

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

Perencanaan perkerasan suatu jalan pada prinsipnya dapat dikatakan baik apabila konstruksi tersebut memberikan beberapa sifat antara lain : 1) kuat, 2) nyaman dan 3) bernilai ekonomis.

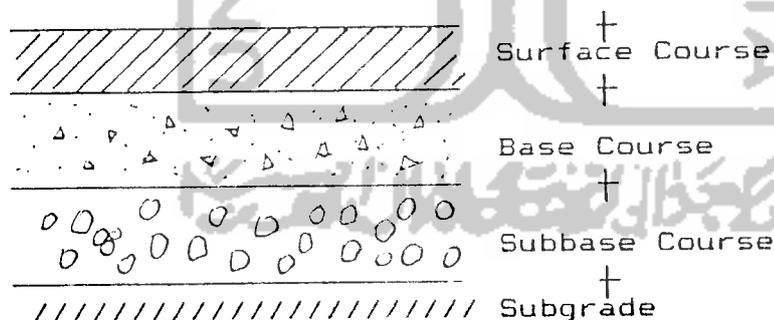
Untuk sifat yang pertama, konstruksi perkerasan harus mampu mendukung beban lalu lintas serta ketahanannya terhadap kondisi lingkungannya (Kilreski, 1990 ; 473). Apabila suatu perkerasan jalan tidak memberikan kekuatan yang cukup, maka kemungkinan besar jalan tersebut akan mengalami penurunan dan penggeseran, baik pada bahan susunnya maupun pada tanah dasarnya. Keadaan ini mengakibatkan permukaan jalan lambat laun akan bergelombang atau retak-retak, hingga akhirnya rusak sama sekali. Sifat kedua berhubungan dengan perwujudan bentuk permukaan relatif kokoh dan rata. Sebagai lapisan yang mengalami gesekan langsung dengan roda (lapisan aus). Lapis aus ini sekaligus berfungsi dalam menghindari terjadinya *skid resistance* atau kekesatan pada roda kendaraan. Untuk sifat yang ketiga berhubungan dengan biaya awal dan biaya perawatan. Untuk menghindari pembiayaan awal yang besar biasanya perkerasan dilakukan secara bertahap untuk umur rencana tertentu. Selain itu kecepatan rencana yang baik akan memberi keringanan pada biaya perawatan selanjutnya.

A. Konstruksi Lapis Keras lentur

Konstruksi Lapis Keras lentur (*Flexible Pavement*) terdiri atas beberapa lapisan yang berfungsi meneruskan beban-beban lalu lintas serta menyebarkan beban-beban tersebut secara merata ke lapisan yang berada di bawahnya.

Lapisan-lapisan tersebut pada umumnya meliputi : 1) Surface, 2) Base, 3) subbase, dan 4) Subgrade - (gambar 2.1.) dalam menjalankan fungsinya struktur perkerasan lentur ini sangat mengandalkan kelekatan aspal pada agregat, ikatan agregat serta daya kohesi dari lapisan permukaan akibat gesekan roda yang terjadi.

Untuk mencapai tingkat efisiensi pembiayaan konstruksi perkerasan, maka masing-masing lapisan dibatasi oleh mutu bahan dan ketebalannya (Witczak, 1975; 18 dan 196).

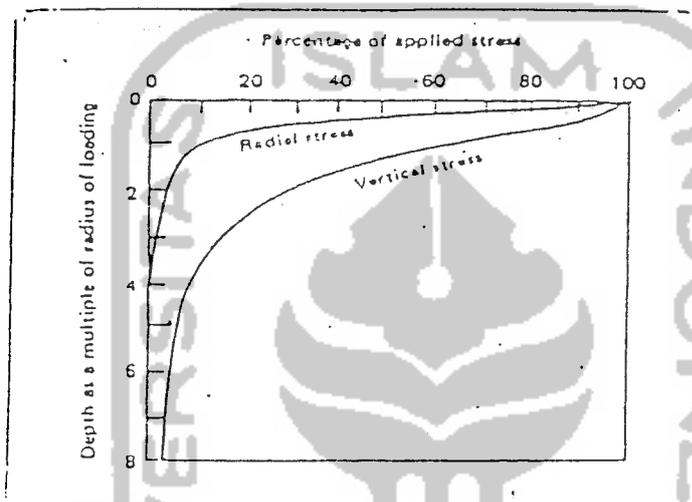


Gambar 2.1. Struktur perkerasan lentur

1. lapis Permukaan (*Surface Course*)

Pada lapis Permukaan (*Surface Course*), bahan yang digunakan relatif lebih tinggi mutunya diban-dingkan dengan lapisan di bawahnya. Secara empirik mutu material yang lebih tinggi dijelaskan dengan fungsinya

sebagai penerus serta pembagian beban-beban yang terjadi lebih besar. Gambar 2.2. menjelaskan bahwa penyebaran gaya (vertikal dan radial) semakin ke bawah pengaruhnya semakin kecil. Bahkan lapisan tanah dasar dianggap hanya dapat mendukung gaya vertikal saja.¹⁾



Gambar 2.2. Penyebaran tekanan radial vertikal
Sumber : David Croney, 1977

Sebagai contoh diambil syarat minimal dari Bina Marga : lapis permukaan 10 cm, base 15 cm, dan subbase 10 cm. Tekanan roda yang bekerja pada perkerasan (p) : 100 Psi, jari-jari jejak roda (a) : 5 inch, akibat tekanan roda seberat 100 Psi dan jari - jari jejak -

1) Boussinesq memberikan variasi gaya vertikal dan radial pada kedalaman tertentu akibat beban lalu lintas tidak tergantung pada elastisitas bahannya. oleh karena itu elastisitas bahan pada lapisan dibawahnya (surface) dirancang lebih rendah, lihat David Croney, hal 335.

roda 5 inch maka nilai poisson (ν) yang terjadi adalah 0,45. Persamaan tegangan vertikal yang terjadi dari Boussinesg :

$$\sigma_z = P \left\{ 1 - \frac{z^3}{(a^2+z^2)^{3/2}} \right\}$$

keterangan :

$$P = 100 \text{ Psi}$$

$$a = 5 \text{ inch}$$

$$z = 35 \text{ cm (13,78 inch)}$$

Dari data di atas didapat $\sigma_z = 16,93 \text{ Psi}$.

Sedang tegangan akibat getaran, gaya traksi (rem) dari Boussinesg adalah :

$$\sigma_y = \frac{P}{2} \frac{(1+2\nu)}{(1+\nu)} - \frac{2(1+\nu)z}{(a^2+z^2)^{3/2}} + \frac{z}{(a^2+z^2)^{3/2}}$$

Didapat $\sigma_y = 0,235 \text{ Psi}$.

Dari hasil perhitungan di atas menjelaskan bahwa pada kedalaman 35 cm dari surface, tegangan radial relatif kecil = 0,235 Psi, dibandingkan dengan tegangan vertikal = 16,93 Psi. Selain itu lapis permukaan berfungsi sebagai lapis aus yang langsung menerima gaya gesekan, sehingga ketahanan lapis permukaan terhadap proses keausan lebih tinggi lagi.

Lapis permukaan diharapkan memiliki kelenturan yang cukup tinggi, juga harus bersifat kedap air. Bahan lapis permukaan yang kurang baik akan menyebabkan air mudah masuk ke lapisan yang ada dibawahnya, sehingga kerusakan pada struktur perkerasan akan cepat

terjadi. Oleh karena itu ketepatan dalam merencanakan umur suatu perkerasan, salah satunya ditentukan oleh mutu bahan susun lapis kerasnya.

Dari berbagai hal di atas, menjelaskan bahwa ada dua fungsi pokok lapis permukaan, yaitu : (1) sebagai fungsi struktural (Bina Marga, 1990 dan Sukirman, 1992 ; 9-10), adalah bagian yang secara langsung diharapkan mendukung beban lalulintas yang terjadi. Jenis struktural ini lazim digunakan oleh Bina Marga pada proyek-proyeknya, antara lain : lapen, lasbutag dan laston. (2) Sebagai fungsi non struktural, yaitu bagian yang di maksudkan untuk memberikan bentuk permukaan yang halus, rata dan nyaman bagi para pemakai jalan (Witczak, 1975 ; 384). Jenis ini antara lain adalah burtu, burda, latasir, buras dan latasbum.

2. Lapis Pondasi (*Base Course*)

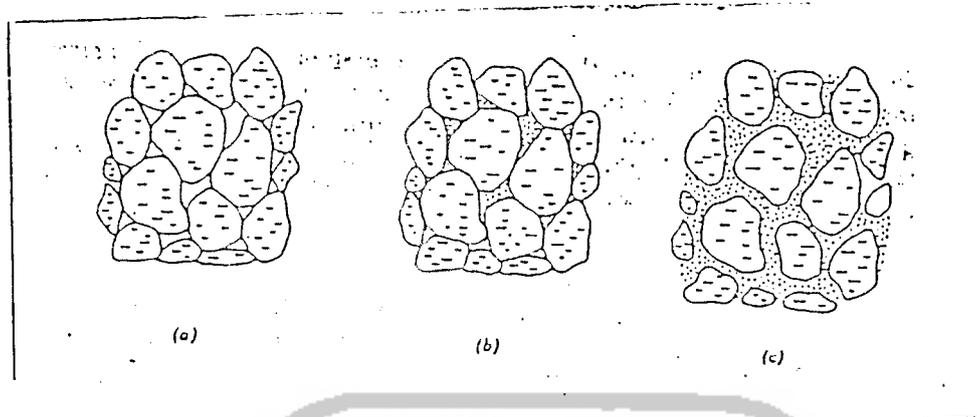
Lapis Pondasi (*Base Course*) pada perkerasan fleksibel difungsikan sebagai lapisan penambah kapasitas daya dukung beban-beban yang terjadi dengan tingkat kekakuannya, kekuatan serta ketahanan bahan yang cukup baik. Untuk fungsi yang diharapkan tersebut, maka kepadatan dan stabilitas agregat penyusun harus dipertimbangkan. Stabilitas campuran agregat tergantung dari pembagian partikel dengan segala ukurannya, baik bentuk partikel, ketahanan gesek antara partikel maupun kohesi.

Bahan susun dari lapis pondasi dirancang kestabi-

lannya, dengan memiliki ketahanan gesekan untuk menghindari perubahan bentuk akibat beban-beban yang terjadi. Gaya gesek antara partikel dan ketahanan akibat gaya geser sangat tergantung dari bentuk kepipihan partikel itu sendiri, pembagian butiran dan tingkat kepadatan yang baik.

Agregat yang berisi sedikit butiran penyusun, kepadatannya relatif lebih rendah (gambar 2.3a). Pada gugusan seperti ini bidang sentuh antara agregat menguntungkan dalam memberikan kestabilan pada perkerasan.²⁾ Akan tetapi pada kondisi lapangan mempunyai curah hujan cukup banyak, gugusan seperti ini menunjukkan bahwa air dengan mudah dapat menembus rongga-rongga antara agregat. Lain halnya dengan gugusan yang kepadatannya lebih tinggi lagi, yaitu rongga-rongga tertutup penuh oleh butiran-butiran penyusunnya (gambar 2.3b). Dengan adanya partikel-partikel tersebut tegangan geser yang ditimbulkan akan lebih besar lagi. Namun demikian partikel-partikel pengisi ini dapat mencegah merembesnya air kelapisan dibawahnya (*subbase/subgrade*). Kemungkinan tersebut akan menjadi lebih besar lagi pada gugusan agregat dengan jumlah partikel pengisi lebih besar (gambar 2.3c).

2) partikel-partikel penyusun yang dimaksud dalam bahasan ini adalah butir-butir yang lolos saringan no. 200, lihat E.J. Yoder and M.W. Witczak, hal 357.



Gambar 2.3. Kondisi fisik campuran agregat.
 Sumber : E.J. Yoder and M.W. Witczak, 1975.

Di dalam merencanakan suatu perkerasan, harus dipertimbangkan terlebih dahulu terhadap tingkat daya dukung atas beban lalulintas dan pengaruh lingkungan harus memadai.

Gugusan dengan tingkat kepadatan lebih tinggi, akan lebih menjamin adanya bahaya akibat pengaruh lingkungan. Namun demikian gaya geser yang ditimbulkannya sangatlah tidak menguntungkan dalam mendukung beban-beban yang terjadi. Terlihat bahwa bidang sentuh antar agregat sama sekali tidak terjadi akibat terhalangnya oleh partikel-partikel pengisi. Atas dasar pertimbangan pada fungsi pondasi,, yaitu sebagai :

1. Penahan gaya geser.
2. Sebagai bantalan lapis permukaan.

maka Bina Marga memberikan syarat penggunaan material dengan nilai $CBR \geq 50 \%$ dan $PI < 4 \%$.

3. Lapis Pondasi Bawah (Subbase Course)

Lapis Pondasi Bawah (*Subbase Course*) adalah merupakan bagian dari perkerasan yang terletak antara tanah dasar dan lapis pondasi, fungsi pokok lapis pondasi bawah adalah :

1. Sebagai lapisan yang menyebarkan beban roda ke lapisan yang ada di bawahnya. Tegangan yang terjadi pada perkerasan oleh beban lalulintas di teruskan (di distribusikan) langsung ke tanah dasar. nilai CBR bahan susun lapis pondasi bawah yang disyaratkan oleh Bina Marga adalah $\geq 20 \%$ dan $PI \leq 20 \%$. Oleh karena itu lapisan ini sesungguhnya berniali ekonomis dalam penggunaan bahan untuk lapisan di atasnya yang relatif lebih mahal (Cronney, 1977 ; 193).
2. Sebagai lantai kerja dalam menghampar bahan lapis pondasi. kekuatan tanah dasar akan berpengaruh dalam menentukan ketebalan perkerasan. Pada keadaan tanah dasar yang lunak, di butuhkan ketebalan perkerasan yang relatif lebih tebal di dibandingkan dengan ketebalan lapis perkerasan pada keadaan tanah dasar yang keras. Untuk mengetahui nilai kekuatan masing-masing bahan susun perkerasan, umumnya digunakan dengan cara CBR.
3. Sebagai lapisan yang harus mempunyai nilai kepadatan dalam mencegah masuknya air dari tanah dasar ke lapis pondasi.

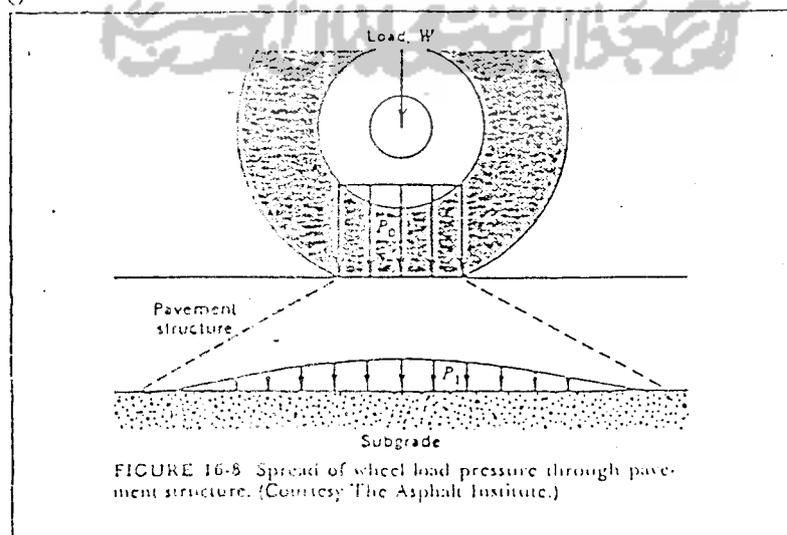
4. Tanah Dasar (*Subgrade*)

Tanah Dasar (*Subgrade*) dapat berupa permukaan tanah asli, galian atau timbunan sesuai dengan kondisi-kondisi tertentu di lapangan. Untuk mendapatkan kekuatan dan keawetan pada suatu rencana perkerasan sesuai dengan umur rencana, sifat dan daya dukung tanah dasar sangat besar pengaruhnya.

Fungsi tanah dasar sebagai bahan perkerasan adalah sebagai berikut :

1. Bahan yang mampu menahan beban lalulintas.
2. Menghindari meresapnya air ke dalam lapis perkerasan yang ada di atasnya.

Dari gambar 2.2. dijelaskan bahwa tegangan-tegangan yang terjadi akan semakin kecil untuk tiap-tiap penambahan kedalaman. Demikian halnya dengan ilustrasi yang di berikan pada gambar 2.4. menunjukkan bahwa beban kendaraan (w) yang disebarakan melalui bodi kontak merata sebesar P_0 . Beban tersebut pada kedalaman mencapai tanah dasar akan menjadi P_1 , ($P_1 < P_0$).



Gambar 2.4. Distribusi beban roda
Sumber : Fred L. Mannering, 1990.

B. Indeks Permukaan

Indek permukaan dari kinerja jalan merupakan perwujudan fisik (*Structural pavement*) perkerasan tentang kondisinya dalam memberikan tingkat pelayanan kepada para pengemudi (Bina Marga, 1990).

Konsep AASHO Road Test mengenai indek permukaan perkerasan (*Serviceability Index*), diawali dengan pengamatan atas terjadinya retak-retak (*Cracks*), alur (*rutting*) amblas dan kerusakan lainnya akibat beban lalulintas yang berulang pada periode tertentu.

Nilai indek permukaan ini, menyatakan tingkat pelayanan perkerasan tersebut dalam melayani arus lalulintas. Semakin kecil tingkat kerusakan yang terjadi pada perkerasan, semakin tinggi kualitas pelayanan yang diberikan pada para pemakai jalan. Oleh karena itu antara tingkat kerusakan dengan kualitas pelayanan merupakan tinjauan penting dalam perencanaan perkerasan. Artinya semakin tinggi tingkat kerusakan, maka semakin rendah kualitas pelayanannya.

Jalan yang baru digunakan untuk melayani lalulintas, biasanya memberikan tingkat pelayanan yang cukup tinggi, akan tetapi pengaruh beban lalulintas yang tinggi menyebabkan kondisi permukaan perkerasan jalan lambat laun menjadi berkurang tingkat pelayanannya. Selain itu pengaruh lingkungan yang kurang baik akan mempercepat menurunnya tingkat pelayanan yang diberikan. Dapat dilihat pada gambar 2.5.

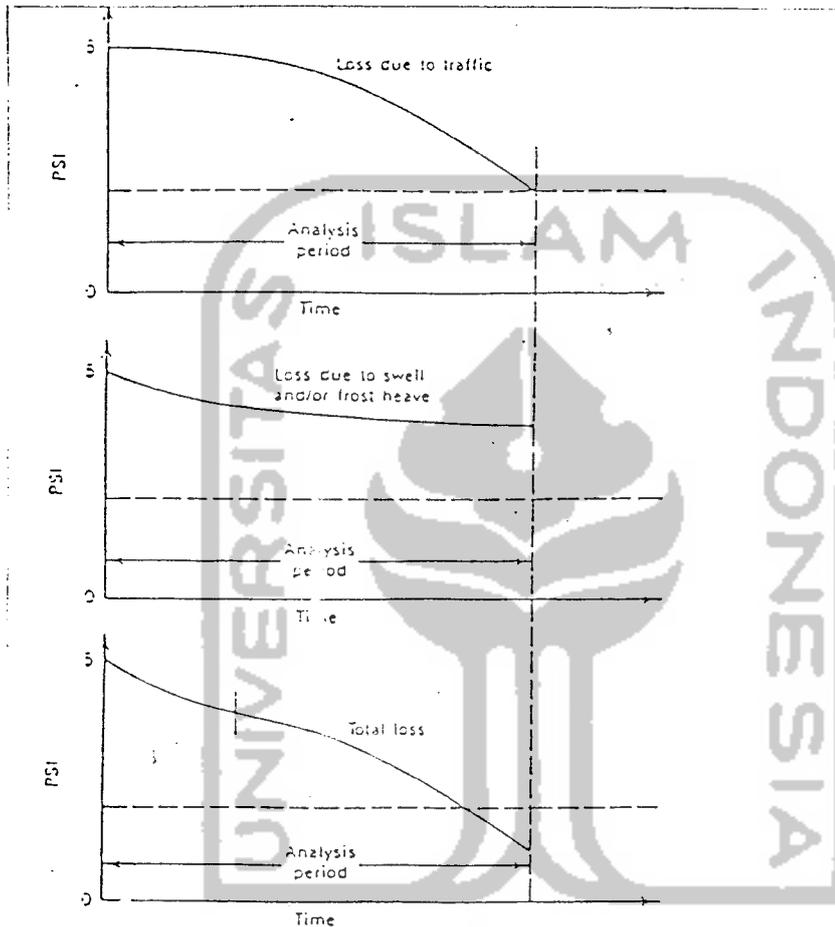


FIGURE 4.6
Pavement performance trends. Redrawn from "AASHTO Guide for Design of Pavement Structure." Washington, D.C., The American Association of State Highway and Transportation Officials, copyright 1986. Used by permission.

Gambar 2.5. Penurunan Indeks Permukaan akibat beban lalu lintas dan pengaruh lingkungan.

Sumber : HCM, 1985

Bina Marga memberi skala indeks permukaan (IP), dalam menyatakan kerataan dan kekuatan permukaan perkerasan jalan berkisar antara 1 - 2,5 , sesuai dengan klasifikasi

jalan yang ada (dapat dilihat pada tabel 2.1 dan 2.2).

Tabel 2.1. Nilai index permukaan (IP) pada awal umur rencana untuk masing-masing jenis lapis permukaan.

Jenis Lapis Perkerasan	IP ₀	Roughness*) (mm/km)
Laston	2-4	≤ 1000
	3,9-3,5	> 1000
Lasbutag	3,9-3,5	≤ 2000
	3,4-3,0	> 2000
HRA	3,9-3,5	≤ 2000
	3,4-3,0	> 2000
Burda	3,9-3,5	< 2000
Burtu	3,4-3,0	< 2000
Laper	3,4-3,0	≤ 3000
	2,9-2,5	> 3000
Latasbum	2,9-2,5	
Buras	2,9-2,5	
Latasir	2,9-2,5	
Jalan tanah	≤ 2,4	
Jalan kerikil	≤ 2,4	

Sumber : Departemen Pekerjaan Umum, 1990

*) Roughness ialah nilai yang didapat dari pengukuran dengan alat M&SRE, yang dipasang pada kendaraan standar Datsun 1500 station wagon, dengan kecepatan kendaraan ± 32 km per jam.

Gerakan sumbu belakang dalam arah vertikal dipindahkan pada alat roughnesser melalui kabel yang dipasang ditengah-tengah sumbu belakang kendaraan, yang selanjutnya dipindahkan kepada counter melalui "flexible drive".

Setiap putaran counter adalah sama dengan 15,2 mm gerakan vertikal antara sumbu belakang dan body kendaraan. Alat roughness type lain dapat digunakan dengan

mengkalibrasikan hasil yang diperoleh terhadap rough-meter NAASRA.

Selanjutnya nilai indeks permukaan yang dianjurkan oleh Bina Marga sebagai pedoman perencanaan adalah nilai indeks permukaan akhir, yaitu (IP_p) : 1; 1,5; 2 dan 2,5. Nilai-nilai ini diasumsikan sebagai nilai dengan tingkat pelayanan yang buruk setiap masing-masing fungsi jalan.

Tabel 2.2. Nilai Indeks Permukaan pada akhir umur rencana (IPt)

LER (Lintas Ekuivalen Rencana)*)	Kalsifikasi 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 : Departemen Pekerjaan Umum, 1987

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

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

C. UMUR RENCANA (UR)

Pada umumnya suatu perkerasan, perencanaannya didasarkan pada periode pelayanan selama 20 tahun (Witczak, 1973). Untuk memudahkan perhitungan perkerasan pada periode tersebut, maka volume lalu lintas yang terjadi dikelompokkan menurut kendaraan standar perencanaan.

Dengan pemahaman bahwa, jenis kendaraan yang beragam ukuran, berat dan konfigurasi as gandar perlu dikonvermasikan terlebih dahulu ke dalam angka ekuivalen beban sumbu. Dalam pertimbangan kelayakan perhitungan, perencanaan perkerasan dapat dikerjakan melalui pentahapan pada periode tertentu. Biasanya periode pertama untuk 10 tahun umur rencana, selebihnya, 10 tahun sisa umur dikerjakan pada tahap berikutnya (Bina Marga, 1990).

D. KONDISI LINGKUNGAN

Kondisi lingkungan untuk tiap negara pada kenyataannya tidaklah sama. Di negara yang mengenal empat musim, pengaruh terbesar kerap kali terjadi adalah akibat kelembaban atau embun salju ini akan berpengaruh pada masing-masing lapisan, yang akan menurunkan daya dukung tanah atau kemampuan pelbagai material penyusun serta daya dukung tanah dasar (*Subgrade*).

Sama halnya dengan kondisi di negara-negara tropis, perubahan temperatur berlangsung terus menerus dari waktu ke waktu. Hanya saja negara yang mengenal dua musim, terjadinya temperatur tinggi yang di alami relatif lebih lama. Pada temperatur yang tinggi, aspal akan menjadi lembek, sedangkan sifatnya akan menjadi lebih keras dan kaku apabila kondisi kondisinya temperaturnya menjadi rendah. Tentunya gejala ini (lembek dan keras) akan menyebabkan stabilitas yang diberikan oleh perkerasan.

Kelembaban juga berpengaruh dalam kemampuannya memberikan tingkat kenyamanan pada para pemakai jalan. Pada kondisi kelembaban yang cukup tinggi, menyebabkan bahan susun perkerasan mengalami pelapukan dan melemahkan daya ikat antar agregat. Selanjutnya hal inipun akan mengurangi stabilitas perkerasan yang ada. Oleh karenanya dalam perancangan perkerasan jalan, kedua kondisi (kelembaban akan pengaruh temperatur) ini perlu ditinjau berdasarkan kondisi lingkungan setempat.

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

1. Berpengaruh terhadap sifat teknis konstruksi perkerasan dan sifat komponen material lapisan perkerasan.
2. Pelapukan bahan material.
3. Mempengaruhi penurunan tingkat kenyamanan dari perkerasan jalan.

Faktor utama yang mempengaruhi konstruksi perkerasan ialah air yang berasal dari hujan (khususnya di Indonesia) dan pengaruh perubahan temperatur akibat cuaca.