BAB III
LANDASAN TEORI

A. Konstruksi Perkerasan Jalan

Pengertian perkerasan jalan adalah suatu lapisan yang terletak di atas tanah dasar yang telah mendapatkan pemadatan, yang berfungsi untuk memikul beban lalulintas kemudian menyebarkan beban, baik kearah horizontal maupun arah vertikal dan akhirnya meneruskan beban ke tanah dasar *(subgrade)* sehingga beban pada tanah dasar tidak melampaui daya dukung tanah dasar yang diijinkan. Lapis perkerasan suatu jalan terdiri dari satu ataupun beberapa lapis material batuan dan bahan ikat. Bahan batuan dapat terdiri dari berbagai fraksi batuan yang direncanakan sedemikian sehingga memenuhi persyaratan yang dituntut.

Secara umum konstruksi perkerasan jalan dibagi menjadi 3 jenis yaitu :

1. Konstruksi perkerasan lentur *(flexible pavement)*

Perkerasan lentur terbuat dari bahan batuan berbagai fraksi membentuk gradasi batuan yang sesuai dengan persyaratan dan diikat dengan bahan ikat aspal. Perkerasan lentur umumnya mempunyai kelenturan yang cukup tinggi kalau dibandingkan dengan lapis keras kaku, sehingga sangat baik digunakan pada konstruksi jalan yang mengalami lendutan yang relatif besar akibat beban lalu lintas.

2. Perkerasan tegar/kaku *(rigid pavement)*

Perkerasan kaku adalah perkerasan yang terdiri dari komponen batuan *(aggregate)*, kerikil dan pasir yang dicampur dan diikat oleh bahan pengikat semen portland (PC). Perkerasan ini terdiri dari plat beton semen yang diletakkan langsung di tanah dasar yang telah dipersiapkan ataupun di atas pondasi *(base)* agregat klas A/B.

3. Perkerasan komposit *(composite pavement)*

Yaitu perkerasan yang merupakan gabungan lapis keras lentur dan lapis keras tegar.

Perbedaan utama dari perkerasan lentur dan perkerasan kaku adalah bagaimana cara struktur tersebut melimpahkan beban lalulintas ke tanah dasar *(subgrade)*. Perkerasan kaku mampu menyebarkan beban pada tanah dasar dengan daerah penyebaran yang luas, sehingga tekanan yang diterima tanah dasar per-satuan luas akibat beban lalulintas menjadi sangat kecil. Kekakuan yang dimiliki oleh perkerasan tegar dapat ditingkatkan dengan memperbaiki mutu bahan penyusunnya yang berarti menaikkan mutu betonnya. Berbeda dengan perkerasan kaku, pada perkerasan lentur terdiri dari beberapa lapis, sehingga kemampuan untuk melimpahkan beban lalu lintas ke tanah dasar tergantung dari sifat-sifat penyebaran beban oleh masing-masing lapisan. Berdasarkan kenyataan di atas maka kekuatan dari jenis perkerasan lentur ini terutama ditentukan oleh kekuatan relatif masing-masing lapisan yang ditentukan oleh kekuatan bahan penyusunnya, tebal masing-masing lapisan, dan kekuatan tanah dasarnya.

Dalam penelitian tugas akhir ini hanya akan dibahas untuk perkerasan lentur saja, khususnya beton aspal. Ditinjau dari kualitas konstruksi, lapis keras beton aspal merupakan konstruksi lapis keras yang paling bagus. Untuk mendapatkan kualitas ini, persyaratan-persyaratan yang harus dipenuhi pada pembuatan konstruksi beton aspal juga paling ketat.

Pada prinsipnya lapis keras lentur tersusun atas 3 bagian yaitu lapis pondasi bawah *(sub base course)*, lapis pondasi atas *(base course)* dan permukaan *(surface course)*. Sebelum lapis permukaan biasanya terdapat lapis antara *(binder course)*.

Fungsi terpenting dari lapis keras jalan secara struktural adalah untuk mendukung beban lalu lintas, kemudian menyalurkannya kepada tanah dasar secara merata. Adapun fungsi tiap lapisan adalah sebagai berikut :

1. Lapis permukaan *(surface course)*
   a. Memikul langsung beban lalu lintas dan meneruskan ke lapisan di bawahnya.
   b. Menahan gaya geser dari beban roda.
   c. Sebagai lapis aus akibat gaya gesek dan cuaca.
   d. Sebagai lapis kedap air untuk melindungi lapis bawahnya.
2. Lapis pondasi atas *(base course)*
   a. Sebagai lapis pendukung bagi lapis permukaan dan ikut menahan gaya geser.
   b. Sebagai lapis peresapan untuk lapis pondasi bawahnya.
3. Lapis pondasi bawah *(sub base course)*
   a. Menyebarkan beban roda.
   b. Sebagai lapis peresapan .
   c. Mencegah tanah dasar masuk ke lapis pondasi (akibat tekanan roda diatasnya)

Pada penelitian ini dilakukan pengujian campuran LASTON yang ditujukan untuk lapis permukaan.

B. Bahan Perkerasan

Secara prinsip bahan penyusun suatu perkerasan lentur adalah agregat, filler dan aspal. Bahan-bahan tersebut harus memenuhi kriteria/ syarat-syarat yang telah ditetapkan oleh Bina Marga. Hal ini dimaksudkan untuk menghindari terjadinya kegagalan konstruksi yang disebabkan oleh bahan.

1. Agregat

Agregat adalah batu pecah, kerikil, pasir atau komposisi mineral lainnya, baik berupa hasil alam maupun hasil pengolahan (penyaringan, pemecahan) yang digunakan sebagai bahan penyusun utama pekerasan jalan.

Pemilihan jenis agregat yang sesuai untuk digunakan pada konstruksi perkerasan dipengaruhi beberapa faktor *(Kerb and Walker, 1971 [6, p 246])*. Faktor yang mempengaruhinya yaitu : ukuran dan gradasi, kekuatan dan kekerasan,

bentuk, tekstur permukaan, kelekatan terhadap aspal, kebersihan, dan sifat kimiawi.

a. Ukuran dan gradasi

The Asphalt Institute, 1983 [11, p C-16] 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 (0,59 mm).
3. Mineral pengisi , batuan yang lolos saringan No.30 dan tertahan saringan No.200 (0,074 mm).
4. Filler/mineral debu(dust), fraksi agregat halus yang lolos saringan No.200 (0.074 mm).

Untuk mendapatkan komposisi yang tepat sesuai dengan persyaratan yang ada, maka untuk beton aspal saringan yang digunakan adalah : 3/4", 1/2", 3/8", #4, #8, #30, #50, #100, #200.

Gradasi adalah prosentase pembagian ukuran butir batu yang digunakan dalam suatu konstruksi perkerasan jalan maupun konstruksi beton. Gradasi batuan dapat dinyatakan dengan suatu tabel ataupun grafik gradasi. Tabel gradasi sekurang-kurangnya harus membuat ukuran atau nomor saringan dan prosentase berat lolos saringan tersebut. Grafik gradasi mempunyai dua sumbu. Sumbu horisontal menyatakan ukuran saringan dalam skala logaritma, sumbu vertikal menyatakan prosen berat lolos saringan tersebut. Penggunaan skala logaritma bertujuan agar diameter yang kecil masih dapat digambarkan.

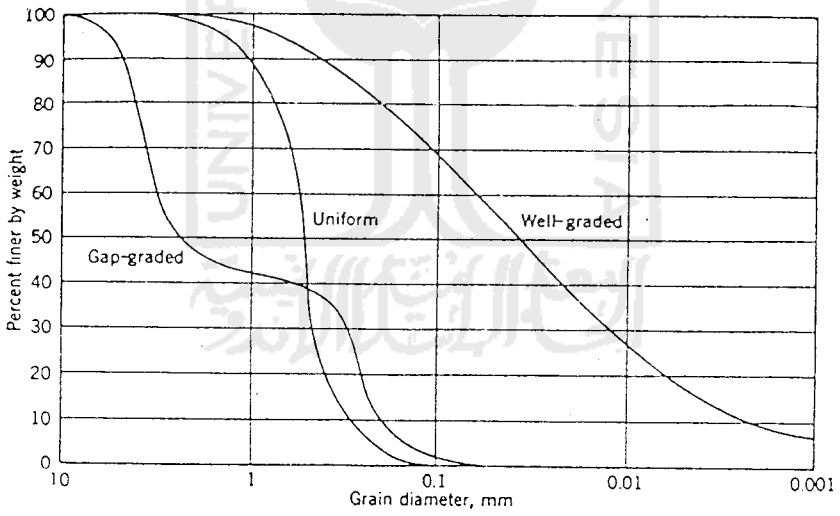
Gradasi dibedakan menjadi 3 (tiga) macam *(Kerb and Walker, 1971 [6, p 11])* yaitu :

1. *Well graded*, disebut juga gradasi menerus atau gradasi rapat, ialah gradasi yang mempunyai ukuran butir dari yang terbesar sampai ukuran butir yang terkecil dengan tujuan untuk menghasilkan suatu campuran

perkerasan dengan bahan pengikat aspal yang mempunyai stabilitas tinggi.

2. *Gap graded*, disebut juga gradasi terbuka/gradasi timpang, ialah gradasi yang dalam distribusi ukuran butirnya tidak mempunyai salah satu ataupun beberapa butiran dengan ukuran tertentu (tidak menerus).
3. *Uniform /one size*, disebut gradasi seragam, ialah gradasi yang dalam ukuran butirnya mengandung butiran yang ukurannya hampir sama.

Pada gambar 3.1. terlihat bahwa *well graded* gradasi menerus grafiknya relatif datar dengan kelengkungannya yang teratu. Untuk *Uniform graded* gradasi seragam grafiknya curam, sedangkan *gap graded* gradasi terbuka kelengkungannya tidak teratur (ada perubahan mendadak).



Gambar 3.1. Bentuk-bentuk kurva gradasi.

Sumber :*Kerb and Walker (1971)*

Untuk beton aspal, gradasi yang digunakan adalah gradasi menerus. Spesifikasi yang digunakan berpedoman pada Petunjuk Pelaksanaan Laston No. 13/PT/B/1983. Tabel 3.1. menunjukkan spesifikasi gradasi menerus beton aspal

Tabel 3.1. Spesifikasi Gradasi menerus beton aspal

No. Saringan	(mm)	Spesifikasi (%)
3/4"	(19,10)	100
1/2"	(12,70)	80 - 100
3/8"	(9,520)	70 - 90
#4	(4,760)	50 - 70
#8	(2,380)	35 - 50
#30	(0,590)	18 - 29
#50	(0,279)	13 - 23
#100	(0,149)	8 - 16
#200	(0,074)	4 - 10

Sumber : Petunjuk Pelaksanaan Laston No.13/PT/B/1983

b. Kekerasan/ kekuatan batuan *(toughness)*

Batuan yang digunakan untuk suatu konstruksi lapis perkerasan harus cukup keras, tetapi juga disertai pula kekuatan terhadap pemecahan *(degradasi)* yang mungkin timbul selama proses pencampuran, pencampuran, penggilasan, repetisi beban lalu lintas dan penghancuran batuan *(disintregrasi)* yang terjadi selama masa pelayanan jalan tersebut. Faktor-faktor yang mempengaruhi tingkat degradasi yang terjadi 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 menerus
3. Partikel kecil akan mengalami degradasi yang lebih kecil daripada partikel besar.
4. Energi pemadatan yang lebih besar mengalami degradasi yang besar pula.

c. Bentuk *(Shape)*

Bentuk butiran merupakan faktor yang sangat penting untuk memperoleh gaya geser antara batuan dan perkerasan, disamping itu bentuk butiran juga berpengaruh terhadap stabilitas konstruksi perkerasan jalan. Bentuk butiran yang kasar *(rough)* akan menghasilkan sudut geser dalam yang besar daripada bentuk butiran yang permukaannya halus *(smooth)* dan juga butiran yang kasar lebih mampu menahan deformasi yang timbul dengan menghasilkan ikatan antar partikel yang lebih kuat.

Agregat yang berbentuk kubus/angular memiliki sifat saling mengunci antar butirnya, sehingga memberikan sudut gesek dalam antar partikel batuan yang tinggi. Tabel 3.2. ini merupakan klasifikasi bentuk batuan berdasarkan *descritive test*.

Tabel 3.2. Klasifikasi bentuk batuan berdasarkan hasil pengamatan langsung *(Descritive Test)*

Klasifikasi	Penggambaran/ Discription
bulat/rounded	halus karena teraus air atau permukaannya licin karena teraus, contoh krikil sungai atau krikil pantai.
tak beraturan (irregular)	tak beraturan asli atau sebagian teraus dan mempunyai sudut-sudut bulat
bersudut-sudut (angular)	memiliki sudut-sudut bagus yang tegas terbentuk pada irisan dari permukaan kasar. Contoh: batu pecah
elongated	biasanya bersudut-sudut bagus yang bagian panjangnya sangat besar dibandingkan dengan kedua dimensi yang lain.
flaky	batuan yang mempunyai bagian tipis lebih kecil dibandingkan dengan dua dimensi yang lain, misal : batuan yang berlapis-lapis.
flaky and elongated	material yang mempunyai bagian panjang sangat besar dibandingkan dengan kelebarannya, dan kelebarannya lebih besar daripada bagian tipisnya

Sumber : Wiryawan Purboyo, Batuan sebagai bahan jalan.

d. Tekstur Permukaan

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

1. Batuan kasar (rough), memberikan internal friction, skid resistance, serta kelekatan aspal yang baik pada campuran perkerasan. Biasanya batu pecah mempunyai surface texture yang kasar.
2. Batuan halus (smooth), mudah dilapisi aspal, tetapi internal friction dan kelekatannya kurang baik dibandingkan dengan batuan kasar.
3. Batuan mengkilat (polished), memberikan internal friction yang rendah sekali dan sulit dilekati aspal

e. Porositas

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

f. Kelekatan terhadap aspal

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

g. Kebersihan

Kebersihan permukaan batuan dari bahan bahan yang dapat menghalangi melekatnya aspal sangatlah penting. Agregat harus bersih dari substansi asing, seperti lumpur, sisa tumbuh-tumbuhan, partikel lempung dan sebagainya. Karena substansi asing tersebut dapat mengurangi daya lekat aspal terhadap batuan.

h. Sifat kimiawi permukaan

Keadaan ini dipengaruhi oleh jenis batuannya. Agregat yang bersifat biasanya akan lebih mudah dibasahi dengan aspal daripada air. Agregat jenis

ini disebut hidrophobic (bersifat menolak air). Muatan listrik pada permukaan adalah positif (elektro positif). Agergat yang bersifat asam akan lebih mudah dibasahi oleh air daripada aspal, atau disebut juga dengan hidrophillic (bersifat suka air). Permukaannya dimuati aleh listrik negatif (elektro negatif). Pengenalan jenis muatan pada permukaan agregat ini penting karena sekarang tersedia jenis aspal baik yang kationik (+) maupun yang anionik (-) yang dapat dipilih sesuai dengan jenis agregatnya.

2. Aspal

Hidrocarbon adalah bahan dasar utama dari aspal yang umum disebut bitumen, sehingga aspal sering juga disebut bitumen. Pada aspal beton, aspal yang digunakan adalah hasil residu dari destilasi minyak bumi, sering disebut aspal semen. Aspal semen bersifat mengikat agregat pada campuran beton aspal dan memberikan lapisan kedap air serta tahan terhadap pengaruh asam, basa, dan garam. Untuk menghasilkan lapis keras berkualitas baik, maka bahan pembentuknyapun harus berkualitas baik pula. Beberapa sifat fisik aspal, antara lain :

a. Sifat rheologic, maksudnya adalah hubungan antara tegangan dan regangan dipengaruhi oleh waktu.
b. Sifat thermoplastic, maksudnya adalah viscositas aspal berubah-ubah sesuai dengan perubahan temperatur. Pada suhu yang tinggi viscositasnya rendah, aspal akan dapat menyelimuti batuan dengan baik dan rata. Tetapi apabila pemanasan berlebihan akan membuat molekul-molekul yang ringan menguap, sehingga dapat merusak sifat aspal, yaitu aspal cepat mengeras/getas. Sebaliknya dengan pemanas yang kurang, viskositas aspal tinggi (kental), aspal tidak mampu menyelimuti batuan secara merata sehingga daya ikat (adhesi) dengan batuan menjadi kurang dan penyerapan (absorption) oleh batuan juga kurang. Hal ini memudahkan stripping process, yaitu lepasnya lapis aspal dari agregat akibat pengaruh dari air

(Silvia Sukirman, Perkerasan Lentur Jalan Raya, 1993 [9, p 67])

Untuk menghasilkan lapis keras yang baik, maka fase-fase konsistensi saat pelaksanaan *(Petunjuk Pelaksanaan Laston No.13/PT/B/1983 [3].)*, masing-masing adalah sebagai berikut :

1. Agregat dipanaskan maksimum 175 °C
2. Temperatur aspal ≤ temperatur agregat, dengan perbedaan maksimum 15 °C.
3. Temperatur pencampuran ditentukan oleh jenis aspal, untuk AC 60-70 : 130 °C - 165 °C.
4. Temperatur pemadatan awal minimum : 110 °C
5. Temperatur pemadatan akhir minimum : 60 °C
6. Temperatur penghamparan minimum : 115 °C

c. Sifat Durability, maksudnya adalah daya tahan aspal untuk mempertahankan sifat aslinya terhadap perubahan yang diakibatkan oleh pengaruh cuaca maupun karena processing. Hal ini semua dapat dilihat dari daya tahannya menjadi keras sesuai dengan jalannya waktu *(resistance to hardening with time)*. Faktor-faktor yang dapat menyebabkan aspal mengeras sesuai dengan jalannya waktu adalah :

1. Oksidasi (oksidation), adalah reaksi antara oksidasi dengan aspal. Proses ini tergantung pada temperaturnya, misalnya pada air blowing process, ialah aspal yang dihembus udara pada temperatur tinggi memberikan sifat aspal kurang peka terhadap oksidasi akan mengakibatkan suatum lapis film yang keras. Lapisan film itu tipis dan jika terjadi retak-retak maka oksidasi akan terjadi lagi, demikian seterusnya. Lapis tipis ini mengandung komponen yang larut dengan air, hingga kalau ada air akan terbawa oleh air. Proses oksidasi inilah yang mengakibatkan terus berkurangnya kadar aspal dalam konstruksi lapis keras. Dengan gradasi yang rapat dan kepadatan yang baik maka dapat dihindarkan masuknya air dan udara dalam konstruksi, hingga terjadinya proses oksidasi dapat dikurangi semaksimal mungkin.

2. Penguapan (volatilization), adalah evaporasi dari bagian-bagian yang lebih ringan berat molekulnya (maltense). Penambahan temperatur akan mempercepat gejala penguapan, misalnya pada waktu mixing process, dimana kecuali temperaturnya tinggi juga disertai pengadukan yang kuat. Hal ini meyebabkan aspal cepat mengeras. Mengingat hal tersebut, maka pemanasan aspal haruslah dibawah titik nyala, serta proses pencampuran tidak terlalu lama.
3. Polymerisasi, adalah penggabungan dari molekul-molekul sejenis untuk membentuk molekul yang lebih besar. Menurut penelitian didapatkan bahwa, resins adalah bagian yang paling mudah berubah-ubah, baik berubah menjadi asphaltenese atau oils. Sifat polimerisasi ini meyebabkan aspal menjadi getas, sehingga berakibat jalan mudah retak (cracking).
4. Thixotropy, adalah kenaikan viskositas aspal seiring dengan bertambahnya umur aspal. Tetapi dengan suatu pembebanan yang cukup, sifat ini dapat dikurangi pengaruhnya.
5. Separation, adalah pemindahan bagian-bagian oils, resins atau asphaltenese sebagai akibat proses penyerapan (absorption) selektif atau pada bagian-bagian tertentu oleh batuan sehingga berakibat semakin keras atau lunaknya aspal. Jadi bila yang diserap resins atau oils-nya aspal yang tertinggal akan mengeras, sebaliknya apabila yang diserap asphaltenese-nya aspal akan bertambah lunak.
6. Synerisis, adalah istilah yang menunjukkan adanya kenampakan noda-noda pada permukaan aspal. Noda ini disebabkan oleh terjadinya suatu pembentukan baru dalam aspal, dan struktur baru tersebut diexpose dipermukaan aspal. Struktur yang baru itu umumnya merupakan bagian yang memiliki berat molekul yang besar. Bagian inilah yang menyebabkan aspal yang dipermukaan menjadi keras. Synerisis terjadi dengan ditandai dengan noda-noda pada permukaan aspal dengan warna yang tidak homogen.

C. Kadar Aspal Dalam Campuran

Penggunaan aspal dalam campuran sangat menentukan tingkat kekedapan terhadap air dan udara. Semakin banyak aspal akan semakin rapat campuran, karena rongga campuran dapat terisi oleh aspal. Sebaliknya bila kadar aspal terlalu kecil maka banyak rongga yang kosong, sehingga campuran kurang rapat.

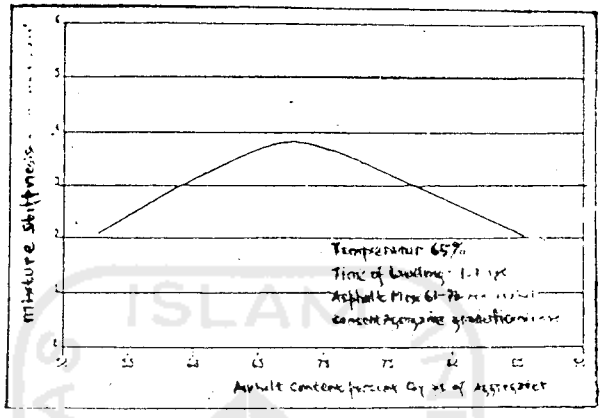
Kadar aspal dalam campuran dapat dibedakan dalam beberapa keadaan, yaitu :

1. Keadaan pertama, aspal hanya sekedar menyelimuti permukaan butir saja, sehingga daya lekatnya kurang kuat. Bila ada gaya geser maka konstruksiakan mudah terlepas dan menjadi retak-retak.
2. Keadaan kedua, selain meyelimuti butir-butir batuan aspal juga masih mempunyai cadangan dan berguna apabila konstruksi terkena gaya geser maka masih ada aspal yang dapat menahannya sehingga susunan butiran tidak akan mudah terlepas satu sama lain.
3. Keadaan ketiga, aspal mengisi penuh seluruh rongga-rongga, keadaan ini tidak menguntungkan karena jalan akan menjadi licin. Hal ini disebabkan karena naiknya sebagian aspal ke permukaan jalan apabila jalan tersebut terkena roda kendaraan atau akibat panas sinar matahari.
4. Keadaan keempat, kadar aspal melebihi dari kebutuhan sehingga batuannya seolah-olah terapung dalam massa aspal. Keadaan ini menyebabkan kedudukan butiran menjadi tidak stabil dan mudah tergeser sehingga apabila ada gaya vertikal maupun gaya horizontal, konstruksi akan mudah bergelombang.

Pemakaian aspal yang banyak juga akan mempertinggi durability. Tetapi kadar aspal yang berlebihan akan berakibat aspal menjadi pelicin pada suhu tinggi. Untuk itulah perlu dicari kadar aspal optimum untuk lapisan keras beton aspal.

Selain berpengaruh terhadap kekedapan, kadar aspal berpengaruh juga terhadap kekakuan campuran. Mula-mula kekakuan meningkat dengan bertambahnya jumlah aspal, kekakuan menurun. Kekakuan campuran maksimum cenderung terjadi pada kondisi kadar aspal optimum.

Pada gambar 3.2. di bawah ini dapat dilihat hubungan antara kadar aspal dan stiffness.



Gambar 3.2. Hubungan antara kadar aspal dan stiffness.

Sumber : Influence of Shape, Size and SurfaceTexture on Stiffness and Fatique Response of Asphalt Mixture, C.L. Monismith, 1968.

Dalam penelitiannya, *Griffth & Kallas, 1958* menarik kesimpulan bahwa :

1. Dengan meningkatnya derajat angularitas, nilai Marshall stability dari beton aspal meningkat pada kadar aspal optimum.
2. Dengan meningkatnya derajat angularitas dari fine aggregate, menurunkan proses rongga antara batuan.
3. Dengan meningkatnya derajat angularitas dari fine aggregate, meningkatkan kadar aspal optimum.

Menurut Ir. Djoko U.S. (1984) menyatakan besarnya kandungan aspal pada suatu lapis beton aspal dipengaruhi oleh faktor-faktor berikut ini :

1. Luas permukaan butir.
2. Kekasaran permukaan butir.
3. Penyerapan (absorption) tiap-tiap butir.
4. Keenceran atau sifat penetrasi daribahan pengikatnya (aspal).
5. Cadangan aspal dalam rongga yang dibutuhkan.

Jumlah aspal yang dibutuhkan di dalam campuran, dapat dicari antara lain dengan cara sebagai berikut :

1. Teori Luas Permukaan Butir dan Kekasaran Permukaan Butir (surface area).
2. Metode Marshall

Dalam penelitian ini, digunakan metode Marshall, yaitu penelitian di laboratorium.