

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Konstruksi jalan yang dibangun pemerintah dewasa ini kebanyakan mempergunakan perkerasan yang fleksibel, yaitu konstruksi beton aspal. Jalan yang menggunakan perkerasan beton aspal, karakteristiknya banyak dipengaruhi oleh bahan campuran dan cara penanganannya, yaitu pada saat pencampuran (*Mixing*) bahan dan pemadatan dilapangan.

Bahan perkerasan beton aspal merupakan campuran merata antara agregat dan aspal. Agregat yang umum digunakan di Indonesia adalah agregat alam dan agregat pecah (*crushed stone*). Agregat alam pada umumnya berbentuk bulat (*rounded*), sedang agregat pecah yang bersudut (*angular*). Agregat merupakan komponen utama lapisan perkerasan jalan yang mengandung 90% - 95% berdasarkan prosentasi berat campuran, sehingga dapat memberikan daya dukung, keawetan dan mutu yang besar bagi beton aspal. Agregat terdiri dari agregat kasar, agregat halus dan *filler*. Agregat yang lebih kecil mengisi ruang antara agregat yang lebih besar, membentuk susunan gradasi yang rapat dengan rongga pori yang sangat kecil. Aspal menyelimuti permukaan butir-butir agregat sebagai lapisan tipis dan sebagian lagi mengisi rongga pori antar agregat. Sebagai bahan perekat, kadar aspal yang tinggi mengakibatkan kelenturan (*fleksibility*) dan *durabilitas* yang baik tetapi tidak demikian dengan stabilitas dan

kekesatan (*skid resistance*). Dengan demikian harus ditentukan campuran antara agregat dan aspal seoptimal mungkin sehingga menghasilkan lapisan beton aspal dengan kualitas yang sesuai dengan persyaratan.

Faktor yang sangat mempengaruhi nilai stabilitas dari beton aspal adalah gaya gesek dalam dari agregat. Gaya gesek dalam merupakan gabungan dari bentuk partikel, tekstur permukaan partikel, ukuran partikel dan gradasi. Permukaan yang kasar serta bentuk agregat yang bersudut mempunyai ketahanan gesek lebih besar daripada permukaan agregat yang halus.

Nilai stabilitas juga dipengaruhi oleh kekuatan kohesi dari aspal sebagai bahan pengikat. Kekuatan kohesi akan bertambah sesuai dengan bertambahnya jumlah aspal sehingga permukaan agregat terselimuti dengan rata oleh lapisan aspal, dan kekuatan kohesi juga bertambah pada permukaan partikel yang kasar. Setelah jumlah aspal mencapai nilai optimum, penambahan jumlah aspal akan berakibat menurunnya kekuatan kohesi yang akhirnya akan menurunkan nilai stabilitas.

Berdasarkan pernyataan diatas, agregat yang paling sesuai digunakan untuk bahan perkerasan jalan adalah agregat pecah. Akan tetapi pada daerah-daerah yang banyak terdapat agregat alam, pemilihan jenis agregat akan menjadi pertimbangan terutama dari segi ekonomi.

Dalam setiap konstruksi lapis keras lentur selalu diinginkan dapat memakai aspal sebanyak mungkin, agar



mencapai durabilitas (keawetan atau daya tahan) yang maksimum. Bertitik tolak dari masalah ini, maka akan dilakukan penelitian tentang pengaruh bentukan batuan dan jenis aspal AC 60-70 terhadap campuran beton aspal. Dari sudut ini akan diamati toleransi yang dapat diambil dalam penggunaan kadar aspal terhadap campuran beton aspal dengan agregat batu kapur.

B. Keaslian Penelitian

Sebelum menentukan judul, dari penelitian terdahulu peneliti mengetahui bahwa batu kapur sebagai F1 dan F2 sudah diteliti oleh peneliti lain. Maka Peneliti mengajukan judul batu kapur sebagai F3 (filler) yang belum diteliti oleh peneliti lain.

C. Tujuan Penelitian

Penelitian bertujuan untuk menentukan :

1. Besar kadar aspal yang digunakan pada lapis keras beton aspal dengan menggunakan batu kapur sebagai F3 (filler) dan jenis aspal AC 60- 70.
2. Membandingkan hasil yang didapat menggunakan batu kapur sebagai F3 (filler) dan aspal AC 60 - 70 dengan hasil didapat jika digunakan batu pecah sebagai F3 (filler).

Dengan mengetahui hasil-hasil diatas untuk setiap benda uji, maka dapat diketahui pengaruh jenis agregat terhadap perilaku campuran beton aspal, yaitu agregat berasal dari batu kapur.

D. Faedah Penelitian

Dengan penelitian ini diharapkan dapat memberi gambaran alternatif penggunaan agregat yang lain selain batu pecah yang berasal dari batuan sidimentasi pada lapis perkerasan beton aspal. Manfaat lain yang diharapkan dari penelitian ini, bila disuatu daerah material batu kapur tersedia cukup banyak, maka dengan memanfaatkannya akan menghemat biaya yang cukup besar.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Aspal

Aspal yang juga disebut bitumen di definisikan sebagai material berwarna coklat tua hingga hitam yang berasal dari Ex Pertamina, semi padat atau padat yang tersusun dari "asphaltenes" dan "maltenes" dan konsistensinya akan berubah bentuk dengan berubahnya temperatur.

Karakteristik aspal yang dominan pengaruhnya terhadap perilaku lapis keras adalah sifat termoplastis dan sifat keawetan.

B. Agregat

Agregat adalah sekumpulan butir-butir batu pecah, pasir atau mineral lainnya baik berupa agregat hasil pengolahan maupun agregat alam. Pemilihan jenis agregat yang sesuai untuk digunakan pada konstruksi perkerasan dipengaruhi oleh beberapa faktor, tekstur permukaan, porositas, kelekatan terhadap aspal dan kebersihan.

Agregat bentuk pecah akan memiliki gaya gesek dalam (*internal friction*) yang tinggi dan saling mengunci (*interlock*) sehingga menambah kestabilan konstruksi lapis keras. Guna menghasilkan stabilitas yang tinggi disyaratkan bahwa minimum 40% dari agregat tertahan saringan no.4 mempunyai paling sedikit satu bidang pecah (*kerbs and Walker, 1971*). Agregat bentuk pecah, yang butirannya sejauh mungkin harus mendekati bentuk kubus merupakan

agregat hasil dari mesin pemecah batu (*crusher stone*) yang mempunyai bidang kontak yang lebih luas, berbentuk bidang rata sehingga *interlocking* / saling mengunci yang lebih besar. Dengan demikian kestabilan yang diperoleh lebih besar dan lebih tahan terhadap *deformasi* yang timbul. Agregat berbentuk pecah ini paling baik digunakan sebagai bahan konstruksi perkerasan jalan.

Butir yang berbentuk bulat kurang dapat saling mengunci dan mengisi, sedangkan agregat yang berbentuk pipih atau gepeng akan mudah patah oleh pemadatan ditambah bahwa butir yang lebih halus akan sukar untuk didorong masuk ke bawah butir besar yang terletak pada sisi panjang butir tersebut.

C. Beton Aspal

Menurut Bina Marga pada *Petunjuk Pelaksanaan laston no. 13/pt/B/1983*, beton aspal adalah campuran antara agregat bergradasi menerus (*well graded*) dan aspal keras yang dicampur, dihampar dan dipadatkan secara panas dalam suhu tertentu. Jenis agregat yang dipakai terdiri dari agregat kasar, agregat halus, dan butiran pengisi (*filler*), sedang aspal yang digunakan biasanya dari jenis AC 60-70 dan AC 80-100.

Pembuatan lapis Aspal Beton (LASTON) dimaksudkan untuk mendapatkan suatu lapisan permukaan atau lapis antara (*binder*) pada perkerasan jalan raya yang mampu memberikan sumbangan daya dukung yang terukur serta berfungsi sebagai lapisan kedap air yang dapat melindungi

konstruksi di bawahnya.

Kriteria campuran yang harus dimiliki oleh campuran aspal beton adalah :

1. Stabilitas (*stability*)

Stabilitas adalah ketahanan suatu lapis keras untuk tidak berubah bentuk melawan deformasi yang diakibatkan oleh beban lalu lintas. Beberapa faktor yang mempengaruhi stabilitas adalah *friction, cohesion dan inertia*. Suatu lapis keras mempunyai stabilitas yang tinggi apabila ketiga faktor tersebut tinggi.

Friction dari kelompok batuan (*aggregate mass*) tergantung pada *interparticle friction* serta daya lekat (*mass viscosity*) dari aspalnya. *Interparticle friction* dari batuan merupakan gabungan dari faktor-faktor yang terdapat dalam batuan itu, yaitu *particle surface texture, particle shape, void ratio, particle gradation* dan mineraloginya.

Kohesi dipengaruhi oleh faktor-faktor sifat *rheology* gradasi agregat, kepadatan, adhesi antar aspal dan batuan. Sifat *rheology* yaitu sifat aspal tersebut dipengaruhi oleh jangka waktu pembebanan (*time of loading*). Apabila mendapatkan pembebanan dengan jangka waktu yang cepat, akan bersifat elastis, tetapi jika jangka waktu pembebanan lambat akan bersifat *viscous*. Sedang adhesi antara aspal dan batuan dipengaruhi oleh faktor *surface texture, surface coating, surface area, porositas, reaktifitas kimiawi*. Menurut *Krebs dan Walker*,

1977). (G). Kekuatan kohesi bertambah seiring dengan bertambahnya jumlah aspal yang menyelimuti agregat, tetapi apabila telah mencapai nilai yang optimum maka penambahan jumlah aspal akan menyebabkan penurunan stabilitas.

Perilaku merupakan daya tahan terhadap pemindaian tempat. Durability dipengaruhi oleh besarnya beban, jangka waktu pembebanan dan campuran perkerasan itu sendiri. Besarnya stabilitas dari suatu jenis perkerasan kemampuan diukur dengan cara pengujian *Marshall* (namun bertentangan *Marshall* akan lebih mudah berpinjar di tempat dimana jalan berbentuk persegi atau persegi panjang (*angular*)).

2. Durabilitas (*Durability*)

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

3. Fleksibilitas (*Flexibility*)

Fleksibilitas dari campuran kekerasan menunjukkan kemampuan untuk menahan ledakan/tekuhan misalnya dalam menyesuaikan diri terhadap perubahan kecil dari lapisan dibawahnya terutama tanah dasar (*subgrade*), tanpa mengalami keretakan. Untuk meningkatkan kelenturan

pemakaian agregat dengan gradasi terbuka sangat sesuai tetapi dengan pemakaian agregat bergradasi terbuka didapatkan stabilitas kurang baik daripada gradasi rapat, sehingga dalam hal ini perlu diadakan penyesuaian. Sifat aspal, terutama daktilitasnya sangat menentukan kelenturan perkerasan. Aspal yang mempunyai nilai daktilitas rendah, dalam campuran perkerasan akan menghasilkan perkerasan yang fleksibilitas rendah pula.

4. Kekesatan (*Skid Resistance*)

Kekesatan adalah kemampuan dari permukaan perkerasan untuk memperkecil kemungkinan terjadi roda kendaraan selip atau tergelincir terutama pada waktu permukaan basah. Permukaan perkerasan yang kasar mempunyai kekesatan yang lebih baik daripada permukaan yang halus. Tetapi permukaan yang terlalu kasar menimbulkan gangguan kenyamanan akibat bunyi yang timbul pada gesekan antara ban dengan permukaan jalan, sehingga ban menjadi cepat aus. Kekesatan yang baik diperoleh dengan *surface texture* yang kasar. Permukaan mengalami *bleeding*, kekesatannya menjadi rendah. Oleh karena itu kadar aspal yang cukup serta masih tersedianya rongga udara (3-5%) untuk pemuaian aspal akan membantu tercapainya nilai kekesatan yang optimum (*The Asphalt Institute, 1983*).

5. Kenudahan pekerjaan (*Workability*)

Workability adalah mudahnya campuran perkerasan untuk dihamparkan dan dipadatkan sehingga memperoleh

hasil yang sesuai kepadatan yang diharapkan. Kemudahan ini penting artinya, karena pada perkerasan penghamparan dan pemadatan dituntut waktu yang tepat, mengingat sangat pentingnya suhu minimum pada saat pemadatan. Apabila pemilihan bahan dan pencampurannya sesuai dengan rencana, biasanya pekerjaan penghamparan dan pemadatan akan berjalan dengan lancar.

D. Batu Kapur

Batu kapur adalah batu sedimen yang terjadi karena proses pengendapan, merupakan bahan yang terbentuk lebih dahulu dan diendapkan disuatu tempat. Batu kapur bisa merupakan batu pecah yang diproses pemecahannya terlebih dahulu. Batu pecah yang berbentuk angular mempunyai banyak sudut, sehingga susunan gradasinya pun tidak mudah terlepas dan mempunyai permukaan yang lebih luas dari pada batu alam yang rata-rata berbentuk bulat (rounded). Komposisi kimia batu kapur yang dipakai sesuai dengan

Tabel.2.1.

Tabel.2.1. Komposisi Kimia Batu Kapur

No	Jenis Pengujian	Hasil Uji	Persyaratan	Sat
1.	pH	8,8	-	°D
2.	SO ₄ ²⁻	0,12	-	%
3.	SiO ₂	4,83	-	%
4.	Yang tidak larut dalam HCl	14,00	-	%
5.	Fe ₂ O ₃	0,43	-	%
6.	Al ₂ O ₃	0,02	-	%
7.	R ₂ O ₃	0,45	-	%
8.	Cl ⁻	0,17	-	%
9.	CaO	72,75	-	%

Sumber : Departemen Pekerjaan Umum Badan Penelitian dan Pengembangan PU Pusat Penelitian dan Pengembangan Jalan.



BAB III

LANDASAN TEORI

A. Perkerasan Jalan

Perkerasan jalan adalah suatu struktur yang menerima beban dari lalu lintas kemudian menyebarkan beban tersebut, baik ke arah horisontal maupun vertikal dan akhirnya meneruskan beban kepada tanah dasar sehingga tanah dasar tidak menanggung beban seluruhnya dan beban tidak melampaui daya dukung tanah dasar. Lapis perkerasan suatu jalan terutama dapat terdiri dari batuan dan bahan pengikat. Bahan batuan dapat terdiri dari berbagai fraksi batuan yang direncanakan sedemikian sehingga memenuhi persyaratan yang ditentukan. Secara umum konstruksi perkerasan jalan dibagi menjadi 2 (dua) jenis yaitu :

1. Perkerasan lentur (*flexible pavement*)

Perkerasan lentur adalah perkerasan yang apabila dilewati beban lalu lintas akan kembali dalam keadaan semula dan tidak akan mengalami retak. Perkerasan ini terdiri dari bahan batuan dari berbagai fraksi membentuk gradasi batuan yang sesuai dengan persyaratan dan diikat oleh bahan pengikat aspal. Perkerasan lentur terdiri dari beberapa lapis yaitu lapis perkerasan bawah (*sub-base*) terletak langsung diatas permukaan tanah dasar (*sub-grade*) yang telah dipersiapkan, kemudian diatasnya adalah lapis perkerasan atas (*base*). Lapisan yang berhubungan dengan roda kendaraan yang terletak paling atas adalah

1. Agregat

Berdasarkan proses pengolahannya agregat yang digunakan pada perkerasan lentur dapat dibedakan menjadi tiga jenis yaitu : agregat alam (*natural aggregate*), agregat dengan proses pengolahan (*manufacture aggregate*), agregat buatan.

a) Agregat alam (*natural aggregate*), yaitu agregat yang terbentuk melalui proses erosi dan degradasi. Bentuk partikel dari agregat alam ditentukan dari proses pembentukannya. Aliran air sungai membentuk partikel-partikel bulat dengan permukaan yang licin. Degradasi agregat dibukit-bukit membentuk partikel-partikel yang bersudut dengan permukaan yang kasar. Berdasarkan tempat asalnya agregat alam dapat dibedakan atas pitrun yaitu agregat yang diambil dari tempat terbuka di alam dan bankrun yaitu agregat yang berasal dari sungai atau endapan sungai.

b) Agregat dengan proses pengolahan (*manufacture aggregate*), yaitu agregat yang melalui proses pemecahan terlebih dahulu supaya diperoleh bentuk partikel bersudut (diusahakan berbentuk kubus), permukaan partikel kasar sehingga mempunyai gesekan yang baik, gradasi sesuai yang diinginkan .

c) Agregat halus, yaitu agregat yang merupakan mineral filler atau pengisi, diperoleh dari hasil sampingan.

Pemilihan jenis agregat yang sesuai untuk digunakan pada konstruksi perkerasan dipengaruhi beberapa faktor. (Krebs dan Walker, 1971). Faktor yang mempengaruhinya yaitu : ukuran dan gradasi, kekuatan terhadap keausan, kelekatan terhadap aspal, bentuk, porositas, tahanan permukaan, kebersihan dan sifat kimia.

A. Ukuran dan gradasi

The Asphalt Institute (ES-1, 1985) mengelompokkan agregat menjadi 4 fraksi yaitu :

1. Agregat kasar, batuan yang tertahan saringan No. 4 (2,36 mm).
2. Agregat halus, batuan yang lolos saringan No. 4 dan tertahan saringan No.30 (0,60 mm).
3. Mineral pengisi (*filler*), batuan yang lolos saringan No. 30.
4. Mineral debu (*dust*), fraksi dari agregat halus yang lolos saringan No. 200 (0,75 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 prosentasi pembagian ukuran butiran batu yang akan dipakai dalam suatu konstruksi. Gradasi batuan dapat dinyatakan dengan tabel atau grafik. Tabel gradasi sekurang-kurangnya harus memuat ukuran atau nomor

melalui dan benda berat lolos saringan tersebut. Grafik gradasi mempunyai dua sumbu. Sumbu horizontal menyatakan ukuran saringan dalam skala logaritma, sumbu vertikal menyatakan persen berat lolos saringan tersebut. Pemakaian skala logaritma bertujuan agar diameter yang kecil masih dapat dilambarkan. Gradasi dibedakan menjadi tiga macam (Keller and Walker, 1971), yaitu :

1. *Well graded*, yaitu gradasi yang mempunyai ukuran butir dari ukuran yang terbesar sampai ukuran yang terkecil dengan tujuan untuk menghasilkan suatu campuran (terutama dengan bahan pengikat aspal) yang mempunyai stabilitas tinggi
2. *Gap graded*, yaitu gradasi yang dalam distribusi ukuran butirnya tidak mempunyai salah satu atau beberapa butiran dengan ukuran tertentu (tidak menerus).
3. *Uniform atau one size*, yaitu gradasi yang dalam ukuran butirnya mengadung butiran yang ukuran hampir sama.

Untuk beton aspal, gradasi yang digunakan adalah gradasi menengah (*well graded*). Spesifikasi yang digunakan terpedoman pada Petunjuk Pelaksanaan LASTON No. LA/P/16.1968 seperti pada tabel 3.1.

Buku Petunjuk Pelaksanaan LASTON juga menegaskan bahwa bahan pengisi untuk beton aspal adalah bahan halus yang lolos saringan No. 200 minimal 65%. Bahan pengisi harus kering dan bebas dari bahan lain yang mengganggu dan apabila dilakukan analisis saringan terhadap bahan pengisi maka akan didapatkan gradasi seperti tabel 3.1

Tabel 3.1. Spesifikasi Gradasi Agregat untuk Beton Aspal

Saringan (mm)	% Lolos Saringan
19,10	100
12,70	80 - 100
9,52	70 - 90
4,76	50 - 70
2,38	35 - 50
0,59	18 - 29
0,279	13 - 23
0,149	8 - 16
0,074	4 - 10

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

Tabel 3.2. Spesifikasi Bahan Pengisi (filler) Beton Aspal

Saringan (mm)	% Lolos Saringan
0,590	100
0,279	85 - 100
0,149	90 - 100
0,074	70 - 100

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

Dalam penelitian ini gradasi agregat untuk beton aspal dibagi menjadi 3 (tiga) yaitu :

Fraksi (F1) : lolos saringan 19,1 mm , tertahan 12,7 mm,
9,52 mm, 4,76 mm

Fraksi (F2) : lolos saringan 4,76 mm, tertahan 2,38 mm,
0,59 mm

Fraksi (F3) : lolos saringan 0,59 mm, tertahan 0,279 mm,
0,149 mm, 0,074 mm, PAN

B. Kebersihan

Agregat yang mengandung partikel-partikel yang dapat mengurangi daya lekat terhadap batuan misalnya seperti lumpur, tumbuh-tumbuhan dan sebagainya harus disingkirkan. Gumpalan-gumpalan lempung pada agregat maksimum 0,25 %.

C. Kekuatan dan Kekerasan

Agregat dalam campuran lapis keras memegang peranan utama dalam mendukung stabilitas, oleh karena itu, agregat harus kuat dan keras sehingga tidak hancur atau pecah oleh pengaruh mekanis ataupun kimia.

D. Bentuk dan Tekstur Permukaan

Bentuk dan tekstur agregat mempengaruhi stabilitas dari lapis perkerasan yang dibentuk oleh agregat tersebut. Kemampuan saling mengunci batuan yang tinggi akan menghasilkan kestabilan yang lebih besar dan lebih tahan terhadap deformasi yang timbul.

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

- 1) Batuan kasar (*rough*), memberikan *internal friction*, *skid resistance* serta lekatan 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 lekatannya kurang baik dibandingkan dengan batuan kasar.
- 3) Batuan mengkilat (*polished*), memberikan *internal friction* yang rendah sekali dan sulit dilekati aspal.

2. Aspal

Aspal yang umum juga disebut bitumen didefinisikan sebagai material berwarna coklat tua hingga hitam, semi padat atau padat yang tersusun dari "asphaltenes" dan

"maltenes" dan konsistensinya (viskositasnya) akan berubah dengan berubahnya temperatur. Karakteristik aspal yang dominan pengaruhnya terhadap perilaku lapis keras adalah sifat termoplastis dan sifat keawetan.

A. Pengaruh Temperatur

Aspal termasuk bahan yang termoplastis karena konsistensinya akan berubah-ubah sesuai dengan temperaturnya. Pada suhu tinggi viskositas aspal rendah sehingga mampu menyelimuti batuan secara merata (pada campuran hot mix). Tetapi apabila pemanasan berlebihan akan membuat molekul-molekul yang ringan menguap sehingga dapat merusak sifat aspal yaitu aspal cepat mengeras. Sebaliknya dengan pemanasan yang kurang, viskositas aspal tinggi (kental), aspal tidak mampu menyelimuti batuan secara merata sehingga daya ikat (*adhesi*)nya dengan batuan menjadi kurang dan penyerapan oleh batuan juga kurang. Hal ini memudahkan *stripping process*.

Untuk menghasilkan lapis keras yang memenuhi syarat, maka fase-fase konsistensi saat pelaksanaan *Laston No.13/PT/B/1983*. Masing-masing temperatur adalah sebagai berikut :

1. Agregat dipanaskan maksimum 175°C.
2. Temperatur aspal \leq 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

4. Thixotropy

Thixotropy adalah kenaikan viskositas aspal seiring dengan bertambahnya umur aspal. Tetapi dengan suatu pembebanan yang cukup sifat ini dapat dikurangi pengaruhnya.

5. Separation

Separation adalah pemindahan bagian-bagian oils, resin atau asphaltene sebagai akibat proses absorpsi selektif atau pada bagian-bagian tertentu oleh batuan sehingga berakibat semakin keras atau lunaknya aspal. Jadi bila yang diserap resins atau oilsnya aspal yang tertinggal akan mengeras, sebaliknya apabila yang diserap, asphaltene-nya aspal akan bertambah lunak.

6. Synerisis

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 di expose di permukaan aspal. Struktur yang baru itu umumnya merupakan bagian yang memiliki berat molekul yang besar, dan bagian ini 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

Aspal dalam campuran berfungsi sebagai bahan pengikat antar agregat. Pemberian kadar aspal yang tinggi akan menghasilkan ikatan yang baik dalam campuran.

Sebaliknya bila kadar aspal terlalu kecil maka banyak rongga yang kosong, sehingga campuran kurang rapat.

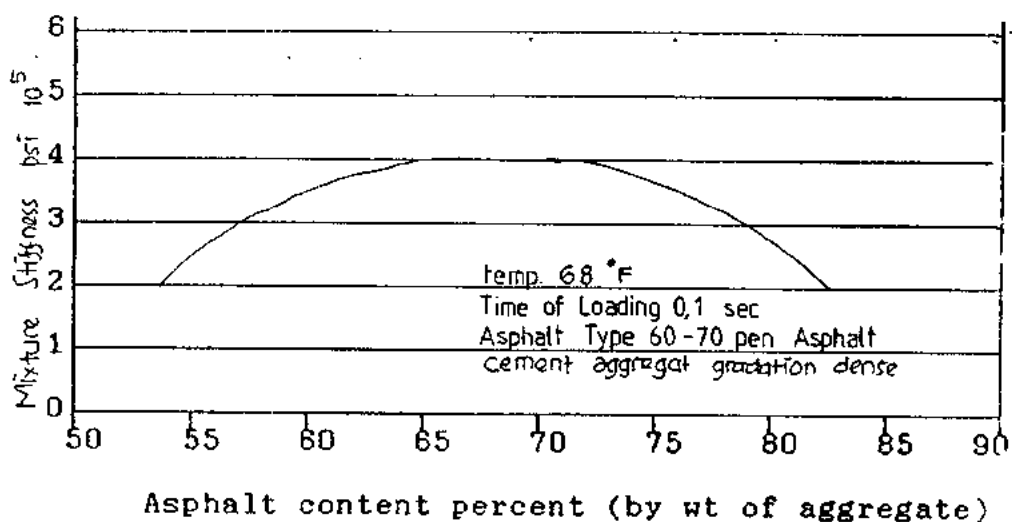
Kadar aspal dalam campuran dapat dibedakan dalam beberapa keadaan, yaitu :

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

Tetapi aspal yang berlebihan hingga diatas nilai optimal dapat menimbulkan kerusakan lapis perkerasan seperti : akibat kegemukan (bleeding), keriting (corruga-

tion), sungkur ini jelas merugikan, sehingga perlu dicari kadar aspal optimum. Selain berpengaruh terhadap kekeda-pan, kadar aspal berpengaruh juga terhadap kekakuan campuran (*stiffness*). Ini dapat ditunjukkan dalam gambar 3.1. Mula-mula kekakuan meningkat dengan bertambahnya jumlah aspal, sampai keadaan maksimum, selanjutnya jika jumlah aspal terus ditambah kekakuan menurun. Kekakuan campuran maksimum cenderung terjadi pada kadar aspal optimum

(C.L.Monismith, 1968)



Gambar 3.1. Hubungan Antara Kadar Aspal dan Stiffness

Sumber : Influence of Shape, Size and Surface Texture on Stiffness and Fatigue Response of Asphalt Mixture C.L.Monismith, 1968.

Dalam penelitiannya, Griffith and Kallas, 1958, menyimpulkan bahwa :

1. Dengan meningkatnya derajat angularitas, nilai Marshall Stability dari beton aspal meningkat pada aspal optimum.
2. Dengan meningkatnya derajat angularitas dari agregat halus (*fine aggregate*), akan menurunkan prosen rongga antar batuan.
3. Dengan meningkatnya derajat angularitas dari agregat halus akan meningkatkan kadar aspal optimum.

Menurut *D.U. Sudarsono 1984*, besarnya kandungan aspal pada suatu konstruksi beton aspal, sangat dipengaruhi oleh :

1. Luas permukaan butir
2. Kekasaran permukaan butir
3. Penyerapan (*absorpsi*) tiap-tiap butir
4. Keenceran atau sifat penetrasi dari bahan pengikat (aspalnya). Makin tinggi penetrasi (makin encer), kebutuhan aspal makin sedikit.
5. Cadangan aspal dalam rongga yang dibutuhkan.

Jumlah aspal yang dibutuhkan dalam campuran dapat dicari antara lain dengan :

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

Disini yang digunakan adalah *Metode Marshall*, yaitu dengan penelitian dilaboratorium.

3. Batu Kapur

Menurut Departemen Pekerjaan Umum *Petunjuk Pelaksanaan Laston No. 13/PT/B/1983*, batu kapur sebagai bahan pengisi (filler) adalah batu kapur berbutir halus yang lolos saringan 0,59 mm dimana persentase berat butir yang lolos saringan 0,074 mm minimum 70%.

BAB IV
HIPOTESIS

Bentuk dari suatu agregat mempengaruhi dalam campuran Beton Aspal. Karena abrasi, penyerapan, berat jenis dari agregat sangat berpengaruh dalam konstruksi Beton Aspal.

Dalam penelitian ini menggunakan agregat Batu Kapur sebagai fraksi III dan fraksi I serta fraksi II dari batu Pecah. Ditinjau dari *Petunjuk Pelaksanaan Laston SKBI-2.4.26. 1987*, batu kapur sebagai bahan pengisi (filler) dapat digunakan, maka dengan penggunaan batu kapur di daerah dimana material tersebut tersedia cukup banyak akan menguntungkan, tetapi masih harus diujikan melalui penelitian-dengan tinjauan dari Standar Bina Marga berupa :

Stabilitas

VITM

Flow

HQ

VFWA

BAB V
CARA PENELITIAN

A. Bahan

1. Asal Bahan

Bahan agregat yang akan dipergunakan untuk penelitian ini berupa batu kapur yang berasal dari daerah Gunung Kidul. Bahan agregat pecah yang dipergunakan dari hasil produksi stone crusher milik PT. Perwita Karya Yogyakarta yang diambil dari quarry Clereng, Kulon Progo. Bahan aspal diperoleh dari PT Perwita Karya Yogyakarta.

2. Spesifikasi Bahan

Persyaratan bahan menggunakan spesifikasi seperti yang telah ditetapkan pada *Petunjuk Pelaksanaan Laston No. 13/PT/B/1983*, Departemen Pekerjaan Umum, Direktorat Jendral Bina Marga.

Adapun jenis bahan yang digunakan yaitu :

1. Aspal keras jenis AC 60-70
2. Agregat kasar,
3. Agregat halus
4. Filler, batu kapur

B. Alat yang Digunakan

Penelitian dilakukan di Laboratorium Jalan Raya Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia Yogyakarta.

Adapun alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

1. Alat tekan Marshall yang terdiri dari :
 - a. Kepala penekan yang berbentuk lengkung
 - b. Cincin penguji yang berkapasitas 2500 kg (500 pound) dengan ketelitian 12,5 kg (25 pound) dilengkapi arloji penekan dengan ketelitian 0,0001"
 - c. Arloji penunjuk kelelahan dengan pengatur untuk memanasi sampai $(200 \pm 3)^{\circ}\text{C}$.
2. Cetakan benda uji berbentuk silinder, diameter 10 cm (2") dan tinggi 7,5 cm (3") dengan dilengkapi dengan plat atas dan leher sambung
3. Ejector, untuk mengeluarkan benda uji setelah dipadatkan.
4. Oven, untuk memanaskan bahan sampai suhu yang diinginkan.
5. Alat penumbuk yang mempunyai permukaan tumbuk rata berbentuk silinder, dengan berat 4,536 kg, dan tinggi jatuh bebas 45,7 cm.
6. Bak perendam (*Water bath*) dilengkapi pengatur suhu minimum 20°C .
7. Perlengkapan-perlengkapan lain, seperti :
 - a. Panci untuk memanaskan bahan dan campuran.
 - b. Kompor pemanas dengan kapasitas 1000 watt.
 - c. Termometer berkapasitas 400°C .
 - d. Sendok pengaduk.
 - e. Spatula.
 - f. Timbangan dengan ketelitian 0,1 gr.
 - g. Sarung tangan karet.

h. Kipas angin dan perlengkapan lainnya.

C. Jalan Penelitian

1. Persiapan

Bahan-bahan untuk penelitian yang terdiri dari agregat batu alam serta aspal, sebelum digunakan untuk campuran, dilakukan pengujian awal terlebih dahulu untuk mengetahui sifat-sifat bahan, apakah memenuhi syarat atau tidak. Pengujian ini dilakukan menurut metode AASHTO dan ASTM.

Untuk bahan agregat dilakukan pengujian sebagai berikut :

1. pemeriksaan keausan dengan mesin Los Angeles
2. pemeriksaan kelekatan terhadap aspal
3. pemeriksaan berat jenis dan penyerapan agregat terhadap air
4. untuk agregat halus dilakukan pemeriksaan nilai *sand equivalent*

Pengujian awal untuk aspal dilakukan pemeriksaan sebagai berikut:

1. penetrasi pada suhu 25°C sebelum kehilangan berat.
2. titik lembek,
3. titik nyala,
4. kehilangan berat pada pemanasan selama 5 jam pada suhu 168°C,
5. daktilitas,
6. penetrasi setelah kehilangan berat,
7. berat jenis,

Setelah pengujian awal selesai, dilakukan penyaringan setiap jenis agregat dengan menggunakan saringan 3/4", 1/2", 3/8", #4, #8, #30, #50, #100, # 200, yang kemudian dipisahkan menurut ukuran saringan dan jenis agregat. Dari penyaringan ini, ditimbang berat tertahan untuk masing-masing ukuran saringan dan jenis agregat sesuai gradasi yang telah ditetapkan.

Pada penelitian ini agregat dibagi beberapa variasi. Aspal yang digunakan AC 60-70. Tiap-tiap variasi agregat ditambah dengan aspal, dengan kadar aspal 4,5 % - 6,5 %, interval 0,5 %. Tiap-tiap benda uji dibuat duplo, jadi untuk penelitian ini seluruhnya dibutuhkan (2x5x2) = 20 buah benda uji.

Setelah proses pencampuran selesai masing-masing campuran segera dituangkan dalam cetakkan untuk dipadatkan dengan hamer dan pedestol dengan tumbukan 2 x 50 kali dipakai karena standart jalan kabupaten kemudian briket dilepas dari mold dengan alat ejector dan didiamkan dalam suhu kamar selama 24 jam.

2. Cara Melakukan Test Benda Uji

- a. Benda uji dibersihkan dari kotoran yang menempel. ✓
- b. Benda uji diberi tanda pengenal. ✓
- c. Setiap benda uji diukur tingginya sebanyak 3 kali pada tempat yang berbeda, kemudian dirata-rata dengan ketelitian 0,1 mm. ✓
- d. Benda uji ditimbang untuk diketahui beratnya. ✓
- e. Direndam didalam air selama 16-24 jam agar benda uji ✓

- menjadi jenuh.
- f. Setelah benda uji menjadi jenuh, kemudian ditimbang dalam air agar mendapatkan isi.
 - g. Benda uji dikeluarkan dari bak perendam, dilap supaya kering permukaannya kemudian ditimbang pada kondisi kering permukaan jenuh (SSD).
 - h. Benda uji direndam dalam *Water Batch* pada suhu 60°C. selama 30 menit.
 - i. Kepala penekan alat Marshall dibersihkan dan permukaan diberi vaselin atau oli untuk memudahkan pelepasan benda uji.
 - j. Benda uji dikeluarkan dari *Water batch*, segera diletakkan pada segmen bawah kepala penekan. Segmen atas kepala penekan dimasukkan pada batang penuntun kemudian kepala penekan diletakkan diatas mesin penguji.
 - k. Arloji kelelahan (flow meter) dipasang pada kedudukan diatas salah satu batang penuntun.
 - l. Kepala penekan beserta benda uji dinaikkan hingga menyentuh alas cincin penguji, kemudian diatur kedudukan jarum arloji tekan pada angka nol.
 - m. Pembebanan dimulai dengan kecepatan tetap 50 mm/menit hingga pembebanan maksimum tercapai pada saat arloji pembebanan berhenti dan mulai kembali berputar menurun. Pada saat itu pula dibaca arloji kelelahannya atau flow meter.
 - n. Setelah pembebanan selesai, segmen atas diangkat dan

benda uji diambil dari kepala penekan. Benda uji selanjutnya siap dilakukan test.

D. Anggapan Dasar

Pada penelitian hendak dilihat pengaruh jenis agregat terhadap jumlah aspal yang dibutuhkan untuk lapis keras beton aspal. Oleh batuan alam sangat bervariasi, dan untuk mengelompokkan bentuk batuan tersebut diperlukan alat khusus seperti *dialcaliper*, *saphometer* dan sebagainya, dan dibutuhkan waktu yang sangat lama, maka pengelompokkan bentuk batuan disini hanya berdasarkan *descriptive test* (hasil pengamatan langsung).

Dalam penelitian nanti akan diketahui pengaruh terhadap :

- Stabilitas adalah kemampuan perkerasan dalam menahan terjadinya deformasi akibat beban lalu lintas. Stabilitas perkerasan yang terlalu rendah, perkerasan akan mudah terjadi deformasi oleh beban lalu lintas, sebaliknya dengan stabilitas yang terlalu tinggi menyebabkan perkerasan kaku.
- Flow menyatakan besarnya deformasi (penurunan vertikal) benda uji. Campuran yang mempunyai angka kelelahan rendah dengan stabilitas tinggi, cenderung plastis dan mudah berubah bentuk bila mendapatkan beban lalulintas.
- VITM adalah volume pori dalam campuran. VITM yang kecil memungkinkan terjadinya bleeding, lapis kedap air dan udara sulit masuk kedalam campuran yang menyebabkan terjadinya oksidasi dan aspal menjadi rapuh atau getas.

E. Cara Analisis

Data-data yang akan digunakan langsung dalam analisis dan diperoleh dari hasil percobaan laboratorium adalah sebagai berikut :

1. Titik lembek aspal ($^{\circ}\text{C}$)
2. Penetrasi aspal
3. Berat campuran sebelum direndam air (gram)
4. Berat dalam keadaan jenuh air (gram)
5. Berat dalam air (gram)
6. Tebal benda uji (mm)
7. Pembacaan arloji stabilitas (lbs)
8. Kelelehan atau Flow (mm)

Untuk memperoleh nilai-nilai VITM (Void In The Mix = persen rongga dalam campuran), VFWA (Void Filled With Asphalt = persen rongga terisi aspal), Stability (Stabilitas), Flow (Kelelehan), diperlukan data-data lain seperti :

- a. Berat jenis aspal

$$B_j \text{ aspal} = \text{Berat/Volume}$$

- b. Berat jenis agregat

Berat jenis agregat adalah merupakan gabungan dari B_j agregat kasar dan B_j agregat halus yang sesuai dengan prosentase fraksi-fraksi dalam campuran. Fraksi I merupakan agregat kasar, fraksi II merupakan agregat halus dan filler, sehingga B_j agregat dapat diperoleh dengan rumus sebagai berikut :

$$\text{BJ Agregat} = \frac{X (\text{BJ FI}) + Y (\text{BJ F II})}{100}$$

dengan :

X = prosentase fraksi I dalam campuran

Y = prosentase fraksi II dal campuran

FI = berat jenis agregat kasar

FII = berat jenis agregat halus

Kemudian nilai-nilai VFWA, VITM, Stabilitas dan Flow dapat dihitung berdasarkan data tersebut diatas, dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

1. Nilai VFWA (Void Filled With Asphalt)

VFWA didapatkan dengan terlebih dahulu menghitung nilai-nilai dari :

a. Prosentase aspal terhadap campuran dengan rumus :

$$b = \frac{a}{100 + a} \times 100$$

dengan :

a = prosentase aspal terhadap batuan

b = prosentase aspal terhadap campuran

b. Isi benda uji dengan rumus :

$$f = d - e$$

dengan :

d = berat dalam keadaan jenuh (gram)

e = berat dalam air (gram)

f = isi (ml)

c. Berat isi benda uji dengan rumus :

$$g = c/f$$

dengan :

c = berat benda uji (gram) sebelum direndam

f = isi (ml)

g = berat isi benda uji

d. Prosentase rongga terhadap agregat dengan rumus :

$$l = 100 - j$$

dengan :

$$j = \frac{(100 - b) g}{BJ \text{ agregat}}$$

Dari data di atas maka didapat dihitung nilai VFWA sebagai berikut :

$$VFWA = 100 \times \frac{i}{l}$$

$$i = \frac{b \times g}{BJ \text{ agregat}}$$

l = prosentase rongga terhadap agregat

2. Nilai VITM (Valid In The Mix)

Dihitung berat jenis maksimum teoritis

$$h = \frac{100}{\frac{\% \text{ agregat}}{BJ \text{ agregat}} + \frac{\% \text{ aspal}}{BJ \text{ aspal}}}$$

$$VITM = 100 - 100 \times g/h$$

dengan :

g = berat isi benda uji

h = berat jenis maksimum teoritis

3. Nilai Stabilitas

Angka stabilitas benda uji didapat dari pembacaan arloji stabilitas alat tekan Marshall. Angka stabilitas ini masih harus dikoreksi untuk memasukkan nilai kalibrasi alat dan koreksi ketebalan benda uji. Untuk ini dipergunakan bantuan tabel koreksi benda uji seperti pada tabel 5.1. Nilai stabilitas diperoleh dengan rumus :

$$q = p \times z$$

dengan :

q = harga stabilitas

z = koreksi tinggi atau tebal benda uji

p = koreksi pembacaan arloji stabilitas

4. Nilai Kelelehan (Flow)

Nilai kelelehan didapat dari pembacaan arloji kelelehan (flow meter) dalam satuan 0,01 mm.

5. Nilai (Marshall Quotient)

Nilai Marshall Quotient didapat dengan membandingkan antara nilai stabilitas dengan flow.

Tabel 5.1. Angka Koreksi Stabilitas

Isi Benda Uji (cm ³)	Tebal benda uji	
	(mm)	Angka Koreksi
200 - 213	25,4	5,56
214 - 225	27,0	5,00
226 - 237	28,6	4,55
238 - 250	30,0	4,17
251 - 264	31,8	3,85
265 - 276	33,3	3,57
277 - 289	34,9	3,33
290 - 301	36,5	3,03
302 - 316	38,1	2,78
317 - 328	39,7	2,50
329 - 340	41,3	2,27
341 - 354	42,9	2,08
355 - 367	44,4	1,92
368 - 379	46,0	1,79
380 - 392	47,6	1,67
393 - 405	49,2	1,56
406 - 420	50,8	1,47
421 - 431	52,4	1,39
432 - 443	54,0	1,32
444 - 456	55,6	1,25
457 - 470	57,2	1,19
471 - 482	58,7	1,14
483 - 495	60,3	1,09
496 - 508	61,9	1,04
509 - 522	63,5	1,00
523 - 535	64,0	0,96
536 - 546	65,1	0,93
547 - 559	66,7	0,89
560 - 573	68,3	0,86
574 - 585	71,4	0,83
586 - 598	73,0	0,81
599 - 610	74,6	0,78
611 - 625	76,2	0,76

Sumber : Laboratorium Jalan Raya Jurusan Teknik Sipil FTSDP UII

F. Kesulitan-kesulitan dan Penyelesaian

Alat yang terdapat di Laboratorium, khususnya timbangan kadang-kadang memberikan hasil yang tidak sesuai. Hal ini mungkin dikarenakan alat tersebut sudah kurang memenuhi syarat. Untuk mendapatkan hasil yang lebih teliti, maka penimbangan tidak hanya dilakukan sekali, karena penelitian sangat dipengaruhi oleh ketelitian penimbangan.

BAB VI

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Penelitian

1. Hasil Penelitian Agregat

Spesifikasi *LASTON NO.13/PT/B/1983* dan hasil pemeriksaan yang dilakukan dilaboratorium Jalan Raya Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia, dicantumkan pada tabel nomor 6.1 s/d 6.3.

Tabel 6.1. Spesifikasi dan Hasil Pemeriksaan Agregat kasar Batu Pecah di Laboratorium Jalan Raya Jurusan Teknik Sipil, FTSDP UII

No	Jenis Pemeriksaan	Syarat	Hasil
1	Keausan dengan mesin Los Angeles	$\leq 40\%$	28,58%
2	Kelekatan terhadap aspal	$\geq 95\%$	100%
3	Peresapan agregat terhadap air	$\leq 3\%$	1,305%
4	Berat jenis semu	$\geq 2,5 \text{ gr/cc}$	2,699gr/cc

Tabel 6.2. Spesifikasi dan Hasil Pemeriksaan Agregat Halus Batu Pecah di Laboratorium Jalan Raya Jurusan Teknik Sipil, FTSDP UII

No	Jenis Pemeriksaan	Syarat	Hasil
1	Nilai Sand Equivalent	$\geq 50\%$	68,5%
2	Peresapan agregat terhadap air	$\leq 3\%$	1,0101%
3	Berat Jenis Semu	$\geq 2,5 \text{ gr/cc}$	2,525gr/cc

Tabel 6.3. Spesifikasi dan Hasil Pemeriksaan Gradasi Agregat CS dan KS.

Saringan	Min	Max	CS	KS
19,00 (3/4")	-	100	100	100
12,50 (1/2")	80	100	90	90
9,50 (3/8")	70	90	80	80
4,75 No 4	50	70	60	60
2,36 No 8	35	50	42,5	42,5
No 30	18	29	23,5	23,5
No 50	13	23	18	18
No 100	8	16	12	12
No 200	4	10	7	7
P A N	-	-	0	0

2. Hasil Penelitian Aspal

Spesifikasi *LASTON NO.13/PT/B/1983* dan hasil pemeriksaan yang dilakukan dilaboratorium Jalan Raya Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia, dicantumkan pada tabel 6.4.

Tabel 6.4. Spesifikasi dan Hasil Pemeriksaan Aspal AC 60-70 di Laboratorium Jalan Raya Jurusan Teknik Sipil, FTSDP UII

Jenis Pemeriksaan	Min	Max	Satuan	Hasil
1. Penetrasi (25°C, 5 detik)	60	79	0,1mm	72,2
2. Titik Lembek	48	58	°C	52
3. Titik Nyala	200	-	°C	338
4. Kehilangan berat (163°C, 5 jam)	-	0,4	%berat	.
5. Kelarutan (CCL4 atau CS2)	99	-	%berat	99,75
6. Daktilitas	100	-	cm	> 100
7. Penetrasi setelah kehilangan berat	75	-	%semula	
8. Berat Jenis	1	-	gr/cc	1

3. Hasil Penelitian Beton Aspal

Dari hasil penelitian yang dilakukan di Laboratorium Jalan Raya Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia diperoleh nilai-nilai *VITM*, *VFWA*, *Stabilitas*, *Flow* dan *Marshall Quotient*, seperti terdapat pada tabel 6.5. Hasil perhitungan Marshall dapat dilihat pada lampiran .

Tabel 6.5. Hasil Test Marshall dengan variasi Bentuk Batuan untuk Aspal AC 60-70

Karakteristik	Kode	Kadar Aspal(gr,%)				
		4,5	5,0	5,5	6,0	6,5
1. <i>VITM</i> (v,%)	CS	6,88	6,35	3,01	3,81	1,92
	KS	3,23	3,05	2,44	1,79	0,94
2. <i>VFWA</i> (v,%)	CS	57,67	61,69	74,88	79,99	91,50
	KS	74,24	76,62	80,92	85,99	90,37
3. <i>Stabilitas</i> (kg)	CS	1462	1695	1725	1181	1802
	KS	1843	1971	2006	2008	2242
4. <i>Flow</i> (mm)	CS	3,429	3,048	3,048	2,540	2,921
	KS	4,445	4,318	4,064	4,826	4,572
5. <i>MQ</i> (kg/mm)	CS	429,2	631,6	643,8	463,0	616,9
	KS	414,6	443,5	478,6	419,6	496,4

Sumber : Hasil penelitian di Laboratorium Jalan Raya Jurusan Teknik Sipil FTSDP UII

Contoh hitungan Test Marshall dengan Aspal 4,5% : CS

$$a = \% \text{ aspal terhadap batuan} = 4,5 \%$$

$$b = \% \text{ aspal terhadap campuran}$$

$$b = \frac{a}{100 + a} \times 100 \% = 4,31 \%$$

$$c = \text{berat sebelum direndam} = 1185 \text{ gr}$$

$$d = \text{berat dalam keadaan jenuh} = 1203 \text{ gr}$$

$$e = \text{berat dalam air} = 674 \text{ gr}$$

$$f = \text{isi} = d - e = 1203 - 674 = 529 \text{ ml}$$

$$g = \text{berat isi benda uji} = e/f = 1185/529 = 2,2401 \text{ gr/ml}$$

$$h = \text{berat jenis maksimum (teritorial)}$$

$$= \frac{100}{\frac{\% \text{ agregat}}{\text{Bj agregat}} + \frac{\% \text{ aspal}}{\text{Bj aspal}}} = \frac{100}{\frac{95,5}{2,5949} + \frac{4,5}{1}} = 2,4211 \text{ gr/cc}$$

$$i = \frac{b \times g}{\text{Bj aspal}} = \frac{4,31 \times 2,2401}{1} = 9,6548$$

$$j = \frac{(100 - b)g}{\text{Bj agregat}} = \frac{(100 - 4,31)2,2401}{2,5949} = 82,6063$$

$$k = \text{jumlah kandungan rongga (\%)}$$

$$= 100 - i - j = 100 - 9,6548 - 82,6063 = 7,7389 \%$$

$$l = \% \text{ rongga terhadap agregat}$$

$$l = 100 - j = 100 - 82,6063 = 17,3937 \%$$

$$m = 100 \times (i/l)$$

$$= 100 \times (9,6548/17,3937) = 55,5075 \% \text{ (VFWA)}$$

$$n = 100 - 100 \times (g/h)$$

$$= 100 - 100 \times (2,2401/2,4211) = 7,4759 \% \text{ (VITM)}$$

$$o = \text{pembacaan arloji stabilitas} = 400$$

$$p = \text{koreksi pembacaan arloji stabilitas} = 1426$$

$$q = p \times z$$

$$= 1426 \times 0,8884 = 1266,9208 \text{ (Stabilitas)}$$

$$r = 3,556 \text{ mm (Flow)}$$

$$s = q/r = 1266,9208/3,556 = 356,2769 \text{ (QM)}$$

Untuk KS :

$$a = 4,5 \%$$

$$b = 4,31 \%$$

$$c = 1174 \text{ gr}$$

$$d = 1197 \text{ gr}$$

$$e = 696 \text{ gr}$$

$$f = d - e = 1197 - 696 = 501 \text{ gr}$$

$$g = c/f = 1174/501 = 2,3433$$

$$h = \frac{100}{\frac{\% \text{ agregat}}{B_{\text{agregat}}} + \frac{\% \text{ aspal}}{b_{\text{aspal}}}} = \frac{100}{\frac{95,5}{2,5949} + \frac{4,5}{1}} = 2,4211$$

$$i = \frac{b \times g}{B_{\text{aspal}}} = \frac{4,31 \times 2,3433}{1} = 10,0996$$

$$j = \frac{(100 - b)g}{B_{\text{agregat}}} = \frac{(100 - 4,31)2,3433}{2,5949} = 86,4119$$

$$k = 100 - i - j = 100 - 10,0996 - 86,4119 = 3,4885$$

$$l = 100 - j = 100 - 86,4119 = 13,5881$$

$$m = 100 \times (i/l) \\ = 100 \times (10,0996/13,5881) = 74,3266 \text{ (VFWA)}$$

$$n = 100 - 100 \times (g/h) \\ = 100 - 100 \times (2,3433/2,4211) = 3,2134 \text{ (VITM)}$$

$$o = 530$$

$$p = 1882$$

$$q = p \times z = 1882 \times 0,9267 = 1743,8023 \text{ (Stabilitas)}$$

$$r = 4,826 \text{ (Flow)}$$

$$s = q/r = 1743,8023/4,826 = 361,3349 \text{ (QM)}$$

Keterangan :

CS : Campuran beton aspal yang menggunakan agregat
100% batu pecah

KS : Campuran beton aspal yang menggunakan agregat
fraksi III (filler) adalah batu kapur

Hasil penelitian yang terdapat pada tabel 6.5 dibandingkan dengan persyaratan yang harus dipenuhi untuk nilai VITM, VFWA, Stabilitas dan Flow menurut *Petunjuk Pelaksanaan Lapis Aspal Beton (LASTON) No. 13/PT/B/1983*, Direktorat Jendral Bina Marga, Departemen PU, seperti tabel 6.6

Tabel 6.6. Persyaratan Marshall Test untuk LASTON

Jenis Pemeriksaan	Kepadatan Lalu Lintas		
	Berat	Sedang	Ringan
Stabilitas (kg)	750	650	460
Kelelahan (mm)	2 - 4	2 - 4,5	2 - 5
VITM	3 - 5	3 - 5	3 - 5
VFWA	75 - 82	75 - 85	75 - 85

Sumber : Petunjuk Pelaksanaan LASTON NO. 13/PT/B/1983

Menurut Petunjuk Pelaksanaan LASTON untuk jalan raya SKBI-2.4.26.1987, kepadatan lalu lintas terdiri dari tiga bagian, yaitu :

1. Berat = lebih besar 500 UE 18 KSAL/hari/jalur.
2. Sedang = 50 sampai 500 UE 18 KSAL/hari/jalur.
3. Ringan = lebih kecil 50 UE 18 KSAL/hari/jalur.

Keterangan :

UE 18 KSAL atau Unit Equevalent 18 Kips Single Axle Load, adalah satuan ekuivalen beban as tunggal kendaraan 18000 pound atau setara dengan jumlah lintas ekuivalen harian rata-rata dari sumbu tunggal seberat 8,16 ton (18000 lbs) pada jalur rencana pada pertengahan umur rencana.

B. Pembahasan

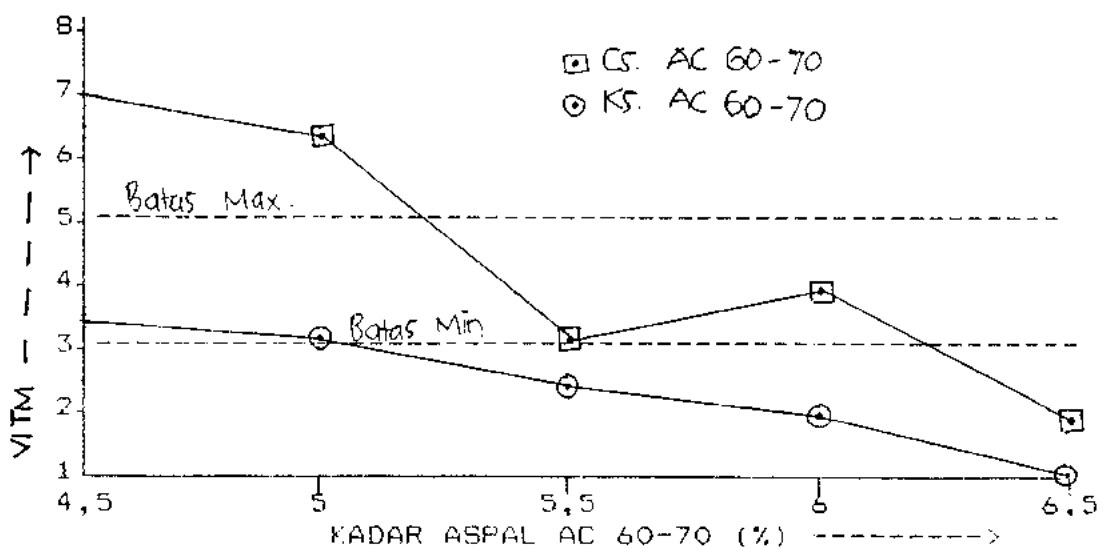
Setelah mengetahui nilai-nilai VITM, VFWA, flow dan Stabilitas dari hasil penelitian, maka akan dibahas mengenai pengaruh bentuk batuan terhadap jenis aspal AC 60-70. Untuk mendapatkan nilai VITM, VFWA, Flow dan Stabilitas pada lapis keras beton aspal, sehingga nantinya dapat menentukan jumlah aspal yang diperlukan untuk masing-masing variasi campuran, serta toleransi jumlah aspal yang dapat diambil.

1. Pengaruh Kadar Aspal Terhadap VITM

VITM (Void In The Mix = volume % rongga dalam campuran), menunjukkan banyaknya rongga yang ada dalam campuran. Nilai VITM dari beton aspal dipengaruhi oleh faktor-faktor bentuk batuan, tekstur permukaan, gradasi, jumlah dan jenis aspal serta faktor pemadatan. Gradasi yang rapat (dense graded) mempunyai rongga yang lebih kecil dari pada gradasi terbuka (open graded) maupun gradasi seragam (uniform). Faktor pemadatan, antara lain suhu dan jumlah tumbukan. Dari hasil penelitian pada gambar 6.1 terlihat bahwa nilai VITM turun dengan naiknya kadar aspal. Pada kadar aspal yang sama, campuran beton aspal yang menggunakan batu alam, VITM lebih tinggi. Hal ini menunjukkan bahwa campuran dari batu pecah mempunyai sifat mengunci (interlocking).

Nilai VITM sangat berpengaruh terhadap kekakuan campuran. Nilai VITM yang disyaratkan oleh Bina Marga

untuk beton aspal adalah 3 - 5 % (tabel 6.6). Lapis keras dengan VITM < 3% (terlalu rapat), mempunyai kekakuan (stiffness) yang tinggi. Lapis keras yang demikian, jika mendapat beban lalu lintas akan mudah mengalami retak-retak (cracking), karena tidak cukup lentur untuk menahan deformasi. Deformasi selain disebabkan oleh beban lalu lintas, dapat pula disebabkan oleh penurunan dasar perkerasan (subgrade). VITM juga erat kaitannya dengan durability. Lapis keras dengan VITM > 5% bersifat porus, mudah terjadi oksidasi karena mudah ditembus udara dan air. Proses oksidasi ini memberikan suatu lapis film aspal yang keras, yang menyebabkan aspal menjadi rapuh dan daya ikatnya kurang. Selain itu pada aspal yang teroksidasi timbul komponen yang larut dalam air apabila oksidasi terjadi terus menerus dan kena air, mengakibatkan kadar aspal semakin berkurang, sehingga durabilitas menurun.



Gambar 6.1. Grafik hubungan antara kadar aspal dan VITM

Dari gambar 6.1. di atas dicari rentang kadar aspal agar nilai VITM memenuhi persyaratan yang diberikan oleh Bina Marga. Kadar aspal yang memenuhi syarat untuk masing-masing campuran adalah sebagai berikut :

- a. Kode CS dengan kadar aspal 5,2 - 6,3 %
- b. Kode KS dengan kadar aspal 4,5 - 5,05%

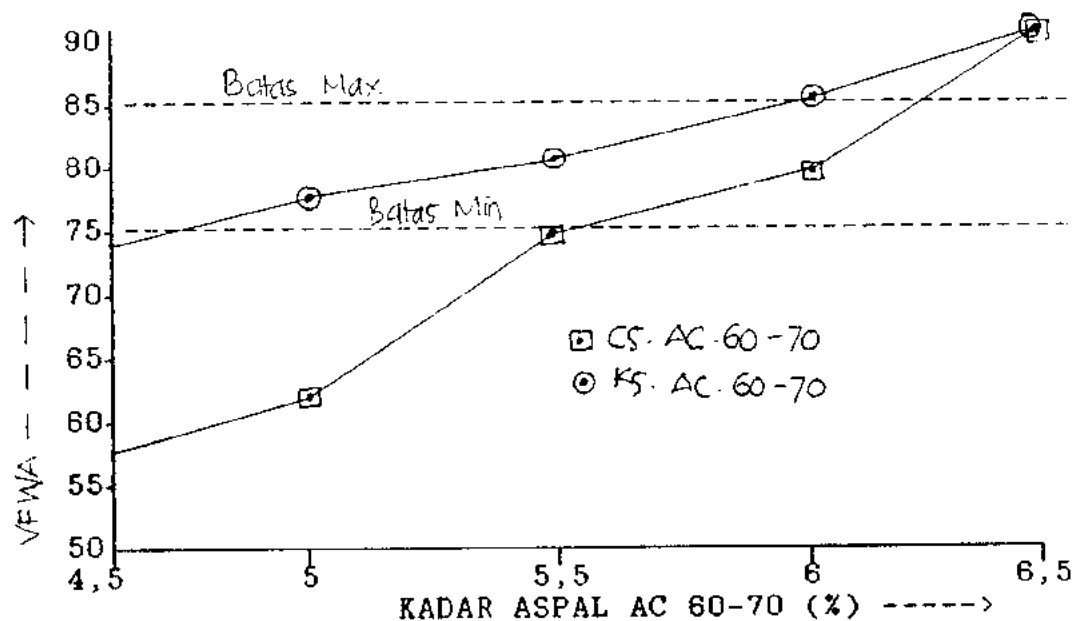
2. Pengaruh Kadar Aspal Terhadap VFWA

Nilai VFWA memperlihatkan persentase rongga yang ada pada campuran agregat yang terisi aspal. Faktor-faktor yang mempengaruhi VFWA antara lain gradasi, jumlah dan jenis aspal, pemadatan dan daya serap batuan, Nilai VFWA tinggi apabila jumlah aspal banyak, gradasi rapat dan pemadatan sempurna. Disini yang ditinjau pengaruh dari bentuk batuan terhadap jenis aspal AC 60-70.

Dari hasil penelitian pada gambar 6.2 terlihat bahwa nilai VFWA naik dengan bertambahnya kadar aspal. Pada kadar aspal yang sama, campuran beton aspal yang menggunakan 100% batu pecah (CS) mempunyai VFWA lebih kecil dari pada KS.

Nilai VFWA erat kaitannya dengan kekuatan ikatan campuran (adhesi), kedap terhadap udara dan air serta plastisitas campuran. Dengan kata lain nilai VFWA menentukan stabilitas, durabilitas dan fleksibilitas campuran. Nilai VFWA yang disyaratkan oleh Bina Marga sebesar 75%-85%. Beton aspal dengan VFWA terlalu rendah (<75%), daya ikatnya kurang, sehingga stabilitasnya rendah. Selain itu beton aspal yang VFWA-nya terlalu

rendah juga bersifat porus terhadap udara dan air, yang mengakibatkan mudah terjadi oksidasi, sehingga durabilitasnya rendah. Sebaliknya apabila VFWA terlalu tinggi, fleksibilitas campuran terlalu tinggi, sehingga mudah terjadi deformasi apabila menerima beban lalulintas. VFWA yang terlalu tinggi juga memudahkan terjadinya *bleeding* yaitu lapisan aspal meleleh keluar.



Gambar 6.2 Grafik hubungan antara kadar aspal dan VFWA

Dari gambar 6.2 dicari rentang kadar aspal agar memenuhi syarat masing-masing campuran adalah :

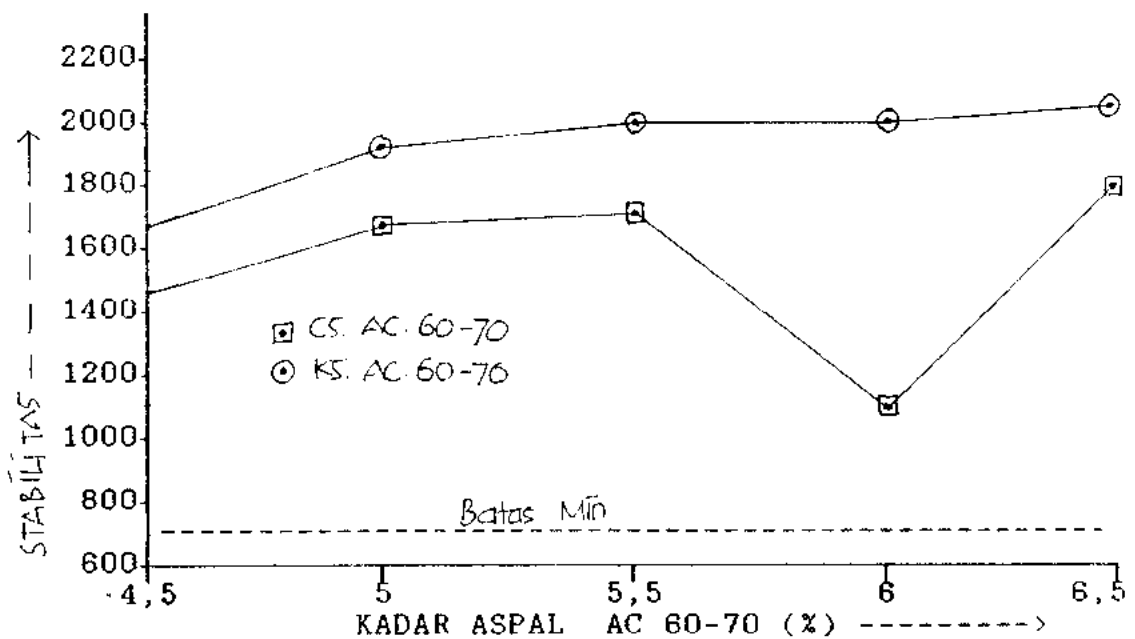
- a. Kode CS dengan kadar aspal 5,55 - 6,3 %
- b. Kode KS dengan kadar aspal 4,65 - 5,85%

3. Pengaruhi Kadar Aspal Terhadap Stabilitas

Nilai stabilitas menunjukkan kemampuan perkerasan dalam menahan terjadinya deformasi akibat beban lalu lintas tanpa mengalami retak-retak. Stabilitas perkerasan yang terlalu tinggi menyebabkan campuran terlalu kaku sehingga mudah retak waktu menerima beban. Sebaliknya jika stabilitas terlalu rendah, maka perkerasan akan mudah mengalami deformasi oleh beban lalu lintas atau oleh perubahan bentuk *subgrade*. Nilai stabilitas dipengaruhi oleh *internal friction* dan kohesi seperti yang telah diterangkan pada tinjauan pustaka.

Dari hasil penelitian pada gambar 6.3. tampak bahwa stabilitas naik tidak stabil dengan bertambahnya kadar aspal sampai batas tertentu, kemudian jika kadar aspal terus ditambah nilai stabilitas justru turun. Pada penelitian ini yang membedakan antara campuran yang satu dengan yang lain adalah bentuk batuan, sedang gradasi dan kadar aspal sama, beton aspal yang menggunakan 100% batu pecah (CS) menghasilkan stabilitas yang rendah dibandingkan dengan beton aspal yang menggunakan agregat fraksi III batu kapur.

Dari grafik hubungan antara stabilitas dan kadar aspal terlihat pula bahwa pada campuran beton aspal yang menggunakan agregat fraksi III dari batu kapur, dengan penambahan kadar aspal kenaikan stabilitas tidak terlalu besar dibandingkan dengan campuran beton aspal yang menggunakan batu pecah.



Gambar 6.3. Grafik hubungan kadar aspal dan stabilitas

Nilai stabilitas yang disyaratkan oleh Bina Marga minimal sebesar 650 kg. Dari gambar 6.3 dapat dilihat bahwa semua campuran beton aspal yang menggunakan 100% batu pecah maupun agregat fraksi III (filler) Batu Kapur memenuhi persyaratan.

Dari gambar 6.3 diatas, dicari rentang kadar aspal yang memenuhi persyaratan Bina Marga. Kadar aspal yang memnuhi syarat untuk masing-masing campuran adalah:

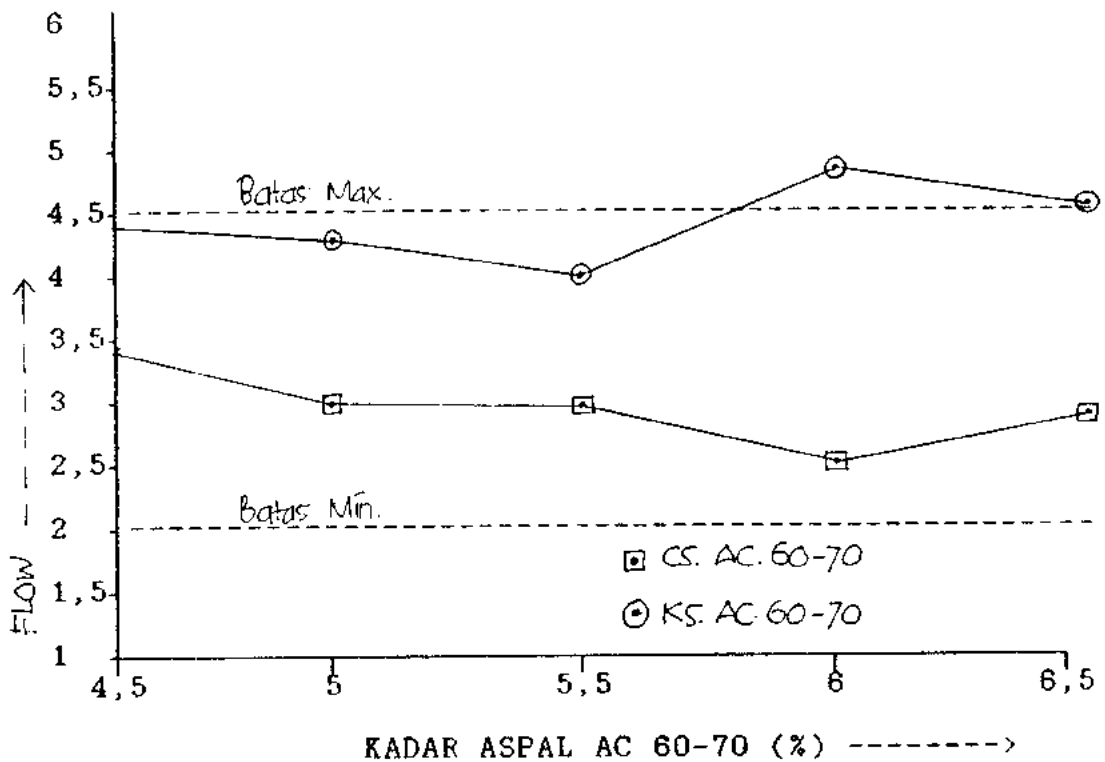
- a. Kode CS dengan kadar aspal 4,5 - 6,5 %
- b. Kode KS dengan kadar aspal 4,5 - 6,5 %

4. Pengaruh Kadar Aspal Terhadap FLOW

Tingkat kelelehan (flow) menyatakan besarnya deformasi benda uji. Campuran yang mempunyai angka kelelehan rendah dengan stabilitas tinggi, cenderung plastis dan mudah berubah bentuk bila mendapatkan beban lalulintas.

Nilai flow ditentukan beberapa faktor antara lain gradasi, kadar aspal, viskositas aspal, bentuk dan permukaan batuan. Pada penelitian ini, yang ditinjau pengaruh dari bentuk batuan dan jenis aspal.

Dari hasil penelitian pada gambar 6.4 tampak bahwa dengan penambahan kadar aspal, nilai flow juga berkurang. Hal ini merupakan konsekuensi logis bahwa dengan bertambahnya kadar aspal, campuran semakin plastis. Pada campuran beton aspal yang menggunakan batu pecah (CS), nilai flow lebih rendah daripada campuran yang menggunakan agregat fraksi III batu kapur (KS). Perbedaan besar flow pada campuran beton aspal yang jenis agregatnya berbeda ini disebabkan oleh kuat lekat aspal terhadap batuan. Kuat lekat pada batuan dipengaruhi oleh bentuk batuan dan *surface texture* batuan. Permukaan batuan yang kasar menyebabkan aspal lebih baik daya lekatnya daripada permukaan yang licin. Sesuai sifat aspal sebagai bahan pengikat, semakin banyak aspal menyelimuti batuan, semakin baik aspal mengikat batumannya, maka campuran beton aspal yang menggunakan batu kapur mempunyai kelelehan lebih rendah.



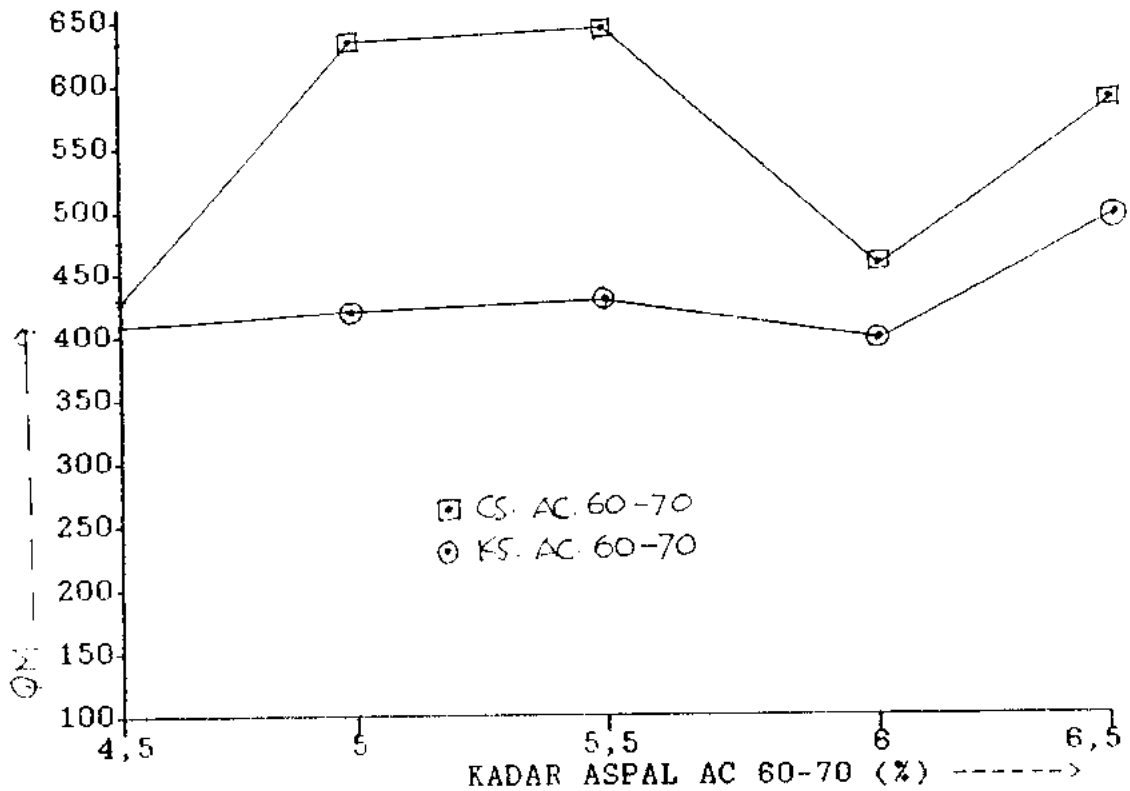
Gambar 6.4. Grafik Hubungan Antara Kadar Aspal dan Flow

Nilai flow yang disyaratkan oleh Bina Marga sebesar 2 - 4,5 mm. Dari gambar 6.4, nilai flow yang memenuhi persyaratan adalah :

- a. Kode CS dengan kadar aspal 4,5 - 6,5%
- b. Kode KS dengan kadar aspal 4,5 - 5,8%

5. Pengaruh Kadar Aspal Terhadap Nilai "QM"

Nilai *Marshall Quotient* sangat tergantung dari stabilitas dan flow, karena nilai QM merupakan hasil bagi antara stabilitas dan flow.



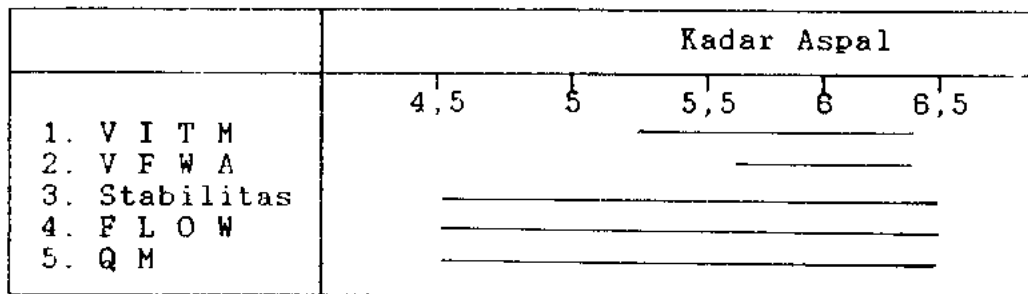
Gambar 6.5. Grafik Hubungan Antara Kadar Aspal dan QM

Pada gambar 6.5 terlihat bahwa nilai QM pada campuran yang menggunakan batu pecah (CS) lebih tinggi dari pada campuran yang menggunakan agregat fraksi III batu kapur karena beton aspal yang menggunakan batu pecah mempunyai stabilitas yang lebih tinggi.

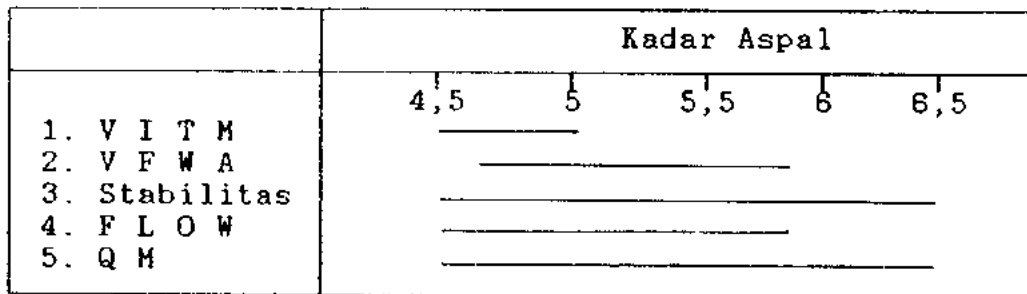
Untuk nilai QM ini Bina Marga tidak memberikan syarat. Lapis keras beton aspal dengan QM rendah, fleksibilitas terlalu tinggi, sehingga mudah mengalami deformasi apabila menerima beban lalulintas, sebaliknya jika QM terlalu tinggi, campuran bersifat kaku sehingga mudah mengalami retak-retak (*cracking*) apabila menerima beban lalulintas karena tidak cukup fleksibel.

6. Penentuan Kadar Aspal Optimum

Setelah melihat grafik-grafik diatas, maka dapat ditentukan kadar aspal yang diperlukan (kadar aspal optimum) secara grafis, yaitu dengan cara rentang kadar aspal yang memenuhi syarat dari *VITM*, *VFWA*, *Stabilitas*, *QM* dan *Flow* tersebut diplotkan maka diperoleh kadar aspal yang paling menguntungkan. Hasil selengkapnya dapat dilihat pada gambar 6.6. dan 6.7. berikut ini :



Gambar 6.6. Penentuan Kadar Aspal Optimum CS



Gambar 6.7. Penentuan Kadar Aspal Optimum KS

Kadar aspal optimum diperoleh dengan mengambil nilai tengah dari rentang yang memenuhi persyaratan. Kadar aspal optimum untuk masing-masing campuran terdapat pada tabel 6.7.



Tabel 6.7. Kadar Aspal Optimum Masing-masing Campuran

Beton Aspal	Kadar Aspal(%)	
	Terhadap % berat agregat	Terhadap % Total Campuran
CS	5,925	5,5935
KS	4,850	4,6257

Sumber : Hasil penelitian di laboratorium Jurusan Teknik Sipil FTSDP UII

Dari tabel 6.7 didapat bahwa kadar aspal optimum untuk batu pecah (CS) lebih tinggi daripada batu kapur (KS).

dengan beton aspal yang menggunakan agregat fraksi III batu kapur (KS).

4. Nilai flow dengan menggunakan batu pecah (CS) lebih rendah daripada campuran yang menggunakan agregat fraksi III batu kapur (KS).
5. Nilai *Marshall Quotient* dengan menggunakan batu pecah (CS) lebih tinggi daripada campuran yang menggunakan agregat fraksi III batu kapur (KS).
6. Dalam percobaan ini batu kapur sebagai filler lebih sedikit menggunakan aspal daripada batu pecah sebagai filler, kemungkinan porositas batu pecah lebih besar dibandingkan dengan batu kapur dan juga pada gradasi spesifikasi bahan pengisi (filler) beton aspal untuk batu kapur semuanya lolos 100%.

Dari kesimpulan diatas, maka didalam pelaksanaan di lapangan penggunaan batu pecah dan batu kapur sebagai agregat fraksi III (filler) dapat digunakan.

B. Saran

Dari pengalaman melakukan penelitian di Laboratoirum, dapat dikemukakan saran sebagai berikut :

1. Karena sifatnya yang berupa percobaan pengujian di Laboratorium maka diperlukan ketelitian dalam pengukuran bahan-bahan pokoknya serta ketelitian dalam pembacaan data yang dihasilkan. Begitu pula untuk ketentuan - ketentuan tentang temperatur pencampuran, pemadatan, pengujian serta ketentuan-ketentuan lainnya harus diawasi secara ketat.

2. Sebelum melaksanakan penelitian hendaknya dipahami faktor yang paling berpengaruh terhadap hasil penelitian. Pada penelitian ini, yang sangat berpengaruh selain bentuk batuan adalah berat jenis agregat sehingga pada saat pemeriksaan berat jenis harus mendapatkan perhatian khusus.
3. Dengan dapat digunakannya batu kapur sebagai bahan pengisi (filler), untuk itu disarankan diadakan pengujian bahan pengisi lainnya seperti, abu batu, kapur padam, semen (PC) atau bahan non plastis lainnya.
4. Karena dalam pemakaian baru dilaksanakan di Laboratorium, maka disarankan untuk pengkajian dalam skala penuh dilapangan.

DAFTAR PUSTAKA

1. Anonim, 1987, "Petunjuk Tentang KP dan TGA", Jurusan Teknik Sipil FT UGM, Yogyakarta
2. C.L.Manismith, "Influence of Shape, Size and Surface Texture on Stiffness and Fatigue Response of Asphalt Mixture", of Transportation and Traffic Engineering, University of California, Berkeley.
3. Departemen Pekerjaan Umum, Direktorat Jendral Bina Marga, 1983, Petunjuk Pelaksanaan Lapis Aspal Beton (LASTON), No. 13/PT/B/1983, Jakarta.
4. Sudarsono, D.U., 1977, "Teori Gradasi dan Umur Aspal Beton", Departemen Pekerjaan Umum dan Tenaga Listrik Direktorat Jendral Bina Marga, Badan Penerbit PU, Jakarta.
5. Sudarsono, D.U., 1984, "Teori Gradasi dan Pengetrapannya", Departemen Pekerjaan Umum, Badan Penerbit PU, Jakarta.
6. Silvia Sukirman, Perkerasan Lentur Jalan Raya, Penerbit Nova.
7. The Asphalt Institute, Asphalt Technology and Construction Practices, Instructor Guide, ES-1, Second Edition 1983, Maryland, USA.
8. The Asphalt Institute, Principles of Construction of Hot - Mix Asphalt Pavement, Ms - 22, Januari 1983, Maryland, USA.

PENELITIAN LABORATORIUM
PENGARUH PEMAKAIAN BATU KAPUR (F3) SEBAGAI FILLER
TERHADAP PERILAKU CAMPURAN BETON ASPAL

PEMERIKSAAN KEAUSAN AGREGAT

Jenis contoh : Agregat Batu Pecah

Contoh dari : Clereng, Kulonprogo

(Prod. Stone Chrusher PT Perwita Karya)

Diperiksa : Desember 1994

Tempat : Laboratorium Jalan Raya Jurusan Teknik Sipil

FTSDP UII

JENIS GRADASI					
SARINGAN		BENDA UJI			
LOLOS	TERTAHAN	I	II		
72,2 mm (3")	63,5 mm (2,5")	2500 2500			
63,5 mm (2,5")	50,8 mm (2")				
50,8 mm (2")	37,5 mm (1,5")				
37,5 mm (1,5")	25,4 mm (1")				
25,4 mm (1")	19,0 mm (3/4")				
19,0 mm (3/4")	12,5 mm (0,5")				
12,5 mm (0,5")	09,5 mm (3/8")				
09,5 mm (3/8")	06,3 mm (1/4")				
06,3 mm (1/4")	4,75 mm (no4)				
4,75 mm (no4)	2,36 mm (no8)				
JUMLAH BENDA UJI				5000	
JUMLAH TERTAHAN DISIEVE 12(B)				3571	
KEAUSAN = $\frac{(A - B)}{A} \times 100\%$				28,58	

PENELITIAN LABORATORIUM
PENGARUH PEMAKAIAN BATU KAPUR (F3) SEBAGAI FILLER
TERHADAP PERILAKU CAMPURAN BETON ASPAL

=====

PEMERIKSAAN BERAT JENIS AGREGAT KASAR

Jenis contoh : Agregat Batu Pecah

Contoh dari : Clereng, Kulonprogo

(Prod. Stone Chrusher PT Perwita Karya)

Diperiksa : Desember 1994

Tempat : Laboratorium Jalan Raya Jurusan Teknik Sipil

FTSDP UII

KETERANGAN	BENDA UJI	
	I	II
Berat benda uji dalam keadaan basah jenuh (SSD) -----> (BJ)	1009	
Berat benda uji dalam air -----> (BA)	627	
Berat sampel kering oven (BK)	996	
Berat jenis (Bluk) = $\frac{BK}{(BJ-BA)}$	2,607	
Berat SSD = $\frac{BJ}{(BJ-BA)}$	2,641	
BJ semu = $\frac{BK}{(BK-BA)}$	2,699	
Penyerapan = $\frac{(BJ-BK)}{BK} \times 100 \%$	1,305	

PENELITIAN LABORATORIUM
PENGARUH PEMAKAIAN BATU KAPUR (F3) SEBAGAI FILLER
TERHADAP PERILAKU CAMPURAN BETON ASPAL

Pemeriksaan Berat Jenis Agregat Halus

Jenis contoh : Agregat Batu Pecah

Contoh dari : Dlereng, Kulonprogo

Diperiksa : Desember 1994

Tempat : Laboratorium Jalan Raya Jurusan Teknik Sipil

FTSDP UII

KETERANGAN	BENDA UJI	
	I	II
Berat benda uji dalam keadaan basah jenuh (SSD)	500	
Berat vichometer + air (B)	687	
Berat vichometer + air + benda uji (BT)	986	
Berat sampel kering oven (BK)	495	
Berat jenis = $\frac{BK}{(B + 500 - BT)}$	2,4627	
Berat SSD = $\frac{500}{(B + 500 - BT)}$	2,4876	
BJ semu = $\frac{BK}{(B + BK - BT)}$	2,5255	
Penyerapan = $\frac{(500 - BK)}{BK} \times 100\%$	1,0101	

PENELITIAN LABORATORIUM
PENGARUH PEMAKAIAN BATU KAPUR (F3) SEBAGAI FILLER
TERHADAP PERILAKU CAMPURAN BETON ASPAL

=====

PEMERIKSAAN KELEKATAN AGREGAT TERHADAP ASPAL

Jenis contoh : Aspal AC 60-70 Ex Pertamina

Contoh dari : Asphalt Storage AMP PT Perwita Karya

Diperiksa : Desember 1994

Tempat : Laboratorium Jalan Raya Jurusan Teknik Sipil
FTSDP UII

	Pembacaan Suhu	Pembacaan Waktu
PEMANASAN SAMPEL		
Mulai pemanasan	30°C	11.00 Wib
Selesai pemanasan	70°C	11.30 Wib
PENERIKSAAN		
Mulai	70°C	09.30 Wib
Selesai	27°C	09.45 Wib

HASIL PEMERIKSAAN

Benda uji	Persen luas permukaan yang terselimuti aspal
Batu pecah	> 95 %

PENELITIAN LABORATORIUM
PENGARUH PEMAKAIAN BATU KAPUR (F3) SEBAGAI FILLER
TERHADAP PERILAKU CAMPURAN BETON ASPAL

=====

PEMERIKSAAN SAND EQUIVALENT DATA

Jenis contoh : Agregat Batu Pecah

Contoh dari : Clereng, Kulonprogo

(Prod. Stone chrusher, PT Perwita Karya)

Diperiksa : Desember 1994

Tempat : Laboratorium Jalan Raya Jurusan Teknik Sipil
FTSDP UII

TRIAL NUMBER		1	2	3
Soaking (10,1 Min)	Start Stop			
Sedimentation Time (20 Min - 15 Sec)	Start Stop			
Clay Reading		5,4		
Sand Reading		3,7		
SE = $\frac{\text{Sand Reading}}{\text{Clay Reading}} \times 100\%$		68,52		
Avarage Sand Equivalent				
Remark : Syarat Sand Equivalent min 50%				

PENELITIAN LABORATORIUM
PENGARUH PEMAKAIAN BATU KAPUR (F3) SEBAGAI FILLER
TERHADAP PERILAKU CAMPURAN BETON ASPAL

=====

PEMERIKSAAN ANALISA SARINGAN AGREGAT KASAR DAN HALUS

Jenis contoh : Agregat Batu Pecah dan Batu Kapur

Contoh dari : Clereng, Kulonprogo

(Prod. Stone chrusher, PT Perwita Karya)

Semin, Wonosari

Diperiksa : Desember 1994

Tempat : Laboratorium Jalan Raya Jurusan Teknik Sipil

FTSDP UII

Saringan	berat tertahan	Jlh berat tertahan	% tertahan	% lolos	ideal
50,00 (2,5")					
37,50 (1,5")					
25,40 (1")					
19,00 (3/4")	0	0	0	100	100
12,50 (1/2")	120	120	10	80 - 100	90
9,50 (3/8")	120	240	20	70 - 90	80
4,75 No 4	240	480	40	50 - 70	60
2,36 No 8	210	690	57,5	35 - 50	42,5
No 30	228	918	76,5	18 - 29	23,5
No 50	66	984	82	13 - 23	18
No 100	72	1056	88	8 - 16	12
No 200	60	1116	93	4 - 10	7
P A N	84	1200	100	-	0

PENELITIAN LABORATORIUM
 PENGARUH PEMAKAIAN BATU KAPUR (F3) SEBAGAI FILLER
 TERHADAP PERILAKU CAMPURAN BETON ASPAL

=====

PEMERIKSAAN DAKTILITAS (DUCTILITY) / RESIDUE

Jenis contoh : Aspal AC 60 - 70 Ex Pertamina

Contoh dari : Asphalt Storage AMP PT Perwita Karya

Diperiksa : Januari 1995

Tempat : Laboratorium Jalan Raya Jurusan Teknik Sipil
 FTSDP UII

Persiapan benda uji	Contoh dipanaskan	15 menit	Pembc. suhu
Mendinginkan benda uji	Didiamkan pada suhu ruang	60 menit	
Perendaman benda uji	Direndam dalam Waterbath pada suhu 25°C	60 menit	Pembac. suhu Waterbath ± 25°C
Pemeriksaan	Daktilitas 25°C 5 cm permenit	20 menit	Pembac. suhu alat ± 25°C

Daktilitas pada 25°C 5 cm per menit	Pembacaan pengukur pada alat
Pengamatan I Pengamatan II	> 100 cm > 100 cm
Rata - rata (I + II)	> 100 cm

PENELITIAN LABORATORIUM
PENGARUH PEMAKAIAN BATU KAPUR (F3) SEBAGAI FILLER
TERHADAP PERILAKU CAMPURAN BETON ASPAL

=====

PEMERIKSAAN PENETRASI ASPAL

Jenis contoh : Aspal AC 60 - 70 Ex Pertamina

Contoh dari : Asphalt Storage AMP PT Perwita Karya

Diperiksa : Januari 1995

Tempat : Laboratorium Jalan Raya Jurusan Teknik Sipil
FTSDP UII

	Pembac. suhu	Pembac. waktu	
PEMANASAN SAMPEL Mulai Pemanasan Selesai Pemanasan	30°C 111°C	9.00 Wib 9.30 Wib	
DIDIAMKAN PADA SUHU RUANG Mulai Selesai	111°C 36°C	9.30 Wib 10.30 Wib	
DIRENDAM DALAM AIR SUHU Mulai Selesai	25°C 36°C 25°C	10.30 Wib 11.30 Wib	
DIPERIKSA Mulai Selesai	25°C	11.30 Wib	
H A S I L P E N G A M A T A N			
Sket Hasil Pemeriksaan	No	Cawan (I)	Cawan (II)
*5	1	60	74
	2	76	69
*4 *1 *2	3	77	72
	4	72	74
*3	5	72	76
rata-rata		71,4	73

PENELITIAN LABORATORIUM
 PENGARUH PEMAKAIAN BATU KAPUR (F3) SEBAGAI FILLER
 TERHADAP PERILAKU CAMPURAN BETON ASPAL

=====

PEMERIKSAAN BERAT JENIS ASPAL

Jenis contoh : Aspal AC 60 - 70 Ex Pertamina

Contoh dari : Asphalt Storage AMP PT Perwita Karya

Diperiksa : Januari 1995

Tempat : Laboratorium Jalan Raya Jurusan Teknik Sipil

FTSDP UII

No	Urutan Pemeriksaan	Berat
1	Berat vionometer	22 gram
2	Berat vionometer + Aquades	72 gram
3	Berat air (2 - 1)	50 gram
4	Berat vionometer + contoh aspal	23 gram
5	Berat contoh Aspal (4 - 1)	1 gram
6	Berat vionometer + contoh + Aquades	72 gram
7	Berat airnya saja (6 - 4)	49 gram
8	Isi contoh / air yang dipindahkan (3 - 7)	1 gram
9	Berat jenis Aspal (5 / 7)	1 gram

PENELITIAN LABORATORIUM
PENGARUH PEMAKAIAN BATU KAPUR (F3) SEBAGAI FILLER
TERHADAP PERILAKU CAMPURAN BETON ASPAL

=====

Pemeriksaan Titik Lembek Aspal

Jenis contoh : Aspal AC 60 - 70 Ex Pertamina

Contoh dari : Asphalt Storage AMP PT Perwita Karya

Diperiksa : Januari 1995

Tempat : Laboratorium Jalan Raya Jurusan Teknik Sipil

FTSDP UII

	Pembac. suhu	Pembac. waktu
PEMANASAN SAMPEL Mulai Pemanasan Selesai Pemanasan	30°C 111°C	10.00 Wib 10.30 Wib
DIDIAMKAN PADA SUHU RUANG Mulai Selesai	111°C 27°C	10.30 Wib 12.30 Wib
DIRENDAM DALAM AIR SUHU Mulai Selesai	5°C	Wib Wib
DIPERIKSA Mulai Selesai	5°C 53°C	Wib Wib

H A S I L P E N G A M A T A N

No	Suhu yang diamati	Waktu (detik)	Titik Lembek
1	5		
2	10	2'30"	
3	15	2'45"	
4	20	3'30"	
5	25	4'17"	
6	30	5'14"	52
7	35	6'44"	
8	40	7'44,5"	
9	45	8'29,5"	
10	50	9'21,5"	
11	52	9'51,5"	

PENELITIAN LABORATORIUM

PENGARUH PEMAKAIAN BATU KAPUR (F3) SEBAGAI FILLER

TERHADAP PERILAKU CAMPURAN BETON ASPAL

PEMERIKSAAN TITIK NYALA DAN TITIK BAKAR

Jenis contoh : Aspal AC 60 : 70 Ex Pertamina

Contoh dari : Asphalt Storage AMF PT Perwita Karya

Diperiksa : Januari 1995

Tempat : Laboratorium Jalan Raya Jurusan Teknik Sipil
FTSDP UII

	Pembac. suhu	Pembac. waktu
PEMANASAN SAMPEL		
Mulai Pemanasan		Wib
Selesai Pemanasan		Wib
DIDIAMKAN PADA SUHU RUANG		
Mulai		Wib
Selesai		Wib
DIPERIKSA		
Mulai	65°C	10.17 Wib
Selesai	349°C	10.50 Wib
H A S I L P E N G A M A T A N		
CAWAN	TITIK NYALA	TITIK BAKAR
I	333° C	349° C

PENELITIAN LABORATORIUM**PENGARUH PEMAKAIAN BATU KAPUR (F3) SEBAGAI FILLER****TERHADAP PERILAKU CAMPURAN BETON ASPAL****PEMERIKSAAN KELABUTAN DALAM CCL⁴**

Jenis contoh : Aspal 3750 Ks Pertamina

Contoh dari : Aspal H 80/100 PT Perwita Karya

Diperiksa : 100 gram

Tempat : Laboratorium Teknik Sipil
 19/10/1991

Pembukaan contoh	Dipansi mulai	Pembacaan suhu	Pembacaan waktu
Pemeriksaan	selesai		
1. Penimbangan	mulai		
2. Pelarutan	mulai		
3. Penyaringan	mulai		
4. Oven	selesai		
5. Penimbangan	mulai		
	selesai		

1. Berat botol Erlennmeyer kepong	=	74 gram
2. Berat Erlennmeyer + aspal	=	76 gram
3. Berat aspal (2 - 1)	=	2 gram
4. Berat kertas saring bersih	=	0,64 gram
5. Berat kertas saring + endapan	=	0,645 gram
6. Berat endapannya saja (5 - 4)	=	0,005 gram
7. Persentase endapan (6/2 x 100%)	=	0,25 %
8. Bitumen yang larut (100% - 7)	=	99,75 %

Penelitian Pengaruh Penambahan Batu Kapur (F₃) Sebagai Filler Terhadap Perilaku Campuran Beton Aspal

Peneliti : Asikin E. Fasih (06.310.233)

Tempat : Laboratorium Jalan Raya

Jurusan Teknik Sipil ITSOP 011

HASIL TEST MARSHALL AGREGAT BATU PASIR

ASPAK MC 60 - 70

STBLG FLOW QM

Kode	t	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p	q	r	s
1-A	6.6783	4,5 A	4,31	1185	1203	674	522	2.2401	2.4211	9.5648	82.6063	773877	17.3937	55.5075	7.4759	460	1426	1766,2200	3.556	356,2769
1-B	6.3550	B	4,31	1182	1200	674	510	2.2687	2.4211	9.7781	83.6610	675689	16.3390	59.9452	6.2217	458	1665	1658,2400	3.202	502,2228
Rata-rata				1183,5	1201,5	674,5	531	2.2544	2.4211	9.7165	83.1317	7.1479	16.5664	57.6761	6,8833	434	1546,5	1662,5304	3.429	429,2498
2-A	6.5167	5,0 A	4,76	1181	1194	673	536,5	2.2668	2.4033	10.1900	83.1978	6.0122	16.8022	64.2178	5.6777	619	2300	2135,1475	2.286	934,0102
2-B	6.8450	B	4,76	1238	1250	696	534	2.2347	2.4033	11.6372	82.0197	7.3471	17.9803	59.1603	7.6154	410	1461	1251,1392	3.870	329,2228
Rata-rata				1209,5	1222	684,5	535,25	2.2508	2.4033	11,2136	82.6088	6.6777	17,3913	61,6891	6,3478	529,5	1880,5	1694,7434	3,348	631,6165
3-A	6.6217	5,5 A	5,21	1183	1191	677	529,5	2.2016	2.3856	11.9113	84.0759	3.9328	15.9241	75.3028	3.5211	492	1749	1668,8891	4.064	410,6037
3-B	6.6217	B	5,21	1174	1182	671	532	2.2775	2.3856	11.9700	83.9262	4.1038	16,9738	74,6690	3,6310	526	1868	1782,2252	2.072	877,0753
Rata-rata				1178,5	1186,5	674	530,75	2.2796	2.3856	11,9807	84,0011	4,0183	15,7990	74,8858	3,6071	509	1806,5	1725,4573	3,048	643,8375
4-A	6.6350	6,0 A	5,66	1179	1190	679	531	2.2072	2.3683	13.8432	83.8004	2.2784	16,1196	85,8731	2,5799	341	1219	1158,6046	2,786	506,8361
4-B	6.5767	B	5,66	1183	1194	668	520,5	2.2490	2.3683	13,4940	81,7615	4,7415	18,2355	73,9936	5,0374	369	1389	1203,7624	2,794	430,8383
Rata-rata				1181	1192	673,5	520,75	2.2781	2.3683	13,6686	82,9225	3,0895	17,1758	79,9383	3,8037	355	1268,5	1181,1835	2,540	465,0328
5-A	6.3083	6,5 A	6,10	1174	1180	675	512	2.2248	2.3791	14,1813	84,1261	1,6926	15,8739	89,3372	2,3814	433	1542	1558,0368	3,556	4381,1430
5-B	6.2967	B	6,10	1171	1175	675	521	2.342	2.3791	14,2862	84,7465	0,9653	15,2512	83,6708	1,5594	569	2019	2045,9037	2,286	894,9707
Rata-rata				1172,5	1177,5	675	516,5	2,3334	2,3791	14,2338	84,4373	1,3290	15,5627	91,5040	1,5239	501	1780,5	1801,9700	2,921	616,9017

Keterangan :

- t = Tebal benda uji
- a = % aspal terhadap batuan
- b = % aspal terhadap campuran
- c = berat (gram) sebelum direndam
- d = berat dalam keadaan jenuh (gram)
- e = berat dalam air (gram)
- f = isi (ml) = d - e
- g = berat isi benda uji
- h = berat jenis maksimum (teritorial)

$$i = \frac{b \times q}{BJ \text{ aspal}}$$

$$j = \frac{(100 - b) \times q}{BJ \text{ agregat}}$$

- k = jumlah kandungan rongga (%) = 100 - i - j
- l = % rongga terhadap agregat = 100 - j
- m = % rongga terisi aspal = 100 x (i/l)
- n = rongga terhadap campuran = 100 - 100 (g/h)
- o = pembacaan arloji stabilitas
- q = stabilitas (p x koreksi benda uji)
- r = kelelahan (0,01 mm)
- s = quantient marshall = g/r

Suhu pemadatan = 160° C
 Suhu peadatan = 140° C
 BJ Aspal = 1
 BJ Agregat = 2,5959

Penelitian Pengaruh Penggunaan Batu Kapur (F_3)
 Sebagai Filler Terhadap Pertilaku Campuran Beton Aspal
 Penelitian : Ashwin E. Nasihin (06.310.2133)
 Tempat : Laboratorium Jalan Raya
 Jurusan Teknik Sipil ITSOP

HASIL TEST MARSHALL AGREGAT FRASIS TITIK (PEMILIK) BATU KAPUR
 ASPAL AC 60 - 70

7424 2134 6754 08

Kode	t	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p	q	r	s
1-A	6,5283	4,5 A	4,31	1174	1197	696	501	2,3433	2,4211	10,0996	86,4119	3,6885	13,5681	74,3264	1,2134	530	1982	1743,8023	4,826	361,3149
1-B	6,3883	B	4,31	1183	1203	698	505	2,3426	2,4211	10,0996	86,3861	3,5173	13,6139	74,1639	1,2423	552	1956	1941,9334	4,064	477,8128
Rata-rata				1178,5	1200	677	503	2,3430	2,4211	10,0981	86,3990	3,5029	13,6010	74,2453	1,2278	541	1919	1812,8778	4,445	414,5956
2-A	6,3683	5,0 A	4,76	1176	1193	690	503	2,3379	2,4033	11,1284	85,8073	3,0643	14,1327	78,4093	2,7213	585	2075	2067,8401	4,572	452,2072
2-B	6,4083	B	4,76	1175	1194	692	506	2,3221	2,4033	11,0531	85,2274	3,7195	14,7226	74,8216	3,3757	552	1956	1874,7159	4,718	434,1639
Rata-rata				1175,5	1193,5	691	504,5	2,3300	2,4033	11,0968	85,5174	3,3919	14,4827	76,6155	3,3782	568,5	2015,5	1911,288	4,645	443,4866
3-A	6,3733	5,5 A	5,21	1174	1194	690	504	2,3293	2,3856	12,1366	85,0878	2,7756	14,9122	81,3671	3,0500	642	2261	2251,1222	4,316	521,3345
3-B	6,3700	B	5,21	1172	1195	691	504	2,3253	2,3856	12,1148	84,9416	2,7436	15,0584	80,9521	2,3595	497	1767	1760,3717	4,064	433,1628
Rata-rata				1173	1194,5	690,5	504	2,3273	2,3856	12,1257	85,0147	2,7596	14,9853	80,2169	2,7277	567,5	2011	2005,7479	4,191	478,5845
4-A	6,2567	6,0 A	5,66	1179	1195	688	507	2,3254	2,3663	13,1617	81,5120	2,2963	15,4580	85,1443	2,4138	613	2166	2225,5514	4,573	486,2785
4-B	6,0550	B	5,66	1177	1196	690	506	2,3260	2,3683	13,4045	81,5038	2,0317	15,4326	86,8380	1,7561	550	2093	1790,1691	5,080	352,3954
Rata-rata				1178	1195,5	689	506,5	2,3257	2,3683	13,2831	86,5529	2,1640	15,4471	85,9914	1,7528	600,5	2195,5	2007,8602	4,826	419,5869
5-A	6,3450	6,5 A	6,10	1173	1188	585	503	2,3320	2,3512	14,2252	81,3866	1,3882	15,6134	91,1089	0,8166	627	2222	2216,3031	5,080	442,1856
5-B	6,3800	B	6,10	1177	1192	686	506	2,3260	2,3512	14,1886	84,3694	1,6420	15,8396	89,6276	1,0712	635	2250	2237,3417	4,064	550,5274
Rata-rata				1175	1190	685,5	504,5	2,3290	2,3512	14,2089	84,2780	1,5151	15,7220	90,3683	0,5442	631	2235	2241,8234	4,572	496,3565

$$i = \frac{b \times g}{BJ \text{ aspal}}$$

$$j = \frac{(100 - bj) \cdot g}{BJ \text{ agregat}}$$

Keterangan :

- t = Tebal benda uji
- a = % aspal terhadap batuan
- b = % aspal terhadap campuran
- c = berat (gram) sebelum direndam
- d = berat dalam keadaan jenuh (gram)
- e = berat dalam air (gram)
- f = isi (ml) = d - e
- g = berat isi benda uji
- h = berat jenis maksimum (teritorial)

Suhu pencampuran = 160° C
 Suhu pendalaman = 140° C
 Bj Aspal = 1
 Bj Agregat = 2,5949

- k = jumlah kandungan rongga (%) = 100 - i - j
- l = % rongga terhadap agregat = 100 - j
- m = % rongga terisi aspal = 100 x (i/l)
- n = rongga terhadap campuran = 100 - 100 (g/h)
- o = pembacaan arloji stabilitas
- q = stabilitas (p x koreksi benda uji)
- r = kelelahan (0,01 mm)
- s = quantient Marshall = q/r

100

$$\frac{\% \text{ agregat} \times \text{Aspal}}{\% \text{ agregat} \times \text{Aspal} + BJ \text{ agregat} \times BJ \text{ aspal}}$$