

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

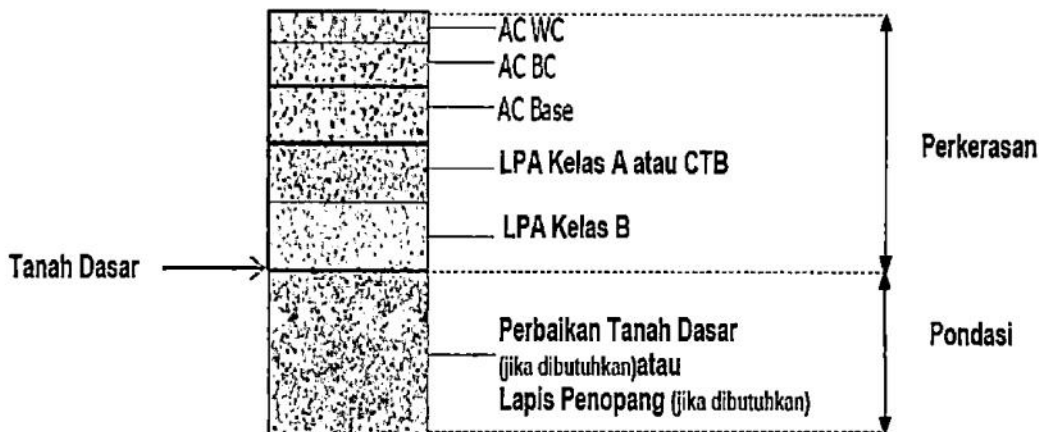
A. Konstruksi Perkerasan

Pada konstruksi perkerasan terdapat beban lalu lintas yang diterima oleh lapis perkerasan. Ada tiga jenis beban yang diterima oleh lapis perkerasan yaitu gaya vertikal berupa muatan kendaraan, gaya horizontal berupa gaya rem dan getaran-getaran yang berasal dari pukulan roda kendaraan. Pada setiap lapisan menerima gaya yang berbeda-beda sehingga bahan yang digunakan juga harus mempunyai syarat-syarat yang diperlukan menurut fungsi dari lapisan tersebut. Konstruksi perkerasan mempunyai tujuan untuk mengurangi tegangan atau tekanan akibat beban roda sehingga mencapai tingkat nilai yang dapat diterima oleh tanah yang mendukung konstruksi dari struktur perkerasan tersebut.

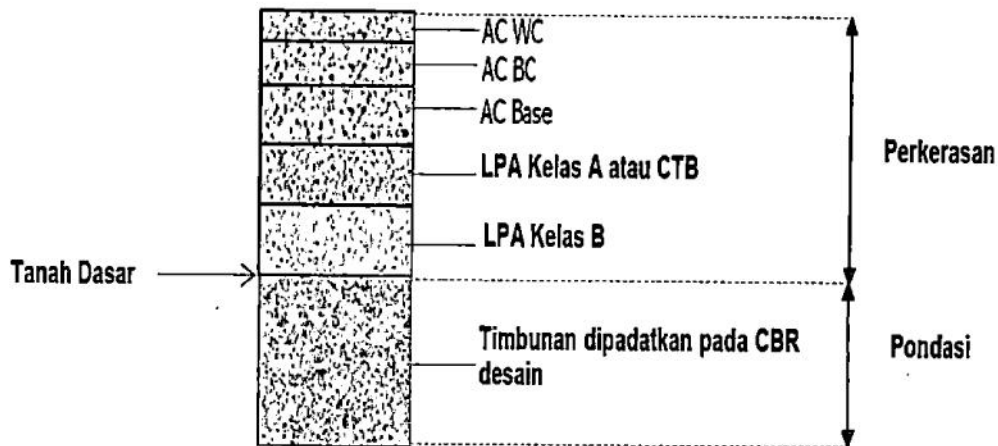
Menurut Kementrian Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Bina Marga dalam Manual Desain Perkerasan Jalan (2013), jenis struktur perkerasan yang diterapkan dalam desain perkerasan terdiri atas:

1. Struktur perkerasan pada permukaan tanah asli.
2. Struktur perkerasan pada timbunan.
3. Struktur perkerasan pada galian.

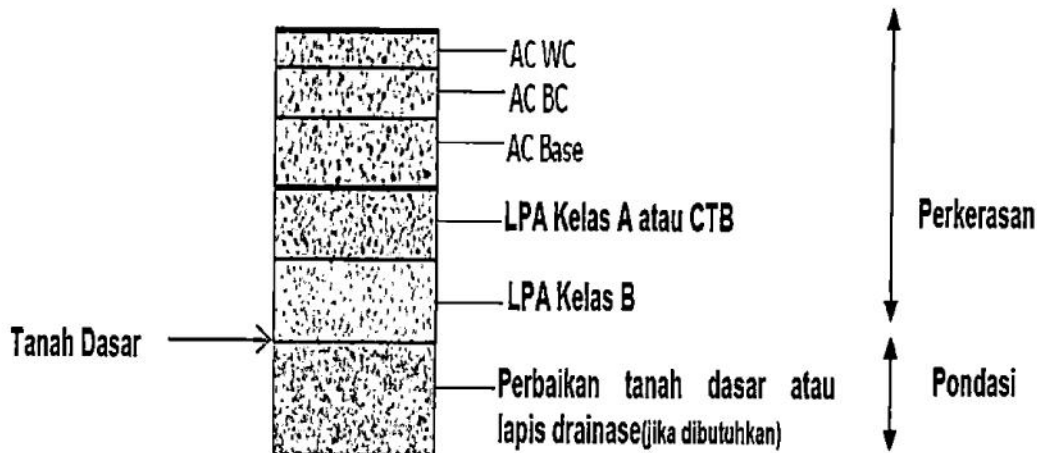
Tipikal struktur perkerasan ini dapat dilihat pada Gambar 2.1, Gambar 2.2, dan Gambar 2.3.



Gambar 2.1 Struktur perkerasan pada permukaan tanah asli



Gambar 2.2 Struktur perkerasan pada timbunan



Gambar 2.3 Struktur perkerasan pada galian

Tanah dasar dalam hal perkerasan jalan adalah permukaan tanah asli yang telah ditingkatkan mutunya dengan pemadatan ataupun stabilisasi kimia. Permukaan ini termasuk permukaan dari galian maupun timbunan. Kekuatan dan keawetan struktur perkerasan jalan sangat tergantung dari sifat-sifat dan daya dukung tanah dasar ini. Tiga faktor yang paling berpengaruh pada konstruksi perkerasan adalah analisis lalu lintas, evaluasi tanah dasar dan penilaian efek kelembaban. Kerusakan perkerasan banyak terjadi selama musim penghujan, kecuali jika tanah dasar tidak dapat dipadatkan seperti tanah asli pada daerah tanah lunak, maka daya dukung tanah dasar konstruksinya hendaknya didapat dengan perendaman selama 4 hari, dengan nilai CBR pada 95% kepadatan kering maksimum.

Berdasarkan kriteria tersebut, CBR untuk timbunan biasa dan tanah dasar dari tanah asli di Indonesia umumnya 4% atau berkisar antara 2,5%-7%.

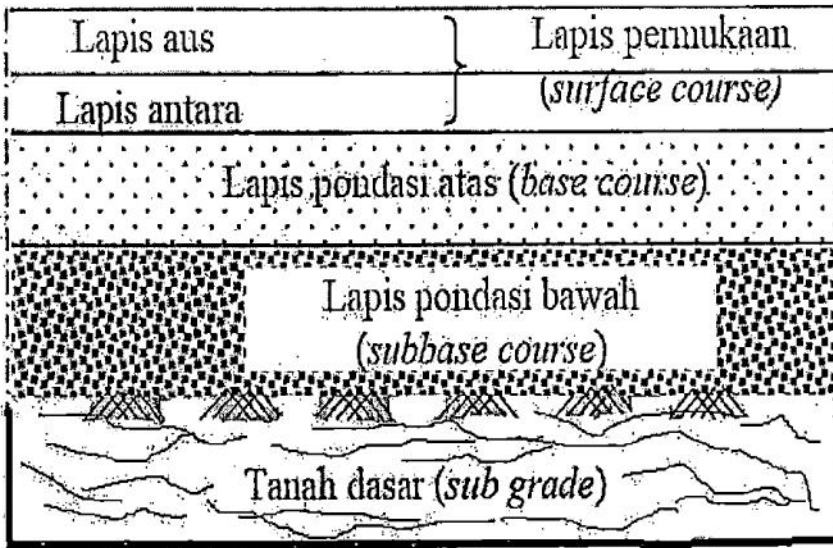
Perkerasan membutuhkan tanah dasar yang :

- a. Memiliki setidaknya CBR rendaman minimum desain.
- b. Dibentuk dengan baik.
- c. Terpadatkan dengan benar.
- d. Tidak sensitif terhadap hujan.
- e. Mampu mendukung lalu lintas konstruksi.

Pada kegiatan konstruksi, untuk dapat melaksanakan pemadatan yang benar pada setiap lapis perkerasan, maka sangat penting untuk mengendalikan kadar air tanah dasar menggunakan sistem drainase yang baik, pelapisan bahu jalan dan geometrik jalan.

B. Perkerasan Lentur (*Flexible Pavement*)

Menurut Oglesby dan Hicks (1996) menjelaskan perkerasan lentur (*flexible*) berlawanan dengan perkerasan kaku (*rigid*) karena suatu permukaan lentur dapat berubah bentuk dan tidak akan seluruhnya kembali seperti semula bila menerima beban yang terus menerus atau berulang-ulang. Perkerasan lentur tersusun oleh beberapa lapisan yang terletak di atas tanah dasar yang telah mengalami pemadatan dan mempunyai fungsi untuk mendukung beban lalu lintas yang kemudian menyebarkannya ke badan jalan raya supaya tanah dasar tidak menerima beban yang lebih besar daripada daya dukung tanah dasar yang diijinkan. Struktur perkerasan lentur dibangun dari beberapa lapisan yang terdiri atas:



Gambar 2.4 Struktur perkerasan lentur (Subono, 2011)

1. Lapisan permukaan (*Surface Course*)

Lapisan yang terletak paling atas disebut lapisan permukaan dan mempunyai 2 (dua) fungsi, yaitu-sebagai:

a. Struktural

Ekut mendukung dan menyebarkan beban kendaraan yang diterima oleh perkerasan, baik beban yang berupa gaya vertikal maupun gaya *horizontal* / gaya geser.

b. Non – Struktural

Fungsi non – struktural dari lapis permukaan antara lain :

- 1) Lapis kedap air, dapat mencegah masuknya air ke dalam lapis perkerasan yang ada di bawahnya.
- 2) Menyediakan permukaan yang tetap rata, agar kendaraan dapat berjalan dan memperoleh kenyamanan yang cukup.
- 3) Membentuk permukaan yang licin sehingga koefisien gesek (*skid resistance*) yang cukup untuk menjamin tersedianya keamanan bagi lalu lintas.
- 4) Sebagai lapisan aus, yaitu lapis yang dapat aus yang selanjutnya dapat diganti dengan lapis yang baru.

2. Lapis Pondasi Atas (*Base Course*)

Lapis pondasi atas adalah bagian perkerasan yang terletak antara lapis permukaan dan lapis pondasi bawah (atau dengan tanah bila tidak menggunakan lapisan pondasi bawah).

Fungsi lapisan pondasi atas adalah :

- a. Lapisan pendukung bagi lapis permukaan.
- b. Pemikul beban *horizontal* dan vertikal.
- c. Lapisan peresapan bagi lapis pondasi bawah.

3. Lapisan Pondasi Bawah (*Subbase Course*)

Lapis pondasi bawah merupakan lapisan perkerasan yang terletak antara lapis pondasi dan tanah dasar.

Fungsi lapis pondasi bawah adalah :

- a. Penyebar beban roda.
- b. Lapis peresapan.
- c. Lapis pencegah masuknya tanah dasar ke lapis pondasi.
- d. Lapis pertama pada pembuatan perkerasan.

4. Lapisan Tanah Dasar (*Subgrade Course*)

Permukaan tanah asli atau permukaan galian atau permukaan tanah timbunan yang berhubungan langsung (kontak) dengan lapisan terbawah perkerasan umumnya lapis pondasi bawah (*sub base*). Dalam segala hal, lapis tanah dasar harus dibentuk sesuai dengan profil desain dan penampang melintang perkerasan, dan harus dipadatkan pada 100% kepadatan kering modifikasi pada kedalaman 30 cm dan harus memenuhi CBR desain (Manual Desain Perkerasan Jalan No.02/M/BM/2013).

Lapisan permukaan merupakan bagian yang terbebani secara langsung oleh kendaraan sehingga harus memiliki stabilitas yang tinggi untuk menahan beban roda selama masa pelayanan. Selain itu juga harus kedap air sehingga tidak melemahkan lapisan di bawahnya. Untuk dapat memenuhi fungsi tersebut maka perlu menggunakan bahan pengikat aspal sehingga dapat menghasilkan lapisan yang kedap air, mempunyai stabilitas tinggi, dan tahan lama.

C. Lapis Aspal Beton (Laston-WC)

Lapis aspal beton (Laston-WC) atau *Asphalt Concrete-Wearing Course* adalah suatu lapisan pada konstruksi jalan raya, yang terdiri dari campuran aspal keras dan agregat yang bergradasi menerus dicampur, dihampar dan dipadatkan dalam keadaan panas pada suhu tertentu (*SNI 03-1737-1989*). Berdasarkan suhu pencampurannya, dibedakan atas beton aspal campuran panas (*hot mix*) dan beton aspal campuran dingin (*cold mix*). Suhu pencampuran beton aspal campuran panas berkisar 145°C-155° (Sukirman, 2007).

Beberapa jenis campuran beton aspal campuran panas yang digunakan di Indonesia saat ini adalah (Sukirman, 2007) :

1. Laston (Lapisan Aspal Beton) atau juga dikenal dengan sebutan Beton Aspal (*Asphalt Concrete, AC*) yaitu beton aspal bergradasi menerus yang umumnya digunakan untuk jalan-jalan dengan bebas lalu lintas berat. Berdasarkan fungsinya campuran beton aspal (*AC*) dibedakan atas 3 (tiga) jenis (Manual Desain Perkerasan Jalan No.02/M/BM/2013), yaitu :
 - a. Beton aspal lapis aus (*AC-WC*) dengan tebal nominal minimum 4,0cm.
 - b. Beton aspal lapis pengikat (*AC-BC*) dengan tebal nominal 6,0cm – 8,0cm.
 - c. Beton aspal lapis fondasi (*AC-Base*) dengan tebal nominal 7,5cm - 12cm.
2. Lataston (Lapis Tipis Aspal Beton) atau juga dikenal dengan sebutan HRS (*Hot Rolled sheet*). Menurut Manual Desain Perkerasan Jalan No.02/M/BM/2013, sesuai fungsinya, HRS dibedakan atas :
 - a. HRS WC yaitu HRS sebagai lapis aus dengan tebal nominal minimum 3,0 cm.
 - b. HRS-Base dengan tebal nominal minimum 3,5 cm.
3. Latasir (Lapis Tipis Aspal Pasir) atau HRSS (*Hot Rolled Sand Sheet*) adalah lapis permukaan harus lapis pondasi agregat kelas S, atau kerikil alam yang memenuhi ketentuan. Ketentuan yang diminta PI antara 4%-12%.
4. Lapisan Perata (*Levelling*) adalah perkerasan tanpa penutup aspal harus dibentuk secara benar dengan lereng melintang tanah dasar atau permukaan jalan 3% atau lebih. Perkerasan tanpa penutup aspal dapat terdiri atas 1- 4 atau

lebih lapisan material berbutir tergantung pada material yang tersedia dan opsi biaya tersedia.

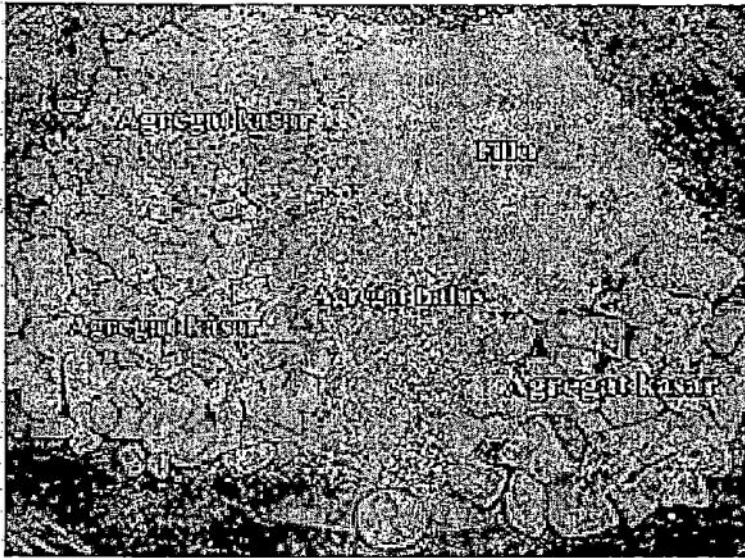
Menurut Departemen Pekerjaan Umum (1999), seluruh jenis campuran aspal diatas diharapkan harus mempunyai kemampuan sebagai berikut :

- a. Cukup kuat (*strong*) dan lentur (*flexible*)
- b. Cukup awet (*durable*)
- c. Cukup tahan terhadap terjadinya alur plastis (*plastic rutting*)
- d. Cukup aman terhadap kelicinan permukaan

Secara umum, bahan penyusun suatu perkerasan lentur adalah agregat, aspal, *filler*, dan zat aditif. Bahan-bahan penyusun tersebut harus memenuhi Spesifikasi umum 2010 (revisi-2), PU-Bina Marga agar menghasilkan campuran aspal beton yang bermutu baik. Salah satu jenis dari lapisan ini adalah Lapis Aspal Beton (Laston-WC) atau *Asphalt Concrete (AC)*, merupakan lapis penutup yang terdiri dari campuran merata antar agregat dan aspal yang dicampur dalam keadaan panas pada suhu tertentu (Sukirman, 1999).

1. Agregat

Agregat adalah sekumpulan butir-butir batu pecah, kerikil, pasir, atau mineral lainnya, baik berupa hasil alam maupun buatan (SNI No. 1737-1989-F). Agregat terdiri dari agregat kasar dan agregat halus. Agregat kasar harus terdiri dari batu pecah atau kerikil pecah yang bersih, kering, kuat, awet, bebas dari bahan lain yang mengganggu serta jumlah berat butiran yang mempunyai palinga sedikit dan bidang pecah (visual). Agregat halus harus terdiri dari pasir alam. Berikut ini ditunjukkan pada Gambar 2.5 bentuk fisik dari agregat yang digunakan.



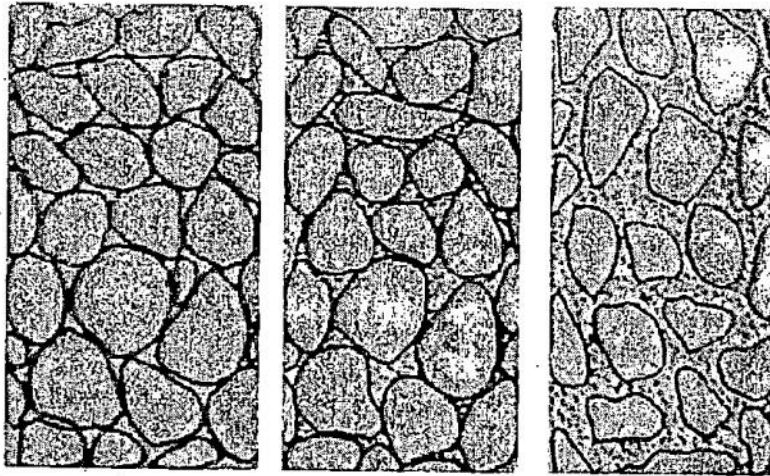
Gambar 2.5 Agregat kasar, agregat halus dan *filler*

Pada agregat dengan bentuk pecah memiliki gaya gesek dalam yang tinggi dan saling mengunci sehingga akan menambah kestabilan konstruksi lapis perkerasan guna menghasilkan stabilitas yang tinggi dengan persyaratan minimum 40% dari agregat tertahan saringan no.4 mempunyai paling sedikit satu bidang pecah (Renny, D.P. 2013).

Sifat agregat yang menentukan kualitas agregat sebagai material perkerasan jalan antara lain :

a. Gradasi dan ukuran maksimum

Gradasi atau distribusi butiran berdasarkan ukuran agregat merupakan hal yang penting dalam menentukan stabilitas perkerasan. Gradasi agregat dibedakan atas gradasi seragam (*uniform graded*), gradasi rapat (*dense graded*) dan gradasi buruk (*poorly graded*). Ukuran suatu agregat mempunyai pengaruh terhadap gesekan antar partikel. Ukuran maksimum batuan yang terlalu besar menyebabkan kepadatan sulit dicapai. Ukuran maksimum batuan didalam campuran harus lebih kecil atau sama dengan 75% tebal perkerasan.



Gradasi seragam

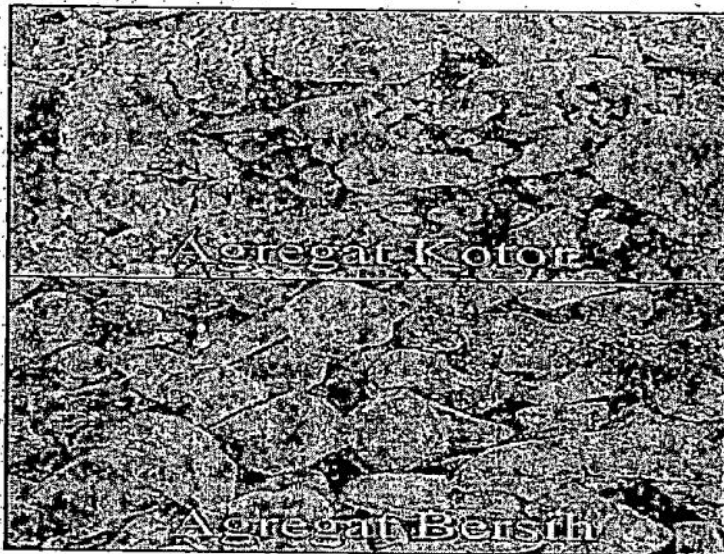
Gradasi baik

Gradasi Jelek

Gambar 2.6 Gradasi seragam, gradasi baik, gradasi jelek (Sukirman, 1999)

b. Kebersihan

Agregat harus dibersihkan dari zat organik, lempung dan lainnya sebelum digunakan dalam campuran aspal. Apabila tidak dilakukan pembersihan maka ikatan antara agregat dan aspal akan berkurang yang mengakibatkan lepasnya ikatan antara aspal dan agregat.



Gambar 2.7 Agregat kotor dan agregat bersih secara fisik

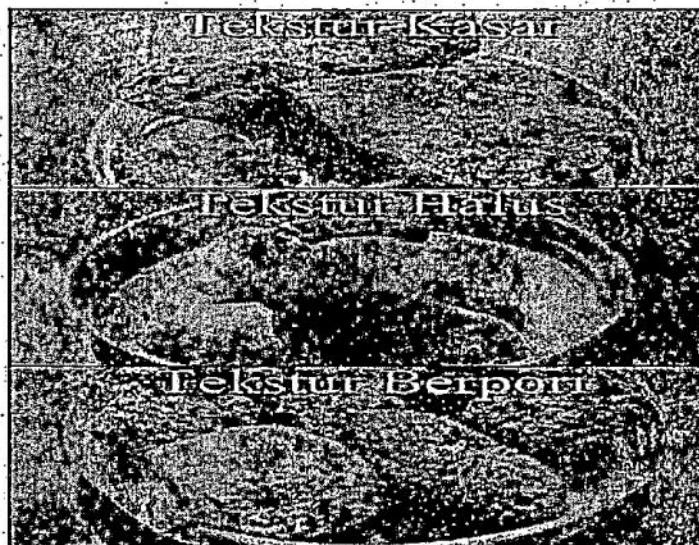
c. Kekerasan dan ketahanan agregat

Agregat yang akan digunakan untuk lapisan perkerasan haruslah mempunyai daya tahan terhadap degradasi (pemecahan) yang mungkin timbul selama

proses pencampuran, pemadatan, repetisi beban lalu lintas dan disintegrasi (penghancuran) yang terjadi selama masa pelayanan jalan. Pemeriksaan ketahanan agregat terhadap penghancuran dapat dilakukan dengan menggunakan mesin *Los Angeles*.

d. Bentuk dan tekstur agregat

Partikel agregat dapat berbentuk bulat (*rounded*), lonjong (*elongated*), kubus (*cubical*), pipih (*flaky*), dan tidak beraturan (*irregular*). Bentuk butir dapat mempengaruhi sifat *workability* campuran perkerasan pada waktu penghampanan dan pemadatan sehingga diperoleh kekuatan struktur perkerasan yang dapat memenuhi persyaratan selama umur pelayanannya. Sedang tekstur agregat adalah suatu kondisi yang menunjukkan susunan permukaan butir agregat, yang dibedakan dalam kondisi licin, kasar, atau berpori. Agregat yang merupakan hasil mesin pemecah batu mempunyai tekstur permukaan kasar, sedangkan agregat dari sungai mempunyai tekstur permukaan yang halus dan licin.



Gambar 2.8 Tekstur agregat kasar, agregat halus dan berpori

e. Porositas

Porositas atau ruang pori merupakan kemampuan volume seluruh pori untuk dilalui aliran air. Agregat dengan porositas tinggi akan mempengaruhi

banyaknya jumlah aspal yang terserap ke dalam agregat. Hal ini menyebabkan semakin banyaknya penggunaan aspal dalam campuran perkerasan.

f. Daya Lekat Aspal terhadap Agregat (*Affinity for Asphalt*)

Daya lekat aspal terhadap agregat dibedakan dalam 2 kondisi, yaitu :

- 1) *Hydrophilic*, yaitu sifat agregat yang mudah diresapi air, hal ini dapat mengakibatkan agregat tidak mudah dilekati aspal dan ikatan aspal dengan agregat mudah lepas.
- 2) *Hydrophobic*, yaitu sifat agregat yang tidak mudah terikat dengan air, tetapi mudah terikat dengan aspal.

g. Berat jenis dan penyerapan

Berat jenis agregat adalah perbandingan antara berat volume agregat dan berat volume air. Besarnya berat jenis agregat penting dalam perencanaan campuran agregat dengan aspal. Agregat yang digunakan harus dari sumber dan jenis yang sama untuk menjamin adanya keseragaman dari campuran.

Berat jenis terdiri dari :

- 1) Berat jenis curah ialah perbandingan antara berat agregat kering dan berat air suling yang isinya sama dengan isi agregat dalam keadaan jenuh pada suhu 25°C;
- 2) Berat jenis kering permukaan jenuh yaitu perbandingan antara berat agregat kering permukaan jenuh dan berat air suling yang isinya sama dengan isi agregat dalam keadaan jenuh pada suhu 25°C;
- 3) Berat jenis semu ialah perbandingan antara berat agregat kering dan berat air suling yang isinya sama dengan isi agregat dalam keadaan kering pada suhu 25°C.
- 4) Penyerapan ialah perbandingan berat air yang dapat diserap quarry terhadap berat agregat kering, dinyatakan dalam persen.

2. Aspal

Aspal adalah campuran yang terdiri dari mineral dan bitumen yaitu bahan yang berwarna hitam. Aspal terdiri dari tiga jenis, yaitu aspal keras, aspal cair serta aspal emulsi dan merupakan senyawa hidrokarbon. Aspal merupakan salah satu komponen kecil, umumnya hanya 4-10% berdasarkan berat tetapi termasuk komponen yang relatif mahal. Aspal untuk *Asphalt Concrete* (AC) harus terdiri dari salah satu aspal keras penetrasi 60/70 atau 80/100 yang seragam, tidak mengandung air, bila dipanaskan samapai dengan 175°C tidak berbuis. Aspal mempunyai sifat adhesi yang kuat, kedap air, awet terhadap serangan asam, alkali, dan garam. Kerbs dan Walker (1971) menyatakan bahwa aspal agregat keras adalah aspal yang digunakan dalam keadaan cair bila dipanaskan pada suhu tertentu dan pada temperatur 25°C- 30°C berbentuk padat.

D. Metode *Marshall*

1. Karakteristik *Marshall*

Konsep dasar dari karakteristik *Marshall* dalam campuran aspal dikembangkan oleh *Bruce Marshall*, dan telah distandarisasi oleh ASTM ataupun AASHTO melalui beberapa modifikasi, yaitu ASTM D 1559-76 atau AASTHO T-245-90. Prinsip dasar metode *Marshall* adalah pemeriksaan stabilitas dan kelelahan (*flow*), serta analisis kepadatan dan pori dari campuran padat yang terbentuk.

Metode *Marshall* dikembangkan untuk rancangan campuran aspal beton. Sebelum membuat benda uji campuran aspal beton maka perkiraan kadar aspal optimum dicari dengan menggunakan rumus pendekatan. Setelah menentukan proporsi dari masing-masing fraksi agregat yang tersedia, selanjutnya menentukan kadar aspal total dalam campuran. Kadar aspal total dalam campuran beton aspal adalah kadar aspal efektif yang membungkus atau menyelimuti butir-butir agregat, mengisi pori antara agregat, ditambah dengan kadar aspal yang akan terserap masuk ke dalam pori masing-masing butir agregat. Setelah diketahui estimasi kadar aspalnya maka dapat dibuat benda uji.

Parameter penting yang ditentukan dalam pengujian *Marshall* adalah beban maksimum yang dapat di pikul oleh benda uji sebelum hancur atau yang biasa disebut *Marshall flow* dan *Marshall stability* yang menunjukkan ketahanan campuran terhadap deformasi permanen seperti gelombang, alur ataupun *bleeding*. Perbandingan antara *Marshall stability* dengan *Marshall flow* yang disebut *Marshall Quotient*, yang dipergunakan untuk pendekatan terhadap tingkat kekakuan atau kelenturan campuran. Parameter *Marshall* yang dihitung yaitu kepadatan (*density*), analisis rongga (*voids analysis*) yang dilakukan dengan pengukuran terhadap benda uji dan menghasilkan parameter kepadatan (*density*), *Voids in the mineral aggregate* (VMA), *Voids in the mix aggregate* (VIM), dan *Voids filled with asphalt* (VFA).

2. Keterbatasan Metode *Marshall*

Keterbatasan metode *Marshall* adalah ketergantungannya terhadap kepadatan yang baik setelah dilalui kendaraan untuk mencapai rongga udara yang disyaratkan, oleh karena itu untuk kondisi seperti di atas maka metode *Marshall* dengan tumbukan 2×75 tumbukan sudah tidak sesuai lagi. Jika derajat kejenuhan tidak tercapai, maka penuaan aspal relatif akan lebih cepat, perkerasan menjadi kurang lentur dan akan cepat retak (Departemen Pekerjaan Umum, 1999).

Pada dasarnya metode *Marshall* masih dapat digunakan sebagai dasar untuk perencanaan secara *volumetric*, tetapi untuk menambah kesempurnaan dalam prosedur perencanaan campuran maka ditentukan pengujian tambahan, yaitu pemadatan ultimit pada benda uji sampai mencapai kepadatan mutlak (*refusal density*). Kepadatan yang mutlak ini berguna untuk menjamin bahwa dengan pendekatan adanya pemadatan oleh lalu lintas setelah beberapa tahun umur rencana maka diharapkan lapis permukaan tidak akan mengalami perubahan bentuk plastis (*plastic deformasi*), dan apabila diterapkan pengujian ini akan menghasilkan peningkatan kinerja pada perkerasan jalan beraspal.

Walaupun pada kenyataannya pemadatan di laboratorium sangat berbeda dengan pemadatan di lapangan dan akibat pemadatan oleh lalu lintas, tetapi pemadatan secara mekanis mendukung sedikit hubungannya dengan beban lalu lintas selama umur rencana, sehingga alat *marshall* sangat berguna untuk

keperluan perencanaan campuran beraspal. Instansi pelaksanaan dan pemeliharaan pada umumnya telah menggunakan metode ini sebagai dasar perencanaan akhir, gradasi agregat dan perencanaan volumetrik.

E. Indeks Perendaman

Asphalt Institute (1993) menyatakan perendaman dilakukan pada suhu 60°C. Di akhir perendaman dilakukan pengukuran perubahan sifat mekanik dari campuran yang berupa stabilitas *Marshall*. Stabilitas *Marshall* adalah beban maksimum yang dapat ditanggung campuran sebelum runtuh. Nilai Indeks Perendaman (IP) tergantung pada jenis dan mutu perkerasan dengan asumsi lapis keadaan memadai. Nilai indeks perendaman (IP) disebut juga dengan Indeks Stabilitas Sisa. Nilai Indeks Stabilitas Sisa yang besar menunjukkan durabilitas perkerasan yang tinggi begitu pula sebaliknya. Kriteria Rencana Campuran dengan durabilitas tinggi mencakup :

1. Bitumen yang cukup untuk mencamin keawetan perkerasan.
2. Stabilitas yang memadai sehingga memenuhi kebutuhan lalu lintas tanpa distorsi atau terjadi pemindahan.
3. Rongga yang memadai didalam total campuran padat sehingga masih memungkinkan adanya sedikit tambahan pemadatan akibat beban lalu lintas tanpa *flushing*, *bleeding*/kelebihan aspal, dan hilangnya stabilitas, namun cukup rendah untuk mencegah masuknya udara dan kelembaban yang berbahaya.
4. Cukup mudah dikerjakan untuk melaksanakan penghamparan campuran secara efisien tanpa mengalami segregasi.
5. Batas atas pada stabilitas campuran untuk mengurangi terjadinya retak.
6. Batas atas dan bawah pada *marshall* kuosien untuk menjamin fleksibilitas dan membatasi deformasi dari campuran akibat lalu lintas.
7. Maksimum ketebalan *film* aspal yang mungkin untuk mengurangi kecepatan oleh oksidasi bitumen dan meningkatkan durabilitas.

Namun demikian mungkin perubahan yang paling penting adalah penekanan yang lebih besar diberikan pada kriteria pertama yaitu bitumen yang cukup untuk

menjamin perkerasan yang awet. Hal ini dicapai dengan mengambil nilai bitumen efektif yang tetap dan relatif tinggi, sebagai langkah pertama didalam proses rencana campuran dengan durabilitas tinggi dibanding gradasi menerus yang relatif sempit . Rencana campuran bergradasi senjang lebih disukai dan dalam hal Lataston (HRS), biasanya perlu untuk membolehkan memasukkan kadar bitumen yang lebih tinggi yang ditentukan.