

BAB III

LANDASAN TEORI

3.1 Konstruksi Perkerasan

Perkerasan jalan adalah suatu konstruksi di atas tanah dasar (*subgrade*) yang berfungsi mendukung beban lalu lintas, kemudian beban tersebut disebarkan ke tanah dasar sehingga tekanan tanah yang terjadi tidak melebihi daya dukung izin tanahnya. Beban lalu lintas yang bekerja diatas konstruksi perkerasan tersebut dapat dibedakan atas; muatan kendaraan berupa gaya vertikal, gaya rem kendaraan berupa gaya horisontal, dan pukulan roda kendaraan berupa getaran-getaran.

Konstruksi perkerasan jalan berdasarkan bahan ikatnya dapat dikelompokkan menjadi 3 (tiga) jenis yaitu :

3.1.1 Perkerasan Lentur (*Flexible Pavement*)

Perkerasan dengan bahan ikat aspal dan dengan bahan susun terdiri dari berbagai fraksi jenis batuan disebut dengan perkerasan lentur, sehingga suatu permukaan jalan dapat berubah bentuk. Dalam batas-batas tertentu permukaan jalan ini dapat menyesuaikan diri terhadap beban yang terjadi, dan dengan sifat elastisnya dapat mengembalikan kepada bentuk aslinya apabila muatan atau beban dihilangkan. Perkerasan lentur diharapkan memiliki kelenturan yang cukup sehingga perkerasan ini dalam penggunaannya relatif lebih nyaman dibanding dengan perkerasan tegar / kaku.

benda uji non standar 6,53% dan standar 6,05%, porsi 80/20 pada benda uji non standar 7,15% dan standar 7,0%, sedangkan porsi 50/50 tidak ada yang memenuhi syarat. Nilai indeks perendaman, porsi 100/0 pada benda uji non standar 84,39% dan standar 84,33%, porsi 80/20 pada benda uji non standar 92,18% dan standar 92,01%, sedangkan porsi 50/50 tidak memenuhi syarat. Nilai karakteristik ATB, porsi 100/0, 80/20 secara keseluruhan nilai stabilitas dan MQ memenuhi persyaratan dan nilai VITM yang memenuhi syarat pada porsi 100/0 dengan kadar aspal 6,0%, 6,5% dan 7,0% dan porsi 80/20 dengan kadar aspal 7,0%, 7,5%, sedangkan porsi 50/50 tidak ada yang memenuhi syarat. Sehingga hasil penelitian ini dapat di tarik kesimpulan bahwa, pasir halus sungai Indragiri Riau bisa digunakan sebagai pengganti agregat halus dan filler terhadap karakteristik campuran ATB adalah porsi 80/20

2. **Bariono** (*Tugas Akhir, Jurusan Teknik Sipil, UGM, Yogyakarta, 1998*), penelitian yang dilakukan yaitu mengkaji Penggunaan Pasir Bokem Merauke Irian Jaya terhadap Karakteristik HRS B Berdasarkan Uji Marshall.

Dalam penelitian ini digunakan pasir Bokem sebagai agregat halus yang didatangkan dari kabupaten Merauke Irian Jaya, dan agregat pecah dari Clereng Kulon Progo yang telah diproses dengan alat pemecah batu (stone crusher). Parameter yang diukur sesuai dengan jenis perkerasan HRS B adalah density, VITM, flow, stabilitas, dan Marshall Quotient.

Pada prinsipnya lapis perkerasan lentur tersusun atas 3 (tiga) bagian, yaitu :

1. Lapis permukaan (*Surface Course*)
2. Lapis pondasi atas (*Base Course*)
3. Lapis pondasi bawah (*Sub-base Course*)

Sumber: Jalan Raya, Bagian II, Ir. Suprpto, TM. , Universitas Gadjah Mada, Oktober 1979

Tiap lapisan tersebut mempunyai fungsi yang berbeda-beda. Fungsi-fungsi tiap lapisan tersebut adalah sebagai berikut:

a) Lapis Permukaan

Lapisan yang terletak paling atas ini fungsinya sebagai:

- 1) Lapis perkerasan penahan beban roda, lapisan mempunyai stabilitas tinggi untuk menahan beban roda selama masa pelayanan
- 2) Lapis kedap air, sehingga air hujan yang jatuh di atasnya tidak meresap ke lapisan dibawahnya dan melemahkan lapisan-lapisan tersebut
- 3) Lapis aus, lapisan yang langsung menderita gesekan akibat rem kendaraan sehingga mudah menjadi aus
- 4) Lapisan yang menyebarkan beban ke lapisan dibawahnya sehingga dapat dipikul oleh lapisan lain yang mempunyai daya dukung yang lebih jelek
- 5) Lapis yang memberikan suatu permukaan yang rata

b) Lapis Pondasi Atas

Lapisan perkerasan yang terletak diantara lapis pondasi bawah dan lapis permukaan berfungsi sebagai:

- 1) Bagian perkerasan yang menahan gaya lintang dari beban roda dan menyebarkan beban ke lapisan dibawahnya
 - 2) Lapisan peresapan untuk lapisan pondasi bawah
 - 3) Bantalan terhadap lapisan permukaan
- c) Lapis Pondasi Bawah

Lapis perkerasan yang terletak antara lapis pondasi atas dan tanah dasar berfungsi sebagai:

- 1) Bagian dari konstruksi perkerasan untuk menyebarkan beban roda ke tanah dasar
- 2) Efisiensi penggunaan material
- 3) Mengurangi tebal lapisan diatasnya
- 4) Lapis peresapan agar air tanah tidak berkumpul di pondasi

3.1.2 Perkerasan Tegar (*Rigid Pavement*)

Perkerasan tegar adalah perkerasan yang terdiri dari komponen batuan (krikil) dan pasir yang dicampur kemudian diikat oleh bahan pengikat semen portland. Perkerasan ini terdiri dari plat beton semen yang diletakkan langsung di atas tanah dasar yang telah disiapkan ataupun di atas pondasi (*base course*) agregat klas A/B.

Perbedaan utama antara perkerasan tegar dan perkerasan lentur adalah cara struktur tersebut menyebarkan beban pada tanah dasar. Pada perkerasan tegar penyebaran pembebanan meliputi daerah yang cukup luas, sehingga tekanan yang diderita tanah dasar per satuan luas akibat beban lalu-lintas menjadi sangat kecil. Kekakuan yang dimiliki oleh perkerasan tegar dapat

ditingkatkan dengan memperbaiki mutu bahan penyusunnya, yang berarti menaikkan mutu beton semennya. Berbeda dengan perkerasan tegar, perkerasan lentur terdiri dari beberapa lapis sehingga kemampuan untuk melimpahkan beban lalu lintas ke tanah dasar tergantung sifat penyebaran beban oleh masing-masing lapisan.

3.1.3 Perkerasan *Composite*

Perkerasan *composite* merupakan gabungan antara perkerasan lentur dan perkerasan tegar, dimana slab beton difungsikan sebagai pondasi dan perkerasan lentur sebagai lapis permukaan. Pada umumnya hal ini dilakukan jika keadaan tanah dasar (*sub-grade*) kurang begitu baik, antara lain disebabkan oleh kadar air tanah dan faktor kembang susut tanah yang terlalu tinggi, sehingga slab beton diperlakukan sebagai rakit (*rafting*) dan tidak diperlukan perawatan tanah dasar secara konservatif. Perkerasan *composite* juga diterapkan pada jembatan atau *fly over* jika perkerasan yang direncanakan merupakan perkerasan yang *flexible*.

Dari ketiga jenis perkerasan tersebut di atas, perkerasan lentur masih menjadi pilihan utama untuk digunakan, karena dirasa lebih menguntungkan dibanding dengan jenis perkerasan lainnya. Pada dasarnya lapis lentur terbagi menjadi tiga lapisan yaitu, lapis pondasi bawah (*Sub Base Course*), lapis pondasi atas (*Base Course*) dan lapis permukaan (*Surface Course*).

3.3 Hot Rolled Sheet Wearing Course (HRS-WC)

HRS-WC umumnya mempunyai pengertian sebagai Lapis penutup yang terdiri dari campuran antara agregat bergradasi senjang, filler (mineral debu) dan aspal keras penetrasi 60 atau penetrasi 80 dengan perbandingan tertentu, yang dicampur dan dipadatkan dalam keadaan panas, sesuai dengan spesifikasi baru campuran aspal panas. (Puslitbang Jalan, 1992)

3.3.1 Fungsi HRS-WC

Fungsi umum dari HRS-WC adalah untuk mencegah masuknya air dari permukaan ke dalam konstruksi perkerasan sehingga dapat mempertahankan kekuatan konstruksi sampai tingkat tertentu.

Fungsi dari HRS-WC adalah setara dengan HRS (*LATASTON*) sesuai dengan petunjuk pelaksanaan No. 12/PT/B/1983 Dirjen Bina Marga, DPU adalah sebagai berikut :

- a. Sebagai pendukung beban lalu lintas
- b. Sebagai pelindung konstruksi di bawahnya dari kerusakan akibat pengaruh air dan cuaca.
- c. Sebagai lapis aus yaitu lapis yang dapat aus yang selanjutnya dapat diganti lagi dengan lapisan yang baru.
- d. Menyediakan lapis permukaan jalan yang rata dan tidak licin.

3.3.2 Persyaratan-persyaratan Campuran HRS-WC

Seperti yang telah diulas pada *sub bab II* yakni *Spesifikasi HRS* dan diuraikan pada tabel 2.6, terdapat persyaratan karakteristik campuran Hot Rolled Sheet Wearing Course (HRS-WC) ditinjau dari kekuatan, kekakuan,

kelenturan dan keawetan dari perkerasan campuran aspal panas jenis tersebut menurut Puslitbang Jalan.

Tabel 3.1 Persyaratan Kekuatan, Kekakuan, Kelenturan, Keawetan HRS WC

Sifat Campuran	Minimum	Maksimum	Karakteristik
Stabilitas Marshall (kg)	800	-	Kekuatan
Marshall Flow (mm)	2.5	-	Kelenturan
Marshall Quotient (kg/mm)	200	500	Kekakuan
VMA (%)	18	-	Keawetan
VFB (%)	68	-	

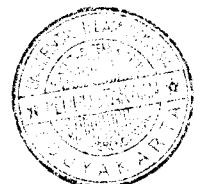
Sumber: *Journal Metode Perencanaan Campuran Aspal Panas Berdasarkan spesifikasi yang disempurnakan, Penelitian Puslitbang Jalan dan TRI (1992)*

Telah dijelaskan yang terdapat pada sifat-sifat “wearing course” butir 2.3.e Bab II bahwa tebal nominal dari surface course jenis perkerasan ini adalah 30mm yang menjadi tebal aktual. Ketebalan aktual jenis perkerasan campuran aspal panas lainnya sesuai dengan yang disyaratkan diberikan juga.

Tabel 3.2. Tebal Nominal Minimum Perkerasan Campuran Aspal

Type Perkerasan		Simbol	Ketebalan Nominal Minimum (dalam mm)
Hot Rolled Sand Sheet Class A		HRSS A	15
Hot Rolled Sand Sheet Class B		HRSS B	20
Hot Rolled Sheet	Wearing Course	HRS WC	30
	Base Course	HRS BC	30
Asphaltic Concrete	Wearing Course 1	AC WC1	40
	Wearing Course 2	AC WC2	40
	/ Binder Course	/ AC BC	
	Base Course	AC BASE	50

Sumber: *Buku Specification Hot Asphaltic Mixtures, Departemen Pekerjaan Umum, Direktorat Jendral Bina Marga, Direktorat Bina Teknik, Jakarta, September 1999*



Perkecualian pada lapis “levelling” (levelling course), tidak mempunyai persyaratan ketebalan nominal minimum tertentu melainkan dengan *correction factor (C)* :

$$C = \frac{\text{Accepted Nominal Thickness}}{\text{Design Nominal Thickness}}$$

Sedangkan spesifikasi persyaratan Lataston (HRS) yang dikeluarkan oleh Dinas Bina Marga Departemen Pekerjaan Umum 2002 disempurnakan pada tahun 2005 yangmana tidak ditentukan batas-batas pelayanan beban lalulintas pada sifat campuran rongga terisi aspal dan rongga dalam agregat tetapi hanya ditentukan batas minimal dan maksimal pada nilai-nilai sifat campuran tersebut sehingga persyaratan sifat campuran yang harus dipenuhi oleh perkerasan jenis HRS WC menurut spesifikasi Dinas Bina Marga Departemen Pekerjaan Umum 2005 tertera pada tabel 3.3 dibawah ini.

Tabel 3.3. Persyaratan Campuran HRS WC Bina Marga 2005

Sifat-sifat Campuran		Lataston
		HRS WC
Penyerapan Aspal (%)	Max	1.7
Jumlah Tumbukann per bidang		75
Rongga dalam Campuran (%)	Min	3.0
	Max	6.0
Rongga dalam Agregat (VMA) (%)	Min	18
Rongga terisi Aspal (%)	Min	68
Stabilitas Marshall (%)	Min	800
Pelelehan (mm)	Min	3
Marshall Quotient (kg/mm)	Min	250
Stabilitas Marshall Sisa (%) setelah Perendaman selama 24 jam, suhu 60 derajat Celcius	Min	75
Rongga dalam Campuran (%) pada Kepadatan membal (Refusel)	Min	2

Sumber : Buku seksi 6.3 Bab V, Spesifikasi Proyek Perencanaan Teknik Jalan dan Jembatan, Sub Dinas Bina Marga, Departemen Pekerjaan Umum, 2005

Kriteria design campuran untuk Hot Rolled Asphalt menurut peraturan perkerasan jalan **British Standart 594** sebagai sumber perencanaan perkerasan Hot Rolled Sheet di Indonesia mempunyai kriteria yang berbeda dalam menentukan kriteria campuran untuk lapisan non struktural maupun struktural.

Perbedaan yang sangat mencolok yakni dalam penentuan kadar aspal optimumnya yang diperoleh dari grafik-grafik hasil percobaan Marshall beberapa variasi kadar aspal. Tiap hasil perhitungannya didapat sifat kerapatan campuran, isi rongga udara, stabilitas Marshall, dan angka perbandingan Marshall. Hasil perhitungan dari sifat-sifat Marshall tersebut dibuat grafik yang dapat digunakan untuk penentuan kadar aspal optimum sesuai dengan batas spesifikasi yang disyaratkan. Untuk lapisan aus atau lapisan baru yang non struktural dimana fleksibilitas, ketahanan terhadap kelelahan, dan kualitasnya merupakan syarat-syarat utama, maka kriterium terpenting adalah adalah mengusahakan prosentase aspal dalam campuran yang se-maksimal mungkin.

Kriteria untuk menetapkan kadar aspal optimum digunakan kerapatan campuran maksimum dan bukan kerapatan yang berasal dari puncak grafiknya. Rangkaian usulan dari kriteria batasan tersebut untuk kondisi di Indonesia diberikan dalam tabel 3.4 dibawah ini.

**Tabel 3.4. Persyaratan Campuran HRA WC
Untuk Kriteria yang disarankan**

Sifat Campuran		HRA Wearing Course	
		Batasan	Tujuan
Stabilitas Marshall (kg)	min maks	450 850	Rutting Cracking
Rongga dalam Campuran (%)	min maks	4 8	Bleeding Durability
Marshall Quotient (kg/mm)	min maks	150 300	Shoving, Slip Flexibility
Kadar Aspal (%)		maximum possible	Durability Fatigue Strenght Flexibility

Sumber : Central Design and Materials Project, Management Assistance to DGH and DPUP, Second Edition, Mei, 1983

3.4 Bahan

Secara prinsip bahan penyusun suatu perkerasan lentur adalah aspal dan agregat, keduanya dapat dicampur secara dingin maupun panas dengan batasan-batasan tertentu sesuai dengan spesifikasinya.

3.4.1 Agregat

Permeabilitas suatu campuran, yang sangat menentukan daya tahan lapis perkerasan, tidak saja tergantung pada kandungan volume rongga udara tetapi di tentukan pula oleh gradasi agregatnya. Gradasi atau distribusi butiran berdasarkan ukuran agregat merupakan hal yang penting dalam menentukan stabilitas perkerasan, gradasi agregat mempengaruhi besarnya rongga udara antar butiran yang akan menentukan stabilitas.

Gradasi agregat diperoleh dari hasil analisa saringan dengan menggunakan satu set saringan. Saringan paling kasar di letakkan di atas dan saringan paling halus diletakan paling bawah dan di bawah saringan terkecil diletakan pan.

Pemilihan jenis agregat yang sesuai untuk digunakan pada konstruksi perkerasan dipengaruhi oleh beberapa faktor. Faktor-faktor yang mempengaruhi yaitu ukuran dan gradasi, kekerasan dan kekuatan, bentuk tekstur permukaan, kelekatan terhadap aspal, kebersihan dan sifat kimia. (Kerbs and Walker, 1971).

3.4.1.1 Klasifikasi Agregat

Berdasarkan proses pengolahannya agregat yang digunakan sebagai bahan perkerasan lentur dibedakan atas:

1. agregat Alam

Agregat yang dipakai sebagaimana bentuknya dari alam atau dengan sedikit proses pengolahan. Dua bentuk agregat alam yang sering dipergunakan yaitu kerikil dan pasir.

2. agregat berdasarkan proses pengolahan

Agregat yang diperoleh melalui proses pemecahan untuk mendapatkan hasil yang diinginkan. Proses pemecahan agregat sebaiknya menggunakan mesin pemecah batu sehingga ukuran partikel yang dihasilkan dapat terkontrol.

3. agregat berdasarkan partikel-partikel agregat

The Asphalt Institute (E 3-1, 1983) mengelompokkan agregat menjadi 4 (empat) fraksi, yaitu :

- 1) Agregat kasar, batuan yang tertahan saringan No. 8 (2,36 mm)
- 2) Agregat halus, batuan yang lolos saringan No. 8 dan tertahan saringan No. 30 (0,6 mm)
- 3) Mineral pengisi (*filler*), batuan yang lolos saringan No. 30
- 4) Mineral debu (*dust*), fraksi agregat halus yang lolos saringan No. 200 (0,074 mm).

Untuk ukuran komposisi pada penelitian ini sesuai dengan persyaratan yang ada maka untuk *Wearing Course* saringan yang digunakan adalah : $\frac{3}{4}$, $\frac{1}{2}$, $\frac{3}{8}$, # 4, # 8, # 16, # 30, # 50, # 100 dan # 200.

Dalam praktek agregat umumnya digolongkan menjadi 3 (tiga) kelompok yaitu:

- 1) Batu, yaitu material yang besarnya butiran lebih dari 40 mm
- 2) Kerikil, yaitu material yang besarnya butiran antara 5 mm sampai 40 mm
- 3) Pasir, yaitu material yang besarnya butiran antara 5 mm sampai 0,15 mm

3.4.1.2 Sifat-sifat Agregat

Sifat agregat yang menentukan kualitasnya sebagai bahan konstruksi perkerasan jalan dapat dikelompokkan menjadi 3 kelompok yaitu:

3.4.1.2.1 Kekuatan dan Keawetan (strength and durability)

Kekuatan dan keawetan lapisan dipengaruhi oleh:

a. *Ukuran dan Gradasi*

Gradasi agregat dapat dibedakan sebagai berikut :

- 1) Gradasi seragam/terbuka (*Uniform Open Graded*), gradasi seragam adalah agregat dengan ukuran yang hampir sama atau mengandung agregat halus yang sedikit jumlahnya, sehingga tidak dapat mengisi rongga antar agregat. Agregat dengan gradasi seragam akan menghasilkan lapis perkerasan dengan sifat permeabilitas tinggi, stabilitas kurang dan berat volume kecil.
- 2) Gradasi Rapat/Baik (*Dense/Well Graded*), gradasi rapat merupakan campuran agregat kasar dan halus dalam porsi yang seimbang. Agregat dengan gradasi rapat akan menghasilkan lapis perkerasan dengan stabilitas tinggi, kurang kedap air, sifat drainasi jelek dan berat volume besar.
- 3) Gradasi Senjang (*Poorly/Gap Graded*), agregat buruk merupakan campuran agregat yang tidak memenuhi dua jenis agregat di atas yang merupakan agregat dengan satu atau beberapa fraksi tidak disertakan.

Untuk lapis aspal beton, gradasi yang digunakan adalah gradasi menerus dengan tekstur/gradasi rapat (*Dense Well Graded*). Spesifikasi yang digunakan berpedoman pada Petunjuk Pelaksanaan Lapis Aspal Beton (*Laston*) Untuk Jalan Raya, 1987.

b. Ukuran Maksimum

Semua lapisan perkerasan lentur membutuhkan agregat yang terdistribusi dari besar sampai kecil. Semakin besar ukuran maksimum partikel agregat yang digunakan semakin banyak variasi ukuran dari besar sampai kecil yang dibutuhkan. Batasan ukuran maksimum yang digunakan dibatasi oleh tebal lapisan yang diharapkan.

Ada 2 (dua) cara untuk menyatakan ukuran partikel agregat yaitu dengan:

- 1) ukuran maksimum, merupakan ukuran tapis/ayakan terkecil dimana agregat tersebut lolos 100%
- 2) ukuran nominal maksimum, merupakan ukuran tapis terbesar dimana agregat tertahan tapis/ayakan tidak lebih dari 10%

c. Kadar Lempung

Lempung mempengaruhi mutu campuran agregat dengan aspal karena

- 1) lempung membungkus partikel-partikel agregat sehingga ikatan antara agregat dan aspal berkurang
- 2) adanya lempung mengakibatkan luas daerah yang harus diselimuti aspal bertambah
- 3) tipisnya lapisan aspal mengakibatkan lapisan mudah teroksidasi sehingga lapisan cepat rapuh
- 4) lempung cenderung menyerap air yang berakibat hancurnya lapisan aspal

Terdapat 2 (dua) pemeriksaan yang umum dilakukan untuk menentukan kadar lempung yaitu:

1. Atterberg limit, dilakukan untuk campuran agregat yang agak halus
2. Sand Equivalent Test, dilakukan untuk partikel agregat yang lolos saringan no. 4 sesuai dengan prosedur AASHTO T176-73 (1982) dengan nilai Sand Equivalent untuk bahan konstruksi perkerasan jalan adalah $> 50\%$.

d. *Kekerasan dan Ketahanan Batuan (Toughness)*

Batuan yang digunakan untuk konstruksi lapis perkerasan harus cukup keras, tetapi juga disertai dengan kekuatan terhadap pemecahan (*degradasi*) yang mungkin timbul selama proses pencampuran, penghamparan dan pemadatan, repetisi beban lalu-lintas dan penghancuran batuan (*desintegrasi*) selama masa pelayanan jalan tersebut. Faktor-faktor yang mempengaruhi tingkat degradasi yaitu :

- 1) Agregat yang lunak mengalami degradasi yang lebih besar dari agregat yang lebih keras.
- 2) Gradasi terbuka mempunyai tingkat degradasi yang lebih besar daripada gradasi timpang.
- 3) Partikel bulat akan mengalami degradasi yang lebih kecil dari pada partikel yang bersudut.
- 4) Energi pemadatan yang besar akan mengakibatkan degradasi pada butiran agregat.

Untuk menguji kekerasan atau kekuatan batuan digunakan alat *Los Angeles Abrasion Test*, yaitu metode pengujian ketahanan bantuan terhadap benturan (*impact*) dan keausan (*abrasion*). Persyaratan nilai

keausan batuan untuk *surface course* maksimum 40%, sedangkan untuk menguji ketahanan terhadap cuaca/penghancuran (*desintegrasi*) digunakan *soundness test*, agregat dengan *soundness* lebih kecil 12% menunjukkan agregat yang cukup tahan terhadap cuaca dan dapat digunakan untuk lapis perkerasan.

e. *Bentuk butir (Shape)*

Bentuk butiran adalah faktor yang sangat penting untuk mendapat gaya gesek antara batuan dan perkerasan, di samping itu bentuk butiran juga berpengaruh terhadap stabilitas konstruksi perkerasan jalan. Bentuk butiran yang kasar akan menghasilkan sudut dalam yang besar dari pada bentuk butiran yang permukaannya halus, dengan adanya ikatan yang baik antar partikel maka perkerasan akan lebih mampu menahan *deformasi* yang timbul akibat beban lalu-lintas yang terjadi, klasifikasi bentuk butiran dapat dilihat pada tabel 3.5.

Tabel 3.5. Klasifikasi bentuk batuan berdasarkan hasil test pengamatan langsung (*Description Test*)

Klasifikasi	Keterangan (Description)
Bulat (Rounded)	Permukaan halus/licin karena ter-aus air
Tak Beraturan (Irregular)	Tak beraturan alami atau sebagian ter-aus dan mempunyai sudut-sudut bulat
Elongated	Biasanya bersudut bagus yang bagian panjangnya lebih panjang jika dibandingkan dengan kedua dimensi
Flaky	Batuan yang mempunyai bagian tipis lebih kecil dibanding dengan dua dimensi yang lain, misalnya batuan yang berlapis-lapis
Flaky and Elongated	Material yang mempunyai bagian panjang sangat besar dibandingkan dengan lebarnya dan lebarnya besar daripada bagian tipisnya

Sumber : *Batuan Sebagai Bahan Jalan, Wiryawan Purboyo, 1989.*

f. *Tekstur Permukaan*

Tekstur permukaan dari bahan batuan dapat dibagi menjadi 3 (tiga) macam, yaitu :

- 1) Batuan kasar (*rough*), memberikan *internal friction*, *skid resistance*, serat kelekatan aspal yang baik pada campuran, biasanya batu pecah mempunyai *surface texture* yang kasar.
- 2) Batuan halus (*smooth*), mudah dilapisi aspal tetapi *internal friction* dan kekekatannya kurang baik dibandingkan dengan bahan kasar.
- 3) Batuan mengkilat (*polished*), memberikan *internal friction* yang rendah sekali dan sulit dilekati aspal.

3.4.1.2.2 Daya lekat Aspal

Faktor-faktor yang berpengaruh adalah *surface rexture*, *surface coating*, *surface area*, *porositas* dan *reaktivitas kimiawi*. Lekatan aspal pada batuan akan merupakan ikatan yang kuat jika aspal mengandung asam tertentu dan batuan merupakan basa/*lime stone*.

a) *Porositas*

Porositas berpengaruh terhadap kekuatan, kekerasan dan pemakaian aspal dalam campuran. Semakin banyak pori batuan maka semakin kecil kekuatan dan kekerasannya, serta memerlukan aspal lebih banyak, selain itu pori batuan banyak mengandung air, dan air ini akan sulit dihilangkan, sehingga mengganggu kelekatan antara aspal dan batuan.

b) *Sifat Kimiawi*

Keadaan ini dipengaruhi oleh keadaan batuan, agregat yang bersifat basa biasanya akan lebih mudah dibasahi aspal dari pada air (*hidrophobic*), hal ini terjadi karena muatan listrik pada agregat adalah positif. Jika muatan listrik pada permukaan agregat adalah negatif maka agregat ini bersifat asam sehingga mudah dibasahi oleh air daripada aspal (*hidrophillic*). Pengenalan jenis muatan pada permukaan agregat ini penting, karena sekarang tersedia jenis aspal baik yang *kationik* (muatan listrik positif) maupun yang anionik (muatan listrik negatif) yang dapat dipilih sesuai dengan jenis agregatnya.

c) *Kebersihan*

Bersihnya permukaan batuan dari bahan-bahan yang dapat menghalangi melekatnya aspal sangatlah penting, bahan-bahan tersebut dapat berupa lumpur, zat organik, partikel lempung dan sebagainya, karena substansi tersebut dapat mengurangi daya lekat aspal terhadap batuan.

d) *Sifat mekanis*

Sifat mekanis tergantung dari:

- 1) pori-pori dan absorpsi
- 2) bentuk dan tekstur permukaan
- 3) ukuran butir

3.4.1.2.3 Kemudahan dalam pelaksanaan

Kemudahan dalam pelaksanaan dan menghasilkan lapisan yang nyaman dan aman dipengaruhi oleh:

- 1) tahanan geser (skid resistance)
- 2) campuran yang memberikan kemudahan dalam pelaksanaan (bituminous mix workability)

3.4.1.3 Persyaratan agregat

Sebagai penyusun campuran, agregat harus memenuhi persyaratan yang telah ditetapkan oleh Bina Marga. Persyaratan agregat dapat dilihat pada tabel dibawah ini:

Tabel 3.6 Persyaratan Agregat Kasar

No.	Jenis Pemeriksaan	Syarat
1	Keausan dengan Mesin Los Angles	maks. 40%
2	Kelekatan terhadap aspal	>95%
3	Penyerapan agregat terhadap air	maks. 3%
4	Berat jenis	min. 2.5

Sumber: Bina Marga 1987

Tabel 3.7 Persyaratan Agregat Halus

No.	Jenis Pemeriksaan	Syarat
1	Penyerapan agregat terhadap air	maks. 3%
2	Berat jenis semu	min. 2.5
3	Sand Equivalent	min. 50%

Sumber: Bina Marga 1987

3.4.2 Filler

Filler adalah material berbutir halus yang lolos saringan No. 200 dipakai sebagai pengisi pada pembuatan campuran aspal beton. Fille ini dapat diperoleh dari debu abu batu/agregat yang disaring terus-menerus.

Hasil penggunaan filler terhadap campuran aspal adalah:

- 1) filler diperlukan untuk meningkatkan kepadatan, kekuatan dan karakteristik lainnya
- 2) filler akan mengisi rongga dan menambah bidang kontak antar butir agregat sehingga akan meningkatkan kekuatan campuran
- 3) filler yang ditambahkan dalam aspal akan mengubah sifat-sifat aspal (daktilitas, penetrasi, dan viskositas) secara drastis walaupun kadarnya relatif rendah
- 4) viskositas aspal filler pada suhu tinggi sangat bervariasi pada kisaran yang lebar, tergantung pada jenis filler dan kadarnya. Perbedaan ini menjadi kecil pada suhu yang lebih rendah
- 5) hasil tes menunjukkan bahwa ada hubungan yang baik antara viskositas aspal dan usaha pemadatan campuran. Disarankan suhu perlu dinaikkan bila pemadatan campuran menggunakan filler aspal berkonsentrasi tinggi
- 6) sensitifitas campuran terhadap air pada tipe dan kadar filler yang berbeda menunjukkan variasi yang besar. Hasil tes menunjukkan bahwa sensitifitas terhadap air dapat diturunkan dengan mengurangi kadar filler yang sensitif terhadap air.

3.4.3 Pasir

Pasir merupakan pengisi diantara butir-butiran agregat yang ukurannya bervariasi yaitu antara 0,15 mm sampai 5 mm. Ditinjau dari sifat ekonomisnya dan cara mendapatkannya, pasir digolongkan sebagai berikut:

a. Pasir Alam

Pasir terbentuk ketika batu-batu dibawa arus sungai dari sumber air ke muara sungai. Akibat tergulung dan terkikis (pelapukan/erosi) akhirnya membentuk butir-butir halus. Pasir alam dapat digolongkan menjadi 3 (tiga) macam yaitu (Kardiyono Tjokrodimulyo, 1993) :

1. Pasir Galian

Pasir ini diperoleh dari permukaan tanah atau dengan cara menggali. Untuk pasir ini biasanya tajan, bersudut, dan bebas dari kandungan garam tetapi kandungan lumpurnya sangat tinggi.

2. Pasir Sungai

Pasir ini diperoleh langsung dari dasar sungai, yang umumnya berbutir halus, bulat-bulat, akibat proses gesekan. Daya lekat antar butiran agak kurang karena bentuk pasir yang bulat

3. Pasir Laut

Pasir ini diperoleh langsung dari pantai. Butir-butirnya halus dan bulat karena gesekan. Pasir ini merupakan pasir yang jelek, karena banyak mengandung garam. Garam-garam ini menyerrap kandungan air dari udara dan mengakibatkan pasir selalu agak basah dan juga menyebabkan pengembangan bila sudah bercampur pada campuran.

b. Pasir Buatan

Pasir buatan adalah pasir yang sengaja dibentuk sedemikian rupa sehingga memenuhi kriteria dan syarat-syarat yang telah ditentukan. Dari cara pembentukannya dibedakan menjadi:

1) Pasir dari pecahan batu

Pemecahan dan penggilingan batuan kadang dipakai untuk menghasilkan macam-macam ukuran pasir. Pasir dihancurkan di dalam Rod Mill atau Hammer Mill. Pasir yang dihasilkan umumnya angular.

2) Pasir dari pecahan bata/genting

Pecahan bata/genting dari kualitas yang baik menjadikan agregat memenuhi syarat teknis yakni bata harus bebas dari mortar dan kapur. Pasir pecahan bata/genting ini tidak baik untuk konstruksi kedap air.

3) Pasir dari terak dingin

Terak dingin adalah hasil sampingan dari pembakaran biji besi pada tanur tinggi yang didinginkan pelan-pelan di udara terbuka. Pemilihan terak secara cermat dapat menghasilkan material pasir yang baik dan mengandung belerang didalamnya.

3.4.4 Aspal Dalam Campuran

Penggunaan aspal dalam campuran sangat menentukan tingkat kededapan air dan udara, semakin banyak aspal akan semakin rapat campuran yang dapat terisi oleh aspal, sebaliknya jika kasar aspal terlalu kecil maka banyak rongga yang kosong, sehingga campuran kurang rapat.

Kadar aspal yang berlebihan hingga diatas nilai optimal dapat menimbulkan kerusakan pada lapis perkerasan seperti kegemukan (*bleeding*), Kriting (*Corregation*) dan sungkur. Hal ini merugikan, sehingga perlu dicari kadar aspal optimum-selain berpengaruh terhadap kededapan,

kasar aspal berpengaruh juga terhadap kekedapan, kadar aspal berpengaruh juga terhadap kekakuan campuran (*Stiffnes*).

Besarnya kandungan aspal pada suatu lapis perkerasan dipengaruhi oleh :

- a. Luar permukaan butir
- b. Kekerasan permukaan butir
- c. Penyerapan tiap-tiap butir
- d. Keenceran atau sifat penetrasi dari aspalnya.
- e. Cadangan aspal dalam rongga yang dibutuhkan.

Persyaratan aspal yang digunakan sebagai bahan campuran dalam pembuatan beton aspal harus memenuhi persyaratan seperti tabel 3.8 di bawah ini.

Tabel 3.8 Persyaratan Aspal

No.	Jenis Pemeriksaan	Cara Pemeriksaan	Persyaratan				Satuan
			Pen. 60		Pen. 80		
			Min	Maks	Min	Maks	
1.	Penetrasi (25 °C – 5 detik)	PA.0301-76	60	79	80	99	01 mm
2.	Titik lembek (<i>ring ball</i>)	PA.0302-76	48	58	46	54	°C
3.	Titik nyala (<i>elev-open cup</i>)	PA.0303-76	200	-	225	-	°C
4.	Kehilangan besat (164 °C, 5 jam)	AASHTO T-79	-	0,8	-	0,1	%berat
5.	Kalarutan (C ₂ HCL ₃)	PA. 0305-76	99	-	99	-	%berat
6.	Daktilitas (25°C, 5 an/menit)	PA-0306-76	100	-	100	-	Cm
7.	Penetrasi stlh kehilangan berat	PA-0301-76	54	-	50	-	%semula
8.	Daklilitas stl kehilangan berat	PA-0306-76	50	-	75	-	Cm
9.	Berat jenis (25 °C)	PA-0307-76	1	-	1	-	Gr/cc

Sumber : *Petunjuk Pelaksanaan LASTON Untuk Jalan Raya, Bina Marga, 1987*

Aspal yang digunakan pada perkerasan jenis HRS-WC adalah aspal keras yang berupa aspal keras penetrasi 60/70 yang harus memenuhi persyaratan sebagaimana tertera Tabel 3.9 dibawah ini:

Tabel 3.9. Persyaratan Aspal Keras

Jenis Pemeriksaan	Cara Pemeriksaan	Persyaratan		Satuan
		Pen 60		
		min	maks	
1. Penetrasi (25 ⁰ , 5 detik)	PA. 0301-76	60	79	0,1 mm
2. Titik Lembek (ring & ball)	PA. 0302-76	46	58	⁰ C
3. Titik Nyala (elev. Open cup)	PA. 0303-76	200	-	⁰ C
4. Kehilangan berat (163 ⁰ C, 5 jam)	PA. 0304-76	-	0,4	%berat
5. Kelarutan (CCl ₄ atau CS ₂)	PA. 0305-76	99	-	%berat
6. Daktilitas (25 ⁰ C, 5cm/menit)	PA. 0306-76	100	-	cm
7. Penetrasi setelah kehilangan berat	PA. 0301-76	75	-	%semula
8. Berat Jenis (25 ⁰ C)	PA. 0307-76	1	-	Gr/cc

Sumber: Petunjuk Pelaksanaan Lapis Tipis Aspal Beton, Departemen Pekerjaan Umum, Direktorat Jendral Bina Marga, 1983

3.5 Karakteristik Campuran Aspal Beton

Karakteristik yang harus dimiliki pada setiap jenis lapis perkerasan pada campuran beton aspal adalah sebagai berikut :

a. Stabilitas (*Stability*)

Stabilitas adalah kemampuan lapis perkerasan jalan untuk menerima beban lalu lintas tanpa terjadi perubahan bentuk tetap, seperti gelombang, alur, ataupun *bleeding*. (*Silvia Sukirman 1995*).

Stabilitas tergantung dari gesekan antar batuan (*Internal Friction*) dan kohesi. Gesekan internal bergantung dari tekstur permukaan gradasi agregat, bentuk partikel, kepadatan campuran dan jumlah aspal. Gesekan internal ini merupakan kombinasi dari gesekan dan tahanan pengunci dari agregat dalam campuran. (*Asphalt Institute, 1983*).

Bentuk butiran yang lebih *angular* dan tekstur permukaan yang lebih kasar, akan diperoleh *internal friction* yang lebih besar karena ditambah sifat yang saling mengunci antar butir bantuan yang tinggi. Maka akan diperoleh campuran perkerasan dengan stabilitas yang tinggi dan dengan bantuan bahan ikat aspal yang memberikan sifat *kohesi*, stabilitas akan semakin tinggi. Tetapi jumlah aspal yang melebihi kadar optimum akan berakibat menurunnya kekuatan *kohesi* (*Kerb and Walker*).

b. Keawetan/Daya Tahan(*Durability*)

Durabilitas dari lapis keras adalah ketahanan lapis keras tersebut terhadap pengaruh cuaca dan beban lalu lintas. Faktor yang dapat mempertinggi durabilitas adalah jumlah aspal yang tinggi, gradasi yang rapat, pemadatan yang benar, campuran aspal dan batuan yang rapat air, serta kekerasan dari batuan penyusun lapis perkerasan itu.

The Shell Bitumen Handbook (1990), mendefinisikan durabilitas sebagai kemampuan mempertahankan *rheologi*, kohesi, dan *adhesi* yang memuaskan selama pelayanan jangka panjang. Sedangkan faktor-faktor utama penentu durabilitas adalah pengerasan yang disebabkan oleh *oksidasi*, *evaporasi*, dan *eksudasi*.

Menurut Suprpto, T (1994), durabilitas merupakan sifat tahan lama yang sangat diperlukan dalam hubungannya dengan air serta adanya *aging of bitumen* akibat kemungkinan terjadinya oksidasi.

c. Kelenturan (*Flexibility*)

Fleksibilitas pada lapisan perkerasan adalah kemampuan lapisan untuk dapat mengikuti deformasi yang terjadi akibat beban lalu lintas berulang tanpa timbulnya retak dan perubahan volume.

Fleksibilitas yang tinggi dapat diperoleh dengan :

1. Penggunaan agregat bergradasi senjang sehingga diperoleh VMA yang besar,
2. Penggunaan aspal lunak (aspal dengan penetrasi yang tinggi)
3. Penggunaan aspal yang cukup banyak sehingga diperoleh VIM yang kecil. (*Silvia Sukirman, 1995*).

d. Ketahanan Kelelahan (*Fatigue Resistance*)

Ketahanan kelelahan adalah ketahanan dari lapis aspal dalam penerimaan beban berulang tanpa terjadi kelelahan yang berupa alur (*rutting*) dan retak. Faktor yang mempengaruhi ketahanan terhadap kelelahan adalah :

1. VIM (*Void In Mix*) adalah volume % rongga dalam campuran yang tinggi dan kadar aspal yang rendah akan menyebabkan kelelahan yang lebih cepat.
2. VMA (*Void in Mineral Aggregates*) adalah volume rongga yang terdapat diantara butir-butir agregat suatu campuran beraspal padat, termasuk rongga yang terisi aspal efektif, dinyatakan dalam prosen volume. VMA yang tinggi dan kadar aspal yang tinggi mengakibatkan lapis perkerasan menjadi lebih fleksibel. (Perkerasan Lentur Jalan Raya, Silvia Sukirman, 1995).

e. Kemudahan Untuk Dikerjakan (*Workability*)

(Menurut *The Asphalt Institute*, (1983), kemudahan suatu campuran perkerasan untuk dicampur, dihamparkan dan dipadatkan. Sifat kemudahan ini penting, artinya karena pada pekerjaan pencampuran, pemadatan dan penghamparan dituntut waktu yang cepat dan tepat, mengingat sangat pentingnya suhu minimum pada saat pemadatan. Dengan perhatian yang cermat pada perancangan yang tepat dan dengan penggunaan *machine spreading*, *workabilitas* tidak menjadi masalah, kadang sifat-sifat agregat yang menghasilkan stabilitas tinggi dapat menyulitkan penyebaran atau pemadatan suatu campuran aspal yang mengandung agregat.

Apabila pemilihan bahan dan pencampurannya sesuai dengan rencana, biasanya pekerjaan penghamparan dan pemadatan akan berjalan dengan lancar.

Faktor-faktor yang mempengaruhi kemudahan dalam pelaksanaan adalah :

1. Gradasi agregat, agregat bergradasi rapat/baik lebih mudah dilaksanakan dari pada agregat yang bergradasi lain.
2. Temperatur campuran, yang ikut mempengaruhi kekerasan bahan pengikat yang bersifat *Thermoplastis*.
3. Kandungan bahan pengisi (*filler*) yang tinggi menyebabkan pelaksanaan lebih sukar.

f. Tahanan Gesek/Selip (*Skid Resistance*)

Kekesatan adalah kemampuan lapis permukaan (*Surface Course*) pada lapis perkerasan untuk mencegah terjadinya selip dan tergelincirnya roda kendaraan terutama pada waktu permukaan jalan basah. Permukaan jalan yang kasar mempunyai nilai kekesatan yang lebih baik dari permukaan jalan yang halus. Permukaan jalan yang terlalu kasar menimbulkan gangguan kenyamanan karena bunyi yang timbul akibat gesekan antara ban dengan permukaan jalan serta ban menjadi lebih mudah aus. *Skid Resistance* diperoleh dengan *Surface Texture* yang kasar. Permukaan perkerasan jalan yang mengalami *bleeding*, *Skid Resistance* menjadi rendah. Oleh karena itu kadar aspal yang cukup dan masih tersediannya rongga udara (3% - 5%) untuk permukaan aspal akan membantu tercapainya nilai *Skid Resistance* yang optimum. (*The Asphalt Institute, 1983*)

g. Kedap air (*Impermeability*)

Impermeabilitas adalah sifat kedap air dan udara yang dimiliki suatu campuran perkerasan yaitu kemampuan untuk mencegah air dan udara masuk ke dalam campuran. Hal ini erat kaitannya dengan jumlah rongga dalam campuran. Pengecualian dari syarat kekedapan adalah pada lapis aspal porus dimana sifat lolos air dengan sengaja dibuat sehingga lapis air dapat dengan sengaja diserap dan dialirkan melalui tubuh lapisan yang bersangkutan.

(Silvia Sukirman, 1995).

