

**Efek Pengaruh Temperatur Pemadatan Pada Campuran Untuk Perkerasan
Lapis Aus
(Skripsi)**

Oleh

PONCO SUGIARTO



**JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS LAMPUNG
2016**

ABSTRACT

Compaction Effect of Temperature Effect On Mixed For Pavement Aus Layer

By:

Ponco Sugiarto

The development of globalization in various sectors such as the economy, education, tourism and technology so fast up to now and will continue to grow, it must be supported by the rapid and safe transportation for the community. Happens a lot of road damage caused by compaction at a temperature that does not fit. This study was conducted to determine the effect of temperature on the value of the parameter marshall compaction.

This recent research conducted in the Highway Laboratory, Civil Engineering, Lampung University. The study began by testing the quality of the material is asphalt and aggregate. After doing research the quality of asphalt followed by the manufacture of test specimens for value Optimum Asphalt Content. KAO value for the lower limit is 6.8% and for middle limit is 5.7%, after the obtained value KAO followed by the manufacture of the specimen at a solidification temperature variations. Variations in temperature used is 100°C, 115°C, 130°C, 145°C and 160°C.

Based on these results it can be concluded that the solidification temperature greatly affects the value of the parameter marshall marshall The value parameter will affect the quality of the road, so the quality of the roads can be said to be safe and comfortable or not.

Keywords: *Temperature Effect, Compaction, KAO, Marshall Parameter*

ABSTRAK

Efek Pengaruh Temperatur Pemadatan Pada Campuran Untuk Perkerasan Lapis Aus

Oleh:

PONCO SUGIARTO

Perkembangan era globalisasi di berbagai sektor , misalnya sektor ekonomi, pendidikan, pariwisata dan teknologi yang begitu pesat hingga sekarang dan akan terus berkembang, hal ini mesti didukung oleh transportasi yang cepat dan aman bagi masyarakat. Terjadi banyak kerusakan jalan yang disebabkan oleh pemadatan pada suhu yang tidak sesuai. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh suhu pemadatan terhadap nilai parameter *marshall* ..

Penelian ini dilakukan di laboratorium jalan raya teknik sipil universitas lampung. Penelitian dimulai dengan pengujian kualitas bahan yaitu aspal dan agregat. Setelah dilakukan penelitian kualitas aspal dilanjutkan dengan pembuatan benda uji untuk mencari nilai Kadar Aspal Optimum. Nilai KAO untuk batas bawah adalah 6,8% dan untuk batas tengah adalah 5,7%, setelah didapat nilai KAO dilanjutkan dengan pembuatan benda uji dengan variasi suhu pemadatan. Variasi suhu yang digunakan adalah 100°C ,115°C,130°C,145°C,dan 160°C.

Berdasarkan hasil penelitian ini dapat disimpulkan bahwa suhu pemadatan sangat mempengaruhi nilai parameter *marshall*. Nilai parameter *marshall* akan berpengaruh terhadap kualitas jalan ,sehingga kualitas jalan dapat dikatakan aman dan nyaman atau tidak.

Kata kunci: pengaruh suhu, pemadatan, KAO, parameter *marshall*

**Efek Pengaruh Temperatur Pemadatan Pada Campuran Untuk Perkerasan
Lapis Aus**

**Oleh
Ponco sugiarto**

Skripsi

**Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mencapai Gelar
Sarjana Teknik**

Pada

**Jurusan Teknik Sipil
Fakultas Teknik Universitas Lampung**



**FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2016**

Judul Skripsi : **EFEK PENGARUH TEMPERATUR
PEMADATAN PADA CAMPURAN UNTUK
PERKERASAN LAPIS AUS**

Nama Mahasiswa : **Ponco Sugiarto**

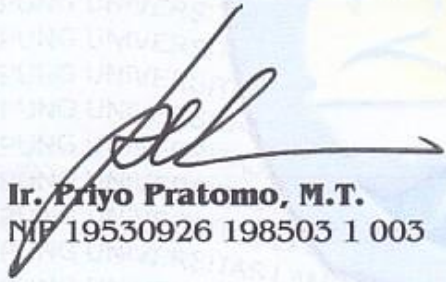
Nomor Pokok Mahasiswa : 0915011077

Program Studi : S1 Teknik Sipil

Fakultas : Teknik

MENYETUJUI

1. Komisi Pembimbing

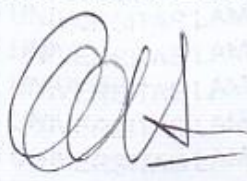


Ir. Priyo Pratomo, M.T.
NIP 19530926 198503 1 003



DR. Ir. Rahayu Sulistyorini, M.T.
NIP 19570619 198903 1 002

2. Ketua Jurusan Teknik Sipil



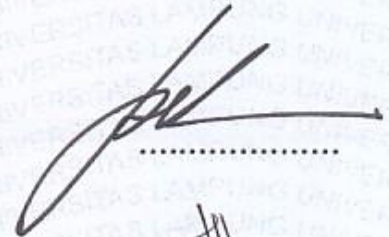
DR. Gatot Eko Susilo, S.T., M.Sc.
NIP 19700915 199503 1 006

MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

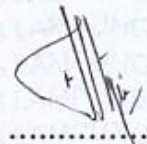
Ketua

: **Ir. Priyo Pratomo, M.T.**



Sekretaris

: **DR. Ir. Rahayu Sulistyorini, M.T.**



Penguji

Bukan Pembimbing : **Hadli Ali, S.T., M.T.**



2. Dekan Fakultas Teknik



Prof. Dr. Suharno, M.Sc.

NIP 19620717 198703 1 002

Tanggal Lulus Ujian Skripsi : **Februari 2016**

LEMBAR PERNYATAAN

Dengan ini menyatakan dengan sebenarnya bahwa :

1. Skripsi dengan judul Efek Pengaruh Temperatur Pemadatan Pada Campuran Untuk Perkerasan Lapis Aus adalah karya saya sendiri dan saya tidak melakukan penjiplakan atau pengutipan atas karya penulis lain dengan cara yang tidak sesuai tata etika ilmiah yang berlaku dalam masyarakat akademik atau yang disebut plagiarisme.
2. Hak intelektual atas karya ilmiah ini diserahkan sepenuhnya kepada Universitas Lampung.

Atas pernyataan ini, apabila dikemudian hari ternyata ditemukan adanya ketidakbenaran, saya bersedia menanggung akibat dan sanksi yang diberikan kepada saya dan saya sanggup dituntut sesuai hukum yang berlaku.

Bandar Lampung,

2016

Pembuat Pernyataan



Ponco Sugiarto

RIWAYAT HIDUP



Penulis dilahirkan di Pringsewu pada tanggal 27 september 1990. Merupakan anak pertama dari tiga bersaudara dari keluarga Bapak Mad Juman dan Ibu Marsinah.

Penulis memulai jenjang pendidikan dari Sekolah Dasar Negeri 1 Margodadi Ambarawa Pringsewu, kemudian pada tahun 2003 melanjutkan jenjang pendidikan di SMP Negeri 1 Pringsewu, dan SMA Negeri 1 Pringsewu Kab. Pringsewu pada tahun 2006 dan lulus pada tahun 2009.

Penulis terdaftar sebagai mahasiswa Fakultas Teknik, Jurusan Teknik Sipil, Universitas Lampung melalui jalur SNMPTN pada tahun 2009. Selama menjadi mahasiswa penulis aktif di organisasi Himpunan Mahasiswa Teknik Sipil (HIMATEKS UNILA). Pada tahun 2013 penulis melakukan Kerja Praktik pada Proyek Pembangunan Hotel Dafam Luxury Bandar Lampung selama 3 bulan. Penulis juga telah melakukan Kuliah Kerja Nyata (KKN) di Kelurahan Sukadanaham, Kecamatan Tanjungkarang barat, di kota Bandar Lampung selama 40 hari pada periode Januari – Februari 2013.

MOTO

"Yakinlah ada sesuatu yang menantimu selepas banyak kasabaran yang akan membuatmu terpana hingga kau lupa pedihnya rasa sakit"

(Ali Bin Abi Thalib)

“Ojo gumunan ojo kagetan lan ojo dumeh”

(Pepatah jawa)

HALAMAN PERSEMBAHAN

Sebuah karya kecil ini aku persembahkan untuk :

*Ayah ku untuk hebatmu, Ibu ku untuk cintamu, kakak- kakakku untuk semangatku
dan keluarga ku untuk motivasi ku.*

*Orang yang ku sayang, sahabat, teman – teman yang selalu memberi semangat,
dukungan dan masukan selama ini.*

Dan,

Almamater Tercinta.

SANWACANA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT atas berkat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini sesuai dengan yang diharapkan. Judul skripsi yang penulis buat adalah “Efek Pengaruh Temperatur Pemadatan Pada Campuran Perkerasan Lapis Aus”. Diharapkan dengan dilaksanakan penelitian ini, Penulis dapat lebih memahami ilmu yang telah diperoleh di bangku kuliah serta menambah pengalaman dalam dunia kerja yang sebenarnya..

Banyak pihak yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan skripsi ini, penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak Prof. Dr. Suharno, M.Sc., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Lampung.
2. Bapak Ir. Gatot Eko Susilo, S.T.,M.Sc. selaku ketua jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Lampung.
3. Bapak Ir. Priyo Pratomo, M.T., selaku dosen pembimbing 1 atas pemberian judul, masukan, dan bimbingan yang diberikan selama penyusunan skripsi ini.
4. Ibu DR. Rahayu Sulistyorini,S.T.,M.T., selaku dosen pembimbing 2 atas masukan dan bimbingan yang diberikan selama penyusunan skripsi ini.
5. Bapak Hadi Ali,S.T.,M.T. atas kesempatannya untuk menguji sekaligus membimbing penulis dalam seminar skripsi.

6. Bapak dan Ibu Dosen Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Lampung atas ilmu bidang sipil yang telah diberikan selama perkuliahan.
7. Keluargaku terutama orangtuaku tercinta, Bapak Mad Juman dan Ibu Marsinah, serta Kakak-kakakku Supriyanto dan Supriyatin dan 2 ponakan kecilku Risky dan Galang, yang telah memberikan dorongan materil dan spiritual dalam menyelesaikan laporan ini.
8. Serta teman – teman dan rekan – rekan sipil, kakak – kakak, adik – adik yang telah banyak membantu dan mendukung dalam pengerjaan skripsi ini serta yang paling utama angkatan 2009 yang tidak bisa saya sebutkan satu persatu untuk bantuan moril, tempat, waktu, doa dan dukungannya selama ini. Saya ucapkan terima kasih banyak semoga sukses selalu mengiringi kita semua.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih banyak kekurangan dan keterbatasan, oleh karena itu saran dan kritik yang bersifat membangun sangat diharapkan. Akhir kata semoga Tuhan membalas semua kebaikan semua pihak yang telah membantu dalam penyelesaian tugas akhir ini dan semoga laporan skripsi ini dapat bermanfaat bagi penulis dan pembaca.

Bandar Lampung, 2016

Penulis,

Ponco Sugiarto

DAFTAR ISI

Halaman

HALAMAN PENGESAHAN

DAFTAR ISI.....	i
DAFTAR TABEL.....	iii
DAFTAR GAMBAR.....	v

I. PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah	3
C. Tujuan Penelitian	3
D. Batasan Penelitian.....	4
E. Manfaat Penelitian	4
II. TINJAUAN PUSTAKA.....	5
A. Perkerasan Jalan.....	5
B. Campuran Aspal Panas	7
C. Lapis Aspal Beton (LASTON)	17
D. Gradasi	19
E. Suhu/Temperatur.....	22
F. Viskositas Aspal.....	23
G. Karakteristik Campuran Beraspal	24

H. Volumetrik Campuran Aspal Beton.....	28
I. Kadar Aspal Rencana	33
J. Metode Marshall Rencana	34
K. Penelitian Terkait	36
 III. METODOLOGI PENELITIAN	40
A. Waktu dan Tempat.....	40
B. Bahan	40
C. Peralatan	41
D. Prosedur Penelitian	42
E. Diagram Alir Penelitian	52
 IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	54
A. Hasil Pengujian Aspal dan Agregat.....	54
B. Desain Campuran Aspal	61
C. Pembahasan Hasil Penelitian.....	92
 V. PENUTUP	
A. Kesimpulan.....	110
B. Saran.....	112

DAFTAR PUSTAKA

Lampiran A

Lampiran B

Lampiran C

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Spesifikasi Aspal Keras Pen 60/70	11
2. Ketentuan Agregat Kasar	15
3. Ketetntuan Agregat Halus.....	16
4. Ketentuan Sifat-Sifat Campuran Lapis Aspal Beton	19
5. Gradasi Agregat Gabungan Untuk Campuran Aspal	22
6. Ketentuan viskositas dan temperatur aspal untuk pencampuran dan pemadatan	23
7. Daftar penelitian terkait	39
8. Standar pengujian aspal	43
9. Standar pengujian agregat.....	45
10. Gradasi agregat untuk campuran LASTON.....	46
11. Komposisi agregat dalam campuran.....	47
12. Ketentuan Pembuatan Benda Ujicampuran LASTONAC- WC Gradasi Halus	49
13. RencanaVariasiSuhuPemadatanSetelahDidapatNilai KAO	50
14. Hasil Pengujian Agregat Kasar	55

15. Hasil Pengujian Agregat	57
16. Hasil Pengujian <i>Filler</i>	57
17. Hasil Pengujian Aspal <i>Shell</i> Penetrasi 60/70	58
18. Gradasi Agregat untuk Campuran Laston AC-WC yang digunakan	62
19. Persentase Agregat Campuran	63
20. Jumlah Proporsi Agregat pada Setiap Fraksi	64
21. Perkiraan Nilai Kadar Aspal Batas Bawah	65
22. Perkiraan Nilai Kadar Aspal Batas Tengah	65
23. Perhitungan Berat Jenis Agregat Batas Bawah	66
24. Perhitungan Berat Jenis Teori Maksimum pada Batas Bawah	67
25. Perhitungan Berat Jenis Agregat Batas Tengah	68
26. Perhitungan Berat Jenis Teori Maksimum pada Batas Tengah	68
27. Berat Masing – Masing Agregat Untuk Batas Bawah	71
28. Berat Masing-masing Agregat untuk Batas Tengah	72
29. Hasil Pengujian Sampel pada Batas Bawah	75
30. <i>Bar chart</i> kadar aspal optimum	82
31. Hasil Pengujian Sampel Tambahan pada Batas Bawah	83
32. Hasil Pengujian Sampel pada Batas Tengah	84
33. Kadar aspal optimum	92
34. Hasil Pengujian Sampel Kadar Aspal Optimum Batas bawah	94
35. Hasil Pengujian Sampel Kadar Aspal Batas Tengah	96

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Diagram Alir Penelitian	53
2. Grafik Hubungan Antara Kadar Aspal Dengan Stabilitas Batas Bawah.....	76
3. Grafik Hubungan Antara Kadar Aspal Dengan <i>Flow</i>	77
4. Grafik Hubungan Antara Kadar Aspal Dengan MQ (Marshall Quotien) Batas Bawah	78
5. Grafik Hubungan Antara Kadar Aspal Dengan VIM Batas Bawah.....	79
6. Grafik Hubungan Antara Kadar Aspal Dengan VFA Batas Bawah	80
7. Grafik Hubungan Antara Kadar Aspal Dengan VMA Batas Bawah	81
8. Grafik Hubungan Antara Kadar Aspal Dengan Stabilitas Batas Tengah.....	85
9. Grafik Hubungan Antara Kadar Aspal Dengan <i>Flow</i>	86
10. Grafik Hubungan Antara Kadar Aspal Dengan MQ (Marshall Quotien) Batas Tengah	87
11. Grafik Hubungan Antara Kadar Aspal Dengan VIM Batas Tengah	88
12. Grafik Hubungan Antara Kadar Aspal Dengan VMA Batas Tengah	89
13. Grafik Hubungan Antara Kadar Aspal Dengan VFA Batas Tengah	90
14. Grafik Hubungan Antara Temperatur Dengan Stabilitas.....	98
15. Grafik Hubungan Antara Temperatur Dengan <i>Flow</i>	99
16. Grafik Hubungan Antara Temperatur Dengan MQ (<i>Marshall Quotient</i>)....	101

17. Grafik Hubungan Antara Temperatur Dengan VIM.....	102
18. Grafik Hubungan Antara Temperatur Dengan VMA.....	104
19. Grafik Hubungan Antara Temperatur Dengan VFA.....	106

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Perkembangan era globalisasi di berbagai sektor , misalnya sektor ekonomi, pendidikan, pariwisata dan teknologi yang begitu pesat hingga sekarang dan akan terus berkembang, hal ini mesti didukung oleh transportasi yang cepat dan aman bagi masyarakat. Jalan merupakan aspek penting dalam akses transportasi masyarakat. Setiap masyarakat dalam kehidupan sehari-harinya menggunakan alat transportasi untuk menempuh suatu tempat tertentu. Perjalanan dari satu tempat ke tempat lainnya tentu membutuhkan alat transportasi yang cepat. Semuanya itu tidak terlepas dari faktor infrastruktur jalan.

Konstruksi perkerasan adalah suatu konstruksi yang berlapis-lapis yang terletak pada suatu landasan yang elastis dan termasuk kedalam kategori konstruksi statis tidak tentu bertingkat banyak. Perkerasan jalan raya merupakan perkerasan jalan yang dihamparkan dan diletakkan di atas tanah dasar, secara keseluruhan mutu dan daya tahan konstruksi perkerasan tak lepas dari tanah dasar.

Di Indonesia konstruksi perkerasan jalan semakin berkembang pada masa sekarang. Secara umum perkembangan konstruksi perkerasan di Indonesia mulai berkembang sejak tahun 1970, namun perkembangan konstruksi perkerasan jalan menggunakan aspal panas (*Hot Mix*) mulai berkembang di Indonesia sejak tahun 1975, kemudian disusul jenis yang lain seperti Latasir, Lataston dan Laston.

Berdasarkan bahan dasar pengikatnya konstruksi bahan perkerasan jalan dapat dibedakan atas:

1. Konstruksi perkerasan lentur (*Flexible Pavement*), yaitu perkerasan yang menggunakan aspal sebagai bahan pengikat.
2. Konstruksi perkerasan kaku (*Rigid Pavement*), yaitu perkerasan yang menggunakan semen (*Portland Cement*) sebagai bahan pengikat pelat beton dengan atau tanpa tulangan diletakkan di atas dasar dengan atau tanpa lapis pondasi bawah.
3. Konstruksi perkerasan Komposit (*Composite Pavement*), yaitu perkerasan kaku yang dikombinasikan dengan perkerasan lentur dapat berupa perkerasan kaku, atau perkerasan kaku di atas perkerasan lentur.

Biasanya kerusakan jalan terjadi akibat proses pemadatan campuran aspal yang dilakukan di lapangan tidak pada temperatur yang tepat, dalam proses pengangkutan campuran kemungkinan terjadi perubahan suhu pada suatu daerah yang relatif dingin sehingga campuran beraspal tersebut bisa mengalami penurunan suhu. Kondisi ini menyebabkan campuran beraspal tersebut tidak dapat dihamparkan pada lokasi pembangunan jalan karena suhu

campuran berada dibawah suhu penghamparan dan pemadatan. Kondisi campuran beraspal yang telah mengalami penurunan suhu tidak boleh dilakukan pemadatan, namun kenyataanya itu tetap terjadi.

Permasalahan pemadatan tersebut perlu dilakukan penelitian terhadap pengaruh perubahan suhu pemadatan lapis aspal beton, yaitu *Asphalt Concrete-Wearing Course (AC-WC)*. Dalam hal tersebut dilakukan penelitian pengaruh variasi perubahan suhu pemadatan dengan suhu standar maksimal sebesar 145 °C (Bina Marga 2010). Variasi suhu yang diteliti adalah 160 °C, 145°C, 130°C, 115°C, 100°C Menggunakan aspal keras penetrasi 60/70, dan hasilnya akan dibandingkan dengan parameter *Marshall* yang mengacu kepada Spesifikasi Bina Marga 2010.

B. Rumusan Masalah

Rumusan masalah penelitian ini berdasarkan latar belakang diatas yaitu mengenai pengaruh variasi suhu pada proses pemadatan terhadap campur aspal panas (*asphalt hotmix*) terhadap parameter *Marshall* pada Lapisan aspal beton (*AC-WC*) gradasi halus.

C. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh variasi suhu pada proses pemadatan aspal panas (*asphalt hotmix*) terhadap parameter *Marshall* dengan acuan kepada Spesifikasi Bina Marga 2010.

D. Batasan Penelitian

Batasan masalah penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh variasi temperatur pada proses pemadatan aspal beton terhadap nilai stabilitas *Marshall* dengan melakukan proses pengujian di laboratorium. Ruang lingkup dan batasan masalah pada penelitian ini adalah :

1. Tipe campuran yang digunakan adalah *Asphalt Concrete - Wearing Course* (AC-WC) gradasi halus yang dibatasi oleh batas bawah dan batas tengah, dengan menggunakan spesifikasi umum Bina Marga 2010.
2. Penelitian ini memfokuskan variasi suhu pemadatan 160 °C, 145°C, 130°C, 115°C, 100°C dengan suhu pencampuran 160 °C
3. Perkiraan kadar aspal optimum (Pb) yang digunakan dengan variasi perkiraan kadar aspal optimum, yaitu: Pb -1; Pb-0,5; Pb; Pb +0,5; Pb +1,0.
4. *Filler* yang digunakan merupakan semen *portland*.
5. Bahan pengikat yang digunakan adalah aspal shell 60/70.

E. Manfaat Penelitian

Dengan dilakukan penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi pentingnya pengaruh variasi suhu pemadatan sehingga nantinya jalan tersebut sesuai standar dan dampaknya jalan tersebut lebih tahan lama sesuai dengan umur rencana dari jalan tersebut serta jalan tersebut tidak mudah rusak.

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Perkerasan Jalan

Perkerasan jalan merupakan suatu komponen yang sangat penting dalam memenuhi kelancaran pergerakan lalu lintas. Perkerasan jalan yang digunakan pada saat sekarang ini umumnya terdiri atas tiga jenis, yaitu perkerasan lentur, perkerasan kaku, dan perkerasan komposit. Secara umum bahwa perkerasan jalan ini terdiri dari beberapa lapis, seperti :

- Lapis tanah dasar (*subgrade*)
- Lapis pondasi bawah (*subbase course*)
- Lapis pondasi atas (*base course*)
- Lapisan permukaan (*surface course*)

1. Lapis tanah dasar (subgrade)

Kekuatan dan keawetan konstruksi perkerasan jalan sangat tergantung dari sifat sifat dan daya dukung tanah dasar. Umumnya persoalan yang menyangkut tanah dasar adalah:

- a. Perubahan bentuk tetap (deformasi permanen) dari macam tanah tertentu akibat beban lalu lintas.

- b. Sifat mengembang dan menyusut dari tanah tertentu akibat perubahan kadar air .
- c. Daya dukung tanah yang tidak merata dan sukar ditentukan secara pasti pada daerah dengan macam tanah yang sangat berbeda sifat dan kedudukannya .

2. Lapis pondasi bawah (*subbase course*)

Lapis pondasi bawah mempunyai beberapa fungsi yaitu :

- a. Sebagai bagian dari konstruksi pekerasan untuk mendukung dan menyebarkan beban roda .
- b. Untuk mencapai efisiensi penggunaan material yang relatif murah agar lapisan yang berada di atasnya dapat dikurangi tebalnya (penghematan biaya konstruksi).
- c. Untuk mencegah tanah dasar masuk kedalam lapis pondasi.

3. Lapis pondasi (*base course*)

Lapis memiliki beberapa fungsi sebagai berikut :

- a. Sebagai bagian perkerasan yang menahan beban roda .
- b. Sebagai perletakan terhadap lapis permukaan .

Bahan-bahan untuk lapis pondasi umumnya harus cukup kuat dan awet sehingga dapat menahan beban roda . Berbagai macam bahan alam dapat digunakan sebagai bahan lapis pondasi, antara lain batu pecah , kerikil pecah, dan stabilisasi tanah dengan semen atau kapur.

4. Lapis permukaan (*surface course*)

Fungsi lapis permukaan antara lain :

- a. Sebagai bahan perkerasan untuk menahan beban roda.
- b. Sebagai lapisan rapat air untuk melindungi badan jalan dari kerusakan akibat cuaca .
- c. Sebagai lapisan aus (*wearing course*)

B. Campuran Aspal Panas (*Asphalt Hot Mix*)

Campuran beraspal panas adalah campuran yang terdiri atas kombinasi agregat yang dicampur dengan aspal sedemikian rupa sehingga permukaan agregat terselimuti aspal dengan seragam. Dalam mencampur dan mengerjakannya, keduanya dipanaskan pada temperatur tertentu 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 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.

Friksi dan kohesi bahan-bahan dalam campuran sangat menentukan kemampuan campuran aspal dalam memperoleh daya dukung . 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. Berikut adalah bahan penyusun konstruksi perkerasan jalan yang digunakan yaitu:

1. Aspal

Aspal adalah material termoplastik yang akan menjadi keras atau lebih kental jika temperatur berkurang dan akan lunak atau lebih cair jika temperatur bertambah. Sifat ini dinamakan kepekaan terhadap perubahan temperatur, yang dipengaruhi komposisi kimiawi aspal walaupun mungkin mempunyai nilai penetrasi atau viskositas yang sama pada temperatur tertentu. Aspal yang mengandung lilin lebih peka terhadap temperatur dibandingkan dengan aspal yang tidak mengandung lilin. Kepekaan terhadap temperatur akan menjadi dasar perbedaan umur aspal untuk menjadi retak ataupun mengeras. Bersama dengan agregat, aspal merupakan material pembentuk campuran perkerasan jalan (Silvia sukirman, 2003).

Aspal atau bitumen merupakan material bersifat viskos atau padat, berwarna hitam atau coklat, mempunyai daya lekat, mengandung bagian utama yaitu hidrokarbon yang dihasilkan dari residu minyak bumi atau kejadian alami dan terlarut dalam karbondisulfida.

Fungsi aspal adalah sebagai bahan pengikat aspal dan agregat atau antara aspal itu sendiri, juga sebagai pengisi rongga pada agregat. Daya tahannya (*durability*) berupa kemampuan aspal mempertahankan sifat aspal akibat pengaruh cuaca dan tergantung pada sifat campuran aspal dan agregat. Sedangkan sifat adhesi dan kohesi yaitu kemampuan aspal mempertahankan ikatan yang baik. Sifat kepekaan terhadap temperaturnya aspal adalah material termoplastik yang bersifat lunak / cair apabila temperaturnya bertambah.

Secara umum aspal dapat diklasifikasikan berdasarkan asal dan proses pembentukannya :

a. Aspal alamiah

Aspal alamiah berasal dari berbagai sumber, seperti pulau trinidad dan pulau Buton di Indonesia mengandung bahan organik dan zat-zat anorganik yang tidak dapat larut.

b. Aspal batuan

Aspal batuan adalah endapan alamiah batu kapur atau batu pasir yang dipadatkan dengan bahan bitumen. Aspal ini terjadi di berbagai bagian di Amerika Serikat .

c. Aspal 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*, AC) adalah aspal yang digunakan dalam keadaan cair dan panas untuk pembuatan *Asphalt concrete*. Di Indonesia, aspal yang biasa digunakan adalah aspal penetrasi 60/70 atau penetrasi 80/100.

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 dispersikan dalam air.

Berikut ini adalah Tabel 3 yang berisi spesifikasi dari aspal keras penetrasi 60/70 yang sering digunakan dalam pelaksanaan perkerasan di Indonesia.

Tabel 1. Spesifikasi aspal keras pen 60/70

No.	Jenis Pengujian	Metode	Persyaratan
1	Penetrasi, 25 °C, 100 gr, 5 detik; 0,1 mm	SNI 06-2456-1991	60 – 70
2	Viskositas 135 °C	SNI 06-6441-1991	385
3	Titik Lembek; °C	SNI 06-2434-1991	≥ 48
5	Daktilitas pada 25 °C	SNI 06-2432-1991	≥ 100
6	Titik Nyala (°C)	SNI 06-2433-1991	≥ 232
7	Kelarutan dlm <i>Toluene</i> , %	ASTM D 5546	≥ 99
8	Berat Jenis	SNI 06-2441-1991	$\geq 1,0$
9	Berat yang Hilang, %	SNI 06-2441-1991	$\leq 0,8$

Sumber: Dokumen Pelelangan Nasional Pekerjaan Jasa Pelaksanaan Konstruksi BAB VII
Spesifikasi Umum 2010 Divisi 6 Tabel 6.3.2.5

2. Agregat

Agregat adalah partikel-partikel butiran mineral yang digunakan dengan kombinasi berbagai jenis bahan perekat membentuk massa beton atau sebagai bahan dasar jalan, *backfill*, dan lainnya (Atkins, 1997). Sifat-sifat agregat galian yang dihasilkan, tergantung dari jenis batuan asal. Ada 3 jenis batuan asal, yaitu batuan beku, *sedimen* dan *metamorf*.

Batuan beku merupakan batuan yang terbentuk dari pendinginan magma cair yang membeku. Batuan beku yang berbutir kasar seperti *granite* terbentuk dari magma cair yang membeku secara perlahan. Berbutir halus seperti batuan beku *basalt* yang terbentuk dengan pendinginan lebih cepat dan berlapis. Batu *sedimen* terbentuk dari pemadatan deposit mineral sedimen dan secara kimia di dasar laut. Beberapa jenis batuan sedimen dengan komposisi yang terkandung : batu kapur (*Calcium carbonate*), *dolomite* (*Calcium carbonate and magnesium carbonate*), serpihan tanah liat (*Clay*), *sandstone* (*Quartz*), *gypsum* (*Calcium sulphate*), konglomerat (*Gravel*), *chert* (*Fine sand*). Batuan *metamorf* adalah batu-batu sedimen yang telah berubah (*metamorfosis*) oleh karena arah tekanan yang hebat. Contohnya adalah : *Slate* (*Shale*), *marble* (*Lime stone*), *Quartzite* (*Sandstone*), *Gneiss* (*Granite*).

Agregat didefinisikan secara umum sebagai formasi kulit bumi yang keras dan padat. 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 $\frac{3}{4}$ " sampai no. 200. Agregat sebagai bahan bangunan, dapat dikelompokkan dalam 2 kelompok, yaitu anorganik dan organik dan dapat dibagi dalam 2 golongan, yaitu agregat alam dan buatan. Agregat anorganik alam, seperti : tanah yang bersifat trass / pozolan, pasir dan batu alam, batu apung, serat asbes, sedang anorganik buatan, meliputi : terak tanur tinggi, A.L.W.A. (*Artificial Light Weight Aggregate*), *fly ash* dan sisa bakaran batu bara.

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

- a. Kemampuan dilapisi aspal dengan baik, yang dipengaruhi oleh porositas, kemungkinan basah dan jenis agregat yang digunakan.
- b. 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.
- c. Kemudahan dalam pelaksanaan dan menghasilkan lapisan yang nyaman dan aman, yang dipengaruhi oleh tahanan geser (*skid resistance*) serta campuran yang memberikan kemudahan dalam pelaksanaan (*bituminous mix workability*).

Secara umum agregat yang digunakan dalam campuran beraspal dibagi ini di bagi atas dua fraksi, yaitu:

a. Agregat Kasar

Fraaksi 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. Berikut ini adalah Tabel 2 yang berisi spesifikasi dari ketentuan agregat kasar.

Tabel 2. Ketentuan agregat kasar

Pengujian		Standar	Nilai
Kekekalan bentuk agregat terhadap larutan natrium dan magnesium sulfat		SNI 3407:2008	Maks.12 %
Abrasi dengan mesin Los Angeles	Campuran AC bergradasi kasar	SNI 2417:2008	Maks. 30%
	Semua jenis campuran aspal bergradasi lainnya		Maks. 40%
Kelekatan agregat terhadap aspal		SNI 03-2439-1991	Min. 95 %
Angularitas (kedalaman dari permukaan <10 cm)		DoT's Pennsylvania Test Method, PTM No.621	95/90
Angularitas (kedalaman dari permukaan ≥ 10 cm)			80/75
Partikel Pipih dan Lonjong		ASTM D4791 Perbandingan 1 :5	Maks. 10 %
Material lolos Ayakan No.200		SNI 03-4142-1996	Maks. 1 %

Sumber: Dokumen Pelelangan Nasional Pekerjaan Jasa Pelaksanaan Konstruksi BAB VII Spesifikasi Umum 2010 Devisi 6 Perkerasan Aspal

b. Agregat Halus

Agregat halus adalah material yang lolos saringan no.8 (2,36 mm) dan tertahan saringan no.200 (0,075 mm). Agregat halus memiliki fungsi sebagai berikut:

- 1) Semakin kasar tekstur permukaan agregat halus akan menambah stabilitas campuran dan menambah kekasaran permukaan.
- 2) Agregat halus pada #8 sampai #30 penting dalam memberikan kekasaran yang baik untuk kendaraan pada permukaan aspal.

- 3) Keseimbangan proporsi penggunaan agregat kasar dan halus penting untuk memperoleh permukaan yang tidak licin dengan jumlah kadar aspal yang diinginkan.
- 4) Menambah stabilitas dari campuran dengan memperkuat sifat saling mengunci dari agregat kasar dan juga untuk mengurangi rongga udara agregat kasar.
- 5) Agregat halus pada #30 sampai #200 penting untuk menaikkan kadar aspal, akibatnya campuran akan lebih awet.

Agregat halus pada umumnya harus memenuhi persyaratan yang telah ditetapkan. Berikut adalah Tabel 3 yang berisikan ketentuan mengenai agregat halus :

Tabel 3. Ketentuan agregat halus

Pengujian	Standar	Nilai
Nilai setara pasir	SNI 03-4428-1997	Min 50% untuk SS, HRS dan AC bergradasi Halus Min 70% untuk AC bergradasi kasar
Material Lolos Ayakan No. 200	SNI 03-4428-1997	Maks. 8%
Kadar Lempung	SNI 3423 : 2008	Maks 1%
Angularitas (kedalaman dari permukaan < 10 cm)	AASHTO TP-33 atau ASTM C1252-93	Min. 45
Angularitas (kedalaman dari permukaan 10 cm)		Min. 40

Sumber: Dokumen Pelelangan Nasional Pekerjaan Jasa Pelaksanaan Konstruksi BAB VII Spesifikasi Umum 2010 Divisi 6 Tabel 6.3.2.(2a)

c. Bahan Pengisi (*Filler*)

Bahan Pengisi (*filler*) berfungsi sebagai pengisi rongga udara pada material sehingga memperkuat lapisan aspal. Bahan yang sering digunakan sebagai *filler* adalah, abu sekam, *fly ash*, 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.

C. Lapis Aspal Beton (LASTON)

Lapis Aspal Beton adalah campuran untuk perkerasan yang terdiri dari agregat kasar, agregat halus, bahan pengisi (*filler*) dan aspal dengan proporsi

tertentu. Lapisan ini harus bersifat kedap air, memiliki nilai struktural dan awet. Lapisan Aspal Beton (*Asphalt Concrete*) dapat dibagi kedalam 3 macam campuran sesuai dengan fungsinya, yaitu (Sukirman,2003) :

- a. Laston Lapis aus (*Asphalt Concrete-Wearing Course, AC-WC*)
- b. Laston Lapis Permukaan Antara (*Asphalt Concrete-Binder Course, AC-BC*)
- c. Laston Lapis Fondasi (*Asphalt Concrete-Base, AC-Base*)

- a. Laston sebagai lapis aus (*Asphalt Concrete-Wearing Course, AC-WC*) merupakan lapis yang mengalami kontak langsung dengan beban dan lingkungan sekitar, maka diperlukan perencanaan dari beton aspal AC-WC yang sesuai dengan spesifikasi sehingga lapis ini bersifat kedap air, tahan terhadap cuaca, dan mempunyai stabilitas yang tinggi.
- b. Laston sebagai lapis permukaan antara (*Asphalt Concrete-Binder Course, AC-BC*) adalah beton aspal sebagai lapis pondasi dan pengikat (*binder*). lapis ini lebih kaya aspal (sekitar 5-6%) dibanding dengan lapis dibawahnya berfungsi secara struktural sebagai bagian dari lapis perkerasan jalan umumnya bersifat tahan beban. Mampu menyebarkan beban roda kendaraan ke lapisan di bawahnya diusahakan agar kedap air untuk mempersulit air permukaan yang tembus lewat retak-retak atau lubang-lubang permukaan yang tidak segera tambal, hingga air tidak mudah dapat mencapai tanah dasar.
- c. Laston sebagai lapis pondasi (*Asphalt Concrete-Base Course, AC-Base*) adalah beton aspal yang berfungsi sebagai pondasi atas (*base course*).

Aspal di sini sebagai pelicin pada waktu pemadatan (biasanya sekitar 4-5%), sehingga pemadatan mudah tercapai. Lapisan ini tidak perlu terlalu kedap air. Fungsi lapis pondasi adalah untuk menahan gaya lintang akibat beban roda kendaraan.

Ketentuan sifat-sifat campuran beraspal dikeluarkan oleh Dinas Perhubungan dan Prasarana Wilayah bersama-sama dengan Bina Marga dapat dilihat pada Tabel 4 berikut ini.

Tabel 4. Ketentuan sifat-sifat campuran lapis aspal beton (LASTON)

Sifat-sifat Campuran		LASTON					
		Lapis Aus		Lapis Antar		Pondasi	
		Halus	Kasar	Halus	Kasar	Halus	Kasar
Kadar Aspal Efektif (%)	Min.	5,1	4,3	4,3	4,0	4,0	3,5
Penyerapan Aspal (%)	Maks.	1,2					
Jumlah Tumbukan per Bidang		75				112	
Rongga dalam Campuran (%)	Min.	3,5					
	Maks.	5,0					
Rongga dalam Agregat (%)	Min.	15		14		13	
Rongga Terisi Aspal (%)	Min.	65		63		60	
Stabilitas Marshall (kg)	Min.	800				1800	
Pelelehan (mm)	Min.	3,0				4,5	
Marshall Quotient (kg/mm)	Min.	250				300	

Sumber: Dokumen Pelelangan Nasional Pekerjaan Jasa Pelaksanaan Konstruksi BAB VII Spesifikasi Umum Devisi 6 Tabel 6.3.3.(1c).

D. Gradasi

Gradasi agregat adalah distribusi dari ukuran partikel agregat dan dinyatakan dalam persentase terhadap total beratnya. Gradasi agregat ditentukan oleh analisa saringan, dimana contoh agregat ditimbang, dan dipersentasekan

agregat yang lolos atau tertahan pada masing-masing saringan terhadap berat total. Gradasi agregat mempengaruhi besarnya rongga dalam campuran dan menentukan apakah gradasi agregat memenuhi spesifikasi atau tidak.

Gradasi agregat dapat dibedakan atas:

1. Gradasi seragam (*uniform graded*)

Gradasi seragam (*uniform graded*) adalah agregat dengan ukuran yang hampir sama atau mengandung agregat halus yang sedikit jumlahnya sehingga tidak dapat mengisi rongga antara agregat. Gradasi seragam disebut juga gradasi terbuka. Agregat dengan gradasi seragam akan menghasilkan lapisan perkerasan dengan sifat permeabilitas tinggi, stabilitas kurang dan berat volume kecil.

2. Gradasi rapat (*dense graded*)

Gradasi rapat, merupakan campuran agregat kasar dan halus dalam porsi seimbang, sehingga dinamakan bergradasi baik (*well graded*). Agregat dengan gradasi rapat akan menghasilkan lapisan perkerasan dengan permeabilitas tinggi, kurang kedap air, dan berat volume besar.

3. Gradasi senjang (*gap graded*)

Gradasi senjang (*gap graded*), merupakan campuran agregat yang tidak memenuhi kedua kategori di atas. Agregat bergradasi buruk yang umumnya digunakan untuk lapisan perkerasan lentur yaitu gradasi senjang (*gap graded*), merupakan campuran agregat dengan satu fraksi hilang (disebut juga gradasi senjang). Agregat dengan gradasi senjang akan menghasilkan lapisan perkerasan yang mutunya terletak antara kedua jenis gradasi di atas.

Penentuan distribusi ukuran agregat akan mempengaruhi kekakuan jenis campuran aspal. Gradasi rapat akan menghasilkan campuran dengan kekakuan yang lebih besar dibandingkan gradasi terbuka. Dari segi kelelahan, kekakuan adalah suatu hal yang penting karena akan mempengaruhi tegangan dan regangan yang diderita campuran beraspal panas akibat beban dinamik lalu lintas.

Gradasi agregat gabungan untuk campuran aspal, ditunjukkan dalam persen terhadap berat agregat dan bahan pengisi, harus memenuhi batas-batas yang diberikan dalam Tabel 5 berikut ini. Pada penelitian ini digunakan campuran Laston AC-WC gradasi halus.

Tabel 5. Gradasi agregat gabungan untuk campuran aspal

Ukuran Ayakan (mm)	% Berat yang Lolos Terhadap Total Agregat dalam Campuran					
	Lapis Aspal Beton (AC)					
	Gradasi Halus			Gradasi Kasar		
	WC	BC	Base	WC	BC	Base
37,5	-	-	100	-	-	100
25	-	100	90 - 100	-	100	90 – 100
19	100	90 – 100	73 – 90	100	90 – 100	73 – 90
12,5	90 – 100	74 – 90	61 – 79	90 – 100	71 – 90	55 – 76
9,5	72 – 90	64 – 82	47 – 67	72 – 90	58 – 80	45 – 66
4,75	54 – 69	47 – 64	39,5 – 50	43 – 63	37 – 56	28 – 39,5
2,36	39,1 – 53	34,6 – 49	30,8 – 37	28 – 39,1	23 – 34,6	19 – 26,8
1,18	31,6 – 40	28,3 – 38	24,1 – 28	19 – 25,6	15 – 22,3	12 – 18,1
0,600	23,1 – 30	20,7 - 28	17,6 – 22	13 – 19,1	10 – 16,7	7 – 13,6
0,300	15,5 – 22	13,7 – 20	11,4 – 16	9 – 15,5	7 – 13,7	5 – 11,4
0,150	9 – 15	4 – 13	4 – 10	6 – 13	5 – 11	4,5 – 9
0,075	4 – 10	4 - 8	3 - 6	4 - 10	4 - 8	3 – 7

Sumber : Dokumen Pelelangan Nasional Pekerjaan Jasa Pelaksanaan Konstruksi BAB VII Spesifikasi Umum 2010 Devisi 6

E. Suhu / Temperatur

Aspal mempunyai kepekaan terhadap perubahan suhu / temperatur, karena aspal adalah material yang termoplastis. Aspal akan menjadi keras atau lebih kental jika temperatur berkurang dan akan lunak atau cair bila temperatur bertambah. Setiap jenis aspal mempunyai kepekaan terhadap temperatur berbeda-beda, karena kepekaan tersebut dipengaruhi oleh komposisi kimiawi aspalnya, walaupun mungkin mempunyai nilai penetrasi atau viskositas yang sama pada temperatur tertentu. Pemeriksaan sifat kepekaan aspal terhadap perubahan temperatur perlu dilakukan sehingga diperoleh informasi tentang

rentang temperatur yang baik untuk pelaksanaan pekerjaan. Pada Tabel 6 ini memperlihatkan nilai viskositas aspal dan batasan suhu selama pencampuran, penghamparan, dan pemadatan pada proses pelaksanaan pekerjaan perkerasan jalan.

Tabel 6. Ketetapan viskositas dan temperatur aspal untuk pencampuran dan pemadatan.

No.	Prosedur Pelaksanaan	Viskositas aspal (PA.S)	Suhu Campuran (°C)
			Pen 60/70
1	Pencampuran benda uji Marshall	0,2	155 ± 1
2	Pemadatan benda uji Marshall	0,4	145 ± 1
3	Pencampuran rentang temperatur sasaran	0,2 – 0,5	145 – 155
4	Menuangkan campuran dari AMP ke dalam truk	± 0,5	135 – 150
5	Pasokan ke alat penghamparan (<i>paver</i>)	0,5 – 1,0	130 – 150
6	Penggilasan awal (roda baja)	1 – 2	125 – 145
7	Penggilasan kedua (roda karet)	2 – 20	100 – 125
8	Penggilasan akhir (roda baja)	< 20	> 95

Sumber : Dokumen Pelelangan Nasional Pekerjaan Jasa Pelaksanaan Konstruksi BAB VII Spesifikasi Umum 2010 Divisi 6 Perkerasan Aspal.

F. Viskositas aspal

Aspal memiliki struktur molekul yang sangat kompleks dan memiliki ukuran yang bervariasi serta jenis ikatan kimia yang berbeda-beda. Semua jenis molekul berinteraksi satu dan yang lainnya dengan cara yang berbeda-beda, cara berinteraksi antar molekul ini mempengaruhi tidak saja sifat kimia aspal

tetapi juga fisik dari aspal tersebut. Perubahan molekul-molekul yang terdapat dalam aspal juga akan mempengaruhi sifat fisik aspal.

Hilangnya minyak ringan yang terkandung dalam aspal akibat proses penguapan atau akibat proses destilasi hampa akan menaikkan kandungan *asphaltene* dalam aspal dan meningkatkan viskositas aspal pada temperatur yang sama. Selain itu, bila kadar *asphaltene* didalam suatu aspal dipertahankan tetap, maka peningkatan kadar aromatik dengan rasio kejenuhan terhadap resin yang konstan akan menurunkan kepekaan modulus geser aspal. Peningkatan kadar kejenuhan dengan rasio resin aromatik yang konstan akan menaikkan nilai penetrasi aspal. Peningkatan kadar resin dalam aspal akan menurunkan nilai penetrasi aspal, menurunkan indeks penetrasi aspal dan menurunkan kepekaan terhadap geser tetapi menaikkan viskositas aspal. Molekul-molekul aspal, resin, aromatik dan kejenuhan, memiliki ikatan dan berikatan secara kimia satu dengan yang lainnya.

G. Karakteristik Campuran Beraspal

Tujuan karakteristik campuran yang harus dimiliki oleh beton aspal adalah stabilitas, keawetan atau durabilitas, kelenturan atau fleksibilitas, ketahanan terhadap kelelahan (*fatigue resistance*), kekesatan permukaan atau ketahanan geser, kedap air, dan kemudahan pelaksanaan (*workability*). Karakteristik campuran yang harus dimiliki oleh campuran aspal beton campuran panas adalah:

1. Stabilitas

Stabilitas lapisan perkerasan jalan adalah kemampuan lapisan menerima beban lalu lintas tanpa terjadi perubahan bentuk tetap seperti bergelombang, alur atau *bleeding*. Kebutuhan akan stabilitas setingkat dengan jumlah lalu lintas dan beban kendaraan yang melewati jalan tersebut. Jalan dengan volume lalu lintas tinggi dan sebagian merupakan kendaraan berat menuntut stabilitas yang lebih tinggi dibandingkan dengan jalan dengan volume lalu lintas yang hanya terdiri dari kendaraan penumpang saja. Stabilitas terjadi dari hasil geseran antar butir, penguncian antar partikel dan daya ikat yang baik dari lapisan aspal. Dengan demikian stabilitas yang tinggi dapat diperoleh dengan mengusahakan penggunaan:

- a. Agregat berbentuk kubus
- b. Aspal dengan penetrasi rendah
- c. Agregat dengan gradasi yang rapat (*dense graded*)
- d. Agregat dengan permukaan kasar
- e. Aspal dengan jumlah yang mencukupi untuk ikatan antar butir

Agregat bergradasi baik, dan rapat memberikan rongga antar butiran agregat (*Voids in Mineral Agregat* = VMA) yang kecil, keadaan ini menghasilkan film aspal yang tipis, mudah lepas yang mengakibatkan lapisan tidak lagi kedap air, sehingga oksidasi mudah terjadi, dan lapis perkerasan menjadi rusak.

2. Durabilitas (Keawetan/Daya Tahan)

Durabilitas diperlukan pada lapisan permukaan sehingga lapisan dapat mampu menahan keausan akibat pengaruh cuaca, air, dan perubahan suhu ataupun keausan akibat gesekan roda kendaraan. Faktor yang mempengaruhi durabilitas lapis aspal beton adalah:

- a. VIM kecil sehingga lapis kedap air dan udara tidak masuk ke dalam campuran yang menyebabkan terjadinya oksidasi dan aspal menjadi rapuh (getas).
- b. VMA besar sehingga film aspal dapat dibuat tebal. Jika VMA dan VIM kecil serta kadar aspal tinggi maka kemungkinan terjadinya *bleeding* cukup besar, untuk mencapai VMA yang besar ini digunakan agregat bergradasi senjang.
- c. Film (selimut) aspal, film aspal yang tebal dapat menghasilkan lapis aspal beton yang durabilitas tinggi, tetapi kemungkinan terjadinya *bleeding* menjadi besar.

3. Fleksibilitas (Kelenturan)

Fleksibilitas pada lapisan perkerasan adalah kemampuan lapisan perkerasan untuk dapat mengikuti deformasi yang terjadi akibat beban lalu lintas berulang tanpa timbulnya retak dan perubahan volume. Untuk mendapatkan fleksibilitas yang tinggi dapat diperoleh dengan:

- a. Penggunaan agregat bergradasi senjang sehingga diperoleh VMA yang besar.
- b. Penggunaan aspal lunak (aspal dengan penetrasi yang tinggi).

- c. Penggunaan aspal yang cukup banyak sehingga diperoleh VIM yang kecil.

4. Kekesatan (*Skid Resistance*)

Tahanan geser adalah kekesatan yang diberikan oleh perkerasan sehingga kendaraan tidak mengalami slip baik di waktu hujan (basah) maupun di waktu kering. Kekesatan dinyatakan dengan koefisien gesek antara permukaan jalan dengan roda kendaraan. Tingginya nilai tahanan geser ini dipengaruhi oleh:

- a. Penggunaan agregat dengan permukaan kasar.
- b. Penggunaan kadar aspal yang tepat sehingga tidak terjadi *bleeding*.
- c. Penggunaan agregat kasar yang cukup.

5. *Fatigue Resistance* (Ketahanan Kelelahan)

Ketahanan kelelahan adalah ketahanan dari lapis aspal beton dalam menerima beban berulang tanpa terjadinya kelelahan yang berupa alur (*rutting*) dan retak. Faktor-faktor yang mempengaruhi ketahanan terhadap kelelahan adalah:

- a. VIM yang tinggi dan kadar aspal yang rendah akan mengakibatkan kelelahan yang lebih cepat.
- b. VMA dan kadar aspal yang tinggi dapat mengakibatkan lapis perkerasan menjadi fleksibel.

6. Kedap Air

Kemampuan beton aspal untuk tidak dapat dimasuki air ataupun udara lapisan beton aspal. Air dan udara dapat mengakibatkan percepatan

proses penuaan aspal dan pengelupasan selimut aspal dari permukaan agregat.

7. *Workability* (Kemudahan Pelaksanaan)

Kemudahan pelaksanaan adalah mudahnya suatu campuran untuk dihampar dan dipadatkan sehingga diperoleh hasil yang memenuhi kepadatan yang diharapkan. *Workability* ini dipengaruhi oleh gradasi agregat. Agregat bergradasi baik lebih mudah dilaksanakan daripada agregat bergradasi lain.

H. Volumetrik Campuran Aspal Beton

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 air destilasi dengan volume yang sama dan suhu dengan tertentu berat bahan di udara (tidak termasuk rongga yang menyerap aspal) pada satuan volume dan suhu tertentu.

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:

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

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.

P_s = Kadar agregat persen terhadap berat total campuran.

G_{se} = Berat jenis efektif agregat.

G_b = Berat jenis aspal.

2. Penyerapan Aspal

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

$$P_{ba} = 100 \times \frac{G_{se} - G_{sb}}{G_{sb} \times G_{se}} \times G_b \dots\dots\dots(4)$$

Keterangan:

P_{ba} = Penyerapan aspal, persen total agregat

G_{sb} = Berat jenis *bulk* agregat

G_{se} = Berat jenis efektif agregat

G_b = 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 :

$$P_{be} = P_b \times \frac{ba}{100} \times P_s \dots\dots\dots(5)$$

Keterangan:

P_{be} = Kadar aspal efektif, persen total agregat.

P_b = Kadar aspal persen terhadap berat total campuran.

P_{ba} = Penyerapan aspal, persen total agregat.

P_s = Kadar agregat, persen terhadap berat total campuran.

4. 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*.

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

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

P_s = Kadar agregat, persen terhadap berat total campuran

b. Terhadap berat agregat total

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

Keterangan:

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

G_{sb} = Berat jenis *bulk* agregat

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

P_b = Kadar aspal persen terhadap berat total campuran

5. Rongga Di Dalam Campuran (VIM)

Rongga di dalam campuran atau VIM dalam campuran perkerasan beraspal terdiri atas ruang udara di antara pertikel agregat yang terselimuti aspal. Volume rongga udara dalam persen 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 (No1).

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

6. 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:

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

Keterangan:

VFA = Rongga terisi aspal.

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

VIM = Rongga udara campuran, persen total campuran.

I. 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:

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

Keterangan:

Pb = Perkiraan kadar aspal optimum.

CA = Nilai presentase agregat kasar.

FA = Nilai presentase agregat halus.

FF = Nilai presentase *Filler*.

K = konstanta (kira-kira 0,5 - 1,0).

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

J. 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 penguji) 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 inchi (10,16 cm) dan tinggi 2,5 inchi (6,35 cm).

2. Parameter Pengujian *Marshall*

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

a. Stabilitas *marshall*

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 tinggi akan lebih lentur dan cenderung untuk tidak mengalami retak dini pada usia pelayanannya, sedangkan nilai kelelehan yang rendah mengindikasikan campuran bersifat kaku.

c. *Marshall quotient*

Marshall Quotient merupakan hasil perbandingan antara stabilitas dengan kelelehan (*flow*). Semakin rendah MQ, maka akan semakin rendah kekakuan suatu campuran dan akan mempengaruhi 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 / *Voids 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.

K. Penelitian Terkait

Penelitian-penelitian tentang pengaruh variasi temperatur pada proses pencampuran terhadap campuran aspal panas (*asphalt hotmix*) yang pernah dilakukan oleh beberapa peneliti dan dapat dijadikan acuan atau literatur untuk penyusunan skripsi / penelitian ini diantaranya:

1. Susilo, Joko. Pada Jurnal Ilmiah Teknik Sipil Universitas Riau dengan judul “*Pengaruh Variasi Suhu Pencampuran Dan Pemadatan Campuran Beraspal Panas Menggunakan Aspal Retona Blend 5*”.2010. Penelitian ini Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Jalan Raya Fakultas Teknik

Universitas Riau, dengan dasar menggunakan metode pengujian yang mengacu pada Spesifikasi Umum Bina Marga Tahun 2010.

Metode analisis yang digunakan dalam penelitian ini yaitu dengan cara mengidentifikasi semua permasalahan dan hasilnya berdasarkan fakta dan data yang diperoleh dari hasil pengujian yang ada serta berdasarkan studi pustaka dan data pendukung lainnya. Variasi kadar aspal yang akan digunakan adalah sebanyak 5 (lima) buah variasi kadar aspal dengan rentang per variasi adalah 0,5%, dimana kadar aspal awal digunakan sebagai titik tengah, sehingga variasi kadar aspal yang akan digunakan adalah 4,5%; 5%; 5,5%; 6% dan 6,5%.

Variasi suhu yang akan digunakan berpatokan pada variasi suhu pencampuran dan pemadatan campuran beraspal yang diperoleh dari uji viskositas. Pengujian viskositas aspal Retona Blend 55 diperoleh temperatur suhu pencampuran dari nilai viskositas 170 Cst sebesar 170°C sedangkan untuk temperatur suhu pemadatan dari nilai viskositas 280 Cst sebesar 156°C. Toleransi temperatur suhu untuk suhu pencampuran dan pemadatan sebesar $\pm 5^{\circ}\text{C}$.

2. M. Zainul Arifin, dkk. 2012 Jurusan Sipil Fakultas Teknik Universitas Brawijaya Malang dengan judul “ *Pengaruh Penurunan Suhu (Dengan dan Tanpa Pemanasan) terhadap Parameter Marshall Campuran Aspal Beton* “. Penelitian ini Penelitian ini mengambil variasi suhu awal dari 50°C sampai 100°C dengan interval 10°C. Dalam rentang suhu tersebut akan diperoleh suhu optimum. Variasi penurunan suhu yang dilakukan

adalah 50°C, 60°C, 70°C, 80°C, 90°C, 100°C, dan 110°C. Penentuan variasi penurunan suhu yang paling rendah adalah 50°C. Sedangkan variasi suhu tertinggi diambil 110°C, hal ini berdasarkan dari SKBI – 2.4.26.1987 bahwa pemadatan dilakukan pada saat suhu campuran minimum 110°C. Penurunan suhu tanpa pemanasan ulang, masing – masing campuran didiamkan sampai suhu 50°C, 60°C, 70°C, 80°C, 90°C, 100°C, dan 110°C lalu masing-masing campuran tersebut dipadatkan. Untuk campuran beraspal yang mengalami penurunan suhu dengan pemanasan ulang, masing-masing campuran didiamkan sampai suhu 50°C, 60°C, 70°C, 80°C, 90°C, 100°C, dan 110°C lalu masing – masing campuran tersebut dipanaskan lagi sampai suhu pemadatan minimum yaitu 110°C. Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan penelitian dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

- a. Campuran LASTON dengan kadar aspal 6% yang mengalami penurunan suhu lalu dipanaskan ulang akan menghasilkan suhu optimum yang berbeda bila dibandingkan dengan campuran yang tidak dipanaskan ulang. Suhu optimum untuk campuran yang tidak dipanaskan ulang adalah 104,81°C sedangkan untuk campuran yang dipanaskan ulang sampai suhu 110°C adalah 75°C. Hal ini menunjukkan bahwa perlakuan pemanasan ulang sangat berpengaruh karena campuran beraspal yang telah mencapai suhu rendah membutuhkan banyak aspal untuk mencapai ikatan agregat yang optimal.

- b. Campuran yang tidak dipanaskan ulang nilai VIM nya tidak ada yang memenuhi spesifikasi SNI, sedangkan nilai stabilitas yang memenuhi spesifikasi adalah yang berada di atas suhu 99,515°C dan untuk nilai MQ yang memenuhi adalah yang diatas 99,62°C. Untuk nilai VMA, dan kelelehan (*flow*) semuanya memenuhi spesifikasi. Sedangkan untuk campuran dengan pemanasan ulang, nilai stabilitas, VMA, dan kelelehan (*flow*) semuanya memenuhi spesifikasi. Sedangkan untuk Nilai VIM dan MQ tidak ada yang masuk dalam spesifikasi.

Tabel 7. Daftar penelitian terkait

no	Judul penelitian	Peneliti
1	Pengaruh Variasi Suhu Pencampuran Dan Pematatan Campuran Beraspal Panas Menggunakan Aspal Retona Blend 5	Joko Susilo
2	Pengaruh Penurunan Suhu (Dengan dan Tanpa Pemanasan) terhadap Parameter Marshall Campuran Aspal Beton	M. Zainul Arifin, dkk

III. METODOLOGI PENELITIAN

A. Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Inti Jalan Raya Fakultas Teknik Jurusan Teknik Sipil Universitas Lampung.

B. Bahan

Adapun bahan yang digunakan dalam penelitian ini :

1. Agregat kasar yang digunakan berasal dari PT. Sumber Batu Berkah, Tarahan, Lampung Selatan.
2. Agregat halus yang digunakan berasal dari PT. Sumber Batu Berkah, Tarahan, Lampung Selatan.
3. Aspal yang digunakan pada penelitian ini adalah aspal keras produksi Shell pen 60/70.
4. *Filler* atau material lolos saringan No. 200 yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Portland Cement*.

C. Peralatan

Peralatan yang digunakan pada penelitian ini adalah :

1. Alat Uji Pemeriksaan Aspal

Alat uji pemeriksaan aspal yaitu : alat uji berat jenis (piknometer) .

2. Alat Uji Pemeriksaan Agregat

Alat uji pemeriksaan agregat yaitu : Satu set saringan (*Sieve Analysis*), tes keausan agregat (*Los Angeles Tests Machine*), alat uji berat jenis (piknometer, timbangan, pemanas), *Aggregate Impact Machine*, *Aggregate Crushing Machine*, dan alat pengukur kepipihan (*Thickness Gauge*).

3. Alat Uji Karakteristik Campuran Beraspal

Alat uji karakteristik campuran beraspal yaitu menggunakan seperangkat alat dalam pengujian untuk metode *Marshall*, meliputi:

- a. Alat *Marshall* yang terdiri dari kepala penekan berbentuk lengkung, cincin penguji berkapasitas 22,2 KN (5000 lbs) yang dilengkapi dengan arloji *flowmeter*.
- b. Alat cetak benda uji berbentuk silinder dengan diameter 4 inchi (10,16 cm) dan tinggi 2,5 inchi (6,35 cm).
- c. Alat penumbuk *Marshall* otomatis yang digunakan untuk pemadatan campuran.
- d. Ejektor untuk mengeluarkan benda uji dari cetakan setelah proses pemadatan.
- e. Bak perendam (*water bath*) yang dilengkapi pengatur suhu.

- f. Alat-alat penunjang yang meliputi kompor, *thermometer*, *oven*, sendok pengaduk, sarung tangan anti panas, kain lap, panci pencampur, timbangan, dan jangka sorong.

D. Prosedur Penelitian

Prosedur penelitian yang akan dilakukan mulai dari awal sampai akhir dijelaskan sebagai berikut:

1. Persiapan

Persiapan yang dilakukan yaitu persiapan pustaka, bahan, dan alat-alat yang digunakan. Persiapan bahan ini meliputi (aspal keras, agregat kasar, agregat halus, dan *filler*) yaitu dengan mendatangkan bahan dari sumbernya ke Laboratorium Inti Jalan Raya Fakultas Teknik Universitas Lampung dan kemudian menyiapkan bahan-bahan tersebut sebelum diuji dan digunakan dalam campuran beraspal.

2. Pengujian Bahan

a. Pengujian Aspal

1) Pemeriksaan berat jenis aspal

Pemeriksaan ini bertujuan untuk menentukan berat jenis aspal dengan menggunakan piknometer. Berat jenis aspal adalah perbandingan antara berat aspal dan berat air suling dengan isi yang sama pada suhu tertentu.

Tabel 8. Standar pengujian aspal

No.	Jenis Pengujian	Standar Pengujian	Syarat
1	Penetrasi, 25 °C, 100 gr, 5	SNI 06-2456-1991	60 - 70
2	Berat Jenis	SNI 06-2441-1991	$\geq 1,0$
3	Titik Lembek; °C	SNI 06-2434-1991	≥ 48
4	Berat yang Hilang	SNI 06-2441-1991	maks 0,4%
5	Daktilitas	SNI 06-2432-1991	≥ 48

Sumber : Dokumen Pelelangan Nasional Pekerjaan Jasa Pelaksanaan Konstruksi
BAB VII Spesifikasi Umum 2010 Devisi 6

b. Pengujian Agregat

1) Berat jenis dan penyerapan agregat kasar dan agregat halus

Tujuan dari pengujian ini adalah untuk menentukan berat jenis pada agregat kasar dan halus pada kondisi SSD (*Surface Saturated Dry*), kondisi kering (*Bulk Specific Gravity Dry*), kondisi semu (*Apparent Specific Gravity*), dan penyerapan (*absorbtion*) dari agregat kasar dan halus.

2) Pemeriksaan agregat terhadap tumbukan (*Aggregate Impact Value*)

Pemeriksaan ini bertujuan untuk menentukan nilai kekuatan relative agregat terhadap *tumbukan* dengan menyatakan nilai AIV.

3) Pemeriksaan kuat agregat terhadap tekanan ACV (*Aggregate Crushing Value*).

Pemeriksaan ini bertujuan untuk menentukan nilai kuat relative agregat terhadap tekanan dengan menyatakan nilai ACV.

4) Pemeriksaan keausan agregat

Pemeriksaan ini bertujuan untuk menentukan ketahanan agregat kasar terhadap keausan dengan mempergunakan mesin *Los Angeles*.

Keausan tersebut dinyatakan dengan perbandingan antara berat bahan aus lewat saringan no.12 terhadap berat semula dalam persen.

5) Indeks kepipihan (*Flakyness*)

Tujuan dari pengujian ini adalah untuk menentukan indeks kepipihan agregat.

6) Analisis saringan agregat halus dan kasar

Tujuan dari pengujian ini adalah untuk mengetahui butiran (gradasi) agregat halus dan kasar dengan menggunakan saringan.

Tabel 9. Standar pemeriksaan agregat

No	Jenis Pengujian	Standar Uji	Syarat
1	Analisa saringan	SNI 03-1968-1990	-
2	Berat jenis dan penyerapan agregat kasar	SNI 03-1969-1990	Bj Bulk < 2.5
			Penyerapan > 3%
3	Berat jenis dan penyerapan agregat halus	SNI 03-1970-1990	Bj Bulk < 2.5
			Penyerapan > 5%
4	Tes Abrasi	SNI 03-2417-1990	Maks. 40%
5	Aggregate Impact Value (AIV)	BS 812:part 3:1975	Maks. 30%
6	Aggregate Crushing Value (ACV)	BS 812:part 3:1975	Maks. 30%
7	Kelekatan agregat terhadap aspal	SNI 03-2439-1991	Min. 95%
8	Partikel Pipih dan Lonjong	ASTM D4791	Maks. 10%

Sumber : Dokumen Pelelangan Nasional Pekerjaan Jasa Pelaksanaan Konstruksi BAB VII Spesifikasi Umum 2010 Devisi 6

3. Menentukan Fraksi Agregat

Persentase fraksi agregat yang akan di gunakan pada penelitian ini adalah sesuai dengan spesifikasi yang digunakan yaitu AC-WC (*Asphalt Concrete -Wearing Course*). Berikut adalah Tabel 10 yaitu gradasi agregat untuk campuran LASTON.

Tabel 10. Gradasi agregat untuk campuran LASTON

Ukuran Ayakan		% Berat Yang Lolos					
		LASTON (AC)					
		Gradasi Halus			Gradasi Kasar		
(inch)	(mm)	AC-WC	AC-BC	AC-Base	AC-WC	AC-BC	AC-Base
1½"	37,5	-	-	100	-	-	100
1"	25	-	100	90 - 100	-	100	90 - 100
¾"	19	100	90 - 100	73 - 90	100	90 - 100	73 - 90
½"	12,5	90 - 100	74 - 90	61 - 79	90 - 100	71 - 90	55 - 76
⅜"	9,5	72 - 90	64 - 82	47 - 67	72 - 90	58 - 80	45 - 66
No.4	4,75	54 - 69	47 - 64	39,5 - 50	43 - 63	37 - 56	28 - 39,5
No.8	2,36	39,1 - 53	34,6 - 49	30,8 - 37	28 - 39,1	23 - 34,6	19 - 26,8
No.16	1,18	31,6 - 40	28,3 - 38	24,1 - 28	19 - 25,6	15 - 22,3	12 - 18,1
No.30	0,6	23,1 - 30	20,7 - 28	17,6 - 22	13 - 19,1	10 - 16,7	7 - 13,6
No.50	0,3	15,5 - 22	13,7 - 20	11,4 - 16	9 - 15,5	7 - 13,7	5 - 11,4
No.100	0,15	9 - 15	4 - 13	4 - 10	6 - 13	5 - 11	4,5 - 9
No.200	0,075	4 - 10	4 - 8	3 - 6	4 - 10	4 - 8	3 - 7

Sumber: Dokumen Pelelangan Nasional Pekerjaan Jasa Pelaksanaan Konstruksi BAB VII Spesifikasi Umum 2010 Devisi 6 Tabel 6.2.2.3

Pada penelitian ini digunakan fraksi agregat Gradasi halus dengan batas atas dan batas tengah yang dapat dilihat dalam Tabel 11 berikut.

Tabel 11. Komposisi agregat dalam campuran

Ukuran Saringan		Lolos Saringan	
Inchi	Mm	Gradasi Batas Bawah (%)	Gradasi Batas Tengah (%)
3/4"	19	100	100
1/2"	12,5	90	95
3/8"	9,5	72	81
No. 4	4,75	54	61.5
No. 8	2,36	39,1	40.05
No. 16	1,18	31,6	35.8
No. 30	0,6	23,1	26.55
No. 50	0,3	15,5	18.75
No. 100	0,15	9	12
No. 200	0,075	4	7
Pan		0	0

4. Pembuatan Benda Uji Campuran Beraspal

- a. Menghitung perkiraan awal kadar aspal (P_b) sebagai berikut:

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

Keterangan:

Nilai konstanta kira-kira 0,5 sampai 1,0 untuk Laston dan 2,0 sampai 3,0 untuk Lataston. Untuk jenis campuran lain gunakan nilai 1,0 sampai 2,5.

P_b : Kadar aspal tengah/ideal, persen terhadap berat campuran

CA : Persen agregat tertahan saringan No.8.

FA : Persen agregat lolos saringan No.8 dan tertahan saringan No.200.

Filler : Persen agregat minimal 75% lolos No.200.

K : Konstanta 0,5 – 1,0 untuk laston.

- b. Setelah didapat nilai kadar aspal, selanjutnya berat jenis maksimum (BJ Max) dihitung dengan mengambil data dari percobaan berat jenis agregat halus dan agregat kasar.
- c. Jika semua data telah didapatkan, yang dilakukan berikutnya adalah menghitung berat sampel, berat aspal, berat agregat dan menghitung kebutuhan agregat tiap sampel berdasarkan persentase tertahan.
- d. Mencampur agregat dengan aspal pada suhu optimum 160°C pada gradasi halus pada batas atas dan batas tengah.
- e. Melakukan pemadatan standard dengan *Automatic Marshall Compactor* terhadap sampel sebanyak 2 x 75 kali tumbukan.
- f. Setelah itu benda uji di tes *marshall* dan di dapat nilai KAO.
- g. Setelah di dapat nilai KAO maka pada saat pemadatan dilakukan variasi temperatur yaitu gradasi halus pada :
 - 1) Batas bawah : 160°C, 145°C, 130°C, 115°C, 100°C,
 - 2) Batas tengah : 160°C, 145°C, 130°C, 115°C, 100°C
- h. Mendinginkan benda uji terlebih dahulu agar mulai mengeras sebelum mengeluarkannya dari cetakan, dan kemudian mendinginkannya selama ± 24 jam.
- i. Mengukur ketebalan, menimbang, dan kemudian merendam benda uji dalam air pada suhu normal selama 24 jam.
- j. Menimbang kembali benda uji untuk mendapatkan berat jenuh (SSD).
- k. Sebelum menguji benda uji dengan alat *marshall*, merendam benda uji terlebih dahulu dalam *waterbath* pada suhu 60 °C selama 30 menit.

Benda uji dibuat sebanyak 3 buah pada masing-masing variasi kadar aspal dengan gradasi batas bawah dan batas tengah dan total benda uji adalah 60 benda uji, yang dijelaskan dalam Tabel 12 berikut:

Tabel 12. Ketentuan pembuatan benda uji campuran aspal beton (LASTON) AC WC

Kadar Aspal (%)	Jumlah Benda Uji		Keterangan
	Gradasi Batas Tengah	Gradasi Batas Bawah	
Pb – 1,0	3 buah	3 buah	Campuran agregat dengan spesifikasi AC WC + kadar aspal minyak Pb – 1,0 (%)
Pb – 0,5	3 buah	3 buah	Campuran agregat dengan spesifikasi AC WC + kadar aspal minyak Pb – 0,5 (%)
Pb	3 buah	3 buah	Campuran agregat dengan spesifikasi AC WC + kadar aspal minyak Pb (%)
Pb + 0,5	3 buah	3 buah	Campuran agregat dengan spesifikasi AC WC + kadar aspal minyak Pb + 0,5 (%)
Pb + 1,0	3 buah	3 buah	Campuran agregat dengan spesifikasi AC WC + kadar aspal minyak Pb + 1,0 (%)
Jumlah	15	15	

Tabel 13. Rencana Variasi Suhu Pemasatan Setelah Didapat Nilai KAO

Suhu Variasi (°C)	Gradasi Batas Bawah	Gradasi Batas Tengah
100	3 buah	3 buah
115	3 buah	3 buah
130	3 buah	3 buah
145	3 buah	3 buah
160	3 buah	3 buah
Jumlah	15 buah	15 buah

5. Pemeriksaan dengan Alat *Marshall*

a. Pemeriksaan berat jenis campuran

Setelah dilakukan pencampuran material, pembuatan benda uji dan pematatan kedua sisi dilaksanakan, benda uji dikeluarkan dari cetakan kemudian diukur pada tiga sisi setiap benda uji dan ditimbang untuk mendapatkan berat benda uji kering. Kemudian merendam benda uji di dalam bak selama 3-5 menit dan ditimbang dalam air untuk mendapatkan berat benda uji dalam air. Kemudian benda uji diangkat dan dilap sehingga kering permukaan dan didapatkan berat benda uji kering permukaan jenuh (SSD).

b. Pengujian

Pengujian ini dimaksudkan untuk menentukan ketahanan (stabilitas) terhadap (*flow*) dari campuran aspal sesuai dengan prosedur SNI 06-2489-1991 atau AASHTO T- 245-90. Benda uji direndam selama 30 menit dengan suhu tetap 60°C ($\pm 1^\circ\text{C}$). Setelah itu benda uji diletakkan ke dalam segmen bawah kepala penekan dengan catatan bahwa waktu

yang diperlukan dari saat diangkatnya benda uji dari bak perendam (*water bath*) maksimum tidak boleh melebihi 30 detik.

Kemudian benda uji dibebani dengan kecepatan tetap sekitar 50 mm per menit sampai pembebanan maksimum tercapai atau pembebanan menurun seperti yang ditunjukkan oleh jarum arloji tekan. Mencatat nilai *flow* yang ditunjukkan oleh dial pengukur *flow* pada saat pembebanan mencapai maksimum.

6. Menghitung Parameter *Marshall*

Setelah pengujian *Marshall* selesai serta nilai stabilitas dan *flow* didapat, selanjutnya menghitung parameter *Marshall* yaitu VIM, VMA, VFA, berat volume, dan parameter lainnya sesuai parameter yang ada pada spesifikasi campuran. Kemudian menggambarkan hubungan antara kadar aspal dan parameter *Marshall*, yaitu gambar hubungan antara:

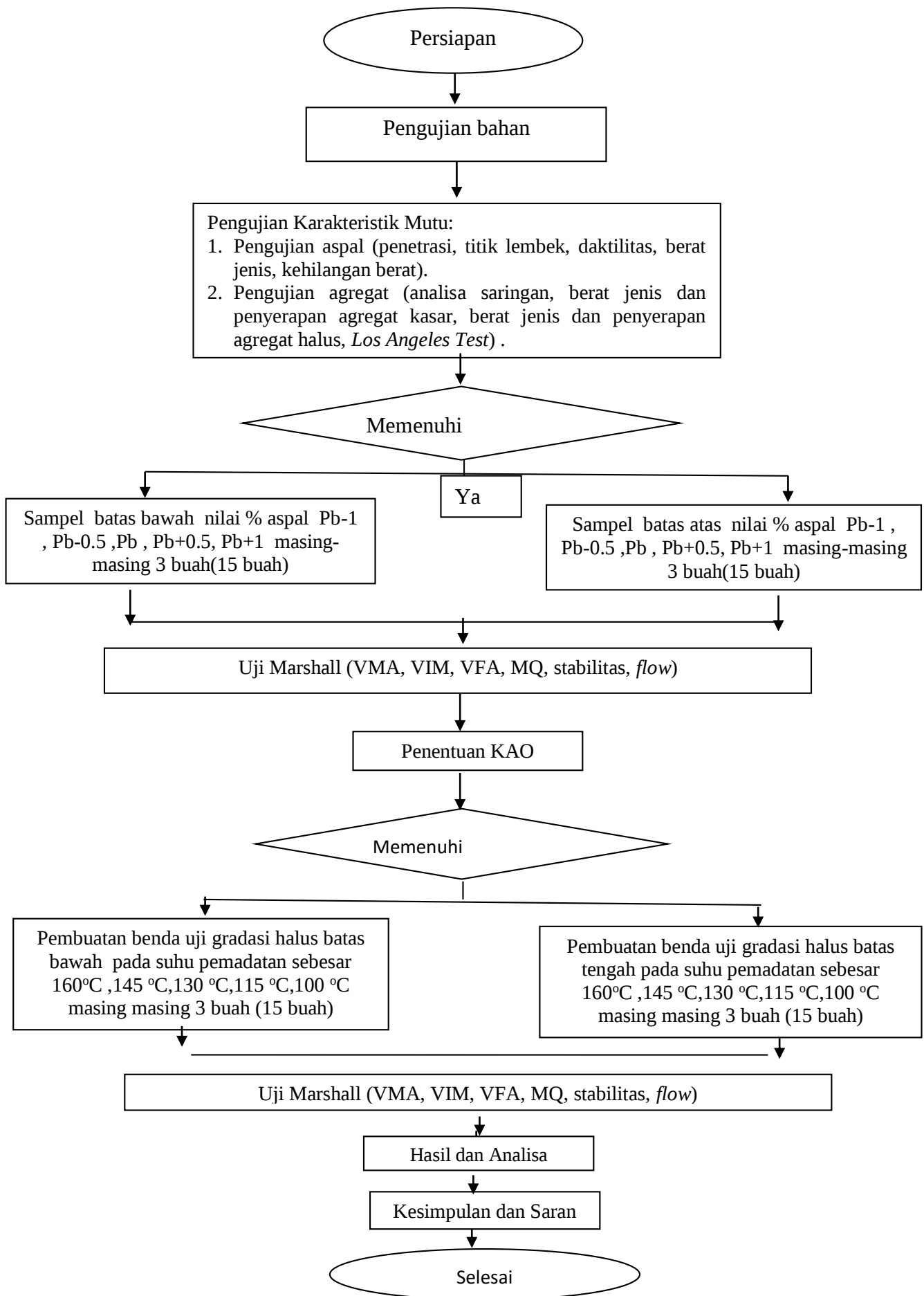
- a. Kadar aspal dengan stabilitas
- b. Kadar aspal dengan *flow*
- c. Kadar aspal dengan VIM
- d. Kadar aspal dengan VMA
- e. Kadar aspal dengan VFA
- f. Kadar aspal dengan *Marshall Quotient* (MQ)

7. Pengolahan Hasil Penelitian dan Pembahasan

Dari hasil penelitian di laboratorium akan diperoleh nilai parameter marshall (*Stability*, *Flow*, *Void in Mineral Agregat (VMA)*, *Void in The Mix (VIM)*, *Void Filled with Asphalt (VFA)* dan (*Marshall Quotient*) dari

campuran perkerasan Laston (AC-WC) gradasi halus dengan perbedaan batas bawah dan batas tengah.

E. DIAGRAM ALIR PENELITIAN



Gambar 1. Diagram alir penelitian

V. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis dari data pengujian di laboratorium, maka didapat beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Berdasarkan hasil uji material baik aspal, agregat kasar, agregat halus dan bahan pengisi (*filler*) sudah memenuhi spesifikasi Bina Marga 2010.
2. Untuk campuran aspal beton (Laston) lapis aus (*Asphal Concrete – Wearing Course*) gradasi halus pada batas bawah didapat nilai Kadar Aspal Optimum (KAO) sebesar 6,8%.
3. Untuk campuran aspal beton (Laston) lapis aus (*Asphal Concrete – Wearing Course*) gradasi kasar pada batas tengah didapat nilai Kadar Aspal Optimum (KAO) sebesar 5,7%.
4. Pada pengujian *Marshall* diperoleh kesimpulan :
 - a. Nilai VMA pada aspal campuran lapis aus gradasi halus batas bawah dan tengah semakin menurun dengan bertambahnya suhu pemadatan dalam campuran. Nilai VMA pada suhu 145°C diperoleh nilai sebesar 18,279% untuk batas bawah dan 16.343 % untuk batas tengah
 - b. Nilai VIM pada aspal campuran lapis aus gradasi halus batas bawah dan tengah semakin menurun dengan bertambahnya suhu pemadatan

- dalam campuran. Nilai VIM pada suhu 145°C diperoleh nilai sebesar 4,233% untuk batas bawah dan 4,281 % untuk batas tengah
- c. Nilai VFA pada aspal campuran lapis aus gradasi halus batas bawah dan tengah semakin meningkat dengan bertambahnya suhu pemadatan dalam campuran. Nilai VFA pada suhu 145°C diperoleh nilai sebesar 76,856 % untuk batas bawah dan 73,834% untuk batas tengah
- d. Nilai stabilitas pada aspal campuran lapis aus gradasi halus batas bawah dan tengah cenderung meningkat dengan bertambahnya suhu pemadatan dalam campuran. Nilai stabilitas pada suhu 145°C diperoleh nilai sebesar 1150,716 kg untuk batas bawah dan 1187,625 kg untuk batas tengah
- e. Nilai *Flow* (kelelehan) pada aspal campuran lapis aus gradasi halus batas bawah dan tengah cenderung menurun dengan bertambahnya suhu pemadatan dalam campuran. Nilai *Flow* pada suhu 145°C diperoleh nilai sebesar 4,10 mm untuk batas bawah dan 3,77 mm untuk batas tengah.
- f. Nilai *Marshall quotient* (MQ) pada aspal campuran lapis aus gradasi halus batas bawah dan tengah cenderung naik dengan bertambahnya suhu pemadatan dalam campuran. Nilai MQ pada suhu 145°C diperoleh nilai sebesar 280,821 kg/mm untuk batas bawah dan 319,269 kg/mm untuk batas tengah.
- g. Suhu pemadatan sangat mempengaruhi terhadap hasil nilai parameter *marshall* sehingga mempengaruhi kualitas jalan .

B. Saran

Saran yang dapat di berikan setelah dilakukan penelitian ini adalah:

1. Perlunya penggunaan termometer digital agar mendapatkan hasil pengukuran yang cepat dan akurat.
2. Pada saat pengujian diharapkan menghindari kesalahan sekecil mungkin pada saat penimbangan yang dilakukan harus sesuai dan pas dengan nilai yang sudah ada dalam perhitungan.

DAFTAR PUSTAKA

- Arifin, Muhamad Zainul. Wicaksono, Ahmad dan Pewastri, Ken. 2008. *Pengaruh Penurunan Suhu (Dengan Dan Tanpa Pemanasan Ulang) Terhadap Parameter Marshall Campuran Aspal Beton*. jurnal ilmiah teknik sipil Universitas Brawijaya Malang.
- Aschuri, Imam. Rahman, Rizal. 2011. *Makalah kajian suhu optimum pada proses pemadatan untuk campuran beraspal dengan menggunakan modifikasi bitumen limbah plastik*. Institut Teknologi Nasional. Bandung.
- Dokumen Pelelangan Nasional Pekerjaan Jasa Pelaksanaan Konstruksi 2010. *Spesifikasi Umum 2010 Divisi 6 Perkerasan Aspal*. Jakarta.
- Sugiarto, RE. 2003. *Pengaruh Variasi Tingkat Kepadatan terhadap Sifat Marshall Dan Indeks Kekuatan Sisa Berdasarkan Spesifikasi Baru Beton Aspal Pada Laston(AC-WC) Menggunakan Jenis Aspal Pertamina Dan Aspal Esso Penetrasi 60/70*. Tesis Program Pasca Sarjana Universitas Diponegoro Semarang.
- Sukirman, Silvia. 1999. *Perkerasan Lentur Jalan Raya*. Bandung. Nova.
- Sukirman, Silvia. 2003. *Beton Aspal Campuran Panas*. Jakarta. Granit.
- Susilo, Joko. 2011. *Pengaruh variasi suhu pencampuran dan pemadatan campuran beraspal panas menggunakan aspal retona blend 55*. jurnal ilmiah teknik sipil Universitas Riau.
- Syarwan. 2012. *Kajian suhu variasi pemadatan pada beton aspal menggunakan aspal retona blend 55*. jurnal ilmiah teknik sipil Politeknik Negeri Lhokseumawe.
- Tenriajeng, Andi Tenrisukki. 1999. *Rekayasa Jalan Raya-2*. Jakarta. Universitas Gunadharma.

- 1990. *Metode Pengujian Berat Jenis Dan Penyerapan Agregat Halus, SNI 03- 1970-1990*. Departemen Pekerjaan Umum, Standar Nasional Indonesia.
- 1990. *Metode Pengujian Berat Jenis Dan Penyerapan Agregat Kasar, SNI 03-1969-1990*. Departemen Pekerjaan Umum, Standar Nasional Indonesia.
- 1991. *Metode Pengujian Berat Jenis Aspal Padat, SNI 06-2441-1991*. Kementerian Pekerjaan Umum, Badan Penelitian dan Pengembangan PU.
- 1991. *Metode Pengujian Campuran Aspal dengan Alat Marshall, SNI 06-2489-1991*. Kementerian Pekerjaan Umum, Badan Penelitian dan Pengembangan PU.
- 1991. *Metode Pengujian Kehilangan Berat Minyak Dan Aspal, SNI 06-2440-1991*. Kementerian Pekerjaan Umum, Badan Penelitian dan Pengembangan PU.
- 1991. *Metode Pengujian Daktilitas Bahan-Bahan Aspal, SNI 06-2432-1991*. Kementerian Pekerjaan Umum, Badan Penelitian dan Pengembangan PU.
- 1991. *Metode Pengujian Titik Lembek Aspal Dan Ter, SNI 06-2434-1991*. Kementerian Pekerjaan Umum, Badan Penelitian dan Pengembangan PU.
- 1991. *Metode Pengujian Penetrasi Bahan-Bahan Bitumen, SNI 06-2456-1991*. Kementerian Pekerjaan Umum, Badan Penelitian dan Pengembangan PU.
- 2010. *Format Penulisan Karya Ilmiah Universitas Lampung*. Universitas Lampung. Bandar Lampung.
- 2012. *Panduan Praktikum Pelaksanaan Perkerasan Jalan (PPJ)*. Laboratorium Inti Jalan Raya Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Lampung. Bandar Lampung. 59 hlm.