

PERPUSTAKAAN FTSP UH
HADIAH/BELI

TGL. TERIMA : 09-10-00

NO. JUDUL :

133
5120003116001

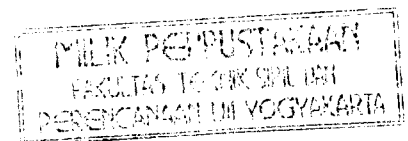
TUGAS AKHIR
PERBANDINGAN HASIL UJI MARSHALL TERHADAP
CAMPURAN HRS B MENGGUNAKAN AGREGAT HALUS
PASIR KWARSA GUNUNG KIDUL DENGAN
AGREGAT HALUS BATU PECAH CLERENG

TA
Eg1.2

DHA

P

2000



Oleh :

Nama : M. Pormadi Dharma

No. Mhs. : 90 310 027

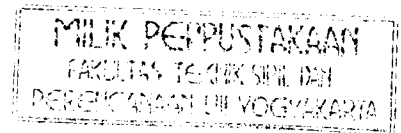
Nama : Agus Wahyudi

No. Mhs. : 93 310 135

JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA

2000

HALAMAN PENGESAHAN
TUGAS AKHIR
PERBANDINGAN HASIL UJI MARSHALL TERHADAP
CAMPURAN HRS B MENGGUNAKAN AGREGAT HALUS
PASIR KWARSA GUNUNG KIDUL DENGAN
AGREGAT HALUS BATU PECAH CLERENG



Nama : M. Pormadi Dharma
No. Mhs. : 90 310 027
Nama : Agus Wahyudi
No. Mhs. : 93 310 135

Telah diperiksa dan disetujui oleh :

Ir. Sukarno, SU

Dosen Pembimbing I

Tanggal : 9-9-2001

Ir. H. Bachnas, M.Sc

Dosen Pembimbing II

Tanggal : 9-9-2000

PRAKATA

Bismillahirrahmaanirrahim

Assalamu'alaikum wr. wb.

Puji syukur kehadirat Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan hidayah-Nya, sehingga Tugas Akhir ini dapat diselesaikan dengan baik.

Tugas Akhir merupakan salah satu persyaratan guna memperoleh derajat sarjana strata satu (S1) bidang Teknik Sipil pada Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.

Selama penulisan Tugas akhir ini, telah banyak diperoleh bantuan dan masukan yang berharga untuk penulis. Untuk itu tidaklah berlebihan jika penulis sampaikan terimakasih kepada :

1. Bapak Ir. H. Widodo, MSCE, PhD, selaku Dekan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia,
2. Bapak Ir. H. Tadjuddin BMA, MS, selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia,
3. Bapak Ir. Sukarno, SU, selaku Dosen Pembimbing I Tugas Akhir,
4. Bapak Ir. H. Bachnas, M.Sc, selaku Dosen Pembimbing II Tugas Akhir,
5. Bapak Ir. Subarkah, MT, selaku Kepala Laboratorium Jalan Raya, Fakultas Teknik Sipil, Universitas Islam Indonesia,

6. Bapak-bapak Dosen di Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia,
7. Bapak Sukamto dan Bapak Syamsudin, selaku karyawan Laboratorium Jalan Raya, Fakultas Teknik Sipil, Universitas Islam Indonesia,
8. Bapak Gunawan Riyana, selaku Lurah Desa Terbah, Patuk, Gunung Kidul, Yogyakarta,
9. Bapak Wahyu, selaku pimpinan PT. Gebyar Selo Artha Mas, Clereng, Kulon Progo, Yogyakarta,
10. Ayah dan Ibu tercinta yang terus memberikan dorongan baik moril maupun materiil, lahir dan bathin,
11. Teman-teman terbaik, yang terlalu banyak untuk disebutkan disini, yang telah membantu penulis sejak awal hingga akhir penulisan Tugas Akhir ini.

Semoga Allah berkenan menerima amal baik mereka dan semoga senantiasa mendapatkan limpahan kasih sayang dan magfirah-Nya.

Disadari sepenuhnya, bahwa penulisan Tugas Akhir ini masih jauh dari sempurna, karena itu tentu segala kritikan demi perbaikan penulisan ini sangat diharapkan. Billahittaufiq walhidayah.

Wassalamu'alaikum wr. wb.

Yogyakarta, Agustus 2000

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
LEMBAR JUDULi
LEMBAR PENGESAHANii
PRAKATAiii
DAFTAR ISIv
DAFTAR TABELviii
DAFTAR GAMBARix
DAFTAR LAMPIRANxi
INTISARIxii
BAB I : PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Tujuan Penelitian	3
1.3. Batasan Masalah	4
1.4. Manfaat Penelitian	5
1.5. Keaslian Penelitian	6
BAB II : TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1. Perkerasan Jalan	7
2.2. Karakteristik Perkerasan	8
2.2.1. Stabilitas (Stability)	8
2.2.2. Durabilitas (Durability)	8
2.2.3. Fleksibilitas (Flexibility)	9
2.2.4. Kekesatan (Skid Resistance)	9
2.2.5. Ketahanan Kelelahan (Fatigue Resistance)	10
2.2.6. Kemudahan untuk dikerjakan (workability)	10
2.3. Bahan Penyusun Perkerasan HRS B	11
2.3.1. Aspal Keras/Asphalt Cement (AC)	11

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1.	Grafik Hubungan Stabilitas Dengan Kadar Aspal 20
Gambar 2.2.	Grafik Hubungan Flow Dengan Kadar Aspal 21
Gambar 2.3.	Grafik Hubungan Density Dengan Kadar Aspal 22
Gambar 2.4.	Grafik Hubungan VFWA Dengan Kadar Aspal 23
Gambar 2.5.	Grafik Hubungan VITM Dengan Kadar Aspal 24
Gambar 2.6.	Grafik Hubungan Marshall Quotient Dengan Kadar Aspal . 25
Gambar 3.1.	Gradasi Yang Digunakan Pada Penelitian dan Spesifikasi HRS B CQCMU, 1988 31
Gambar 3.2.	Diagram Alir Penelitian Secara Keseluruhan 38
Gambar 4.1.	Grafik Hubungan Stabilitas Dengan Kadar Aspal Benda Uji Batu Pecah Clereng 46
Gambar 4.2.	Grafik Hubungan Stabilitas Dengan Kadar Aspal Benda Uji Pasir Kwarsa Gunung Kidul 46
Gambar 4.3.	Grafik Hubungan Flow Dengan Kadar Aspal Benda Uji Batu Pecah Clereng 47
Gambar 4.4.	Grafik Hubungan Flow Dengan Kadar Aspal Benda Uji Pasir Kwarsa Gunung Kidul 47
Gambar 4.5.	Grafik Hubungan Density Dengan Kadar Aspal Benda Uji Batu Pecah Clereng 48
Gambar 4.6.	Grafik Hubungan Density Dengan Kadar Aspal Benda Uji Pasir Kwarsa Gunung Kidul 48

INTISARI

Penelitian ini mencoba memanfaatkan pasir kwarsa Gunung Kidul yang belum pernah dimanfaatkan sebelumnya baik sebagai bahan industri, bahan bangunan maupun bahan lapis perkerasan jalan raya. Pasir kwarsa dimanfaatkan sebagai agregat halus pada campuran perkerasan jalan raya Hot Rolled Sheet (HRS) B sebagai pengganti agregat halus batu pecah Clereng. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui dan mempelajari karakteristik campuran HRS B yang menggunakan agregat halus pasir kwarsa Gunung Kidul dengan cara membandingkannya dengan campuran HRS B yang menggunakan agregat batu pecah Clereng melalui Test Marshall untuk mendapatkan nilai-nilai stabilitas, flow, density, VFWA (Void Filled With Asphalt), VITM (Void In the Total Mix) serta Marshall Quotient dengan jumlah tumbukan sebanyak 2 x 50 tumbukan sesuai yang disyaratkan oleh CQCMU (Central Quality Control and Monitoring Unit) pada Sub Dinas Bina Marga untuk campuran HRS B.

Dari hasil perbandingan karakteristik benda uji yang menggunakan agregat batu pecah Clereng maupun pasir kwarsa Gunung Kidul terhadap teori Marshall diperoleh pola grafik hubungan Stabilitas, Flow, Density, VFWA, VITM dan Marshall Quotient terhadap prosentase kadar aspal dari kedua jenis benda uji menunjukkan pola grafik yang sama dengan pola grafik teori Marshall. Sedangkan hasil perbandingan karakteristik benda uji Clereng dengan benda uji kwarsa dapat dilihat bahwa nilai-nilai Stabilitas, Flow, VITM, dan Marshall Quotient batu pecah Clereng lebih tinggi dibandingkan nilai-nilai Stabilitas, Flow, VITM, dan Marshall Quotient dari pasir kwarsa Gunung Kidul, sedangkan nilai-nilai Density dan VFWA pasir kwarsa Gunung Kidul lebih tinggi dibandingkan nilai-nilai Density dan VFWA batu pecah Clereng.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Usaha meningkatkan kesejahteraan masyarakat secara merata merupakan salah satu tujuan dari pembangunan di segala bidang. Peran prasarana dan sarana transportasi terutama jalan raya merupakan penunjang yang sangat penting untuk mencapai tujuan tersebut. Keteringgalan beberapa daerah dalam meningkatkan kesejahteraan masyarakatnya, salah satu penyebabnya adalah kurangnya jalan penghubung dengan daerah tersebut ataupun karena jalan-jalan yang ada telah mengalami kerusakan, sehingga menghambat arus pergerakan orang, barang dan jasa yang pada akhirnya menghambat kemajuan daerah itu sendiri.

Dalam perencanaan jalan raya ada yang dikenal dengan lapis perkerasan yaitu lapis permukaan (surface course) yang terbuat dari campuran aspal dan agregat. Banyak ragam lapis perkerasan jalan yang digunakan, salah satu diantaranya adalah perkerasan Lapis Tipis Aspal Beton (Lataston) yang merupakan komponen lapis keras yang terbuat dari campuran antara agregat bergradasi timpang, mineral pengisi (filler) dan aspal keras yang mempunyai penetrasi minimum 60 dan 80 yaitu AC 60-70 dengan perbandingan tertentu yang dicampur dan dipadatkan dalam keadaan panas. Bahan Lapis Tipis Aspal Beton atau yang disebut Hot Rolled Sheet

(HRS) merupakan campuran antara agregat dan aspal. Agregat merupakan komponen utama dari lapisan perkerasan jalan yang banyaknya antara 90% - 95% berdasarkan prosentasi berat campuran, sehingga dapat memberikan daya dukung, keawetan dan kualitas yang tinggi bagi Lataston.

Agregat terdiri dari agregat kasar, agregat halus serta filler. Agregat yang lebih kecil berfungsi mengisi ruang antara agregat yang lebih besar, yang akan 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 antara agregat. Penggunaan kadar aspal yang tinggi mengakibatkan kelenturan (fleksibilitas) dan durabilitas yang baik tetapi tidak demikian dengan stabilitas dan kekesatan (skid resistance). Dengan demikian haruslah ditentukan suatu campuran antara agregat dan aspal seoptimal mungkin sehingga dihasilkan lapisan tipis aspal beton dengan kualitas yang sesuai dengan persyaratan teknis/spesifikasi.

Faktor yang sangat mempengaruhi nilai stabilitas dari Hot Rolled Sheet adalah gaya gesek dalam (internal friction) antar butir, sifat saling mengunci dan daya ikat dari lapisan aspal tersebut. Gaya gesek dalam dipengaruhi oleh bentuk partikel, tekstur permukaan partikel, ukuran partikel dan gradasi.

Pada pelaksanaan pekerjaan sebuah proyek konstruksi ketersediaan bahan/material yang berada tidak jauh atau bahkan berada di sekitar lokasi proyek

(HRS) merupakan campuran antara agregat dan aspal. Agregat merupakan komponen utama dari lapisan perkerasan jalan yang banyaknya antara 90% - 95% berdasarkan prosentasi berat campuran, sehingga dapat memberikan daya dukung, keawetan dan kualitas yang tinggi bagi Lataston.

Agregat terdiri dari agregat kasar, agregat halus serta filler. Agregat yang lebih kecil berfungsi mengisi ruang antara agregat yang lebih besar, yang akan 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 antara agregat. Penggunaan kadar aspal yang tinggi mengakibatkan kelenturan (fleksibilitas) dan durabilitas yang baik tetapi tidak demikian dengan stabilitas dan kekesatan (skid resistance). Dengan demikian haruslah ditentukan suatu campuran antara agregat dan aspal seoptimal mungkin sehingga dihasilkan lapisan tipis aspal beton dengan kualitas yang sesuai dengan persyaratan teknis/spesifikasi.

Faktor yang sangat mempengaruhi nilai stabilitas dari Hot Rolled Sheet adalah gaya gesek dalam (internal friction) antar butir, sifat saling mengunci dan daya ikat dari lapisan aspal tersebut. Gaya gesek dalam dipengaruhi oleh bentuk partikel, tekstur permukaan partikel, ukuran partikel dan gradasi.

Pada pelaksanaan pekerjaan sebuah proyek konstruksi ketersediaan bahan/material yang berada tidak jauh atau bahkan berada di sekitar lokasi proyek

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Perkerasan Jalan

Perkerasan jalan menurut Silvia Sukirman, 1992, adalah suatu konstruksi di atas tanah dasar (subgrade) yang berfungsi mendukung beban lalu lintas, kemudian menyebarkan ke tanah dasar sehingga tidak menimbulkan tekanan lebih besar dari daya dukung izin tanahnya. Berdasarkan bahan pengikatnya konstruksi perkerasan jalan dapat dibedakan menjadi 3 (tiga) seperti berikut ini :

- a. Konstruksi perkerasan lentur (flexible pavement) yaitu perkerasan yang menggunakan bahan ikat aspal
- b. Konstruksi perkerasan kaku (rigid pavement) yaitu perkerasan yang menggunakan bahan ikat semen portland (PC)
- c. Konstruksi perkerasan komposit (composite pavement) yaitu perkerasan kaku yang dikombinasikan dengan perkerasan lentur.

Dari ketiga jenis perkerasan tersebut, perkerasan lentur masih menjadi pilihan utama untuk digunakan, karena lebih menguntungkan dibanding dengan jenis perkerasan lainnya.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Usaha meningkatkan kesejahteraan masyarakat secara merata merupakan salah satu tujuan dari pembangunan di segala bidang. Peran prasarana dan sarana transportasi terutama jalan raya merupakan penunjang yang sangat penting untuk mencapai tujuan tersebut. Ketertinggalan beberapa daerah dalam meningkatkan kesejahteraan masyarakatnya, salah satu penyebabnya adalah kurangnya jalan penghubung dengan daerah tersebut ataupun karena jalan-jalan yang ada telah mengalami kerusakan, sehingga menghambat arus pergerakan orang, barang dan jasa yang pada akhirnya menghambat kemajuan daerah itu sendiri.

Dalam perencanaan jalan raya ada yang dikenal dengan lapis perkerasan yaitu lapis permukaan (surface course) yang terbuat dari campuran aspal dan agregat. Banyak ragam lapis perkerasan jalan yang digunakan, salah satu diantaranya adalah perkerasan Lapis Tipis Aspal Beton (Lataston) yang merupakan komponen lapis keras yang terbuat dari campuran antara agregat bergradasi timpang, mineral pengisi (filler) dan aspal keras yang mempunyai penetrasi minimum 60 dan 80 yaitu AC 60-70 dengan perbandingan tertentu yang dicampur dan dipadatkan dalam keadaan panas. Bahan Lapis Tipis Aspal Beton atau yang disebut Hot Rolled Sheet

(HRS) merupakan campuran antara agregat dan aspal. Agregat merupakan komponen utama dari lapisan perkerasan jalan yang banyaknya antara 90% - 95% berdasarkan prosentasi berat campuran, sehingga dapat memberikan daya dukung, keawetan dan kualitas yang tinggi bagi Lataston.

Agregat terdiri dari agregat kasar, agregat halus serta filler. Agregat yang lebih kecil berfungsi mengisi ruang antara agregat yang lebih besar, yang akan 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 antara agregat. Penggunaan kadar aspal yang tinggi mengakibatkan kelenturan (fleksibility) dan durabilitas yang baik tetapi tidak demikian dengan stabilitas dan kekesatan (skid resistance). Dengan demikian haruslah ditentukan suatu campuran antara agregat dan aspal seoptimal mungkin sehingga dihasilkan lapisan tipis aspal beton dengan kualitas yang sesuai dengan persyaratan teknis/spesifikasi.

Faktor yang sangat mempengaruhi nilai stabilitas dari Hot Rolled Sheet adalah gaya gesek dalam (internal friction) antar butir, sifat saling mengunci dan daya ikat dari lapisan aspal tersebut. Gaya gesek dalam dipengaruhi oleh bentuk partikel, tekstur permukaan partikel, ukuran partikel dan gradasi.

Pada pelaksanaan pekerjaan sebuah proyek konstruksi ketersediaan bahan/material yang berada tidak jauh atau bahkan berada di sekitar lokasi proyek

merupakan nilai tambah bagi proyek konstruksi tersebut. Penghematan biaya dan waktu pengambilan material dari quarry ke proyek bisa dilakukan.

Bertitik tolak dari usaha penghematan biaya dan waktu ini, di Desa Terbah, Patuk, Gunung Kidul, Yogyakarta, terdapat material berupa pasir kwarsa yang potensial untuk dimanfaatkan, terutama untuk perbaikan lapis permukaan jalan-jalan di daerah tersebut, yang sudah banyak mengalami kerusakan dan harus segera mendapat perbaikan. Menurut Gunawan Riyana, Kepala Desa Terbah, Patuk, Gunung Kidul, Yogyakarta periode 1998 – 2003, belum dimanfaatkannya pasir kwarsa Gunung Kidul ini disebabkan oleh beberapa hal diantaranya :

1. Lokasi asal bahan yang masih sulit dijangkau alat transportasi
2. Belum adanya penelitian yang menyatakan layak tidaknya bahan ini dipakai sebagai bahan industri dan bahan perkerasan jalan raya

Penelitian laboratorium akan dilakukan untuk mengetahui apakah pasir kwarsa tersebut layak digunakan sebagai salah satu komponen perkerasan jalan yang berupa agregat halus pada campuran HRS B dengan mengacu pada spesifikasi Bina Marga.

1.2 Tujuan Penelitian

Penelitian yang dilakukan mempunyai tujuan sebagai berikut :

1. Mempelajari perilaku HRS B yang menggunakan agregat halus berupa batu pecah Clereng, dan perilaku HRS B yang menggunakan agregat halus berupa pasir kwarsa dari Gunung Kidul, Yogyakarta

2. Membandingkan nilai-nilai dari Stabilitas, Flow, Density, VFWA, VITM, dan Marshall Quotient (MQ) dari HRS B yang menggunakan batu pecah hasil stone crusher dari Clereng dan HRS B yang menggunakan pasir kwarsa dari Gunung Kidul, Yogyakarta.

1.3 Batasan Masalah

Pada penelitian ini penulis melakukan penelitian di laboratorium Jalan Raya, karena pengetahuan peneliti masih relatif kurang maka penulis hanya meneliti sebagian kecil pengujian-pengujian yang menunjang layak tidaknya pasir kwarsa Desa Terbah, Gunung Kidul, digunakan sebagai campuran HRS B.

Dalam penelitian ini batasan masalah meliputi hal-hal sebagai berikut :

1. Penelitian dilakukan di laboratorium Jalan Raya FTSP UII Yogyakarta.
2. Gradasi yang digunakan adalah gradasi timpang yang disesuaikan dengan ketentuan Bina Marga.
3. Agregat kasar yang digunakan adalah batu pecah (hasil stone crusher) dari Clereng
4. Agregat halus berupa batu pecah Clereng dan pasir kwarsa dari Desa Terbah, Gunung Kidul, Yogyakarta.
5. Filler yang digunakan adalah abu batu kapur dari Gunung Kidul, Yogyakarta

6. Aspal yang digunakan adalah jenis aspal keras AC 60 – 70 produksi Pertamina dengan variasi kadar aspal yang digunakan dalam penelitian adalah 6%, 6,5%, 7%, 7,5%, 8%
7. Penelitian ini hanya berdasarkan pada tes Marshall
8. Penelitian terbatas hanya pada sifat fisik tanpa membahas unsur kimia yang dikandung dalam bahan-bahan penelitian.
9. Perilaku yang dipelajari yaitu Stabilitas, Flow, Density, VFWA, VITM, dan Marshall Quotient dari kedua jenis benda uji.

1.4 Manfaat Penelitian

Prasarana jalan yang menghubungkan pusat-pusat perekonomian masyarakat dengan tempat tinggal mereka, maupun yang menghubungkan sebuah daerah dengan daerah lain, merupakan salah satu penunjang yang sangat penting untuk meningkatkan taraf hidup dan kesejahteraan masyarakat. Perbaikan dan peningkatan prasarana jalan tersebut akan lebih mungkin dilakukan apabila biaya pelaksanaan bisa ditekan sekecil mungkin, salah satu hal yang bisa dilakukan adalah dengan memakai lebih banyak material lokal.

Pada penelitian ini, penulis juga mengharapkan mendapatkan manfaat dari hasil penelitian ini selain yang disebut diatas, sehingga dapat memberikan kontribusi bagi ilmu pengetahuan terutama tentang rekayasa jalan raya.

Manfaat yang diharapkan melalui penelitian ini,

1. yang bersifat keilmuan, yaitu memberi tambahan wawasan dan pengetahuan tentang ilmu rekayasa jalan raya terutama mengenai lapis permukaan
2. yang bersifat praktis, yaitu efisiensi biaya dan waktu pelaksanaan perbaikan lapis permukaan di Gunung Kidul dan sekitarnya sehingga memberi kemungkinan pelaksanaan perbaikan prasarana jalan di daerah tersebut melalui swadaya masyarakat, karena biaya relatif lebih murah.

1.5 Keaslian Penelitian

Penelitian pasir kwarsa Desa Terbah Gunung kidul Yogyakarta ini tidak pernah dilakukan sebelumnya, baik penelitian pasir kwarsa Gunung Kidul sebagai bahan industri maupun penelitian pasir kwarsa Gunung kidul sebagai bahan campuran lapis perkerasan jalan raya. Sedangkan penelitian campuran Hot Rolled Sheet (HRS) dengan berbagai macam bahan meliputi batuan ataupun bahan sisa/bekas sudah banyak dilakukan, antara lain.

1. Penggunaan Hancuran Limbah Beton Sebagai Agregat Kasar Pada Campuran HRS oleh Roheman dan Aling Sasmita
2. Evaluasi Penggunaan Limbah Tempurung Kelapa Sawit Sebagai Fraksi Agregat Halus Dalam Campuran HRS B oleh Fachruddin Sopalauw dan Suharno.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Perkerasan Jalan

Perkerasan jalan menurut Silvia Sukirman, 1992, adalah suatu konstruksi di atas tanah dasar (subgrade) yang berfungsi mendukung beban lalu lintas, kemudian menyebarkan ke tanah dasar sehingga tidak menimbulkan tekanan lebih besar dari daya dukung izin tanahnya. Berdasarkan bahan pengikatnya konstruksi perkerasan jalan dapat dibedakan menjadi 3 (tiga) seperti berikut ini :

- a. Konstruksi perkerasan lentur (flexible pavement) yaitu perkerasan yang menggunakan bahan ikat aspal
- b. Konstruksi perkerasan kaku (rigid pavement) yaitu perkerasan yang menggunakan bahan ikat semen portland (PC)
- c. Konstruksi perkerasan komposit (composite pavement) yaitu perkerasan kaku yang dikombinasikan dengan perkerasan lentur.

Dari ketiga jenis perkerasan tersebut, perkerasan lentur masih menjadi pilihan utama untuk digunakan, karena lebih menguntungkan dibanding dengan jenis perkerasan lainnya.

2.2 Karakteristik Perkerasan

Karakteristik perkerasan merupakan sifat-sifat khusus perkerasan yang dapat menentukan baik buruknya mutu suatu perkerasan. Karakteristik perkerasan yang baik adalah dapat memberikan pelayanan terhadap lalulintas yang direncanakan, baik berupa kekuatan, keawetan dan kenyamanannya.

Karakteristik perkerasan ini tidak terlepas dari mutu dan komposisi bahan penyusunnya, terutama perilaku aspal apabila telah berada dalam campuran perkerasan. Karakteristik perkerasan seperti di bawah ini.

2.2.1 Stabilitas (*Stability*)

Stabilitas (The Asphalt Institute, 1983) adalah ketahanan/kemampuan dari suatu lapis keras untuk tidak berubah bentuk yang diakibatkan oleh pembebanan. Perkerasan yang tidak stabil ditandai oleh adanya alur (ruts) dan bergelombang seperti papan cuci. Stabilitas tergantung dari internal friction dan cohesion.

2.2.2 Durabilitas (*Durability*)

Durabilitas lapis keras (The Asphalt Institute, 1983) adalah ketahanan lapis keras tersebut terhadap pengaruh cuaca dan beban lalulintas. Faktor yang dapat mempertinggi durabilitas adalah jumlah aspal yang tinggi, gradasi yang rapat, pemadatan yang benar, campuran aspal dan batuan yang rapat air, serta kekerasan dari batuan penyusun lapis perkerasan itu.

2.2.3 Fleksibilitas (*Flexibility*)

Menurut The Asphalt Institute, 1983, Fleksibilitas suatu campuran perkerasan menunjukkan kemampuan untuk menahan lendutan dan tekukan misalnya dalam menyesuaikan diri terhadap perubahan kecil dari lapisan di bawahnya terutama tanah dasarnya (subgrade), tanpa mengalami keretakan. Untuk meningkatkan kelenturan, pemakaian agregat dengan gradasi terbuka sangat sesuai, tetapi dengan pemakaian tersebut akan didapatkan nilai stabilitas yang tidak sebaik bila menggunakan gradasi rapat. Sifat aspal terutama daktilitasnya sangat menentukan kelenturan perkerasan. Aspal yang mempunyai daktilitas rendah, maka dalam perkerasan akan menghasilkan suatu perkerasan yang fleksibilitasnya rendah.

2.2.4 Kekesatan (*Skid Resistance*)

Kekesatan (The Asphalt Institute, 1983) adalah kemampuan dari perkerasan untuk memperkecil kemungkinan terjadi roda kendaraan selip atau tergelincir terutama pada waktu permukaan jalan basah. Permukaan jalan yang kasar mempunyai nilai kekesatan yang lebih baik dari permukaan jalan yang halus. Permukaan jalan yang terlalu kasar menimbulkan gangguan kenyamanan karena bunyi yang timbul akibat sentuhan antara ban dengan permukaan jalan serta ban menjadi lebih mudah aus. Kekesatan diperoleh dengan tekstur permukaan yang kasar. Permukaan perkerasan jalan yang mengalami bleeding, kekesatan menjadi rendah. Oleh karena itu kadar aspal yang cukup dan masih tersedianya rongga

udara (3%-5%) untuk pemuaian aspal akan membantu tercapainya nilai kekesatan yang optimum.

2.2.5 Ketahanan kelelahan (fatigue Resistance)

Ketahanan kelelahan (Silvia Sukirman, 1992) adalah ketahanan dari Hot Rolled Sheet dalam menerima beban berulang tanpa terjadi kelelahan yang berupa alur (rutting) dan retak. Faktor yang mempengaruhi ketahanan terhadap kelelahan adalah :

- a. VIM (Void in Mix) atau prosen volume rongga dalam campuran, apabila VIM tinggi dan kadar aspal rendah akan menyebabkan kelelahan yang lebih cepat
- b. VMA (Void in Mineral Agregat) atau prosen rongga dalam agregat, apabila VMA tinggi dan kadar aspal tinggi mengakibatkan lapis perkerasan lebih fleksibel.

2.2.6 Kemudahan untuk dikerjakan (Workability)

Kemudahan untuk dikerjakan (The Asphalt Institute, 1983) adalah kemudahan suatu campuran perkerasan untuk dicampur, dihampar dan dipadatkan. Sifat kemudahan ini penting artinya karena pada pekerjaan pencampuran, penghamparan dan pemadatan dituntut waktu yang cepat dan tepat, mengingat pentingnya suhu minimum pada saat pemadatan. Apabila pemilihan bahan dan pencampurannya sesuai dengan rencana, biasanya pekerjaan penghamparan dan pemadatan akan berjalan

dengan lancar. Faktor-faktor yang mempengaruhi kemudahan dalam pelaksanaan adalah :

- a. gradasi agregat, agregat bergradasi rapat/baik lebih mudah dilaksanakan daripada agregat yang bergradasi lain
- b. temperatur campuran, ikut mempengaruhi kekerasan bahan pengikat yang bersifat thermoplastis
- c. kandungan bahan pengisi (filler) menyebabkan pelaksanaan lebih sukar

2.3 Bahan Penyusun Perkerasan HRS B

Secara prinsip bahan penyusun perkerasan HRS B terdiri dari aspal dan agregat, keduanya dicampur dalam keadaan panas dengan batasan-batasan tertentu sesuai dengan spesifikasi dan syarat-syarat yang telah ditetapkan oleh Bina Marga. Hal ini dimaksudkan untuk menghindari terjadinya kegagalan konstruksi yang disebabkan bahan penyusunnya.

2.3.1 Aspal Keras / Asphalt Cement (AC)

Bahan dasar utama aspal (Krebs and Walker, 1971) adalah hidrocarbon yang sering disebut dengan bitumen pada aspal beton. Aspal yang digunakan adalah aspal hasil residu dari destilasi minyak bumi yang sering disebut dengan aspal semen (AC). Aspal semen bersifat mengikat agregat pada campuran beton aspal dan memberikan lapisan kedap air, tahan terhadap pengaruh asam, basa dan garam.

Aspal semen pada temperatur ruang ($25^{\circ}\text{C} - 30^{\circ}\text{C}$) berbentuk padat, pengelompokan aspal semen dapat dilakukan berdasarkan nilai penetrasi pada temperatur 25°C ataupun berdasarkan nilai viscositasnya.

Aspal sebagai bahan pengikat merupakan senyawa hidrokarbon berwarna coklat gelap agak hitam yang dibentuk dari unsur-unsur asphalthenes, resin dan oils. Asphalthenes adalah bagian yang mempunyai berat jenis terbesar, resin mempunyai berat jenis sedang dan oils berat jenisnya paling kecil. Aspal pada lapis keras jalan berfungsi sebagai bahan ikat antar agregat untuk membentuk campuran yang kompak, sehingga akan memberikan kekuatan yang lebih besar daripada kekuatan masing-masing agregat.

Mengenai sifat dan jenis aspal yang digunakan adalah AC 60-70, menurut Petunjuk Pelaksanaan Lapis Aspal Beton (Laston) No. 13/PT/B/1983, titik lembek berkisar antara $48^{\circ}\text{C} - 58^{\circ}\text{C}$, titik nyalanya minimal 200°C , kehilangan berat maksimum 0,4 % berat campuran, kelarutan terhadap CCl_4 sebesar 99 % berat, dan daktilitas/batas ulur mempunyai nilai ≥ 100 cm.

2.3.2 Agregat.

Agregat (Krebs and Walker, 1971) adalah sekumpulan butir-butir batu pecah, pasir atau mineral lainnya baik berupa agregat hasil alam maupun hasil pengolahan (penyaringan, pemecahan) yang digunakan sebagai bahan utama penyusun jalan. Pemilihan agregat yang sesuai untuk dipergunakan pada konstruksi perkerasan

dipengaruhi beberapa faktor, yaitu : ukuran dan gradasi, kekuatan dan kekerasan, tekstur permukaan, porositas, kelekatan terhadap aspal dan kebersihan. .

Agregat bentuk pecah akan memiliki gaya gesek dalam (internal friction) yang tinggi dan saling mengunci (interlocking) sehingga akan menambah kestabilan konstruksi lapis keras, untuk menghasilkan stabilitas yang tinggi disyaratkan bahwa minimum 40 % dari agregat tertahan saringan no. 4, mempunyai paling sedikit satu bidang pecah.

Sifat-sifat agregat pada umumnya adalah seperti di bawah ini.

1. Ukuran butiran dan gradasi

The Asphalt Institute mengelompokkan agregat menjadi 4 fraksi, yaitu :

- a. agregat kasar, batuan yang tertahan saringan No. 8 (2,36)
- b. agregat halus, batuan yang lolos saringan No.8 dan tertahan saringan No.30 (0,60)
- c. mineral pengisi, batuan yang lolos saringan No. 30 (0,60)
- d. mineral debu (filler) fraksi agregat halus lolos saringan No. 200 (0,074).

Gradasi agregat dapat dibedakan sebagai berikut :

- a. gradasi seragam (uniform graded), adalah agregat dengan ukuran butiran yang hampir sama atau mengandung agregat halus yang sedikit jumlahnya, sehingga tidak dapat mengisi rongga antar agregat.
- b. Gradasi rapat (dense/well graded), adalah merupakan campuran agregat kasar dan halus dalam porsi berimbang.

- c. Gradasi senjang/timpang (gap graded), merupakan campuran agregat yang tidak termasuk dua jenis agregat di atas yang merupakan agregat dengan satu atau beberapa fraksi tidak disertakan

Untuk beton aspal Hot Rolled Sheet (HRS) gradasi yang digunakan (Bina Marga, 1983) adalah gradasi timpang (Gap Graded). Spesifikasi yang digunakan berpedoman pada Central Quality Control and Monitoring Unit (CQCMU) Bina Marga, 1988, seperti pada Tabel 2.1

Tabel 2.1 Spesifikasi Gradasi Agregat HRS B

Ukuran Saringan	% Berat Lolos Saringan
$\frac{3}{4}$ "	97-100
$\frac{1}{2}$ "	70 -100
$\frac{3}{8}$ "	58 - 80
# 4	50 - 60
# 8	46 - 60
# 30	16 - 60
# 50	10 - 48
#100	3 - 26
# 200	2 - 8

Sumber : Central Quality Control and Monitoring Unit (CQCMU), 1988

2. Kekerasan Batuan (Toughness)

Menurut The Asphalt Institute, 1983, batuan yang digunakan untuk konstruksi lapis keras harus cukup keras, tetapi juga disertai dengan kekuatan terhadap pemecahan (degradation) yang mungkin timbul selama proses pencampuran,

penghamparan, pemadatan, repeatasi beban lalu lintas dan penghancuran batuan (disintegration) selama masa pelayanan jalan tersebut.

Faktor-faktor yang mempengaruhi tingkat degradasi yaitu :

- a. agregat yang lunak mengalami degradasi yang lebih besar dari agregat yang lebih keras
- b. gradasi terbuka mempunyai tingkat degradasi yang lebih besar daripada gradasi timpang
- c. partikel bulat akan mengalami degradasi yang lebih kecil daripada partikel yang bersudut
- d. energi pemadatan yang lebih besar akan mengakibatkan degradasi yang lebih banyak pada butiran agregat.

Untuk menguji kekuatan/kekerasan batuan digunakan alat Los Angeles Abrasion Test, yaitu metode pengujian ketahanan batuan terhadap benturan (impact) dan keausan (abrasion). Persyaratan nilai keausan batuan untuk surface course maksimum 40%, sedangkan untuk menguji ketahanan terhadap cuaca/penghancuran (disintegrasi) digunakan Soundness Test, agregat dengan nilai Soundness Test lebih kecil 12% menunjukkan agregat yang cukup tahan terhadap cuaca dan dapat digunakan untuk lapis perkerasan.

3. Bentuk Butiran (*Particle Shape*)

Menurut The Asphalt Institute, 1983, bentuk partikel mempengaruhi kemudahan pelaksanaan pekerjaan (workability) perkerasan dan kekuatan dari

campuran aspal. Bentuk tidak beraturan dan bersudut seperti hasil stone crusher, kerikil dan pasir alam cenderung untuk saling mengunci (interlocking) ketika dipadatkan dan mampu menahan displacement. Interlocking yang paling baik umumnya didapatkan dari agregat berbentuk kubus bersudut tajam dan kebalikannya interlocking jelek pada agregat berbentuk bulat.

4. Tekstur permukaan

Menurut The Asphalt Institute, 1983 seperti halnya bentuk agregat, tekstur permukaan agregat juga berpengaruh terhadap workability dan kekuatan lapis keras. Permukaan yang kasar akan cenderung menambah kekuatan campuran perkerasan tetapi rongga yang terjadi juga lebih besar apabila dipadatkan sehingga untuk memudahkan pekerjaan perlu penambahan aspal.

5. Porositas (Porosity)

Menurut The Asphalt Institute, 1983, porositas agregat biasanya diindikasikan sebagai banyaknya air yang diserap oleh agregat ketika direndam air. Agregat yang berporositas tinggi juga akan menyerap aspal sehingga daya ikatnya berkurang. Menurut Krebs and Walker, 1971, porositas kurang begitu penting dibanding sifat-sifat agregat yang lain pada campuran perkerasan aspal tetapi sangat berpengaruh pada nilai ekonomis dari perkerasan tersebut.

6. Kebersihan (Cleanliness)

Menurut The Asphalt Institute, 1983, bersihnya permukaan agregat dari bahan-bahan yang dapat menghalangi melekatnya aspal sangatlah penting, bahan-

bahan tersebut dapat berupa lumpur, zat organik, partikel lempung dan lain sebagainya, karena substansi itu dapat mengurangi daya lekat aspal terhadap batuan.

Kebersihan agregat sering dapat diamati secara langsung (visual inspection), dengan pencucian dan analisa saringan substansi yang tidak baik untuk campuran perkerasan tersebut bisa dihilangkan.

2.3.3 Pasir Kwarsa

Pasir kwarsa, menurut Bachrawi Sanusi, 1984, terjadi dari pelapukan batuan yang mengandung kristal kwarsa yang dikonsentris/dicuci oleh alam seperti oleh sungai, danau dan air laut.

Pasir kwarsa banyak digunakan untuk bahan industri, seperti industri kimia, cat, refractories, keramik, dan mineral pengisi (filler). Berbentuk bening putih, dijumpai dalam berbagai ukuran. Di Desa Terbah, Gunung Kidul lebih banyak dijumpai dengan ukuran lolos saringan No. 20 dan tertahan saringan No. 200. Pasir kwarsa mempunyai kandungan kimia dan fisika yang berbeda untuk berbagai daerah yang mempunyai hasil tambang pasir kwarsa. Hasil pemeriksaan Laboratorium Kimia FMIPA-UGM terhadap pasir kwarsa Desa Terbah, Gunung Kidul, menyatakan bahwa kandungan besi sebesar 0,007 %, kandungan garam hanya 0.354 %, kandungan aluminium sebesar 52,85 mg/kg.

Menurut Krebs and Walker, 1971, sebagai hasil tambang sampai dapat dipakai sebagai bahan industri atau agregat yang baik untuk dipergunakan sebagai bahan lapis keras, baik yang terdapat pada kedalaman tertentu di dalam tanah atau

hanya terdapat dipermukaan, untuk mendapatkannya harus melalui suatu proses, yaitu proses penggalian (excavation), pengangkutan (transportation) ke stockpile, pencucian (washing), pemecahan (crushing) dan penentuan ukuran butir (sizing).

Pasir kwarsa Desa Terbah Gunung Kidul, terdapat dipermukaan tanah, sehingga proses penggalian bisa hanya dengan alat tradisional seperti cangkul dan sekop, kemudian langsung dapat dimasukkan dan diangkut dengan truk. Proses pencucian untuk menghilangkan lempung bisa dilakukan secara padat karya, dengan bantuan alat-alat berupa cangkul, sekop, dan "log washer" yaitu saluran terbuka yang panjang terbuat dari kayu, salah satu ujungnya sedikit lebih tinggi dari ujung yang lain untuk memungkinkan air mengalir perlahan. Proses pencucian bisa dilakukan secara sederhana yaitu dengan memasukkan pasir kwarsa kotor sedikit demi sedikit di "log washer" tersebut, kemudian digelontor air (flushed with water), sehingga air mengalir perlahan sepanjang "log washer", dengan bantuan sekop kecil, beberapa orang berdiri sepanjang "log washer" mengaduk pasir kwarsa tersebut. Setelah beberapa kali digelontor air, pasir kwarsa sudah bersih dan bisa diambil/diangkat dari "log washer", karena sudah berbentuk pasir tidak perlu lagi dilakukan crushing, yang masih perlu dilakukan adalah sizing.

Fungsi dari pasir kwarsa sebagai agregat halus diharapkan dapat mengisi rongga antar agregat kasar sehingga mampu mengurangi besarnya rongga, dan meningkatkan kerapatan massanya.

Menurut Diktat Bahan Konstruksi Teknik yang diterbitkan oleh Lembaga Kemahasiswaan UII, 1986, pasir kwarsa stabil, dan kuat (kuat desak sampai 2500 kg/cm²). Kekerasan tinggi, berat satuan 2,700 t/m³, dan konduktivitas thermal tinggi, diharapkan mampu menahan beban lalulintas tinggi.

2.3.4 Filler

Filler (Suprpto, 1995) adalah sekumpulan mineral agregat yang umumnya lolos saringan no.200. Filler atau bahan pengisi ini akan mengisi rongga diantara partikel agregat kasar dalam rangka mengurangi besarnya rongga, meningkatkan kerapatan dan stabilitas dari massa tersebut. Rongga udara pada agregat kasar diisi dengan partikel yang lolos saringan no.200 sehingga membuat rongga udara lebih kecil dan kerapatan massanya lebih besar. Mineral filler merupakan salah satu faktor penentu terhadap stabilitas, keawetan dan sifat mudah dikerjakan dari campuran Lataston.

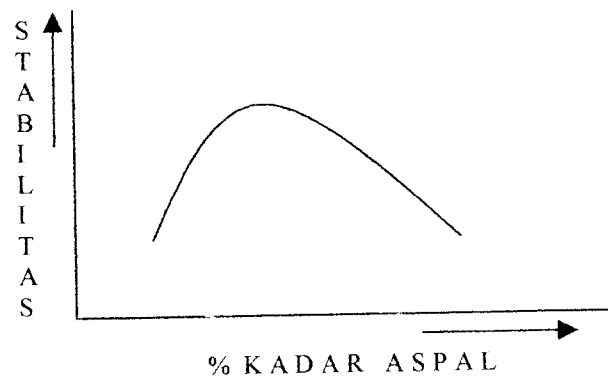
Filler sebagai bagian dari agregat penyusun lapisan perkerasan mempunyai peranan yang penting. Partikel pengisi yang efektif dalam mereduksi sifat kepekaan campuran perkerasan terhadap perubahan temperatur

2.4 Pemeriksaan Campuran Aspal Dengan Metode Marshall

Pemeriksaan campuran ini bertujuan untuk menentukan nilai-nilai sebagai berikut.

2.4.1 Stabilitas

Stabilitas adalah beban yang dapat ditahan campuran beton aspal sampai terjadi kelelahan plastis. Naiknya stabilitas bersamaan dengan bertambahnya kadar aspal sampai batas tertentu (optimum) dan turun setelah melampaui batas optimum. Hal ini terjadi karena aspal sebagai bahan ikat antar agregat berubah menjadi pelicin setelah melebihi batas optimum.



Gambar 2.1 Grafik Hubungan Stabilitas dengan Kadar Aspal

Nilai stabilitas sesungguhnya diperoleh dengan rumur 2.1. sebagai berikut :

$$S = p \times q$$

Keterangan : S = Angka stabilitas yang sesungguhnya

p = Pembacaan arloji stabilitas x kalibrasi alat

q = Angka koreksi benda uji

Tabel 2.2 Koreksi tebal benda uji

Tebal (mm)	Angka Koreksi	Tebal (mm)	Angka Koreksi
60	1.095	70	0.845
61	1.065	71	0.835
62	1.035	72	0.825

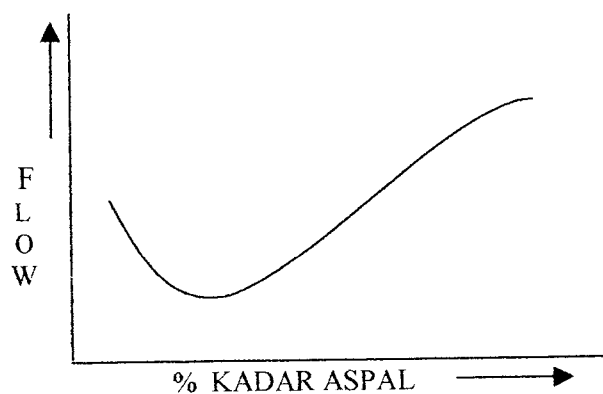
Lanjutan

Tebal (mm)	Angka Koreksi	Tebal (mm)	Angka Koreksi
63	1.015	73	0.810
64	0.960	74	0.791
65	0.935	75	0.772
66	0.900	76	0.762
67	0.885	77	0.752
68	0.865	78	0.742
69	0.855	79	0.733
70	0.845	80	0.724

Sumber : Laboratorium Jalan Raya, FTSP UII

2.4.2 Flow

Flow menyatakan besarnya penurunan (deformasi benda uji), campuran dengan angka kelelahan tinggi serta stabilitas rendah di atas batas maksimum akan cenderung plastis. Apabila campuran dengan angka kelelahan rendah dan stabilitas tinggi di bawah batas optimum akan cenderung bersifat getas dan mudah retak bila ada pembebanan.

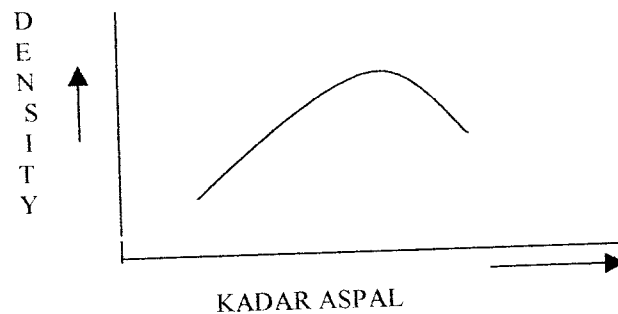


Gambar 2.2 Grafik Hubungan Flow dengan Kadar Aspal

Nilai ini langsung terbaca pada arloji flow saat pengujian Marshall. Nilai flow pada arloji dalam satuan inch, maka harus dikonversi dalam milimeter.

2.4.3 Density

Nilai Density menunjukkan tingkat kepadatan suatu campuran perkerasan agregat dan aspal. Nilai kepadatan ini juga menunjukkan kerapatan campuran yang telah dipadatkan. Semakin besar nilai density, kerapatan/kepadatan campuran semakin baik sehingga kemampuan perkerasan untuk menahan beban besar meningkat. Bina Marga tidak memberikan batasan mengenai nilai Density ini.



Gambar 2.3 Grafik hubungan Density dengan Kadar Aspal

Nilai Density dihitung dengan rumus 2.2 berikut ini :

$$g = \frac{c}{f} \quad ; \quad f = \frac{d - e}{\delta_{\text{air}}}$$

Keterangan :

g = Nilai Density

c = Berat kering sebelum direndam (gr)

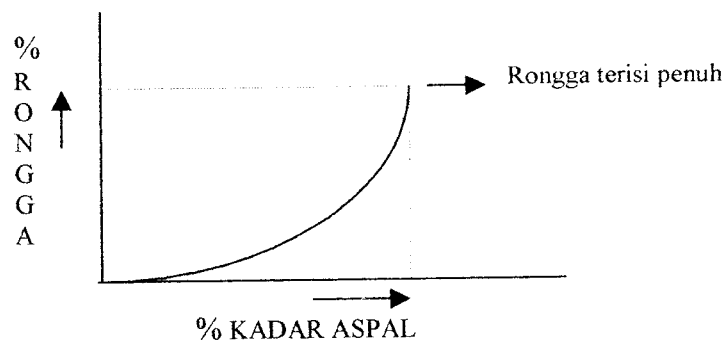
d = Berat benda uji jenuh air (gr)

e = Berat benda uji dalam air (gr)

f = Volume Benda uji (cc) ; δ_{air} = Berat jenis air (gr/cc)

2.4.4 VFWA (Void Filled With Asphalt)

VFWA adalah prosentase rongga dalam campuran yang terisi aspal yang nilainya akan naik berdasarkan naiknya kadar aspal sampai batas tertentu, dimana rongga telah penuh, artinya rongga dalam campuran telah terisi penuh oleh aspal maka persen kadar aspal yang mengisi rongga adalah persen kadar aspal maksimum.



Gambar 2.4 Grafik hubungan VFWA dengan Kadar Aspal

Nilai VFWA dihitung dengan rumus 2.3 berikut ini :

$$\text{VFWA} = 100 \times (i/l)$$

$$i = (b \times g) / \text{BJ aspal}$$

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

Keterangan :

a = Prosentase aspal terhadap batuan

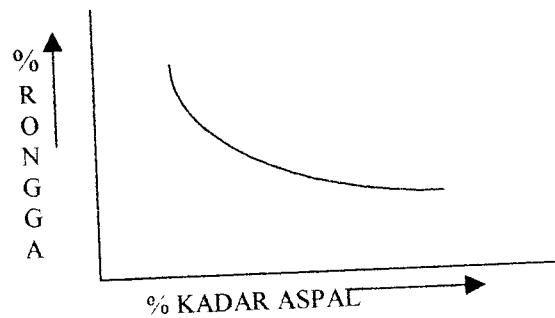
b = Prosentase aspal terhadap campuran

i & j = Rumus substitusi

j = Prosen rongga terisi aspal (%)

2.4.5 VITM (Void In the Total Mix)

VITM (Silvia Sukirman, 1993) adalah prosentase antara rongga udara dengan volume total campuran setelah dipadatkan. Nilai VITM akan semakin kecil apabila kadar aspal semakin besar. VITM yang semakin tinggi akan menyebabkan kelelahan yang semakin cepat, berupa alur dan retak



Gambar 2.5 Grafik hubungan VITM dengan Kadar Aspal

Nilainya dihitung dengan rumus 2.4 berikut ini :

$$\text{VITM} = 100 - (100 \times (g/h))$$

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

Keterangan : g = density

h = berat jenis maksimum teoritis campuran

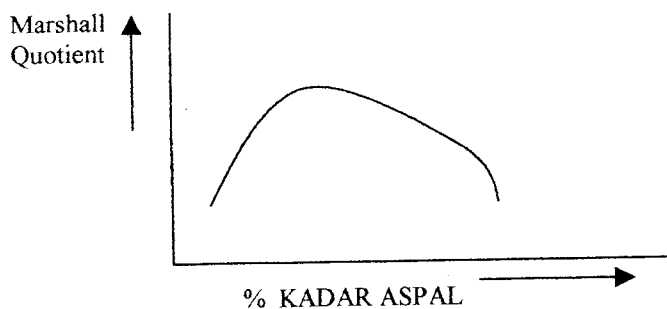
2.4.6 Marshall Quotient (MQ)

Marshall Quotient adalah perbandingan antara nilai stabilitas dan flow. Nilai Marshall Quotient (MQ) pada perencanaan perkerasan pada metode Marshall digunakan sebagai pendekatan nilai fleksibilitas perkerasan. Fleksibilitas akan naik disebabkan oleh penambahan kadar aspal dan akan turun setelah sampai pada batas optimum, yang disebabkan berubahnya fungsi aspal sebagai pengikat menjadi pelicin. Spesifikasi didapat berdasarkan spesifikasi stabilitas dan flow.

Nilainya dihitung dengan rumus 2.5 berikut ini.

$$\text{Marshall Quotient (MQ)} = \frac{\text{Nilai Stabilitas}}{\text{Nilai Flow}} = \frac{q}{r}$$

Grafik hubungan Marshall Quotient dengan kadar aspal adalah seperti pada gambar 2.6.



Gambar 2.6 Grafik hubungan Marshall Quotient dengan Kadar Aspal

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Cara Mendapatkan Data

Cara mendapatkan data melalui pengujian dengan menggunakan Marshall Test sehingga didapatkan data-data berupa nilai-nilai Stabilitas, Flow, Density, VFWA, VITM, dan Marshall Quotient. Sebelum melakukan pengujian dengan menggunakan Marshall Test harus terlebih dahulu dilakukan uji bahan dan perancangan campuran yang mengacu pada spesifikasi Bina Marga.

3.1.1 Lokasi, Bahan dan Alat.

1. Lokasi penelitian

Lokasi penelitian adalah di Laboratorium Jalan Raya Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.

2. Bahan

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

a. Agregat

Agregat kasar dan agregat halus yang dipergunakan dalam penelitian ini merupakan batu pecah hasil produksi Stone Crusher PT. Gebyar Selo Artha Mas, Clereng, Kulon Progo.

Filler dari abu batu kapur Gunung Kidul, Yogyakarta.
Pasir kwarsa sebagai agregat halus diambil dari Desa Terbah,
Gunung Kidul, Yogyakarta.

b. Aspal AC 60-70, produksi Pertamina.

3. Alat

Alat-alat yang dipakai dalam penelitian ini adalah :

1). Alat Uji Bahan

- a. Alat pemeriksaan abrasi, yaitu mesin Los Angeles, timbangan, bola baja, saringan, talam dan oven
- b. Alat pemeriksaan berat jenis dan penyerapan agregat kasar terhadap air , yaitu keranjang kawat kapasitas 5 kg, timbangan kapasitas 5 kg, tempat air dengan bentuk dan ukuran yang sesuai untuk pemeriksaan yang dilengkapi pipa sehingga permukaan tetap rata, oven, alat pemisah contoh dan saringan.
- c. Alat pemeriksaan berat jenis dan penyerapan agregat halus terhadap air, yaitu timbangan kapasitas 1 kg, piknometer, cone dari logam, batang penumbuk, saringan, oven, talam, air suling, pompa hampa udara atau tungku, dan desikator
- d. Alat pemeriksaan kelekatan agregat terhadap aspal, yaitu timbangan kapasitas 2000 gr, spatula, wajan, beker glass, saringan, termometer, dan aquades

- e. Alat pemeriksaan Sand Equivalent, yaitu silinder ukur dari plastik, tutup karet, tabung irigator, kaki pemberat, sifon, kaleng \varnothing 57 mm dan isi 85 ml, corong, jam dengan pembacaan sampai detik, pengguncang mekanis, larutan CaCl_2 , glyserin, dan forldehyde.
- f. Alat pemeriksaan penetrasi bitumen, yaitu alat penetrasi yang dapat menggerakkan pemegang jarum dapat mengukur sampai 0,1 mm, pemberat jarum, jarum penetrasi, cawan contoh, waterbath, beker glass, stopwatch, dan termometer.
- g. Alat pemeriksaan titik lembek, yaitu termometer, cincin kuningan, alat pengarah bola baja, dudukan benda uji, penjepit, kompor pemanas dan beker glass tahan panas.
- h. Alat pemeriksaan titik nyala dan titik bakar, yaitu termometer, cawan cleveland open cup, plat pemanas, alat pemanas, nyala penguji yang dapat diatur, stopwatch, penahan angin.
- i. Alat pemeriksaan berat jenis aspal, yaitu termometer, neraca, bak perendam, piknometer, air suling dan bejana glass
- j. Alat pemeriksaan kelarutan dalam CCl_4 , yaitu labu elemeyer, goach cruible (cawan porselin), tabung penyaring, oven pembakar gas, pompa hampaa udara, desikator, karbon tetracorida, dan amonium karbonat.

2). Alat Perancangan Campuran

Alat perancangan campuran, yaitu formulir dan grafik mix design, timbangan, satu set saringan ukuran $\frac{3}{4}$ ", $\frac{1}{2}$ ", $\frac{3}{8}$ ", #4, #8, #30, #50, #100, #200 dan pan, mesin penggoyang saringan, kuas dan talam-talam

3). Alat Uji Campuran

Alat uji campuran, yaitu cetakan benda uji (mold), ejektor, duduk mold, landasan pematik, mesin tekan, oven, waterbath, panci, sarung asbes dan karet, termometer, dan lain-lain.

3.1.2 Pengujian Bahan

Uji bahan meliputi, yaitu :

1. Pengujian agregat

Agregat yang digunakan harus melalui pengujian dan memenuhi persyaratan-persyaratan yang telah ditentukan. Adapun persyaratan-persyaratan tersebut terlihat pada tabel 3.1 dan 3.2 berikut ini.

Tabel 3.1 Persyaratan Agregat Kasar

No.	Jenis Pemeriksaan/Pengujian	Syarat
1.	Keausan agregat dengan mesin Los Angeles	$\leq 40 \%$
2.	Kelekatan terhadap aspal	$\geq 50 \%$
3.	Penyerapan air	$\leq 3 \%$
4.	Berat jenis semu	$\geq 2 \%$

Sumber : Petunjuk Pelaksanaan Laston Untuk Jalan Raya SKBI-2.4.26.1987,DPU

Tabel 3.2 Persyaratan Agregat Halus

No.	Jenis Pemeriksaan/Pengujian	Syarat
1.	Nilai Sand Equivalent	$\geq 50\%$
2.	Penyerapan Air	$\leq 3\%$
3.	Berat jenis semu	$\geq 2\%$

Sumber : Petunjuk Pelaksanaan Laston Untuk Jalan Raya SKBI-2.4.26.1987,DPU

2. Pengujian dan persyaratan Aspal AC 60 –70

Pada pengujian ini aspal yang digunakan jenis aspal keras AC 60-70 produksi

Pertamina. Pengujian di laboratorium ini meliputi :

- a. penetrasi aspal
- b. titik nyala dan titik bakar
- c. titik lembek aspal
- d. berat jenis aspal
- e. kelarutan dalam CCl_4
- f. daktilitas

Adapun persyaratan untuk aspal AC 60-70 tercantum seperti pada tabel 3.3.

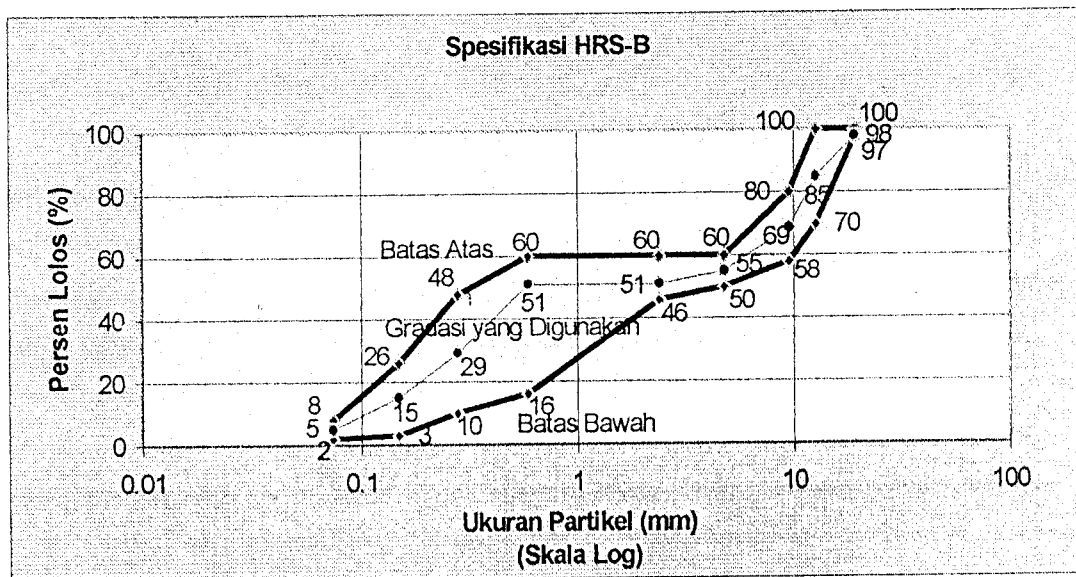
Tabel 3.3 Persyaratan Aspal AC 60-70, Spesifikasi Bina Marga

No.	Jenis Pemeriksaan	Cara Pemeriksaan	Syarat		Satuan
			Min	Max	
1	Penetrasi	PA.0301-76	60	79	0.1 mm
2	Titik Lembek	PA.0302-76	48	58	$^{\circ}\text{C}$
3	Titik Nyala	PA.0303-76	200	-	$^{\circ}\text{C}$
4	Kelarutan CCl_4	PA.0305-76	99	-	% berat
5	Daktilitas	PA.0306-76	100	-	Cm
6	Berat Jenis	PA.0307-76	1		-

Sumber : Petunjuk Pelaksanaan Laston Untuk Jalan Raya SKBI-2.4.26.1987

3.1.3 Perencanaan Campuran

Gradasi agregat yang dipakai pada campuran HRS B berdasarkan spesifikasi yang dikeluarkan oleh CQCMU Bina Marga, 1988, seperti tercantum dalam gambar 3.1. berikut ini :



Gambar 3.1 Gradasi Yang Digunakan Pada Penelitian dan Spesifikasi HRS-B CQCMU, 1988

Pada saat penyaringan agregat halus pasir kwarsa berdasarkan nomor saringan HRS B didapatkan berat agregat tertahan yang sangat sedikit sekali bahkan dapat dikatakan tidak ada agregat tertahan pada saringan nomor 30, sehingga untuk perencanaan campuran HRS B pada penelitian ini pada saringan nomor 30 berat agregat tertahan dianggap tidak ada, jadi “Gap Graded” pada penelitian ini terdapat pada saringan nomor 30 yang tidak tersedia. Hal ini sesuai dengan ciri HRS B yang mempunyai “Gap Graded” atau gradasi senjang dimana salah satu nomor saringan terdapat sedikit sekali fraksi yang tertahan atau tidak ada sama sekali.

Dalam perencanaan campuran seperti pada lampiran 3 (analisa saringan agregat kasar dan halus) akan didapatkan kebutuhan aspal dan agregat untuk masing-masing kadar aspal dalam campuran berdasarkan langkah-langkah sebagai berikut :

1. perencanaan campuran dilakukan untuk masing-masing prosentase kadar aspal dalam campuran dengan berat benda uji (aspal + agregat) 1200 gr
2. variasi kadar aspal yang akan digunakan pada campuran adalah 6%, 6,5%, 7%, 7,5% dan 8% sehingga berat aspal yang dibutuhkan untuk masing-masing benda uji tersebut dapat dihitung (prosentase aspal x 1200)
3. menghitung berat agregat yang dibutuhkan untuk untuk masing-masing prosentase kadar aspal (berat agregat = 1200 – berat aspal)
4. menetapkan batas atas dan batas bawah spesifikasi gradasi agregat yang merupakan prosentase lolos untuk masing-masing nomor saringan sesuai dengan gambar kurva campuran HRS B yang dikeluarkan oleh CQCMU Bina Marga, 1988, kemudian ditabelkan seperti pada lampiran 3
5. menetapkan prosentase lolos ideal dengan mengambil nilai tengah dari batas atas (maximum) dan batas bawah (minimum) untuk masing-masing nomor saringan serta menetapkan nomor saringan yang menahan agregat sangat sedikit sekali atau lolos semua dikarenakan HRS (Hot Rolled Sheet) merupakan campuran bergradasi senjang (gap graded)
6. menghitung prosentase agregat yang tertahan pada masing-masing nomor saringan berdasarkan prosentase agregat yang lolos pada masing-masing nomor saringan ($\% \text{tertahan} = 100\% - \% \text{lolos}$)

7. menghitung berat agregat yang tertahan pada masing-masing nomor saringan yaitu mengalikan prosentase agregat yang tertahan pada masing-masing nomor saringan dengan berat agregat total (1200 gram)
8. menjumlahkan berat agregat yang tertahan secara kumulatif untuk tiap-tiap nomor saringan hingga didapati jumlah kumulatif berat tertahan agregat pada nomor saringan paling bawah sama dengan jumlah agregat yang dibutuhkan untuk prosentase kadar aspal yang telah ditentukan tadi
9. Dari tabel yang dibuat tadi akan diketahui berat aspal dan berat agregat yang dibutuhkan untuk membuat benda uji pada masing-masing prosentase kadar aspal yang telah ditentukan

Berat aspal yang diperlukan untuk membuat benda uji pada masing-masing prosentase kadar aspal yang ditentukan adalah :

1. benda uji dengan kadar aspal 6% adalah $6\% \times 1200 \text{ gr}$ yaitu 72 gr
2. benda uji dengan kadar aspal 6,5% adalah $6,5\% \times 1200 \text{ gr}$ yaitu 78 gr
3. benda uji dengan kadar aspal 7% adalah $7\% \times 1200 \text{ gr}$ yaitu 84 gr
4. benda uji dengan kadar aspal 7,5% adalah $7,5\% \times 1200 \text{ gr}$ yaitu 90 gr
5. benda uji dengan kadar aspal 8% adalah $8\% \times 1200 \text{ gr}$ yaitu 96 gr

Berat agregat yang dibutuhkan untuk membuat benda uji pada masing-masing prosentase kadar aspal yang ditentukan adalah :

1. benda uji dengan kadar aspal 6% adalah $1200 \text{ gr} - 72 \text{ gr} = 1128 \text{ gr}$
2. benda uji dengan kadar aspal 6,5% adalah $1200 \text{ gr} - 78 \text{ gr} = 1122 \text{ gr}$
3. benda uji dengan kadar aspal 7% adalah $1200 \text{ gr} - 84 \text{ gr} = 1116 \text{ gr}$

4. benda uji dengan kadar aspal 7,5% adalah $1200 \text{ gr} - 90 \text{ gr} = 1110 \text{ gr}$

5. benda uji dengan kadar aspal 8% adalah $1200 \text{ gr} - 96 \text{ gr} = 1104 \text{ gr}$

Prosentase penggunaan aspal, agregat kasar, halus dan filler dalam setiap campuran (benda uji) seberat 1200 gram untuk masing-masing kadar aspal yang ditentukan adalah seperti tabel 3.4 berikut :

Tabel 3.4 Prosentase Pemakaian Agregat Kasar, Halus dan Filler

No.	Persen Aspal	Agregat Kasar (%)	Agregat Halus (%)	Filler (%)
1.	6 %	46.06	43.24	4.7
2.	6.5 %	45.815	43.01	4.667
3.	7 %	45.57	42.78	4.65
4.	7.5 %	45.325	42.55	4.625
5.	8 %	45.08	42.32	4.6

Pada penelitian ini jumlah benda uji yang menggunakan agregat halus berupa pasir kwarsa Gunung Kidul adalah 15 buah (3 buah untuk masing-masing kadar aspal), dan jumlah benda uji yang menggunakan agregat halus berupa batu pecah Clereng juga berjumlah 15 buah (3 buah untuk masing-masing kadar aspal). Total jumlah benda uji adalah 30 buah.

3.1.4 Pengujian Campuran

Pengujian campuran ini menggunakan uji Marshall (Marshall Test), dengan langkah-langkah sebagai berikut :

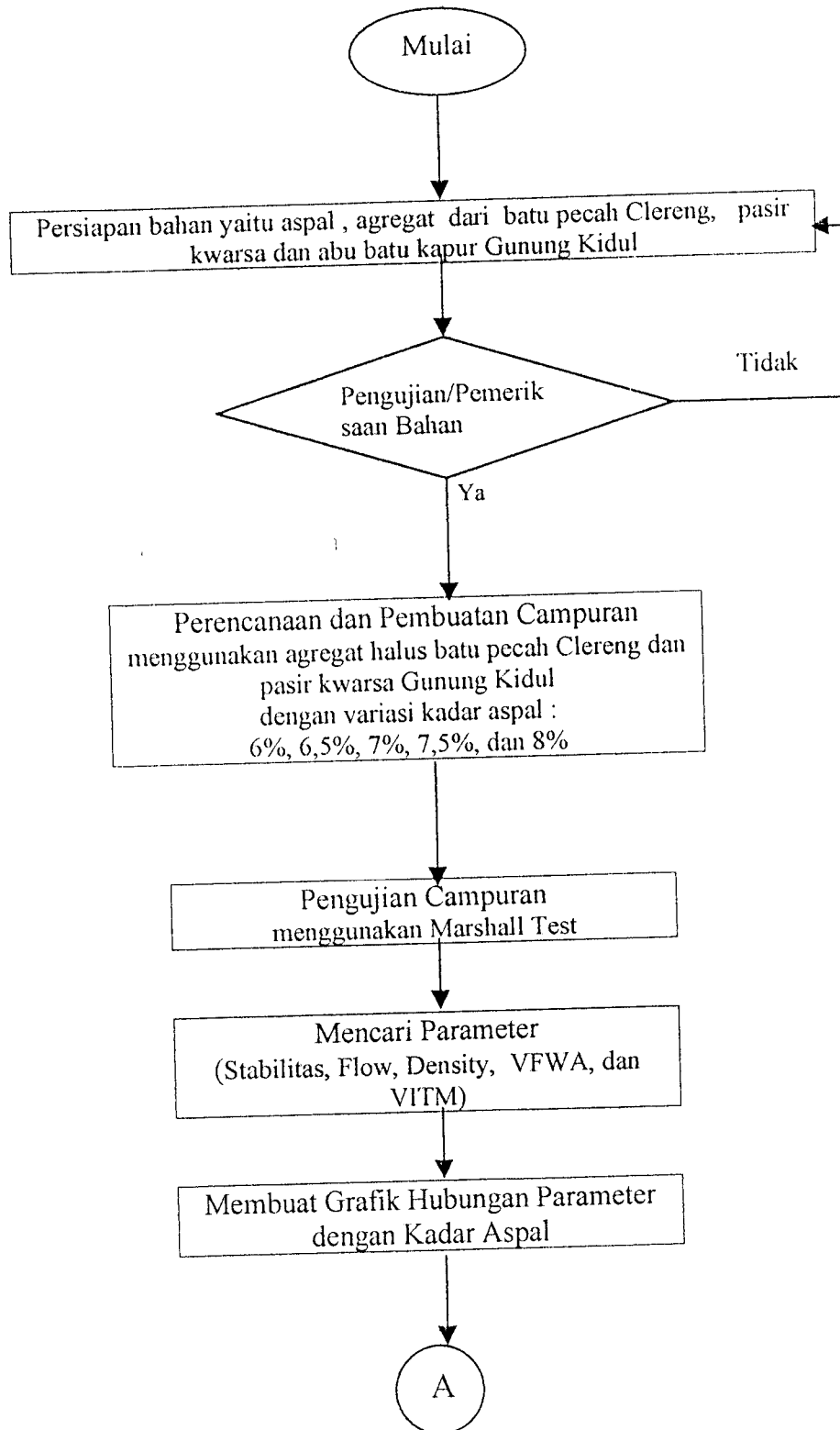
1. Agregat dipanaskan dalam wajan sampai suhu antara $170 \text{ }^{\circ}\text{C}$ s/d $175 \text{ }^{\circ}\text{C}$, dan ditempat lain aspal dipanaskan sampai suhu antara $155 \text{ }^{\circ}\text{C}$ s/d $160 \text{ }^{\circ}\text{C}$

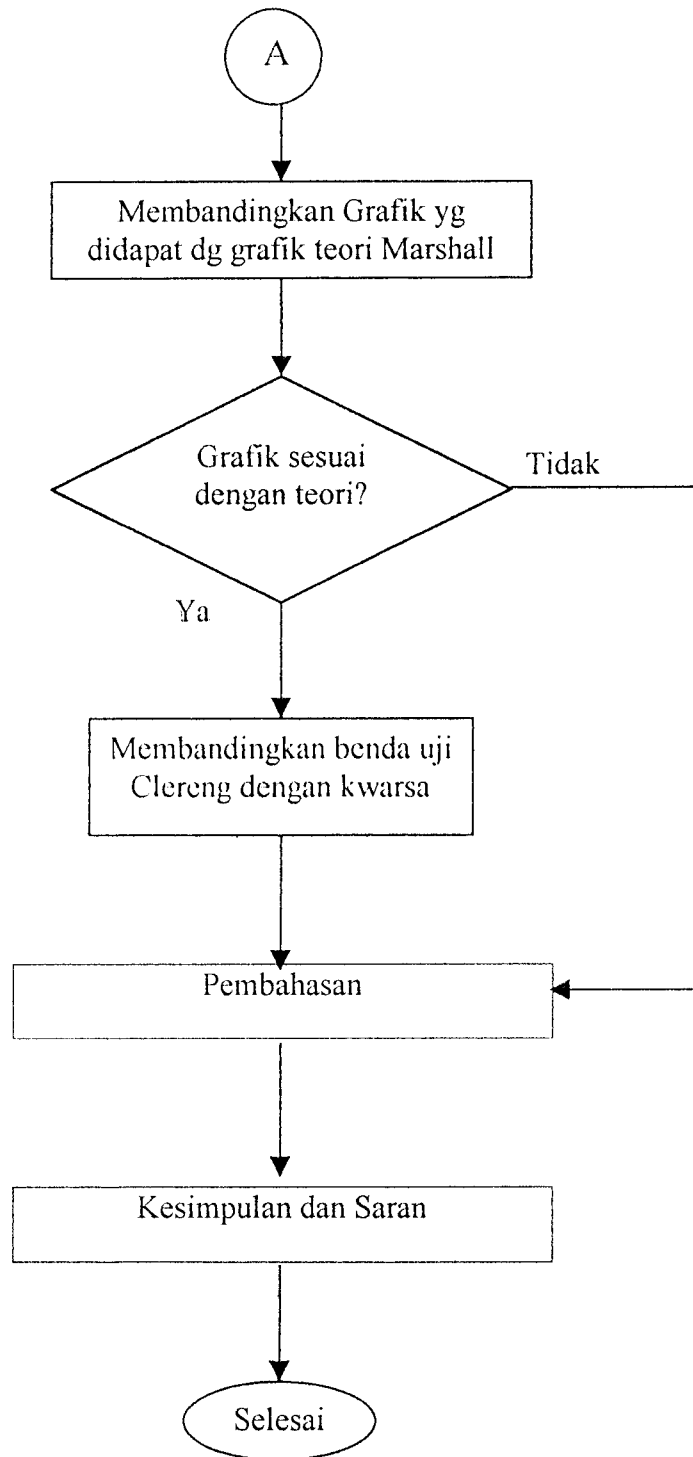
2. Aspal sebanyak berat yang diperlukan (tercantum pada perencanaan campuran), dituangkan kedalam agregat yang sudah dipanaskan kemudian diaduk dengan spatula hingga semua agregat terselimuti aspal
3. Cetakan benda uji dibersihkan dan bagian dalamnya diberi pelumas (dengan maksud agar benda uji mudah untuk dikeluarkan dari cetakan setelah mencapai suhu ruang) kemudian cetakan dimasukkan ke dalam oven dengan suhu antara 90°C s/d $149,5^{\circ}\text{C}$
4. Batang penumbuk alat pemadatan dibersihkan serta bagian bawah dan bagian dalam pegangan penumbuk diberi pelumas supaya penumbuk bisa jatuh bebas.
5. Cetakan diletakkan diatas dudukan/landasan pemadat lalu campuran agregat dan aspal dimasukkan bertahap setiap $\frac{1}{3}$ bagian dari volume cetakan lalu ditusuk-tusuk dengan spatula, kemudian diisi lagi dan ditusuk-tusuk lagi hingga campuran habis masuk ke dalam cetakan
6. Pemadatan dilakukan sebanyak 2 kali masing-masing sebanyak 50 tumbukan yaitu setelah pada pemadatan pertama selesai, benda uji dibalik dan ditumbuk lagi sebanyak 50 tumbukan
7. Setelah pemadatan selesai, benda uji didiamkan sampai mencapai suhu ruang, kemudian dikeluarkan dari cetakan.
8. Masing-masing benda uji diberi pengenal
9. Tinggi benda uji diukur keliling sebanyak 3 kali, dirata-rata dan dicatat
10. Benda uji ditimbang sehingga didapatkan berat sebelum direndam

11. Benda uji direndam dalam air selama 24 jam pada suhu ruang untuk mendapatkan kejenuhan, kemudian ditimbang didalam air untuk mendapatkan berat isi
12. Benda uji dikeluarkan dari rendaman lalu dilap permukaannya sampai kering permukaan, kemudian ditimbang untuk mendapatkan berat jenuh
13. Benda uji dimasukkan dalam waterbath selama 30 s/d 40 menit atau dipanaskan didalam oven selama 2 jam dengan suhu $(60 \pm 1) ^\circ\text{C}$
14. Test head pada alat uji Marshall diberi pelumas kemudian dimasukkan ke dalam oven dengan suhu 60°C
15. Mesin penekan Marshall test dan perlengkapannya diperiksa, dial stabilitas yang sudah distel pada angka nol disiapkan
16. Benda uji yang berada di waterbath diambil dan dipindahkan ke test head, dial flow dipasang pada tempatnya kemudian diberi pembebanan sebesar 50 mm/menit dengan cara menghidupkan mesin pembebanan. Dial stabilitas dan dial flow diamati, bila dial stabilitas telah mencapai angka maksimum, dial flow dibaca
17. Dicatat pembacaan pada dial stabilitas dan dial flow
18. Pengetesan benda uji diulangi sebanyak jumlah benda uji yang dibuat.

3.2 Bagan Alir Penelitian

Jalannya penelitian secara keseluruhan dapat dilihat pada bagan alir kegiatan penelitian laboratorium di bawah ini :





Gambar 3.2 Diagram Alir Penelitian Secara Keseluruhan

BAB IV

HASIL PENELITIAN

4.1 Hasil Pemeriksaan/Pengujian Bahan

Hasil pemeriksaan/pengujian bahan-bahan penelitian yang terdiri dari pemeriksaan/pengujian agregat dan pemeriksaan/pengujian aspal, tercantum pada tabel 4.1, tabel 4.2, dan tabel 4.3 berikut ini.

Tabel 4.1 Syarat-syarat dan Hasil Pemeriksaan Agregat Kasar

No.	Jenis Pemeriksaan / Pengujian	Syarat	Hasil
1.	Keausan agregat dengan mesin Los Angeles	$\leq 40 \%$	18.62 %
2.	Kelekatan terhadap aspal	$\geq 50 \%$	100 %
3.	Penyerapan air	$\leq 3 \%$	2.486 %
4.	Berat jenis semu	$\geq 2 \%$	2.814 %

Sumber : Petunjuk Pelaksanaan Laston Untuk Jalan Raya SKBI-2.4.26.1987 dan hasil penelitian TA di Laboratorium Jalan Raya FTSP UII

Tabel 4.2 Syarat-syarat dan Hasil Pemeriksaan Agregat Halus

No.	Jenis Pemeriksaan / Pengujian	Syarat	Hasil	
			Clereng	Pasir Kwarsa
1.	Nilai Sand Equivalent	$\geq 50 \%$	91.667 %	89.412 %
2.	Penyerapan air	$\leq 3 \%$	1.989 %	1.42 %
3.	Berat jenis semu	$\geq 2 \%$	2.75 %	2.89 %

Sumber : Petunjuk Pelaksanaan Laston Untuk Jalan Raya SKBI-2.4.26.1987 dan hasil penelitian TA di Laboratorium Jalan Raya FTSP UII

Tabel 4.3 Syarat-syarat dan Hasil Pemeriksaan Aspal

No.	Jenis Pemeriksaan	Syarat-syarat		Hasil	Satuan
		Min	Max		
1.	Penetrasi	60	79	61.3	0.1 mm
2.	Titik Lembek	48	58	55.5	° C
3.	Titik Nyala	200	-	330	° C
4.	Kelarutan dalam CCl ₄	99	-	99.5	% berat
5.	Daktilitas	100	-	120	Cm
6.	Berat Jenis	1	-	1.0204	-

Sumber : Petunjuk Pelaksanaan Laston Untuk Jalan Raya SKBI-2.4.26.1987 dan hasil penelitian TA di Laboratorium Jalan Raya FTSP UII

Hasil pemeriksaan/pengujian bahan-bahan penelitian yaitu pemeriksaan/pengujian agregat dan pemeriksaan/pengujian aspal menunjukkan bahwa semua bahan-bahan tersebut memenuhi syarat-syarat yang telah ditetapkan oleh Bina Marga untuk dipakai sebagai bahan lapis perkerasan jalan raya.

4.2 Analisis

4.2.1 Mencari parameter

Data-data awal yang didapatkan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

- a. tebal benda uji (mm) sebelum direndam/kering

Tebal benda uji menggunakan batu pecah Clereng dan pasir kwarsa Gunung Kidul hasil penelitian dapat dilihat pada Tabel Perhitungan Test Marshall kolom t.

- b. berat benda uji kering/sebelum direndam

Berat benda uji kering menggunakan batu pecah Clereng dan pasir kwarsa Gunung Kidul hasil penelitian dapat dilihat pada Tabel Perhitungan Test Marshall kolom c

c. berat di dalam air (gram)

Berat benda uji di dalam air menggunakan batu pecah Clereng dan pasir kwarsa Gunung Kidul hasil penelitian dapat dilihat pada Tabel Perhitungan Test Marshall kolom e

d. berat dalam keadaan jenuh (gram)

Berat benda uji dalam keadaan jenuh menggunakan batu pecah Clereng dan pasir kwarsa Gunung Kidul hasil penelitian dapat dilihat pada Tabel Perhitungan Test Marshall kolom d

e. pembacaan arloji stabilitas (lbs)

Pembacaan arloji stabilitas hasil penelitian dapat dilihat pada Tabel Perhitungan Test Marshall kolom o

f. pembacaan arloji flow (mm)

Pembacaan arloji flow hasil penelitian dapat dilihat pada Tabel Perhitungan Test Marshall kolom r.

Untuk mendapatkan nilai-nilai Stabilitas, VFWA, VITM, dan Marshall

Quotient diperlukan data-data :

a. berat jenis aspal

Berat jenis aspal didapatkan dari hasil pemeriksaan/pengujian aspal. Berat jenis aspal yang dipakai dalam penelitian ini adalah 1,0204

b. berat jenis agregat

Berat jenis agregat merupakan gabungan dari berat jenis agregat kasar, agregat halus dan filler. Cara memperoleh nilai berat jenis tersebut dipakai rumus sebagai berikut :

$$\text{B.J. Agregat} = \frac{100}{(A/F1)+(B/F2)+(C/F3)}$$

A = Prosentase agregat kasar ; F1 = B.J. agregat kasar

B = Prosentase agregat halus ; F2 = B.J. agregat halus

C = Prosentase filler ; F3 = B.J. filler

B.J. Agregat untuk benda uji batu pecah Clereng adalah :

$$\begin{aligned} \text{B.J. Agregat} &= \frac{100}{(49/2.63) + (46/2.6075) + (5/2.615)} \\ &= 2.6189 \end{aligned}$$

B.J. Agregat untuk benda uji yang menggunakan agregat halus Pasir Kwarsa adalah :

$$\begin{aligned} \text{B.J. Agregat} &= \frac{100}{(49/2.63) + (46/2.78) + (5/2.615)} \\ &= 2.696 \end{aligned}$$

c. berat jenis maksimum teoritis campuran

Berat jenis maksimum teoritis diperoleh dengan rumus :

$$\text{B.J. maksimum (teoritis)} = \frac{100}{\frac{\% \text{ agregat}}{\text{B.J. agregat}} + \frac{\% \text{ aspal}}{\text{B.J. aspal}}}$$

Contoh hitungan mencari B.J. maksimum (teoritis) untuk benda uji batu

pecah Clereng dengan kadar aspal 6 % adalah :

$$\begin{aligned} \text{B.J. maksimum (teoritis)} &= \frac{100}{(94/2.6189) + (6/1.0204)} \\ &= 2.394 \end{aligned}$$

Data hasil hitungan di atas dipergunakan untuk mencari parameter/nilai-nilai :

1. Stabilitas

Nilai Stabilitas diperoleh dari pembacaan arloji stabilitas dan merupakan nilai rata-rata dari 3 benda uji dengan kadar aspal yang sama, dikalikan dengan kalibrasi proving ring dan koreksi tebal benda uji. Nilai Stabilitas sesungguhnya berada di kolom q pada tabel Perhitungan Test Marshall.

Contoh perhitungan nilai Stabilitas untuk benda uji Clereng dengan kadar aspal 6 % adalah :

- tebal rata-rata benda uji dengan kadar aspal 6% = 66.14, dari tabel 2.2
- koreksi tebal benda uji dengan cara interpolasi didapatkan nilai = 0.9041
- pembacaan arloji stabilitas rata-rata = 382.33
- kalibrasi proving ring = 3.4277
- Nilai Stabilitas sesungguhnya adalah :

$$382.33 \times 3.4277 \times 0.9041 = 1184.651 \text{ Kg}$$

2. Flow

Nilai Flow tercantum di kolom r pada tabel perhitungan Test Marshall.

Contoh perhitungan mencari nilai flow untuk benda uji Clereng dengan kadar aspal 6 % adalah :

- pembacaan arloji flow rata-rata = 14.335
- nilai flow sesungguhnya adalah :

$$14.335 \times 0.01 \times 25.4 = 3.641 \text{ mm}$$

3. Density

Nilai density terdapat di kolom g pada tabel Perhitungan Test Marshall, dan dihitung dengan rumus 2.2.

Contoh perhitungan nilai density untuk batu pecah Clereng dengan kadar aspal 6 % adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{Volume (isi) (f)} &= \text{berat dalam keadaan SSD} - \text{berat di dalam air} \\ &= 1184.33 - 654 \\ &= 530.33 \text{ cc} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Nilai density (g)} &= \frac{\text{Berat kering}}{\text{Volume benda uji}} \\ &= 1175.67 / 530.33 \\ &= 2.217 \text{ gr/cc} \end{aligned}$$

4. VFWA (void Filled With Asphalt)

Nilai VFWA terdapat di kolom m pada tabel Perhitungan Test Marshall, dan dihitung dengan rumus 2.3.

Contoh perhitungan nilai VFWA untuk batu pecah Clereng dengan kadar aspal 6 % adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned} i &= \frac{b \times g}{\text{B.J. Aspal}} = \frac{6 \times 2.217}{1.0204} = 13.035 \\ j &= \frac{(100-b) \times g}{\text{B.J. Agregat}} = \frac{(100-6) \times 2.217}{2.6189} = 79.57 \end{aligned}$$

$$l = (100 - 79.57) = 20.43$$

$$\text{VFWA} = 100 \times (i/l) = 100 \times (13.035/20.43) = 63.8 \%$$

5. VITM (Void In the Total Mix)

Nilai VITM terdapat di kolom n pada tabel Perhitungan Test Marshall, dan dihitung dengan rumus 2.4.

Contoh perhitungan nilai VITM untuk batu pecah Clereng dengan kadar aspal 6 % adalah sebagai berikut :

$$\text{VITM} = 100 - (100 \times g/h) = 100 - (100 \times (2.217/2.394)) = 7.396 \%$$

g = density ; h = B.J. maksimum teoritis

6. Marshall Quotient (MQ)

Nilai Marshall Quotient terdapat di kolom MQ (kolom akhir) pada tabel Perhitungan Test Marshall. Contoh perhitungan nilai MQ untuk batu pecah Clereng dengan kadar aspal 6 % adalah sebagai berikut :

$$\text{Marshall Quotient} = \frac{\text{Nilai Stabilitas}}{\text{Nilai Flow}} = \frac{1184.651}{3.641} = 325.438$$

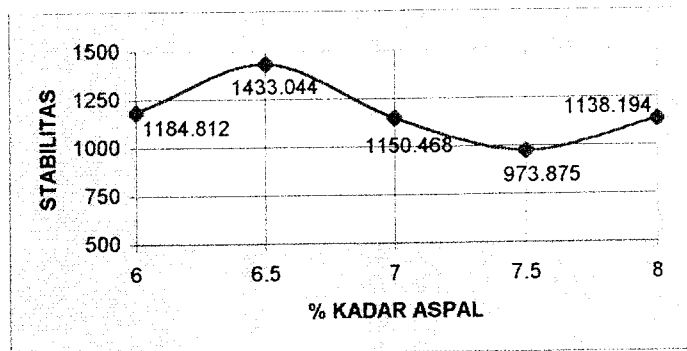
4.2.2 Grafik Hubungan Parameter dengan Kadar Aspal

Grafik hubungan parameter dengan kadar aspal untuk benda uji yang menggunakan agregat clereng dan kwarsa dimana untuk grafik benda uji batu pecah Clereng dan pasir kwarsa memiliki pola yang sama untuk semua parameter ditunjukkan oleh gambar di bawah ini, untuk kemudian dibandingkan dengan grafik teori Marshall.

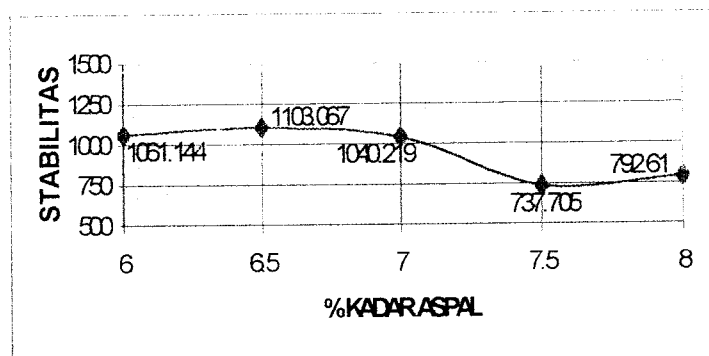
Untuk stabilitas benda uji yang menggunakan batu pecah clereng seperti pada gambar 4.1 maupun yang menggunakan pasir kwarsa pada gambar 4.2 menunjukkan pola grafik yang sama dengan grafik teori marshall untuk stabilitas pada gambar 2.1 walaupun pada kadar aspal 8% pola grafik terlihat naik kembali setelah menurun,



hal ini dikarenakan keterbatasan jumlah benda uji yang dibuat sehingga penarikan garis grafik bukan secara regresi namun hanya menghubungkan titik yang merupakan rata-rata dari tiga benda uji untuk tiap-tiap kadar aspal.

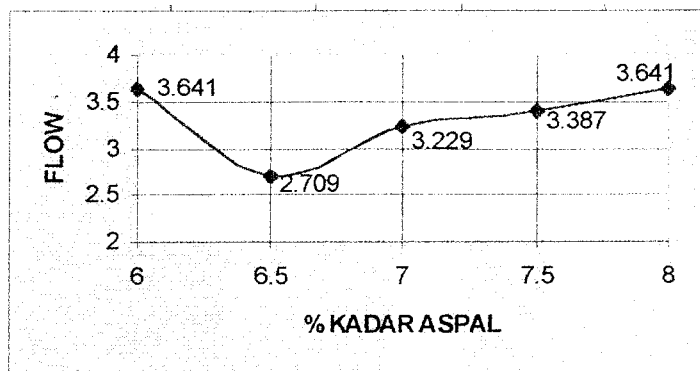


Gambar 4.1 Grafik Hubungan Stabilitas Dengan Kadar Aspal Benda Uji Batu Pecah Clereng

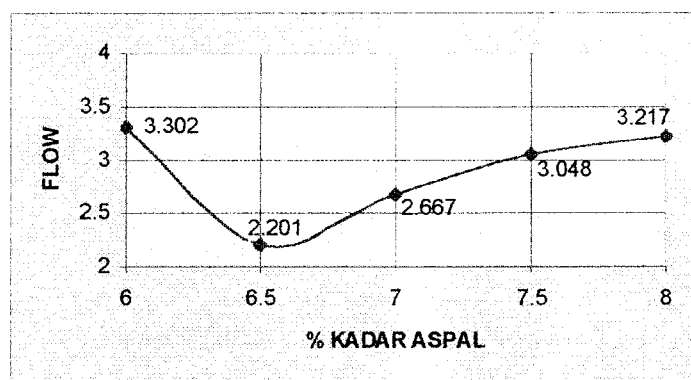


Gambar 4.2 Grafik Hubungan Stabilitas Dengan Kadar Aspal Benda Uji Pasir Kwarsa

Grafik hubungan flow dengan kadar aspal untuk benda uji yang menggunakan agregat batu pecah clereng seperti pada gambar 4.3 dan yang menggunakan agregat pasir kwarsa pada gambar grafik 4.4 menunjukkan pola grafik yang sama dengan grafik teori Marshall untuk flow seperti pada gambar 2.2.

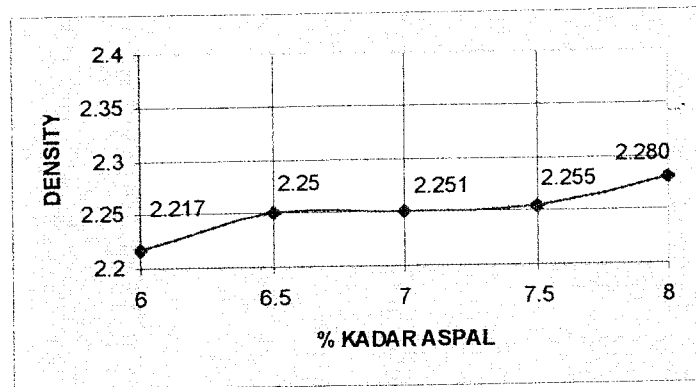


Gambar 4.3. Grafik Hubungan Flow Dengan Kadar Aspal Benda Uji Batu Pecah Clereng

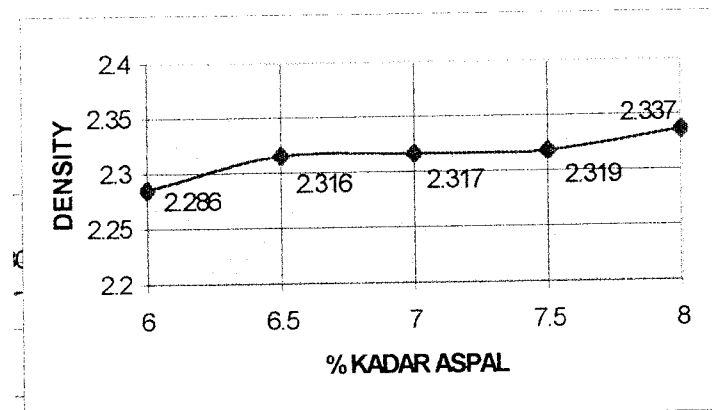


Gambar 4.4. Grafik Hubungan Flow Dengan Kadar Aspal Benda Uji Pasir Kwarsa

Grafik hubungan density dengan kadar aspal untuk benda uji yang menggunakan batu pecah clereng pada gambar 4.5 dan yang menggunakan pasir kwarsa pada gambar 4.6 menunjukkan pola yang sama dengan grafik density teori Marshall pada gambar 2.3 hanya saja pada gambar 4.5 dan 4.6 grafik belum mencapai titik maksimum sehingga grafik terlihat naik terus dengan anggapan untuk kadar aspal lebih dari 8% dimungkinkan nilai densitynya mulai turun sehingga jika tergambar secara keseluruhan akan membentuk grafik density yang sesuai dengan teori Marshall.

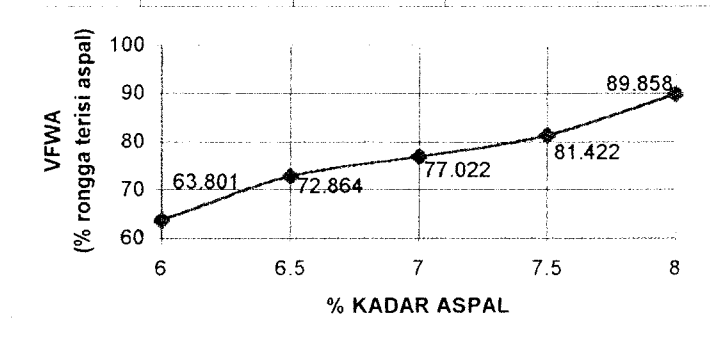


Gambar 4.5 Grafik Hubungan Density dengan Kadar Aspal Benda Uji Batu Pecah Clereng

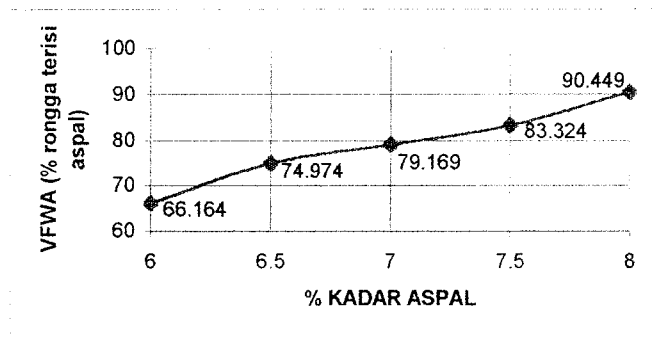


Gambar 4.6 Grafik Hubungan Density dengan Kadar Aspal Benda Uji Pasir Kwarsa

Untuk grafik hubungan VFWA (Void Filled With Asphalt) dengan kadar aspal pada benda uji yang menggunakan agregat batu pecah clereng seperti pada gambar 4.7 maupun yang menggunakan agregat pasir kwarsa pada gambar 4.8 menunjukkan pola grafik yang sama dengan grafik VFWA teori Marshall pada gambar 2.4 dimana semakin tinggi prosentase kadar aspal maka nilai VFWA juga semakin cenderung naik karena aspal mulai mengisi rongga campuran.

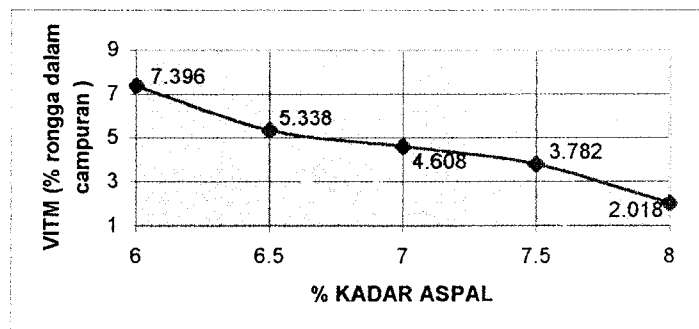


Gambar 4.7 Grafik Hubungan VFWA Dengan Kadar Aspal Benda Uji Batu Pecah Clereng

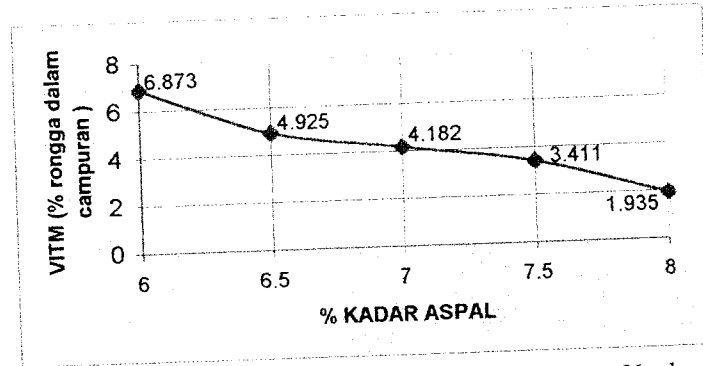


Gambar 4.8 Grafik Hubungan VFWA Dengan Kadar Aspal Benda Uji Pasir Kwarsa

Gambar 4.9 grafik hubungan VITM (Void In the Total Mix) dengan kadar aspal untuk agregat batu pecah clereng dan gambar 4.10 untuk agregat pasir kwarsa juga menunjukkan pola yang sama dengan grafik teori Marshall gambar 2.5.

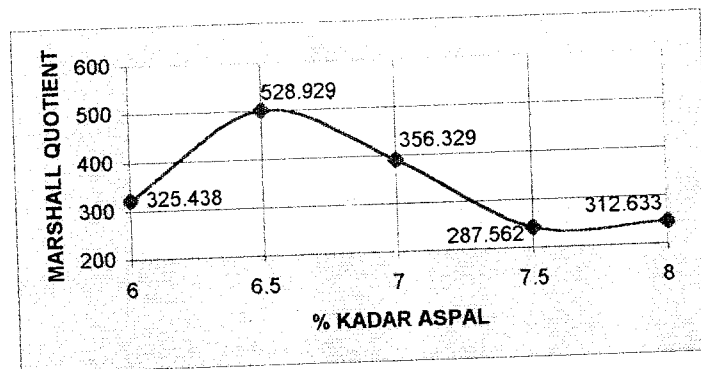


Gambar 4.9 Grafik Hubungan VITM Dengan Kadar Aspal Benda Uji Batu Pecah Clereng

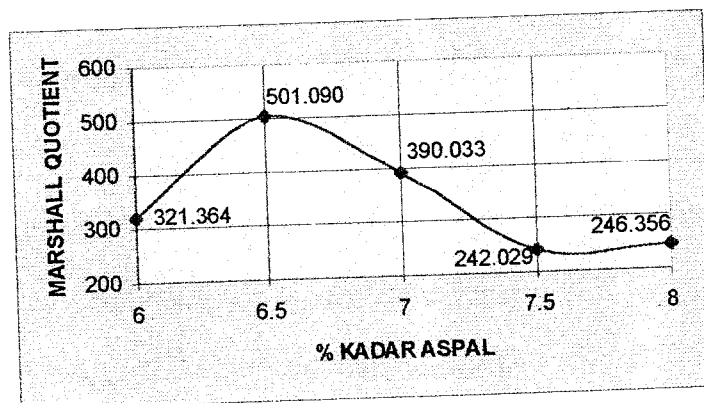


Gambar 4.10 Grafik Hubungan VITM Dengan Kadar Aspal Benda Uji Pasir Kwarsa

Grafik Marshall Quotient antara benda uji agregat batu pecah clereng gambar 4.11 maupun pasir kwarsa gambar 4.12 menunjukkan pola grafik yang sama.



Gambar 4.11 Grafik Hubungan Marshall Quotien Dengan Kadar Aspal Benda Uji Batu Pecah Clereng



Gambar 4.12 Grafik Hubungan Marshall Quotien Dengan Kadar Aspal Benda Uji Pasir Kwarsa

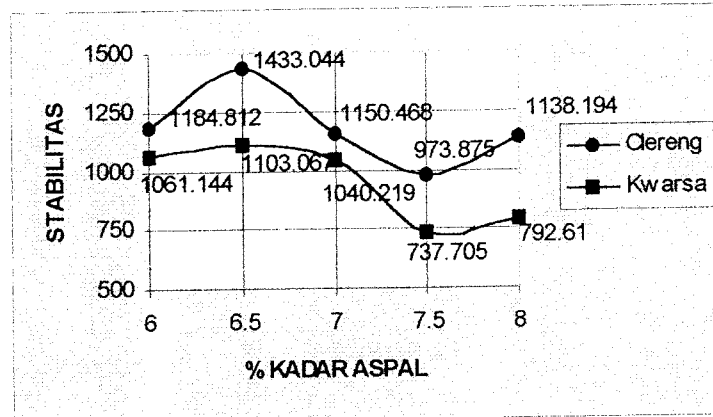
Grafik-grafik hasil penelitian yang dilakukan di Laboratorium Jalan Raya FTSP UII yang meliputi Grafik Hubungan Kadar Aspal dengan Stabilitas, Grafik Hubungan Kadar Aspal dengan Flow, Grafik Hubungan Kadar Aspal dengan Density, Grafik Hubungan Kadar Aspal dengan VFWA, Grafik Hubungan Kadar Aspal dengan VITM, Grafik Hubungan Kadar Aspal dengan Marshall Quotient, baik untuk benda uji Clereng maupun benda uji yang menggunakan agregat halus dari pasir Kwarsa Gunung Kidul, menunjukkan kecenderungan yang sama dengan grafik-grafik teori Marshall seperti yang ditunjukkan pada gambar 2.1, gambar 2.2, gambar 2.3, gambar 2.4, gambar 2.5, dan gambar 2.6.

Dengan demikian dapat dilakukan perbandingan antara kedua jenis benda uji tersebut, dan dilanjutkan dengan pembahasan.

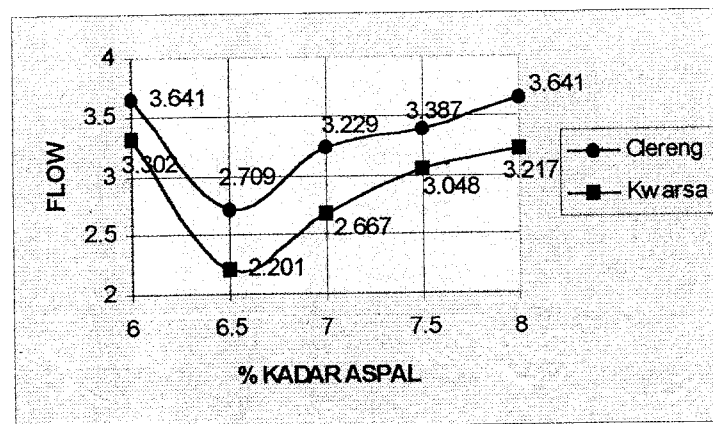
4.2.3 Perbandingan Grafik Hubungan Parameter dengan Kadar Aspal Antara Benda Uji Clereng dan Benda Uji yang menggunakan Agregat Halus Pasir Kwarsa

Setelah grafik yang didapat dari hasil penelitian yaitu benda uji yang menggunakan agregat batu pecah clereng dan benda uji yang menggunakan agregat pasir kwarsa Gunung Kidul dibandingkan dengan grafik teori Marshall kemudian membandingkan karakteristik campuran HRS B yang menggunakan agregat batu pecah clereng dengan campuran HRS B yang menggunakan agregat pasir kwarsa seperti pada gambar grafik 4.13 tentang perbandingan stabilitas , gambar grafik 4 14 tentang flow, gambar grafik 4.15 tentang density, gambar grafik 4.16 tentang VFWA , 4.17 tentang VITM dan gambar grafik 4.18 tentang Marshall Quotient dari kedua jenis benda uji.

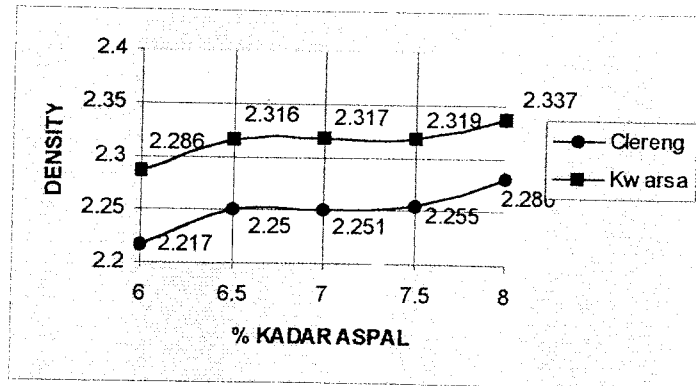
Pembahasan tentang perbandingan campuran HRS B yang menggunakan agregat batu pecah clereng dengan pasir kwarsa dapat dilihat dalam bab lima tentang evaluasi terhadap parameter-parameter benda uji dalam penelitian ini.



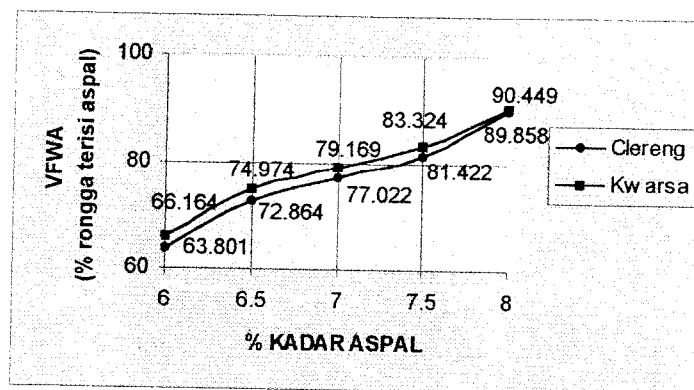
Gambar 4.13 Grafik Hubungan Stabilitas Dengan Kadar Aspal Kedua Jenis Benda Uji



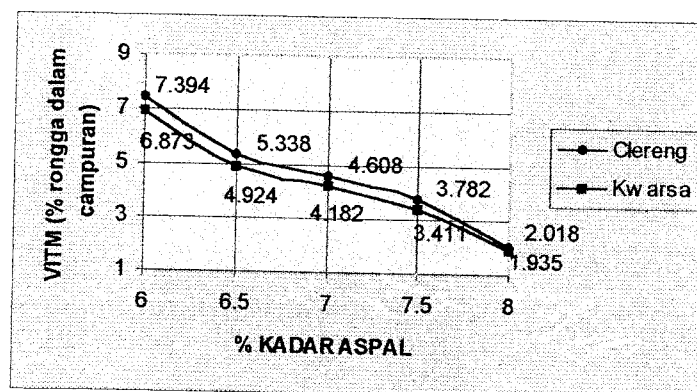
Gambar 4.14 Grafik Hubungan Flow Dengan Kadar Aspal Kedua Jenis Benda Uji



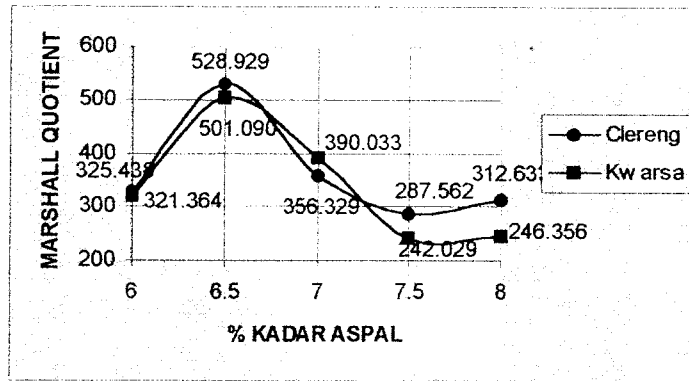
Gambar 4.15 Grafik Hubungan Density Dengan Kadar Aspal Kedua Jenis Benda Uji



Gambar 4.16 Grafik Hubungan VFWA Dengan Kadar Aspal Kedua Jenis Benda Uji



Gambar 4.17 Grafik Hubungan VITM Dengan Kadar Aspal Kedua Jenis Benda Uji



Gambar 4.18 Grafik Hubungan Marshall Quotient Dengan Kadar Aspal Kedua Jenis Benda Uji

BAB V

PEMBAHASAN

5.1 Evaluasi Terhadap Stabilitas

Stabilitas menunjukkan kemampuan perkerasan untuk menahan deformasi akibat beban lalu lintas, deformasi yang terjadi dapat berupa gelombang dan alur.

Nilai stabilitas pada pengujian Marshall adalah kemampuan suatu benda uji/briquet untuk menerima beban hingga terjadi keruntuhan yang dinyatakan dalam satuan Kilogram atau Kilo Newton. Nilai stabilitas yang didapatkan dari hasil penelitian ini menggunakan 5 variasi kadar aspal dan untuk sebuah nilai stabilitas adalah merupakan rata-rata dari 3 benda uji dengan kadar aspal yang sama, grafik hubungan stabilitas dengan kadar aspal tercantum pada Gambar 4.13.

Pada gambar 4.13 tampak bahwa nilai stabilitas kedua jenis benda uji yaitu benda uji yang menggunakan agregat kasar dan halus berupa batu pecah Clereng, dan benda uji yang menggunakan agregat kasar batu pecah Clereng dan agregat halus berupa pasir kwarsa mempunyai pola yang sama. Terjadi peningkatan nilai stabilitas antara kadar aspal 6 % – 6.5 %, dan kemudian nilai stabilitas menurun setelah kadar aspal 6.5 %. Pada kadar aspal 7 % dan 7,5 % terjadi penurunan stabilitas karena film aspal mulai tebal, tetapi aspal belum mengisi rongga dalam campuran. Film aspal yang tebal tetapi rongga campuran besar akan mengakibatkan agregat mudah menggelincir (terjadi deformasi). Hasil penelitian menunjukkan nilai

stabilitas pada kadar aspal 8 % yang secara teoritis seharusnya terus menurun setelah mencapai nilai stabilitas maksimum (pada kadar aspal 6,5 %), ternyata terjadi kenaikan setelah nilai stabilitas terus menurun hingga pada kadar aspal 7 %, hal ini dimungkinkan karena keterbatasan peneliti dalam membuat benda uji sehingga data hasil pengujian stabilitas benda uji yang diperoleh juga terbatas, padahal pembuatan benda uji sebanyak mungkin akan relatif lebih baik karena plotting data yang tersaji pada grafik akan lebih banyak dimana plotting data tersebut merupakan titik sebar yang secara regresi akan mendapatkan bentuk grafik yang sesuai dengan teori Marshall . Menurut CQCMU, 1988, keuntungan terpenting dalam penggunaan agregat yang seragam gradasinya ataupun yang gap graded ialah volume rongga udara yang besar sehingga sanggup menyerap aspal lebih banyak dalam campurannya tanpa bleeding. Nilai stabilitas benda uji Clereng lebih tinggi daripada nilai stabilitas benda uji pasir kwarsa, hal ini dikarenakan benda uji Clereng memiliki tekstur permukaan yang kasar sehingga relatif lebih baik dalam mengikat aspal dibanding benda uji kwarsa yang memiliki tekstur permukaan yang lebih halus dikarenakan kwarsa mengandung unsur silika yang relatif cukup tinggi. Selain itu bentuk butiran agregat Clereng yang merupakan hasil dari stone crusher dengan bentuk tidak beraturan, kubikal dan bersudut akan menghasilkan interlocking (saling mengunci) antar agregat relatif lebih baik dibanding agregat kwarsa yang merupakan hasil bentukan alam dengan bentuk relatif bulat serta mengandung sedikit bentuk kubikal. Hal diatas menyebabkan nilai stabilitas benda uji yang menggunakan agregat Clereng cenderung lebih tinggi daripada nilai stabilitas benda uji yang menggunakan pasir kwarsa.

Nilai stabilitas untuk campuran HRS B yang memenuhi spesifikasi dari Bina Marga adalah antara 550 kg – 1250 kg. Pada benda uji yang menggunakan pasir kwarsa sebagai agregat halus, kadar aspal antara 6 % – 8 % yang digunakan memenuhi spesifikasi Bina Marga. Pada benda uji Clereng untuk kadar aspal antara 6 % – 8 % (kecuali pada kadar aspal 6.5 %) nilai stabilitasnya memenuhi spesifikasi sedangkan pada kadar aspal 6.5 % nilai stabilitasnya melebihi yang disyaratkan Bina Marga, hal ini disebabkan karena kadar aspal berada pada batas optimal untuk menyelimuti dan mengikat agregat, ditambah dengan interlocking yang baik sehingga benda uji menjadi terlalu kaku.

5.2 Evaluasi terhadap Flow

Flow menunjukkan deformasi benda uji akibat pembebanan (sampai beban batas). Campuran yang memiliki flow rendah dan stabilitas yang tinggi menunjukkan bahwa campuran tersebut bersifat kaku, sebaliknya nilai flow yang tinggi menunjukkan campuran bersifat plastis dan mudah mengalami perubahan bentuk akibat pembebanan. Grafik hubungan kadar aspal dengan flow dapat dilihat pada gambar 4.14.

Pada gambar 4.14 tampak bahwa dengan kadar aspal yang rendah dan nilai stabilitas yang meningkat justru nilai flow akan mengalami penurunan sampai batas kadar aspal tertentu dimana kebutuhan aspal sebagai pengikat mulai terpenuhi. Setelah batas dimana kadar aspal sebagai pengikat terpenuhi dan mulai berlebihan maka nilai flow akan mulai meningkat. Nilai flow yang terus meningkat seiring

bertambahnya kadar aspal meskipun nilai stabilitas juga meningkat terlihat pada kadar aspal 7.5 % - 8 %.

Kesamaan pola grafik flow ditunjukkan oleh kedua jenis benda uji, tetapi nilai flow benda uji Clereng lebih tinggi daripada benda uji pasir kwarsa, hal ini bisa terjadi karena batu pecah Clereng yang berbentuk pipih (flaky) yang mudah mengalami perubahan bentuk (deformasi) ketika pembebanan benda uji, sedangkan pasir kwarsa mempunyai bentuk bulat dan kubus, dan kuat terhadap degradasi sehingga sulit mengalami deformasi.

Nilai flow kedua benda uji memenuhi spesifikasi Bina Marga yaitu 2 – 4 mm.

5.3 Evaluasi Terhadap Density

Density merupakan nilai kerapatan atau kepadatan benda uji dengan pola grafik yang serupa dengan stabilitas. Dengan bertambahnya kadar aspal maka kerapatan benda uji juga akan bertambah, hal ini karena rongga dalam campuran akan makin banyak terisi aspal hingga setelah mencapai nilai optimum akan kembali turun. Grafik hubungan kadar aspal dengan nilai density dapat dilihat pada gambar 4.15.

Pada gambar 4.15 terlihat kesamaan pola antara grafik benda uji clereng dengan benda uji pasir kwarsa. Density pasir kwarsa lebih tinggi daripada density batu pecah Clereng, karena bentuk pasir kwarsa yang bulat dan kubus lebih mudah dipadatkan dibandingkan dengan batu pecah Clereng yang banyak berbentuk pipih. Tekstur permukaan pasir kwarsa yang licin juga memudahkan dalam pemadatan dibanding tekstur permukaan batu pecah clereng yang kasar, sehingga benda uji pasir

kwarsa lebih rapat/padat dibandingkan dengan batu pecah Clereng. Pada penelitian ini nilai density belum mencapai nilai optimum sehingga pola grafik yang terjadi masih terlihat naik, namun bila sudah mencapai nilai maksimum (kadar aspal > 8%) maka grafik akan cenderung turun.

Bina Marga tidak memberikan batasan terhadap nilai density.

5.4 Evaluasi terhadap VFWA (Void Filled With Asphalt)

Seiring bertambahnya kadar aspal, rongga yang terisi aspalpun akan semakin banyak, sehingga grafik yang ditunjukkan akan mengalami kenaikan dengan bertambahnya kadar aspal. Grafik hubungan kadar aspal dengan VFWA dapat dilihat pada gambar 4.16.

Pola yang ditunjukkan oleh kedua jenis benda uji menunjukkan kesamaan yaitu mengalami peningkatan seiring bertambahnya kadar aspal. Nilai VFWA pasir kwarsa sedikit lebih tinggi dibandingkan nilai VFWA Clereng, hal ini karena aspal lebih mudah melewati permukaan agregat yang licin, serta aspal yang masuk ke pori agregat yang licin akan lebih sedikit bila dibandingkan dengan aspal yang melewati permukaan agregat yang kasar saat mengisi rongga dalam campuran, meskipun pada akhirnya pada kadar aspal 8 % nilai VFWA kedua jenis benda uji mendekati nilai yang sama.

Menurut Bina Marga, spesifikasi VFWA antara 70 % - 80 %. Nilai VFWA kedua jenis benda uji yang memenuhi spesifikasi adalah antara kadar aspal 6.5 %- 7 %.

5.5 Evaluasi Terhadap VITM (Void In the Total Mix)

Prosentase rongga dalam campuran akan berkurang seiring bertambahnya kadar aspal. Grafik hubungan kadar aspal dengan VITM dapat dilihat pada gambar 4.17.

Pola kedua jenis benda uji juga mengalami kesamaan, dengan nilai VITM Clereng lebih tinggi dibandingkan dengan nilai VITM pasir kwarsa, hal ini karena rongga dalam campuran pada benda uji Clereng lebih lambat terisi oleh aspal dibandingkan rongga pada benda uji pasir kwarsa. Penyebab rongga dalam campuran benda uji Clereng lebih lambat terisi aspal karena tekstur permukaannya yang kasar yang menghambat aspal mengisi rongga. Pada benda uji pasir kwarsa aspal lebih cepat mengisi rongga dalam campuran karena tekstur permukaannya lebih licin. Selain itu aspal yang masuk ke pori agregat yang mempunyai permukaan kasar lebih banyak dibanding agregat yang mempunyai permukaan licin, sehingga aspal yang mengalir ke rongga campuran lebih banyak pada agregat yang mempunyai permukaan licin.

Spesifikasi VITM menurut Bina Marga adalah antara 3 % - 6 %. Rongga yang memadai di dalam total campuran padat sehingga masih memungkinkan adanya sedikit tambahan pemadatan akibat beban lalu lintas tanpa flushing, bleeding, dan hilangnya stabilitas, namun cukup rendah untuk mencegah masuknya udara dan kelembaban. Nilai VITM untuk kedua jenis benda uji yang memenuhi adalah antara kadar aspal 6,5 %- 7.5 %.

5.6 Evaluasi Terhadap Marshall Quotient

Marshall quotient merupakan pendekatan nilai fleksibilitas perkerasan. Fleksibilitas akan naik dengan bertambahnya kadar aspal dan akan turun pada kadar aspal tertentu. Grafik hubungan kadar aspal dengan Marshall Quotient dapat dilihat pada gambar 4.18. Pola yang ditunjukkan grafik kedua jenis benda uji memiliki kesamaan, yaitu meningkat sampai kadar aspal 6.5 % kemudian menurun.

Nilai Marshall Quotient yang memenuhi spesifikasi Bina Marga adalah antara 1.8 kN/mm – 5 kN/mm (183.486 kg/mm – 509.684 kg/mm). Batas atas dan bawah pada Marshall Quotient untuk menjamin fleksibilitas dan membatasi deformasi campuran akibat lalu-lintas. Pada benda uji Clereng antara kadar aspal 6 % - 8 % (kecuali kadar aspal 6,5 %) memenuhi spesifikasi. Pada kadar aspal 6.5 %, dimana merupakan titik Marshall Quotient tertinggi, nilai Marshall Quotient untuk benda uji Clereng yaitu 528.929 kg/mm melewati batas spesifikasi dari Bina Marga. Hal ini karena nilai Marshall Quotient mengikuti nilai stabilitas dan flow, apabila nilai stabilitas terlalu tinggi, maka nilai Marshall quotient juga akan terlalu tinggi.

Nilai Marshall Quotient untuk benda uji pasir kwarsa semua kadar aspal yang digunakan pada penelitian memenuhi spesifikasi Bina Marga.

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Berdasarkan analisa dan pembahasan seperti yang telah diuraikan pada bab sebelumnya , maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Nilai stabilitas Clereng lebih tinggi dibandingkan nilai stabilitas pasir kwarsa Gunung Kidul dikarenakan gaya gesek antar agregat (internal friksi) agregat clereng lebih baik daripada pasir kwarsa sebab tekstur permukaan agregat clereng yang relatif lebih kasar bila dibandingkan dengan kwarsa. Selain itu sifat saling mengunci antar agregat (interlocking) agregat clerengpun lebih baik dibanding pasir kwarsa karena agregat yang berbentuk kubikal (bersudut) banyak terdapat pada agregat batu pecah clereng sehingga menghasilkan stabilitas yang lebih baik dibanding pasir kwarsa.
2. Nilai flow Clereng lebih tinggi dibandingkan nilai flow pasir kwarsa Gunung Kidul disebabkan oleh stabilitas clereng yang lebih tinggi daripada kwarsa, karena pembacaan flow tergantung nilai maksimum dari stabilitas, dimana nilai tersebut menunjukkan batas runtuh (kelelehan plastis) dari benda uji.
3. Nilai Density pasir kwarsa Gunung Kidul lebih tinggi dibandingkan nilai density Clereng, hal ini dikarenakan permukaan agregat pasir kwarsa yang relatif lebih

licin dibandingkan clereng sehingga mudah untuk dipadatkan. Hal ini dapat dibuktikan dari ketebalan benda uji hasil pemadatan seperti pada tabel perhitungan Marshall, dimana benda uji clereng lebih tebal dibandingkan kwarsa sehingga volume benda uji clereng lebih besar daripada kwarsa padahal kepadatan (density) merupakan perbandingan berat dengan volume campuran, akibatnya kepadatan clereng lebih rendah daripada kwarsa.

4. Nilai VFWA pasir kwarsa Gunung Kidul sedikit lebih tinggi dibandingkan nilai VFWA Clereng. Hal ini dikarenakan volume yang dihasilkan clereng lebih besar daripada kwarsa sehingga rongga campuran yang terbentuk lebih besar, karena itu rongga yang terisi aspal pada benda uji clereng akan lebih rendah dibanding kwarsa. Selain itu aspal yang terserap ke dalam pori agregat clereng lebih banyak dibandingkan kwarsa sehingga jumlah aspal yang mengisi rongga campuran menjadi lebih sedikit, hal ini dapat dilihat dari penyerapan agregat terhadap air, dimana agregat yang dapat menyerap air lebih banyak akan menyerap aspal lebih banyak juga.
5. Nilai VITM Clereng sedikit lebih tinggi dibandingkan nilai VITM pasir kwarsa Gunung Kidul. Hal ini sesuai dengan nilai VFWA clereng yang lebih rendah daripada kwarsa, karena VITM menunjukkan rongga yang ada di dalam campuran. Nilai VFWA yang tinggi akan membuat VITM (rongga dalam campuran) menjadi kecil, sehingga dapat dikatakan berbanding terbalik.
6. Nilai Marshall Quotient Clereng dan pasir Kwarsa Gunung Kidul tergantung pada perbandingan nilai stabilitas dan flow campuran.

7. Penelitian penggunaan pasir kwarsa sebagai agregat halus pada campuran HRS B ini dapat digunakan untuk perkerasan di lapangan, karena karakteristik yang didapatkan sesuai dengan syarat yang ditentukan oleh Marshall dan Bina Marga.

6.2 Saran

Dari hasil penelitian laboratorium ini, dapat disarankan sebagai berikut :

1. Pembuatan benda uji sebanyak mungkin akan semakin baik untuk mendapatkan data yang lebih akurat, sehingga grafik yang didapat sesuai grafik teori Marshall.
2. Penelitian ini hanya dalam lingkup yang kecil dimana peneliti dalam menetapkan pemakaian agregat hanya berdasarkan prosentase tertahan untuk masing-masing nomor saringan yang pada kenyataannya di lapangan cara ini relatif sulit untuk dikerjakan. Sehingga untuk diterapkan dilapangan hendaknya diadakan pengkajian ulang terhadap prosentase penggunaan agregat yang berupa fraksi kasar, fraksi medium dan fraksi halus agar tidak menyulitkan jika diterapkan di lapangan.

DAFTAR PUSTAKA

- Bachrawi Sanusi, 1984, *Mengenal Hasil Tambang Indonesia*, Bina Aksara, Jakarta.
- Departemen Pekerjaan Umum, Direktorat Jendral Bina Marga, 1983, *Petunjuk Pelaksanaan Lapis Tipis Aspal Beton (Lataston)*, No. 13/PT/B/1983.
- Departemen Pekerjaan Umum, Direktorat Jendral Bina Marga, 1987, *Petunjuk Pelaksanaan Lapis Aspal Beton (Laston)*, SKBI-2.4.26.1987.
- Krebs and Walker, 1971, *Highway Material*, McGraw-Hill Book Company, Virginia Polytechnic Institute and State University, USA.
- Laboratorium Jalan Raya Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia, 1987, *Petunjuk Praktikum Jalan Raya*, Yogyakarta.
- Lembaga Kemahasiswaan UII, 1986, *Diktat Bahan Konstruksi Teknik*, Yogyakarta.
- Silvia Sukirman, 1992, *Perkerasan Lentur Jalan Raya*, Nova, Bandung
- Suprpto, 1995, *Catatan Kuliah Bahan Struktur Jalan Raya*, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta
- The Asphalt Institute, 1983, *Asphalt Technology and Construction Practices*, Educational Series No. 1 (ES-1), Second Edition, USA.
- The Asphalt Institute, 1983, *Principles Of Construction Of Hot-Mix Asphalt Pavements*, Manual Series No. 22 (MS-22), USA.



UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
 JURUSAN TEKNIK SIPIL
 Jl. Kaliurang Km. 14,4 Telp. 95330 Yogyakarta

Lampiran

KARTU PESERTA TUGAS AKHIR

No.	Nama	No. Mhs.	N.I.R.M.	Bidang Studi
1.	M. PORMADI DHARMA	95 310 027		TST
2.	AGUS WAHYUDI	95 310 135		TST

JUDUL TUGAS AKHIR : ..PENELITIAN LABORATORIUM TENTANG.....
 PENGGUNAAN PASIR KWARSA CUNUNG KIDUL SEBAGAI AGREGAT
 HALUS DALAM CAMPURAN.....

Dosen Pembimbing I : IR. SUKARNO, ST
 Dosen Pembimbing II : IR. H. BACHNAS, MSc



Yogyakarta, Maret 2000
 a/n Dekan,
 Ketua Jurusan Teknik Sipil

IR. H. TADJUDIN BM AKIS, MS

Kepada Yth.

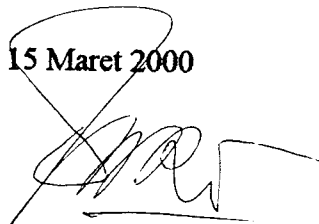

Sdr. Agus Wahyudi /
M. Pormadi Dharmadi Ull

Dengan hormat,

Dengan ini saya sampaikan hasil analisa Sampel yang Saudara kirim,
dengan hasil sebagai beriku :

No	Unsur	Kosentrasi
1	NaCl	0,354 %
2	Si	53,781 %
3	Fe	0,007 %
4	Al	52,85 mg/kg
5	Mg	23,55 mg/kg
6	K	69,21 mg/kg

Atas kerjasama yang baik, saya ucapkan banyak terima kasih.

Yogyakarta, 15 Maret 2000
Pencat

AGUS SUDIRAHARDJA




Lampiran 3a

LABORATORIUM JALAN RAYA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN UII
Jl. Kaliurang Km 14,4 Telp. 95330 Yogyakarta 55584

Contoh dari : PT Gebyar Selo Artha Mas

Pekerjaan : Penelitian Tugas Akhir

Jenis agregat : Batu Pecah Clereng

Diterima tanggal : 5 Juni 2000

Selesai tanggal : 6 Juni 2000

ANALISA SARINGAN AGREGAT KASAR DAN HALUS

No. Saringan		Berat Tertahan (gr)		Jumlah Persen (%)		Spesifikasi	
mm	inch	Tertahan	Jumlah	Tertahan	Lolos	Min	Max
	¾	22.56	22.56	2	98	97	100
	½	146.64	169.2	15	85	70	100
	3/8	180.48	349.68	31	69	58	80
	# 4	157.92	507.6	45	55	50	60
	# 8	45.12	552.72	49	51	46	60
	# 30	0	552.72	49	51	16	60
	# 50	248.16	800.88	71	29	10	48
	# 100	157.92	958.8	85	15	3	26
	# 200	112.8	1071.6	95	5	2	8
	pan	56.4	1128	100			

Keterangan : Kadar aspal 6%


Tanggal :

Diperiksa oleh :

6 Juni 2000

Sukamto

6 juni 2000
Yogyakarta,


Sukamto
(.....)



LABORATORIUM JALAN RAYA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN UII
 Jl. Kaliurang Km 14,4 Telp. 95330 Yogyakarta 55584

Contoh dari : PT Gebyar Selo Artha Mas
 Pekerjaan : Penelitian Tugas Akhir
 Jenis agregat : Batu Pecah Clereng
 Diterima tanggal : 5 Juni 2000
 Selesai tanggal : 6 Juni 2000

ANALISA SARINGAN AGREGAT KASAR DAN HALUS

No. Saringan		Berat Tertahan (gr)		Jumlah Persen (%)		Spesifikasi	
mm	inch	Tertahan	Jumlah	Tertahan	Lolos	Min	Max
	¾	22.44	22.44	2	98	97	100
	½	145.86	168.3	15	85	70	100
	3/8	179.52	347.82	31	69	58	80
	# 4	157.08	504.9	45	55	50	60
	# 8	44.88	549.78	49	51	46	60
	# 30	0	549.78	49	51	16	60
	# 50	246.84	796.62	71	29	10	48
	# 100	157.08	953.7	85	15	3	26
	# 200	112.2	1065.9	95	5	2	8
	pan	56.1	1122	100			

6 juni 2000

Keterangan : Kadar aspal 6.5% Yogyakarta,

Tanggal : 6 Juni 2000

Diperiksa oleh : Sukamto


 Sukamto

(.....)



LABORATORIUM JALAN RAYA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN UII
 Jl. Kaliurang Km 14,4 Telp. 95330 Yogyakarta 55584

Contoh dari : PT Gebyar Selo Artha Mas
 Pekerjaan : Penelitian Tugas Akhir
 Jenis agregat : Batu Pecah Clereng
 Diterima tanggal : 5 Juni 2000
 Selesai tanggal : 6 Juni 2000

ANALISA SARINGAN AGREGAT KASAR DAN HALUS

No. Saringan		Berat Tertahan (gr)		Jumlah Persen (%)		Spesifikasi	
mm	inch	Tertahan	Jumlah	Tertahan	Lolos	Min	Max
	¾	22.2	22.2	2	98	97	100
	½	144.3	166.5	15	85	70	100
	3/8	177.6	344.1	31	69	58	80
	# 4	155.4	499.5	45	55	50	60
	# 8	44.4	543.9	49	51	46	60
	# 30	0	543.9	49	51	16	60
	# 50	244.2	788.1	71	29	10	48
	# 100	155.4	943.5	85	15	3	26
	# 200	111	1054.5	95	5	2	8
	pan	55.5	1110	100			

6 Juni 2000

Keterangan : Kadar aspal 7.5% Yogyakarta,

Tanggal : 6 Juni 2000

Diperiksa oleh : Sukamto


 Sukamto

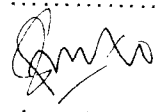
(.....)



Contoh dari : PT Gebyar Selo Artha Mas
Pekerjaan : Penelitian Tugas Akhir
Jenis agregat : Batu Pecah Clereng
Diterima tanggal : 5 Juni 2000
Selesai tanggal : 6 Juni 2000

ANALISA SARINGAN AGREGAT KASAR DAN HALUS

No. Saringan		Berat Tertahan (gr)		Jumlah Persen (%)		Spesifikasi	
mm	inch	Tertahan	Jumlah	Tertahan	Lolos	Min	Max
	3/4	22.08	22.08	2	98	97	100
	1/2	143.52	165.6	15	85	70	100
	3/8	176.64	342.24	31	69	58	80
	# 4	154.56	496.8	45	55	50	60
	# 8	44.16	540.96	49	51	46	60
	# 30	0	540.96	49	51	16	60
	# 50	242.88	783.84	71	29	10	48
	# 100	154.56	938.4	85	15	3	26
	# 200	110.4	1048.8	95	5	2	8
	pan	55.2	1104	100			

Keterangan : Kadar aspal 8% Yogyakarta,
Tanggal : 6 Juni 2000
Diperiksa oleh : Sukamto
6 juni 2000

Sukamto
(.....)



PEMERIKSAAN KEAUSAN AGREGAT (ABRASI TEST)

A A S H T O T 9 6 7 7

Contoh dari	<u>PT Gebyar Selo Artha Mas</u>	Dikerjakan oleh :
Jenis Contoh	<u>Batu Pecah Clereng</u>	<u>M. Pormadi & Agus Wahyudi</u>
Dites tanggal	<u>9 Juni 2000</u>	Diperiksa :
Untuk Proyek	<u>Penelitian Tugas Akhir</u>	<u>Samsudin & Sukamto</u>

JENIS AGREGAT		BENDA UJI	
SARINGAN		I	II
LOLOS	TERTAHAN		
72,2 mm (3")	63,5 mm (2,5")		
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")	2500 gr	
12,5 mm (0,5")	09,5 mm (3/8")	2500 gr	
09,5 mm (3/8")	06,3 mm (1/4")		
06,3 mm (1/4")	04,75 mm (No.4)		
4,75 mm (No.4)	02,38 mm (No.8)		
JUMLAH BENDA UJI (A)		5000 gr	
JUMLAH TERTAHAN DI SIEVE 12 (B)		4069 gr	
KEAUSAN = $\frac{(A - B)}{A} \times 100 \%$		18,62 %	

Yogyakarta, 9 Juni 2000

.....Sukamto.....



LABORATORIUM JALAN RAYA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN UII
 Jl. Kaliurang Km 14,4 Telp. 95330 Yogyakarta 55584

SAND EQUIVALENT DATA

A A S H T O 176 - 73

Sample	: Batu Pecah Clereng	Dikerjakan oleh :
Lokasi	: Lab. Jalan Raya UII	M. Pormadi & Agus Wahyudi
Dites tgl	: 9 Juni 2000	Diperiksa oleh :
Selesai tgl	: 9 Juni 2000	Samsudin & Sukamto

Trial Number	1	2	3
Seaking (10.1 Min)	Start	13.50 WIB	
	Stop	13.55 WIB	
Sedimentation Time (20 Min - 15 Sec)	Start	13.55 WIB	
	Stop	14.15 WIB	
Clay Reading	4,2		
Sand Reading	3,85		
SE = $\frac{\text{Sand Reading}}{\text{Clay Reading}} \times 100$	91,667		
Average Sand Equivalent			
Remark : _____			
Kadar lumpur = 100 % - 91,667 % = 8,333 %			

Yogyakarta,9 Juni 2000.....

.....Sukamto.....



LABORATORIUM JALAN RAYA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN UII
 Jl. Kaliurang Km 14,4 Telp. 95330 Yogyakarta 55584

PEMERIKSAAN
BERAT JENIS AGREGAT HALUS

Contoh dari : PT Gebyar Selo Artha Mas Diperiksa oleh :
 Jenis Contoh : Batu Pecah Clereng M. Pormadi Dharma
 Diperiksa tgl : 8 Juni 2000 Agus Wahyudi

KETERANGAN	BENDA UJI	
	I	II
BERAT BENDA UJI DALAM KEADAAN BASAH JENUH (SSD)	500 gr	500 gr
BERAT VICNOMETER + AIR (B)	645 gr	646 gr
BERAT VICNOMETER + AIR + BENDA UJI (BT)	957 gr	958 gr
BERAT SAMPEL KERING OVEN (BK)	490 gr	490.5 gr
BERAT JENIS = $\frac{BK}{(B + 500 - BT)}$	2,606 gr	2.609 gr
BERAT JENIS SSD = $\frac{500}{(B + 500 - BT)}$	2,659 gr	2.66 gr
BJ SEMU = $\frac{BK}{(B + BK - BT)}$	2,753 gr	2.748 gr
PENYERAPAN = $\frac{(500 - BK)}{BK} \times 100 \%$	2,041 %	1.937 %

Yogyakarta, 8 Juni 2000

.....Sukamto.....



LABORATORIUM JALAN RAYA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN UII
 Jl. Kaliurang Km 14,4 Telp. 95330 Yogyakarta 55584

PEMERIKSAAN PENETRASI ASPHAL

Contoh dari	: PT PERWITA KARYA	Diperiksa oleh :
Jenis Contoh	: AC – 60/70	M. Pormadi Dharna
Diperiksa tgl	: 17 Juni 2000	Agus Wahyudi

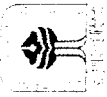
PEMANASAN SAMPEL	PEMBACAAN SUHU	PEMBACAAN WAKTU
MULAI PEMANASAN	25°C	09.00 WIB
SELESAI PEMANASAN	150°C	09.27 WIB
DIDIAMKAN PADA SUHU RUANG		
MULAI	150°C	09.27 WIB
SELESAI	25°C	11.14 WIB
DIRENDAM AIR DENGAN SUHU SUHU 25 °C		
MULAI	25°C	11.14 WIB / 11.24 WIB
SELESAI	25°C	12.14 WIB / 12.24 WIB
DIPERIKSA		
MULAI	25°C	12.15 WIB / 12.25 WIB
SELESAI	25°C	12.20 WIB / 12.30 WIB

HASIL PENGAMATAN

NO.	CAWAN (I)	CAWAN (II)	SKET HASIL PEMERIKSAAN
1	59	61,5	
2	61	65	
3	61	61	
4	59,5	63	
5	63	59	
Rata 2	60.7	61.9	

Yogyakarta, 17 Juni 2000

.....Sukanto.....



LABORATORIUM JALAN RAYA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN UJI

Jl. Kaliurang Km 14.4 Telp. 95330 Yogyakarta 55584

Pekerjaan/Proyek : ... Penelitian Tugas Akhir.....
 Pengirim sample : ... M. Pormadi Dharma.....
 Jenis campuran : HRS. B : ... Agus Wahyudi.....
 Tanggal : 20 Juni 2000 : ... Sukamto.....
 : ... Samsudin.....

Dikerjakan oleh :
 Diperiksa oleh :

PERHITUNGAN TEST MARSHALL (Clereng)

No.	t	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p	q	r	MQ
1	66.33	6.383	6	1175	1184	654	530	2.217	2.3939	13.036	79.574	7.3901	20.426	63.82	7.3901	371	1271.6767	1143.556	5.334	214.39
2	65.41	6.383	6	1175	1185	658	527	2.23	2.3939	13.1102	80.027	6.8629	19.973	65.639	6.8629	388	1329.9473	1226.545	3.302	371.4552
3	66.67	6.383	6	1177	1184	650	534	2.204	2.3939	12.9603	79.112	7.9273	20.888	62.048	7.9273	388	1329.9476	1184.651	2.286	518.22
rata2	66.137	6.383	6	1175.667	1184.33	654	530.333	2.217	2.3939	13.0352	79.569	7.3958	20.431	63.801	7.3958	382.333	1310.524	1184.812	3.6407	325.4382
1	65.5	6.9519	6.5	1174	1182	659	523	2.245	2.3769	14.2991	80.142	5.5591	19.858	72.006	5.5591	393	1347.0861	1239.319	2.794	443.5644
2	65.5	6.9519	6.5	1180	1189	663	526	2.243	2.3769	14.2902	80.092	5.6178	19.908	71.781	5.6178	428	1467.0556	1349.6915	2.286	590.4162
3	64.33	6.9519	6.5	1174	1182	663	519	2.262	2.3769	14.4093	80.759	4.8312	19.241	74.89	4.8312	528	1809.8256	1721.145	3.048	564.6801
rata2	65.11	6.9519	6.5	1176	1184.33	661.7	522.667	2.25	2.3769	14.3326	80.33	5.3379	19.67	72.864	5.3379	449.667	1541.3224	1433.044	2.7093	528.9286
1	65.2	7.5269	7	1182	1185.5	668	517.5	2.284	2.3601	15.6688	81.109	3.2218	18.891	82.945	3.2218	363	1244.2551	1154.047	3.302	349.4994
2	65.7	7.5269	7	1168	1172.5	651.5	521	2.242	2.3601	15.3792	79.61	5.0106	20.39	75.426	5.0106	376	1288.8152	1179.266	3.048	386.8983
3	66.8	7.5269	7	1188	1194	661	533	2.229	2.3601	15.2903	79.15	5.5592	20.85	73.336	5.5592	367.5	1259.6798	1118.722	3.336	335.3483
rata2	65.9	7.5269	7	1179.333	1184	660.2	523.833	2.251	2.3601	15.4444	79.948	4.6076	20.052	77.022	4.6076	368.833	1264.25	1150.468	3.2287	356.3291

t = tebal benda uji
 a = % aspal terhadap batuan
 b = % aspal terhadap campuran
 c = berat kering/sebelum direndam
 d = berat dalam keadaan SSD (gr)
 e = berat di dalam air
 f = $V_c / (1 - e)$
 g = berat isi sampel = c/f
 h = B.J. maksimum (teoritis)
 i = $100((\% \text{ agr} / B.J. \text{ agr}) + (\% \text{ asp} / B.J. \text{ asp}))$
 j = $(b \times g) / B.J. \text{ aspal}$
 k = $((100 - b) \times g) / B.J. \text{ agregat}$
 l = $(100 - i - j)$ jumlah kandungan rongga
 m = $(100 - j)$ rongga terhadap agregat
 n = $(100 \times (i/l))$ rongga yang terisi aspal
 o = rongga yang terisi campuran 100 - $(100 \times (g/h))$
 p = $(100 \times (i/l))$ rongga yang terisi aspal
 q = Pembacaan arloji (stabilitas)
 r = $0 \times$ kalibrasi proving ring

q = p x koreksi tebal sample (stabilitas)
 r = Flow (kelelahan plastis)
 Suhu pencampuran : + 160 C
 Suhu pematangan : + 140 C
 Suhu waterbath : + 60 C
 B.J. Aspal : 1,0204
 B.J. Agregat : 2,6189

Tanda tangan

LABORATORIUM JALAN RAYA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN UII
 Jl. Kaliurang Km 14.4 Telp. 95330 Yogyakarta 55584



Pekerjaan/Proyek Penelitian Tugas Akhir
 Pengirim sample
 Jenis campuran HRS.B
 Tanggal 20 Juni 2000

Dikerjakan oleh M. Pormadi Dharma
 Agus Wahyudi
 Diperiksa oleh Sukanto
 Samsudin

PERHITUNGAN TEST MARSHALL
 (Clereng)

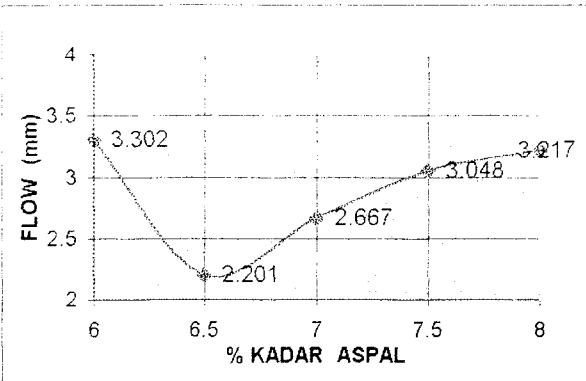
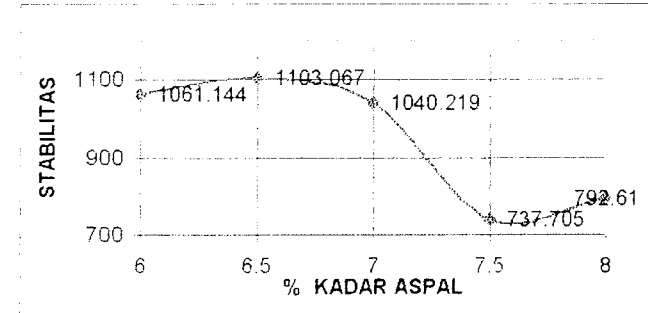
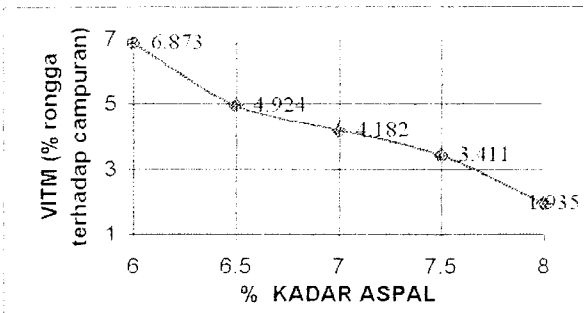
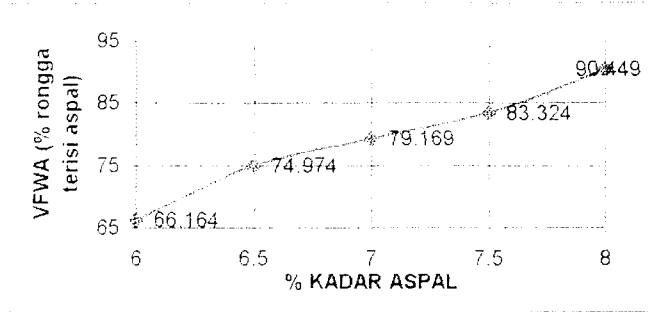
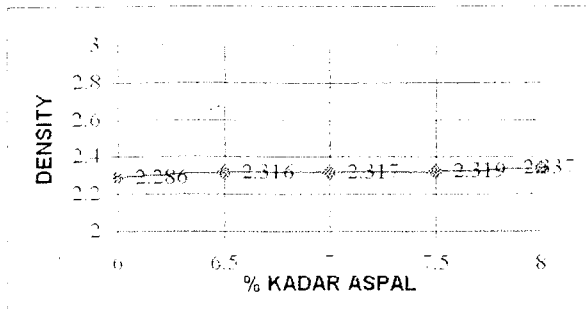
No.	t	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p	q	r	MQ
1	65.3	8.1081	7.5	1172	1178	660	518	2.263	2.3436	16.6299	79.914	3.4565	20.086	82.792	3.4565	321	1100.2917	1017.77	2.794	364.2699
2	66	8.1081	7.5	1185	1192.5	664	528.5	2.242	2.3436	16.4803	79.195	4.325	20.805	79.212	4.325	317	1086.5809	986.072	3.81	258.8115
3	65.5	6.383	7.5	1190	1198.5	672	526.5	2.26	2.3436	16.6127	79.831	3.5584	20.169	82.367	3.5584	291	997.4607	917.664	3.556	258.0607
rata2	65.6	7.5331	7.5	1182.333	1189.67	665.3	524.333	2.255	2.3436	16.5738	79.644	3.7817	20.356	81.422	3.7817	309.667	1061.4444	973.875	3.3867	287.5615
1	65	8.6957	8	1176	1182	665	517	2.275	2.3272	17.8335	79.907	2.2594	20.093	88.755	2.2594	307	1052.3039	981.515	4.572	214.6796
2	64.5	8.6957	8	1180	1185	671	514	2.296	2.3272	17.9986	80.647	1.3545	19.353	93.001	1.3545	387	1326.5199	1255.365	3.302	380.1832
3	64.82	8.6957	8	1183	1192	671	521	2.271	2.3272	17.8019	79.766	2.4324	20.234	87.979	2.4324	367	1257.9659	1179.469	3.048	386.9649
rata2	64.773	8.6957	8	1179.667	1186.33	669	517.333	2.28	2.3272	17.8776	80.105	2.0178	19.895	89.858	2.0178	353.667	1212.2632	1138.194	3.6407	312.6334
Tambahan																				
1	62.867	8.1081	7.5	1165	1172	669.5	502.5	2.318	2.3436	17.0404	81.827	1.073	18.113	94.076	1.073	305	1045.4485	1061.967	3.429	309.7017
2	63.1	8.6957	8	1180	1187	677	510	2.314	2.3272	18.1398	81.279	0.5808	18.721	96.898	0.5808	318	1090.0086	1100.909	3.556	309.592

t = tebal benda uji
 a = % aspal terhadap batuan
 b = % aspal terhadap campuran
 c = berat keiring/sebelum diendam
 d = berat dalam keadaan SSD (gr)
 e = berat di dalam air
 f = Vol (isi) = d - e
 g = berat isi sampel = c/f
 h = B.J. maksimum (teoritis)
 (100((% aggr / B.J. aggr) + (%asp / B.J. asp))

i = (b x g) / B.J. aspal
 j = ((100 - b) x g) / B.J. agregat
 k = (100 - i - j) jumlah kandungan rongga
 l = (100 - j) rongga terhadap agregat
 m = (100 x (i / l)) rongga yang terisi aspal
 n = rongga yang terisi campuran 100 - (100x(i/gr))
 m = (100 x (i / l)) rongga yang terisi aspal
 n = rongga yang terisi campuran 100 - (100x(i/gr))
 o = Pembacaan arloji (stabilitas)
 p = 0 x kalibrasi proving ring

q = p x koreksi tebal sample (stabilitas)
 r = Flow (kelelahan plastis)
 Suhu pencampuran : + 160 C
 Suhu pematangan : + 140 C
 Suhu waterbath : + 60 C
 B.J. Aspal : 1,0204
 B.J. Agregat : 2,6189

Tanda tangan



Agregat halus Pasir Kwarsa

Spec	% kadar aspal				
	6	6.5	7	7.5	8
1. Density	█	█	█	█	█
2. VFWA		█	█		
3. VITM		█	█	█	
4. Stability	█	█	█	█	█
5. Flow	█	█	█	█	█

Kadar Aspal Design = 6.75 % (a)

Kadar Aspal terhadap Campuran = $\frac{(a)}{100 + (a)} \times 100 \% = 6.32\%$

Diperiksa :

Sukanto