

**ANALISIS KARAKTERISTIK ASPAL BETON (AC-WC)
MENGUNAKAN BAHAN TAMBAH DENGAN
VARIASI SUHU CAMPURAN**

Untuk Memenuhi Sebagai Persyaratan
Untuk Memperoleh Derajat Sarjana (S-1)



Disusun oleh :

RAKHMAT (45 13 041 249)

**JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS BOSOWA
MAKASSAR
2021**



LEMBAR PENGESAHAN

Berdasarkan Surat Keputusan Dekan Fakultas Teknik Universitas Bosowa Makassar No. A133/FT/UNIBOS/II/2021 Tanggal 24 februari 2021, perihal Pengangkatan Panitia dan tim Penguji Tugas Akhir, maka pada :

Hari / Tanggal : Jum'at / 26 Februari 2021
Nama : **RAKHMAT**
Nomor Stambuk : **45 13 041 249**
Fakultas / Jurusan : Teknik / Teknik Sipil
Judul Tugas Akhir : **Analisis Karakteristik Aspal Beton (AC-WC) Menggunakan Menggunakan bahan Tambah dengan Variasi Suhu Campuran**

Telah diterima dan disahkan oleh Panitia Tugas Akhir Fakultas Teknik Universitas Bosowa Makassar setelah dipertahankan di depan tim Penguji Ujian Sarjana Strata Satu (S-1) untuk memenuhi salah satu syarat guna memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Bosowa Makassar.

TIM PENGUJI TUGAS AKHIR

Ketua (Ex.Officio) : Dr. Ir. H. Syahrul Sariman, MT (.....)
Sekretaris (Ex.Officio) : Ir. H. Abd. Rahim Nurdin, MT (.....)
Anggota : Prof. Dr. Ir. M. Natsir Abduh, M.Si (.....)
Ir. Hj. Satriawati Cangara, MSp (.....)

Makassar, Maret 2021.

Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik
Universitas Bosowa Makassar

Dr. Ridwan, S.T., M.Si

NIDN. 0910127101

Ketua Program Studi Teknik Sipil
Universitas Bosowa Makassar

Nur Hadijah Yuniarti, S.T., M.T

NIDN. 0916068201



LEMBAR PENGAJUAN UJIAN AKHIR

TUGAS AKHIR

Judul :

**“ ANALISIS KARAKTERISTIK ASPAL BETON (AC-WC) MENGGUNAKAN
BAHAN TAMBAH DENGAN VARIASI SUHU CAMPURAN “**

Disusun dan diajukan oleh :

Nama Mahasiswa : **R A K H M A T**

No. Stambuk : **45 13 041 249**

Sebagai salah satu syarat, untuk memperoleh gelar Sarjana pada Program Studi Teknik Sipil / Jurusan Sipil Fakultas Teknik Universitas **BOSOWA** Makassar.

Telah disetujui Komisi / Tim Pembimbing

Pembimbing I : **Dr. Ir. H. SYAHRUL SARIMAN, MT** (.....)

Pembimbing II : **Ir. H. ABD. RAHIM NURDIN, MT** (.....)

Mengetahui :

Dekan Fakultas Teknik

Dr. Ridwan, S.T., M.Si

NIDN. 0910127101

Ketua Program Studi Teknik Sipil

Nur Hadijah Yuniarti, S.T., M.T

NIDN. 0916068201

PRAKATA

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh,

Alhamdulillah, Puji dan Syukur Penulis Panjatkan Kehadirat Allah SWT yang telah memberikan Rahmat serta Hidayah-Nya sehingga Penulis dapat menyelesaikan skripsi ini yang diajukan sebagai syarat untuk memperoleh Gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas “ **BOSOWA** ” Makassar. Adapun judul skripsi ini yaitu :

“ANALISIS KARAKTERISTIK ASPAL BETON (AC-WC) MENGGUNAKAN BAHAN TAMBAH DENGAN VARIASI SUHU CAMPURAN ”

Dalam penyusunan skripsi ini, penulis mendapat bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih kepada :

1. Kedua Orang tua dan Keluarga kami yang selalu mendukung dan mendoakan kami Terima kasih untuk air mata dan doa-doa di sujudmu.
2. Permata hatiku **Faizah Rani Arisyah, Muh. Eikky Azkaditya** dan **Muh. Farrel Dhia Rakhmat** dengan tawa manis kalian mampu memberikan semangat dan motivasi.
3. Bapak **Ir. H. Eddy Jaya Putra, MT**, yang telah banyak membantu sumbangsih serta saran selama penyusunan skripsi ini.
4. Seluruh staf UPT Laboratorium Pengujian Bahan Konstruksi Dinas PUTR Prov. Sulsel yang telah membantu selama penelitian.

5. Bapak **Prof. Dr. Salleh Pallu** selaku Rektor Universitas “ BOSOWA ” Makassar.
 6. Bapak **Dr. Ridwan, ST, M.Si**, selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas “ BOSOWA ” Makassar.
 7. Ibu **Nur Khadijah Yuniarti, ST, MT**, Selaku Ketua Jurusan Sipil Fakultas Teknik Universitas “ BOSOWA ” Makassar.
 8. Bapak **Dr. Ir. H. Syahrul Sariman, MT**, Selaku Pembimbing I atas bimbingannya.
 9. Bapak **Ir. H. Abd. Rahim Nurdin, MT**, Selaku Pembimbing II atas bimbingannya.
 10. Segenap Dosen dan Staff Jurusan Sipil Fakultas Teknik Universitas “ BOSOWA ” Makassar yang telah banyak membantu selama ini.
 11. Rekan-rekan mahasiswa Jurusan Teknik Sipil angkatan 2013 Universitas “ BOSOWA ” Makassar. Semoga Allah SWT berkenan memberikan balasan kepada mereka semua sesuai amalnya.
- Akhirnya penulis berharap semoga dengan adanya skripsi ini dapat bermanfaat dan menambah pengetahuan bagi kita semua.

Makassar, Februari 2021.

RAKHMAT
45 13 041 249

**SURAT PERNYATAAN
KEASLIAN DAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR**

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : **RAKHMAT**
Nomor Stambuk : 45 13 041 249
Program Studi : Teknik Sipil
Judul Tugas Akhir : “ **ANALISIS KARAKTERISTIK ASPAL BETON
(AC-WC) MENGGUNAKAN BAHAN TAMBAH
DENGAN VARIASI SUHU CAMPURAN “**

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa :

1. Tugas akhir saya ini merupakan hasil karya saya sendiri dan sepanjang pengetahuan saya tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan orang lain, kecuali secara tertulis diacu dalam naskah dan disebutkan dalam daftar pustaka.
2. Demi pengembangan ilmu pengetahuan , saya tidak keberatan apabila Jurusan Sipil Fakultas Teknik Universitas Bosowa menyimpan, mengalih mediakan / mengalih formatkan, mengelola dalam bentuk data base, mendistribusikan dan menampilkannya untuk kepentingan akademik.
3. Bersedia dan menjamin untk menanggung secara pribadi tanpa melibatkan pihak Jurusan Sipil Fakultas Teknik Universitas Bosowa dari semua bentuk tuntutan hukum yang timbul atas pelanggaran hak cipta dalam tugas akhir ini.

Demikian Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya untuk dapat digunakan sebagaimana mestinya.

Makassar, Maret 2021.

Yang Membuat Pernyataan




RAKHMAT

PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : **RAKHMAT**
Nomor Stambuk : 45 13 041 249
Program Studi : Teknik Sipil
Judul Tugas Akhir : " **ANALISIS KARAKTERISTIK ASPAL BETON (AC-WC) MENGGUNAKAN BAHAN TAMBAH DENGAN VARIASI SUHU CAMPURAN** "

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa penulisan skripsi ini berdasarkan hasil penelitian, pemikiran dan pemaparan asli dari saya sendiri, baik untuk naskah laporan maupun kegiatan programing yang tercantum sebagai bagian dari skripsi ini. Jika terdapat karya orang lain saya akan mencantumkan sumber yang jelas.

Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila dikemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar yang telah diperoleh karena karya tulis ini dan sanksi lain sesuai dengan peraturan yang berlaku di Universitas Bosowa.

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa paksaan dari pihak manapun.

Makassar, Maret 2021.

Yang Membuat Pernyataan



RAKHMAT

**ANALISIS KARAKTERISTIK ASPAL BETON (AC-WC)
MENGUNAKAN BAHAN TAMBAH DENGAN VARIASI SUHU
CAMPURAN**

Rakhmat¹⁾, Dr. Ir. H. Syahrul Sariman, MT²⁾, Ir. H. Abd. Rahim Nurdin, MT³⁾

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan Untuk menganalisis karakteristik campuran aspal beton dan bahan tambah (Anti Stripping Agent) dengan variasi suhu campuran, sebagai parameter atau indikasi ketahanan campuran terhadap pengaruh air dan tingginya Lalu lintas Harian Rata-rata (LHR). Untuk campuran Aspal Beton AC-WC dalam usaha peningkatan mutu perkerasan jalan raya dan untuk menguji kinerja Anti Stripping Agent pada Aspal Beton AC-WC dan sebelum menggunakan Anti Stripping Agent. Pengujian ini dilakukan untuk membandingkan variasi suhu campuran 120°C, 150°C dan 170°C yang diperoleh dari penambahan zat Anti Stripping Agent.

Kata Kunci : Aspal Beton, Anti Stripping Agent dan Variasi Suhu Campuran.

ABSTRACT

This study aims to analyze the characteristics of the mixture of asphalt concrete and additives (Anti Stripping Agent) with variations in the temperature of the mixture, as a parameter or indication of the resistance of the mixture to the influence of water and the high Average Daily Traffic. For AC-WC Concrete Asphalt mixtures in an effort to improve the quality of road pavements and to test the performance of the Anti-Stripping Agent on AC-WC Asphalt Concrete and before using the Anti-Stripping Agent. This test is carried out to compare the temperature variations of the mixture of 120°C, 150°C and 170°C obtained from the addition of the Anti-Stripping Agent.

Keywords : Asphalt Concrete, Anti Stripping Agent and Mixture Temperature Variation.

DAFTAR ISI

Halaman Sampul	i
Lembar Pengesahan	ii
Lembar Pengajuan	iii
Prakata	iv
Pernyataan Keaslian Tugas Akhir	vi
Abstrak	viii
Daftar Isi	x
Bab I Pendahuluan	I - 1
1.1 Latar Belakang	I - 1
1.2 Rumusan Masalah	I - 4
1.3 Tujuan dan Manfaat Penelitian	I - 5
1.4 Pokok Bahasan dan Batasan Masalah	I - 5
1.5 Sistematis Penulisan	I - 6
Bab II Tinjauan Pustaka	II - 1
2.1 Jalan dan Perkerasan	II - 1
2.2 Bahan Campuran Beraspal Panas	II - 11
2.3 Campuran Aspal Panas (Hotmix)	II - 24
2.4 Prosedur Campuran Aspal Panas	II - 37
Bab III Metodologi Penelitian	III - 1
3.1 Bagan Alir Penelitian	III - 1
3.2 Lokasi Pengambilan Material dan Lokasi Penelitian	III - 2
3.3 Kebutuhan Bahan dan Alat	III - 3
3.4 Metode Penelitian	III - 5
3.5 Metode Pemeriksaan Karakteristik Material	III - 6

3.6 Metode Rancangan Campuran AC-WC	III - 31
3.7 Pembuatan Benda Uji untuk penentuan Kadar Aspal Optimum (KAO)	III - 32
3.8 Pembuatan Benda Uji dengan Kadar Aspal Optimum (KAO)	III - 34
3.9. Pengujian Perendaman Marshall	III - 34
3.10 Uji Karakteristik AC-WC	III - 34
3.11 Analisis Karakteristik Campuran Padat	III - 36
Bab IV Hasil dan Pembahasan	IV - 1
4.1 Penyajian Data	IV - 1
4.1.1 Hasil Pemeriksaan Karakteristik Agregat	IV - 1
4.1.2 Hasil Pengujian Barat Jenis Agregat Kasar (Batu Pecah 1-2, 05-1 dan Abu Batu	IV - 3
4.1.3 Pengujian Keausan Agregat dengan Mesin Los Angeles Metode Pengujian : SNI 2417-2008	IV - 5
4.1.4 Hasil Pemeriksaan Karakteristik Aspal Minyak	IV - 6
4.2 Pembuatan Benda Uji untuk Penentuan Kadar Aspal Optimum (KAO) ..	IV - 9
4.2.1 Perkiraan Kadar Aspal Optimum Rencana (Pb)	IV - 9
4.2.2 Penentuan Berat Agregat dan Aspal dalam Campuran	IV - 10
4.2.3 Perhitungan Berat Jenis dan Penyerapan Campuran	IV - 10
4.2.4 Data Uji Marshall untuk Penentuan Kadar Aspal Optimum	IV - 12
4.2.5 Pengujian Karakteristik Aspal	IV - 15
4.2.6 Anti Stripping Agent	IV - 16
4.2.7 Karakteristik Volumetrik	IV - 17
4.2.8 Pengujian Karakteristik Agregat	IV - 20
4.2.9 Pengujian Karakteristik Semen Portland Pengganti Filler	IV - 21
4.2.10. Pembuatan Benda Uji	IV - 22

4.2.11 Pembuatan Menggunakan Bahan Tambahan dengan Variasi

Prosentasi 0%, 3%, 5% dari berat aspal dan variasi suhu

120°C, 150°C dan 170°C IV - 23

BAB V Penutup V - 1

5.1 Kesimpulan V - 1

5.2 Saran V - 2

Lampiran

Daftar Pustaka



BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Negara – negara di Asia umumnya memiliki curah hujan dan kelembaban yang cukup tinggi sehingga agregat pada umumnya basah. Hal ini menyebabkan lebih dari empat puluh persen kerusakan jalan disebabkan oleh air. Kerusakan jalan yang menimpa ibukota maupun kota-kota lainnya. Kerusakan jalan itu terkadang sering membuat kendaraan kita rusak ringan hingga yang berat, bahkan terkadang bisa mengancam keselamatan kita sebagai pengguna jalan tersebut. Kerusakan bisa terjadi karena faktor cuaca, kontur tanah yang tidak stabil atau bahkan bisa menjadi kualitas aspal yang rendah. Selain itu, volume kendaraan yang melewati jalan tersebut sangat tinggi, bahkan didominasi oleh kendaraan besar. Ini membuat tekanan ke tanah semakin tinggi, sehingga membuat lapisan aspal menjadi tidak stabil dan bergelombang. Ini patutnya menjadi perhatian khusus untuk Dinas Pekerjaan Umum dan Tata Ruang Provinsi Sulawesi Selatan. Dalam kasus ini penulis tertarik untuk penelitian terhadap pengaruh suhu pada campuran lapis aspal beton, yaitu Asphalt Concrete-Wearing Course (AC-WC). Untuk mengetahui hal tersebut dilakukan penelitian pengaruh variasi temperatur pencampuran dengan suhu standar maksimal sebesar 165 °C (Spesifikasi Bina Marga 2010). Dengan variasi temperatur 120 °C, 150 °C, dan 170°C. Menggunakan aspal Pertamina penetrasi 60/70, dan hasilnya akan

dibandingkan dengan parameter Marshall yang mengacu kepada Spesifikasi Bina Marga 2010. Pada beberapa kasus kerusakan jalan, beberapa pengendara secara lisan dan spontan, mereka mengeluhkan lubang yang berdiameter besar dan dalam. Kondisi ini akan semakin memprihatinkan dan bahkan akan membahayakan bagi para pengendara yang melewati jalan tentunya. Ada baiknya juga kita tetap waspada dan berhati-hati, apalagi pada kondisi malam hari serta dalam kondisi hujan. Sementara agregat memiliki daya tarik yang tinggi terhadap air. Namun agregat yang basah umumnya menolak aspal. Hal tersebut membuat aspal mudah terkelupas oleh air. Oleh karena itu, aspal perlu dimodifikasi dengan menambahkan suatu bahan yang dapat menaikkan mutu aspal maupun campuran beraspalnya.

Dengan adanya spesifikasi umum revisi pengerjaan konstruksi jalan yang dikeluarkan Dirjen Bina Marga pada November 2010 untuk menggantikan Spesifikasi edisi Desember 2006 yang lalu Direktorat Jenderal Bina Marga mengeluarkan Spesifikasi Umum pada Divisi 6 Pasal 6.3.2.7 yang menyatakan bahwa “ Anti Stripping Agent harus ditambahkan kedalam bahan aspal bilamana diperintahkan dan disetujui oleh Direksi Pekerjaan. Jenis anti stripping agent yang digunakan haruslah yang disetujui Direksi Pekerjaan dan persentase anti stripping agent yang diperlukan harus dicampur ke dalam bahan aspal serta waktu pencampurannya harus sesuai dengan petunjuk pabrik pembuatnya”.

Hal tersebut tentu saja berdampak besar terhadap konstruksi jalan yang akan datang. Dimana spesifikasi baru ini diharapkan mampu menjawab tantangan kebutuhan jalan yang optimal, sehingga ke depan konstruksi jalan raya yang ada di Indonesia akan semakin baik. Adapun perubahan yang terlihat mendasar pada perencanaan campuran Aspal Beton lapis pondasi (AC-WC) spesifikasi 2010 adalah pada batasan gradasi agregat, dimana pada spesifikasi ini dikeluarkannya 2 (dua) batasan gradasi agregat yaitu batasan gradasi kasar dan batasan gradasi halus.

Begitu juga dengan ditiadakannya daerah larangan pada spesifikasi ini. Perubahan lain yang terlihat adalah adanya keharusan dalam spesifikasi 2010 menyetujui penggunaan bahan anti pengelupasan (anti stripping agent), hal ini akan mempengaruhi karakteristik dari campuran Aspal Beton lapis pondasi atas (AC-WC). Campuran beraspal Lapis Aspal Beton (Laston) merupakan bagian perkerasan lentur yang terletak di lapisan permukaan (surface course). Jenis campuran beraspal ini merupakan campuran yang terdiri dari aspal dan agregat yang dicampur, dihamparkan, lalu dipadatkan dalam keadaan panas.

Campuran agregat tersebut terdiri dari agregat kasar, agregat halus dan zat anti pengelupasan (Anti Stripping Agent). Hal ini akan mengurangi terjadinya pelepasan butiran pada aspal. Hal ini diharapkan dapat meminimalkan terjadinya kerusakan jalan oleh air, memperpanjang waktu pelapisan ulang hotmix dengan biaya perawatan yang lebih mudah. Zat

anti pengelupasan (Anti Stripping Agent) merupakan suatu zat adiktif yang dapat merubah sifat aspal dan agregat, meningkatkan daya lekat dan ikatan, serta mengurangi efek negatif dari air dan kelembaban sehingga menghasilkan permukaan berdaya lekat tinggi.

Hal ini akan mengurangi terjadinya pelepasan butiran pada aspal. Hal ini diharapkan dapat meminimalkan terjadinya kerusakan jalan oleh air, memperpanjang waktu pelapisan ulang hotmix dengan biaya perawatan yang lebih rendah.

Pada studi ini penulis memilih Anti Stripping Agent sebagai bahan tambahan pada Campuran Aspal Beton (AC-WC) dan dapat menghasilkan solusi untuk bahan material alternatif yang memenuhi spesifikasi pada pekerjaan jalan yang murah dan mudah didapat. Sehingga penulis mengangkat judul **“Analisis Karakteristik Aspal Beton (AC-WC) Menggunakan Bahan Tambah dengan Variasi Suhu Campuran”**, sebagai judul tugas akhir ini.

1.2. Rumusan Masalah

1. Karakteristik campuran aspal beton AC-WC dapat meningkat dengan tambahan Anti Stripping Agent (adiktive).
2. Bagaimana pengaruh penggunaan Anti Stripping Agent sebagai bahan tambah pada campuran aspal beton (AC-WC) dengan variasi suhu.

1.3. Tujuan dan Manfaat Penelitian

1.3.1. Tujuan Penelitian

1. Untuk menganalisis karakteristik campuran aspal beton dan bahan tambah (Anti Stripping Agent) dengan variasi suhu campuran, sebagai parameter atau indikasi ketahanan campuran terhadap pengaruh air dan tingginya Lalu lintas Harian Rata-rata (LHR). Untuk campuran Aspal Beton AC-WC dalam usaha peningkatan mutu perkerasan jalan raya.
2. Untuk menguji kinerja Anti Stripping Agent pada Aspal Beton AC-WC dan sebelum menggunakan Anti Stripping Agent. Pengujian ini dilakukan untuk membandingkan variasi suhu campuran 120°C, 150°C dan 170°C yang diperoleh dari penambahan zat Anti Stripping Agent.

1.3.2. Manfaat Penelitian

Dengan pemilihan Anti Stripping Agent yang lebih baik dalam mengurangi kerusakan jalan akibat air. Dengan penelitian ini diharapkan dapat bermanfaat untuk memberikan gambaran kepada pembina jalan dan semua pihak yang terkait mengenai penggunaan jenis Anti Stripping Agent yang lebih baik.

1.4. Pokok Bahasan dan Batasan Masalah

1.4.1. Pokok Bahasan

Penelitian ini perlu dibatasi agar dapat dilakukan secara efektif dan tidak menyimpang dari tujuan penelitian. Adapun batasan masalah yang akan dibahas adalah :

1. Menganalisis karakteristik aspal beton (AC-WC) menggunakan Bahan Tambahan Anti Stripping Agent dengan Variasi Suhu Campuran.
2. Menggunakan Anti Stripping Agent mengacu pada Spesifikasi umum revisi pengerjaan konstruksi jalan yang dikeluarkan Dirjen Bina Marga pada November 2010 untuk menggantikan Spesifikasi edisi Desember 2006 yang lalu Direktorat Jenderal Bina Marga mengeluarkan Spesifikasi Umum pada Divisi 6 Pasal 6.3.2.7 yang menyatakan bahwa Aditif kelekatan dan anti pengelupasan harus ditambahkan kedalam bahan aspal bilamana diperintahkan dan disetujui oleh Direksi Pekerjaan.

2.4.2. Batasan Masalah

1. Laboratorium yang digunakan adalah Laboratorium Dinas Pekerjaan Umum dan Tata Ruang Provinsi Sulawesi Selatan jalan Batara Bira Km. 16 No. 31 Makassar.
2. Aspal yang digunakan adalah Aspal Minyak Penetrasi 60/70.
3. Material / aggregate kasar dan halus dari Bili bili.
4. Variasi suhu yang digunakan 120°C, 150°C dan 170°C.
5. Bahan tambah atau anti stripping agent yang digunakan adalah Derbo.

1.5. Sistematis Penulisan

Sesuai dengan petunjuk mengenai penyusunan tesis, maka penulisan tesis yang akan dilakukan terdiri dari pendahuluan, tinjauan pustaka, metodologi penelitian, analisa dan pembahasan, serta kesimpulan dan saran.

BAB I : PENDAHULUAN

Merupakan awal dari penyusunan tesis. Dalam bab ini dikemukakan arah judul tesis. Bab ini berisi latar belakang, maksud dan tujuan penelitian, batasan masalah, dan sistematika penulisan tesis ini.

BAB II : TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini berisikan tentang teori-teori yang digunakan sebagai landasan atau acuan dari penelitian, serta syarat-syarat untuk melaksanakan penelitian. Dalam bab ini juga keaslian penelitian serta tinjauan pustaka dikemukakan secara sistematis dan kronologis.

BAB III : METODOLOGI PENELITIAN

Dalam bab ini dituliskan mengenai tahapan dan cara penelitian serta uraian mengenai pelaksanaan penelitian. Bab ini berisikan uraian tentang data dan metode yang akan digunakan dalam penelitian maupun penyelidikan yang diajukan dan ingin diteliti.

BAB IV : ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN

Bab ini merupakan bab yang berisikan tentang hasil-hasil penelitian dan juga berisi tentang analisa dari hasil penelitian beserta pembahasannya. Hasilnya ditampilkan dalam bentuk gambar, grafik, beserta tabel dengan keterangan atau judul yang jelas. Hasil yang ditulis dalam kesimpulan harus terlebih dahulu muncul dalam bagian

pembahasan ini. Bab ini merupakan bagian yang sangat penting dari keseluruhan penelitian.

BAB V : KESIMPULAN DAN SARAN

Bab yang terakhir ini berisikan kesimpulan-kesimpulan setelah dilakukan analisa dan pembahasan. Kesimpulan dinyatakan secara khusus dan menjawab semua pembahasan yang diteliti atau diamati. Kesimpulan merupakan rangkuman dari hasil-hasil yang berasal dari bab permasalahan secara rinci. Selain berisikan kesimpulan, dalam bab ini juga dicantumkan mengenai saran ataupun rekomendasi yang didasarkan pada hasil penelitian dan penilaian menurut pendapat, sudut pandang serta pemikiran peneliti.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Jalan dan Pengerasan

2.1.1. Jalan

Jalan adalah prasarana transportasi darat yang meliputi segala bagian jalan, termasuk bangunan pelengkap dan perlengkapannya yang diperuntukkan bagi lalu lintas, yang berada pada permukaan tanah, di atas permukaan tanah, di bawah permukaan tanah dan/atau air, serta di atas permukaan air, kecuali jalan kereta api, jalan lori, dan jalan kabel (Peraturan Pemerintah Nomor 34 Tahun 2006).

Jalan raya adalah jalur - jalur tanah di atas permukaan bumi yang dibuat oleh manusia dengan bentuk, ukuran - ukuran dan jenis konstruksinya sehingga dapat digunakan untuk menyalurkan lalu lintas orang, hewan dan kendaraan yang mengangkut barang dari suatu tempat ke tempat lainnya dengan mudah dan cepat.

Untuk perencanaan jalan yang baik, bentuk geometriknya harus ditetapkan sedemikian rupa sehingga jalan yang bersangkutan dapat memberikan pelayanan yang optimal kepada lalu lintas sesuai dengan fungsinya, sebab tujuan akhir dari perencanaan geometrik adalah menghasilkan infrastruktur yang aman, efisiensi pelayanan arus lalu lintas dan memaksimalkan ratio tingkat penggunaan biaya juga memberikan

rasa aman dan nyaman kepada pengguna jalan. Suatu jalan dapat berfungsi dengan baik, jika mempunyai sifat - sifat sebagai berikut :

a. *Stiff* (keras / kaku)

Fungsinya adalah untuk memikul / membagi beban, mengurangi *rutting* (bergelombang memotong jalan), mengurangi horisontal *stress* (mengurangi retak).

b. *Flexible*

Maksudnya adalah tahan terhadap retak / *Fatigue*. Fungsinya yaitu untuk mencegah air masuk karena jika jalan semakin kaku, kemungkinan timbulnya retak semakin tinggi, menahan / melawan tegangan / regangan tarik. Jalan yang terlalu *flexible* berakibat perubahan bentuk (*rutting* alur) sangat tinggi.

c. *Durable* (keawetan)

Maksudnya adalah tahan terhadap cuaca / pelapukan (*aging*) dan gesekan roda kendaraan, fungsinya untuk memperlambat *embrittlement* / perapuhan dari campuran, mempertahankan *flexibilitas*, *polishing* dari agregat / *skidresist*.

d. *Stable* / kemampuan

Maksudnya adalah tahan terhadap tekanan, fungsinya untuk menahan tekanan akibat beban lalu lintas, mengurangi *rutting*.

e. *Impermeable* / kedap air Sifat *impermeable* pada campuran aspal berfungsi untuk mencegah masuknya air / udara karena jika air masuk

maka akan mempercepat proses oksidasi sehingga proses pelapukan akan berlangsung cepat.

- f. *Skid Resistance* / kekasaran permukaan jalan.
- g. *Tyre Noise* / bising suara gesekan ban kendaraan dengan permukaan jalan
- h. *Workable* / mudah untuk dikerjakan di lapangan.

Berdasarkan administrasi pembinaan jalan, dimana jalan direncanakan, dibangun, dioprasikan dan dirawat oleh pembina jalan, maka Jenis jalan berdasarkan status dapat diklasifikasikan sebagai berikut :

- a. Jalan Nasional adalah yaitu jalan arteri primer dan kolektor primer, menghubungkan antar ibukota propinsi, dan jalan strategis nasional, serta jalan tol.
- b. Jalan Provinsi yaitu jalan kolektor primer, menghubungkan ibukota propinsi dengan ibukota kabupaten/kota, atau antar ibukota kabupaten/kota, dan jalan strategis propinsi.
- c. Jalan Kabupaten yaitu jalan lokal primer yang tidak termasuk jalan nasional maupun jalan propinsi, menghubungkan ibukota kabupaten dengan ibu kota kecamatan, antar ibu kota kecamatan, ibukota kabupaten dengan pusat kegiatan lokal, antar pusat kegiatan lokal, serta jalan umum dalam SJJ skunder dalam wilayah kabupaten dan jalan strategis kabupaten.

- d. Jalan Kota yaitu jalan umum dalam sistem jaringan jalan skunder yang menghubungkan antar pusat pelayanan dalam kota, menghubungkan pusat pelayanan dengan persil, menghubungkan jalan persil, serta menghubungkan antar pusat pemukiman yang berada dalam kota.
- e. Jalan Desa merupakan jalan umum yang menghubungkan kawasan dan/atau antar pemukiman di dalam desa, serta jalan lingkungan

Adapun jenis jalan berdasarkan sistem antara lain :

- a. Jalan Primer adalah jalan yang disusun mengikuti ketentuan pengaturan tata ruang dan struktur pembangunan tingkat nasional, yang menghubungkan simpul-simpul jasa distribusi :

- 1) Dalam satu wilayah pembangunan menghubungkan secara menerus kota jenjang kesatu, kota jenjang kedua, kota jenjang ketiga, dan kota dibawahnya sampai persil.
- 2) Menghubungkan kota jenjang kesatu dengan kota jenjang kesatu antar satuan wilayah pembangunan. Kawasan primer mempunyai fungsi sebagai pelayan kota yang mempunyai jangkauan pelayan kota yang diluar kota yang bersangkutan. Misalnya : manajemen perdagangan dengan manajemen besar, pasar induk, industri, pergudangan lainnya.

- b. Jalan Skunder adalah jalan yang disusun mengikuti ketentuan tata ruang kota yang menghubungkan kawasan-kawasan yang mempunyai fungsi primer, fungsi skunder kesatu, fungsi skunder kedua, fungsi skunder ketiga dan seterusnya sampai perumahan. Kawasan skunder

berfungsi sebagai pelayanan kota secara langsung untuk memenuhi kebutuhan masyarakat atau penduduk dalam kota, Misalnya : Pasar, pertokoan, perdagangan eceran, dan sebagainya.

2.1.2. Perkerasan Jalan

Perkerasan jalan adalah lapisan permukaan jalan yang terdiri dari campuran agregat yang bisa berupa batu pecah, batu kali dan berfungsi untuk menahan beban kendaraan yang melewati jalan tersebut. Lapis pekerasan tersebut harus mampu dilewati kendaraan-kendaraan yang akan melintas diatas jalan tersebut dengan tingkat kenyamanan tertentu dan harus anti selip.

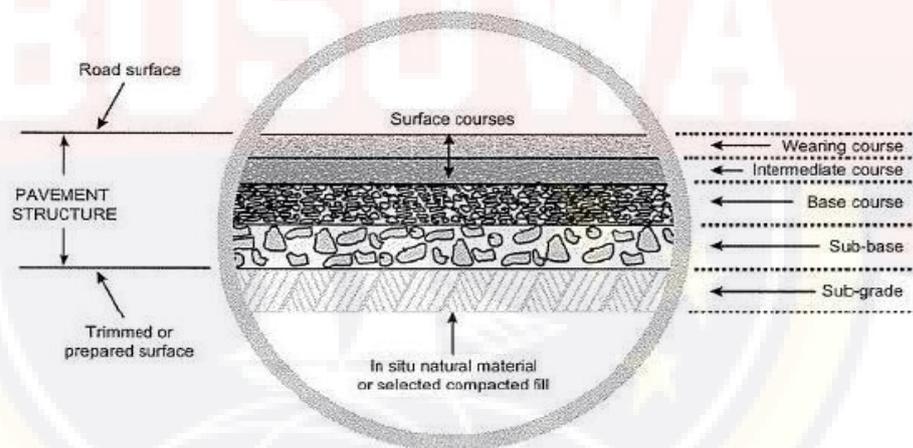
Untuk memenuhi syarat-syarat tersebut, ketebalan dari lapis pekerasan tersebut harus mampu untuk mendistribusikan beban hingga ke lapis tanah dasar. Laapis pekerasan tersebut harus juga memiliki kekuatan yang dapat menahan gaya gesek antara roda kendaraan dengan permukaan pekerasan dan juga gaya yang diakibatkan pengerem dan percepatan dari kendaraan.

Susunan struktur pekerasan biasanya terdiri dari lapis permukaan (*surface course*), lapis pondasi atas (*base course*), lapis pondasi bawah (*subbase course*), lapisan tanah dasar (*subgrade course*). Selain mampu menahan gaya-gaya yang terjadi pada permukaan pekerasan, ketebalan dari masing-masing lapisan juga harus memperhitungkan cuaca dan drainase yang akan terjadi pada lokasi jalan tersebut. Berikut adalah jenis-

jenis perkerasan sesuai dengan bahan ikat yang digunakan serta komposisi dari komponen konstruksi perkerasan itu sendiri antara lain:

1. Konstruksi Perkerasan Lentur (*Flexible Pavement*)

- a. Memakai bahan pengikat aspal.
- b. Sifat dari perkerasan ini adalah memikul dan menyebarkan beban lalu lintas ke tanah dasar.
- c. Pengaruhnya terhadap repetisi beban adalah timbulnya *rutting* (lendutan pada jalur roda).
- d. Pengaruhnya terhadap penurunan tanah dasar yaitu, jalan bergelombang (mengikuti tanah dasar).

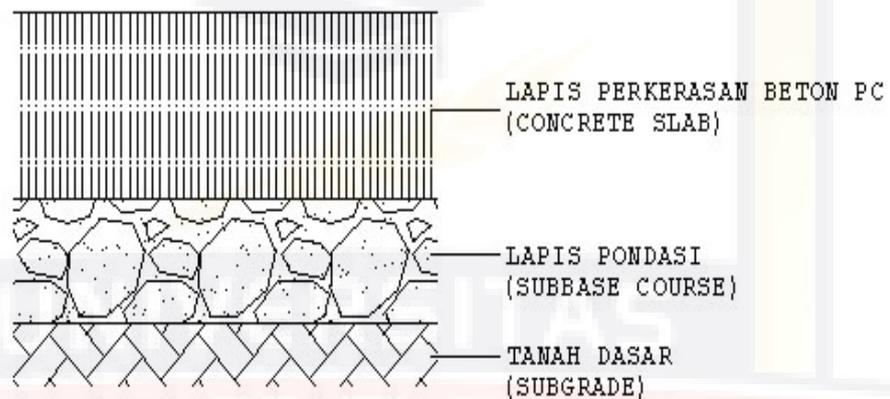


Gambar 2.1. Komponen Perkerasan Lentur

2. Konstruksi Perkerasan Kaku (*Rigid Pavement*)

- a. Memakai bahan pengikat semen *portland* (PC).
- b. Sifat lapisan utama (plat beton) yaitu memikul sebagian besar beban lalu lintas.

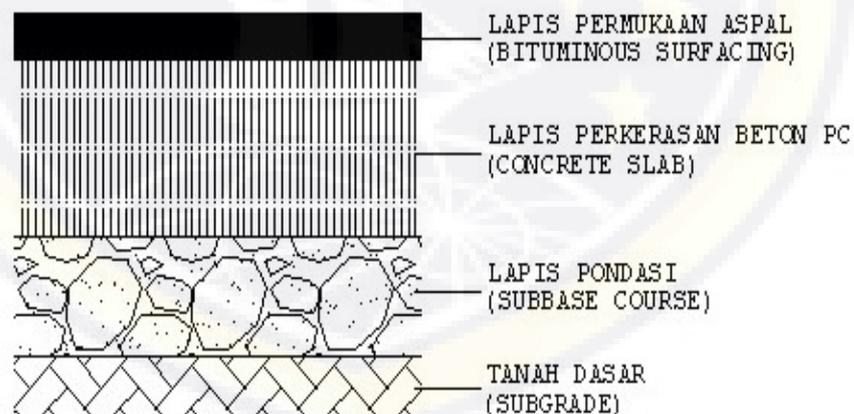
- c. Pengaruhnya terhadap repetisi beban adalah timbulnya retak-retak pada permukaan jalan.
- d. Pengaruhnya terhadap penurunan tanah dasar yaitu, bersifat sebagai balok di atas permukaan.



Gambar 2.2. Komponen Perkerasan Kaku

3. Konstruksi Perkerasan Komposit (*Composite Pavement*)

- a. Kombinasi antara perkerasan kaku dan perkerasan lentur.
- b. Perkerasan lentur diatas perkerasan kaku atau sebaliknya.



Gambar 2.3. Komponen Perkerasan Komposit

2.1.3. Peverasan Lentur

Perkerasan lentur merupakan kombinasi antara material bitumen dengan agregat halus maupun kasar yang banyak dipergunakan dalam konstruksi jalan raya. Peverasan lentur lebih banyak digunakan dalam pembangunan jalan di Indonesia dibandingkan dengan pekerasan kaku. Hal ini disebabkan karena biaya yang dikeluarkan untuk membangun pekerasan lentur lebih kecil dibandingkan dengan biaya untuk membangun pekerasan kaku. Agar struktur pekerasan lentur dapat berfungsi dengan baik, maka perlu dilakukan perencanaan dan pemeliharaan terhadap struktur pekerasan lentur tersebut.

Material aspal salah satu pilihan utama untuk dipergunakan sebagai lapis permukaan. Material tersebut mempunyai sifat plastis dan berada dalam keadaan baik dalam suhu normal, tetapi dalam suhu panas material tersebut akan melunak dan berkurang kepadatannya. Proses pencampuran antara material aspal dengan agregat kasar maupun halus dilakukan dalam suhu yang sangat tinggi. Ketika suhu menurun maka campuran beraspal tersebut akan mengeras dan membentuk suatu lapis permukaan pekerasan. Berikut adalah jenis lapisan permukaan yang umum digunakan di Indonesia antara lain :

1. Laston (Lapisan Aspal Beton), adalah beton aspal bergradasi menerus yang umum digunakan untuk jalan-jalan dengan beban lalu lintas yang cukup berat. Laston dikenal pula dengan nama *AC (Asphalt Concrete)*. Karakteristik beton aspal yang terpenting pada campuran ini adalah

stabilitas. Tebal nominal minimum Laston 4-6 cm. Sesuai fungsinya Laston mempunyai 3 macam campuran yaitu:

- a. Laston sebagai lapisan aus, dikenal dengan nama *AC-WC (Asphalt Concrete-Wearing Course)*. Tebal nominal minimum *AC-WC* adalah 4cm.
- b. Laston sebagai lapisan pengikat, dikenal dengan nama *AC-BC (Asphalt Concrete-Binder Course)*. Tebal nominal minimum *AC-BC* adalah 5 cm.
- c. Laston sebagai lapisan pondasi, dikenal dengan nama *AC-Base (Asphalt Concrete-Base)*.Tebal nominal minimum *AC-BC* adalah 6 cm.

2. Lataston (Lapisan Tipis Aspal Beton), adalah beton aspal bergradasi senjang. Lataston biasa pula disebut dengan *HRS (Hot Rolled Sheet)*. Karakteristik beton aspal yang terpenting pada campuran ini adalah durabilitas dan fleksibilitas. Sesuai fungsinya Lataston mempunyai 2 macam campuran yaitu:

- a. Lataston sebagai lapisan aus, dikenal dengan nama *HRS-WC (Hot Rolled Sheet-Wearing Course)*. Tebal nominal minimum *HRS-WC* adalah 3 cm.
- b. Lataston sebagai lapisan pondasi, dikenal dengan nama *HRS-Base (Hot Rolled Sheet-base)*. Tebal nominal minimum *HRS-Base* adalah 3,5 cm.

3. Latasir (Lapisan Tipis Aspal Pasir), adalah beton aspal untuk jalan-jalan dengan lalu lintas ringan, khususnya dimana agregat kasar tidak atau sulit diperoleh. Lapisan ini khusus mempunyai ketahanan alur (*rutting*) rendah. Oleh karena itu tidak diperkenankan untuk daerah berlalu lintas berat atau daerah tanjakan. Latasir biasa pula disebut sebagai SS (*Sand Sheet*) atau HRSS (*Hot Rolled Sand Sheet*). Sesuai gradasi agregatnya, campuran latasir dapat dibedakan atas:
- a. Latasir kelas A, dikenal dengan nama HRSS-A atau SS-A. Tebal nominal minimum HRSS-A adalah 1,5 cm.
 - b. Latasir kelas B, dikenal dengan nama HRSS-B atau SS-B. Tebal nominal minimum HRSS-A adalah 2 cm. Gradasi agregat HRSS-B lebih kasar dari HRSS-A
4. Lapisan perata adalah beton aspal yang digunakan sebagai lapisan perata dan pembentuk penampang melintang pada permukaan jalan lama. Semua jenis campuran beton aspal dapat digunakan, tetapi untuk membedakan dengan campuran untuk lapis perkerasan jalan baru, maka setiap jenis campuran beton aspal tersebut ditambahkan huruf *L* (*Leveling*). Jadi ada jenis campuran AC-WC(L), AC-BC(L), AC-Base(L), HRS-WC(L), dan seterusnya
5. SMA (*Split Mastic Asphalt*) adalah beton aspal bergradasi terbuka dengan selimut aspal yang tebal. Campuran ini mempergunakan tambahan berupa fiber selulosa yang berfungsi untuk menstabilisasi

kadar aspal yang tinggi. Lapisan ini terutama digunakan untuk jalan-jalan dengan beban lalu lintas berat. Ada 3 jenis SMA, yaitu:

- a. SMA 0 / 5 dengan tebal perkerasan 1,5 – 3 cm.
- b. SMA 0 / 8 dengan tebal perkerasan 2 – 4 cm.
- c. SMA 0 / 11 dengan tebal perkerasan 3 – 5 cm.

(Silvia Sukirman, Beton Aspal Campuran Panas, 2003)

2.2. Bahan Campuran Beraspal Panas

2.2.1. Bahan Pengikat (Aspal)

Aspal merupakan senyawa hidrokarbon. Struktur molekul aspal sangatlah kompleks yang merupakan koordinasi dari 3 (tiga) jenis struktur dasar molekul hidrokarbon, yaitu alifatik, siklis dan aromatis. Struktur alifatik berbentuk linier, ataupun tiga dimensi. Struktur molekul ini menyebabkan aspal kelihatan seperti minyak ataupun lilin (*wax*). Struktur molekul siklis adalah ikatan / rantai karbon jenuh tiga dimensi yang mampu mengikat beberapa unsur ataupun radikal. Sedangkan struktur molekul ini memberikan bau yang khas pada aspal. Ikatan kimia (*inter molecular bonding*) pada aspal sangatlah mudah terlepas dan aspal akan mencair (Suhwadi dan Suhardjo Poertadji, 2005).

Aspal yang digunakan dalam material perkerasan jalan berfungsi sebagai :

- a. Bahan pengikat, memberikan ikatan yang kuat antara aspal dan agregat dan antara sesama aspal.

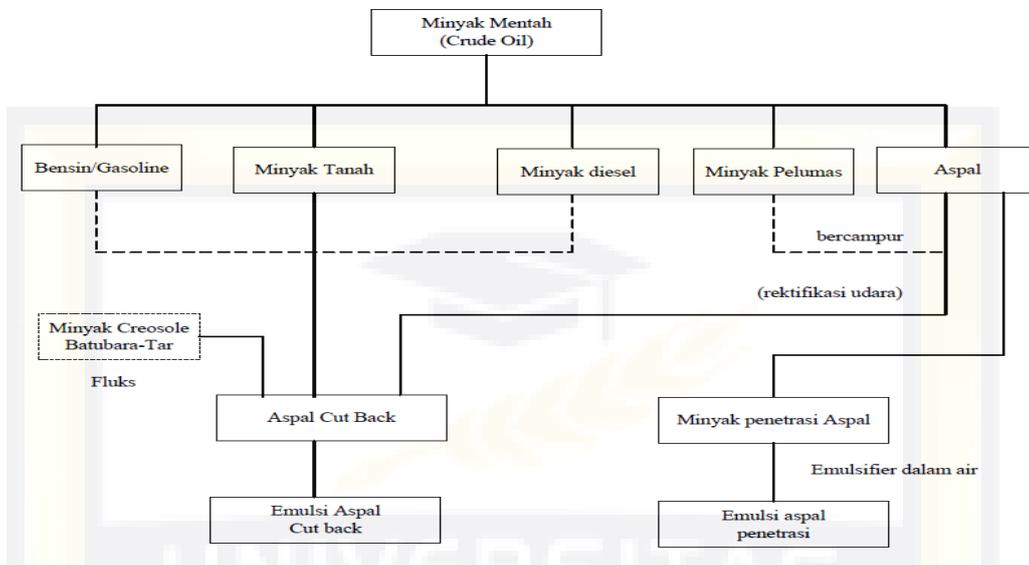
- b. Bahan pengisi, mengisi rongga antar butir agregat dan pori-pori yang ada di dalam butir agregat itu sendiri.

Penggunaan aspal pada perkerasan jalan dapat dicampurkan pada agregat sebelum dihamparkan (pra-hampar), seperti lapisan beton aspal atau disiramkan pada lapisan agregat yang telah dipadatkan dan ditutupi oleh agregat yang lebih halus (pasca-hampar), seperti perkerasan penetrasi macadam atau peleburan.

Aspal atau bitumen adalah suatu cairan kental yang merupakan senyawa *hidrokarbon* dengan sedikit mengandung sulfur, oksigen, dan klor. Aspal sebagai bahan pengikat dalam perkerasan lentur mempunyai sifat *viskoelastis*. Aspal akan bersifat padat pada suhu ruangan dan bersifat cair bila dipanaskan. Kandungan utama aspal adalah senyawa karbon jenuh dan tak jenuh, alifatik, dan aromatic yang mempunyai atom karbon samapi 150 per molekul.

2.2.1.1.Sumber Aspal

Aspal yang dihasilkan dari minyak mentah diperoleh melalui proses destilasi minyak bumi. Proses destilasi ini dilakukan dengan pemanasan hingga suhu 350°C di bawah tekanan atmosfer untuk memisahkan fraksi-fraksi minyak seperti bensin, minyak tanah dan minyak. Proses pemisahan dari bahan bakar minyak bumi dapat dilihat pada gambar 2.1



Gambar 2.1 Proses Pemisahan Aspal

2.2.1.2. Jenis – Jenis Aspal

Secara umum aspal dapat diklasifikasikan berdasarkan asal dan proses pembentukannya sebagai berikut :

1. Aspal Alamiah

Aspal alam adalah aspal yang ditemukan atau diperoleh langsung dari alam seperti gunung dan pulau. Indonesia memiliki aspal alam yaitu di pulau Buton, yang terkenal dengan nama Asbuton (Aspal Pulau Buton) Aspal alam terbesar di dunia terdapat di Trinidad berupa aspal danau.

2. Aspal Batuan

Aspal batuan adalah endapan alamiah batu kapur atau batu pasir yang dipadatkan dengan bahan-bahan berbitumen. Aspal ini terjadi diberbagai bagian di Amerika Serikat. Aspal ini umumnya membuat

permukaan jalan yang sangat tahan lama dan stabil tetapi kebutuhan transportasi yang tinggi membuat aspal terbatas pada daerah-daerah tertentu saja.

3. Aspal Buatan

Aspal buatan adalah aspal yang berasal dari hasil penyulingan minyak bumi. Adapun jenis aspal yang merupakan buatan hasil sulingan minyak bumi:

1) Aspal keras (*Asphalt Cement*)

Aspal keras merupakan aspal hasil destilasi yang bersifat *viskoelastis* sehingga akan melunak dan mencair bila mendapat cukup pemanasan dan akan mengeras pada saat penyimpanan (suhu kamar). Aspal keras/panas (*asphalt cement*) adalah aspal yang digunakan dalam keadaan cair dan panas untuk pembuatan *Asphalt concrete*. Di Indonesia, aspal yang biasa digunakan adalah aspalpenetrasi 60/70 atau penetrasi 80/100. Adapun jenis penetrasinya adalah sebagai berikut:

- a. Aspal penetrasi rendah 40/55, digunakan untuk kasus jalan dengan volume lalu lintas tinggi dan daerah dengan cuaca iklim panas.
- b. Aspal penetrasi rendah 60/70, digunakan untuk kasus jalan dengan volume lalu lintas sedang atau tinggi, dan daerah dengan cuaca iklim panas.

c. Aspal penetrasi rendah 80/100, digunakan untuk kasus jalan dengan volume lalu lintas sedang/rendah dan daerah dengan cuaca iklim dingin.

d. Aspal penetrasi rendah 100/110, digunakan untuk kasus jalan dengan volume lalu lintas rendah dan daerah dengan cuaca iklim dingin.

2) Aspal Cair (*Cut Back Asphalt*)

Adalah campuran antara aspal keras dengan bahan pencair dari hasil penyulingan minyak bumi. Maka *cut back asphalt* berbentuk cair dalam temperatur ruang. Aspal cair digunakan untuk keperluan lapis resap pengikat (*prime coat*)

3) Aspal emulsi

Aspal emulsi adalah suatu campuran aspal dengan air dan bahan pengemulsi. Pada proses ini partikel-partikel aspal padat dipisahkan dan didispersikan dalam air.

2.2.1.3. Spesifikasi Aspal

Karakter aspal berbeda untuk masing-masing fungsinya. Bila suatu aspal diinginkan untuk dibuat sebagai landasan terbang, maka karakter yang dimiliki aspal tersebut akan berbeda dengan karakter aspal jalan. Karakter aspal jalan perumahanpun akan berbeda dengan karakter aspal jalan tol. Yang membuat mereka berbeda antara lain dari penetrasi, viskositas, kelembekan, dektilitas, dan titik nyalanya.

1. Penetrasi

Penetrasi adalah suatu besaran yang mewakili kandungan bitumen dan diekspresikan oleh jarak yang dapat ditempuh oleh standar material uji seberat 100 gram pada temperatur 25⁰C selama 5 detik. Nilai penetrasi ini dipengaruhi oleh keberadaan hidrokarbon ringan. Penetrasi ini menunjukkan keelastisan aspal. Semakin besar nilai penetrasi, maka aspal tersebut akan semakin elastis. Aspal dengan nilai penetrasi yang rendah biasanya digunakan untuk bahan isian, sedangkan aspal yang memiliki penetrai tinggi sangat baik digunakan untuk perekat. Ada beberapa nilai pen (sebutan uuntuk penetrasi) yang umum digunakan dalam pembuatan jalan, seperti pen 40, pen 60 dan pen 80.

2. Viskositas

Viskositas biasa disebut dengan kekentalan adalah petunjuk dari beberapa tebal atau tipis aspal cair bila dialirkan pada dinding vertikal pada temperatur yang bervariasi. Aspal sendiri merupakan fluida non-Newtonian (viskoelastis). Viskoelastis ini menandakan bahwa spal memiliki viskosita yang tinggi. Dalam lingkup aspal, dikenal viskositas Saybolt Furol. Metode Saybolt Furol ini lazim digunakan untuk mengukur cairan dengan viskositas tinggi. Titik nyala adalah temperatur minimal yang dapat menyebabkan aspal terbakar, dan digunakan untuk menentukan temperatur pengolahan pada hot mix. Titik nyala ini penting untuk keamanan apabila terjadi kecelakaan

yang dapat menyulut aspal untuk terbakar. Atau untuk aspal bertemperatur tinggi. Tinggi rendahnya titik nyala ditentukan oleh kadar parafin dalam aspal. Parafin membuat aspal mudah terpengaruh oleh perubahan temperatur. Semakin besar dan positif perubahannya, maka makin mudah terbakar aspal tersebut. Parafin ini juga menurunkan adhesi dan kohesi adhesi dan kohesi ini akan berpengaruh bila aspal dimanfaatkan sebagai perekat. Selain itu, viskositas akan turun pada saat aspal meleleh. Hal ini berarti aspal akan semakin encer.

3. Softening Point (Kelembekan)

Softening Point adalah rentang temperatur dimana penghalusan aspal terjadi. Cara pengujiannya adalah dengan menggunakan teknik cincin dan bola. Aspal yang memiliki softening point rendah akan mudah lembek. Softening point digunakan untuk zat-zat yang tidak memiliki titik leleh.

4. Dektilitas

Dektilitas merupakan besaran yang menunjukkan 'keuletan' aspal makin duktil suatu aspal maka makin baik aspal tersebut karena kemampuan menahan bebannya akan semakin tinggi (tidak brittle). Nilai dektilitas ini dipengaruhi oleh adanya sulfur dalam aspal.

Tabel 2.1 Ketentuan untuk aspal Penetrasi 60-70

No.	Jenis Pengujian	Metoda Pengujian	Tipe I Aspal Pen. 60-70
1	Penetrasi pada 25 ⁰ C (mm)	SNI 06-2456-1991	60-70
2	Viscositas Dinamis 60 ⁰ C	SNI 06-6411-2000	160- 240
3	Viscositas Kinematis 135 ⁰ C	SNI 06-6411-2000	≥ 300
4	Titik Lembek (°C)	SNI 2434 : 2011	≥48
5	Duktilitas pada 25 ⁰ C, (cm)	SNI 2434 : 2011	≥100
6	Titik Nyala (°C)	SNI 2434 : 2011	≥232
7	Kelarutan dalam	AASHTO T44-03	≥99
8	Berat Jenis	SNI 2434 : 2011	≥1,0
9	Stabilitas Penyimpanan : Perbedaan Titik lembek (°C)	ASTM D 5976vpart 6.1	-
10	Partikel yang lebih halus dari 150 micron (%)	-	-
Pengujian Residu hasil TFOT atau RTFOT :			
11	Berat yang Hilang (%)	SNI 06-2441-1991	≤ 0.8
12	Viscositas Dinamis 60 ⁰ C	SNI 06-6411-2000	≤ 800
13	Penetrasi pada 25 ⁰ C (%)	SNI 06-2456-1991	≤54
14	Duktilitas pada 25 ⁰ C (cm)8	SNI 2434 : 2011	≥ 100
15	Keelastisan setelah	AASHTO T44-03	-

Sumber : Spesifikasi Umum 2010 (Revisi 3)

2.2.2. Agregat

Agregat adalah partikel mineral yang berbentuk butiran-butiran yang merupakan salah satu penggunaan dalam kombinasi dengan berbagai macam tipe mulai dari sebagai bahan material di semen untuk membentuk beton, lapis pondasi jalan, material pengisi, dan lain-lain (Harold N. Atkins, PE. 1997).

Agregat didefinisikan secara umum sebagai formasi kulit bumi yang keras dan padat. ASTM mendefinisikan agregat sebagai suatu bahan yang terdiri dari mineral padat, berupa massa berukuran besar ataupun berupa fragmen-fragmen. Agregat merupakan komponen utama dari struktur perkerasan jalan, yaitu 90-95% agregat berdasarkan prosentase berat atau 75- 85% agregat berdasarkan prosentase volume. Dengan demikian kualitas perkerasan jalan ditentukan dari sifat agregat dan hasil campuran agregat dengan material lain. Pemilihan agregat yang akan digunakan harus memperhatikan ketersediaan bahan di lokasi, jenis konstruksi, gradasi, ukuran maksimum, kebersihan, daya tahan, bentuk, tekstur, daya lekat agregat terhadap aspal, dan berat jenisnya. Agregat yang digunakan dalam perkerasan jalan ini memiliki diameter agregat antara 19 mm sampai 0.075 mm. Atau agregat yang lolos saringan." sampai no. 200. Sifat agregat yang menentukan kualitasnya sebagai bahan konstruksi perkerasan jalan dapat dikelompokkan menjadi 3 (tiga) kelompok yaitu :

- Kekuatan dan keawetan (*strength and durability*) lapisan perkerasan dipengaruhi oleh gradasi, ukuran maksimum, kadar lempung, kekerasan dan ketahanan (*toughness and durability*) bentuk butir serta tekstur permukaan.
- Kemampuan dilapisi aspal dengan baik, yang dipengaruhi oleh porositas, kemungkinan basah dan jenis agregat yang digunakan.

- Kemudahan dalam pelaksanaan dan menghasilkan lapisan yang nyaman dan aman, yang dipengaruhi oleh tahanan geser (*skidresistance*) serta campuran yang memberikan kemudahan dalam pelaksanaan (*bituminous mix workability*).

2.2.2.1. Agregat kasar

Agregat kasar untuk rancangan campuran adalah yang tertahan ayakan No.8 (2,36 mm) yang dilakukan secara basah dan harus bersih, keras, awet, dan bebas dari lempung atau bahan yang tidak dikehendaki lainnya dan memenuhi ketentuan. Agregat yang digunakan dalam lapisan perkerasan jalan ini adalah agregat yang memiliki diameter agregat antara 2,36 mm sampai 19 mm. Fungsi agregat kasar adalah sebagai berikut :

- Memberikan stabilitas campuran dari kondisi saling mengunci dari masing – masing agregat kasar dan dari tahanan gesek terhadap suatu aksi perpindahan.
- Stabilitas ditentukan oleh bentuk dan tekstur permukaan agregat kasar (kubus dan kasar).

Tabel 2.2 Ketentuan agregat kasar

Pengujian		Standar	Nilai	
Kekekalan bentuk agregat terhadap larutan	Natrium sulfat	SNI 3407:2008	Maks.12 %	
	Magnesium sulfat		Maks. 18 %	
Abrasi dengan mesin Los Angeles	Campuran AC	SNI 2417:2008	Maks. 6 %	
	Modifikasi		Maks. 30 %	
	Semua jenis campuran aspal bergradasi lainnya		100 Putaran	Maks. 8 %
			500 Putaran	Maks. 40 %
Kelekatan agregat terhadap aspal		SNI 2439-2011	Min. 95 %	
Butir Pecah pada Agregat Kasar		SNI 7619-2012	95 / 90	
Partikel Pipih dan Lonjong		ASTM D4791 Perbandingan 1 :5	Maks. 10 %	
Material lolos Ayakan No.200		SNI 03-4142-1996	Maks. 2 %	

Sumber : Spesifikasi Umum 2010 (Revisi 3)

Catatan :

- (*) 95/90 menunjukkan bahwa 95% agregat kasar mempunyai muka bidang pecah satu atau lebih dan 90% agregat kasar mempunyai muka bidang pecah dua atau lebih.

2.2.2.2. Anti Stripping Agent (DERBO 101)

Anti Stripping jenis ini berfungsi untuk membantu mengurangi kerusakan perkerasan yang diakibatkan oleh hujan dan kelembaban. Anti Stripping ini telah diuji oleh IIP- Dehradun, SIIR-Delhi, dan CRRI-New Delhi yang menghasilkan produk – produk terbaik. Untuk campuran Hotmix, penggunaan Anti Stripping Agent jenis DERBO 101 ini berkisar 0.1% - 0.4% dari berat bitumen. Sementara untuk perbaikan jalan, penggunaannya berkisar 0.2 % - 0.5% dari berat bitumen.

2.2.2.3. Agregat halus

Agregat halus meliputi agregat yang butirannya lolos ayakan No. 8 dan tertahan pada ayakan No. 200. Fungsi agregat halus adalah sebagai berikut :

- Menambah stabilitas dari campuran dengan memperkokoh sifat saling mengunci dari agregat kasar dan juga untuk mengurangi rongga udara agregat kasar.
- Semakin kasar tekstur permukaan agregat halus akan menambah stabilitas campuran dan menambah kekasaran permukaan.
- Agregat halus pada #8 sampai dengan #30 penting dalam memberikan kekasaran yang baik untuk kendaraan pada permukaan aspal.
- Pada *Gap Graded*, agregat halus pada #8 sampai dengan #30 dikurangi agar diperoleh rongga udara yang memadai untuk jumlah aspal tertentu, sehingga permukaan *Gap Graded* cenderung halus.
- Agregat halus pada #30 sampai dengan #200 penting untuk menaikkan kadar aspal, akibatnya campuran akan lebih awet.
- Keseimbangan proporsi penggunaan agregat kasar dan halus penting agar diperoleh permukaan yang tidak licin dengan jumlah kadar aspal yang diinginkan.

Tabel 2.6 Ketentuan Agregat Halus

Pengujian	Standar	Nilai
Nilai Setara Pasir	SNI 03-4428-1997	Min 60%
Angularitas dengan Uji Kadar Rongga	SNI 03-6877-2002	Min 45 %
Gumpalan Lempung dan Butir-Butir Mudah Pecah Dalam Agregat	SNI 03-4141-1996	Maks.1 %
Agregat Lolos Ayakan No. 200	SNI ASTM C117-2012	Maks.10 %

Sumber : Spesifikasi Umum 2010 (Revisi 3)

2.2.2.4. Bahan Pengisi (*Filler*)

Bahan Pengisi (*filler*) berfungsi sebagai pengisi rongga udara pada material sehingga memperkaku lapisan aspal. Bahan yang sering digunakan sebagai *filler* adalah *fly ash*, abu sekam, debu batu kapur, dan semen *Portland*. *Filler* yang baik adalah yang tidak tercampur dengan kotoran atau bahan lain yang tidak dikehendaki dan dalam keadaan kering (kadar air maks 1%). *Filler* yang digunakan pada penelitian ini adalah semen *Portland*.

Fungsi *filler* dalam campuran adalah:

- 1) Untuk memodifikasi agregat halus sehingga berat jenis campuran meningkat dan jumlah aspal yang diperlukan untuk mengisi rongga akan berkurang.
- 2) *Filler* dan aspal secara bersamaan akan membentuk suatu pasta yang akan membalut dan mengikat agregat halus untuk membentuk mortar. Dan mengisi ruang antara agregat halus dan kasar serta meningkatkan kepadatan dan kestabilan.

Tabel 2.7 Gradasi filler

Ukuran Saringan	Persentase Berat yang Lolos
No. 30 (0,590 mm)	100
No. 50 (0,279 mm)	95 - 100
No. 100 (0,149 mm)	90– 100
No. 200 (0,074 mm)	65– 100

2.3. Campuran Aspal Panas (*Hotmix*)

Campuran aspal panas adalah suatu kombinasi pencampuran antar agregat bergradasi rapat yang berisi agregat kasar, halus, dan *filler* sebagai komposisi utama kemudian ditambahkan aspal sebagai bahan pengikat. Bahan-bahan tersebut kemudian dicampur serta dipadatkan dalam kondisi panas pada suhu tertentu sehingga membentuk suatu campuran yang bisa digunakan sebagai bahan lapis perkerasan pada jalan.

Jenis perkerasan dengan menggunakan campuran aspal panas adalah jenis perkerasan lentur. Dalam pembuatan campuran aspal panas, terlebih dahulu agregat dan aspal yang digunakan dipanaskan. Fungsi dari pemanasan ini adalah agar memudahkan dalam pelaksanaan pencampuran. Sebagaimana kita ketahui, aspal dalam kondisi dingin memiliki sifat fisik yang relatif kaku, sehingga untuk mencairkan perlu dipanaskan terlebih dahulu pada suhu tertentu barulah dicampurkan dengan agregat.

Kemampuan campuran beraspal dalam memperoleh daya dukung ditentukan dari friksi dan kohesi bahan-bahan yang digunakan dalam campuran beraspal tersebut. Friksi agregat diperoleh dari gaya gesek antara butiran dan gradasi serta kekuatan agregat itu sendiri. Jika suatu agregat memiliki sifat fisik yang kuat dan gradasi antar butir agregat semakin rapat, maka dengan sendirinya akan memiliki friksi yang baik. Sedangkan untuk kohesi sendiri diperoleh dari sifat-sifat aspal yang digunakan. Oleh sebab itu kinerja campuran beraspal sangat dipengaruhi oleh agregat dan aspal yang digunakan. Bahan penyusun konstruksi perkerasan jalan terdiri dari agregat (agregat kasar dan agregat halus) *filler*, dan aspal.

Campuran aspal panas dibedakan menjadi tiga macam, yaitu campuran aspal panas dengan agregat bergradasi rapat (*Dense Graded*), agregat bergradasi senjang (*Gap Graded*), dan agregat bergradasi seragam (*uniform graded*)

- 1) Gradasi Rapat (*Dense Graded*), merupakan campuran agregat kasar dan halus dalam porsi yang seimbang, sehingga dinamakan juga agregat bergradasi baik. Gradasi rapat akan menghasilkan lapisan perkerasan dengan stabilitas tinggi, kurang kedap air, sifat drainase jelek, dan berat volume besar.
- 2) Gradasi Senjang (*Gap Graded*) Terdiri dari campuran pasir halus, bahan pengisi (*filler*), aspal ditambah dengan proporsi agregat kasar

yang bervariasi. Stabilitas diperoleh dari tingkat kekuatan saling mengikat antara butiran pasir yang diikat oleh aspal.

3) Gradasi seragam (*Uniform Graded*) atau gradasi terbuka (*open graded*) Gradasi seragam (*uniform graded*)/gradasi terbuka adalah agregat dengan ukuran yang hampir sama / sejenis atau mengandung agregat halus yang sedikit jumlahnya sehingga tidak dapat mengisi rongga antar agregat. Agregat dengan gradasi seragam akan menghasilkan lapisan perkerasan dengan sifat permeabilitas tinggi, stabilitas kurang, berat volume kecil.

Untuk jenis Laston, semakin halus gradasi (mendekati batas atas), maka rongga dalam mineral agregat (VMA) akan makin besar. Pasir halus yang dikombinasi dengan batu pecah harus mempunyai bahan yang lolos saringan No. 8 (2,36 mm) dan tertahan pada saringan No. 100 (600 mikron) sesedikit mungkin. Hasil ini sangat penting karena bahan yang sangat senjang harus tidak lebih dari batas yang diberikan, yaitu diisyaratkan agar minimum 80 % dari agregat yang lolos 2,36 mm harus lolos juga pada saringan 0,600 mm. Jika jumlah bahan tersebut lebih besar dari yang ditentukan dalam kondisi senjang maka VMA akan terlalu rendah sehingga campuran sulit mencapai VMA yang diinginkan

Selanjutnya dapat dilakukan pemilihan gradasi agregat campuran. Jenis campuran yang akan digunakan untuk pembuatan benda ujia adalah campuran aspal panas *hot rolled sheet* untuk lapisan *wearing course* dengan Spesifikasi Umum 2010 Revisi 3 pada Tabel 2.8.

Tabel 2.8. Gradasi Agregat Untuk Campuran Aspal Laston

Ukuran Ayakan (mm)	% Berat Yang Lolos terhadap Total Agregat dalam Campuran		
	Laston		
	AC-WC	AC-BC	AC-Base
37,5	-	-	100
25	-	100	90 – 100
19	100	90 – 100	76–90
12,5	90 – 100	75 – 90	60–78
9,5	77–90	66 – 82	52– 71
4,75	53–69	46 – 64	35–54
2,36	33–53	30 – 49	23– 41
1,18	21–40	18-38	13 –30
0,600	14–30	12-28	10–22
0,300	9 –22	7-20	6–15
0,150	6–15	5-13	4-10
0,075	4–9	4-8	3–7

Sumber : Spesifikasi Umum 2010 (Revisi 3)

2.3.1. Beton Aspal

Aspal beton adalah jenis perkerasan jalan yang terdiri dari campuran agregat dan aspal, dengan atau tanpa bahan tambahan. Lapis aspal beton merupakan jenis tertinggi dari perkerasan yang merupakan campuran dari bitumen dengan agregat bergradasi menerus dan cocok untuk jalan yang banyak dilalui kendaraan berat. Material-material pembentuk aspal beton dicampur dan diinstalasi pencampur pada suhu

tertentu, kemudian diangkut ke lokasi, dihamparkan, dan dipadatkan. Suhu pencampuran ditentukan berdasarkan jenis aspal yang akan digunakan. Jika digunakan semen aspal, maka suhu pencampuran umumnya antara 145°-155° C, sehingga disebut aspal beton campuran panas. Campuran ini dikenal juga dengan nama *hotmix*.

Aspal beton harus memiliki karakteristik dalam pencampuran yaitu stabilitas, keawetan atau *durabilitas*, kelenturan atau *fleksibilitas*, ketahanan terhadap kelelahan (*fatigue resistance*), kekesatan permukaan atau ketahanan geser, kedap air, dan kemudahan pelaksanaan. Ketujuh sifat aspal beton ini tidak mungkin dapat dipenuhi sekaligus oleh satu jenis campuran. Sifat-sifat aspal beton mana yang dominan lebih diinginkan, akan menentukan jenis aspal beton yang dipilih. Hal ini sangat perlu diperhatikan ketika merancang tebal perkerasan jalan. Jalan yang melayani lalu lintas ringan, seperti mobil penumpang, sepantasnya lebih memilih jenis aspal beton yang mempunyai sifat *durabilitas* dan *fleksibilitas* yang tinggi, dari pada memilih jenis aspal beton dengan stabilitas tinggi.

Jenis beton aspal dapat dibedakan berdasarkan suhu pencampuran material pembentuk beton aspal, dan fungsi beton aspal. Berdasarkan temperatur ketika mencampur dan memadatkan campuran, campuran beraspal (beton aspal) dapat dibedakan atas :

1. Beton aspal campuran panas (*hot mix*) adalah beton aspal yang material pembentuknya dicampur pada suhu pencampuran sekitar 140°C.
2. Beton aspal campuran sedang (*warm mix*) adalah beton aspal yang material pembentuknya dicampur pada suhu pencampuran sekitar 60°C.
3. Beton aspal campuran dingin (*cold mix*) adalah beton aspal yang material pembentuknya dicampur pada suhu pencampuran sekitar 25°C.

Sedangkan berdasarkan fungsinya beton aspal dapat dibedakan atas :

1. Beton aspal untuk lapisan aus/*wearing course (WC)*, adalah lapisan perkerasan yang berhubungan langsung dengan ban kendaraan, merupakan lapisan yang kedap air, tahan terhadap cuaca, dan mempunyai kekesatan yang diisyaratkan.
2. Beton aspal untuk lapisan pondasi/ *binder course (BC)*, adalah lapisan perkerasan yang terletak di bawah lapisan aus. Tidak berhubungan langsung dengan cuaca, tetapi perlu stabilisasi untuk memikul beban lalu lintas yang dilimpahkan melalui roda kendaraan.
3. Beton aspal untuk pembentuk dan perata lapisan beton aspal yang sudah lama, yang pada umumnya sudah aus dan seringkali tidak lagi berbentuk *crowm*.

(Silvia Sukirman, Beton Aspal Campuran Panas, 2003)

2.3.2. Lapis Aspal Beton (LASTON)

Lapis aspal beton adalah lapisan penutup konstruksi jalan yang mempunyai nilai struktural yang pertama kali dikembangkan di Amerika oleh *The Asphalt Institute* dengan nama *Asphalt Concrete (AC)*. Menurut Bina Marga Departemen Pekerjaan Umum, campuran ini terdiri atas agregat menerus dengan aspal keras, dicampur, dihamparkan dan dipadatkan dalam keadaan panas pada suhu tertentu. Suhu pencampuran ditentukan berdasarkan jenis aspal yang akan digunakan. Sedangkan yang dimaksud gradasi menerus adalah komposisi yang menunjukkan pembagian butir yang merata mulai dari ukuran yang terbesar sampai ukuran yang terkecil. Beton aspal dengan campuran bergradasi menerus memiliki komposisi dari agregat kasar, agregat halus, mineral pengisi (*filler*) dan aspal (*bitumen*) sebagai pengikat. Ciri lainnya memiliki sedikit rongga dalam struktur agregatnya, saling mengunci satu dengan yang lainnya, oleh karena itu beton aspal memiliki sifat stabilitas tinggi dan relatif kaku.

Menurut spesifikasi campuran aspal Departemen Pekerjaan Umum 2010, Laston (AC) terdiri dari tiga macam campuran, Laston Lapis Aus (AC-WC), Laston Lapis Pengikat (AC-BC) dan Laston Lapis Pondasi (AC-Base) dengan ukuran maksimum agregat masing-masing campuran adalah 19 mm, 25.4 mm, 37.5 mm.

2.3.3. Campuran AC-WC (*Asphalt Concrete – Wearing Course*)

Beton aspal adalah jenis perkerasan jalan yang terdiri dari campuran agregat dan aspal, dengan atau tanpa bahan tambahan. Material-material pembentuk beton aspal dicampur di instalasi pencampur pada suhu tertentu, kemudian diangkut ke lokasi, dihamparkan dan dipadatkan. Suhu pencampuran ditentukan berdasarkan jenis aspal yang akan digunakan. Jika semen aspal, maka pencampuran umumnya antara 145-155°C, sehingga disebut beton aspal campuran panas. Campuran ini dikenal dengan *hotmix*. (Silvia Sukirman,2003).

Material utama penyusun suatu campuran aspal sebenarnya hanya dua macam, yaitu agregat dan aspal. Namun dalam pemakaiannya aspal dan agregat bisa menjadi bermacam-macam, tergantung kepada metode dan kepentingan yang dituju pada penyusunan suatu perkerasan. Salah satu produk campuran aspal yang kini banyak digunakan oleh Departemen Permukiman dan Prasarana Wilayah adalah *AC-WC (Asphalt Concrete - Wearing Course)* / Lapis Aus Aspal Beton. *AC-WC* adalah salah satu dari tiga macam campuran lapis aspal beton yaitu *AC-WC*, *AC-BC* dan *AC-Base*. Ketiga jenis Laston tersebut merupakan konsep spesifikasi campuran beraspal yang telah disempurnakan oleh Bina Marga bersama-sama dengan Pusat Litbang Jalan. Dalam perencanaan spesifikasi baru tersebut menggunakan pendekatan kepadatan mutlak.

Penggunaan AC-WC yaitu untuk lapis permukaan (paling atas) dalam perkerasan dan mempunyai tekstur yang paling halus dibandingkan dengan jenis laston lainnya. Pada campuran laston yang bergradasi menerus tersebut mempunyai sedikit rongga dalam struktur agregatnya dibandingkan dengan campuran bergradasi senjang. Hal tersebut menyebabkan campuran AC-WC lebih peka terhadap variasi dalam proporsi campuran.

Ketentuan Sifat – sifat Campuran Laston dilihat pada Tabel 2.9

Tabel 2.9 Ketentuan Sifat-sifat Campuran Laston (AC)

Sifat-sifat Campuran		Laston		
		Lapis Aus AC - WC	Lapis Antara AC - BC	Pondasi AC-Base
Jumlah tumbukan per bidang		75		112
Rasio partikel lolos ayakan 0,075 mm dengan kadar aspal efektif	Min	1,0		
	Maks	1,4		
Rongga dalam campuran (%) ⁽²⁾	Min	3,0		
	Maks	5,0		
Rongga dalam Agregat (VMA) (%)	Min	15	14	13
Rongga Terisi Aspal (%)	Min	65	65	65
Stabilitas Marshall (kg)	Min	800		1800
Pelelehan (mm)	Min	2		3
	Maks	4		6
Stabilitas Marshall Sisa (%) setelah perendaman selama 24 jam, 60 °C ⁽³⁾	Min	90		
Rongga dalam campuran (%) pada Kepadatan membal (refusal) ⁽⁴⁾	Min	2		

Sumber : Spesifikasi Umum 2010 (Revisi 3)

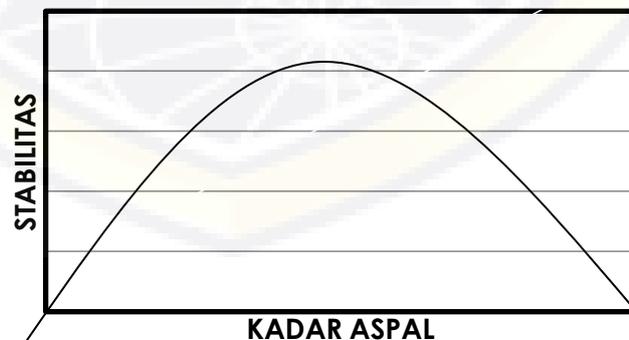
2.3.4. Karakteristik Aspal

Karakteristik yang harus dimiliki oleh campuran *aspal AC-WC* adalah :

a. Stabilitas

Stabilitas lapisan perkerasan jalan adalah kemampuan lapisan perkerasan menerima beban lalu lintas tanpa terjadi perubahan bentuk tetap seperti, gelombang alur ataupun *bleeding*. Kebutuhan akan stabilitas seringkali dengan jumlah lalu lintas dan beban kendaraan yang akan memakai jalan tersebut. Stabilitas tersebut hasil dari geseran antar butir, penguncian antar partikel dan daya ikat yang baik dari lapisan aspal.

Agregat bergradasi baik, bergradasi rapat memberikan rongga antar butiran agregat *VMA (Voids in Mineral Agregat)* yang kecil. Keadaan ini menghasilkan stabilitas yang tinggi, tetapi membutuhkan kadar aspal yang rendah untuk mengikat agregat. Nilai stabilitas yang memenuhi spesifikasi, yaitu minimal 800 kg.



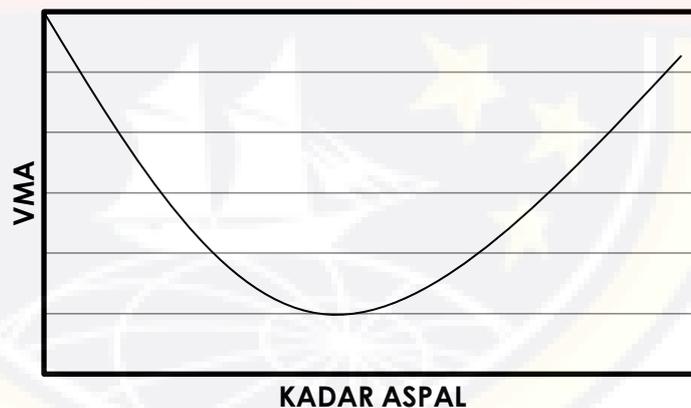
Gambar 2.5 Grafik hubungan antara kadar aspal dengan stabilitas

b. Rongga Dalam Mineral Agregat (VMA)

VMA (Voids in Mineral Agregat) diartikan sebagai ruang antara partikel agregat pada suatu perkerasan beraspal, termasuk rongga udara dan kadar aspal efektif, yang dinyatakan dalam persen terhadap volume campuran total. *VMA (Voids in Mineral Agregat)* dihitung berdasarkan berat jenis bulk agregat dan dinyatakan sebagai persen volume bulk suatu perkerasan yang dipadatkan. Nilai *VMA* yang memenuhi spesifikasi, yaitu minimal 18%.

VMA (Voids in Mineral Agregat) dapat dihitung berdasarkan rumus :

$$VMA = \% \text{ tot volume efektif aspal} - VIM \dots\dots\dots(1)$$



Gambar 2.6 Grafik hubungan antara kadar aspal dengan VMA

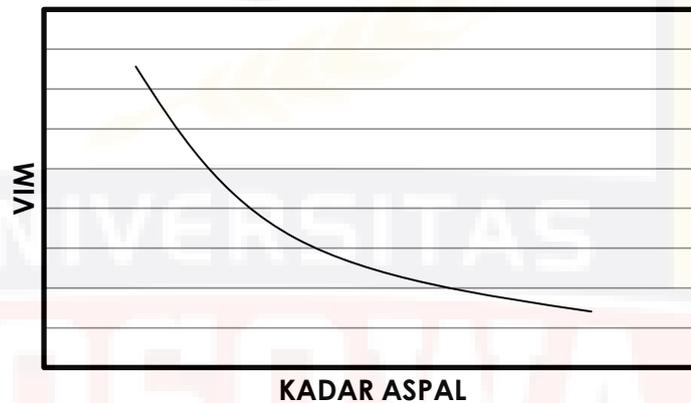
c. Rongga Dalam Campuran (VIM)

VIM (Void in the Mix) dalam campuran perkerasan beraspal terdiri atas ruang udara diantara partikel agregat yang terselimuti aspal. Nilai *VIM*

yang memenuhi spesifikasi, yaitu 4-6%. Volume rongga udara dinyatakan dalam persen. *VIM* (*Void in the Mix*) dapat dihitung

berdasarkan rumus :

$$VIM = 100 - \% \text{ tot vol eff aspal} - \% \text{ tot vol agregat} \dots\dots\dots(1)$$



Gambar 2.7 Grafik hubungan antara kadar aspal dengan *VIM*

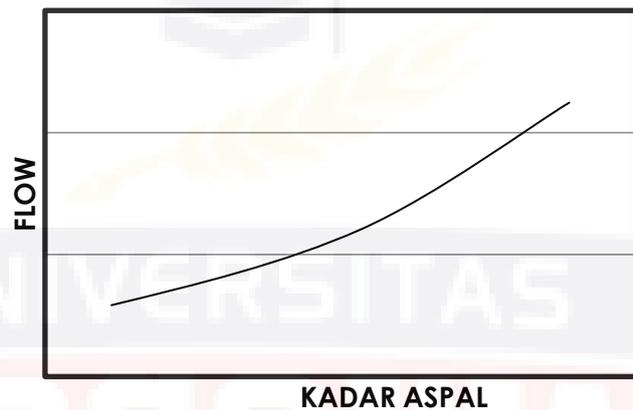
d. Rongga Terisi Aspal (VFA)

VFA (*Void Filled with Asphalt*) adalah persen rongga yang terdapat diantara partikel agregat *VMA* (*Void Filled with Asphalt*) yang terisi oleh aspal, tidak termasuk aspal yang diserap oleh agregat. Nilai *VFA* yang memenuhi spesifikasi, yaitu minimal 68%. *VFA* dapat dihitung berdasarkan rumus :

$$VFA = \frac{(VMA - VIM)}{VIM} \times 100 \dots\dots\dots(2)$$

e. Kelelehan (*Flow*)

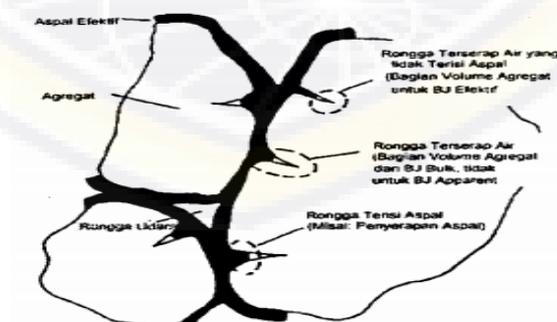
Kelelehan adalah perubahan bentuk plastis suatu campuran aspal yang terjadi akibat beban sampai batas runtuh. Nilai *flow* yang memenuhi spesifikasi, yaitu minimal 3 mm.



Gambar 2.8 Grafik hubungan antara kadar aspal dengan flow

Faktor yang mempengaruhi ketahanan terhadap kelelehan adalah :

- *VIM (Void in the Mix)* yang tinggi dan kadar aspal yang rendah akan mengakibatkan kelelehan yang lebih cepat
- *VFA (Void Filled with Asphalt)* yang tinggi dengan kadar aspal yang tinggi dapat mengakibatkan lapis perkerasan menjadi fleksibel.



Gambar 2.9 Ilustrasi *VIM*, *VMA*, *VFB* dan aspal efektif

2.4. Prosedur Campuran Aspal Panas

2.4.1. Volumetrik Campuran Aspal

Volumetrik campuran beraspal yang dimaksud adalah volume benda uji campuran yang telah dipadatkan. Kinerja aspal beton sangat ditentukan oleh volumetrik campuran aspal beton padat yang terdiri dari:

1. Berat Jenis

a. Berat jenis bulk agregat

Berat jenis bulk adalah perbandingan antara berat bahan di udara (termasuk rongga yang cukup kedap dan yang menyerap air) pada satuan volume dan suhu tertentu dengan berat air suling serta volume yang sama pada suhu tertentu pula. Karena agregat total terdiri dari atas fraksi-fraksi agregat kasar, agregat halus dan bahan pengisi yang masing-masing mempunyai berat jenis yang berbeda maka berat jenis bulk (G_{sb}) agregat total dapat dirumuskan sebagai berikut.

$$G_{sb} = \frac{P_1 + P_2 + \dots + P_n}{\frac{P_1}{G_1} + \frac{P_2}{G_2} + \dots + \frac{P_n}{G_n}} \dots \dots \dots (1)$$

Keterangan:

G_{sb} = Berat jenis *bulk* total agregat

$P_1, P_2 \dots P_n$ = Persentase masing-masing fraksi agregat

$G_1, G_2 \dots G_n$ = Berat jenis bulk masing-masing fraksi

Agregat

b. Berat jenis efektif agregat

Berat jenis efektif adalah perbandingan antara berat bahan di udara (tidak termasuk rongga yang menyerap aspal) pada satuan volume dan suhu tertentu dengan berat air destilasi dengan volume yang sama dan suhu tertentu pula, yang dirumuskan :

$$G_{se} = \frac{P_{mm} + P_b}{\frac{P_{mm}}{G_{mm}} + \frac{P_b}{G_b}} \dots \dots \dots (2)$$

Keterangan :

G_{se} = Berat jenis efektif agregat

P_{mm} = Persentase berat total campuran (=100)

G_{mm} = Berat jenis maksimum campuran, rongga udara 0
(Nol)

P_b = Kadar aspal berdasarkan berat jenis maksimum

G_b = Berat jenis aspal

c. Berat jenis maksimum campuran

Berat jenis maksimum campuran untuk masing-masing kadar aspal dapat dihitung dengan menggunakan berat jenis efektif (G_{se}) rata-rata sebagai berikut:

$$G_{mm} = \frac{P_{mm} + P_b}{\frac{P_s}{G_{se}} + \frac{P_b}{G_b}} \dots \dots \dots (3)$$

Keterangan :

G_{mm} = Berat jenis maksimum campuran, rongga udara 0
(Nol)

P_{mm} = Persentase berat total campuran (=100) P_b = Kadar

Aspal berdasarkan berat jenis maksimum

Ps = Kadar agregat persen terhadap berat total campuran

Gse = Berat jenis efektif agregat

Gb = Berat jenis aspal

2. Penyerapan Aspal

Penyerapan aspal dinyatakan dalam persen terhadap berat agregat total tidak terhadap campuran yang dirumuskan sebagai berikut :

$$Pba = 100 \times \frac{Gse - Gsb}{Gsb \times Gse} \times Gb \dots \dots \dots (4)$$

Keterangan :

Pba = Penyerapan aspal, persen total agregat

Gsb = Berat jenis *bulk* agregat

Gse = Berat jenis efektif agregat

Gb = Berat jenis aspal

3. Kadar Aspal Efektif

Kadar efektif campuran beraspal adalah kadar aspal total dikurangi jumlah aspal yang terserap oleh partikel agregat. Kadar aspal efektif ini akan menyelimuti permukaan agregat bagian luar yang pada akhirnya menentukan kinerja perkerasan aspal. Kadar aspal efektif ini dirumuskan sebagai berikut :

$$Pbe = Pb \times \frac{ba}{100} \times Ps \dots \dots \dots (5)$$

Keterangan :

Pbe = Kadar aspal efektif, persen total agregat.

Pb = Kadar aspal persen terhadap berat total campuran.

Pba = Penyerapan aspal, persen total agregat.

Ps = Kadar agregat, persen terhadap berat total campuran.

2. Rongga di antara Mineral Agregat (VMA)

Rongga di antara mineral agregat (VMA) adalah ruang diantara partikel agregat pada suatu perkerasan beraspal, termasuk rongga udara dan volume aspal efektif (tidak termasuk volume aspal yang diserap agregat). VMA dihitung berdasarkan Berat Jenis *Bulk* Agregat dan dinyatakan sebagai persen volume *bulk* campuran yang dipadatkan. VMA dapat dihitung pula terhadap berat campuran total atau terhadap berat agregat total. Perhitungan VMA terhadap campuran total dengan persamaan:

a. Terhadap berat campuran total

$$VMA = 100 \times \frac{G_{mb} \times P_s}{G_{sb}} \dots \dots \dots (6)$$

Keterangan :

VMA = Rongga diantara mineral agregat, persen volume bulk

Gsb = Berat jenis bulk agregat.

Gmb = Berat jenis bulk campuran padat.

Ps = Kadar agregat, persen terhadap berat total campuran

b. Terhadap berat agregat total

$$VMA = 100 - \frac{G_{mb}}{G_{sb}} \times \frac{100}{(100+P_b)} \times 10 \dots \dots \dots (7)$$

Keterangan :

VMA = Rongga diantara mineral agregat, persen volume
bulk

Gsb = Berat jenis bulk agregat

Gmb = Berat jenis bulk campuran padat

Pb = Kadar aspal persen terhadap berat total campuran

3. Rongga Di Dalam Campuran (VIM)

Rongga di dalam campuran atau VIM dalam campuran perkerasan beraspal terdiri atas ruang udara di antara partikel agregat yang terselimuti aspal. Volume rongga udara dalam persen dapat ditentukan dengan rumus :

$$VIM = 100 \times \frac{G_{mm} \times G_{mb}}{G_{mm}} \dots \dots \dots (8)$$

Keterangan :

VIM = Rongga udara campuran, persen total campuran

G_{mm} = Berat jenis maksimum campuran agregat rongga udara 0

G_{mb} = Berat jenis *bulk* campuran padat

4. Rongga Terisi Aspal (VFA)

Rongga terisi aspal adalah persen rongga yang terdapat di antara partikel agregat yang terisi oleh aspal, tidak termasuk aspal yang diserap oleh agregat. Untuk mendapatkan rongga terisi aspal (VFA) dapat ditentukan dengan persamaan:

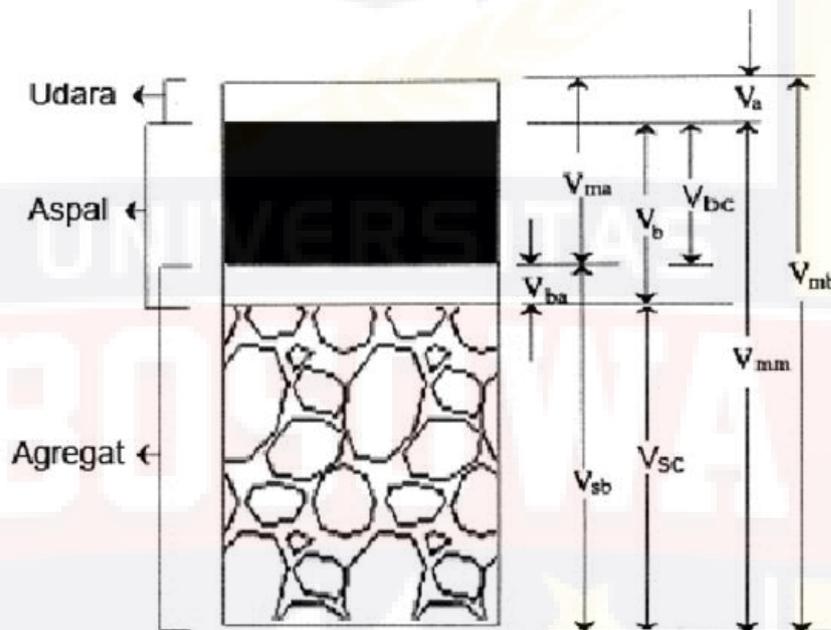
$$VFA = \frac{100 (VMA \times VIM)}{G_{mm}} \dots \dots \dots (9)$$

Keterangan :

VFA = Rongga terisi aspal.

VMA= Rongga diantara mineral agregat, persen volume *bulk*.

VIM = Rongga udara campuran, persen total campuran.



Gambar 2.10 Campuran aspal + agregat yang sudah Dipadatkan

Keterangan :

V_a : Volume pori dalam campuran yang dipadatkan

V_b : Volume aspal dalam campuran yang dipadatkan

V_{ba} : Volume aspal yang terabsorpsi

V_{bca} : Volume aspal efektif = V_b – V_{ba}

V_{mb} : Volume bulk campuran yang telah dipadatkan

V_{mm} : Volume campuran tanpa volume udara

Vsb : Volume agregat (*Bulk*)

Vsc : Volume agregat (efektif)

Vma : Volume pori antara butiran agregat.

2.4.2. Kadar Aspal Rencana

Kadar aspal rencana merupakan perkiraan awal kadar aspal optimum dapat direncanakan setelah dilakukan pemilihan dan pengabungan pada tiga fraksi agregat. Sedangkan perhitungannya adalah sebagai berikut:

$$P_b = 0,035 (\%CA) + 0,045 (\%FA) + 0,18 (\%FF) + K \dots\dots\dots(10)$$

Keterangan :

Pb = Perkiraan kadar aspal optimum.

CA = Nilai presentase agregat kasar yang tertahan saringan #200.

FA = Nilai presentase agregat halus.

FF = Nilai presentase *Filler yang lolos saringan #200*.

K = Konstanta (0,5–1 untuk AC-WC).

Hasil perhitungan Pb dibulatkan ke 0,5% ke atas terdekat.

2.4.3. Metode *Marshall*

Metode *Marshall* ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik dari suatu perkerasan lentur. Metode Marshall ini terdiri dari uji Marshall dan parameter Marshall yang dijelaskan sebagai berikut :

1. Uji Marshall

Rancangan campuran berdasarkan metode *Marshall* ditemukan oleh Bruce Marshall. Pengujian Marshall bertujuan untuk mengukur daya tahan (stabilitas) campuran agregat dan aspal terhadap kelelahan plastis (flow). Flow didefinisikan sebagai perubahan deformasi atau regangan suatu campuran mulai dari tanpa beban, sampai beban maksimum. Alat *Marshall* merupakan alat tekan yang dilengkapi dengan proving ring (cincin pengujian) berkapasitas 22,2 KN (5000 lbs) dan flowmeter. Proving ring digunakan untuk mengukur nilai stabilitas, dan flowmeter untuk mengukur kelelahan plastis atau flow. Benda uji Marshall standart berbentuk silinder berdiameter 4 inci (10,16 cm) dan tinggi 2,5 inci (6,35 cm).

2. Parameter Pengujian *Marshall*

Sifat-sifat campuran beraspal dapat dilihat dari parameter-parameter pengujian *Marshall* antara lain :

a. Stabilitas *Marshall*

Menurut *The Asphalt Institute*, Mudianto (2004), Stabilitas adalah kemampuan campuran aspal untuk menahan deformasi akibat beban yang bekerja tanpa mengalami deformasi permanen seperti gelombang, alur ataupun *bleeding* yang dinyatakan dalam satuan kg atau lb. Nilai stabilitas diperoleh dari hasil pembacaan langsung pada alat *Marshall* Test sewaktu melakukan pengujian *Marshall*. Nilai

stabilitas yang terlalu tinggi akan menghasilkan perkerasan yang terlalu kaku sehingga tingkat keawetannya berkurang.

b. Kelelehan (*Flow*)

Seperti halnya cara memperoleh nilai stabilitas, nilai *flow* merupakan nilai dari masing-masing yang ditunjukkan oleh jarum *dial* (dalam satuan mm) pada saat melakukan pengujian *Marshall*. Suatu campuran yang memiliki kelelehan yang rendah akan lebih kaku dan cenderung untuk mengalami retak dini pada usia pelayanannya, sedangkan nilai kelelehan yang tinggi mengindikasikan campuran bersifat plastis.

c. *Marshall quotient*

Marshall Quotient merupakan hasil perbandingan antara stabilitas dengan kelelehan (*flow*). Semakin tinggi MQ, maka akan semakin tinggi kekakuan suatu campuran dan semakin rentan campuran tersebut terhadap keretakan. Berikut ini persamaan untuk nilai MQ:

$$MQ = \frac{S}{F} \dots\dots\dots (11)$$

Keterangan :

MQ = *Marshall Quotient* (kg/mm).

S = Nilai stabilitas terkoreksi (kg).

F = Nilai flow (mm).

d. Rongga terisi aspal / *Void Filled with Asphalt (VFA)*

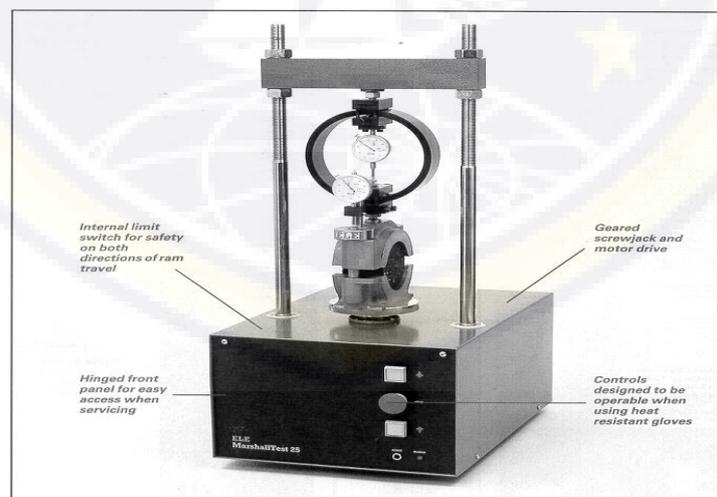
Rongga terisi aspal/ *Void Filled with Asphalt (VFA)* adalah persen rongga yang terdapat diantara partikel agregat (VMA) yang terisi oleh aspal, tidak termasuk aspal yang diserap oleh agregat.

e. Rongga antar agregat / *Void in Mineral Aggregate (VMA)*

Rongga antar agregat (VMA) adalah ruang rongga diantara partikel agregat pada suatu perkerasan, termasuk rongga udara dan volume aspal efektif (tidak termasuk volume aspal yang diserap agregat).

f. Rongga udara di dalam campuran / *Void In Mix (VIM)*

Rongga udara dalam campuran (V_a) atau VIM dalam campuran perkerasan beraspal terdiri dari atas ruang udara diantara partikel agregat yang terselimuti aspal.

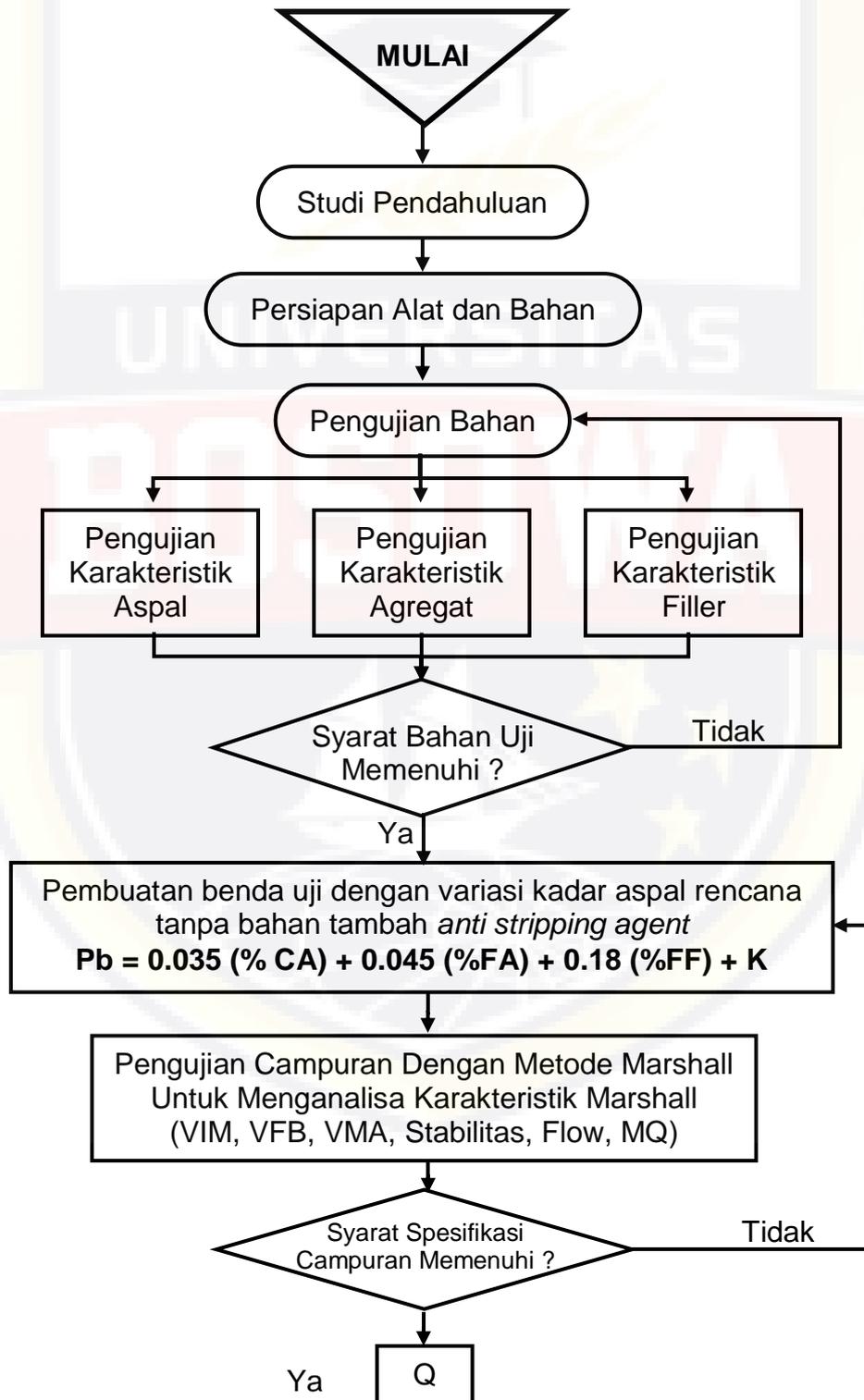


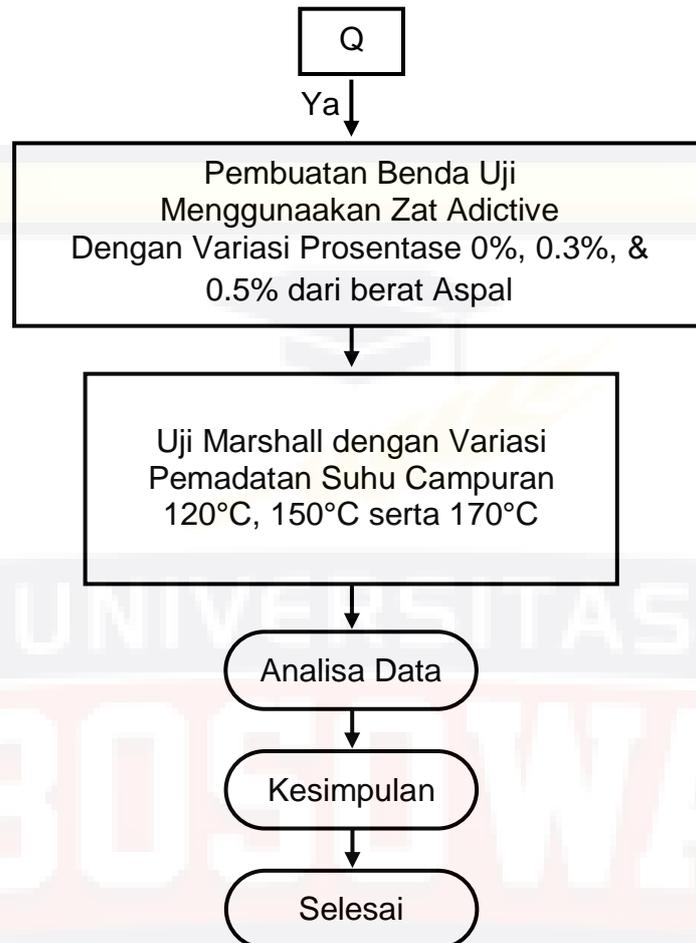
Gambar 2.11 Alat Uji Marshall

BAB III

METODELOGI PENELITIAN

3.1. Bagan Alir Penelitian





Gambar 3.1 Bagan alir Pengujian untuk Campuran Aspal AC-WC

3.2. Lokasi Pengambilan Material dan Lokasi Penelitian

3.2.1 Lokasi Pengambilan Material

Lokasi pengambilan material yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari 2 lokasi, yaitu :

- a. Agregat kasar, agregat halus, dan abu batu yang digunakan dalam penelitian ini adalah dari Bili - bili kab.Gowa, Sulawesi Selatan.
- b. Zat aditif Anti Stripping Agent Derbo 101 dari PT. Bumi Karsa

3.2.2 Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Dinas Pekerjaan Umum dan Tata Ruang Prov. Sulsel Jalan. Batara Bira No. 31 Makassar Sulawesi Selatan.

3.2.3 Waktu Pelaksanaan

Penelitian ini dimulai bulan September 2017

3.3 Kebutuhan Bahan dan Alat

3.3.1 Kebutuhan Bahan

- 1) Minyak tanah
- 2) CCL4
- 3) NaOH
- 4) Natrium sulfat
- 5) Kertas saring
- 6) Aquades
- 7) Aspal Batu pecah (1-2 dan 0,5 -1)
- 8) Abu batu
- 9) Anti Stripping Agent Jenis Derbo 101
- 10) Pasir
- 11) Gas LPG

3.3.2 Kebutuhan Alat

Alat yang diperlukan untuk pengujian adalah sebagai berikut:

- 1) Oven dengan pengatur suhu samapai $(110\pm 5)^{\circ}\text{C}$
- 2) Oven dengan pengatur suhu sampai 168°C
- 3) Timbangan dengan ketelitian 0,01
- 4) Timbangan kapasitas 10 kg dengan ketelitian 1 gr
- 5) Timbangan air untuk berat jenis agregat
- 6) Talam dan cawan
- 7) Tabung gelas ukur dengan kapasitas 500 dan 1000 ml
- 8) Piknometer 50 ml
- 9) Saringan $1\frac{1}{2}$ ", 1", $\frac{3}{4}$ ", $\frac{1}{2}$ ", $\frac{3}{8}$ ", no.4, 8, 16, 30, 50, 100, dan 200.
- 10) Alat uji penetrasi
- 11) Alat uji daktalitas
- 12) Alat uji titik leleh
- 13) Alat tekan marshall
- 14) Alat uji sand equivalent
- 15) Mesin los angeles
- 16) Alat uji kadar organik
- 17) Bak perendam
- 18) Kompur dan tabung gas

3.4 Metode Penelitian

3.4.1 Metode Pengambilan Sampel

Sebelum pemeriksaan karakteristik material di laboratorium lebih dahulu diadakan pengambilan sejumlah sampel dilokasi material. Karena seperti yang telah kita ketahui bahwa material yang akan diuji sangat besar pengaruhnya terhadap ketelitian pengujian. Pengambilan sampel yang didasari oleh terwakilinya bahan yang ada, maka cara yang digunakan adalah mengambil sampel secara acak.

3.4.2 Metode Pengambilan Data

Metode ini adalah salah satu metode yang digunakan untuk memperoleh data - data sebagai bahan utama dalam penulisan ini yaitu mengadakan penelitian/pengujian material di Laboratorium, membaca buku literatur tentang jalan aspal beton dan mencari referensi yang berkaitan.

3.4.3 Metode Pelaksanaan Penelitian

Penelitian dilakukan dengan melakukan serangkaian penelitian dilaboratorium. Metode pengujian yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode *Marshall*.

Proses penelitian dimulai dengan melakukan serangkaian uji karakteristik bahan yang digunakan dengan persyaratan yang telah ditentukan. Melakukan gradasi terhadap material yang ada menurut ukuran material (agregat kasar, agregat halus, abu batu) seperti pada umumnya tetapi material yang ada dari *quarry* bercampur menjadi satu sehingga dalam pengujian ini penentuan

persentase lolos agregat tiap saringan dilakukan dengan cara mengambil satu nilai diantara rentang nilai spesifikasi persentase lolos untuk tiap-tiap saringan yang telah ada menurut spesifikasi yang telah ditentukan.

3.5 Metode Pemeriksaan Karakteristik Material

3.5.1 Pemeriksaan Gradasi Agregat Kasar dan Agregat Halus

Pemeriksaan ini dimaksudkan untuk menentukan pembagian butir (gradasi) agregat halus dan agregat kasar dengan menggunakan saringan.

a. Benda Uji

Benda uji diperoleh dari alat pemisah contoh atau cara perempat sebanyak :

- Agregat halus

Ukuran maksimum no. 4 : berat minimum 500 gram

Ukuran maksimum no. 8 : berat minimum 100 gram

- Agregat kasar

Ukuran maksimum 3,5" : berat minimum 35 gr

Ukuran maksimum 3" : berat minimum 30 gr

Ukuran maksimum 2,5" : berat minimum 25 gr

Ukuran maksimum 2" : berat minimum 20 gr

Ukuran maksimum 1,5" : berat minimum 15 gr

Ukuran maksimum 1" : berat minimum 10 gr

Ukuran maksimum $\frac{3}{4}$ " : berat minimum 5 gr

Ukuran maksimum $\frac{1}{2}$ " : berat minimum 2,5gr

Ukuran maksimum $\frac{3}{8}$ " : berat minimum 1 gr

- Bila agregat berupa campuran dari agregat halus dan agregat kasar, agregat tersebut dipisahkan menjadi 2 bagian dengan saringan no. 4, selanjutnya agregat halus dan agregat kasar disediakan sebanyak jumlah seperti tercantum diatas.

Benda uji disiapkan sesuai dengan PB -0208-76 kecuali apabila butiran yang melalui saringan No. 200 tidak perlu diketahui jumlahnya dan bila syarat syarat ketelitian tidak menghendaki pencucian.

b. Langkah kerja

- Pengambilan benda uji dengan memakai alat Spliter atau Dengan cara Perempatan.
- Benda uji dikeringkan didalam oven dengan suhu (110 ± 5) °C, sampai berat tetap, kemudian di timbang.
- Cuci benda uji dengan memakai saringan No. 200 sampai benda uji benar-benar bersih.
- Benda uji dikeringkan didalam oven dengan suhu (110 ± 5) °C, sampai berat tetap.
- Saring benda uji lewat susunan saringan dengan ukuran saringan paling besar ditempatkan paling atas. Saringan diguncang dengan tangan atau mesin pengguncang selama 15 menit.

c. Perhitungan

Menghitung prosentase berat benda uji yang tertahan diatas masing-masing saringan terhadap berat total benda uji.

$$\%Tertahan = \frac{\text{Komulatif tertahan}}{\text{Total}} \times 100$$

$$\%Lolos = 100 - \%Tertahan$$

3.5.2 Pemeriksaan Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Kasar

Pemeriksaan ini dimaksudkan untuk menentukan berat jenis (bulk), berat jenis kering-permukaan jenuh (saturated surface dry = SSD), berat jenis semu (Apparent) dari agregat kasar.

- 1) Berat jenis curah (*Bulk Specific Gravity*) adalah perbandingan antara agregat kering dan berat air yang isinya sama dengan isi agregat dalam keadaan jenuh pada suhu tertentu.
- 2) Berat jenis kering-permukaan jenuh (*Saturated Surface Dry Specific Gravity*) adalah perbandingan antara berat agregat kering permukaan jenuh (SSD) dan berat air yang isinya sama dengan isi agregat dalam keadaan jenuh pada suhu tertentu.
- 3) Berat jenis semu (*Apparent Specific Gravity*) adalah perbandingan antara berat agregat kering dan berat air yang isinya sama dengan isi agregat dalam keadaan kering pada suhu tertentu.

4) Penyerapan (Absorpsi) adalah perbandingan antara berat air yang dapat diserap oleh pori terhadap berat agregat kering yang dinyatakan dalam persen.

a. Benda uji

Benda uji adalah agregat yang tertahan saringan No. 4 diperoleh dari alat pemisah contoh atau cara perempat, sebanyak kira-kira 5 kg.

b. Langkah kerja

- Cuci benda uji untuk menghilangkan debu atau bahan-bahan lain yang melekat pada permukaan.
- Keringkan benda uji dalam oven pada suhu $(110 \pm 5)^{\circ}\text{C}$ sampai berat tetap.
- Dinginkan benda uji pada suhu kamar selama 1-3 jam, kemudian timbang dengan ketelitian 0,5 gram (C).
- Rendam benda uji dalam air pada suhu kamar selama 24 ± 4 Jam.
- Keluarkan benda uji dari air, lap dengan kain penyerap sampai selaput air pada permukaan hilang (SSD), untuk butiran yang besar pengeringan harus satu persatu.
- Timbang benda uji kering-permukaan jenuh (A).
- Letakkan benda uji didalam keranjang, guncangkan batunya untuk mengeluarkan udara yang tersekap dan tentukan beratnya didalam air (B). Ukur suhu air untuk penyesuaian perhitungan kepada suhu standar (25°C).

c. Perhitungan

Berat jenis	$\frac{A}{B-C}$
Berat jenis kering - permukaan jenuh	$\frac{B}{B-C}$
Berat jenis semu	$\frac{A}{A-C}$
Penyerapan	$\frac{B-A}{0} \times 100\%$

Dimana :

A = berat benda uji kering oven (gr)

B = berat benda uji kering permukaan jenuh (gr)

C = berat benda uji kering permukaan jenuh di dalam air (gr)

3.5.3 Pemeriksaan Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Halus

Pemeriksaan ini dimaksudkan untuk menentukan berat jenis (bulk), berta jenis kering-permukaan jenuh (saturated surface dry = SSD), berat jenis semu (Apparent) dan penyerapan dari agregat halus.

- 1) Berat jenis (*Bulk Specific Gravity*) ialah perbandingan antara berat agregat kering dengan berat air suling yang isinya sama dengan isi agregat dalam keadaan jenuh.
- 2) Berat kering permukaan jenuh (SSD) ialah perbandingan antara berat agregat kering permukaan jenuh dengan berat air suling yang isinya sama dengan isi agregat dalam keadaan jenuh.

3) Berat jenis semu (Apparent Specific Gravity) ialah perbandingan antara berat agregat kering dan air suling yang isinya sama dengan isi agregat dalam keadaan kering.

4) Penyerapan (Absorpsi) ialah persentase berat air yang dapat diserap oleh pori terhadap berat agregat kering yang dinyatakan dalam persen.

a. Benda uji

Benda Uji adalah agregat yang lewat saringan No. 4 diperoleh dari alat pemisah contoh atau cara perempat sebanyak 1000 gram.

b. Langkah kerja

- Keringkan benda uji dalam oven pada suhu (110 ± 5) °C, sampai berat tetap. Yang dimaksud dengan berat tetap adalah berat benda uji selama 3 kali proses penimbangan dan pemanasan dalam oven dengan selang waktu 2 jam berturut-turut, tidak akan mengalami perubahan kadar air lebih besar dari pada 0,1%. Dinginkan pada suhu ruang, kemudian rendam dalam air selama (24 ± 4) jam.
- Buang air perendam hati-hati, jangan ada butiran yang hilang, tebarkan agregat diatas talam, keringkan diudara panas dengan cara membalik-balikkan benda uji. Lakukan pengeringan sampai tercapai keadaan kering-permukaan jenuh.
- Periksa keadaan kering permukaan jenuh dengan mengisikan benda uji kedalam kerucut terpancung, padatkan dengan batang penumbuk sebanyak 25 kali, angkat kerucut terpancung, keadaan kering-

permukaan jenuh tercapai bila benda uji runtuh akan tetapi masih dalam keadaan tercetak.

- Segera setelah tercapai keadaan kering-permukaan jenuh masukkan 500 gram benda uji kedalam piknometer. Masukkan air suling sampai mencapai 90% isi piknometer, putar sambil diguncang sampai tidak terlihat gelembung udara didalamnya. Untuk mempercepat proses ini dapat dipergunakan pompa hampa udara, tetapi harus diperhatikan jangan sampai ada air yang ikut terisap, dapat juga dilakukan dengan merebus piknometer.
- Rendam piknometer dalam air dan ukur suhu air untuk penyesuaian perhitungan kepada suhu standar 25°C.
- Tambahkan air sampai mencapai tanda batas.
- Timbang piknometer berisi air dan benda uji sampai ketelitian 0,1gr (C)
- Keluarkan benda uji, keringkan dalam oven dengan suhu (110±5)°C sampai berat tetap, kemudian dinginkan benda uji dalam desikator.
- Setelah benda uji dingin kemudian timbanglah (A).
- Tentukan berat piknometer berisi air penuh dan ukur suhu air guna penyesuaian dengan suhu standar 25°C.

c. Perhitungan

$$\begin{array}{l} \text{Berat jenis} \\ \text{Berat jenis kering-permukaan jenuh} \end{array} = \frac{A}{(B + 500 - C)} = \frac{500}{(B + 500 - C)}$$

$$\text{Berat jenis semu} = \frac{A}{(B + A - C)}$$

$$\text{Penyerapan} = \frac{(500 - A)}{A} \times 100\%$$

Dimana :

A = Berat benda uji kering oven (gram)

B = Berat piknometer berisi air (gram)

C = berat piknometer berisi benda uji dan air (gram)

500 = berat benda uji dalam keadaan kering permukaan jenuh (gram).

3.5.4 Pemeriksaan Keausan Agregat dengan Mesin *LosAngeles*

Pemeriksaan ini dimaksudkan untuk menentukan ketahanan agregat kasar terhadap keausan dengan menggunakan mesin Los Angeles. Keausan tersebut dinyatakan dengan perbandingan antara berat bahan aus lewat saringan No. 12 terhadap berat semula, dalam persen. Untuk mengetahui tingkat prosentase abrasi dari suatu agregat.

a. Benda uji

5000 gram agregat kasar, lolos saringan 3/4" tertahan saringan 1/2" sebanyak 2500 gram dan lolos saringan 1/2" tertahan 3/8" sebanyak 2500 gram.

b. Langkah kerja

- Bersihkan benda uji dan keringkan dalam oven (110 ± 5)°C sampai berat tetap.
- Benda uji dan bola baja dimasukkan ke dalam mesin Los Angeles. Putar mesin sampai 30 - 33 rpm sebanyak 500 putaran.
- Setelah selesai pemutaran, keluarkan benda uji dari mesin kemudian saring dengan saringan No. 12. Butiran yang tertahan di atasnya dicuci bersih, selanjutnya dikeringkan dalam oven dengan suhu (110 ± 5)°C sampai berat tetap. Kemudian timbang benda uji.

c. Perhitungan

$$\text{Keausan} = \frac{A-B}{A} \times 100 \%$$

Dimana :

A = berat benda uji awal (gram)

B = berat benda uji tertahan saringan No.12 (gram)

3.5.5 Pemeriksaan Bahan Pengikat (Aspal)

1. Pemeriksaan berat jenis aspal

Pemeriksaan ini dimaksudkan untuk menentukan berat jenis bitumen keras dan ter dengan piknometer. Berat jenis bitumen atau ter adalah perbandingan antara berat bitumen atau ter dan berat air suling dengan isi yang sama pada suhu tertentu.

a. Benda uji

- Panaskan contoh bitumen keras atau ter sejumlah 50 gr, sampai menjadi cair dan aduklah untuk mencegah pemanasan setempat. Pemanasan tidak boleh lebih dari 30 menit pada suhu 56°C diatas titik lembek.
- Tuangkan contoh tersebut kedalam piknometer yang telah kering hingga terisi $\frac{3}{4}$ bagian

b. Langkah kerja

- Isilah bejana dengan air suling sehingga diperkirakan bagian atas piknometer yang tidak terendam 40 mm. Kemudian rendam dan jepitlah bejana tersebut dalam bak perendam sehingga terendam sekurang-kurangnya 100 mm. Aturlah suhu bak perendam pada suhu 25°C.
- Bersihkan, keringkan dan timbanglah piknometer dengan ketelitian 1 mg (A)
- Angkatlah bejana dari bak perendam dan isilah piknometer dengan air suling kemudian tutuplah piknometer tanpa ditekan.
- Letakkan piknometer kedalam bejana dan tekanlah penutup sehingga rapat; kembalikan bejana berisi piknometer kedalam bak perendam. Diamkan bejana tersebut didalam bak perendam selama sekurang-kurangnya 30 menit, kemudian angkatlah piknometer dan keringkan dengan lap. Timbanglah piknometer dengan ketelitian 1 mg (B).
- Tuangkan benda uji tersebut kedalam piknometer yang telah kering hingga terisi $\frac{3}{4}$ bagian.
- Biarkan piknometer sampai dingin, waktu tidak kurang dari 40 menit dan timbanglah dengan penutupnya dengan ketelitian 1 mg (C).
- Isilah piknometer yang berisi benda uji dengan air suling dan tutuplah tanpa ditekan, diamkan agar gelembung-gelembung udara keluar.

- Angkatlah bejana dari bak perendam dan letakkan piknometer didalamnya dan kemudian tekanlah penutup hingga rapat. Masukkan dan diamkan bejana kedalam bak perendam selama sekurang-kurangnya 30 menit. Angkat, keringkan dan timbanglah piknometer.(D)

c. Perhitungan

$$\text{Berat jenis} = \frac{(C-A)}{(B-A)(D-C)}$$

Dimana :

A = berat piknometer kosong (gram)

B = berat piknometer berisi air suling (gram)

C= berat piknometer berisi aspal (gram)

D = berat piknometer berisi aspal dan air suling (gram)

2. Pemeriksaan penetrasi aspal sebelum dan sesudah kehilangan berat

Pemeriksaan penetrasi aspal bertujuan untuk memeriksa tingkat kekerasan aspal. Pemeriksaan dilakukan dengan memasukkan jarum penetrasi berdiameter 1 mm dengan menggunakan beban seberat 50 gram sehingga diperoleh beban gerak seberat 100 gram (berat jarum + beban) selama 5 detik pada temperature 25°C. Besarnya penetrasi diukur dan dinyatakan dalam angka yang merupakan kelipatan 0,1 mm.

a. Benda uji

- Panaskan bahan perlahan. Aduk hingga cukup air untuk dapat dituangkan. Aduk perlahan-lahan agar udara tidak masuk ke dalam contoh.
- Setelah benda uji mencair secara merata, tuang dalam tempat contoh dan diamkan hingga dingin. Buatlah 2 buah benda uji.
- Tutup benda uji agar bebas dari debu dan diamkan pada suhu ruang.

b. Langkah kerja

- Letakkan benda uji dalam tempat air yang kecil dan masukkan tempat air tersebut ke dalam bak perendam yang telah berada pada suhu yang ditentukan. Diamkan dalam bak tersebut selama 1 sampai 1,5 jam untuk benda uji dengan cawan berkapasitas 90 ml dan 1,5 sampai 2 jam untuk benda uji dengan cawan berkapasitas 175 ml.
- Periksa pemegang jarum agar jarum dapat dipasang dengan baik dan bersihkan jarum penetrasi dengan toluene atau pelarut lain. Kemudian, keringkan jarum tersebut dengan lap bersih dan pasang jarum pada pemegang jarum.
- Letakkan pemberat 50 gram diatas jarum untuk memperoleh beban sebesar $(100 \pm 0,1)$ gram.
- Pindahkan tempat air dari bak perendam ke bawah alat penetrasi.

- Turunkan jarum perlahan-lahan sehingga jarum tersebut menyentuh permukaan benda uji. Kemudian aturlah angka 0 di arloji penetrometer sehingga jarum penunjuk berimpit dengannya.
- Lepaskan pemegang jarum dan serentak jalankan stopwatch selama jangka waktu $(5 \pm 0,1)$ detik.
- Putarlah arloji penetrometer dan baca angka penetrasi yang berimpit dengan jarum penunjuk. Bulatkan hingga angka 0,1 mm yang terdekat.
- Lepaskan jarum dari pemegang jarum dan siapkan alat penetrasi untuk pekerjaan berikutnya.
- Lakukan pekerjaan diatas tidak kurang dari 3 kali untuk benda uji yang sama, dengan ketentuan setiap titik pemeriksaan dan tepi dinding berjarak lebih dari 1 cm.
- Untuk penetrasi setelah kehilangan berat sama seperti diatas tetapi sebelumnya benda uji didiamkan selama 1-1,5 jam harus dioven terlebih dahulu ± 5 jam.

c. Perhitungan

$$N_{\text{rata-rata}} = \frac{N1 + N2 + N3}{3}$$

$$Sx = \sqrt{\frac{(N1 - Nr)^2 + (N2 - Nr)^2}{(n - 1)}}$$

$$N_{\text{maks.}} = N_{\text{rata-rata}} + Sx$$

$$N_{\min.} = N_{\text{rata-rata}} - S_x$$

Dimana :

N = Nilai Pembacaan jarum penetrasi

Sx = Standar Deviasi

3. Pemeriksaan titik lembek aspal

Untuk memeriksa derajat lembek aspal pada saat bola baja dengan berat tertentu, mendesak turun satu lapisan aspal yang tertahan dalam cincin berukuran tertentu akibat dari pemanasan.

a. Benda uji

- Panaskan benda uji hingga cair merata. Pemanasan dan pengadukan dilakukan perlahan-lahan agar gelembung-gelembung udara tidak masuk. Tuangkan benda uji kedalam 2 buah cincin. Suhu pemanasan untuk ter < 56° C dan aspal < 111° C diatas titik lembeknya. Waktu pemanasan ter < 30 menit, sedangkan aspal < 2 jam.
- Panaskan 2 buah cincin sampai mencapai suhu tuang benda uji, letakkan 2 cincin diatas pelat kuningan yang telah diberi lapisan dari campuran talk dan sabun.
- Dinginkan, ratakan permukaan benda uji dalam cincin dengan pisau yang telah dipanaskan.

b. Langkah kerja

- Pasang dan atur kedua benda uji di atas kedua dudukannya dan letakkan pengarah bola di atasnya. Kemudian masukkan seluruh peralatan tersebut kedalam bejana gelas. Isi bejana dengan air suling baru, sehingga tinggi permukaan air berkisar antara 101,6-108 mm letakkan termometer yang sesuai untuk pekerjaan ini diantara kedua benda uji. Atur jarak antara permukaan pelat dasar dengan dasar benda uji sehingga menjadi 25,4 mm.
- Letakkan bola-bola baja diatas pada bagian tengah permukaan masing-masing benda uji dengan menggunakan penjepit dengan memasang kembali pengarah bola.
- Panaskan bejana sehingga kenaikan suhu menjadi 5°C/menit.
- Amati tiap kenaikan suhu dan waktu, sampai terjadi keadaan titik lembek, yaitu pada saat bola baja jatuh menyentuh plat dasar dari pengarah bola baja. Catat suhu dan waktunya.
- Untuk pemeriksaan titik lembek setelah kehilangan berat sama seperti diatas tetapi sebelumnya benda uji dioven terlebih dahulu, kemudian didiamkan.

c. Perhitungan

$$T_{\text{rata-rata}} = \frac{T_1 + T_2 + T_3 + T_4}{4}$$

$$S_x = \sqrt{\frac{(T_1 - T_r)^2 + (T_2 - T_r)^2}{(n - 1)}}$$

$$T_{\text{maks.}} = T_r + S_x$$

$$T_{\text{min.}} = T_r - S_x$$

Dimana :

T = Suhu pengamatan (°C)

Sx = Standar deviasi (°C)

4. Pemeriksaan titik nyala dan titik bakar

Pemeriksaan ini dimaksudkan untuk menentukan titik nyala dan titik bakar dari semua jenis hasil minyak bumi kecuali minyak bakar dan bahan lainnya yang mempunyai titik nyala open cup kurang dari 79°C.

a. Benda uji

- Benda uji adalah contoh aspal sebanyak ± 100 gram
- Panaskan contoh aspal antara 148,9°C sampai 176°C sampai cukup cair.
- Kemudian isi cawan Cleveland sampai garis dan hilangkan (pecahkan) gelembung udara yang ada pada permukaan cairan.

b. Langkah kerja

- Meletakkan cawan diatas pelat pemanas dan aturlah sumber pemanas sehingga terletak dibawah titik tengah cawan.

- Meletakkan nyala penguji dengan poros pada jarak 7,5 cm dari titik tengah cawan.
- Menempatkan termometer tegak lurus di dalam benda uji dengan jarak 6,4 mm diatas cawan dasar, dan terletak pada satu garis yang menghubungkan titik tengah cawan dan titik poros nyala penguji. Kemudian aturlah sehingga poros termometer terletak pada jarak $\frac{1}{4}$ diameter cawan dari tepi.
- Menempatkan penahan angin didepan nyala penguji.
- Menyalakan sumber pemanas dan aturlah pemanasan sehingga kenaikan suhu menjadi $(15 \pm 1)^{\circ}\text{C}$ per-menit sampai benda uji mencapai suhu 56°C di bawah titiknyala perkiraan.
- Kemudian mengatur kecepatan pemanasan 5°C sampai 6°C per-menit pada suhu antara 56°C dan 28°C di bawah titik nyala perkiraan.
- Menyalakan alat penguji dan aturlah agar diameter nyala penguji tersebut menjadi 3,2 sampai 4,8 mm
- Memutar nyala penguji sehingga sampai permukaan cawan (dari tepi ke tepi cawan) dalam waktu 1 detik. Ulangi pekerjaan tersebut setiap kenaikan 2°C .
- Melanjutkan pekerjaan f dan h sampai terlihat nyala singkat pada suatu titik diatas permukaan benda uji. Membaca suhu pada termometer dan catat.

- Melanjutkan pekerjaan i sampai terlihat nyala yang agak lama sekurang-kurangnya 5 detik di atas permukaan benda uji. Bacalah suhu pada termometer dan catat.

c. Perhitungan

$$TN_{rata-rata} = \frac{1}{2} (TN1 + TN2)$$

$$TB_{rata-rata} = \frac{1}{2} (TB1 + TB2)$$

$$SxTN = \sqrt{\frac{(TN1 - TNr)^2 + (TN2 - TNr)^2}{(n - 1)}}$$

$$SxTB = \sqrt{\frac{(TB1 - TBr)^2 + (TB2 - TBr)^2}{(n - 1)}}$$

$$TN_{maks.} = TNr + SxTN$$

$$TB_{maks.} = TBr + SxTB$$

$$TN_{min.} = TNr - SxTN$$

$$TB_{min.} = TBr - SxTB$$

Dimana :

TN = Suhu titik nyala (°C)

TB = Suhu titik bakar (°C)

Sx = Standar deviasi (°C)

5. Pemeriksaan daktilitas

Tujuan pemeriksaan ini untuk mengetahui sifat kohesi dalam aspal itu sendiri yaitu dengan mengukur jarak terpanjang yang dapat ditarik antara 2 cetakan yang berisi bitumen keras sebelum putus, pada suhu dan

kecepatan tarik tertentu. Aspal dicetak pada cetakan dan penarikan dilakukan dengan menggunakan alat sedemikian rupa sehingga contoh selalu terendam air.

a. Benda uji

- Lapisi semua bagian dalam sisi-sisi cetakan daktilitas dan bagian atas pelat dasar dengan campuran glycerin dan dextrin atau glycerin dan talk atau glycerin dan kaolin atau amalgam; kemudian pasanglah cetakan daktilitas diatas pelat dasar;
- panaskan contoh aspal sehingga cair dan dapat dituang; untuk menghindarkan pemanasan setempat, lakukan dengan hati-hati; pemanasan dilakukan sampai suhu antara 80°C-100°C di atas titik lembek; kemudian contoh disaring dengan saringan NO. 50 dan setelah diaduk, dituang dalam cetakan.
- Pada waktu mengisi cetakan, contoh dituang hati-hati dari ujung ke ujung hingga penuh berlebihan;
- Dinginkan cetakan pada suhu ruang selama 30 sampai 40 menit lalu pindahkan seluruhnya ke dalam bak perendam yang telah disiapkan pada suhu pemeriksaan selama 30 menit; kemudian ratakan contoh yang berlebihan dengan pisau atau spatula yang panas sehingga cetakan terisi penuh dan rata.

b. Langkah kerja

- Diamkan benda uji pada suhu 25°C dalam bak perendam selama 85 sampai 95 menit, kemudian lepaskan benda uji dari pelat dasar dan sisi-sisi cetakannya;
- Pasanglah benda uji pada alat mesin dan tariklah benda uji secara teratur dengan kecepatan 50 mm/menit sampai benda uji putus; perbedaan kecepatan atau kurang dari 5% masih diizinkan; bacalah jarak antara pemegang benda uji, pada saat benda uji putus (dalam sentimeter); selama percobaan berlangsung benda uji harus selalu terendam sekurang-kurangnya 25 mm dalam air dan suhu harus dipertahankan tetap ($25^{\circ}\text{C} \pm 0.5^{\circ}\text{C}$);
- Apabila benda uji menyentuh dasar mesin uji atau terapung pada permukaan air maka pengujian dianggap tidak normal; untuk menghindari hal semacam ini maka berat jenis air harus disesuaikan dengan berat jenis benda uji dengan menambah methyl alkohol atau glycerin, apabila pemeriksaan normal tidak berhasil setelah dilakukan 3 kali maka dilaporkan bahwa pengujian daktilitas bitumen tersebut gagal.

6. Pemeriksaan kelekatan agregat terhadap aspal

Untuk mengetahui daya lekat aspal terhadap agregat (batu) yang dinyatakan dalam persen untuk jumlah agregat tertentu dan volume aspal

tertentu. Prosentase kelekatan aspal pada jumlah agregat tertentu dan volume aspal tertentu.

a. Benda uji

- Benda uji adalah agregat yang lewat saringan 9,5 mm (3/8") dan tertahan pada saringan 6,3 mm (1/4") sebanyak kira-kira 100 gram;
- cucilah dengan air suling, keringkan pada suhu $140 \pm 5^{\circ}\text{C}$ hingga berat tidak berubah lagi (constant); simpan di dalam tempat yang tertutup rapat dan siap untuk diperiksa

b. Langkah kerja

- Masukkan 100 gram benda uji, ke dalam wadah;
- Isi aspal sebanyak $5,5 \pm 0,2$ gram yang telah dipanaskan pada suhu yang sesuai dengan (Tabel 3.1);
- Aduk aspal dan benda uji sampai merata dengan spatula selama 2 menit;
- Masukkan adukan beserta wadahnya dalam oven dengan suhu 60°C selama 2 jam, selama proses ini lubang angin pada oven harus dibuka;

Tabel 3.1 Suhu campuran aspal

Material	Temperatur
Aspal cair, grade 30 dan 70	Suhu Ruang
Aspal cair, grade 250	$35 \pm 2^{\circ}\text{C}$
Aspal cair, grade 800	$52 \pm 2^{\circ}\text{C}$
Aspal cair, grade 3000	$68 \pm 2^{\circ}\text{C}$

- Keluarkan adukan beserta wadahnya dari oven dan aduk lagi sampai dingin(suhu ruang) selanjutnya agar diperhatikan hal-hal sebagai

berikut:

- Penyelimutan terhadap agregat harus sempurna, tidak boleh adagelembung-gelembung udara;
- Bila keadaan tersebut tidak tercapai, kemudian panaskan adukantersebut sampai agregat diselimuti aspal dengan sempurna;
- Pindahkan adukan tersebut ke dalam tabung gelas kimia;
- Isi dengan air suling sebanyak 400 ml;
- Diamkan pada suhu ruang selama 16 sampai 18 jam;
- Ambil selaput aspal yang mengambang di permukaan air dengan tidakmengganggu agregat di dalam tabung;
- Dengan melihat dari atas menembus air, perkirakan prosentase luaspermukaan yang masih terselimuti aspal.

c. Perhitungan

$$K_{\text{rata-rata}} = \frac{K1 + K2 + K3 \dots + Kn}{n}$$

$$Sx = \sqrt{\frac{(K1 - Kr)^2 + (K2 - Kr)^2}{(n - 1)}}$$

$$K_{\text{maks.}} = N_{\text{rata-rata}} + Sx$$

$$K_{\text{min.}} = N_{\text{rata-rata}} - Sx$$

Dimana :

K = Posentase kelekatan aspal

Sx = Standar Deviasi

7. Pemeriksaan kehilangan berat aspal

Pemeriksaan dilakukan untuk mengetahui pengurangan berat akibat penguapan bahan-bahan yang mudah menguap dalam aspal. Penurunan berat yang besar menunjukkan banyaknya bahan-bahan yang hilang karena penguapan. Aspal tersebut akan cepat mengeras dan menjadi rapuh.

a. Benda uji

- Aduklah contoh minyak atau aspal serta panaskan bila perlu untuk mendapatkan campuran yang merata;
- Tuangkan contoh kira-kira $(50,0 \pm 0,5)$ gram ke dalam cawan dan setelah dingin timbanglah dengan ketelitian 0,01 gram (A);
- Benda uji yang diperiksa harus bebas air;
- Siapkan benda uji ganda (duplo)

b. Langkah kerja

- Letakkan benda uji di atas pinggan setelah oven mencapai suhu $(163^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C})$;
- Pasanglah termometer padaudukannya sehingga terletak pada tengah-tengah antara pinggir pinggan dan poros (sumbu) dengan ujung 6 mm di atas pinggang;

- Ambillah benda uji dari dalam oven setelah 5 jam sampai 5 jam 15 menit;
- Dinginkan benda uji pada suhu ruang, kemudian timbanglah dengan ketelitian 0,01 gram (B);
- Apabila hasil pemeriksaan tidak semuanya sama maka benda uji dengan hasil yang sama dikelompokkan untuk pemeriksaan ulang.

c. Perhitungan

Penurunan berat aspal dihitung dengan rumus :

$$\text{Penurunan berat} = \frac{(A-B)}{A} \times 100\%$$

Dimana :

A = berat benda uji sebelum dioven (gram)

B = berat benda uji setelah dioven (gram)

8. Pemeriksaan kelarutan aspal dalam *karbon tetraklorida*

Pemeriksaan dilakukan untuk menentukan jumlah bitumen yang larut dalam *karbon tetraklorida*. Jika semua bitumen yang diuji larut dalam CCl_4 , maka bitumen tersebut adalah murni. Disyaratkan bitumen yang digunakan untuk jalan mempunyai kemurnian > 99%.

a. Benda uji

Bitumen cair dipanaskan hingga mencapai suhu 150°C . Pemanasan bertujuan untuk memudahkan aspal melarut dalam CCL_4 . Bitumen diambil seberat 2 gram.

b. Langkah kerja

- Labu *Erlenmeyer* ditimbang.
- Benda uji dimasukkan ke dalam labu *Erlenmeyer* sekaligus ditimbang, seberat 2 gram. Kemudian didinginkan hingga suhunya sama dengan suhu ruangan.
- 100 ml karbon tetra klorida dituangkan ke dalam labu *Erlenmeyer*, sedikit demi sedikit hingga aspal terendam seluruhnya. Setelah itu, labu *Erlenmeyer* digoyangkan hingga bitumen larut.
- Kertas saring dioven terlebih dahulu kemudian ditimbang pada neraca *Ohaus*.
- Kertas saring dilipat hingga menyerupai corong, kemudian diletakkan di atas tabung penyaring.
- Larutan dari prosedur b dituangkan sedikit demi sedikit pada kertas saring yang telah dipersiapkan, hingga menetes ke dalam tabung penyaring.
- Setelah larutan habis, kertas saring dimasukkan ke dalam oven selama 20 menit pada 100°C hingga 125°C, kemudian ditimbang.

c. Perhitungan

$$\text{Kadar kelarutan} = \frac{(B - A) - (D - C)}{(B - A)} \times 100\%$$

Dimana :

A = Berat Tabung *Erlenmeyer* (gram)

B = Berat Tabung *Erlenmeyer* + Benda Uji (gram)

C = Berat Kertas Saring (gram)

D = Berat Kertas Saring + Endapan (gram)

3.6 Metode Rancangan Campuran AC-WC

3.6.1 Penentuan Proporsi Agregat

Proporsi agregat gabungan diperoleh dengan menggunakan metode coba-coba (*Trial and error*) dengan prinsip kerjanya sebagai berikut :

- a. Memahami batasan gradasi yang disyaratkan.
- b. Memasukkan data spesifikasi yang disyaratkan.
- c. Membuat variasi persentase dari masing-masing fraksi agregat yang menghasilkan jumlah 100%, yang nilainya terdapat dalam batas gradasi dan diusahakan nilai gabungannya mendekati nilai ideal.

3.6.2 Perkiraan Kadar Aspal

Dari hasil persentase agregat, maka yang dilakukan selanjutnya adalah menentukan kadar aspal rencana dan berat agregat yang akan digunakan untuk pembuatan benda uji.

Perkiraan awal kadar aspal rancangan dapat diperoleh dari rumus:

$$P_b = 0,035 (\%CA) + 0,045 (\%FA) + 0,18 (\%Filler) + \text{Konstanta}$$

Dimana :

Pb = Kadar aspal perkiraan/kadar aspal tengah (ideal), persen terhadap berat campuran

CA = (*Coarse Aggregate*) Persen agregat tertahan saringan No.8

FA = (*Fine Aggregate*) Persen agregat lolos saringan No.8 dan tertahan No.200

FF = (*Fine Filler*) lolos saringan No. 200

Nilai konstanta untuk AC-WC adalah 2-3

3.7 Pembuatan Benda Uji Untuk Penentuan Kadar Aspal Optimum (KAO)

Sebelum membuat benda uji, terlebih dahulu disiapkan agregat dan aspal sesuai jumlah benda uji yang akan dibuat. Dalam percobaan ini dibuat terlebih dahulu masing-masing 3 buah benda uji untuk kadar aspal yang berbeda untuk menentukan kadar aspal optimum.

Agregat dipanaskan sampai mencapai temperatur 150°C kemudian aspal panas (150°C) dimasukkan ke dalam tempat pencampuran untuk dicampur merata pada suhu pencampuran. Bersihkan mold benda uji serta bagian dasar telapak penumbuk dengan seksama dan panaskan sampai temperaturnya sekitar 90–150°C

Oleskan vaselin pada bagian dalam mold, letakkan kertas saring atau kertas isap pada dasar cetakan. Masukkan campuran beraspal ke dalam mold dan tusuk campuran dengan spatula yang telah dipanaskan. Jumlah penusukan

adalah 15 kali di sekeliling campuran dan 10 kali di bagian tengah campuran. Letakkan kertas saring atau kertas isap pada permukaan benda uji, dalam pengujian ini dilakukan dengan alat penumbuk elektrikal.

Langkah-langkah penumbuk benda uji secara elektrikal adalah sebagai berikut :

1. Angkat penumbuk sampai batas yang telah ditentukan pada alat agar dapat membuka pengunci mold.
2. Masukkan mold yang berisi campuran aspal, kemudian kunci mold dan turunkan kembali penumbuk keposisi semula.
3. Mengatur jumlah tumbukan sebanyak 75 kali, pastikan alat dalam keadaan hidup (dialiri arus listrik).
4. Keluarkan mold dan masukkan kembali dengan posisi terbalik, Pelat alas berikut leher sambung dilepas dari cetakan benda uji, kemudian cetakan yang berisi benda uji dibalikkan dan pasang kembali pelat alas berikut leher sambung pada cetakan yang dibalikkan tadi.
5. Tekan kembali tombol untuk memulai tumbukan sebanyak 75 kali.
6. Keluarkan mold, dinginkan kemudian keluarkan benda uji dari mold perlahan-lahan menggunakan ekstruder.
7. Letakan benda uji pada permukaan yang rata, beri tanda pengenal serta biarkan selama 24 jam pada suhu ruang.

3.8 Pembuatan Benda Uji Dengan Kadar Aspal Optimum (KAO)

Setelah mendapatkan hasil pengujian marshall, hasilnya digambarkan dalam grafik hubungan antara kadar aspal dengan parameter-parameter yang telah dihitung. Dari hasil kadar aspal optimum yang didapatkan maka dan dibuat lagi benda uji sesuai dengan variasi yang telah ditentukan.

3.9 Pengujian Perendaman Marshall

Setelah membuat benda uji, dilakukan perendaman benda uji sebelum melakukan pengujian dan analisis karakteristik campuran. Perendaman benda uji yang dilakukan adalah selama 30 menit dan 24 jam untuk mendapatkan nilai karakteristik campuran AC-WC

3.10 Uji Karakteristik AC-WC

Lakukan pengujian karakteristik campuran dengan cara sebagai berikut:

1. Bersihkan benda uji dari butiran-butiran halus yang lepas dengan menggunakan kuas
2. Ukur tinggi benda uji dengan ketelitian 0,004" (0,1 mm). Apabila tinggi benda uji kurang atau lebih dari persyaratan maka benda uji tersebut tidak boleh digunakan dan harus dibuat kembali benda uji baru yang ukurannya sesuai dengan persyaratan
3. Timbang benda uji kering, misal beratnya = A gram
4. Timbang benda uji dalam air, misal beratnya = B gram

5. Keringkan permukaan benda uji dengan majun (kain lap) sampai mencapai jenuh kering permukaan.
6. Timbang benda uji jenuh kering permukaan di udara, misal beratnya = C gram.
7. Hitung kepadatan mutlak sesuai dengan rumus yang diuraikan di bawah

$$\text{Kepadatan mutlak (gram/cm}^3\text{)} = \frac{A \times \gamma_w}{(C-B)}$$

Dimana:

A = masa benda uji di udara (gram)

B = masa benda uji dalam air (gram)

C = masa benda uji kering permukaan jenuh (gram)

γ_w = berat isi air (=1 gram/cm³)

8. Melakukan uji *marshall* untuk mendapatkan stabilitas dan *flow*. Untuk mendapatkan temperatur benda uji sesuai dengan temperatur terpanas di lapangan, maka sebelum dilakukan pemeriksaan benda uji dipanaskan terlebih dahulu selama 30 atau 40 menit dengan temperatur 60° C di dalam *water bath*.

Pengukuran dilakukan dengan menempatkan benda uji pada alat *Marshall*, dan beban diberikan kepada benda uji dengan kecepatan 2 inchi/menit. Beban pada saat terjadi keruntuhan dibaca pada arloji pengukur dari *proving ring*, deformasi yang terjadi pada saat itu merupakan nilai *flow* yang dapat dibaca pada *flow* meternya. Nilai stabilitas merupakan nilai arloji pengukur dikalikan dengan nilai kalibrasi

proving ring, dan dikoreksi dengan angka koreksi akibat variasi ketinggian benda uji.

3.11 Analisis Karakteristik Campuran Padat

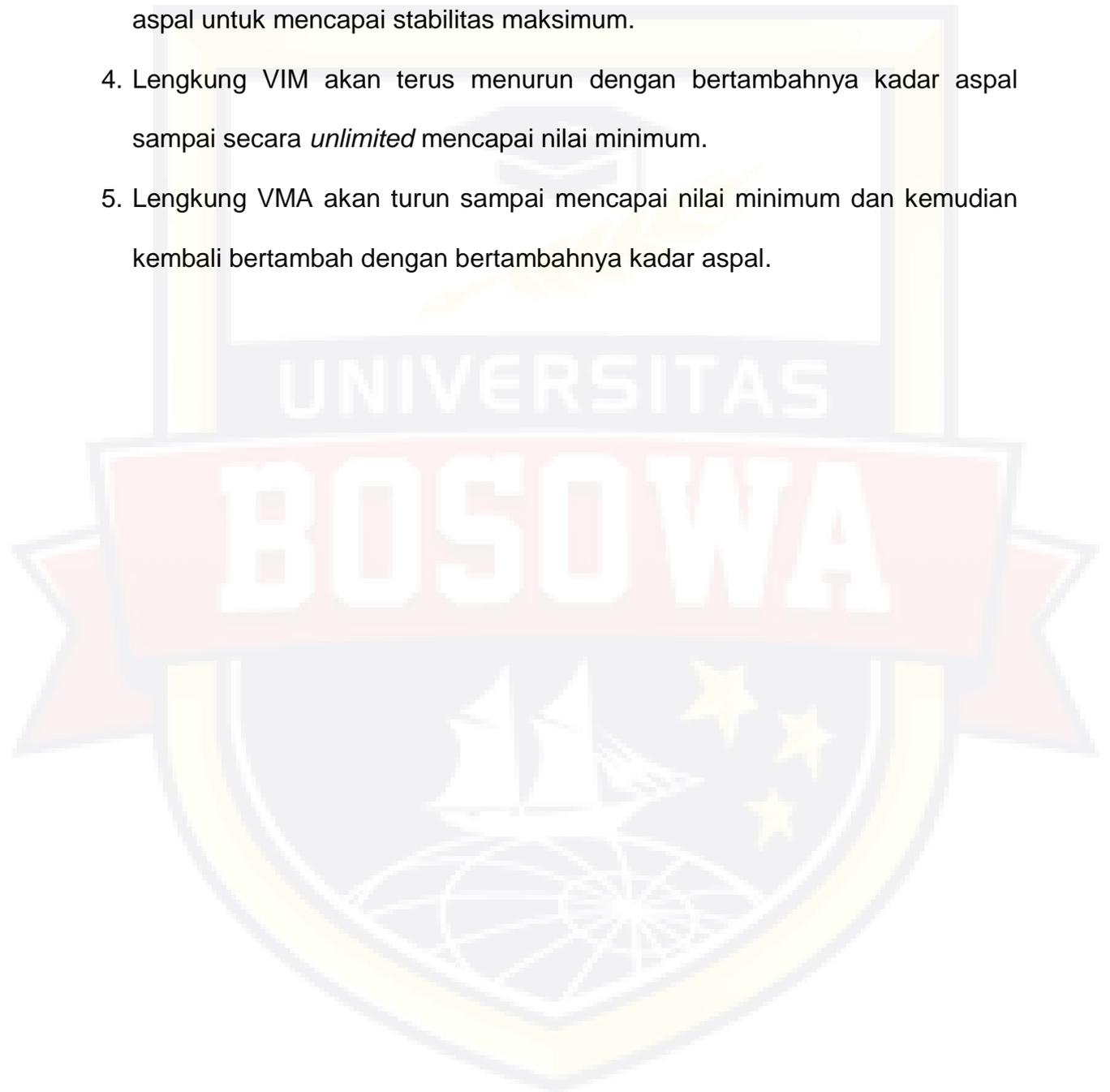
Setelah uji *Marshall* dilakukan, maka dilanjutkan dengan perhitungan untuk menentukan :

1. *Marshall Quotient*, adalah ratio antara nilai stabilitas dan kelelehan
2. Berat volume benda uji
3. Volume pori dalam benda uji (VIM)
4. Volume antara agregat dalam benda uji (VMA)
5. Volume antara agregat yang terisi oleh aspal (VFB)
6. Tebal selimut aspal

Untuk menggambarkan lengkung hubungan antara kadar aspal dan parameter *Marshall* diperlukan interpretasi data untuk nilai-nilai yang diperoleh dari pemeriksaan *Marshall*. Kecenderungan bentuk lengkung hubungan antara kadar aspal dan parameter *Marshall* adalah :

1. Stabilitas akan meningkat jika kadar aspal bertambah, sampai mencapai nilai maksimum, dan setelah itu stabilitas akan menurun.
2. Kelelehan (*flow*) akan terus meningkat dengan meningkatnya kadar aspal.

3. Lengkung berat volume identik dengan lengkung stabilitas, tetapi nilai maksimum tercapai pada kadar aspal yang sedikit lebih tinggi dari kadar aspal untuk mencapai stabilitas maksimum.
4. Lengkung VIM akan terus menurun dengan bertambahnya kadar aspal sampai secara *unlimited* mencapai nilai minimum.
5. Lengkung VMA akan turun sampai mencapai nilai minimum dan kemudian kembali bertambah dengan bertambahnya kadar aspal.



BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Penyajian Data

4.1.1. Hasil Pemeriksaan Karakteristik Agregat

Bahan agregat yang digunakan pada penelitian ini, terdiri dari agregat kasar dan halus dari bili - bili kabupaten Gowa dan bahan pengikat aspal minyak penetrasi 60/70. Hasil pemeriksaan karakteristik agregat sesuai dengan metode pengujian yang dipakai dan persyaratan spesifikasi Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Tahun 2018.

Berikut hasil pemeriksaan analisa saringan agregat kasar dan halus disajikan dalam table 4.1., 4.2., 4.3 sebagai berikut :

Tabel 4.1. Hasil Pemeriksaan Analisa Saringan Agregat Kasar Ukuran Butiran 1 – 2 cm (SNI ASTM C 136 : 2012)

ANALISA SARINGAN									
MATERIAL : 1 - 2									
NO SARINGAN	CONTOH 1 = 4000 Gram				RATA RATA % LEWAT	CONTOH 2 = 4000 Gram			
	BERAT					BERAT			
	TERTAHAN MASING2	BERAT TERTAHAN	% TERTAHAN	% LEWAT		TERTAHAN MASING2	BERAT TERTAHAN	% TERTAHAN	% LEWAT
50,8 (2")									
36,1 (1 1/2")									
25,1 (1")									
19,1 (3/4")									
12,7 (1/2")	3,264.00	3,264.00	81.60	18.40	17.83	3,310.00	3,310.00	82.75	17.25
9,52 (3/8")	84.00	3,348.00	83.70	16.30	15.70	86.00	3,396.00	84.90	15.10
No. 4	593.00	3,941.00	98.53	1.48	1.31	558.00	3,954.00	98.85	1.15
No. 8	59.00	4,000.00	100.00	0.00	-	46.00	4,000.00	100.00	0.00
No. 10									
No. 16									
No. 30									
No. 40									
No. 50									
No. 100									
No. 200									
Pan									

Sumber : Hasil Penelitian Laboratorium

Tabel 4.2. Hasil Pemeriksaan Analisa Saringan Agregat Kasar Ukuran Butiran 0,5 – 1 cm (SNI ASTM C 136 : 2012)

ANALISA SARINGAN									
MATERIAL : 0.5 - 1									
NO SARINGAN	CONTOH 1 = 2000 Gram				RATA RATA % LEWAT	CONTOH 2 = 2000 Gram			
	BERAT					BERAT			
	TERTAHAN	BERAT	%	%		TERTAHAN	BERAT	%	%
76,2 (3")									
63,5 (2 1/2")									
50,8 (2")									
36,1 (1 1/2")									
25,1 (1")									
19,1 (3/4")									
12,7 (1/2")	65.00	65.00	3.25	96.75	96.80	63.00	63.00	3.15	96.85
9,52 (3/8")	156.00	221.00	11.05	88.95	89.03	155.00	218.00	10.90	89.10
No. 4	1,411.00	1,632.00	81.60	18.40	18.40	1,414.00	1,632.00	81.60	18.40
No. 8	368.00	2,000.00	100.00	0.00	-	368.00	2,000.00	100.00	0.00
No. 10									
No. 16									
No. 30									
No. 40									
No. 50									
No. 100									
No. 200									
Pan									

Sumber : Hasil Penelitian Laboratorium

Tabel 4.3. Hasil Pemeriksaan Analisa Saringan Agregat Halus Ukuran Butiran Abu Batu (SNI ASTM C 136 : 2012)

ANALISA SARINGAN									
MATERIAL : ABU BATU									
NO SARINGAN	CONTOH 1 = 1000 Gram				RATA RATA % LEWAT	CONTOH 2 = 1000 Gram			
	BERAT					BERAT			
	TERTAHAN	BERAT	%	%		TERTAHAN	BERAT	%	%
	MASING2	TERTAHAN	TERTAHAN	LEWAT		MASING2	TERTAHAN	TERTAHAN	LEWAT
76,2 (3")									
63,5 (2 1/2")									
50,8 (2")									
36,1 (1 1/2")									
25,1 (1")									
19,1 (3/4")									
12,7 (1/2")									
9,52 (3/8")									
No. 4	74.00	74.00	7.40	92.60	92.55	75.00	75.00	7.50	92.50
No. 8	211.00	285.00	28.50	71.50	71.50	210.00	285.00	28.50	71.50
No. 10	50.00	335.00	33.50	66.50	66.45	51.00	336.00	33.60	66.40
No. 16	136.00	471.00	47.10	52.90	52.90	135.00	471.00	47.10	52.90
No. 30	123.00	594.00	59.40	40.60	40.55	124.00	595.00	59.50	40.50
No. 40	61.00	655.00	65.50	34.50	34.50	60.00	655.00	65.50	34.50
No. 50	43.00	698.00	69.80	30.20	30.30	41.00	696.00	69.60	30.40
No. 100	83.00	781.00	78.10	21.90	21.95	84.00	780.00	78.00	22.00
No. 200	78.00	859.00	85.90	14.10	14.10	79.00	859.00	85.90	14.10
Pan	141.00	1,000.00	100.00	0.00	-	141.00	1,000.00	100.00	0.00

Sumber : Hasil Penelitian Laboratorium

4.1.2. Hasil Pengujian Berat Jenis Agregat Kasar (Batu Pecah 1-2, 0,5-1 dan Abu Batu)

Metode Pengujian : SNI 1969-2008

Rumus:

- Berat Jenis (*Bulk Specific Gravity*) $= \frac{B_k}{B_j - B_a}$
- Berat jenis kering permukaan jenuh (*SSD*) $= \frac{B_j}{B_j - B_a}$
- Berat jenis semu (*Appernt Specific Gravity*) $= \frac{B_k}{B_k - B_a}$
- Penyerapan (*Absorption*) $= \frac{(B_j - B_k)}{B_k} \times 100\%$

Keterangan :

B_k = Berat benda kering oven

B_j = Berat benda uji kering permukaan jenuh (*SSD*)

B_a = Berat benda uji di dalam air

Pengujian agregat dilakukan untuk mengetahui sifat – sifat fisik atau karakteristik agregat kasar dan agregat halus, dapat dilihat pada Tabel 4.4, dimana agregat yang digunakan memenuhi persyaratan yang ditentukan dalam spesifikasi.

Tabel 4.4. Hasil Pengujian Berat Jenis Agregat Kasar Batu Pecah (Batu Gamping) 1- 2 , 0,5-1 dan Agregat Halus (Abu Batu)

No.	Pengujian	Persyaratan Spesfikasi		Hasil Pengujian Agregat
		Min.	Maks.	
Agregat Kasar (1-2)				
1.	Penyerapan (%)	-	3,0	1,360
2.	a. Berat jenis bulk	2,5	-	2,633
	b. Berat jenis SSD	2,5	-	2,669
	c. Berat jenis semu	2,5	-	2,731
3.	Abrasi (%)	-	40	26,788
4.	Partikel pipih dan Lonjong (%)		10	2,14%

Sumber : Hasil Penelitian Laboratorium

No.	Pengujian	Persyaratan Spesifikasi		Hasil Pengujian Agregat
		Min.	Maks.	
Agregat Kasar (0,5-1)				
1.	Penyerapan (%)	-	3,0	1.597
2.	a. Berat jenis bulk	2,5	-	2.596
	b. Berat jenis SSD	2,5	-	2,638
	c. Berat jenis semu	2,5	-	2.709
Agregat Halus (Abu Batu)				
1.	Penyerapan (%)	-	3,0	2,194
2.	a. Berat jenis bulk	2,5	-	2,545
	b. Berat jenis SSD	2,5	-	2,601
	c. Berat jenis semu	2,5	-	2,695

Sumber : Hasil Penelitian Laboratorium

Dari hasil pengujian sifat-sifat fisik atau karakteristik agregat kasar dan agregat halus yang di gunakan dalam campuran seperti terlihat pada tabe 4.4. menunjukkan bahwa agregat yang digunakan memenuhi persyaratan spesifikasi yang ditentukan Kementerian Pekerjaan Umum 2018.

Pengujian berat jenis agregat dilakukan pada setiap bagian agregat kasar dan agregat halus. Nilai - nilai berat jenis (*bullk*) yang di peroleh untuk agregat kasar (1-2) adalah 2,633, agregat kasar (0,5-1) adalah 2,596 dan agregat halus (abu batu) yaitu 2,545. Nilai ini memenuhi persyaratan berat jenis (*bullk specific gravity*) agregat kasar dan halus minumum 2,5 untuk uji penyerapan air nilai yang diperoleh untuk agregat kasar (1-2) adalah 1,360 %, agregat kasar (0,5-1) adalah 1,597 % dan agregat halus (abu batu) yaitu 2,194 % dapat memenuhi persyaratan spesifikasi agregat maksimum 3 %

Berat jenis yang kecil akan mempunyai volumen yang besar sehingga dengan berat yang sama akan membutuhkan aspal yang banyak. Agregat hendaknya sedikit berpori agar dapat meyelimuti agregat dengan baik dan tidak diresap kedalam pori agregat, sehingga terbentuklah ikatan mekanis antara film aspal dan butiran batu. Agregat berpori banyak akan menyerap aspal dan memerlukan waktu yang lama pengeringan yang lama serta temperatur yang lebih tinggi dibandingkan dengan agregat yang mempunyai penyerapan yang rendah.

4.1.3. Pengujian Keausan Agregat dengan Mesin Los Angeles Metode

Pengujian : SNI 2417-2008

Material : Agregat Kasar (1-2 dan 0,5-1)

Tanggal : 17 September 2017

Sumber : Kabupaten Gowa

Tabel 4.5. Hasil Pemeriksaan Keausan Agregat Kasar

Ukuran Saringan		Sampel	
Lolos	Tertahan	I	II
1 1/2"	1"	0	0
1"	3/4"	0	0
3/4"	1/2"	2500	2500
1/2"	3/8"	2500	2500

Sampel	I		II	
Berat Sebelum (w1)	5000	Gram	5000	Gram
Berat Setelah diayak No 12	4650	Gram	4550	Gram
Berat Kering Oven (w2)	350	Gram	450	Gram
Keausan = $(w1-w2)/w1 \times 100\%$	7	%	9	%
Total	8 %			

Sumber : Hasil Penelitian Laboratorium

Kekerasan dari agregat kasar diperoleh dengan pengujian abrasi diukur dengan mesin Abrasi Los Angeles lihat pada tabel 4.6. nilai yang diperoleh adalah 8%. Nilai ini memenuhi spesifikasi Kementerian

Pekerjaan Umum, Maksimum 40 %. Dari hasil pengujian dapat disimpulkan bahwa agregat kasar ini mempunyai keausan yang cukup kuat sehingga tidak mudah pecah selama pemadatan atau akibat pengaruh beban lalu lintas.

4.1.4. Hasil Pemeriksaan Karakteristik Aspal Minyak

Aspal minyak yang digunakan adalah aspal minyak penetrasi 60/70. Untuk mengetahui karakteristik aspal yang digunakan dalam campuran beraspal dilakukan pengujian fisik pada kondisi asli dan kondisi setelah kehilangan berat akibat pemanasan. Hasil pengujian tersebut diperlihatkan pada tabel 4.7. yang menunjukkan bahwa aspal yang digunakan dalam penelitian memenuhi spesifikasi yang disyaratkan.

Tabel 4.6. Hasil pengujian sifat fisik aspal minyak penetrasi 60/70

No.	Jenis Pengujian	Hasil Pengujian	Spesifikasi	Satuan
1.	Penetrasi pada 25 °C; 100 gr; 5 dtk	63,2	60-70	0,1 mm
2.	Titik lembek	49,0	46-54	°C
4.	Daktilitas pada 25 °C	>148.5	Min.100	cm
5.	Berat jenis	1,016	Min.1,0	-
6.	Kelarutan dalam C ₂ HCl ₃	99,422	Min.99	% berat

Sumber : Hasil Pengujian dan Spesifikasi Bina Marga 2018

Untuk mengetahui temperatur pencampuran dan pemadatan, dilakukan pengujian viskositas terhadap aspal. Pengujian viskositas dilakukan dengan alat *Saybolt Furol* pada temperatur 100°C dan 160°C Temperatur pencampuran ditentukan pada saat aspal mempunyai nilai

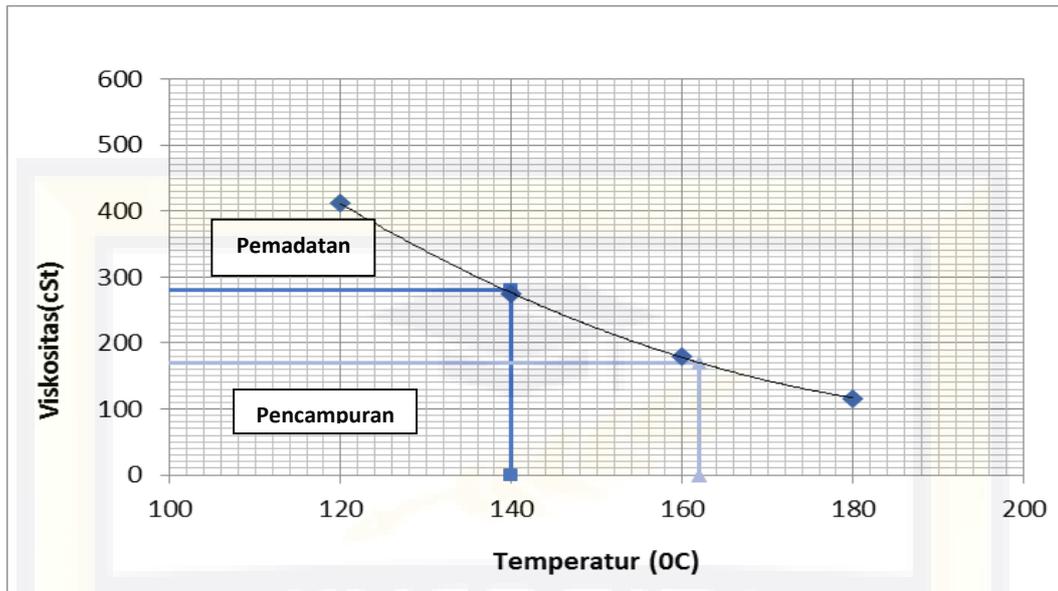
viskositas aspal sebesar 170 ± 20 cSt, sedangkan temperatur pemadatan ditentukan pada nilai viskositas aspal sebesar 280 ± 30 cSt.

Data diperoleh kemudian diplot dalam grafik semi logaritmik hubungan antara viskositas dan temperatur. Dari grafik ini kemudian ditentukan temperatur pencampuran dan pemadatan untuk kebutuhan pembuatan campuran beraspal. Temperatur pencampuran adalah temperatur pada viskositas 170 ± 20 cSt. Dari grafik tersebut hasil yang diperoleh untuk temperatur pencampuran adalah 160°C dan 140°C untuk temperatur pemadatan. Secara lengkap mengenai penentuan temperatur pemadatan dan pencampuran di lihat pada tabel 4.5 berikut :

Tabel 4.7. Hasil Pengujian Viskositas

Temperatur $^{\circ}\text{C}$	Waktu Detik	Viskositas (cSt)
120°C	208	412
140°C	127	274
160°C	88	180
180°C	56	116

Sumber : Hasil Pengujian dan Spesifikasi Bina Marga 2018



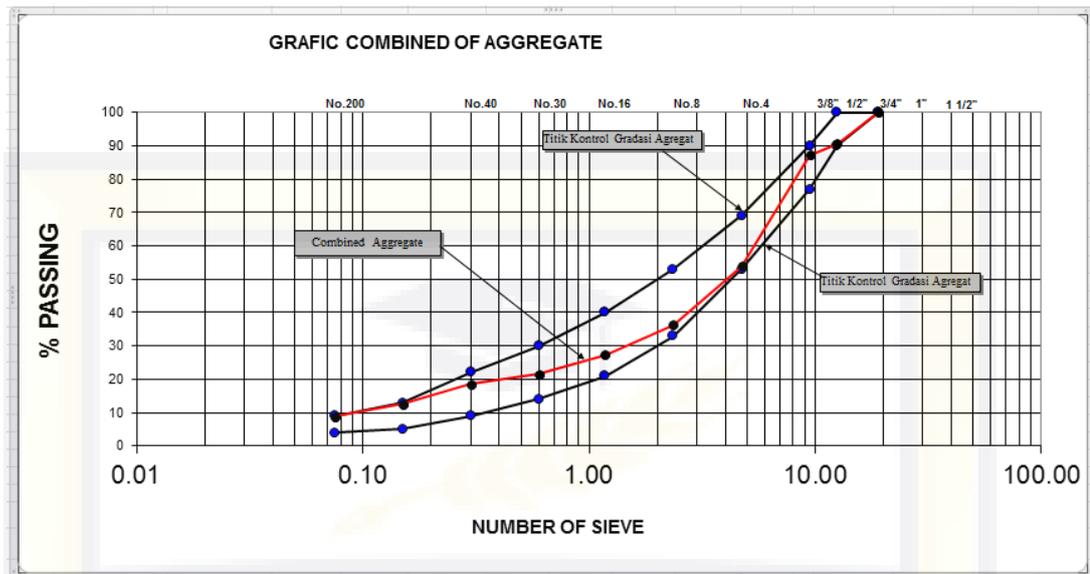
Gambar 4.1. Grafik hubungan antara viskositas dan temperatur

Sumber : Hasil Penelitian Laboratorium

➤ Tabel 4.8. Hasil Rancangan Campuran Aspal Panas AC-WC

ANALISA GABUNGAN AGREGAT		Penelitian Mahasiswa											
		Dites Oleh : Diperiksa Oleh :											
JENIS CAMPURAN	AC - WC												
PROYEK	Penelitian Mahasiswa												
Number of Sieve		1 1/2"	1"	3/4"	1/2"	3/8"	No. 4	No. 8	No. 16	No. 30	No. 40	No. 100	No. 200
		37,5	25	19,1	12,5	9,52	4,75	2,36	1,18	0,60	0,30	0,15	0,075
BATU PECAH 1 - 2	% PASS	100.00	100.00	100.00	18.40	16.30	1.48	-	-	-	-	-	-
10.00	% BATCH	10.00	10.00	10.00	1.84	1.63	0.15	-	-	-	-	-	-
BATU PECAH 0.5 -1	% PASS	100.00	100.00	100.00	96.75	88.95	18.40	-	-	-	-	-	-
40.00	% BATCH	40.00	40.00	40.00	38.70	35.58	7.36	-	-	-	-	-	-
ABU BATU	% PASS	100	100.00	100.00	100.00	100.00	92.60	71.50	52.90	40.60	34.50	21.90	14.10
48.00	% BATCH	48.00	48.00	48.00	48.00	48.00	44.45	34.32	25.39	19.49	16.56	10.51	6.77
FILLER SEMEN	%PASS	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
2.00	%BATCH	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00
Gabungan Agregat		100.00	100.00	100.00	90.54	87.21	53.96	36.32	27.39	21.49	18.56	12.51	8.77
Spesifikasi		100	100.00	100.00	90-100	77-90	53-69	33-53	21-40	14-30	9-22	6-15	4-9

Sumber: Hasil Analisis Data



Gambar 4.2. Grafik Gradasi Penggabungan Agregat AC-WC
(Spesifikasi Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Tahun 2018)

4.2. Pembuatan Benda Uji untuk Penentuan Kadar Aspal Optimum

4.2.1. Perkiraan Kadar Aspal Optimum Rencana (Pb)

- Penentuan kadar aspal untuk campuran aspal panas AC-WC

$$\begin{aligned}
 P_b &= 0.035 (\text{Ag. Kasar}) + 0.045 (\text{Ag. Halus}) + 0.18 (\text{Filler}) + K \\
 &= 0.035 (63.68) + 0.045 (27.55) + 0.18 (8.77) + 0,75 \\
 &= 5,05\% \longrightarrow 6\%
 \end{aligned}$$

Keterangan :

$$\begin{aligned}
 \text{Agregat Kasar} &= 3/4" - \# \text{ No. 4} & \text{Agregat Halus} &= \# \text{ No 8} - \# \text{ No 200} \\
 &= 100 - 63,68 & &= 63,68 - 8,77 \\
 &= 36,32 & &= 54,91
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Filler} &= \#200 \\
 &= 8,77
 \end{aligned}$$

Kadar aspal yang didapatkan adalah 6%, dengan mengambil dua kadar aspal dibawah dan dua kadar aspal diatas menggunakan interval 0.5% maka nilai tersebut adalah 5% ; 5,5% ; 6% ; 6,5%, 7%.

4.2.2. Penentuan Berat Agregat dan Aspal dalam Campuran

Setelah mendapatkan persentase masing-masing fraksi agregat dan aspal, maka ditentukan berat material untuk rancangan campuran dengan kapasitas *modal* yang ada.

Perhitungan untuk campuran aspal panas AC - WC dengan menggunakan aspal penetrasi 60/70 dapat dilihat pada lampiran.

Selanjutnya untuk berat aspal dan berat agregat pada masing-masing kadar aspal dapat dilihat sebagai berikut :

Tabel 4.13. Hasil Berat Aspal dan Agregat Pada Campuran Aspal Panas AC-WC

	5	5,5	6	6,5	7
1/2 = 9%	103,14	102,60	102,06	101,52	100,98
	209,64	209,1	208,56	208,02	207,48
3/8 = 3%	34,38	34,20	34,20	33,84	33,66
	244,02	243,3	242,58	241,86	241,14
4 = 33%	378,18	376,2	374,22	372,24	370,26
	622,20	619,5	616,8	614,19	611,40
L4 = 54%	607,38	604,2	601,02	597,84	594,66
	1229,58	1223,7	1217,82	1211,94	1206,06
Semen= 2%	22,92	22,80	22,68	22,56	22,44
	1252,5	1246,5	1240,5	1234,5	1228,5

Sumber: Hasil Analisis Data

4.2.3. Perhitungan Berat Jenis dan Penyerapan Campuran

Berdasarkan hasil pemeriksaan berat jenis dan penyerapan agregat serta berat jenis aspal diperoleh data sebagai berikut :

Tabel 4.17. Hasil Pemeriksaan Berat jenis Dan Penyerapan Agregat

Material	Berat jenis bulk	Berat jenis semu	Berat jenis efektif	Penyerapan
	A	b	$c = \frac{(a + b)}{2}$	
Batu Pecah 1 - 2	2,72	2,62	2,66	1,31
Batu Pecah 0,5 - 1	2,71	2,60	2,64	1,59
Abu batu	2,56	2,60	2,68	1,74
Aspal	1,016			

Sumber : Hasil Penelitian Laboratorium dan Spesifikasi 2018

- Untuk campuran aspal panas AC-WC

Bj. Bulk Agregat (G_{sb}) = 2,66 gram

Bj. Semu Agregat (G_{sa}) = 2,60 gram

Bj. Efektif Agregat (G_{se}) = $\frac{2,66 + 2,60}{2} = 2.63$ gram

Tabel 4.18. Berat jenis maksimum campuran AC-WC 0%

GMM CAMP. AC-WC 0% AsbL + 100% ASPAL PEN				
MATERIAL	: Campuran Aspal Panas (AC-WC)		TANGGAL	:
A	Nomor picnometer		I	II
B	Berat picnometer		1358.7 gram	1358.4 gram
C	Berat picnometer+air penuh		3552.4 gram	3553.0 gram
D	Berat picnometer+campuran		2539.3 gram	2539 gram
E	Berat campuran		1180.6 gram	1180.6 gram
F	Berat picnometer+campuran+air		4239.5 gram	4237.0 gram
G	Volume campuran		493.5 gram	496.6 gram
H	GMM		2.392 gram	2.377 gram
Rata-Rata			2.385 gram	

4.2.4. Data Uji Marshall untuk Penentuan Kadar Aspal Optimum

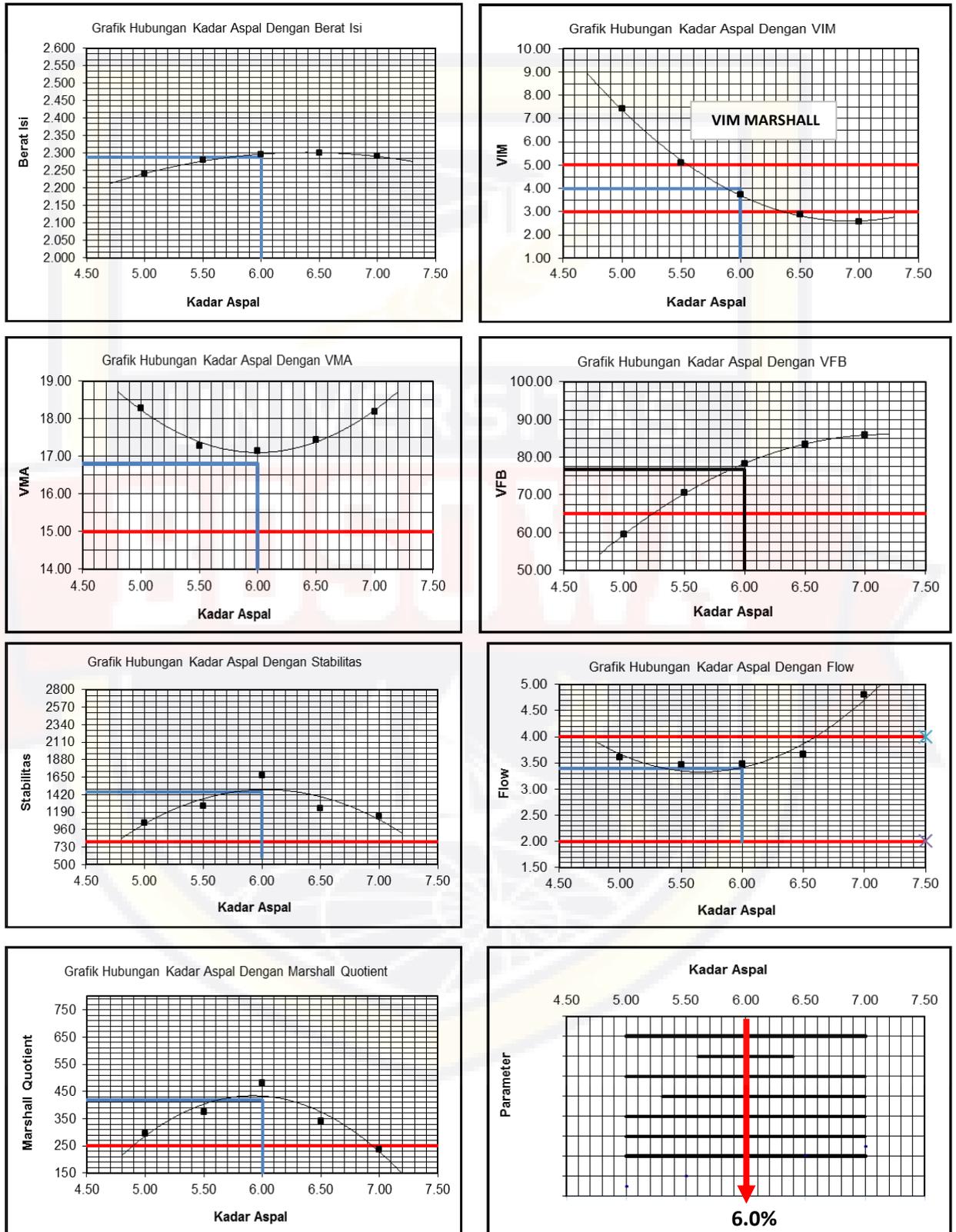
Untuk mendapatkan kadar aspal optimum (KAO) dilakukan pengujian pada campuran dengan metode Marshall yang selanjutnya akan digunakan untuk pengujian perendaman *marshall* atau IKS (Indeks Kekuatan Sisa). Ada 3 (tiga) jenis campuran yang akan digunakan dalam penelitian ini, antara lain campuran dengan atau tanpa penambahan zat addiktive 0%, 3%, dan 5% dengan Variasi suhu 120°C, 150°C dan 170°C

Variasi kadar aspal yang digunakan adalah 0% sampai 5% dengan interval 2% terhadap presentase total campuran. Pencampuran agregat dan aspal dilakukan pada temperatur sesuai dengan hasil viskositas dari aspal yang digunakan dalam penelitian ini, pencampuran dilakukan pada temperatur 140°C. Pemadatan temperatur menggunakan *Marshall* dan jumlah tumbukan sebanyak 2x75. Dari hasil pemadatan agregat dan aspal akan diperoleh briket *marshall* yang akan digunakan untuk mencari beberapa parameter antara lain berat isi (*density*, volume rongga dalam campuran (VIM), volume rongga dalam mineral agregat (VMA), dan rongga terisi aspal (VFB), stabilitas, kelelahan (flow) Marshall Quotient (MQ) dari hasil pengujian *Marshall*. Data dari pengujian *Marshall* untuk masing - masing campuran disajikan pada lampiran dan dirangkum pada tabel 4.15, 4.16.

Tabel 4.22. Hasil pengujian Marshall

Aspal Minyak 100%																	
No	% Aspal terhadap Agregat	% Aspal terhadap campuran	Berat Uji Benda			Isi Benda Uji	Berat Isi Benda	Brt Jenis Benda	% Rongga			Bacaan Arloji Stabilitas	Stabilitas		Kelelahan	Hasil bagi Marshall	Kadar Aspal Efektif
			Kering	Keadaan Jenuh	Dalam Air				diantara Aggr.	terhadap campuran	terisi aspal		tgd. Kalib. Prov Ring	Thd Krksi Benda Uji			
			(gram)	(gram)	(gram)				(%)	(%)	(%)		(mm)	(kg/mm)			
a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p	q	
I	1	4.50	1,141.20	1,186.60	650.30	536.30						215.00			3.30		
	2		1,177.80	1,187.30	638.20	549.10						207.00			3.50		
	3		1,180.10	1,186.80	666.60	520.20						397.00			3.20		
	Rata-rata		1,166.37	1,186.90	651.70	535.20	2.179	2.446	20.40	10.90	46.55	273.00	3,300.38	1,438.44	3.33	431.53	4.18
II	1	5.00	1,160.30	1,193.10	658.00	535.10						329.00			3.50		
	2		1,173.80	1,180.50	663.10	517.40						227.00			3.60		
	3		1,159.80	1,168.90	659.40	509.50						331.00			3.35		
	Rata-rata		1,164.63	1,180.83	660.17	520.67	2.237	2.429	18.73	7.90	57.83	295.67	3,574.40	1,622.78	3.48	465.87	4.69
III	1	5.50	1,166.70	1,181.40	660.00	521.40						322.00			3.30		
	2		1,166.70	1,173.40	659.00	514.40						361.00			3.60		
	3		1,171.40	1,174.30	663.00	511.30						239.00			3.80		
	Rata-rata		1,168.27	1,176.37	660.67	515.70	2.265	2.411	18.12	6.06	66.58	307.33	3,715.44	1,686.81	3.57	472.94	5.19
IV	1	6.00	1,156.50	1,166.40	678.00	488.40						268.00			3.90		
	2		1,164.50	1,171.10	661.40	509.70						298.00			3.80		
	3		1,160.60	1,182.20	665.60	516.60						241.00			3.80		
	Rata-rata		1,160.53	1,173.23	668.33	504.90	2.299	2.395	17.37	4.01	76.91	269.00	3,252.02	1,535.47	3.83	400.56	5.69
V	1	6.50	1,173.30	1,185.70	674.20	511.50						228.00			3.80		
	2		1,169.80	1,173.20	681.60	491.60						312.00			3.90		
	3		1,154.10	1,178.00	673.50	504.50						223.00			4.30		
	Rata-rata		1,165.73	1,178.97	676.43	502.53	2.320	2.378	17.05	2.45	85.65	254.33	3,074.71	1,451.76	4.00	362.94	6.19
	Bj Bulk Agg	2.593	BJ Aspal	1.0326					BJ Eff Agrr **)	2.615		Gmm	2.411		Absorpsi Aspal	0.330	

Gambar 4.6. Grafik Berat Isi, VIM,VMA,VFB,Stabilitas,Flow,MQ dan KA



4.2.5. Pengujian Karakteristik Aspal

Pembuatan campuran beraspal didasarkan pada gradasi agregate campuran yang dipilih, yaitu gradasi ideal campuran No. IV Lapis Beton Aspal oleh Bina Marga. Penentuan Kadar BM Optimum (KBO) dari campuran BMA dilakukan dengan memvariasikan kadar BM dari 9% - 13% dengan tingkatan kenaikan 1%. Untuk campuran Lapis Beton Aspal, Kadar Aspal Minyak Optimum (KAO) ditentukan dengan memvariasikan kadar aspal minyak dari 5% - 7% dengan tingkat kenaikan 0,5%. Beberapa Parameter campuran untuk dipenuhi dalam penentuan KAO adalah Stabilitas, Marshall Quetient (MQ), rongga udara dalam campuran (VIM) dan rongga udara dalam agregat (VMA).

Penentuan Kadar Aspal Optimum (KAO)

$$P = 0.035 a + 0.045 b + K c + F$$

Dimana :

P : Kadar Aspal tengah/ideal, % terhadap berat campuran

a : % agregat tertahan saringan No. 8

b : % aggregate lolos saringan No. 8 dan tertahan Saringan No. 200

c : % aggregate lolos saringan No. 200

K : 0.15 untuk 11 – 15% lolos saringan No. 200, 0.18 untuk 6 – 10%
lolos saringan No. 200, 0.20 untuk $\leq 5\%$ lolos saringan No. 200

F : 0 – 2% berdasarkan nilai absorbs dari aggregate 0.7% jika tidak tersedia data.

Tabel 4.1. Hasil Pengujian Aspal

No. Urut	Pengujian	Metode	Contoh Nomor		Hasil Rata-rata	Satuan
			1	2		
1	Penetrasi pada 25°C	SNI. 2456-2011	64,6	64,8	64,7	0,1 mm
2	Viskositas Dinamis 60°C	SNI.06-6441-2000	-	-	-	Pa.s
3	Viskositas Kinematis 135°C cst	SNI.06-6441-2000	327	327	327	cst
4	Titik Lembek	SNI.2434-2011	50	50	50	°C
5	Daktilitas pada 25°C	SNI.2432-2011	150	150	150	Cm
6	Titik Nyala	SNI.2433-2011	250,1 0	248,3 0	249,20	°C
7	Kelarutan dalam Trichloroethylene (CHCI)	SNI.06-2438-1991	99,27	99,24	99,26	%
8	Berat Jenis	SNI.2441-2011	1.032 4	1.032 9	1.0326	-
9	Berat Yang Hilang	SNI.06-2440-1991	0,25	0,27	0,26	%
10	Penetrasi Setelah kehilangan Berat	SNI.2456-2011	84,52	83,95	84,24	%
11	Daktilitas setelah kehilangan Berat	SNI.2432-2011	145	147	146.0	Cm

4.2.6 Anti Stripping Agent

Anti Stripping Agent merupakan suatu zat aditif yang dapat merubah sifat aspal dan agregat, meningkatkan daya lekat dan ikatan, serta mengurangi efek negatif dari air dan kelembaban sehingga menghasilkan permukaan berdaya lekat tinggi. Hal ini akan mengurangi terjadinya pelepasan butiran pada aspal. Menurut Spesifikasi Umum 2010 (revisi 2) Aditif kelekatan dan anti pengelupasan (anti striping agent) harus ditambahkan dalam bentuk cairan kedalam campuran agregat dengan menggunakan pompa penakar (dozing pump) pada saat proses

pencampuran basah di pugmil. Kuantitas pemakaian aditif anti stripping dalam rentang 0,2 % - 0,3 % terhadap berat aspal. Anti stripping harus digunakan untuk semua jenis aspal tetapi tidak boleh tidak digunakan pada aspal modifikasi yang bermuatan positif. Jenis aditif yang digunakan haruslah yang disetujui Direksi Pekerjaan. Namun pada revisi I spesifikasi Umum Bina Marga 2010, Kuantitas pemakaian anti stripping agent dalam rentang 0,20 % - 0,40 % dari berat aspal.

4.2.7. Karakteristik Volumetrik Campuran

Volumetrik campuran sangat berpengaruh terhadap sifat campuran beraspal. Analisis volumetrik yang dilakukan meliputi VIM, VMA, dan VFB. Parameter ini juga berkaitan dengan nilai kepadatan/berat isi (density). Variasi dalam penggunaan aspal pada campuran sangat dominan dalam menentukan parameter volumetrik dari campuran, variasi ini juga merupakan salah satu faktor yang dapat mempengaruhi sifat campuran beraspal diantaranya stabilitas, kekakuan dan durabilitas.

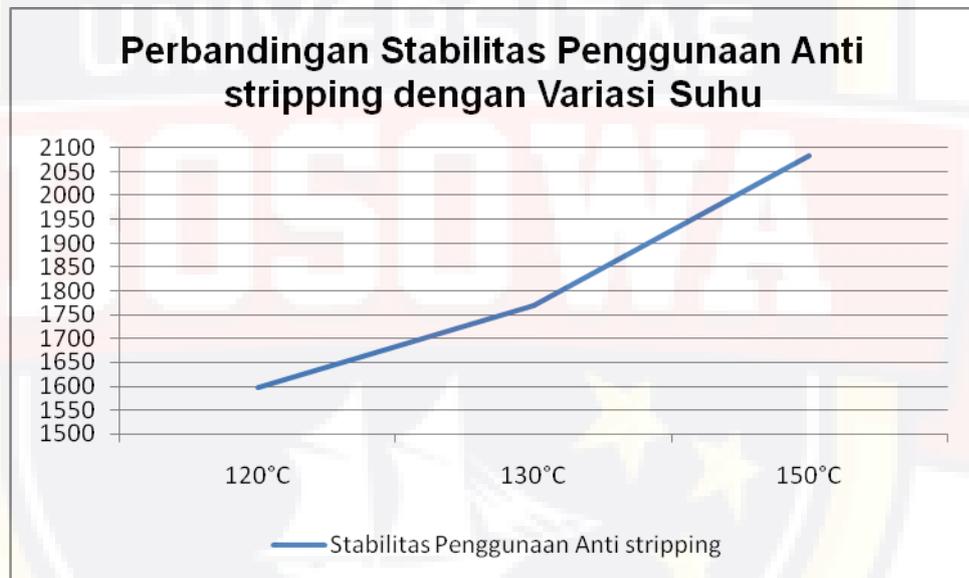
Campuran dengan menggunakan prosentase penambahan anti stripping agent yang berbeda akan memberikan nilai yang berbeda dalam perencanaan campuran. Analisis terhadap karakteristik volumetrik campuran sebagai berikut :

1. Stabilitas Penggunaan Anti Stripping Agent.

Stabilitas adalah kemampuan lapis perkerasan menerima beban lalu lintas tanpa terjadi perubahan bentuk tetap seperti gelombang

(deformasi permanen), alur ataupun bleeding (keluarnya aspal ke permukaan). Stabilitas campuran meningkat seiring dengan meningkatnya kadar aspal, hingga mencapai nilai maksimum dan setelah itu nilainya akan turun, tetapi masing – masing jenis variasi aspal memberikan perilaku yang berbeda.

2. Nilai hubungan Stabilitas Anti Stripping Agent dengan variasi suhu campuran pada kadar aspal yang ditinjau, diperlihatkan pada Gambar 4.14.



Gambar 4.14. Grafik Stabilitas Anti Stripping Agent dengan variasi suhu campuran

Dari Gambar 4.14, terlihat stabilitas campuran setelah penambahan anti stripping agent, mempunyai stabilitas yang lebih tinggi terhadap kadar aspal yang kecil dari campuran yang mendapatkan penambahan dengan proporsi 0%, 3% dan 5%. Seiring dengan bertambahnya variasi suhu campuran maka stabilitas campuran tanpa anti stripping agent akan menjadi rendah dari campuran yang mendapatkan penambahan dengan

proporsi 0%, 3% dan 5%. Hal ini disebabkan karena anti stripping agent di dalamnya belum di tambahkan, sehingga campuran yang mengandung anti stripping akan memiliki kepadatan yang tinggi seiring dengan pembahan variasi suhu campuran. Jadi semakin tinggi kadar anti stripping agent yang ditambahkan ke dalam kadar aspal dengan variasi suhu campuran menyebabkan makin menurunnya tingkat pengelupasan pada permukaan aspal.

Berdasarkan hasil uji Marshall didapatkan Kadar Aspal Optimum (KAO) pada variasi campuran AC-WC 0%, 3% dan 5%. Dan diperoleh nilai kepadatan campuran yang disajikan pada Tabel 4.28.

Tabel 4.27 Nilai kepadatan pada kadar aspal optimum (KAO)

Proporsi Anti Stripping Agent	Kadar Aspal Optimum (KAO)	Stabilitas
0%	6,0	1.596
3%	6,0	1.768
5%	6,0	2.084

4.2.8. Pengujian Karakteristik Agregat

Data hasil pengujian agregat kasar dan halus diperlihatkan pada

tabel berikut ini :

Tabel 4.2. Data hasil penelitian agregat

Material Split 1 - 2

SARINGAN	BERAT TERTAHAN	JUMLAH BERAT TERTAHAN	JUMLAH PERSEN	
			TERTAHAN	LEWAT
19,1 (3/4)			0,00	100,00
12,7 (1/2)	3.264,00	3.264,00	81,60	18,40
9,52 (3/8)	84,00	3.348,00	83,70	16,30
No. 4	593,00	3.941,00	98,53	1,48
No. 8	59,00	4.000,00	100,00	0,00

Tabel 4.3. Data hasil penelitian agregat

Material Split 0,5 - 1

SARINGAN	BERAT TERTAHAN	JUMLAH BERAT TERTAHAN	JUMLAH PERSEN	
			TERTAHAN	LEWAT
19,1 (3/4)			0,00	100,00
12,7 (1/2)	65,00	65,00	3,25	96,75
9,52 (3/8)	156,00	221,00	11,05	88,95
No. 4	1.411,00	1.632,00	81,60	18,40
No. 8	368,00	2.000,00	100,00	0,00

Sumber : Hasil Pengujian

Tabel 4.4. Data hasil penelitian agregat

Material Abu Batu

SARINGAN	BERAT TERTAHAN	JUMLAH BERAT TERTAHAN	JUMLAH PERSEN	
			TERTAHAN	LEWAT
9,52 (3/8)			0,00	100,00
No. 4	74,00	74,00	7,40	92,60
No. 8	211,00	285,00	28,50	71,50
No. 10	50,00	335,00	33,50	66,50
No. 16	136,00	471,00	47,10	52,90
No. 30	123,00	594,00	59,40	40,60
No. 40	61,00	655,00	65,50	34,50
No. 50	43,00	698,00	69,80	30,20
No. 100	83,00	781,00	78,90	21,90
No. 200	78,00	859,00	85,90	14,10
PAN	141,00	1.000,00	100,00	0,00

Sumber : Hasil Pengujian

Dari hasil uji karakteristik agregat di atas, menunjukkan bahwa pada umumnya agregat yang digunakan memenuhi syarat standar ASTM. Pengujian sifat-sifat bahan senantiasa mengikuti metode pengujian bahan yang selalu digunakan. Berdasarkan AASTHO (1998), bahwa hasil pengujian sifat bahan harus memenuhi spesifikasi sebagai bahan campuran beraspal.

4.2.9. Pengujian Karakteristik Semen Portland Pengganti Filler

Semen Portland dibuat dari batu kapur (limestone) dan mineral yang lainnya, dicampur dan dibakar dalam sebuah alat pembakaran dan sesudah itu didapat bahan material yang berupa bubuk. Bubuk tersebut akan mengeras dan terjadi ikatan yang kuat karena suatu reaksi kimia ketika

dicampur dengan air (Putrowijoyo, 2006). Komposisi senyawa kimia dari semen portland adalah sebagai berikut dalam Tabel.

Tabel Komposisi Semen Portland

No	Oksidasi	Lambang	Kode	Presetase
1	Calcuim Oxide	CaO	C	60-65
2	Magnesium Oxide	MgO	M	0-5
3	Aluminium Oxide	Al ₂ O ₃	A	4-8
4	Ferrie Oxide	Fe ₂ O ₃	F	2-5
5	Sillicon Oxide	SiO ₂	S	20-24
6	Sulfur Oxide	SI ₃	S	1-3

4.2.10. Pembuatan Benda Uji

Pembuatan benda uji berupa briket dilakukan dengan beberapa tahap dimana tahap awal adalah menentukan Kadar Aspal Optimum (KAO) yang setelah penelitian ditetapkan KAO 6% yang memenuhi syarat sebagai standar pengujian.

Setelah mendapatkan KAO 6% kemudian dikombain dengan menggunakan zat Addictive 0%, 3% dan 5% dengan variasi suhu 120°C, 150°C dan 170°C, dimana sebanyak 45 (empat puluh lima) benda uji melalui proses perendaman 24 jam, timbang kering, basah, jenuh dan uji marshall.

4.2.11. Pembuatan Benda Uji Menggunakan Bahan Tambahan dengan Variasi Prosentasi 0%, 3% dan 5% dari Berat Aspal dan Variasi Suhu 120°C, 150°C dan 170°C

Pembuatan benda uji dengan menggunakan bahan tambah (Anti Striping) dilakukan dengan menentukan Kadar Aspal Optimum (KAO) yang setelah penelitian ditetapkan KAO 6% yang memenuhi syarat sebagai standar pengujian kemudian dikombain dengan menggunakan bahan tambah (Anti Striping Agent).

Table Parameter Penggunaan Zat Additive

Parameter Marshall	DERBO (ZAT ADDITIVE)		
	0%	3%	5%
Density	2.298	2.306	2.310
Stability	1596	1768	2084
Air Void	3.94	3.86	3.78
VMA	17.36	17.28	17.18
VFB	77.0	77.6	78.0
FLOW	3.84	3.56	3.45
MQ	418	496	603

Tabel 4.6

Parameter Marshall	Variasi Suhu		
	120°C	150°C	170°C
Density	2.296	2.309	2.314
Stabilitas	1.591,35	1.613,28	1.832,29
Air Void	4,12	3,56	3,39
VMA	17,46	16,98	16,84
VFB	763,41	79,02	79,85
Flow	3,30	3,50	3,65
MQ	482,23	460,94	502

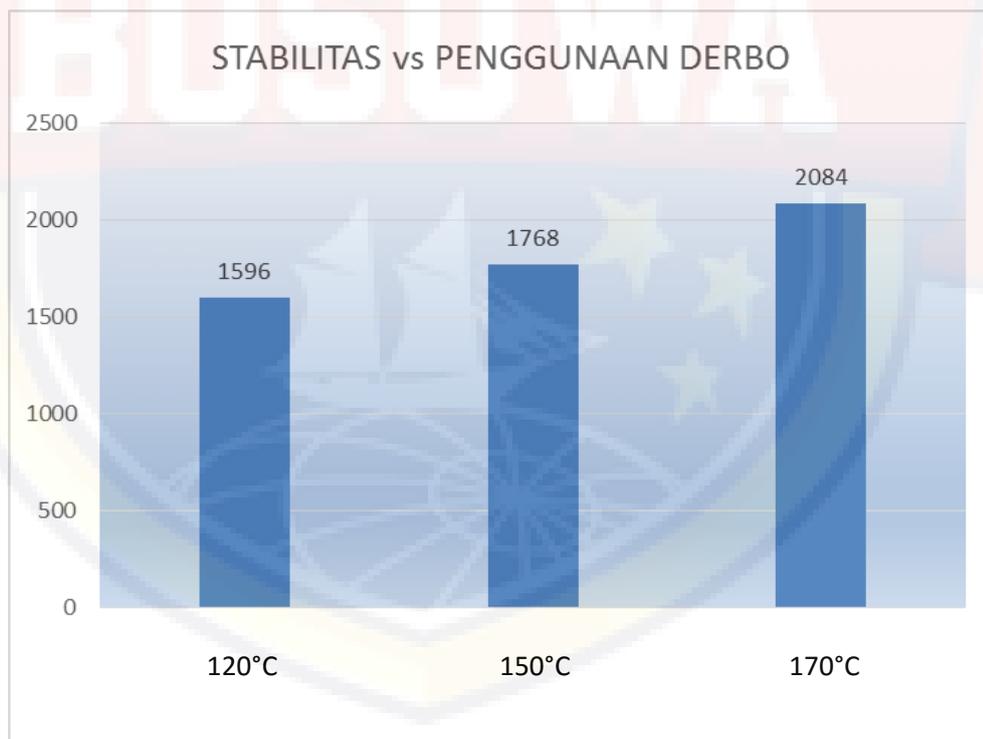
Tabel 4.7

Parameter Marshall	Variasi Suhu		
	120°C	150°C	170°C
Density	2.301	2.312	2.318
Stabilitas	1.599,32	1.619,12	1.883,67
Air Void	3,93	3,48	3,20
VMA	17,30	16,91	16,67
VFB	77,27	79,43	80,79
Flow	3,21	3,41	3,56
MQ	497,72	475,26	528,63

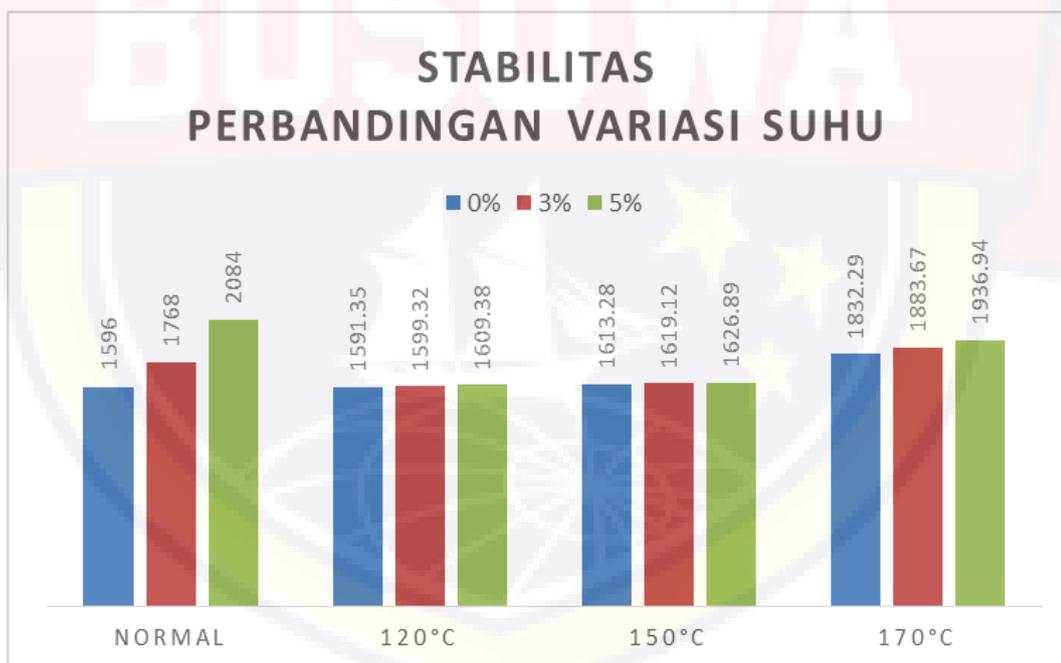
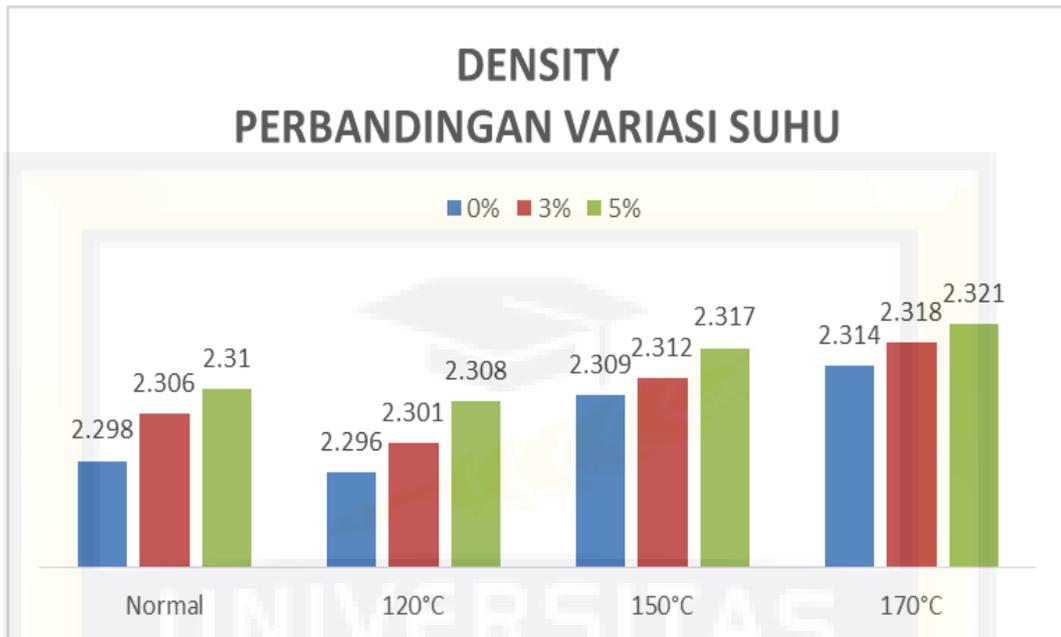
Tabel 4.8

Parameter Marshall	Variasi Suhu		
	120°C	150°C	170°C
Density	2.308	2.317	2.321
Stabilitas	1.609,38	1.626,89	1.936,94
Air Void	3,61	3,26	3,10
VMA	17,82	16,72	16,58
VFB	78,80	80,52	81,33
Flow	3,16	3,32	3,42
MQ	509,39	490,03	565,81

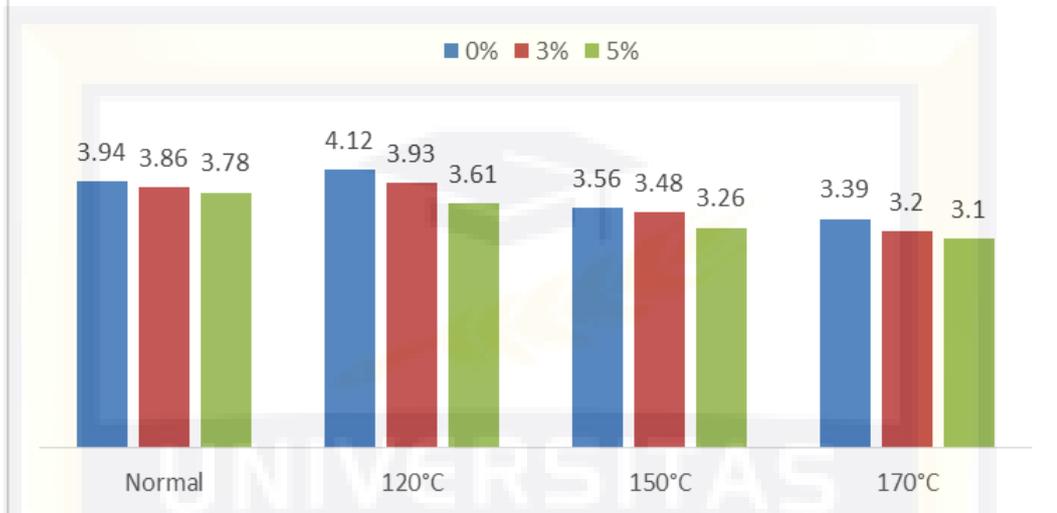
Data Hasil Pengujian Menggunakan Zat Additive



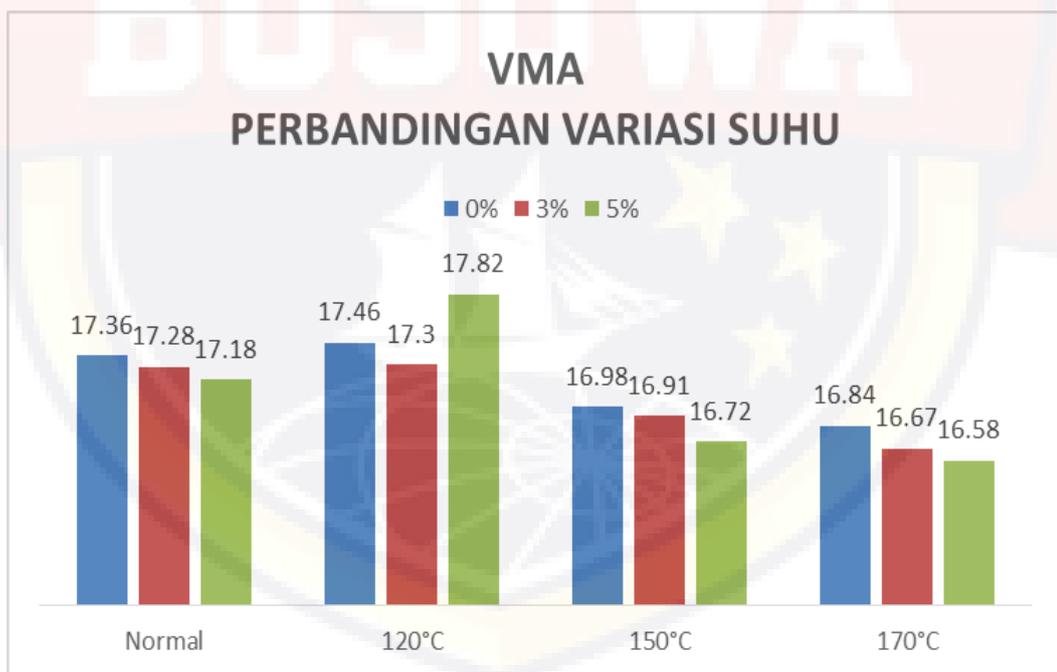
Grafik : Hasil Aspal Minyak + Adiktve dengan variasi suhu 120°C, 150°C dan 170°C



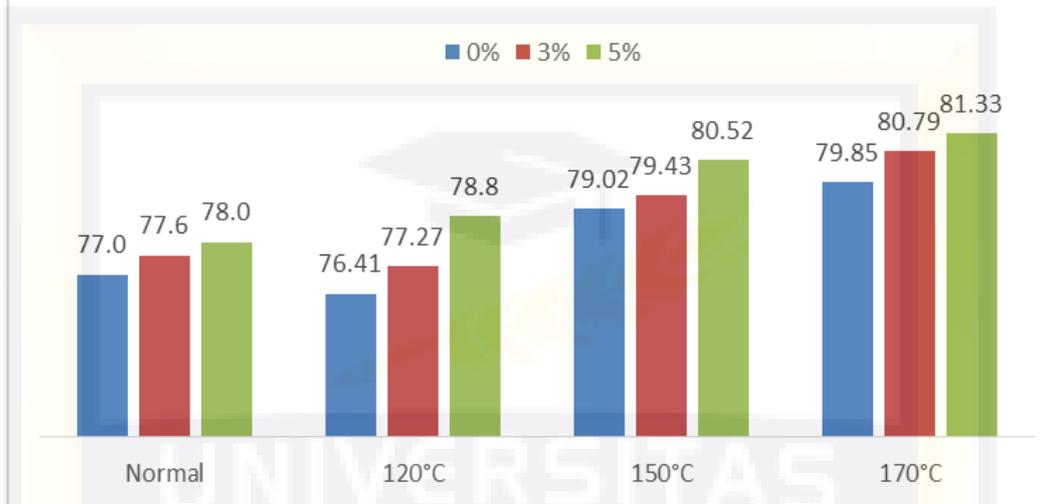
AIR VOID PERBANDINGAN VARIASI SUHU



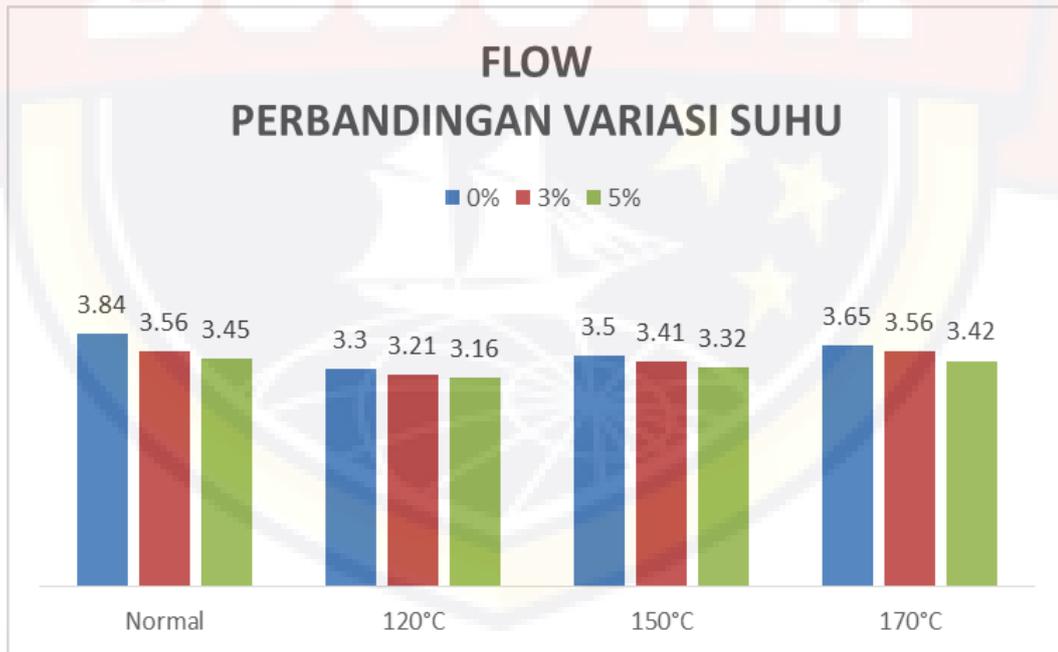
VMA PERBANDINGAN VARIASI SUHU

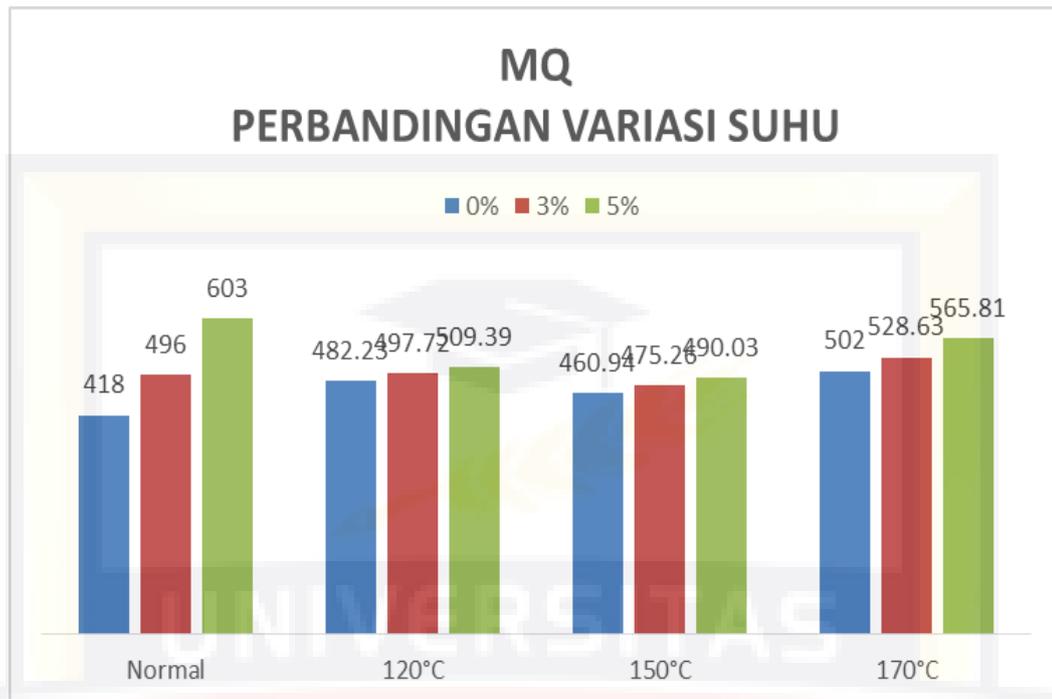


VFB PERBANDINGAN VARIASI SUHU



FLOW PERBANDINGAN VARIASI SUHU





Kondisi lapis permukaan suatu ruas jalan dengan menggunakan perkerasan lentur. memiliki masalah dalam kerusakannya, yang menjadi penyebab utamanya adalah kualitas bahan pendukungnya antara lain aspal dan agregat. Kerusakan akan cepat terjadi jika perkerasan tersebut mengalami pembebanan secara berlebihan dan pengaruh lingkungan, salah satunya temperatur yang relatif tinggi. Salah satu cara dalam mengatasi kerusakan jalan yang terjadi lebih awal adalah dengan memperbaiki kinerja campuran yaitu memodifikasi dengan cara menggunakan bahan tambah. Dengan nilai penetrasi yang rendah dan temperatur di indonesia yang cukup tinggi. Anti Stripping Agent (Adiktive) cocok digunakan sebagai bahan tambah anti pengelupasan pada permukaan aspal. Penelitian menunjukkan dengan penambahan anti stripping agent dalam campuran mempunyai kecendrungan memperbaiki

kinerja lapis perkerasan jalan terhadap pembebanan. Dimana tujuan penelitian ini adalah mengetahui komposisi variasi campuran dengan penggunaan suhu 120°C, 150°C dan 170°C dengan komposisi anti stripping agent 0%, 3% dan 5% terhadap nilai stabilitas aspal.



BAB V

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

5.1. Kesimpulan

Kesimpulan Berdasarkan hasil penelitian dan pengamatan yang dilakukan di UPT Laboratorium Pengujian Bahan Konstruksi Dinas Pekerjaan Umum dan Tata Ruang Provinsi Sulawesi Selatan serta dilengkapi dengan analisa data, selanjutnya dari hasil analisis data yang diperoleh dalam penelitian maka peneliti bertujuan mendapatkan hasil yang maksimal.

5.1.1 Jawab Tujuan

1. Karakteristik campuran aspal beton meningkat dengan tambahan Anti Stripping Agent (additive), Pengaruh penggunaan adiktif anti stripping agent terhadap tingkat durabilitas atau keawetan dari campuran Aspal Beton (AC-WC) yang dibuat pada penelitian ini pada awalnya sebesar 98,50% kemudian meningkat menjadi sebesar 99,63%, artinya terjadi kenaikan sebesar 1.13%, 0% (1609,38 kg), 3% (1626,89 kg), dan 5% (1936,94 kg) setelah menggunakan anti stripping agent.
2. Hasil stabilitas penambahan adiktive Anti Stripping Agent dari kadar aspal optimum (KAO) dengan variasi 0% (1599,32 kg), 3% (1619,12 kg), dan 5% (1883,67 kg), diperoleh nilai stabilitas tertinggi yaitu 1883.67 kg dengan penambahan aditif Anti Stripping Agent sebesar 3%. Penggunaan variasi adiktive anti stripping agent terhadap

campuran aspal ternyata memberikan dampak yang cukup baik terhadap kualitas campuran aspal yang dihasilkan jika penggunaannya sesuai yang dipersyaratkan dalam spesifikasi yaitu antara 0,2% sampai dengan 0.4% saja. Suhu Normal 135°C : Semakin tinggi Jumlah adiktive yang digunakan semakin tinggi nilai stabilitas yang dihasilkan. Akan tetapi pada suhu 120°C, 150°C dan 170°C manfaat dari zat adiktif tidak berpengaruh signifikan di karenakan suhu yang dipersyaratkan tidak sesuai dengan Spasifikasi.

5.2. Saran

Saran dari pengalaman penelitian yang dilakukan ada beberapa hal yang dapat dijadikan suatu bahan pertimbangan untuk kemajuan penelitian yang mungkin akan dilakukan selanjutnya, khususnya untuk peneliti yang berkaitan dengan penelitian ini :

1. Untuk penelitian selanjutnya peneliti diharapkan mampu menganalisa perbandingan presentase penggunaan anti stripping agent dengan jenis dan merek yang berbeda sehingga dapat dijadikan pembanding campuran mana yang lebih awet dan cocok digunakan untuk jalan-jalan yang memiliki tingkat lalu lintas sedang.
2. Penggunaan material dari sumber quarry yang berbeda bisa menjadi bahan pertimbangan untuk penelitian berikutnya, karena bukan tidak mungkin penggunaan material dari sumber yang berbeda ditambah menggunakan bahan tambah anti stripping agent dari jenis yang

berbeda sehingga dapat memberikan perubahan dan perbedaan dari campuran serta karakteristik campuran yang akan dibuat.

3. Untuk penelitian selanjutnya peneliti juga dapat diharapkan untuk mampu menganalisa dan membandingkan dari beberapa bahan tambah atau bahan pengganti lainnya, sehingga dapat dijadikan sumber referensi untuk proses pencampuran Aspal Beton AC WC, dari itu juga dapat melihat bahan tambah mana yang lebih cocok dan awet untuk perkerasan aspal di Sulawesi Selatan.



LAMPIRAN

DOKUMENTASI KEGIATAN LAB



Gradasi

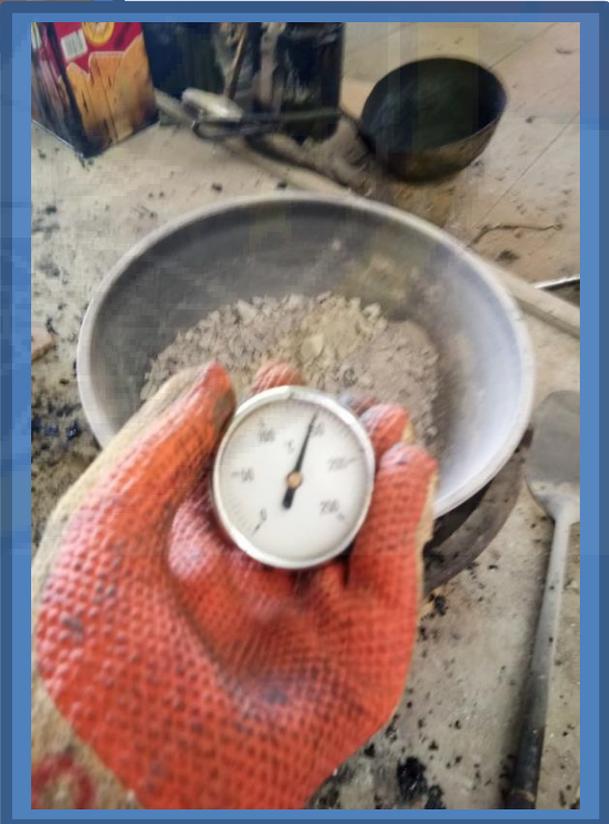
Setelah Gradasi



DOKUMENTASI KEGIATAN LAB



Kombain Material



Pengukuran Suhu

DOKUMENTASI KEGIATAN LAB



Mix Campuran

Compactor



DOKUMENTASI KEGIATAN LAB



Sampel Briket

Pemisahan Briket



DOKUMENTASI KEGIATAN LAB



Perendaman Briket

Penimbangan Briket



DOKUMENTASI KEGIATAN LAB



Uji Marshall



Uji Marshall

DAFTAR PUSTAKA

Harold N. Atkins, PE 1997 : Highway Material Soils and Concretes Third Edition.

Silvia Sukirman : Beton Aspal Campuran Panas, 2009.

SNI ASTM C 136 : 2012 Metode Uji untuk analisis seringan agregat halus dan agregat kasar.

SNI 06-2489-1991 : Metode Pengujian Aspal dengan Alat Marshall.

SNI 06-2438-1991 : Metode Pengujian Kadar Aspal.

Spasifikasi Bina Marga 2010 Revisi 3.

BOSOWA

