,}66\ (4200)}{8160}\right]^4$$

$$= 0{,}0009 + 0{,}0133$$

$$= 0{,}0142.$$

$$E_{\text{truk maksimum}} = \left[\frac{0{,}34\ (18200)}{8160}\right]^4 + \left[\frac{0{,}66\ (18200)}{8160}\right]^4$$

$$= 0{,}3307 + 4,\ 6957$$
$$= 5{,}0264.$$

Menurut NAASRA :

$$E_{\text{truk kosong}} = \left[\frac{0{,}34\ (4200)}{5400}\right]^4 + \left[\frac{0{,}66\ (4200)}{5400}\right]^4$$

$$= 0{,}0049 + 0{,}0131$$
$$= 0{,}0180.$$

$$E_{\text{truk maksimum}} = \left[\frac{0{,}34\ (18200)}{5400}\right]^4 + \left[\frac{0{,}66\ (18200)}{5400}\right]^4$$

$$= 1{,}7244 + 4,\ 6047$$
$$= 6{,}3291.$$

Truk tersebut mempunyai angka ekivalen yang berbeda antara kondisi kosong dan kondisi termuat penuh sehingga mencapai berat maksimum. Pada perencanaan tebal perkerasan sebaiknya tidak selalu menggunakan angka ekivalen berdasarkan berat maksimum dan tidak mungkin pula menggunakan angka ekivalen berdasarkan berat kosong. Angka ekivalen yang dipergunakan dalam perencanaan adalah angka ekivalen berdasarkan berat kendaraan yang diharapkan selama umur rencana, yang dipengaruhi oleh faktor-faktor berikut :

- Fungsi jalan. Kendaraan berat yang memakai jalan arteri umumnya membawa muatan yang lebih berat dari pada jalan lokal.
- Keadaan medan. Jalan yang mendaki mengakibatkan truk tidak mungkin memuat beban yang lebih berat dibandingkan dengan jalan pada medan datar.
- Kondisi jembatan. Jembatan-jembatan yang dibangun dengan kemampuan memikul beban yang terbatas jelas tidak mungkin untuk memikul beban truk yang melewati batas beban maksimum yang dapat dipikulnya, walaupun teruk tersebut dapat membawa beban yang lebih besar.
- Aktifitas ekonomi di daerah yang bersangkutan. Jenis dan berat beban yang diangkut oleh kendaraan berat sangat tergantung dari jenis kegiatan yang ada di daerah tersebut.

Truk di daerah industri mengangkut beban yang berbeda jenis dan beratnya dengan di daerah perkebunan.

- Perkembangan daerah. Beban yang diangkut oleh kendaraan dapat berkembang sesuai dengan perkembangan daerah di sekitar lokasi jalan. Dengan demikian maka sebaiknya angka ekivalen yang dipergunakan untuk perencanaan adalah angka ekivalen yang berdasarkan atas data pos timbang atau dari hasil survei timbang yang dilakukan di daerah lokasi, karena setiap daerah mempunyai angka ekivalen yang berbeda-beda sehingga sebaiknya dilakukan survei timbang terlebih dahulu sebelum perencanaan dilakukan.

Survei Timbang

Beban sumbu dipengaruhi oleh konfigurasi sumbu dan muatan kendaraannya sehingga mungkin saja dua kendaraan yang sama akan mempunyai beban sumbu yang berbeda akibat perbedaan muatan, dengan demikian berbeda pula angka ekivalennya. Pada jalan 2 arah mungkin saja arah yang satu mempunyai beban yang lebih besar dari arah yang lain, terutama akibat pola penggunaan tanah. Hal ini sering terjadi di daerah perkebunan, pabrik atau usaha-usaha industri lainnya, misalnya truk dari daerah pabrik baja akan membawa baja, kembalinya akan membawa barang-barang pecah belah dan konsumsi sehari-hari yang jauh lebih ringan. Oleh karena itu dalam perencanaan perlu dilakukan penelitian yang saksama dari variasi beban sumbu, sehingga dapat ditentukan angka ekivalen perencanaan yang baik yang mewakili angka ekivalen untuk variasi beban sumbu selama umur rencana. Penelitian dilakukan dengan menggunakan survei timbang dan survei volume lalu lintas. Tingkat beban sumbu kendaraan berat (bert kosong > 1500 kg) tidak terlalu cepat berubah dari tahun ke tahun, sehingga angka ekivalen yang diperoleh dari survei timbang dapat dianggap sama selama umur rencana jalan. Jika pada kondisi tertentu dimana perbedaan tingkat beban sumbu cukup menyolok, maka angka ekivalen harus dikoreksi selama umur rencana, sama halnya dengan faktor pertumbuhan lalu lintas yang berubah-ubah selama masa pelayanan jalan.

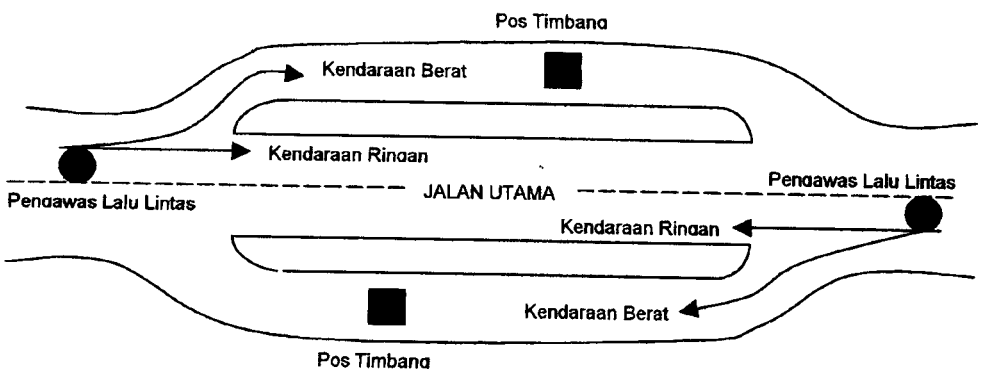
Alat timbang yang biasa digunakan adalah alat timbang portabel yang mudah dipindah-pindah, diletakkan sedemikian rupa sehingga memberikan permukaan yang rata bagi kendaraan yang lewat di atasnya. Lokasi tempat penimbangan dan banyaknya kendaraan yang ditimbang ditentukan oleh volume kendaraan berat yang melewati jalan tersebut. Lokasi tempat penimbangan dipilih pada tempat yang mudah dilihat oleh kendaraan dan tidak mengganggu arus lalu lintas. Jenis lokasi survei timbang dan jumlah sampel yang dibutuhkan sesuai saran yang diberikan oleh TRRL seperti yang ditunjukkan dalam Tabel 4.3.

Tabel 4.3. Jenis Lokasi Survei Timbang dan Jumlah Sampel

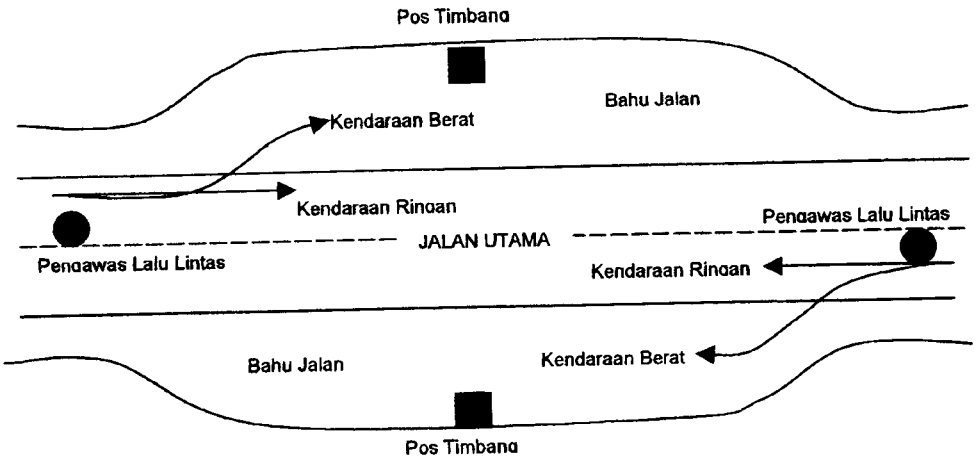
Volume Maks Kendaraan Berat/jam	Tipe Lokasi Penimbangan	Sampel Kendaraan Berat yang Ditimbang
0 - 30	Pos timbang C atau D	Semua
31 - 60	Pos timbang A atau B	Semua
61 - 120	Pos timbang A atau B	Alternatif
121 - 180	Pos timbang A atau B	1 dari 3
181 - 240	Pos timbang A atau B	1 dari 4

Penimbangan dilakukan sebaiknya 7 x 24 jam sehingga diperoleh fluktuasi dari beban sumbu rata-rata. Jika keadaan lokasi tak memungkinkan lamanya survei dapat dikurangi berdasarkan pertimbangan setempat tetapi sebaiknya tidak kurang dari 3 x 16 jam. Hasil yang diperoleh dari survei timbang ini adalah berat roda pada ujung sumbu, dari berat roda tersebut diperoleh beban sumbu dan dengan menggunakan salah satu rumus pada pasal 4.4.2. dapat diperoleh angka ekivalen untuk sumbu yang bersangkutan.

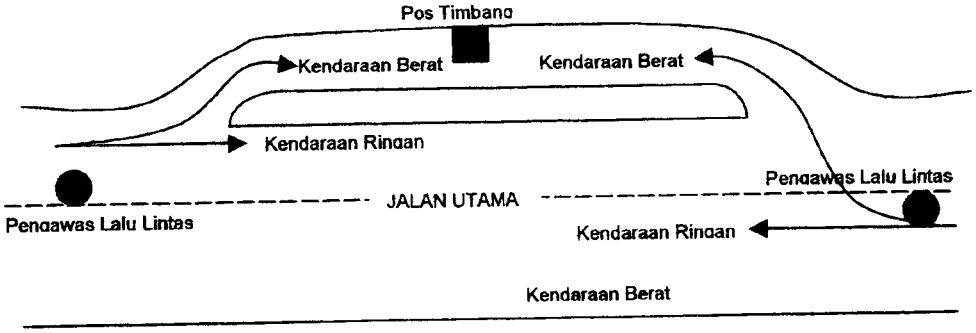
Sebagaimana disebutkan di atas bahwasanya lokasi tempat penimbangan harus dipilih pada tempat yang mudah dilihat oleh kendaraan, dan tidak mengganggu arus lalu lintas seperti yang ditunjukkan pada gambar 4.4. berikut:



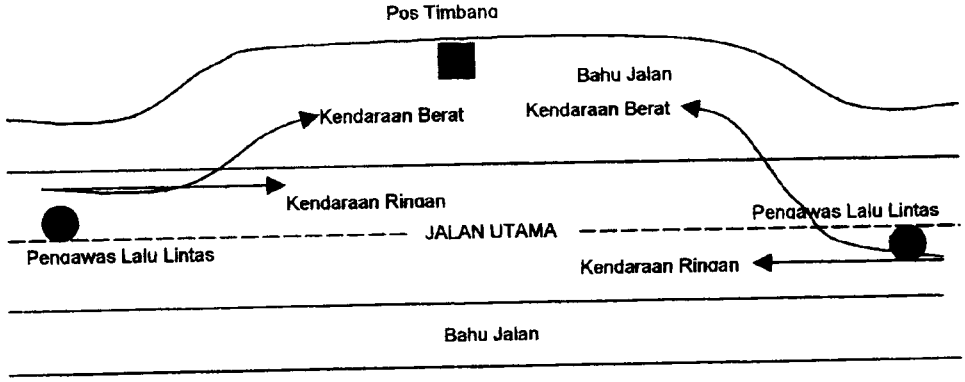
Denah Lokasi Pos Timbang - A



Denah Lokasi Pos Timbang - B



Denah Lokasi Pos Timbang - C



Denah Lokasi Pos Timbang - D

Gambar 4.4. Denah Lokasi Pos Timbang

Contoh Perhitungan :

Dari survei timbang diperoleh beban roda belakang dari sebuah kendaraan truk seberat 2100 kg. Truk tersebut adalah truk 2 as dengan jenis sumbu tunggal. Distribusi beban sumbu depan dan belakang masing-masing sebesar 34 % dan 66 %. Beban sumbu belakang = 2 x 2100 kg = 4200 kg. Beban sumbu depan = 34/66 x 4200 kg = 2200 kg, maka angka ekivalen kendaraan truk :

$$E = \left(\frac{2200}{8160}\right)^4 + \left(\frac{4200}{8160}\right)^4$$

$$= 0{,}005 + 0{,}0702$$

$$= 0{,}0752.$$

4.4.4. Faktor Pertumbuhan lalu Lintas

Jumlah kendaraan yang memakai jalan bertambah dari tahun ke tahun ke tahun. Faktor yang mempengaruhi pertumbuhan lalu lintas adalah perkembangan daerah, bertambahnya kesejahteraan masyarakat, naiknya kemampuan membeli kendaraan, dan lain sebagainya. Faktor pertumbuhan lalu lintas ini dinyatakan dalam persen/tahun.

4.4.5. Lintas Ekivalen

Kerusakan perkerasan jalan raya pada umumnya disebabkan oleh terkumpulnya air di bagian perkerasan jalan, dan karena repetisi dari lintasan kendaraan. Oleh karena itu perlu ditentukan berapa jumlah repetisi beban yang akan menggunakan jalan tersebut. Repetisi beban dinyatakan dalam lintasan sumbu standar yang dikenal sebagai lintas ekivalen yang dapat dibedakan atas :

a. Lintas ekivalen pada saat jalan tersebut dibuka (Lintas Ekivalen awal umur rencana = LEP).
b. Lintas ekivalen pada akhir umur rencana adalah besarnya lintas ekivalen pada saat jalan tersebut membutuhkan perbaikan secara struktural (Lintas Ekivalen akhir umur rencana = LEA).
c. Lintas ekivalen selama umur rencana (AE18KSAL), jumlah lintas ekivalen yang akan melintasi jalan bersangkutan selama masa pelayanan, dari saat dibuka sampai akhir umur rencana.

Penentuan Besarnya Lintas Ekivalen

Kendaraan-kendaraan melintasi jalan secara berulang pada lajur jalannya, maka lintas ekivalen yang merupakan beban bagi perkerasan jalan diperhitungkan hanya untuk satu lajur,

yaitu lajur yang tersibuk (lajur dengan volume tertinggi). Lajur ini disebut lajur rencana. Pada jalan raya dua lajur dua arah, lajur rencana adalah salah satu lajur dengan volume kendaraan berat terbanyak, sedangkan pada jalan raya berlajur banyak, lajur rencana biasanya adalah lajur sebelah tepi dengan lalu lintas yang lebih lambat dan padat. Lintas ekivalen daptat diperoleh dengan langkah-langkah berikut ini :

1. Tentukan jumlah kedaraan dalam 1 hari/2 arah/total lajur yang dibedakan menurut jenis kendaraan. Pada perencanaan tebal perkerasan, mobil penumpang atau kendaraan ringan (berat kosong < 1500 kg) tidak diperhitungkan. Hal ini sesuai dengan pengaruh beban kendaraan tersebut yang sangat kecil terhadap perkerasan jalan. Bandingkan angka ekivalen mobil penumpang (0,0003) dengan angka ekivalen truk seberat 6 ton (0,2174).
2. Tentukan berat masing-masing sumbu berdasarkan survei timbang dari setiap jenis kendaraan berat.
3. Tentukan angka ekivalen dari setiap jenis kendaraan yang merupakan gabungan angka ekivalen sumbu depan dengan angka ekivalen sumbu belakang.
4. Tentukan persentase kendaraan yang berada pada lajur rencana yaitu lajur dengan volume kendaraan berat terbesar.

Menurut Bina Marga, jika ruas jalan bersangkutan tidak memiliki batas lajur maka jumlah lajur dapat ditentukan dengan berpedoman pada Tabel 4.4. berikut ini:

Tabel 4.4. Pedoman Penentuan Jumlah Lajur Menurut Bina Marga

Lebar Perkerasan (L)	**Jumlah Lajur**
L < 5,50 m	1 lajur
5,50 m < L < 8,25 m	2 lajur
8,25 m < L < 11,25 m	3 lajur
11,25 m < L < 15,00 m	4 lajur
15,00 m < L < 18,75 m	5 lajur
18,75 m < L < 22,00 m	6 lajur

Persentase kendaraan pada lajur rencana dapat ditentukan dengan menggunakan koeffisien distribusi kendaraan yang direkomendasikan oleh Bina Marga seperti tercantum dalam Tabel 4.5.

Tabel 4.5. Koeffisien Distribusi ke Lajur Rencana (Bina Marga)

Jumlah Lajur	Kendaraan Ringan*		Kendaraan Berat**	
	1 arah	2 arah	1 arah	2 arah
1 arah	1,00	1,00	1,00	1,00
2 arah	0,60	0,50	0,70	0,50
1 arah	0,40	0,40	0,50	0,475
2 arah		0,30		0,45
1 lajur		0,25		0,425
2 lajur		0,20		0,40
3 lajur				
4 lajur				
5 lajur				
6 lajur				

* berat total < 5 ton, misalnya sedan, pick up.

** berat total > 5 ton, misalnya bus, truk, trailer.

Persentase kendaraan pada lajur rencana dapat juga diperoleh dari survei volume lalu lintas. Khusus untuk jalan tol dimana umumnya sebagian besar dari kendaraan memakai lajur kiri sedangkan lajur kanan dipergunakan hanya untuk menyiap/mendahului, maka persentase seperti tercantum pada Tabel 3.5. tidak dapat dipergunakan. Sebaiknya dipakai persentase yang diperoleh dari survei volume lalu lintas khusus untuk jalan tol.

5. Faktor pertumbuhan lalu lintas yang diperoleh dari hasil analisa data lalu lintas, perkembangan penduduk, pendapatan perkapita, rancangan induk daerah, dan lain-lain.
6. Lintas Ekivalen pada saat jalan tersebut dibuka (LEP), diperoleh dari :

$$LEP = Ai \times Ei \times Ci \times (1+a)n'$$

dimana :

Ai : Jumlah kendaraan untuk 1 jenis kendaraan, dinyatakan dalam kendaraan/hari/2 arah untuk jalan tanpa median dan kendaraan/hari/1 arah untuk jalan yang dilengkapi dengan median.

Ei : Angka ekivalen beban sumbu untuk satu jenis kendaraan.

Ci : Koeffisien distribusi kendaraan pada lajur rencana.

a : Faktor pertumbuhan lalu lintas tahunan dari survei lalu lintas dilakukan sampai saat jalan tersebut dibuka.

n' : Jumlah tahun dari saat diadakan pengamatan sampai jalan tersebut dibuka.

7. Lintas Ekivalen pada akhir umur rencana (LEA), diperoleh dari:

$$LEA = LEP\ (1+r)n$$

dimana :
LEP = Lintas Ekivalen Permulaan, yaitu lintas ekivalen pada saat jalan baru dibuka.
r = Faktor pertumbuhan lalu lintas selama umur rencana.
n = Umur rencana jalan.

8. Lintas Ekivalen selama umur rencana (AE18KSAL = Accumulative Ekivalen 18 Kips Single Axle Load) diperoleh dari:

$$AE18KSAL = 365 \times LEP \times N$$

dimana :
AE18KSAL = Lintas Ekivalen selama umur rencana
365 = Jumlah hari dalam setahun
LEP = Lintas ekivalen awal umur rencana untuk setiap jenis kendaraan kecuali kendaraan ringan.
N = Faktor umur rencana yang sudah disesuaikan dengan perkembangan lalu lintas.
Faktor ini merupakan faktor pengali yang diperoleh dari penjumlahan harga rata-rata setiap tahun.

Contoh :

	Rata-rata
1988 volume lalu lintas = a	
	$^1/_2 \{a + (1+r)a\}$
1989 volume lalu lintas = $(1+r)a$	
	$^1/_2 \{(1+r)a + (1+r)^2 a\}$
1990 volume lalu lintas = $(1+r)^2 a$	
|	$\frac{^1/_2 \{(1+r)^{n-1} + (1+r)^n\}}{Na}$
|	
Akhir UR volume lalu lintas = $(1+r)$ na	

AE18KSAL = 365 x LEP x N

dimana :

$$N = {}^1/_2\{1+(1+r)\} + {}^1/_2\{(1+r)+(1+r)^2\} + {}^1/_2\{(1+r)^2 + \ldots + (1+r)^3\} + {}^1/_2\{(1+r)^{n-1} + (1+r)^n\}$$

$$= {}^1/_2\{1+(1+r)^n + \frac{2(1+r)\{(1+r)^{n-1}}{r} - \frac{1}{r}\}$$

r = faktor pertumbuhan lalu lintas

n = umur rencana.

Besarnya nilai N dapat dilihat pada Tabel 4.6. berikut ini.

Tabel 4.6. Nilai N untuk Perhitungan AE18KSAL

Umur Rencana (Tahun)	Faktor Pertumbuhan Lalu Lintas					
	2%	4 %	5 %	6 %	8 %	10%
1	1,01	1,02	1,02	1,03	1,04	1,05
2	2,04	2,08	2,10	2,12	2,16	2,21
3	3,09	3,18	3,23	3,30	3,38	3,48
4	4,16	4,33	4,42	4,51	4,69	4,87
5	5,25	5,53	5,66	5,80	6,10	6,41
6	6,37	6,77	6,97	7,18	7,63	8,10
7	7,51	8,06	8,35	8,65	9,28	9,96
8	8,70	9,51	9,62	10,20	11,05	12,00
9	9,85	10,79	11,30	11,84	12,99	14,26
10	11,05	12,25	12,90	13,60	15,05	16,73
15	17,45	20,25	22,15	23,90	28,30	33,36
20	24,55	30,40	33,90	37,95	47,70	60,20

4.5. SIFAT TANAH DASAR

Subgrade atau lapisan tanah dasar merupakan lapisan tanah dimana di atasnya diletakkan lapisan material yang lebih baik. Sifat tanah dasar ini mempengaruhi ketahanan lapisan di atasnya dan mutu jalan secara keseluruhan. Banyak metode yang dipakai untuk menentukan daya dukung tanah dasar, khususnya di Indonesia daya dukung tanah dasar untuk kebutuhan perencanaan tebal perkerasan ditentukan dengan menggunakan pemeriksaan CBR (California Bearing Ratio) yang diperoleh dari hasil pemeriksaan contoh tanah yang telah disiapkan di laboratorium atau langsung di lapangan. Sebelum team lapangan mulai mengambil contoh

tanah perlu diadakan serangkaian penelitian oleh team ahli yang dapat memutuskan berapa perkiraan ketinggian elevasi tanah dasar rencana, sebagai berikut :

- Jika badan jalan terletak di atas tanah timbunan dimana tinggi tanah timbunan lebih besar dari 1 meter, maka contoh tanah untuk pemeriksaan CBR cukup diambil dari rencana bahan timbunan. Tetapi jika tinggi tanah timbunan lebih kecil dari 1 meter, maka contoh tanah harus diambil dari contoh tanah bahan timbunan dan juga dari contoh tanah asli pada lokasi rencana jalan.
- Jika badan jalan terletak di atas tanah galian, perlu diketahui terlebih dahulu kedalaman galian dari muka tanah asli sehingga dapat dipastikan apakah pembuatan sumur uji (test-pit) sampai kedalaman pengambilan contoh tanah dapat dilakukan atau nilai daya dukung tanah cukup diperoleh dari perkiraan secara empiris dengan menggunakan hasil analisa saringan dan pemeriksaan batas-batas plastis dari contoh tanah yang diperoleh dengan pemboran.
- Jika badan jalan terletak hampir sama dengan muka tanah asli, pengambilan contoh tanah dilakukan di sepanjang trase rencana. Lokasi pengambilan contoh dilakukan dari jenis tanah di sepanjang jalan. Interval 1 km dapat dipergunakan sebagai guidence jika terletak pada jenis tanah yang sama. Pengambilan contoh tanah tambahan harus dilakukan pada setiap pergantian jenis tanah atau kondisi lingkungan dan lokasi yang diragukan keadaan tanahnya.

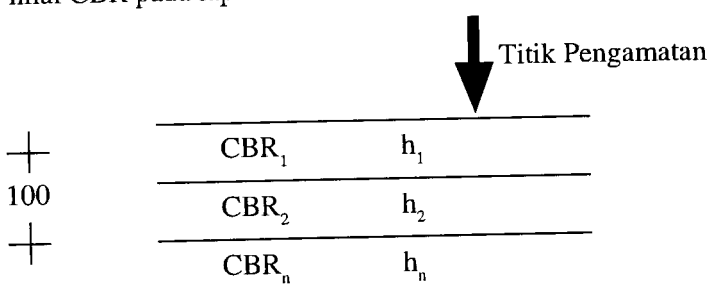
4.5.1. Nilai CBR pada Satu Titik Pengamatan

Seringkali jenis tanah dasar itu berbeda-beda sehubungan dengan perubahan kedalaman pada satu titik pengamatan. Untuk itu perlu ditentukan nilai CBR yang mewakili titik tersebut. Japan Road Association merekomendasikan rumus sebagai berikut:

$$CBR^{\text{titik pengamatan}} = \left[\frac{h_1 \sqrt[3]{CBR_1} + h_n \sqrt[3]{CBR_1}}{100} \right]^3$$

dimana :

hn : tebal tiap lapisan tanah ke-n
100 : tebal lapisan tanah yang diamati dalam cm
CBRn : nilai CBR pada lapisan ke-n.



Gambar 4.5. Lapisan Tanah pada suatu Titik Pengamatan

4.5.2. CBR Segmen Jalan

Jalan dalam arah membujur cukup panjang dibandingkan dengan jalan dalam arah melintang yang mungkin saja melintasi jenis tanah, keadaan medan yang bervariasi, kekuatan tanah dasar yang bervariasi antara niali yang baik dan jelek. Dengan demikian tidaklah ekonomis jika perencanaan tebal lapisan perkerasan jalan berdasarkan nilai yang terjelek atau nilai terbesar saja. Sebaiknya panjang jalan tersebut dibagi atas segmen-segmen jalan dimana setiap segmen mempunyai daya dukung yang hampir sama. Jadi segmen jalan adalah bagian dari panjang jalan yang mempunyai daya dukung tanah, sifat tanah, dan keadaan lingkungan yang relatif sama. Setiap segmen mempunyai satu nilai CBR yang mewakili daya dukung tanah dasar dan dipergunakan untuk perencanaan tebal lapisan perkerasan dari segmen tersebut. Berikut ini adalah faktor-faktor yang harus diperhatikan pada penggunaan CBR (CBR Rencana) :

1. Pada perencanaan jalan baru dimana tanah dasarnya adalah tanh galian, perencanaan tebal perkerasan menggunakan CBR yang diperoleh secara empiris dari hasil contoh tanah yang diambil dengan menggunakan bor tanah. Pengontrolan CBR yang diperoleh pada saat pelaksanaan dan hubungannya dengan tebal perkerasan rencana di atasnya harus diamati dengan teliti.
2. Pada perencanaan jalan baru dimana tanah dasarnya merupakan tanah timbunan, perencanaan tebal perkerasan menggunakan CBR yang diperoleh dari contoh tanah bakal tanah timbunan (borrow material). Kontrol yang teliti dari hasil selama pelaksanaan dan perbandingan dengan nilai rencana harus selalu dilakukan.
3. Pada lokasi rencana jalan yang mempunyai intensitas hujan yang tinggi, perhatian terhadap drainase harus ditingkatkan.
4. Banyaknya data dan ketelitian data yang diperoleh untuk suatu lokasi jalan mempengaruhi hasil perencanaan. Hasil perencanaan dapat kurang memenuhi ketebalan lapisan perkerasan yang dibutuhkan (under design) sehingga mengakibatkan biaya rehabilitasi dan pemeliharaan besar, atau terlalu tebal (over design) yang mengakibatkan initial cost besar.
5. Pada segmen dimana terdapat daerah yang lemah dengan nilai CBR kecil dibandingkan dengan nilai rata-rata CBR segmen, sebaiknya ditentukan dengan terlebih dahulu diadakan evaluasi apakah nilai CBR yang rendah tersebut akan diperhitungkan atau diasumsikan sama dengan nilai terkecil kedua tetapi dengan pertimbangan kondisi tanah di daerah tersebut akan diperbaiki.

4.6. KONDISI LINGKUNGAN

Kondisi lingkungan dimana lokasi jalan tersebut berada, mempengaruhi lapisan perkerasan jalan dan tanah dasar antara lain :

- Sifat teknis konstruksi perkerasan dan sifat komponen material lapisan perkerasan.
- Pelapukan bahan material
- Penurunan tingkat kenyamanan dari perkerasan jalan.

Faktor utama yang mempengaruhi konstruksi perkerasan jalan adalah air yang berasal dari hujan dan pengaruh perubahan temperatur akibat perubahan cuaca.

4.6.1. Air dan Tanah Dasar (*Subgrade*)

Adanya aliran air di sekitarbadan jalan dapat mengakibatkan rembesan air ke badan jalan, yang dapat menyebabkan :

- Ikatan antara butir-butir agregat dan aspal lepas, sehingga lapisan perkerasan tidak lagi kedap air dan rusak.
- Perubahan kadar air mempengaruhi sifat daya dukung tanah dasar.

Aliran air di sekitar lapisan perkerasan dapat berasal dari :

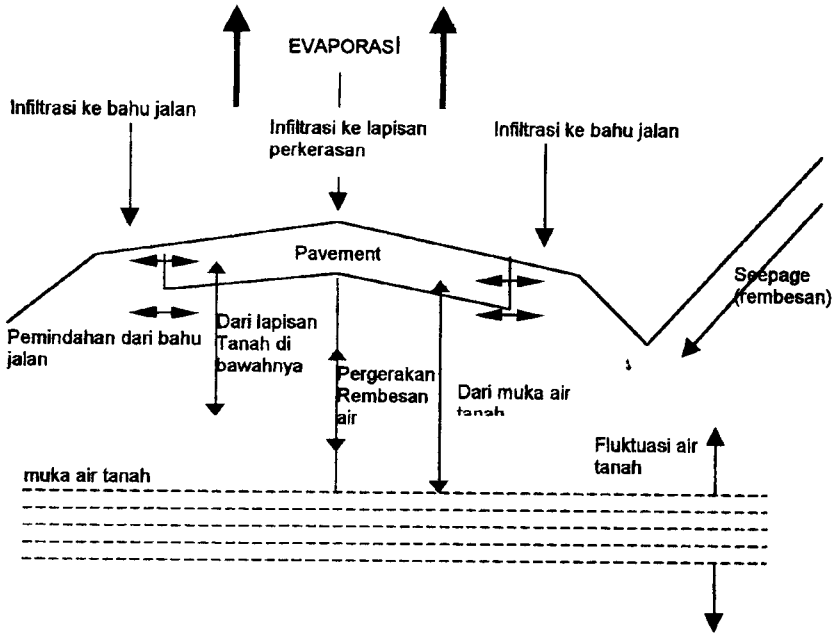
- Seepage dari tempat yang lebih tinggi di sekitar konstruksi perkerasan. Hal ini terjadi terutama pada badan jalan tanah galian.
- Fluktuasi ketinggian muka air tanah.
- Infiltrasi air melalui permukaan perkerasan atau bahu jalan.
- Rembesan air dari tempat yang lebih basah ke tempat yang lebih kering.

Besarnya intensitas aliran air ini tergantung dari :

- Presipitasi (hujan) dan intensitas hujan sehubungan dengan iklim setempat. Air hujan akan jatuh ke badan jalan dan masuk ke lapisan tanah dasar melalui bahu jalan. Aliran air secara horizontal ke lapisan perkerasan terjadi jika kadar air tinggi di bahu jalan dan rendah di bawah lapisan perkerasan jalan. Hal ini dapat diatasi dengan membuat bahu jalan dari tanah berbutir kasar.
- Sifat kapilaritas dari tanah dasar. Jika tanah dasar mempunyai kadar air rendah dan di bawahnya terdapat air tanah, maka air dapat merembes ke atas akibat adanya gaya kapiler. Besarnya kemampuan ini ditentukan oleh jenis tanah dasar itu sendiri.

Intensitas aliran air juga ditentukan oleh kondisi drainase di sekitar badan jalan tersebut. Aliran air pada badan jalan kurang mempengaruhi kadar air tanah dasar jika drainase jalan tersebut baik. Besar kecilnya bangunan drainase yang dibuat tergantung dari :

- Intensitas hujan, semakin tinggi intensitas hujan di daerah tersebut semakin banyak air yang harus dialirkan, maka semakin besar kebutuhan akan drainase.
- Keadaan medan dan ketinggian muka air tanah dari elevasi tanah dasar.



Gambar 4.6. Pergerakan Air di Badan Jalan

Tanah dasar pada tanah galian umumnya mempunyai muka air tanah yang tinggi, sehingga harus dilengkapi dengan bangunan drainase bawah tanah yang baik. Dengan demikian kondisi yang terbaikyaitu dapat memelihara kadar airdalam keadaan seimbang. Hal ini dapat dilakukan dengan :

- Membuat drainase di tempat yang diperlukan
- Bahu jalan dipilih dari material yang cepat mengalirkan air, di tempat tertentu dibuat dari lapisan kedap air.
- Tanah dasar dipadatkan pada keadaan kadar air optimum sehingga dicapai kepadatan yang baik.
- Menggunakan tanah dasar yang distabilisasi.
- Menggunakan lapisan permukaan yang kedap air.
- Lapisan perkerasan dibuat lebih lebar dari lebar yang dibutuhkan.

4.6.2. Perubahan Temperatur

Perubahan temperatur di Indonesia dapat terjadi karena perubahan musimdari musim penghujan ke musim kemarau (atau sebaliknya) atau karena pergantian siang dan malam, tetapi perubahan yang terjadi tidak sebesar di daerah dengan 4 musim.

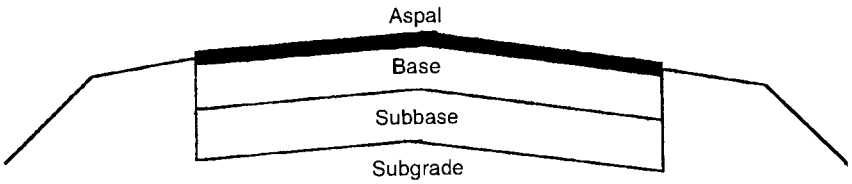
4.7. SIFAT MATERIAL LAPISAN PERKERASAN

Perencanaan tebal lapisan perkerasan juga ditentukan dari jenis lapisan perkerasan. Hal ini berkaitan dengan tersedianya material di lokasi dan mutu material tersebut.

4.8. BENTUK GEOMETRIK LAPISAN PERKERASAN

Bentuk geometrik lapisan perkerasan jalan mempengaruhi cepat atau lambatnya aliran air meniggalkan lapisan perkerasan jalan. Pada umumnya bentuk geometrik perkerasan dapat dibedakan atas :

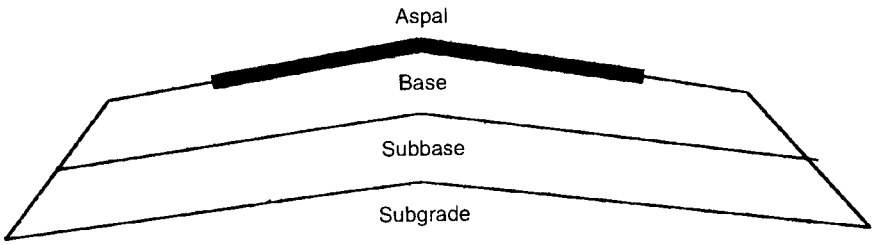
Konstruksi berbentuk kotak (*boxed construction*)



Gambar 4.7. Lapisan Perkerasan berbentuk kotak

Lapisan perkerasan diletakkan di dalam lapisan tanah dasar. Kerugian dari jenis perkerasan ini adalah air yang jatuh di atas permukaan perkerasan dan masuk melalui lubang-lubang pada perkerasan, lambat keluar karena tertahan oleh material tanah dasar.

Konstruksi Penuh Sebadan Jalan (*Full Width Construction*)



Gambar 4.8. Lapisan Perkerasan Selebar Badan Jalan

Lapisan perkerasan diletakkan di atas tanah dasar pada seluruh badan jalan. Keuntungannya air yang jatuh dapat segera dialirkan keluar lapisan perkerasan.