BAB II

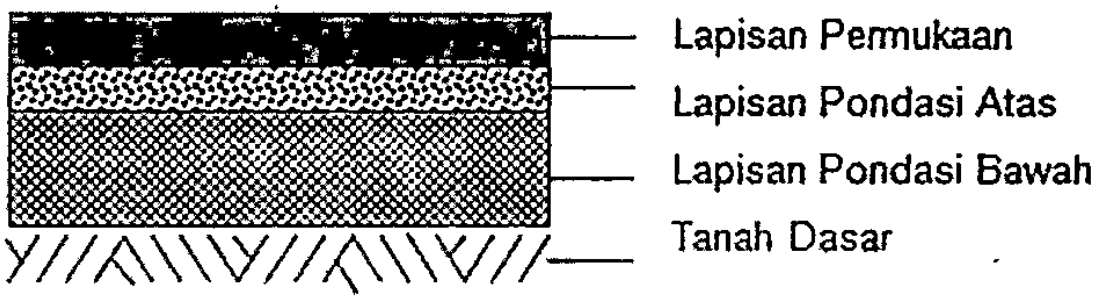
TINJAUAN PUSTAKA

A. Jenis-Jenis Perkerasan Jalan

1. Perkerasan Lentur (*Flexible Pavement*)

Perkerasan lentur menggunakan aspal sebagai bahan pengikatnya. Lapisan perkerasan ini meneruskan beban lalu lintas kendaraan dari permukaan sampai ke tanah dasar. Setiap lapisan perkerasan akan menerima beban yang berbeda-beda dan tanah dasar menerima beban terkecil.

Perkerasan lentur secara garis besar dapat di katakan sebagai bahan yang fleksibel. Desain perkerasan yang fleksibel didasarkan pada pendistribusian beban sampai ke tanah dasar. Perkerasan lentur pada umumnya seprti yang ditunjukkan oleh gambar 2.1.



Gambar 2.1 Struktur Perkerasan lentur (*Flexible Pavement*)

Struktur perkerasan lentur mempunyai susunan yang terdiri atas beberapa

a. Lapis permukaan (*surface course*)

Lapis permukaan adalah lapisan yang bersentuhan langsung dengan beban roda kendaraan. Lapisan permukaan ini berfungsi sbagai :

1) Lapisan yang langsung menahan akibat beban roda kendaraan.
2) Lapisan yang langsung menahan gesekan akibat rem kendaraan (lapis aus).
3) Lapisan yang mencegah air hujan yang jatuh diatasnya tidak meresap ke lapisan bawahnya dan melemahkan lapisan tersebut.
4) Lapisan yang menyebarkan beban ke lapisan bawah. sehingga dapat dipikul oleh lapisan di bawahnya.

Apabila diperlukan, dapat juga dipasang suatu lapisan penutup / lapis aus (*wearing course*) di atas lapis permukaan tersebut. Fungsi lapis aus ini adalah sebagai lapisan pelindung bagi lapisan permukaan untuk mencegah masuknya air dan untuk memberikan kekesatan (*skid resistance*) permukaan jalan. (Hardwiyono, 2013).

b. Lapis Pondasi Atas (*base course*)

Merupakan lapisan perkerasan yang terletak diantara lapis permukaan dan lapis pondasi bawah (atau tanah dasar bila tidak menggunakan lapis pondasi bawah). Kualitas bahan pada lapisan ini lebih baik dari pada lapis pondasi bawah. Fungsi lapis pondasi atas adalah:

2) Pemikul beban horizontal dan vertikal yang selanjutnya ditransfer ke lapisan dibawahnya.
3) Mencegah kapilaritas air yang berasal dari lapisan di bawahnya.

Beberapa tipe struktur lapis pondasi yang ada di Indonesia adalah:

Bahan yang sering dipakai antara lain:

1) Lapis *telford*

Lapis *telford* dibuat dari batu belah (15-25 cm) dan batu pengunci atau pengisi. Batu belah diatur diatas pasir setebal 10 cm, digunakan untuk peresapan. Susunan batu diatur dengan tenaga manusia dan diusahakan tongga antara batu belah sekecil mungkin.

2) Lapis macadam basah (*water bound macadam*)

Lapisan macadam basah dibuat dengan bahan batu pecah bergradasi tertentu, dengan syarat bersih, awet, kereas, bersudut tajam, dan tahan haus. Batu pecah tersebut harus ditambah dengan bahan ikat yaitu tanah liat dan umumnya bergradasi terbuka. Apabila sesuatu perkerasan di rencanakan tidak menggunakan lapis pondasi bawah, maka untuk menhindari masuknya tanah dasar ke lapis pondasi karena rongga roda, dapat diberi lapisan berupa pasir setebal 2,5 - 8 cm. dalam pelaksanaannya batu pecah dihamparkan kemudian diikuti dengan penggilasan, bahan ikat ditaburkan, disiram air agar butiran bahan ikat masuk kedalam rongga.

3) Lapis makadam kering (*dry macadam*)

Bahan yang dipakai sama dengan lapis makadam basah yang membedakan yaitu pelaksanaannya tanpa diberi siraman air. Untuk menggantikannya pada saat penggilasan dipakai alat pemadat getar.

4) Lapis penetrasi makadam (*penetration macadam*)

Lapis penetrasi makadam selain untuk lapis pondasi, lapisan ini juga bias digunakan untuk lapis permukaan. Pada umumnya digunakan bahan dari batu pecah, batu pengunci, dan bahan ikat aspal. Batu pecah yang digunakan biasanya memiliki gradasi terbuka (ukuran tunggal) tetapi juga dapat digunakan gradasi rapat.

5) Lapis batu pecah (*aggregate base dry stone*).

Lapis batu pecah dikembangkan sebagai pengganti lapis pondasi batu belah atau *telford.* Prinsipnya hampir sama dengan makadam. Bahan yang digunakan adalah batu pecah pecahan mesin dengan ukuran batu:

a) Batu pecah kelas A dengan nilai CBR 100%

b) Batu pecah kelas B dengan nilai CBR 80%

c) Batu pecah kelas C dengan nilai CBR 60%

6) Lapis dengan tanah yang distabilisasi

Tanah yang telah di stabilisasi atau telah ditingkatkan dan diperbaiki mutunya dapat di gunakan sebagai lapis pondasi atas.

Stabilisasi yang di lakukan dapat bermacam -macam di sesuaikan dengan kondisi. biaya. dan lokasi konstruksi jalan.

c. Lapis pondasi bawah *(subbase course)*

Lapis pondasi bawah terletak diantara lapis permukaan dan lapis pondasi atas dengan tanah dasar. Fungsi lapisan ini adalah:

1) Sebagai lapis pertama agar pekerjaan berikutnya berjalan dengan baik. Hal ini berhubungan dengan kuat dukung tanah dasar terhadap beban roda.
2) Struktur perkerasan yang mendukung dan mendistribusikan beban.
3) Lapisan yang mencegah masuknya tanah dasar ke lapis pondasi diatasnya.
4) Untuk efisiensi penggunaan material yang murah agar lapisan yang lain dapat dikurangi ketebalannya (penghematan biaya konstruksi).
5) Sebagai lapisan penutup tanah dasar dari pengaruh cuaca sehingga dapat mempertahankan daya dukung tanah dasar.

Kurangnya kuat dukung tanah dasar terhadap beban roda kendaraan besar atau kondisi lapangan memaksa harus segera menutup tanah dasar dari pengaruh cuaca. Berbagai jenis tanah sekitar (CBR $\leq$ 20%, index plastis $\geq$ 10%) yang relatif baik dari tanah dasar dapat digunakan sebagai bahan pondasi bawah. Campuran tanah dasar dengan kapur atau semen dalam beberapa kondisi sangat dianjurkan agar kestabilan konstruksi perkerasan

memenuhi syarat bila digunakan untuk lapis pondasi. Bahan yang sering dipakai antara lain:

(1) Lapis aspal beton (laston) bawah.

(2) Pasir dan batu (sirtu) kelas A dengan nilai CBR 70%.

(3) Pasir dan batu (sirtu) kelas B dengan nilai CBR 50%.

(4) Pasir dan batu (sirtu) kelas C dengan nilai CBR 30%.

(5) Tanah atau lempung kepasiran dengan nilai CBR 20%.

d. Lapisan tanah dasar (*subgrade*)

Tanah dasar adalah permukaan tanah semula. Lapisan ini merupakan permukaan tanah galian atau permukaan tanah timbunan yang dipadatkan untuk perletakan bagian-bagian perkerasan lainnya. Lapisan tanah dasar merupakan bagian terbawah yang menerima beban. Lapisan ini jarang yang seragam karena berasal langsung dari alam. Oleh karena itu, diperlukan evaluasi yang detail pada banyak titik untuk mengetahui kekuatan tanah dasar tersebut. Kekuatan dan keawetan konstruksi perkerasan jalan sangat tergantung dari sifat-sifat dan daya dukung tanah dasar. Persoalan yang menyangkut tanah dasar antara lain sebagai berikut:

1) Perubahan bentuk tetap (delformasi permanen) dari jenis tanah tertentu akibat beban lalu lintas.

2) Sifat kembang susut tanah akibat perubahan kadar air

3) Daya dukung tanah pada daerah dengan lapisan tanah yang berbeda atau tidak sama dan sukar ditentukan secara pasti sehingga mempunyai sifat dan kedudukan yang berbeda pula.

4) Lendutan dan lendutan balik selama dan sesudah pembebanan lalu lintas. Serta perbedaan penurunan akibat adanya lapisan tanah lunak dibawah tanah dasar.

5) 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.

6) Kondisi geologis dari lokasi jalan perlu dipelajari dengan teliti untuk memperkirakan kemungkinan lokasi jalan ada pada daerah patahan. (Sukirman, 1999).

2. Perkerasan Kaku (*rigid pavement*)

Perkerasan kaku menggunakan bahan pengikat berupa semen (*porland cement*). Pelat beton diletakan di atas tanah dasar dengan menggunakan lapis pondasi atau tanpa lapis pondasi. Pelat beton yang digunakan bisa menggunakan tulangan baja atau tanpa tulangan baja. Pada prinsipnya sebagian besar beban lalu lintas dipikul oleh pelat beton. (Sutrisno, 2011)

a. Lapis permukaan

Lapis permukaan perkerasan kaku berupa plat beton dengan tulangan maupun tanpa tulangan. Lapisan ini merupakan lapisan yang sebagian besar mendukung gaya-gaya yang diakibatkan oleh beban lalu lintas.

Lapisan perkerasan beton dapat diklasifikasikan atas dua tipe yaitu:

1) Perkerasan beton dengan tulangan *dowel* dan *tie bar*. Jika diperlukan untuk mengendalikan retak dapat digunakan *wire mesh*.
2) Perkerasan beton bertulang menerus yang terdiri dari persentase besi yang relatif lebih banyak.

b. Lapis Pondasi

Lapisan pondasi pada perkerasan kaku dalam beberapa kondisi biasa ditiadakan. Lapis pondasi pada perkerasan kaku mempunyai fungsi antara lain sebagai berikut:

1) Menyediakan lapisan yang seragam, stabil dan permanen.
2) Menaikan harga modulus reaksi dasar (*modulus of subgrade reaction* = k).
3) Melindungi gejala *pumping* butibutir halus tanah pada daerah sambungan, retakan, dan ujung samping perkerasan.
4) Mengurangi terjadinya retakan pada plat beton.
5) Menyediakan lantai kerja.

c. Lapis Tanah Dasar

Tanah dasar harus dipadatkan secara baik sehingga dapat dijamin tidak akan terjadi penurunan dikemudian hari khususnya pada daerah timbunan. Penurunan tanah dasar dapat berakibat fatal (retak/patah) bagi perkerasan beton karena sifatnya yang sangat kaku sehingga sulit untuk mengikuti perubahan bentuk lapisan dibawahnya tanpa mengalami kerusakan perkerasan komposit (*Composite Pavement*).

3. Perkerasan Komposit

Perkerasan komposit merupakan gabungan kostruksi perkerasan kaku (*rigid pavement*) dan lapis perkerasan lentur (*flexible pavement*) di atasnya, dimana kedua jenis perkerasan ini bekerja sama dalam memikul beban lalu lintas. Untuk ini maka perlu ada persyaratan ketebalan perkerasan aspal agar mempunyai kekakuan yang cukup serta dapat mencegah retak refleksi dari perkerasan beton di bawahnya. Konstruksi ini umumnya mempunyai tingkat kenyamanan yang lebih baik bagi pengendara dibandingkan dengan konstruksi perkerasan beton semen sebagai lapis permukaan tanpa aspal. (Hardwiyono, 2013).

B. Material Konstruksi lapis perkerasan

Bahan perkerasan merupakan bagian yang diutamakan di dalam pertimbangan analisa parameter perancangan perkerasan karena salah satu parameter kekuatan konstruksi jalan terletak pada pemilihan yang tepat dari material yang akan digunakan

1. Tanah

Tanah dominan pada elemen perkerasan tanah dasar (*subgrade*) dan elemen bahu jalan dan dapat pula digunakan pada elemen lapis pondasi bawah (*subbase*), dalam hal penggunaan metode pelaksanaan stabilisasi, ataupun pada struktur perkerasan berbasis jalan dengan biaya rendah (*low cost road*).

Tanah dasar akan menjadi pondasi dari suatu perkerasan struktur lentur atau kaku. Tanah dasar dapat berupa bantuan keras, batuan lunak atau tanah. Batuan keras atau batuan lunak biasanya secara teknis tidak memertlukan suatu pemilihan atau perbaikan kekuatan material yang berarti. Hanya dari segi pengerjaan yang mungkin relatif lebih sulit dari tanah. Yang lebih memerlukan perhatian adalah *subgrade* yang terbentuk dari tanah. Kondisi lapangan yang ditemui untuk persiapan tanah dasar, yaitu:

a. Kondisi tanah asli.
b. Tanah yang berasal dari hasil timbunan.
c. Tanah yang berasal dari galian.

Ketiga kondisi ini akan membuat penanganan pelaksanaan perkerasan yang berbeda satu sama lain. Untuk kondisi tanah asli, pemilihan hanya pada lokasi yang memberikan jenis tanah yang memliki kekuatan memenuhi persyaratan konstruksi. Tanah yang berasal dari timbunan disamping pemilihan tersebut diatas juga perlu ditinjau kembang susut tanah (*swelling*) dan masa konsolidasi. Bila hal tersebut sudah dipenuhi, maka yang selanjutnya perlu di perhatikan adalah pemadatan. Sedangkan untuk tanah dasar berupa galian, selain pemilihan

jenis tanah yang memadai harus juga ada pertimbangan lain yaitu potensi kelongsoran. Apapun yang akan dihadapi dilapangan, para pelaksana harus mempunyai pertimbangan teknis (*engineering judgement*) awal dalam menghadapi pekerjaan tanah. Pada kontruksi jalan terdapat beberapa aspek yang menjadi perhatian khusus untuk pelaksanaan kontruksi jalan baru yaitu:

a. Nilai CBR
b. Factor kembang susuttanah (*swelling*)
c. Sifat mengalirkan air (*drainage*)
d. Tingkat kepadatan
e. Kapilaritas (untuk tanah yang ekspansif)

Stabilisasi tanah dapat dilakukan untuk memperbaikidan meningkatkan mutu tanah selain dengan mengganti dengan tanah yang lebih baik. Beberapa stabilisasi tanah antara lain adalah:

a. Stabilisasi mekanis

Stabilisasi mekanis merupakan perbaikan struktur tanah,perbaikan susunan butiran dan perbaikan sifat-sifat mekanis bahan. Tujuan stabilisasi ini untuk mendapatkan tanah bergradasi baik sehingga memenuhi spesifikasi yang di inginkan. Hal ini dapat dilakukan dengan menurunkan kadar lempung karena menimbulkan sifat yang kurang baik. Caranya dengan mencampur tanah dengan tanah jenis lain sehingga diperoleh gradasi baik. Misalnya: kembang susut distabilisasi, dengan menambah pasir. Jika tanah mempunyai kandungan lempung yang berfungsi sebagai

perekat kurang maka ditambahkan tanah yang mengandung lempung. Ciri-ciri dalam pemilihan stabilisasi tanah secara mekanis adalah:

1) Jenias tanah yang dipakai tempatnya berdekatan satu sama lain.
2) Apabila sala satu jenis tanah yang dimaksud harus diambil dari tempat yang jauh. maka akan tidak ekonomis dan harus dicari metode lain.
3) Apabila telah ditetapkan spesifikasi hasil pencampuran dan telah ditetapkan bagian dari masing-masing bahan yang perlu dicampur menjadi satu, perlu dilakukan pengawasan yang ketat pada saat pencampuran agar diperoleh homogenitas campuran.
4) Penetapan masing-masing bagian dapat dihitung secara analitis ataupun grafis berdasarkan hasil analisa butir dari jenis tanah yang bersangkutan.

b. Stabilisasi kimiawi

Tanah yang kohesif (tanah liat) tidak bias distabilisasi secara mekanis. Untuk dapat memanfaatkan tanah liat tersebut secara ekonomis, maka digunakan stabilizing agent antara lain PC, hydrated lime, dan lain-lain

c. Stabilisasi dengan semen

Tanah yang akan distabilisasi dicampur dengan semen dalam jumlah tertentu. Hal ini untuk menurunkan plastisitas tanah dan potensi kembang susut tanah dengan harapan daya dukung tanah dapat meningkat. Stabilisasi dengan menggunakan PC yang ditambahkan ke tanah yang sudah dibuat

Tanah yang akan distabilisasi harus dapat dihancurkan dengan baik. Untuk dicampur dengan kapur terlebih dahulu agar mudah dihancurkan. Tanah yang termasuk kategori ini adalah tanah liat dengan fraksi No.200 melebihi 50%, LL >50%, dan PI > 25%. *Soil cement* ini banyak digunakan pada base dan subbase. Faktor utama yang menentukan banyaknya semen adalah tipe dari tanah.

d. Stabilisasi dengan kapur

Penggunaan kapur sebagai bahan tambah akan menurunkan batas cari, index plastis, serta menaikkan kekuatan tanah. Jika tanah ditambah dengan kapus, maka kapur akan menarik film air yang mengelilingi butiran tanah dan terjadilah gumpalan butir tanah. Proses ini dipengaruhi kualitas kapur, kepadatan, dan lama *curing*.

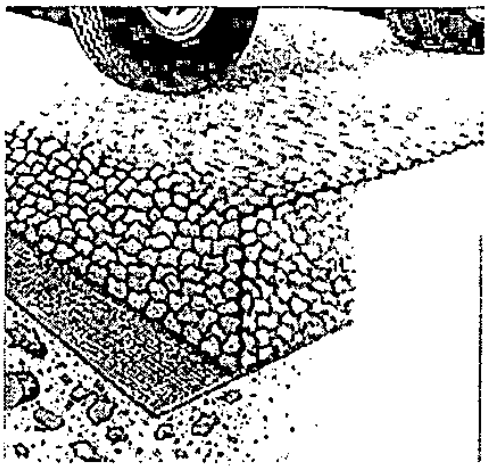
Terdapat dua maca *lime* yaitu *quick lime* dan *hydrated lime*. Dengan *hydrated lime*, stabilisasi bias dilakukan lebih mudah tetapi hasilnya kurang jika dibandingkan dengan *quick lime* yang lebih efektid. Perubahan fisik yang terjadi akibat stabilisasi dengan kapur pada tanah liat adalah:

1) Indeks plastisitas berkurang.
2) *Platic limit* bertambah.
3) Liquid limit akan berkurang (PI = LL – PL)..
4) Sifat kembang susut berkurang.
5) Kekuatan bertambah.

Stabilisasi semen pada pelaksanaan di lapangan reaksi kimia antara tanah dan *lime* sangan lambat. Banyaknya *lime* yang digunakan adalah antara 2 – 10%.

e. Stabilisasi geomembran

Stabilisasi yang menggunakan bahan yang fleksibel yaitu geomembrane. Jika digunakan pada tanah ekspansif, maka akan menahan air masuk atau mengutangi terjadinya kembang susut tanah yang menyebabkan kerusakan perkerasan. Perkerasan dengan *geotextile* ditunjukkan pada gambar 2.2



Gambar 2.2 stabilisasi tanah dengan *Geotextile.*

f. Stabilisasi dengan bitumen

Stabilisasi dengan bitumen apabila yang distabilisasi *clay* (tanah kohesif) maka tanah lebih *water proof.* Untuk *sand* (tanah granular) maka bitumen hanya merupakan bahan pengikat. Bitumen dibagi menjadi dua macam yaitu *sand bitumen* dan *soil bitumen*

g. Stabilisasi dengan aspal

Daerah yang sukar memperoleh batu sebagai bahan perkerasan atau jika memerlukan biaya transport yang mahal, dapat digunakan stabilisasi dengan aspal. Cara ini cocok untuk tanah yang berbutir terutama tanah yang kandungan butir halinya rendah. Aspal yang digunakan umumnya aspal cari dengan kadar 2-8%.

2. Pasir

Penggunaan pasir bersifat situasional misalnya sebagai material terpilih untuk lapis pondasi bawah atau sebagai bahan utama perkerasan untuk fungsi drainasi (fungsi filter pada drainasi bawah permukaan seperti *subdrain,* bahan *filtrase* pada badan jalan dalam kondisi muka air tanah yang tinggi),lapis penutup setelah penghamparan beberapa jenis lapis permukaan, bahan tambahan suatu campuran aspal *hotmix.* Pasir difungsikan sebagai bahan dasar utama pembetonan pada struktur perkerasan kaku. Karakteristik pasir pada perkerasan antara lain:

a. Pasir yang digunakan umumnya berupa pasir laut dan pasir vulkanis dengan syarat yang harus dipenuhi sebagai bahan perkerasan.
b. Gradasi baik dapat digunakan sebagai lapis pondasi bawah, terutama bila tata salir (*filler*) diperlukan drainasi.
c. Bias digunakan sebagai lapis antara tanah dasar yang lunak dengan lapis pondasi bawah.
d. Sebagai bahan campur *hormix* terutama pasir halus sampai sedang yang bersih, dibatasi maksimum 30% dari total campuran.

3. Agragat pecah (*crushed*)

Penggunaan agragat sangat dominan pada elemen perkerasan lentur sabagai material lapis pondasi atas,lapis pondasi bawah, lapis permukaan, bahu jalan yang diperkeras atau berpenutup dan konstruksi pelebaran jalan. Juga sebagai bahan baku utama perkerasan kaku. Agregat alam yang biasa disebut pitrun (bila diambil dari alam terbuka) dan bakrun (bila diambil dari sungai). Agregat buatan diperoleh dengan proses pemecahan baru dengan alat pemecah batu (*stone crusher*). Untuk dijadikan material yang memenuhi syarat sebagai bahan perkerasan jalan.

Bermacam – macam ukuran butir dari hasil pemecahan batu disesuaikan dengan kebutuhan gradasi komponen perkerasan. Residu dari hasil pemecahanbarupa abu batu dapat digunakan sebagai bahan pengisi (*filler*) campuran dari bahan – bahan agregat dan aspal tersebut. Sumber lain bahan ini berasal dari produksi semen dan kapur, berupa abu semen dan kapur. Namun, harus dicermati sifat penyerapannya dengan air. Klasifikasi agregat pecah berdasarkan dimensi butiran:

a. Agregat berbutir kasar. Ukuran > ¼'' (6,35 mm) yaitu bahan tertahan saringan no. 4. Sfat – sifatnya antara lain:

1) Kekuatan dan keawetan. Karena merupakan elemen yang mempunyai 90 – 95% berdasar berat dan 75 – 85% berdasar volume dari komposisi perkerasan sehingga menyumbangkan faktor kekuatan utama perkerasan jalan. Selain sebagai stabilisator mekanis, harus juga dapat menghindari

terjadinya kerusakan akibat beban lalu lintas. Sifat ini dipengaruhi oleh gradasi, kekompakan, dan kekerasan (*roughness*), ukuran maksimum, kadar lempung, bentuk butir, dan tekstur maksimum.

2) Tingkat kelekatan aspal pada agregat. Sifat ini dipengaruhi oleh jenis agregat, porositas, dan material yang melapisi permukaan.

b. Agregat berbutir halus. Merupakan bahan yang lewat saringan no. 4 dan tertahan saringan no. 200. Biasanya berupa pasir murni hasil screening dari mesin pemecah batu atau kombinasi keduanya. Agregat ini harus bersih, keras, tahan lama, bebas dari lumpur, dan berbahan organis.

4. Mineral pengisi (*filler*)

Filler adalah mineral pengisi rongga udara yang merupakan agregat halus yang minimum 75% lolos saringan no. 200 yaitu berupa abu (*dust*). Abu kapur atay semen dapat memperbaiki adhesi antara aspal dan agregat.

5. Aspal (*asphalt*)

Aspal terbuat dari bahan alam dengan senyawa kimia penyusun utama hidrokarbon. Merupakan hasil ekplorasi minyak bumi dengan warna hitam bersifat plastis hingga cair, tidak larut dalam larutan asam cair dan alkali atau air. Namun sebagian besar larut dalam aeter, CS_2, bensol, dan chloroform. Aspal yang digunakan pada perkerasan jalan terdiri dari aspal alam yaitu aspal gunung (*rock asphalt*), aspal danau (*lake asphalt*) dan aspal buatan yaitu aspal minyak, (jarang dipakai sebagai bahan perkerasan karena cepat mengeras). Fungis aspal dalam perkerasan jalan yaitu sebagai bahan pengikat dengan butir agregat, bahan

pengisi, mengisi rongga antar butir dan pori pada agregat itu sendiri. Jenis – jenis aspal antara lain:

a. Aspal minyak (*petroleum asphalt*)

Aspal minyak berbentuk padat atau semi padat sebagai pembentuk bitumen yang diperoleh dari penirisan minya bumi. Jenis ini dibedakan menjadi:

1) Aspal keras-panas (*asphalt cement* = AC). Berbentuk padat pada tempratur ruangan. Di Indonesia AC dibedakan dari nilai penetrasinya, misalnya AC dengan penetrasi 40/50, 60/70, 85/100. Aspal dengan penetrasi rendah digunakan didaerah cuaca panas atau lalulintas dengan volume tinggi dan sebaliknya.

2) Aspal keras-cair (*cut-back asphalt*). Digunakan dalam keadaan cair dan dingin. Aspal dingin adalah campuran antara aspal panas dengan bahan pengencer dari penyulingan minyak bumi yang di produksi di pabrik. Aspal ini dapat dibedakan lagi berdasarkan bahan pengencer, tingkat penguapan, dan bahan pelarut, yaitu :

a) *Rapid curing* (RC) merupakan bahan pengencer bensin dengan RC_0 sampai RC_5.

b) *Medium curing (*MC) merupakan bahan pengencer minyak tanah dengan MC_0 sampai MC_5.

c) *Slow curing* (SC) merupakan bahan pengencer solar dengan SC_0

3) Aspal emulsi (*emulsion asphalt*). Berbentuk emulsi dapat digunakan dalam keadaan dingin. Dibedakan menjadi dua yaitu : kationik (aspal emulsi asam) yaitu emulsi bermuatan arus listrik positif dan anionic yaitu bermutan arus negatif

b. Aspal batu buton

Aspal batu buton merupakan aspal alam yang terjadi karena adanya minyak bumi yang mengalir keluar melalui retak – retak kulit bumi. Setelah minyak keluar, maka tinggal aspal yang melekat pada batuan yang dilalui. Kadar aspal batu buton berkisar antara 10 – 25%. Penggunaan aspal:

1) *Prime coat* : aspal cut – back 80 ÷ 100 pen (MC atau RC).
2) *Tack coat* : aspal cut – back 80 ÷ 100 pen (MC, RC atau emulsi).
3) *ATBL* : 80 ÷ 100 pen.
4) *ATBI* : 80 ÷ 100 pen,ukuran butir maksimum 15 ÷ 38 mm.
5) *HRS* : 80 ÷ 100 pen.

Beberapa kondisi umum yang akan terjadi bila agregat dicampurkan dengan aspal, yaitu permukaan agregat akan diselimuti aspal diikuti dengan pori – pori agregata. Demikian pula dengan rongga diantara butiran agregat akan terisi aspal. Namun, baik pori – pori agregat maupun rongga agregat tidak selalu terisi penuh oleh aspal. Ada bagian tersisa yang terisi oleh udara. Hal ini dapat diterima karena semakin banyak kadar aspal, semakin banyak rong dan pori yang terisi oleh aspal. Selama partikel ditak diselimuti bahan

yang tidak diinginkan. misalnya lempung, atau rongga cukup bersih . atau absorsi masih dalam batas toleransi, jumlah nomilan kadar aspal yang digunakan akan terjaga dengan baik. Campuran yang baik harus memenuhi beberapa persyaratan diantaranya:

a. Stabilitas (*stability*)

Stabilitas yaitu kekuatan perkerasan bertahan terhadap beban lalu lintas, tanpa perubahan deformasi yang berarti. Intinya adalah yang dipunyai bahan agregat dan lekatan yang disumbangkan oleh aspal. Stabilitas tetap tinggi jika agregat terkunci satu sama lain dengan baik dan juga harus dikondisikan dengan adanya banyak bidang pecah, kekasaran, dan gradasi. Stabilitas juga harus dijaga agar tidak terlalu tinggi karena menyebabkan perkerasan menjadi kaku dan mudah retak akibat beban lalu lintas. Namun juka terlalu rendah akan mudah terdeformasi. Stabilitas disesuaikan dengan lalu lintas dan repetisi beban yang disebabkan lalu lintas.

b. Durabilitas (*durability*)

Durabilitas merupakan acuan ketahanan perkerasan terhadap diintegrasi akibat beban lalu lintas. Perkerasan harus mampu bertahan selama umur rencana. Artinya dengan adanya rentang waktu sekian lama, akan terjadi perubahan lingkungan yaitu cuaca, kadar air, degradasi bahan dan beban semakin bertambah. Agar perkerasan berumur panjang, desain

campuran harus mendapatkan kadar aspal yang cukup untuk melindungi seluruh partikel agregat dan juga mengisi rongga secukupnya. Aspal yang berlebihan akan menyebabkan agregat seperti mengapung di aspal, sehingga tahanan geser kurang dan terjadi *bleeding*.

c. Kelenturan (*flexibility*)

Kelenturan merupakan kemampuan mengikuti deformasi permukaan tanpa terjadi keretakan akibat perubahan volume. Untuk mendapatkan kelenturan yang tinggi, dapat dilakukan dengan cara menggunakan campuran agregat bergradasi berbuka (*open graded aggregate*) atau bervariasi senjang. Selain itu, dapat juga dengan penggunaan aspal lunak yang mempunyai angka penetrasi tinggi atau penggunaan kadar aspal lebih tinggi tetapi masih pada atas belum akan terjadi *bleeding*

d. Kekesatan (*skid resistance*)

Bleeding dapat disebabkan oleh agregat itu sendiri dan agregat halus maupun kasar yang mempunyai kecenderungan tidak tahan terhadap gesekan permukaan akibat laju kecenderungan tidak tahan terhadap gesekan permukaan akibat laju kecepatan kendaraan. Terlebih lagi apabila disebabkan agregat muncul ke permukaan ruas jalan, misalnya akibat terkelupasanya lapis permukaan atau akibat ukuran agregat maksimum terlampaui. Kekesatan dapat ditambah dengan menggunakan kadar aspal yang tepat sehingga tidak mudah terjadi *bleeding*, menggunakan agregat

dengan permukaan kasar, agregat dengan bentuk kubus atau komposisi perdentase agregat yang cukup besar.

e. Ketahanan terhadap kelelahan (*fatique resistance*)

fatique resistance adalah ketahanan lapis perkerasan dalam menerima beban berulang (*load repletion*) dari beban lalulintas tanpa mengalami kelelahan berupa alur (*rutting*) dan keretakan. Nilai *fatique resistance* dapat dinaikan dengan cara menambah kadar aspal,mempertebal lapis permukaan dan memperkecil kandungan rongga dalam campuran. Campuran dengan gradasi rapat (*dense grade*) mempunyai nilai *fatique resistance* yang lebih tinggi dibandingkan dengan campuran dengan gradasi timbang (*gap graded*). Hal ini disebabkan karena kandungan rongga dalam campuran bergradasi timpang lebih besar.

f. Fleksibilitas (*flexibility*)

Fleksibilitas adalah kemampuan lapis perkerasan untuk menyesuaikan defleksi yang terjadi akibat beban lalu lintas serta pengaruh deformasi lapisan dibawahnya seperti *base, subbase, subgrade*. Fleksibilitas yang tinggi dapat dicapai dengan menambah kadar aspal, menggunakan aspal dengan daktilitas tinggi dan mengurangi ketebalan lapisan perkerasan.

g. Kedap air (*impermeable*)

Impermeable adalah kemampuan permukaan jalan untuk menahan rembesan air ke dalam lapis perkerasan. Kekedapan permukaan perkerasan terhadap air ini dapat dicapai dengan cara menggunakan

agregat dengan gradasi rapat (*dense grade*) dan menambah kadar aspal agar nilai rongga dalam campuran menjadi rendah.

h. Densifikasi (*densification*)

Densifikasi adalah perubahan densitas dan *voids* (rongga) campuran agregat aspal yang terjadi selama pelayanan. Hal ini berkaitan dengan kemampuan perkerasan menahan beban dan pengaruh lingkungan. Jadi, selama masa pelayanan tersebut akan dimungkinkan terjadi kenaikan densitas atau penurunan *voids*.

C. Pertimbangan Perencanaan Tebal Lapis Struktur Perkerasan

Lapisan perkerasan berfungsi untuk menerima dan menyebarkan beban lalu lintas tanpa menimbulkan kerusakan yang berarti pada konstruksi jalan itu sendiri. Dengan demikian memberikan kenyamanan kepada si pengemudi selama masa pelayanan jalan tersebut. Oleh kerena itu, dalam perencanaan perlu dipertimbangkan seluruh faktor yang dapat mempengaruhi fungsi pelayanan jalan.

1. Klasifikasi dan fungsi jalan

Sesuai dengan Undang – Undang Republik Indonesia No.38 Tahun 2004 Tentang Jalan dan Peraturran Pemerintah No.43 Tahun 1993 Tentang Prasarana dan Lalulintas Jalan, telah diatur pengelompokan jalan menurut system,fungis,status dan kelas jalan sesuai peruntukananya dibagi menjadi jalan umun dan khusus. Jalan khusus diperuntukan bagi lalu lintasumum dalam rangka distribusi barang dan jasa. Jalan umum menurut statusnya dikelompokkan

a. Jalan nasional merupakan jalan arteri dan jalan kolektor dalam system jaringan jalan primer yang menghubungkan antar ibukota provinsi. dan jalan starategis nasional, serta jalan tol
b. Jalan provinsi merupakan jalan kolektor dalam system jaringan jalan primer yang menghubungkan ibukota provinsi dengan ibukota kabupaten. dan jalan strategis provinsi
c. Jalan kabupaten merupakan jalan local dalam system jaringan jalan primer yang tidak termasuk jalan nasional dan provinsi, yang menghubungkan ibukotakabupaten dengan ibukota kecamatan, antar ibukota kecamatan,ibukota kabupaten dengan pusat kegiatan local, antar pusat kegiatan local, serta jalan umum dalam system jaringan jalan sekunder dalam wilayah kabupaten, dan jalan strategis kabupaten.
d. Jalan kota adalah jalan umum dalam system jalan sekunder yang menghubungkan pusat pelayanan dalam kota,pusat pelayanandengan persil, antar persil, serta pusat pemukiman yang berada di dalam kota
e. Jalan desa merupakan jalan umum yang menghubungkan kawasan dan atau antar pemukiman didalam desa,serta jalan lingkungan

Jalan umum menurut fungsinya dikelompokan menjadi:

a. Jalan arteri merupakan jalan umum yang berfungsi melayani angkutan utama dengan ciri perjalanan jarak jauh, kecepatan rata-rata tinggi, dan jumlah jalan masuk dibatasi secara berdaya guna

b. Jalan kolektor merupakan jalan umum yang berfungsi melayani angkutan pengumpul atau pembagi dengan ciri perjalanan jarak sedang, kecepatan rata-rata sedang, dan jumlah jalan masuk dibatasi.
c. Jalan local berfungsi melayani angkutan setempat dengan ciri perjalanan jarak dekat, kecepatan rata-rata rendah.
d. Jelan lingkungan berfungsi untuk melayani angkutan lingkungan dengan ciri perjalanan jarak dekat, dan kecepatan rata-rata rendah.

Jalan umum menurut kelas nya dikelompokan menjadi:

a. Jalan kelas I, yaitu jalan arteri yang dapat dilalui kendaraan bermotor termasuk muatan dengan lebar tidak melebihi 2.500 mm, ukuran panjang tidak melebihi 18.000 mm, dan muatan sumbu terberat yang diizinkan lebih dari 10 ton.
b. Jalan kelas II, yaitu jalan arteri yang dapat dilalui kendaraan bermotor termasuk muatan dengan ukuran lebar tidak melebihi 2.500 mm, ukuran panjang tidak melebihi 18.000 mm, muatan sumbu terberat 10 ton.
c. Jalan kelas III A, yaitu jalan arteri atau kolektor yang dapat dilalui kendaraan bermotor termasuk muatan dengan ukuran lebar tidak melebihi 2.500 mm, ukuran panjang tidak melebihi 18.000 mm, dan muatan sumbu terberat diizinkan 8 ton.
d. Jalan kelas III B, yaitu jalan kolektor yang dapat dilalui kendaraan bermotor termasuk muatan dengan ukuran lebar tidak melebehi 2.500

mm. ukuran panjang tidak melebihi 12.000 mm. dan muatan sumbu terberat yang diizinkan 8 ton.

e. Jalan kelas III C. yaitu jalan local yang dapat dilalui kendaraan bermotor termasuk muatan dengan ukuran lebar tidak melebihi 2.100 mm, panjang tidak melebihi 9.000 mm, dan muatan sumbu terberat yang diizinkan 8 ton.

2. Umur Rencana

Umur rencana merupakan jumlah tahun dari saat jalan dibuka untuk lintas kendaraan sampai diperlukan suatu perbaikan yang bersifat struktural. Selama umur rencana tersebut pemeliharaan harus tetap dilakukan. Misalnya pelapisan non struktural yang berfungsi sebagai lapisan aus. Perkerasan jalan baru menggunakan umur rencana 20 tahun dan untuk peningkatan jalan 10 tahun. Umur rencana yang lebih besar dari 20 tahun dianggap tidak lagi ekonomis karena perkembangan lalu lintas yang akan sulit untuk diprediksi karena data yang ada tidak dapat memberi ketelitian yang memadai untuk umur rencana lebih dari 20 tahun.

3. Lalu lintas

Tebal lapis perkerasan ditentukan dari beban yang akan dilayani (arus lalulintas yang akan melintasi atau menggunakan jalan tersebut) pada ruas jalan yang bersangkutan. Besarnya arus lalu lintas yang menjadi pertimbangan dapat diperoleh dari serangkaian analisa volume lalu lintas

Perkiraan lalu lintas ditentukan dengan menggunakan survey lalu lintas dan faktor pertumbuhan lalu lintas selama umur rencana didasarkan pada analisa ekonomi dan social daerah tersebut. Beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam analisa awal lalu lintas antara lain:

a. Volume Lalulintas

Jumlah kendaraan yang hendak memakai jalan dinyatakan dengan volume lalulintas. Volume lalulintas didefinisikan sebagai jumlah kendaraan yang melewati satu titik pengamatan selama satu tahun. Perencanaan tebal lapis perkerasan, volume lalulintas dinyatakan dalam kendaraan/hari/2 arah untuk jalan 2 arah tidak terpisah dan kendaraan/hari/1 arah untuk jalan 1 arah atau 2 arah yang terpisah. Data volume lalulintas dapat diperoleh dari pos-pos rutin yang ada disekitar laokasi. Jika tidak maka perhitungan volume lalulintas dilakukan secara manual ditempat-tempat yang dianggap perlu. Dengan memperhatikan faktor hari dapat diperoleh data LHR yang lebih representif.

b. Pengelompokan kendaraan

Jenis kendaraan yang memakai jalan beraneka ragam dan bervariasi baik ukuran, berat total, konfigurasi dan beban sumbu. Oleh karena itu, volume lalu lintas umumnya dikelompokan menjadi beberapa kelompok. Masing-masing kelompok diwakili oleh satu jenis kendaraan. Klasifikasi jenis

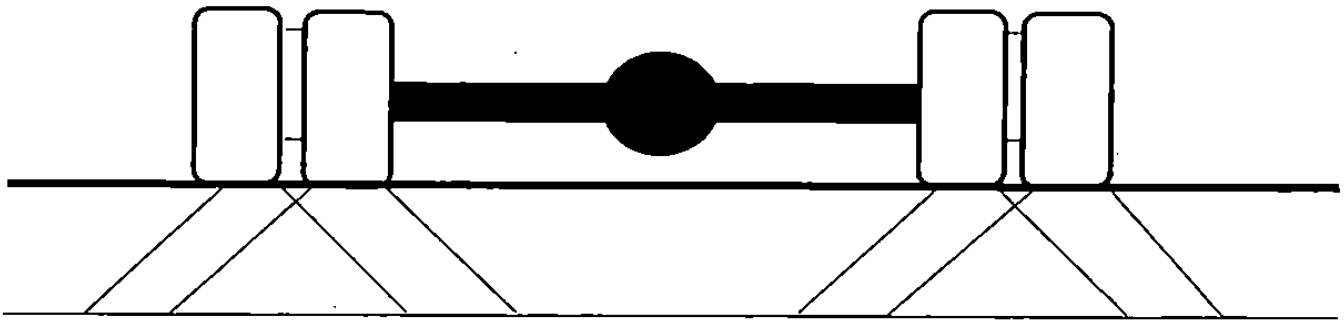
kendaraan adalah mobil penumpang termasuk kendaraan umum dengan berat total 2 ton, bis/truk 2 as, truk 2 as, semi trailer, dan full trailer.

Struktur perkerasan menerima beban lalulintas yang dilimpahkan melalui roda-roda kendaraan. Berasmya beban yang dilimpahkan tersebut tergantung dari berat total kendaraan, konfigurasi sumbu, bidang kontak antara roda dan permukaan jalan, dan kecepatan kendaraan. Oleh karena itu, efek dari masing masing kendaraan terhadap kerusakan yang ditimbulkan tidak sama. Untuk itu perlu adanya pengelompokan jenis kendaraan tersebut berdasar pada berat kendaraan, jumlah, dan konfigurasi sumbu.

c. Konfigurasi Sumbu

Berat kendaraan dilimpahkan ke perkerasan jalan melalui roda kendaraan yagn terletak pada sumbu kendaraan. Setiap jenis kendaraan mempunyai konfigurasi sumbu yang berbeda. Sumbu depan adalah sumbu roda tunggal,sedangkan sumbu belakang dapat berupa sumbu tunggal maupun ganda. Sehingga angka ekivalen merupakan penjumlahan ekivalen sumbu depan dan belakang. Beban masing-masing sumbu di pengaruhi oleh titik berat kendaraan dan bervariasi sesuai dengan muatan kendaraan tersebut.

Berdasarkan Manual Pemeriksaan Perkerasan Jalan dengan Alat Benkelman Beam No.01/MN/b/83 ditunjukkan klasifikasi jenis kendaraan sesuai dengan konfigurasi beban sumbu yang direncanakan. Distribusi beban pada sumbu roda ganda dapat diliha pada gambar 2.3.



Gambar 2.3. Potongan melintang distribusi beban kendaraan terhadap lapis perkerasan

d. Berat Kendaraan

Berat kendaraan berdampak langusng pada perencanaan. Karena berat kendaraan menentukan beban sumbu kendaraan dan beban sumbu yang digunakan sebagai dasar perencanaan jalan. Faktor – faktor yang mempengaruhi berat kendaraan ini antara lain:

1) Fungsi jalan: besarnya kendaraan yang melewati jalan sesuai dengan klasifikasi jalannya. Kendaraan yang melewati jalan sesuai dengan klasifikasi jalannya. Kendaraan dengan kelas lebih tinggi tidak boleh melewati jalan dengan kelas lebih rendah tanpa ijin dari pihak yang berwenang sehingga besarnya beban dapat menggunakan batasan kelas jalan tersebut.
2) Keadaan medan: kontur jalan yang tidak selalu datar kadang terdapat tanjakan dan turunan. Hal ini menyebabkan arah sudut gaya yang terjadi pada perkerasan berubah dan terjadi gaya pengereman pada turunan dan

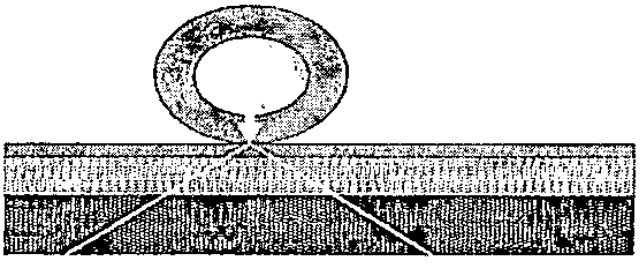
perlambatan kecepatan pada tanjakan yang akhirnya mempengaruhi berat kendaraan pada perhitungan.

3) Kondisi jembatan: jembatan harus memiliki kemampuan menahan beban lebih besar dari perkerasan jalannya hal ini juga berlaku sebaliknya. Karena kondisi ini sebaiknya jalan memiliki kelas yang tidak lebih dari jembatannya kecuali terjadi peningkatan pada jembatan.

4) Aktifitas di daerah yang bersangkutan: jenis dan berat kendaraan yang melalui ruas jalan tergantung dari kegiatan di daerah sekitarnya. Selain itu, bangkitan dan tujuan moda transportasi perlu diperhatikan karena daerah yang dilalui akan terdampak oleh bangkitan dan tujuan transportasi tersebut.

5) Produsen kendaraan: kemampuan mesin, daya angkut, ukuran dan konfigurasi sumbu yang dikeluarkan oleh produsen kendaraan berpengaruh langsung terhadap berat total kendaraan tersebut.

Distribusi beban roda kendaraan terhadap perkerasan dapat dilihat pada gambar 2.4.



Gambar 2.4 potongan memanjang distribusi beban roda pada jalan

e. Faktor pertumbuhan lalulintas

Jumlah kendaraan yang bertambah dari tahun ke tahun, jenis yang berubah dan muncul jenis baru harus diusahakan untuk diprediksi dengan metoda – metoda statistic. Faktor pertumbuhan lalu lintas dinyatakan dalam persen (%) per tahun. Hal – hal yang mempengaruhi pertumbuhan lalu lintas antara lain adalah:

1) Perkembangan daerah
2) Meningkatnya kesejahteraan masyarakat
3) Semakin terjangkau dan naiknya kemampuan membeli kendaraan

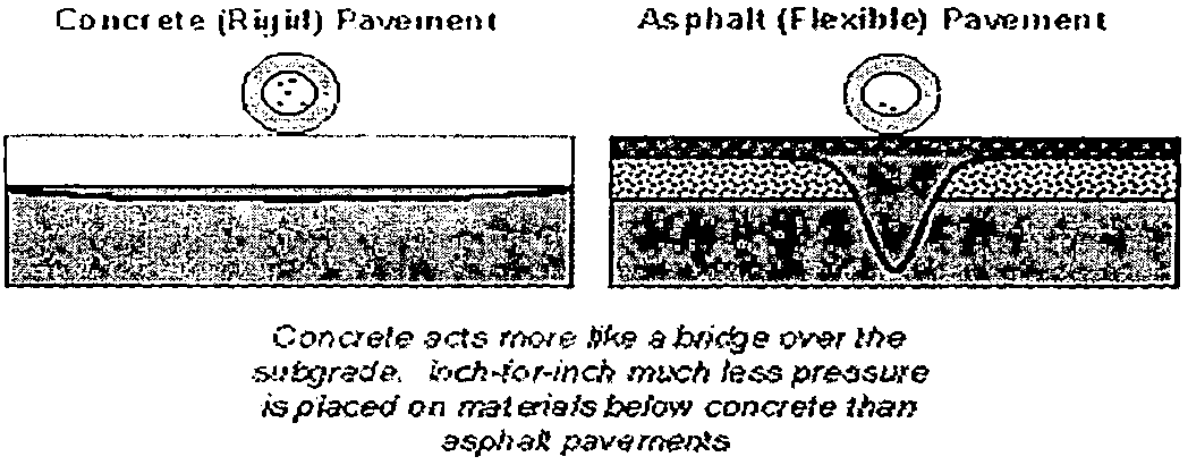
f. Lajur rencana

Konstruksi lapis perkerasan baru atau pelapisan tambahan yang dilakukan pada dua lajur atau lebih memiliki kemungkinan perbedaan kebutuhan tebal lapis perkerasan. Namun, untuk memudahkan dibuat sama. Untuk itu digunakan lajur rencana yaitu lajur yang menerima beban terbesar.

4. Sifat Tanah Dasar

Tanah dasar merupak lapisan tanah yang paling atas yang akan mendukung lapis perkerasan diatasnya. Sehingga diharapkan memiliki material yang lebih baik. Sifat tanah dasar ini mempengaruhi ketahanan lapisan diatasnya dan mutu jalan secara keseluruhan. Ada beberapa metode yang dapat digunakan untuk menetukan daya dukung tanah dasar, mulai dari yang sederhana hingga yang lebih kompleks seperti CBR (*California Bearing Ratio*), MR (*Resiliant Modulus*)

DCP (*dynamic Cone Penetrometer*). *R-value*(modulus reaksi tanah dasar. Di Indonesia nilai daya dukung tanah dasar kebutuhan perencanaan tebal perkerasan ditentukan menggunakan pemeriksaan CBR. Nilai CBR diperoleh dari hasil pemeriksaan contoh tanah yang telah dipersiapkan di laboratorium atau langsung di lapangan. Sebelum contoh tanah di lapangan diambil, dilakukan serangkaian penelitian terlebih dahulu sehingga ketinggian elevasi tanah dasar rencana dapat di perkirakan. Dampak tekanan beban roda terhadap tanah dasar ditunjukkan pada gambar 2.5.



Gambar 2.5 tekanan beban roda kendaraan terhadap tanah dasar

Sumber : Sutrisno, 2011

5. Kondisi Lingkungan

Lokasi ruas jalan dapat mempengaruhi lapis perkerasan dan tanah dasar.

a. Berpengaruh pada sifat teknis konstruksi perkerasan dan sifat komponen material lapis perkerasan.
b. Pelapukan pada bahan material.
c. Penurunan tingkat kenyamanan dari perkerasan jalan.

Faktor utama yang paling berpengaruh adalah air hujan dan perubahan suhu akibat perubahan cuaca. Adanya aliran air disekitar badan jalan dapat mengakibatkan rembesan air ke badan jalan yang dapat menyebabkan terlepasnya ikatan antar butir agregat dan aspal. Kemudian lapis perkerasan menjadi tidak kedap air dan mengalami kerusakan. Selain itu, perubahan kadar air pada tanah dasar mempengaruhi sifat daya dukungnya. Aliran air disekitar lapis perkerasan dapat berasal dari:

a. *Seepage* dari tempat yang lebih tinggi disekitar konstruksi perkerasan terjadi terutama pada badan jalan tanah galian.
b. Fluktuasi ketinggian muka air tanah.
c. Infiltrasi air melalui permukaan perkerasan atau bahu jalan.
d. Rembesan dari tempat yang lebih basah ke tempat yang kering.

Besarnya intensitas aliran air dapat tergantung dari:

a. 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 lapis perkerasan terjadi

perkerasan jalan. Hal ini dapat ditanggulangi dengan membuat bahu jalan dari tanah berbutir kasar

b. Sifat kapilaritas tanah dasar. Jika tanah memiliki kadar air rendah dan dibawahnya terdapat aliran air tanah, maka dapat menyebabkan air merembes ke atas karena adanya kapilaritas. Besarnya kapilaritas ini ditentukan oleh jenis tanah itu sendiri

c. Perubahan temperature. Di Indonesia, perubahan temperature dapat terjadi saat perubahan musim dari musim hujan ke musim kemarau atau karena pergantian siang malam. Namun, perubahan ini tidak sebesar di daerah empat musim.

6. Ketersediaan Material Lapis Perkerasan

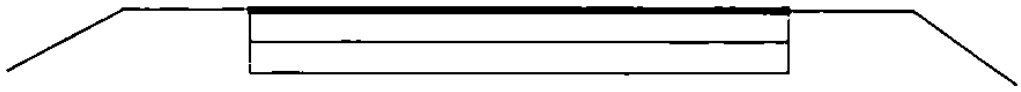
Sifat material lapis perkerasan ditentukan oleh tersedianya jenis material dan mutu yang ada di daerah sekitar proyek. Sebagian dapat didatangkan dari lokasi lain namun tetap menyesuaikan dengan transportasi yang tersedia dan biaya yang dialokasikan. Sifat material juga sangat bervariatif tergantung lokasi.

7. Bentuk Geometri Lapis Perkerasan

Bentuk geometri lapis perkerasan mempengaruhi kecepatan aliran air meninggalkan lapis perkerasan. Kontruksi lapis perkerasan harus kedap air karena genangan air dapat mempengaruhi kekuatan lapis perkerasan tersebut. Bentuk geometri lapis perkerasan pada umumnya dibedakan menjadi:

a. Kontruksi berbentuk kotak (*boxed construction*)

Lapis perkerasan diletakan diantara lapisan tanah dasar. Kerugian konstruksi bentuk ini adalah air yang jatuh pada permukaan akan masuk melalui lubang – lubang perkerasan dan air akan lambat kluar karena tertahan oleh material tanah dasar. Kontruksi jalan berbentuk kotak dapat dilihat pada gambar 2.6.

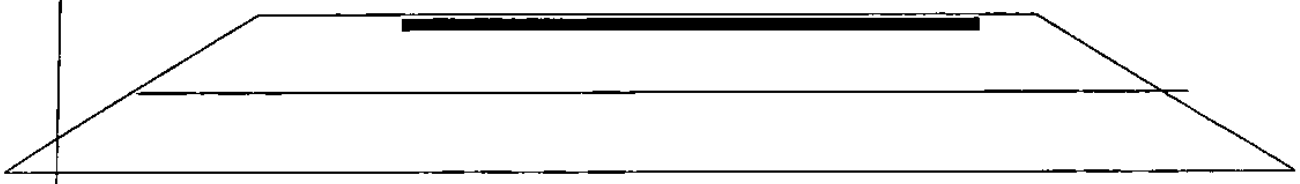


Gambar 2.6. Bentuk geometric konstruksi kotak (*boxed construction*).

Sumber : Sukirman, 1999

b. Kontruksi penuh sebadan jalan (*full width construction*)

Lapisan perkerasan diletakan diatas tanah dasar pada seluruh badan jalan. Keuntungan air yang jatuh dapat segera dialirkan keluar dari lapis perkerasan. Konstruksi jalan penuh sebadan dapat dilihat pada gambar 2.7.



Gambar 2.7. bentuk geometric konstruksi penuh sebadan jalan (*full width contruction*).

Sumber : Sukirman, 1999