

**TUGAS AKHIR**

**PERBANDINGAN PENGGUNAAN PASIR LAUT DAN  
ABU BATU SEBAGAI *FILLER* TERHADAP CAMPURAN  
ASPAL AC-WC  
(*Studi Penelitian*)**

*Diajukan Untuk Memenuhi Syarat-Syarat Memperoleh  
Gelar Sarjana Teknik Sipil Pada Fakultas Teknik  
Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara*

**Disusun Oleh:**

**IRFANSYAH PUTRA  
1207210211**



**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA  
MEDAN  
2017**

## HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan oleh:

Nama : Irfansyah Putra

NPM : 1207210211

Program Studi : Teknik Sipil

Judul Skripsi : Perbandingan Penggunaan Pasir Laut Dan Abu Batu Sebagai  
*Filler* Terhadap Campuran Aspal AC-WC (Studi Penelitian)

Bidang Ilmu : Transportasi.

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Tim Penguji dan diterima sebagai salah satu syarat yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Medan, April 2017

Mengetahui dan menyetujui:

Dosen Pembimbing I / Penguji

Dosen Pembimbing II / Penguji

Ir. Sri Asfiati, MT

Dra. Hj. Indrayani, M.Si

Dosen Pengganti I / Penguji

Dosen Pembanding I/ Penguji

Andri S.T, M.T

Ir. Zurkiyah, M.T

Program Studi Teknik Sipil/Pembanding II  
Ketua

Dr. Ade Faisal, S.T, M.Sc

## SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama Lengkap : Irfansyah Putra

Tempat /Tanggal Lahir: Bukit Kemuning, Kab. Kampar/ 22 oktober 1993

NPM : 1207210211

Fakultas : Teknik

Program Studi : Teknik Sipil

menyatakan dengan sesungguhnya dan sejujurnya, bahwa laporan Tugas Akhir saya yang berjudul:

“Perbandingan penggunaan pasir laut dan abu batu sebagai *filler* terhadap campuran aspal AC-WC”

bukan merupakan plagiarisme, pencurian hasil karya milik orang lain, hasil kerja orang lain untuk kepentingan saya karena hubungan material dan non-material, ataupun segala kemungkinan lain, yang pada hakekatnya bukan merupakan karya tulis Tugas Akhir saya secara orisinal dan otentik.

Bila kemudian hari diduga kuat ada ketidak sesuaian antara fakta dengan kenyataan ini, saya bersedia diproses oleh Tim Fakultas yang dibentuk untuk melakukan verifikasi, dengan sanksi terberat berupa pembatalan kelulusan/kesarjanaan saya.

Demikian Surat Pernyataan ini saya buat dengan kesadaran sendiri dan tidak atas tekanan ataupun paksaan dari pihak manapun demi menegakkan integritas akademik di Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Medan, April 2017

Saya yang menyatakan,

Irfansyah Putra

## ABSTRAK

### PERBANDINGAN PENGGUNAAN PASIR LAUT DAN ABU BATU SEBAGAI *FILLER* TERHADAP CAMPURAN ASPAL AC-WC (STUDI PENELITIAN)

Irfansyah Putra

1207210211

Ir. Sri Asfiati, M.T

Dra. Hj. Indrayani, M.Si

Jalan adalah infrastruktur yang sangat penting. Jaringan jalan yang baik akan secara efektif mempengaruhi kemajuan ekonomi suatu daerah, meningkatnya jumlah kendaraan yang memenuhi ruas-ruas jalan secara langsung akan mempengaruhi beban lalu lintas yang dipikul oleh jalan. Oleh karena itu, dibutuhkan jalan yang baik secara struktural. Laston adalah salah satu tipe perkerasan aspal yang sering digunakan di Indonesia. Terdiri atas 3 lapis, yaitu AC-WC (*asphalt concrete wearing course*), AC-BC (*asphalt concrete binder course*), dan AC-Base sebagai pondasi. Untuk mengoptimalkan stabilitas struktur, peneliti menggunakan *filler* dengan menggunakan pasir laut sebagai pengganti abu batu yang biasa digunakan pada aspal AC-WC. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis seberapa besar pengaruh penggantian bahan agregat *filler* terhadap karakteristik *Marshall* campuran Laston AC-WC. Dalam penelitian ini, *filler* pasir laut akan digunakan dengan campuran aspal sebesar 5,5%, 6%, 6,5%, 7% dan 7,5%. Dengan metode perhitungan uji Marshall, kadar aspal optimum aspal adalah 6,16%, Stabilitas 969 kg untuk aspal standar. Setelah modifikasi dengan penggantian *filler* pasir laut sebanyak 100% dari berat abu batu, dapat diketahui bahwa stabilitas campuran menurun menjadi 967 kg. Berdasarkan hasil analisis, campuran laston AC-WC dengan aspal minyak penetrasi 60/70 yang menggunakan *filler* pasir laut tidak digunakan sebagai bahan pengisi, karena nilai yang didapat untuk *flow* 1,60% tidak memenuhi spesifikasi.

Kata kunci: *Filler*, Pasir Laut, *Marshall Test*.

## **ABSTRACT**

### **COMPARISON OF THE USE OF THE SEA SAND AND STONE DUST AS FILLER ASPHALT MIX AC-WC (RESEARCH STUDIES)**

Irfansyah Putra

1207210211

Ir. Sri Asfiati, M.T

Dra. Hj. Indrayani, M.Si

*The road infrastructure is very important. Good road network will effectively influence economic progress of region, the increasing number of vehicles on the streets will directly affect the traffic load carried by road. Therefore, it takes a good path in structural. Laston is one type of asphalt pavements are most commonly used in Indonesia. Consisting of three layers, namely AC-WC (asphalt concrete wearing course), AC-BC (asphalt concrete binder course), and ac-base as a fondation. To optimize the stability of the structure, researchers use a filler with sea sand as a replacement for stone dust which is used in asphalt AC-WC. This study aims to analyze how much influence aggregate replacement filler material againts Marshall characteristics laston mix AC-WC. In this research, sea sand filler to be used with the asphalt mixture of 5,5%, 6%, 6,5%, 7% and 7,5%. With marshal test calculation method, the optimum asphalt binder content was 6,16%, Stability 969 kg for standard asphalt. After modification with se sand filler replacement as much as 100% of the weight of stone dust, it can be seen that the stability of the mixture dropped to 967 kg. Based on the analysis, the mixture AC-WC with oil bitumen 60/70 penetration which use sea sand filler is not used as a filler material, because the value obtained for a flow of 1,60% does not meet specification.*

*Keywords: Filler, Sea Sand, Marshall Test.*

## KATA PENGANTAR

Dengan nama Allah Yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang. Segala puji dan syukur penulis ucapkan kehadiran Allah SWT yang telah memberikan karunia dan nikmat yang tiada terkira. Salah satu dari nikmat tersebut adalah keberhasilan penulis dalam menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini yang berjudul “Perbandingan Penggunaan Pasir Laut dan Abu Batu sebagai *Filler* Terhadap Campuran Aspal AC-WC” sebagai syarat untuk meraih gelar akademik Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara (UMSU), Medan.

Banyak pihak telah membantu dalam menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini, untuk itu penulis menghaturkan rasa terima kasih yang tulus dan dalam kepada:

1. Ibu Ir. Sri Asfiati, M.T selaku Dosen Pembimbing I dan penguji yang telah banyak membimbing, mengarahkan dan memberikan saran kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
2. Ibu Dra. Hj. Indrayani, M.Si selaku Dosen Pembimbing II dan penguji yang telah banyak membimbing, mengarahkan dan memberikan saran kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
3. Ibu Zurkiyah, M.T selaku Dosen Pembimbing I dan Penguji yang telah banyak memberikan koreksi dan masukan kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
4. Bapak Dr. Ade Fiasal, S.T, M.Sc selaku Dosen Pembimbing II dan Penguji yang telah banyak memberikan koreksi dan masukan kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
5. Bapak Dr. Ade Fiasal, S.T, M.Sc selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
6. Ibu Hj. Irma Dewi S.T, M.Si selaku sekretaris Program Studi Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
7. Bapak Rahmatullah S.T, M.Sc selaku Dekan Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

8. Seluruh Bapak/Ibu Dosen di Program Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
9. Bapak/Ibu Staf Administrasi di Biro Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
10. Orang tua penulis: Bapak Azhari dan Ibu Rohana, terima kasih untuk semua dukungan serta kasih sayang dan semangat penuh cinta yang tak ternilai harganya, dan telah bersusah payah membesarkan dan membiayai studi penulis.
11. Sahabat-sahabat penulis: Baskoro Ramadhan S.T, Nanda Alfansyah S.T, Muhammad Regy Setiawan S.T sebagai rekan saat penelitian, yang telah banyak membantu dalam bekerja sama menyelesaikan Tugas Akhir ini. Teman-teman terdekat Rudi Septiawan, Rahmat Saleh Siregar, Eri Sawal, Rahmad Fauzi, Abdul Halim Dalimunthe, Uun Saputra, Suci Tifani, Gilang Sigit Prasetya, Dede Saputra S.T yang telah memberikan masukan dan dukungan kepada saya sehingga terselesaikannya Tugas Akhir ini. Serta kepada seluruh rekan juang Kelas A1 dan B1 pagi dan seluruh angkatan 2012 yang tidak mungkin namanya disebut satu per satu.

Laporan Tugas Akhir ini tentunya masih jauh dari kesempurnaan, untuk itu penulis berharap kritik dan masukan yang konstruktif untuk menjadi bahan pembelajaran berkesinambungan penulis di masa depan. Semoga laporan Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi dunia konstruksi teknik sipil.

Medan, April 2017

Irfansyah Putra

## DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	ii
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI	iii
ABSTRAK	iv
<i>ABSTRACT</i>	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR NOTASI	xiv
DAFTAR ISTILAH DAN SINGKATAN	xv
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Ruang Lingkup Penelitian	2
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian	3
1.5.1 Manfaat teoritis	3
1.5.2 Manfaat praktis	4
1.6 Sistematika Penulisan	4
BAB 2 STUDI PUSTAKA	6
2.1 Umum	6
2.1.1 <i>Asphalt Concrete – Wearing Course</i>	9
2.1.2 <i>Asphalt Concrete – Binder Course</i>	9
2.1.3 <i>Asphalt Concrete – Base</i>	9
2.1.4 Lapisan aspal beton pada struktur lapisan perkerasan lentur	10
2.2 Aspal	11
2.3 Agregat	13
2.3.1 Agregat Kasar	14



2.3.2	Agregat Halus	15
2.3.3	Bahan Pengisi ( <i>Filler</i> )	15
2.4	Campuran AC-WC ( <i>Asphalt Concrete – Wearing Course</i> )	16
2.5	Gradasi Agregat	17
2.5.1	Spesifikasi Gradasi Agregat Lapis AC-WC	18
2.6	Ukuran Maksimum Agregat	19
2.7	Berat Jenis Agregat	19
2.8	Pengujian <i>Marshall</i>	20
2.8.1	<i>Stability</i>	21
2.8.2	<i>Flow</i>	21
2.8.3	<i>Marshall Quotient</i>	21
2.8.4	Pengaruh Rongga Udara dalam Campuran Padat (VIM)	21
2.8.5	Pengaruh Pematatan	21
<b>BAB 3</b>	<b>METODE PENELITIAN</b>	<b>23</b>
3.1	Umum	23
3.2	Tempat dan Waktu Penelitian	24
3.3	Metode Penelitian	24
3.4	Material untuk Penelitian	24
3.5	Pengumpulan Data	24
3.6	Prosedur Penelitian	25
3.7	Pemeriksaan Bahan Campuran	25
3.7.1	Pemeriksaan terhadap agregat kasar dan halus	25
3.7.2	Pemeriksaan terhadap aspal	25
3.7.3	Alat yang digunakan	26
3.8	Prosedur Kerja	27
3.8.1	Perencanaan Campuran ( <i>Mix Design</i> )	27
3.8.2	Tahapan Pembuatan Benda Uji	28
3.8.3	Metode Pengujian Sampel	29
3.8.4	Penentuan Berat Jenis ( <i>Bulk Specific Gravity</i> )	30
3.8.5	Pengujian <i>Stability</i> dan <i>Flow</i>	31
3.9	Penyajian Data	32

BAB 4	HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	37
4.1	Hasil Penelitian	37
4.1.1	Pemeriksaan gradasi agregat standar	37
4.1.2	Hasil uji berat jenis agregat	44
4.1.3	Hasil pemeriksaan aspal	46
4.1.4	Pemeriksaan terhadap campuran aspal	47
4.1.5	Penentuan kadar aspal optimum	59
4.2	Pembahasan dan Analisa	60
4.2.1	Perbandingan sifat <i>marshall</i>	60
BAB 5	KESIMPULAN DAN SARAN	63
5.1	Kesimpulan	65
5.2	Saran	65
	DAFTAR PUSTAKA	66
	LAMPIRAN	
	DAFTAR RIWAYAT HIDUP	

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Perbedaan antara perkerasan lentur dan perkerasan kaku	11
Tabel 2.2	Spesifikasi aspal keras penetrasi 60/70	13
Tabel 2.3	Ketentuan agregat kasar untuk campuran beton aspal	14
Tabel 2.4	Ketentuan agregat halus untuk campuran beton aspal	15
Tabel 2.5	Ketentuan bahan pengisi	15
Tabel 2.6	Gradasi agregat untuk campuran aspal	18
Tabel 3.1	Data analisa saringan kasar	32
Tabel 3.2	Data analisa saringan agregat halus	32
Tabel 3.3	Data berat jenis agregat kasar	33
Tabel 3.4	Data berat jenis agregat halus	33
Tabel 3.5	Data keausan agregat dengan mesin <i>Los Angeles</i>	34
Tabel 3.6	Data <i>Marshall</i>	35
Tabel 4.1	Hasil pemeriksaan analisa saringan agregat kasar (CA) $3/4$ inch	37
Tabel 4.2	Hasil pemeriksaan analisa saringan agregat halus (CA) $1/2$ inch	38
Tabel 4.3	Hasil pemeriksaan analisa saringan <i>filler</i> abu batu (Cr)	38
Tabel 4.4	Hasil pemeriksaan analisa saringan agregat halus pasir sungai	39
Tabel 4.5	Hasil pemeriksaan analisa saringan <i>filler</i> (pasir laut)	40
Tabel 4.6	Hasil kombinasi gradasi agregat standar	41
Tabel 4.7	Hasil kombinasi gradasi agregat pengganti <i>filler</i> (pasir laut)	42
Tabel 4.8	Hasil perhitungan berat agregat untuk pembuatan benda uji	43
Tabel 4.9	Data pengujian berat jenis agregat kasar CA $3/4$ inch	44
Tabel 4.10	Data pengujian berat jenis agregat kasar CA $1/2$ inch	45
Tabel 4.11	Data pengujian berat jenis <i>filler</i> abu batu (Cr)	45
Tabel 4.12	Data pengujian berat jenis agregat halus pasir sungai	45
Tabel 4.13	Data pengujian berat jenis <i>filler</i> (pasir laut)	46
Tabel 4.14	Hasil Pemeriksaan Karakteristik Aspal Keras Pertamina Pen 60/70 (PT. Bangun Cipta Kontraktor)	46
Tabel 4.15	Hasil Uji <i>Marshall</i> Campuran Beton Aspal <i>filler</i> abu batu dan <i>filler</i> pasir laut	48
Tabel 4.16	Kadar Aspal Optimum untuk <i>filler</i> abu batu dan <i>filler</i> pasir laut	60

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Konstruksi lapisan pondasi atas ( <i>Base</i> ), Lapisan pengikat ( <i>Binder Course</i> ) dan lapisan permukaan ( <i>Wearing Course</i> ) (Bina Marga, 2010)	9
Gambar 3.1	Bagan Alir Penelitian	23
Gambar 4.1	Grafik hasil kombinasi gradasi agregat standar	41
Gambar 4.2	Grafik hasil kombinasi gradasi agregat alternatif	43
Gambar 4.3	Grafik hubungan antara kadar aspal (%) dengan <i>Bulk Bensity</i> ( <i>gr/cc</i> ) <i>filler</i> abu batu	49
Gambar 4.4	Grafik hubungan antara kadar aspal (%) dengan <i>Bulk Density</i> ( <i>gr/cc</i> ) <i>filler</i> pasir laut	50
Gambar 4.5	Grafik hubungan antara kadar aspal (%) dengan <i>Stability</i> ( <i>kg</i> ) <i>filler</i> abu batu	50
Gambar 4.6	Grafik hubungan antara kadar aspal (%) dengan <i>Stability</i> ( <i>kg</i> ) <i>filler</i> pasir laut	51
Gambar 4.7	Grafik hubungan antara kadar aspal (%) dengan VIM (%) <i>filler</i> abu batu	52
Gambar 4.8	Grafik hubungan antara kadar aspal (%) dengan VIM (%) <i>filler</i> pasir laut	52
Gambar 4.9	Grafik hubungan antara kadar aspal (%) dengan VFB (%) <i>filler</i> abu batu	53
Gambar 4.10	Grafik hubungan antara kadar aspal (%) dengan VFB (%) <i>filler</i> pasir laut	54
Gambar 4.11	Grafik hubungan antara kadar aspal (%) dengan VMA (%) <i>filler</i> abu batu	55
Gambar 4.12	Grafik hubungan antara kadar aspal (%) dengan VMA (%) <i>filler</i> pasir laut	55
Gambar 4.13	Grafik hubungan antara kadar aspal (%) dengan <i>flow</i> (%) <i>filler</i> (mm) abu batu	56
gambar 4.14	Grafik hubungan antara kadar aspal (%) dengan <i>flow</i> (%) <i>filler</i> abu batu	57

Gambar 4.15	Grafik hubungan antara kadar aspal (%) dengan <i>Marshall Quotient (mm) filler</i> abu batu	57
Gambar 4.16	Grafik hubungan antara kadar aspal (%) dengan <i>Marshall Quotient (mm) filler</i> pasir laut	58
Gambar 4.17	Penentuan rentang ( <i>Range</i> ) kadar aspal optimum campuran <i>filler</i> abu batu	59
Gambar 4.18	Penentuan rentang ( <i>Range</i> ) kadar aspal optimum campuran <i>filler</i> pasir laut	59
Gambar 4.19	Perbandingan nilai <i>bulk density</i> campuran aspal <i>filler</i> abu batu dengan campuran <i>filler</i> pasir laut	61
Gambar 4.20	Perbandingan nilai <i>stability</i> campuran aspal <i>filler</i> abu batu dengan campuran <i>filler</i> pasir laut	61
Gambar 4.21	Perbandingan nilai <i>flow</i> campuran aspal <i>filler</i> abu batu dengan campuran <i>filler</i> pasir laut	62
Gambar 4.22	Perbandingan nilai <i>air voids</i> campuran aspal <i>filler</i> abu batu dengan campuran <i>filler</i> pasir laut	62
Gambar 4.23	Perbandingan nilai <i>void filled</i> campuran aspal <i>filler</i> abu batu dengan campuran <i>filler</i> pasir laut	63
Gambar 4.24	Perbandingan nilai VMA campuran aspal <i>filler</i> abu batu dengan <i>filler</i> campuran pasir laut	63
Gambar 4.25	Perbandingan nilai <i>Marshall Quotient</i> campuran aspal <i>filler</i> abu batu dengan campuran <i>filler</i> pasir laut	64

## DAFTAR NOTASI

$A$  = Berat benda uji kering oven (gram)

$C$  = Berat benda uji dalam air (gram)

$G_{sb}$  = Persentase masing-masing fraksi agregat

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

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

$S_a$  = Berat jenis semu

## DAFTAR ISTILAH SINGKATAN

LASTON	:	Lapisan Aspal Beton
AC	:	<i>Asphalt Concrete</i>
AC-WC	:	<i>Asphalt concrete wearing course</i>
AC-BC	:	<i>Asphalt Concrete Bering Course</i>
AC-BASE	:	<i>Asphalt Concrete Base</i>
Cr	:	<i>Crusted Dust</i>
MA	:	<i>Medium Aggregate</i>
FA	:	<i>Fine Aggregate</i>
CA	:	<i>Course Agregate</i>
AVG	:	<i>Average (Rata-rata)</i>
Ret	:	<i>Retainet (tertahan)</i>
VMA	:	Rongga dalam agregat mineral ( <i>Void in mineral agregate</i> )
VIM	:	<i>Void in mix</i>
VFA	:	<i>Void in mix mineral agregat</i>
SSD	:	<i>Saturated Surface dry</i> (berat dalam air)
STABILITY	:	Stabilitas
FLOW	:	Kelelehan
MQ	:	<i>Marshall Quotient</i>
SNI	:	Standar Nasional Indonesia
AASHTO	:	<i>Association of American Society Highway transport Organization</i>
ASTM	:	<i>American Society for Testing and Material</i>
AMP	:	<i>Asphalt Mixing Plant</i>

# BAB 1

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Aspal merupakan bahan utama dalam perkerasan jalan. Aspal memiliki beberapa jenis, yaitu aspal alam, aspal keras, aspal cair, dan aspal modifikasi. Aspal memiliki sifat viskoelastis yaitu sifat untuk mencair pada suhu tinggi dan memadat pada suhu rendah. Sifat yang dimiliki aspal tersebut merupakan hal utama yang menjadikan aspal sebagai bahan utama dalam perkerasan jalan karena dapat mengikat bahan-bahan pencampur perkerasan jalan.

Perkerasan jalan yang baik adalah perkerasan jalan yang mampu menahan beban lalu lintas. Perkerasan jalan yang digunakan di Indonesia terdiri dari beberapa jenis. Perkerasan jalan yang paling banyak digunakan di Indonesia adalah lapisan aspal beton atau Laston (*AC/Asphalt Concrete*). Lapisan aspal beton banyak digunakan karena jenis perkerasan ini memiliki nilai stabilitas dan fleksibilitas yang baik. Agregat kasar, agregat halus, agregat sedang, bahan pengisi (*filler*), dan aspal merupakan bahan-bahan pencampur lapisan aspal beton. Bahan-bahan pencampur ini harus memiliki karakteristik yang sesuai dengan persyaratan yang sudah ada agar perkerasan jalan aspal memiliki stabilitas dan fleksibilitas yang baik.

Bahan pengisi (*filler*) dalam campuran perkerasan jalan aspal, menurut spesifikasi Bina Marga (2005) adalah bahan yang lolos saringan No.200 (0,075mm) tidak kurang dari 75% terhadap beratnya dan mempunyai sifat non plastis. Macam bahan pengisi yang dapat digunakan ialah abu batu, kapur dan bahan non plastis lainnya. Bahan pengisi bertujuan untuk meningkatkan kekentalan bahan bitumen dan untuk mengurangi sifat rentan terhadap temperatur. Keuntungan lain dengan adanya bahan pengisi adalah karena banyak terserap dalam bahan bitumen maka akan menaikkan volumenya. Selain itu bahan pengisi (*filler*) dapat mengurangi volume pori-pori atau rongga sehingga dapat meningkatkan kepadatan dan dapat menurunkan permeabilitas campuran aspal. Kadar bahan pengisi (*filler*) pada campuran beraspal sangat mempengaruhi sifat



campuran beraspal tersebut, jika terlalu banyak kadar bahan pengisi maka campuran tersebut akan menjadi kaku dan mudah retak. Namun sebaliknya apabila kadar bahan pengisi pada campuran terlalu sedikit maka akan membuat campuran tersebut menjadi sangat lentur dan mudah terdeformasi oleh beban lalu lintas sehingga jalan tersebut akan bergelombang. Pada penelitian ini kadar bahan pengisi (*filler*) sebesar 4% dari berat total campuran. Jenis bahan pengisi yang digunakan pada penelitian ini adalah pasir laut. Penelitian ini mengacu pada spesifikasi teknis jalan Bina Marga tahun 2010 revisi III.

## 1.2 Rumusan Masalah

Masalah dalam penelitian ini dirumuskan sebagai berikut :

1. Seberapa besar nilai karakteristik *Marshall* pada campuran aspal dengan menggunakan pasir laut.
2. Apakah pasir laut dapat berperan sebagai *filler* dalam menggantikan abu batu yang biasa digunakan dalam campuran aspal.
3. Seberapa besar nilai campuran aspal menggunakan *filler* pasir laut menggantikan abu batu 100% dibandingkan campuran aspal menggunakan abu batu.

## 1.3 Ruang Lingkup Penelitian

Ruang lingkup dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Menyelidiki pengaruh penggunaan pasir laut sebagai pengganti *filler* terhadap sifat karakteristik campuran aspal panas AC-WC dan apakah perbedaannya dibandingkan dengan menggunakan *filler* biasa yaitu abu batu.
2. Pengujian laboratorium yang dilakukan adalah pengujian Marshall.
3. Pengujian yang dilakukan terbatas pada pengujian laboratorium dan tidak melakukan pengujian lapangan.
4. Reaksi kimia yang terjadi pada campuran tidak dibahas
5. Tidak membahas aspek ekonomi yang ditimbulkan.

Masalah yang dibahas dalam tugas akhir ini adalah :

1. Pada spesifikasi umum Bina Marga edisi 2010 revisi 3 Laston AC-WC.
2. Metode yang digunakan sesuai dengan spesifikasi umum Bina Marga 2010, yaitu metode Uji *Marshall*.
3. Penggunaan variasi kadar aspal sebesar 5,5%, 6%, 6,5%, 7%, 7,5% dengan jumlah benda uji sebanyak 30 benda uji. Dari 30 benda uji dibagi masing-masing 15 benda uji untuk *filler* abu batu dan 15 benda uji *filler* pasir laut.
4. Parameter campuran aspal yang dikaji adalah Stabilitas *Marshall*, *flow*, VIM, VMA, VFB, MQ.
5. Untuk bahan aspal menggunakan aspal AMP PT. Bangun Cipto Patumbak dengan penetrasi 60/70.

#### **1.4 Tujuan Penelitian**

Adapun tujuan dari penelitian ini sebagai berikut:

1. Untuk mengetahui seberapa besar nilai karakteristik *Marshall* pada campuran aspal dengan menggunakan pasir laut.
2. Untuk mengetahui apakah pasir laut dapat berperan sebagai *filler* dalam menggantikan abu batu yang biasa digunakan dalam campuran aspal.
3. Untuk mengetahui seberapa besar nilai campuran aspal menggunakan *filler* pasir laut menggantikan abu batu 100% dibandingkan campuran aspal menggunakan abu batu

#### **1.5 Manfaat Penelitian**

##### **1.5.1 Manfaat Teoritis**

Manfaat dari penulisan tugas akhir ini penulis dapat memberikan berupa informasi hasil penelitian tentang pengaruh penggunaan pasir laut sebagai alternatif *filler* terhadap campuran aspal. Dari hasil penelitian tersebut akan dapat diketahui pengaruh yang ditimbulkan dari penggunaan pasir laut terhadap aspal.

Dari hasil penelitian ini juga diharapkan nantinya dapat menambah pengetahuan, pengalaman dan wawasan untuk kita semua.

### **1.5.2 Manfaat Praktisi**

Memberikan pengetahuan tentang pengaruh dan pemanfaatan pasir laut untuk campuran aspal concrete dengan pengujian *Marshall*.

### **1.6 Sistematika Penulisan**

Untuk mencapai tujuan penelitian ini dilakukan beberapa tahapan yang dianggap perlu. Metode dan prosedur pelaksanaannya secara garis besar adalah sebagai berikut:

#### **BAB 1 PENDAHULUAN**

Bab ini berisikan tentang latar belakang, rumusan masalah, ruang lingkup, tujuan, manfaat, dan sistematika penulisan. Dalam bab ini diuraikan secara jelas latar belakang penulisan melakukan penelitian, serta maksud dan tujuan penelitian tersebut untuk dijadikan landasan dalam penulisan tugas akhir ini.

#### **BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA**

Bab ini meliputi pengambilan teori-teori serta rumus-rumus dari beberapa sumber bacaan yang mendukung analisa permasalahan yang berkaitan dengan tugas akhir ini. Bab ini juga berisi teori-teori yang didapat dari sumber lainnya seperti internet yang berkaitan dengan permasalahan yang akan diteliti.

#### **BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN**

Bab ini akan membahas tentang langkah-langkah kerja yang akan dilakukan dan cara memperoleh data yang relevan dengan penelitian ini. Dalam bab ini juga diterangkan secara jelas pengambilan data, pengolahan data, dan analisa data.

Data yang dibutuhkan sebagai berikut:

1. Data primer, yaitu data-data yang berhubungan langsung dari penelitian yang dilakukan.
2. Data sekunder, yaitu data-data yang bersumber dari instansi yang terkait, dan teori-teori yang di peroleh dari buku-buku literature, internet dan sumber lainnya.

## BAB 4 ANALISA DATA

Bab ini merupakan sajian data penerapan teknis analisa yang sesuai dengan objek studi. Kemudian data-data tersebut dibahas dan dianalisa guna mencapai tujuan dan sarana studi yang dimaksud.

## BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini berisikan kesimpulan logis berdasarkan analisa data dan bukti yang disajikan sebelumnya, yang menjadi dasar untuk menyusun suatu saran sebagai suatu usulan.

## BAB 2

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Umum

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

Terdapat tujuh karakteristik campuran yang harus dimiliki beton aspal yaitu stabilitas, keawetan, kelenturan atau *fleksibilitas*, ketahanan terhadap kelelahan (*fatigue resistance*), kekesatan permukaan atau ketahanan geser, kedap air dan kemudahan pelaksanaan (*workability*). Dibawah ini adalah penjelasan dari ketujuh karakteristik tersebut (Sukirman, 2003):

1. Stabilitas adalah kekuatan dari campuran aspal untuk menahan deformasi akibat beban tetap dan berulang tanpa mengalami keruntuhan (*plastic flow*). Jalan dengan volume lalu lintas tinggi dan sebagian besar dibandingkan dengan jalan yang volume lalu lintasnya hanya terdiri dari kendaraan penumpang saja. Stabilitas terjadi dari hasil geseran butir, penguncian antar partikel dan daya ikat yang baik dari aspal. Dengan demikian stabilitas yang tinggi dapat diperoleh dengan mengusahakan penggunaan antara lain: agregat bergaradasi baik, rapat, dan mempunyai rongga antar butiran agregat (VMA) yang kecil. Namun VMA yang kecil maka pemakaian aspal yang banyak akan menyebabkan terjadinya *bleeding* karena aspal tidak menyelimuti agregat dengan baik.
2. Durabilitas adalah ketahanan campuran aspal terhadap pengaruh cuaca, air, perubahan suhu, maupun keausan akibat gesekan roda kendaraan. Durabilitas beton aspal dipengaruhi oleh tebalnya *film* atau selimut aspal, banyaknya pori dalam campuran, kepadatan dan kedap airnya campuran. Besarnya pori yang

tersisa dalam campuran setelah pemadatan, mengakibatkan durabilitas beton aspal menurun. Semakin besar pori yang tersisa semakin tidak kedap air dan semakin banyak udara didalam beton aspal, yang menyebabkan semakin mudahnya selimut aspal beroksidasi dengan udara dan menjadi getas, dan durabilitasnya menurun. Untuk mencapai ketahanan yang tinggi diperlukan rongga dalam campuran (VIM) yang kecil, sebab dengan demikian udara tidak atau sedikit masuk kedalam campuran yang dapat menyebabkan menjadi rapuh. Selain itu diperlukan juga VMA yang besar, sehingga aspal dapat menyelimuti agregat lebih baik.

3. Kelenturan (*fleksibilitas*) adalah kemampuan lapisan untuk mengikuti deformasi yang terjadi akibat beban lalu lintas berulang tanpa mengalami retak (*fatigue cracking*) ataupun penurunan akibat berat sendiri tanah timbunan yang dibuat di atas tanah asli. Untuk mencapai kelenturan yang tinggi diperlukan VMA yang besar, VIM yang kecil, dan pemakaian aspal dengan penetrasi tinggi ataupun dengan mempergunakan agregat bergradasi terbuka.
4. Kekesatan (*skid resistance*) adalah kemampuan perkerasan aspal memberikan permukaan yang cukup kesat sehingga kendaraan yang melaluinya tidak mengalami *slip*, baik diwaktu jalan basah maupun kering. Faktor-faktor untuk mendapatkan kekesatan jalan sama dengan untuk mendapatkan stabilitas yang tinggi, yaitu kekasaran permukaan dari butir-butir agregat, luas bidang kontak antar butir atau bentuk butir, gradasi agregat, kepadatan campuran, dan tebal lapisan aspal. Ukuran maksimum butir agregat ikut menentukan kekesatan permukaan. Untuk mencapai kekesatan yang tinggi perlu pemakaian kadar aspal yang tepat sehingga tidak terjadi *bleeding*, dan penggunaan agregat kasar yang cukup.
5. Kedap air (*impremeabilitas*) adalah kemampuan beton aspal untuk tidak dimasuki air ataupun udara kedalam lapisan beton aspal. Air dan udara dapat mengakibatkan percepatan proses penuaan aspal, dan pengelupasan *film*/selimut aspal dari permukaan agregat. Jumlah pori yang tersisa setelah beton aspal dipadatkan saat menjadi indikator kedap air campuran.

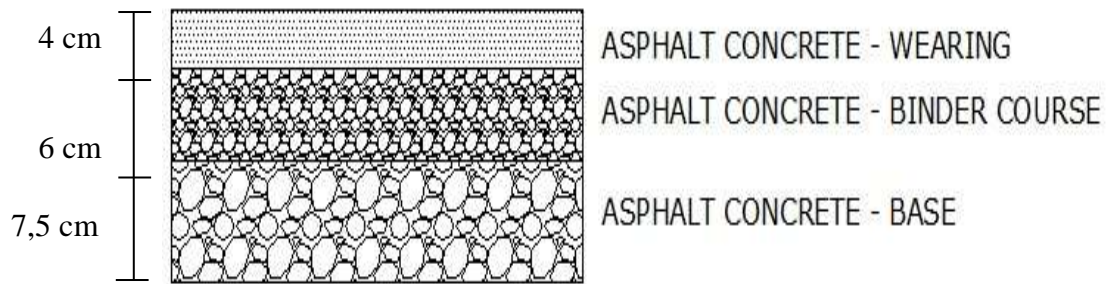
Tingkat *impremeabilitas* beton aspal berbanding terbalik dengan tingkat durabilitasnya.

6. Ketahanan leleh (*fatigue resistance*) adalah kemampuan aspal beton untuk mengalami beban berulang tanpa terjadi kelelahan berupa retak atau kerusakan alur (*rutting*).
7. *Workabilitas* adalah kemudahan campuran aspal untuk diolah. Faktor yang mempengaruhi *workabilitas* antara lain gradasi agregat, dimana agregat yang bergradasi baik lebih mudah dikerjakan, dan kandungan *filler*, dimana *filler* yang banyak akan mempersulit pelaksanaan.

Ketujuh sifat campuran beton aspal ini tidak mungkin dapat dipenuhi sekaligus oleh satu campuran. Sifat-sifat beton aspal mana yang dominan lebih diinginkan akan menentukan jenis beton aspal 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 beton aspal yang mempunyai sifat durabilitas dan fleksibilitas yang tinggi dari pada memilih jenis beton aspal dengan stabilitas tinggi.

Menurut Bina Marga (2010), aspal beton merupakan campuran yang homogen antara agregat (agregat kasar, agregat halus dan bahan pengisi atau *filler*) dan aspal sebagai nahan pengikat yang mempunyai gradasi tertentu, dicampur, dihamparkan dan dipadatkan pada suhu tertentu untuk menerima beban lalu lintas yang tinggi.

Aspal beton (*Asphalt Concrete*) di Indonesia dikenal dengan laston (Lapisan Aspal Beton) yaitu lapis permukaan struktural atau lapis pondasi atas. Aspal beton terdiri atas 3 (tiga) macam lapisan, yaitu Laston Lapis Aus (*Asphalt Concrete-Wearing Course* atau AC-WC), Laston Lapis Permukaan Antara (*Asphalt Concrete-Binder Course* atau AC-BC) dan Laston Lapis Pondasi (*Asphalt Concrete-Base* atau AC-Base). Ketebalan nominal minimum masing-masing 4 cm, 6 cm, dan 7,5 cm.



Gambar 2.1: Konstruksi lapisan pondasi atas (*Base*), Lapisan pengikat (*Binder Course*) dan lapisan permukaan (*Wearing Course*) (Bina Marga, 2010).

### 2.1.1 Asphalt Concrete-Wearing Course

*Asphalt Concrete-Wearing Course* merupakan lapisan perkerasan yang terletak paling atas dan berfungsi sebagai lapisan aus. Walaupun bersifat non struktural, AC-WC dapat menambah daya tahan perkerasan terhadap penurunan mutu sehingga secara keseluruhan menambah masa pelayanan dari konstruksi perkerasan.

### 2.1.2 Asphalt Concrete-Binder Course

*Asphalt Concrete-Binder Course* merupakan lapisan perkerasan yang terletak dibawah lapis aus (*Wearing Course*) dan diatas lapisan pondasi (*Base Course*). Lapisan tidak berhubungan dengan cuaca, tetapi harus mempunyai ketebalan dan kekakuan yang cukup untuk mengurangi tegangan/regangan akibat beban lalu lintas yang diteruskan ke lapisan bawahnya yaitu *Base* dan *Sub Grade* (Tanah Dasar). Karakteristik yang terpenting dari campuran ini adalah stabilitas.

### 2.1.3 Asphalt Concrete-Base

Lapisan ini merupakan perkerasan yang terletak di bawah lapis pengikat (AC-BC), perkerasan tersebut tidak berhubungan langsung dengan cuaca, tetapi perlu memiliki stabilitas untuk menahan beban lalu lintas yang disebarkan melalui roda kendaraan. Perbedaan terletak pada jenis gradasi agregat dan kadar aspal yang digunakan. Menurut Bina Marga (2010), Laston Atas atau lapis pondasi atas (AC-BC) merupakan pondasi perkerasan terdiri dari campuran agregat dan aspal dengan perbandingan tertentu dicampur dan dipadatkan dalam keadaan panas.



Lapis pondasi (*AC-Base*) mempunyai fungsi memberi dukungan lapis permukaan, mengurai regangan dan tegangan, menyebarkan dan meneruskan beban konstruksi dibawahnya (*Sub Grade*).

#### **2.1.4 Lapisan Aspal Beton Pada Struktur Lapisan Perkerasan Lentur**

Lapisan perkerasan lentur adalah perkerasan yang memanfaatkan aspal sebagai bahan pengikat. Lapisan-lapisan perkerasannya bersifat memikul dan menyebarkan beban lalu lintas ke tanah dasar yang telah dipadatkan. Aspal beton campuran panas merupakan salah satu jenis lapis perkerasan konstruksi perkerasan lentur. Jenis perkerasan ini merupakan campuran homogen antara agregat dan aspal sebagai bahan pengikat pada suhu tertentu.

Berdasarkan fungsinya aspal beton dapat diklasifikasikan sebagai berikut :

1. Sebagai lapis permukaan yang tahan terhadap cuaca, gaya geser dan tekanan roda, serta memberikan lapis kedap air yang dapat melindungi lapisan dibawahnya dari rembesan air.
2. Sebagai lapis pondasi atas.
3. Sebagai lapis pembentuk pondasi, jika dipergunakan pada pekerjaan peningkatan jalan dan pemeliharaan jalan.

Sesuai fungsinya maka lapis aspal beton atau perkerasan lentur mempunyai kandungan agregat dan aspal yang berbeda. Sebagai lapis pondasi, maka kadar aspal yang terkandung haruslah cukup sehingga dapat memberikan lapis yang kedap air. Agregat yang digunakan agak kasar jika dibandingkan dengan aspal beton yang berfungsi sebagai lapis aus atau lapis permukaan.

Konstruksi perkerasan jalan berdasarkan bahan pengikatnya dapat dibedakan atas:

1. Konstruksi perkerasan lentur (*Flexible Pavement*), yaitu perkerasan yang menggunakan aspal sebagai bahan pengikat. Lapisan-lapisan perkerasannya bersifat memikul dan menyebarkan beban lalu lintas ke tanah dasar.
2. Konstruksi perkerasan kaku (*Rigid Pavement*), yaitu perkerasan yang menggunakan semen (*Portland Cement*) sebagai bahan pengikat.

3. Konstruksi perkerasan komposit (*Composite Pavement*), yaitu perkerasan kaku yang dikombinasikan dengan perkerasan lentur dapat berupa perkerasan lentur diatas perkerasan kaku, atau perkerasan kaku diatas perkerasan lentur.

Perbedaan utama antara perkerasan lentur dan kaku dapat dilihat pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1: Perbedaan anatara Perkerasan Lentur dan Perkerasan Kaku (Sukirman, 1996)

No.		Perkerasan Lentur	Perkerasan Kaku
1	Bahan pengikat	Aspal	Semen
2	Repetisi beban	Timbul <i>rutting</i> (lendutan pada jalur roda)	Timbul retak-retak pada permukaan
3	Penurunan tanah dasar	Jalan bergelombang (mengikuti tanah dasar)	Bersifat sebagai balok diatas perletakan
4	Perubahan temperatur	Modulus kekakuan berubah. Timbul tegangan dalam yang kecil	Modulus kekakuan tidak berubah. Timbul tegangan dalam yang besar

## 2.2 Aspal

Aspal adalah material berwarna hitam atau coklat tua. Pada temperatur ruang berbentuk padat sampai agak padat, jika dipanaskan sampai temperatur tertentu dapat menjadi lunak/cair sehingga dapat membungkus partikel agregat pada waktu pembuatan campuran aspal beton atau dapat masuk kedalam pori-pori yang ada pada penyemprotan/penyiraman pada perkerasan macadam atau peleburan. Jika temperatur mulai turun, aspal akan mengeras dan mengikat agregat pada tempatnya.

Aspal diperoleh melalui proses destilasi dari minyak mentah dan bisa ditemukan dalam bentuk deposit alami atau dalam suatu komponen alami yang menyimpan aspal dan tercampur dengan mineral lainnya. Aspal dapat pula diartikan sebagai bahan pengikat pada campuran beraspal yang terbentuk dari

senyawa-senyawa kompleks seperti *Asphalttenese*, *Resins* dan *Oil* (Sukirman, 2003).

Fungsi aspal yang dipergunakan pada perkerasan jalan adalah :

- a. Sebagai bahan pengikat, memberikan ikatan yang kuat antara agregat maupun antara aspal itu sendiri.
- b. Sebagai bahan pengisi, mengisi rongga antar butir-butir agregat dan pori-pori yang ada dari agregat itu sendiri.

Menurut (Sukirman, 2003) berdasarkan tempat diperolehnya, aspal dibedakan atas:

#### 1. Aspal alam

Aspal alam adalah aspal yang didapat di suatu tempat di alam, dan dapat digunakan sebagaimana diperolehnya atau dengan sedikit pengolahan. Aspal alam ada yang diperoleh di gunung-gunung seperti aspal di Pulau Buton yang disebut dengan Asbuton. Asbuton merupakan batu yang mengandung aspal. Asbuton merupakan campuran antara bitumen dengan bahan mineral lainnya dalam bentuk batuan. Karena asbuton merupakan material yang ditemukan begitu saja di alam, maka kadar bitumen yang dikandungnya sangat bervariasi dari rendah sampai tinggi. Untuk mengatasi hal ini, maka asbuton mulai diproduksi dalam berbagai bentuk di pabrik pengolahan asbuton.

#### 2. Aspal minyak

Aspal minyak adalah aspal yang merupakan residu destilasi minyak bumi. Setiap minyak bumi dapat menghasilkan residu jenis *asphaltic base crude oil* yang banyak mengandung aspal, *paraffin base crude oil* yang banyak mengandung parafin, atau *mixed base crude oil* yang mengandung campuran antara parafin dan aspal. Untuk perkerasan jalan umumnya digunakan aspal minyak jenis *asphaltic base crude oil*. Residu aspal berbentuk padat, tetapi melalui pengolahan hasil residu ini dapat pula berbentuk cair atau emulsi pada suhu ruang.

Aspal minyak dengan bahan dasar aspal dapat dibedakan atas:

- a. Aspal keras/panas (*asphalt cement*), adalah aspal yang digunakan dalam keadaan cair dan panas. Aspal ini berbentuk padat pada keadaan penyimpanan (temperatur ruang).
- b. Aspal dingin/cair (*cut back asphalt*), adalah aspal yang digunakan dalam keadaan cair dan dingin. Aspal cair dihasilkan melarutkan aspal keras dengan bahan pelarut berbasis minyak.
- c. Aspal emulsi (*emulsion asphalt*), adalah aspal yang disediakan dalam bentuk emulsi. Aspal emulsi dihasilkan melalui proses pengemulsian aspal keras. Pada proses ini partikel-partikel aspal padat dipisahkan dan didispersikan dalam air yang mengandung emulsifier (emulgator).

Aspal pada umumnya harus memenuhi persyaratan yang telah ditetapkan seseuai dengan ketentuan yang ada, seperti terlihat pada Tabel 2.2.

Tabel 2.2: Spesifikasi aspal keras penetrasi 60/70, (Spesifikasi Umum Bina Marga, Divisi VI Perkerasan Aspal, Departemen Pekerjaan Umum, 2010).

No.	Jenis Pengujian	Metode Pengujian	Persyaratan
1	Penetrasi, 25°C, 100 gr, 5	SNI 06-2456-1991	60-70
2	Viskositas 135°C	SNI 06-6441-1991	385
3	Titik Lembek (°C)	SNI 06-2434-1991	≥ 48
4	Indeks Penetrasi	-	≥- 1,0
5	Daktilitas pada 25°C, (cm)	SNI 06-2432-1991	≥ 100
6	Titik Nyala (°C)	SNI 06-2433-1991	≥ 232
7	Berat Jenis	SNI 06-2441-1991	≥ 1,0
8	Berat yang Hilang	SNI 06-2440-1991	≤ 0,8

### 2.3 Agregat

Agregat merupakan campuran dari pasir, batu pecah, kerikil atau material lain yang berasal dari bahan material alami atau buatan. Agregat merupakan komponen utama dari struktur perkerasan jalan, yaitu 90-95% agregat berdasarkan persentase berat. Dengan demikian kualitas struktur perkerasan jalan sangat ditentukan oleh sifat agregat dan hasil campuran agregat dengan material lain (Sukirman, 2003). Agregat menurut ukuran butirannya dibagi atas 3 jenis yaitu:

- a. Agregat kasar, adalah agregat dengan ukuran butir lebih besar dari ayakan no. 8 (=2,36 mm).

- b. Agregat halus, adalah agregat dengan ukuran butir lebih halus dari ayakan no. 8 (=2,36 mm).
- c. Bahan pengisi (*filler*) adalah bagian dari agregat halus yang lolos dari ayakan no. 200 (=0,075 mm).

### 2.3.1 Agregat Kasar

Agregat kasar yaitu agregat yang tertahan pada saringan no. 8 (2,36 mm), agregat kasar untuk campuran aspal harus terdiri dari batu pecah yang bersih, kuat, kering, bebas dari kotoran lempung dan material asing lainnya serta mempunyai tekstur permukaan yang kasar dan tidak bulat agar dapat memberikan sifat *interlocking* yang baik dengan material yang lain. Agregat kasar ini menjadikan perkerasan lebih stabil dan mempunyai *skid resistance* (tahanan terhadap selip) yang tinggi sehingga lebih menjamin keamanan berkendara. Agregat kasar yang mempunyai bentuk butiran (*particle shape*) yang bulat memudahkan proses pemadatan, tetapi rendah stabilitasnya, sedangkan yang berbentuk menyudut (*angular*) sulit dipadatkan tetapi mempunyai stabilitas yang tinggi. Agregat kasar harus mempunyai ketahanan terhadap abrasi bila digunakan sebagai campuran *wearing course*, untuk itu nilai *Los Angeles Abrasion Test* harus dipenuhi. Persyaratan umum agregat kasar sesuai ketentuan Spesifikasi Umum Bina Marga (2010) Divisi 6 dapat dilihat pada Tabel 2.3.

Tabel 2.3: Ketentuan Agregat Kasar untuk Campuran Beton Aspal (Rancangan Spesifikasi Umum Bidang Jalan dan Jembatan, Divisi VI Perkerasan Beraspal, Departemen Pekerjaan Umum, 2010).

Jenis pemeriksaan	Standart	Syarat Maks/min
Kekekalan bentuk agregat terhadap larutan natrium dan magnesium sulfat	SNI 3407:2008	Maks. 12%
Abrasi dengan Mesin Los Angeles	SNI-2417-2008	Maks. 30%
Kelekatan agregat terhadap aspal	SNI 2439:2011	Min. 95%
Angularitas	SNI 03-6877-2002	95/90 (*)
Partikel pipih dan lonjong (**)	ASTDM D4791	Maks. 10%
Material lolos saringsn No. 200	SNI 03-4142-1996	Maks. 2%

Catatan:

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

### 2.3.2 Agregat Halus

Agregat halus adalah agregat dengan ukuran butir lebih kecil dari saringan no.8 (2,36 mm). Agregat dapat meningkatkan stabilitas campuran dengan penguncian antara butiran, agregat halus juga mengisi ruang antar butir. Bahan ini dapat terdiri dari butiran-butiran batu pecah atau pasir alam atau campuran dari keduanya. Persyaratan umum agregat halus sesuai ketentuan Spesifikasi Bina Marga (2010) Divisi 6 dapat dilihat pada Tabel 2.4.

Tabel 2.4: Ketentuan Agregat Halus untuk Campuran Beton Aspal (Rancangan Spesifikasai Umum Bidang Jalan dan Jembatan, Divisi VI Perkerasan Beraspal, Departemen Pekerjaan Umum, 2010).

Jenis Pemeriksaan	Standar	Syarat Maks/Min
Nilai setara pasir	SNI 03-4428-1997	Min. 60%
Material lolos saringan No. 200	SNI ASTM C117:2012	Maks. 10%
Angularitas	SNI 03-6877-2002	Min. 45%
Kadar Lempung	SNI 03-4141-1996	Maks. 1%

### 2.3.3 Bahan Pengisi (*Filler*)

Bahan pengisi (*filler*) adalah bahan yang lolos saringan No.200 (0,075 mm) dan tidak kurang dari 75 % terhadap beratnya. Fungsi dari bahan pengisi adalah sebagai pengisi rongga udara pada material sehingga, memperkaku lapisan aspal. *Filler* yang dapat digunakan berupa abu batu atau semen.

Bahan pengisi yang ditambahkan harus bebas dari gumpalan-gumpalan dan bebas dari bahan yang tidak dikehendaki. Semua campuran harus mengandung bahan pengisi yang ditambahkan tidak kurang dari 1% total agregat. Ketentuan bahan pengisi seperti ditunjukkan dalam Tabel 2.5.

Tabel 2.5: Ketentuan Bahan Pengisi (Spesifikasi Umum Bina Marga, 2010).

Pengujian	Standar	Nilai
Lolos Saringan No.200	SNI 03 M-02-1994-03	Min. 75%
Bebas dari Bahan Organik	SNI 03 M-02-1994-03	Maks. 4%

#### 2.4 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* (Sukirman, 1999).

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. 17 Gradasi agregat gabungan untuk campuran AC-WC yang mempunyai gradasi menerus tersebut ditunjukkan

dalam persen berat agregat, harus memenuhi batas-batas dan harus berada di luar daerah larangan.

## 2.5 Gradasi Agregat

Gradasi adalah susunan butir agregat sesuai ukurannya. Ukuran butir agregat dapat diperoleh melalui analisa saringan. Gradasi agregat dinyatakan dalam persentase lolos atau persentase tertahan yang dihitung berdasarkan berat agregat. Gradasi agregat menentukan besarnya rongga atau pori yang mungkin terjadi dalam agregat campuran, campuran agregat yang baik adalah agregat yang terdiri dari agregat berukuran besar sampai kecil secara merata, hal tersebut dikarenakan rongga yang terbentuk oleh agregat yang berukuran besar akan diisi oleh agregat yang lebih kecil.

Gradasi agregat ditentukan oleh analisa saringan, gradasi agregat dinyatakan dalam persentase berat masing-masing contoh yang lolos pada saringan tertentu.

Persentase ini ditentukan dengan menimbang agregat yang lolos atau tertahan pada masing-masing saringan. Gradasi agregat dapat dibedakan atas :

1. Gradasi seragam (*uniform graded*)/gradasi terbuka (*open graded*)

Gradasi seragam adalah gradasi agregat dengan ukuran yang hampir sama. Gradasi seragam disebut juga gradasi terbuka (*open graded*) karena hanya mengandung sedikit agregat halus sehingga terdapat banyak rongga atau ruang kosong antar agregat. Campuran beraspal yang dibuat dengan gradasi ini bersifat porus atau memiliki permeabilitas yang tinggi, stabilitas yang rendah dan memiliki berat isi yang kecil.

2. Gradasi rapat (*Dense graded*)

Gradasi rapat adalah gradasi agregat dimana terdapat butiran dari agregat kasar sampai halus, sehingga disebut gradasi menerus atau gradasi baik (*well graded*). Campuran dengan gradasi ini memiliki stabilitas yang tinggi, agak kedap terhadap air dan memiliki berat isi yang besar.

3. Gradasi senjang (*Gap graded*)

Gradasi senjang adalah gradasi agregat dimana ukuran agregat yang ada tidak lengkap atau ada fraksi agregat yang tidak ada atau jumlahnya sedikit sekali.



Gradasi agregat yang ditentukan pada Spesifikasi Bina Marga (2010) Divisi 6 dapat dilihat pada Tabel 2.6.

Tabel 2.6: Gradasi Agregat untuk Campuran Aspal (Rancangan Spesifikasi Umum Bidang Jalan dan Jembatan, Divisi VI Perkerasan Beraspal, Departemen Pekerjaan Umum, 2010).

Ukuran Ayakan (mm)	% Berat Lolos Terhadap Total Agregat Dalam Campuran					
	Laston (AC)					
	Gradasi Halus			Gradasi Kasar		
	WC	BC	Base	WC	BC	Base
3,75	-	-	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	19-25,5	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	7-13,6	5-11,4
0,150	9-15	4-11,3	4-10	6-13	5-11,4	4,5-9
0,075	4-10	4-8	3-6	4-10	4-8	3-7

### 2.5.1 Spesifikasi Gradasi Agregat Lapis AC-WC

Sifat agregat menentukan kualitasnya sebagai bahan material perkerasan jalan, dimana agregat itu sendiri merupakan bahan yang kaku dan keras. Agregat

dengan kualitas dan mutu yang baik dibutuhkan untuk lapisan permukaan yang langsung memikul beban lalu lintas dan menyebarkannya ke lapisan dibawahnya. (Sukirman, 2003).

Sifat agregat yang menentukan kualitasnya sebagai bahan konstruksi perkerasan jalan (Sukirman, 2003) dapat dikelompokkan menjadi:

1. Kekuatan dan keawetan yang dipengaruhi oleh:
  - a. Gradasi
  - b. Ukuran maksimum
  - c. Kadar lempung
  - d. Kekerasan dan kekuatan
  - e. Bentuk butir
  - f. Tekstur permukaan
2. Kemampuan yang dilapisi dengan aspal yang baik dipengaruhi oleh:
  - a. Porositas
  - b. Kemungkinan basah
  - c. Jenis agregat
3. Kemudahan dalam pelaksanaan dan menghasilkan lapisan yang nyaman dan aman yang dipengaruhi oleh:
  - a. Tahan geser
  - b. Campuran yang memberikan kemudahan dalam pelaksanaan.

## **2.6 Ukuran Maksimum Agregat**

Semua lapisan perkerasan lentur membutuhkan agregat yang terdistribusi dari besar sampai kecil. Semakin besar ukuran maksimum partikel agregat yang digunakan maka semakin banyak variasi ukuran agregat dari besar sampai kecil yang diperlukan. Batasan ukuran maksimum yang digunakan dibatasi oleh tebal lapisan yang diharapkan. Ukuran maksimum butir agregat dinyatakan dengan:

- a. Ukuran maksimum agregat, yaitu menunjukkan ukuran saringan terkecil dimana agregat yang lolos saringan sebanyak 100%.
- b. Ukuran nominal maksimum agregat, menunjukkan ukuran saringan terbesar dimana agregat yang tertahan saringan tersebut sebanyak tidak lebih dari 10%.

## 2.7 Berat Jenis Agregat

Berat jenis agregat adalah perbandingan antara berat volume agregat dengan berat volume air. Berat jenis agregat (*specific gravity*) terdiri dari:

a. Berat jenis *bulk* agregat (*bulk specific gravity*)

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

$$G_{sb} = \frac{P_1 + P_2 + \dots + P_n}{\frac{P_1}{G_1} + \frac{P_2}{G_2} + \dots + \frac{P_n}{G_n}} \quad (2.1)$$

dengan:

$G_{sb}$  = Adalah berat jenis *bulk* total agregat

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

$G_1, G_2, \dots, G_n$  = Adalah berat jenis *bulk* masing-masing fraksi agregat

b. Berat jenis kering permukaan (*surface saturated dry*)

Berat jenis kering permukaan adalah berat jenis dengan memperhitungkan berat agregat dalam keadaan kering permukaan. Dengan kata lain merupakan berat kering agregat ditambah air yang meresap ke dalam pori agregat dan seluruh volume agregat.

c. Berat jenis semu (*apparent specific gravity*)

Berat jenis semu adalah berat jenis dengan memperhitungkan berat agregat dalam keadaan kering dan volume agregat tidak diresapi oleh air.

$$S_a = \frac{A}{(A - C)} \quad (2.2)$$

dengan:

$A$  = Berat benda uji kering oven (gram)

C = Berat benda uji dalam air (gram)

## **2.8 Pengujian *Marshall***

Pengujian *Marshall* adalah pengujian terhadap benda uji untuk menentukan nilai kadar aspal optimum dan karakteristik campuran dengan cara mengetahui nilai ketahanan dan kelelahan yang dihasilkan pada pengujian.

### **2.8.1 *Stability***

Pengukuran nilai stabilitas pada uji *Marshall* yang dilakukan pada benda uji harus mempunyai tebal standar 2,5 inci (63,5), apabila diperoleh tinggi benda uji tidak standar, maka perlu dilakukan koreksi, yaitu dengan mengalikan hasil yang diperoleh dari uji stabilitas dengan nilai yang telah ditetapkan.

### **2.8.2 *Flow***

Kelelahan (*flow*) merupakan keadaan perubahan bentuk suatu campuran beraspal yang terjadi akibat suatu beban yang diberikan selama pengujian, dinyatakan dalam mili meter. Ketahanan terhadap kelelahan (*flow*) merupakan kemampuan beton aspal menerima lendutan berulang akibat repetisi beban, tanpa terjadinya kelelahan berupa alur dan retak. Hal ini dapat tercapai jika mempergunakan kadar aspal yang tinggi.

### **2.8.3 *Marshall Quotient***

*Marshall quotient* adalah rasio antara nilai stabilitas dan kelelahan. *Marshall quotient* besarnya merupakan indikator dari kelenturan yang potensial terhadap keretakan.

### **2.8.4 Pengaruh Rongga Udara dalam Campuran Padat (VIM)**

Rongga udara (VIM) setelah selesai dipadatkan dilapangan idealnya adalah 7%. Rongga udara yang kurang jauh dari 7% akan rentan terhadap perlelehan, alur dan deformasi plastis. Sementara VIM setelah selesai pemadatan yang jauh dari 7% akan rentan terhadap retak dan perlepasan butir (disintegrasi). Untuk

mencapai nilai lapangan tersebut dalam spesifikasi, nilai VIM rencana dibatasi pada interval 3,5 % - 5,5 %. Dengan kepadatan lapangan dibatasi minimum 98%.

### **2.8.5 Pengaruh Pemasatan**

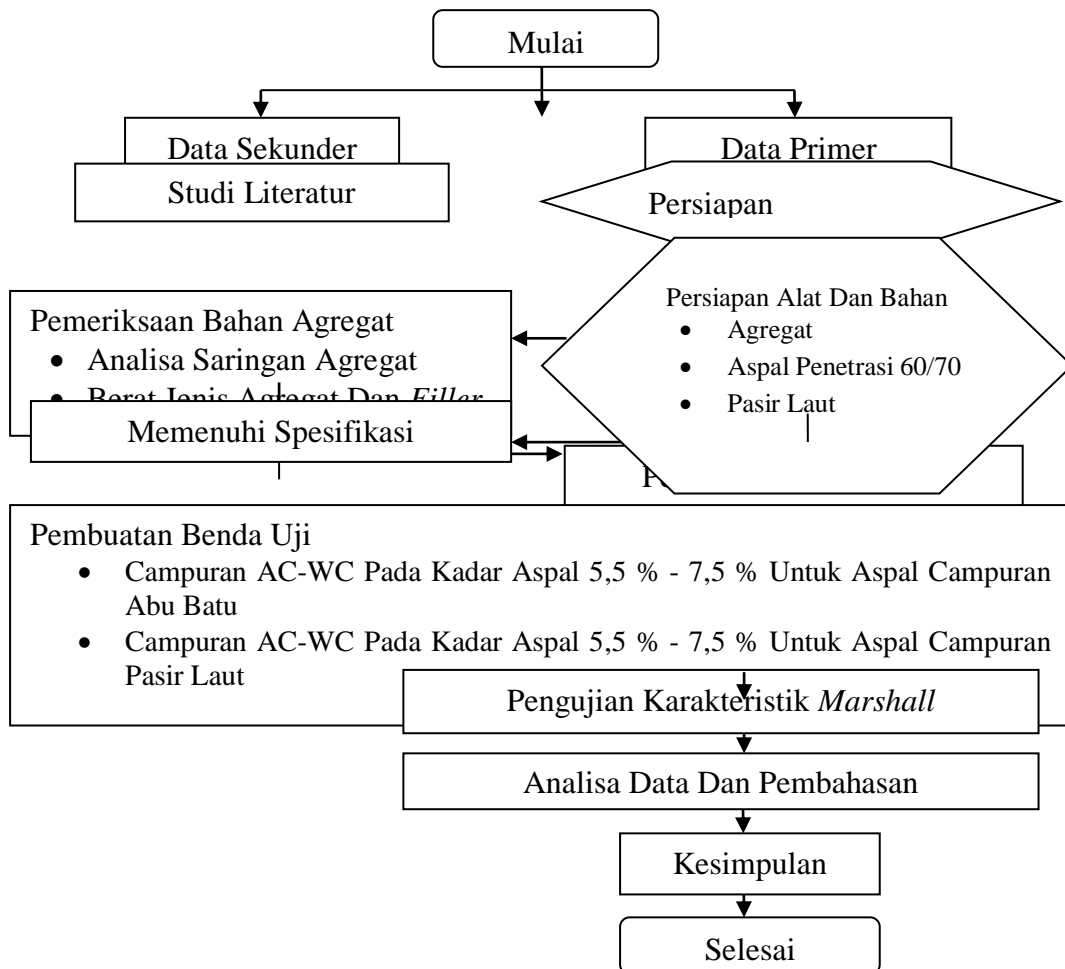
Pada kadar aspal yang sama, maka usaha pemasatan yang lebih tinggi akan mengakibatkan VIM dan VMA berkurang. Bila kadar aspal campuran rencana yang dipadatkan sebanyak 2 x 50 tumbukan, diambil sebelah kiri VMA terendah, tapi lalu lintas ternyata termasuk kategori lalu lintas berat (yang mana harus dipadatkan sebanyak 2 x 75 tumbukan) maka akibat pemasatan oleh lalu lintas, keadaan kadar aspal yang sebenarnya akan lebih tinggi. Sebaliknya bila campuran dirancang untuk 2 x 75 tumbukan tetapi ternyata lalu lintas cenderung rendah, maka rongga udara akhir akan lebih tinggi sehingga air dan udara akan mudah masuk. Akibatnya campuran akan cepat mengeras, rapuh dan mudah terjadi retak serta adhesivitas aspal berkurang yang dapat menyebabkan pelepasan butir atau pengelupasan. Karena itu maka usaha pemasatan yang direncanakan di laboratorium harus dipilih yang menggambarkan keadaan lalu lintas di lapangan.

## BAB 3

### METODOLOGI PENELITIAN

#### 3.1 Umum

Metode atau tahap pelaksanaan pada penelitian ini ialah sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1: Bagan alir penelitian.

### **3.2 Tempat dan Waktu Penelitian**

a. Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan di laboratorium Jalan Raya Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, yang berlokasi di jalan Kapten Muchtar Basri No.3 Medan.

b. Waktu Penelitian

Penelitian dilaksanakan pada tanggal 01 Juni 2016 s/d 31 Agustus 2016.

### **3.3 Metode Penelitian**

Tahap awal penelitian yang dilakukan di Laboratorium Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara Medan adalah pengambilan data dan memeriksa mutu bahan aspal dan mutu agregat yang akan digunakan pada percobaan campuran.

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Pengujian analisa saringan kasar dan halus (SNI 03-1968-1990).
2. Pengujian dan penyerapan agregat kasar (SNI 1969-2008).
3. Pengujian dan penyerapan agregat halus (SNI 1970-2008).
4. Pengujian keausan agregat dengan mesin abrasi *Los Angeles* (SNI 2417-2008).
5. Pengujian campuran aspal dengan alat *Marshall* (SNI 06-2489-1991).

### **3.4 Material Untuk Penelitian**

Bahan-bahan dan material yang dipergunakan dalam penelitian ini adalah agregat kasar, agregat halus, dan aspal Pertamina 60/70 yang di dapatkan dari *Asphalt Mixing Plant* PT. Bangun Cipta Kontraktor Medan.

### **3.5 Pengumpulan Data**

Data sekunder adalah data yang digunakan dari benda uji material yang telah dilakukan perusahaan dan diuji di balai pengujian material. Data literatur adalah data dari bahan kuliah laporan dari praktikum dan konsultasi langsung dengan pembimbing dan asisten laboratorium tempat penelitian berlangsung.

### **3.6 Prosedur Penelitian**

Dalam pelaksanaan penelitian ada beberapa langkah yang perlu dilakukan:

1. Pengadaan alat dan penyediaan bahan yang akan digunakan untuk melakukan penelitian.
2. Pemeriksaan terhadap bahan material yang akan digunakan untuk melakukan penelitian.
3. Merencanakan contoh campuran lapis aspal beton AC-WC.
4. Merencanakan contoh campuran dengan pembuatan sampel benda uji.
5. Melakukan pengujian dengan alat *Marshall test*.
6. Analisa hasil pengujian sehingga diperoleh hasil dari pengujian.

### **3.7 Pemeriksaan Bahan Campuran**

Untuk mendapatkan lapis aspal beton AC-WC yang berkualitas ditentukan dari penyusunan campuran agregat. Bahan terlebih dahulu dilakukan pemeriksaan untuk mengetahui sifat dan karakteristiknya.

#### **3.7.1 Pemeriksaan Terhadap Agregat Kasar dan Halus**

Ada beberapa pengujian yang dilakukan untuk mendapatkan lapis aspal beton AC-WC yang baik yaitu:

1. Diperlukan analisa saringan untuk agregat kasar maupun agregat halus.
2. Pengujian terhadap berat jenis untuk penyerapan agregat kasar.
3. Pengujian terhadap berat jenis untuk penyerapan agregat halus.
4. Pengujian pemeriksaan sifat-sifat campuran dengan *Marshall test* prosedur pemeriksaan mengikuti (SNI-06-2489-1991).
5. Metode pengujian bobot isi dan rongga udara dalam agregat.
6. Metode pengujian jumlah bahan dalam agregat yang lolos saringan No. 200.

#### **3.7.2 Pemeriksaan Terhadap Aspal**

Aspal yang digunakan terdiri dari aspal minyak. Aspal minyak diambil dari AMP PT. Bangun Cipta Kontraktor, Patumbak, Deli Serdang. Aspal yang



digunakan dalam penelitian ini adalah aspal Pertamina penetrasi 60/70. Pemeriksaan yang dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Pemeriksaan penetrasi aspal mengikuti prosedur (SNI 2456-2011) untuk mengetahui tingkat kekerasan aspal. Kekerasan aspal diukur dengan menggunakan jarum penetrasi standart yang masuk kedalam permukaan aspal umumnya dilakukan pada suhu 25°C, dengan berat beban jarum 100 gr dalam jangka waktu 5 detik. Semakin besar angka penetrasi aspal maka aspal tersebut semakin lunak, dan penetrasi dilakukan setelah kehilangan berat.
2. Pemeriksaan titik lembek (dengan suhu yang diamati dimulai 50°C-55°C) mengikuti (SNI 2434-1991) berfungsi untuk mengetahui pada suhu berapa aspal akan digunakan meleleh. Titik lembek adalah suhu pada saat bola baja dengan berat tertentu mendesak turun suatu aspal yang terletak didalam cincin yang berukuran tertentu sehingga menyentuh plat dasar yang terletak dibawah cincin dengan tinggi tertentu.
3. Pemeriksaan berat jenis mengikuti (SNI 2441-2011). Berat jenis aspal adalah perbandingan antara berat aspal dan berat air suling dengan isi yang sama pada suhu tertentu.
4. Pemeriksaan daktilitas mengikuti (SNI 2432-2011). Untuk mengetahui sifat kohesi antar aspal dengan mengukur jarak terpanjang yang dapat ditarik antara dua cetakan yang berisi bitumen keras sebelum putus, pada suhu dan kecepatan tertentu.
5. Pemeriksaan titik nyala dan titik bakar dengan alat (*Cleveland oven cup*) yang mengikuti (SNI 2433-2011) untuk mengikuti suhu. Dimana aspal mulai memercikkan api dan mulai terbakar. Titik nyala adalah suhu pada saat terlihatnya nyala singkat sekurang kurangnya 2 detik pada suhu titik diatas permukaan aspal. Titik bakar adalah suhu pada saat terlihatnya.

### **3.7.3 Alat Yang Digunakan**

1. Saringan atau ayakan ayakan 3/4, 1/2, 3/8, No.4, No.8, No.16, No.30, No.50, No.100, No.200 dan pan.

2. Sekop digunakan sebagai alat mengambil sampel material di laboratorium maupun pada saat pengambilan material di AMP.
3. Goni dan juga pan sebagai tempat atau wadah tempat material.
4. Timbangan kapasitas 20 kg dan timbangan kapasitas 3000 gr dengan ketelitian 0,1 gram.
5. *Shieve shaker* berfungsi sebagai alat mempermudah pengayakan material.
6. Sendok pengaduk dan spatula.
7. *Thermometer* sebagai alat pengukur suhu aspal dan juga material.
8. Piknometer dengan kapasitas 500 ml, untuk pemeriksaan berat jenis penyerapan agregat halus.
9. Cetakan mold berbentuk silinder yang berdiameter 101,6 mm (4 inci) dan tinggi 76, 2 (3 inci), beserta *jack hammer Marshall AC-WC*.
10. *Extruder* berfungsi sebagai alat untuk mengeluarkan banda uji *Marshall* dari mold.
11. Cat dan spidol untuk menandai benda uji.
12. Penangas air (*Water bath*) dengan kedalaman 152,4 mm (6 inci) yang dilengkapi dengan pengatur temperatur air  $60^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ .
13. Oven pengering material.
14. Alat uji *Marshall test* dilengkapi dengan kepala penekan (*breaking head*), cincin penguji (*proving ring*) dan arloji (*dial*).

### **3.8 Prosedur Kerja**

#### **3.8.1 Perencanaan Campuran (*Mix Design*)**

Perencanaan aspal beton meliputi perencanaan gradasi dan komposisi agregat untuk campuran serta jumlah benda uji untuk pengujian. Gradasi agregat yang digunakan dalam penelitian ini adalah gradasi menerus lapisan antara laston/AC-WC (*Asphalt Concrete Wearing Course*). Dan dilihat pada gradasi yang ideal.

Sebelum melakukan pencampuran terlebih dahulu dilakukan analisa saringan masing-masing fraksi, komposisi campuran didasarkan pada fraksi agregat kasar CA (*Coarse Aggregate*), MA (*Medium Aggregate*), dan agregat halus FA (*Fine Aggregate*) dari analisa komposisi gradasi diperoleh komposisi campuran agregat untuk benda uji standart sebagai berikut:

1. Agregat kasar (CA) 3/4 inci = 15 %
2. Agregat kasar (MA) 1/2 inci = 29 %
3. Agregat halus (Cr) = 46 %
4. Agregat halus (*sand*) = 10 %

Adapun diperoleh komposisi campuran agregat untuk benda uji alternatif (pasir laut) sebagai berikut:

1. Agregat kasar (CA) 3/4 inci = 15 %
2. Agregat kasar (MA) 1/2 inci = 29 %
3. Agregat halus *filler* pasir laut = 46 %
4. Agregat halus (*sand*) = 10 %

Komposisi aspal campuran ditentukan oleh nilai kadar aspal optimum. Untuk mengetahui besarnya kadar aspal optimum untuk suatu campuran aspal dilakukan dengan cara coba-coba. Langkah yang ditempuh adalah melakukan uji *Marshall* untuk berbagai kadar aspal. Variasi kadar aspal ditentukan dengan sedemikian rupa sehingga perkiraan besarnya kadar aspal optimum berada didalam variasi tersebut, yaitu mulai dari 5,5%, 6%, 6,5%, 7 % dan 7,5%.

### **3.8.2 Tahapan Pembuatan Benda Uji**

Adapun tahap pembuatan benda uji adalah sebagai berikut:

1. Merupakan tahap persiapan untuk mempersiapkan bahan dan alat yang akan digunakan. Menentukan persentase masing-masing butiran untuk mempermudah pencampuran dan melakukan penimbangan secara kumulatif untuk mendapatkan proporsi campuran yang lebih tepat.
2. Pisahkan agregat ke dalam fraksi-fraksi yang sudah ditentukan dengan cara penyaringan dan lakukan penimbangan.
3. Pencampuran benda uji.
4. Untuk setiap benda uji diperlukan agregat dan aspal sebanyak  $\pm 1200$  gram sehingga menghasilkan tinggi benda uji kira-kira  $63,5 \text{ mm} \pm 1,27 \text{ mm}$  ( $2,5 \pm 0,05$  inci).
5. Panaskan agregat hingga suhu  $150^{\circ}\text{C}$ .

6. Tuangkan aspal yang sudah mencapai tingkat kekentalan sebanyak yang dibutuhkan ke dalam agregat yang sudah dipanaskan, kemudian aduk dengan cepat sampai agregat terselimuti aspal secara merata.
7. Pemasakan benda uji.
8. Bersihkan perlengkapan cetakan benda uji serta bagian muka penumbuk dengan seksama dan panaskan sampai suhu antara 90°C-150°C.
9. Letakan cetakan di atas landasan pematat dan ditahan dengan pemegang cetakan.
10. Letakkan kertas saring atau kertas penghisap dengan ukuran sesuai ukuran dasar cetakan.
11. Masukkan seluruh campuran ke dalam cetakan dan tusuk-tusuk campuran dengan spatula yang telah dipanaskan sebanyak 15 kali sekeliling pinggirannya dan 10 kali bagian tengahnya.
12. Letakkan kertas saring atau kertas penghisap di atas permukaan benda uji dengan ukuran sesuai cetakan.
13. Padatkan campuran dengan temperatur yang disesuaikan dengan kekentalan aspal yang digunakan dengan jumlah tumbukan 75 kali untuk sisi atas dan 75 kali untuk sisi bawah.
14. Setelah kira-kira temperatur hangat keluarkan benda uji dari cetakan dengan menggunakan *Extruder* dan letakkan benda uji di atas permukaan yang rata dan beri tanda pengenal serta biarkan selama 24 jam pada temperatur ruang.

### **3.8.3 Metode Pengujian Sampel**

Pengujian sampel dilakukan sesuai dengan prosedur *Marshall test* yang dikeluarkan oleh RSNI M-01-2003. Pengujian sampel terbagi atas 2 bagian pengujian, yaitu:

1. Penentuan *Bulk Specific Gravity* sampel.
2. Pengujian *Stability* dan *Flow*.

Peralatan yang digunakan untuk pengujian sampel sebagai berikut:

1. Alat uji *Marshall*, alat uji listrik yang berkekuatan 220 volt, didesain untuk memberikan beban pada sampel untuk menguji semi *circular testing head*

dengan kecepatan konstan 51 mm (2 inci) mengetahui stabilitas pada beban maksimum pengujian. Selain itu juga dilengkapi dengan *flow* meter (arloji kelelahan) untuk menentukan besarnya kelelahan pada beban maksimum pengujian.

2. *Water Bath*, alat ini dilengkapi pengaturan suhu minimum 20°C dan mempunyai kedalaman 150 mm (6 inci) serta dilengkapi rak bawah 50 mm.
3. *Thermometer*, ini adalah sebagai pengukur suhu air dalam *water bath* yang mempunyai menahan suhu sampai  $\pm 200^\circ\text{C}$ .

#### **3.8.4 Penentuan berat jenis (*Bulk Specific Gravity*)**

Setelah benda uji selesai, kemudian dikeluarkan dengan menggunakan *extruder* dan didinginkan. Berat isi untuk benda uji tidak porus atau gradasi menerus dapat ditentukan menggunakan benda uji kering permukaan jenuh (SSD). Pengujian dilakukan sesuai dengan (SNI 03-6557-2002) metode pengujian berat jenis nyata campuran berasal didapatkan menggunakan benda uji kering permukaan jenuh.

Pengujian *bulk specific gravity* ini dilakukan dengan cara menimbang benda uji *Marshall* yang sudah dikeluarkan dari mold, dengan menimbang berat dalam keadaan kering udara, kemudian didalam air dan berat jenuh. Perbedaan berat benda uji kering permukaan dengan berat uji dalam air adalah volume *bulk specific gravity* benda uji ( $\text{cm}^3$ ). Sedangkan *bulk specific gravity* sampel merupakan perbandingan antara benda uji diudara dengan volume bulk benda uji ( $\text{gr}/\text{cm}^3$ ). Adapun proses tahapan penimbangan sebagai berikut:

- a. Timbang benda uji diudara.
- b. Rendam benda uji di dalam air.
- c. Timbang benda uji SSD di udara.
- d. Timbang benda uji di dalam air.

### 3.8.5 Pengujian *Stability* dan *Flow*

Adapun langkah-langkah dalam pengujian *stability* dan *flow* adalah sebagai berikut:

1. Rendamlah benda uji dalam penangas air selama 30-40 menit dengan temperatur tetap  $60\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$  untuk benda uji.
2. Permukaan dalam *testing head* dibersihkan dengan baik. Suhu *head* harus dijaga dari  $21\text{ }^{\circ}\text{C}$ - $37\text{ }^{\circ}\text{C}$  dan digunakan bak air apabila perlu. *Guide road* dilumasi dengan minyak tipis sehingga bagian atas *head* akan meluncur tanpa terjepit. Periksa indikator *proving ring* yang digunakan untuk mengukur beban yang diberikan. Pada setelah dial *proving ring* di stel dengan jarum menunjukkan angka nol dengan tanpa beban.
3. Sampel percobaan yang telah direndam dalam *water bath* diletakkan ditengah bagian bawah dari *test head*. *Flow* meter diletakkan diatas tanpa *guide road* dan jarum petunjuk dinolkan.
4. Pasang bagian atas alat penekan uji *Marshall* di atas benda uji dan letakkan seluruhnya dalam mesin uji *Marshall*.
5. Pasang arloji pengukur pelelehan (*Flow*) pada kedudukanya di atas salah satu batang penuntun dan atur kedudukan jarum penunjuk pada angka nol, sementara selubung tangkai arloji (*sleeve*) dipegang teguh pada bagian atas kepala penekan.
6. Sebelum pembebanan diberikan, kepala penekan beserta benda uji dinaikkan hingga menyentuh alas cincin penguji.
7. Atur jarum arloji tekan pada kedudukan angka nol.
8. Berikan pembebanan pada benda uji dengan kecepatan tetap sekitar 50,8 mm per menit sampai pembebanan maksimum tercapai, untuk pembebanan menurun seperti yang ditunjukkan oleh jarum arloji tekan dan catat pembebanan maksimum (*stabilitas*) yang dicapai. Untuk benda uji dengan tebal tidak sama dengan 63,5 mm, beban harus dikoreksi dengan faktor pengali.
9. Catat nilai pelelehan yang ditunjukkan oleh jarum arloji pengukur pelelehan pada saat pembebanan maksimum tercapai.
10. Bersihkan alat dan selesai.

### 3.9 Penyajian Data

Penyajian data adalah penyajian data sifat bahan dan karakteristik campuran *Marshall* dari hasil pengujian yang telah dilakukan. Data-data yang didapat dalam pengujian adalah sebagai berikut:

1. Data hasil pengujian analisa saringan agregat kasar.

Tabel 3.1: Data analisa saringan agregat kasar.

Agregat kasar lolos saringan 3/4" (5 kg)	No. Saringan (Tertahan)	Benda Uji 1 (gr)	Benda Uji 2 (gr)
	1/2	2682	2783
	3/8	750	815
	4	1554	1401
Agregat kasar lolos saringan 1/2" (2,5 kg)	No. Saringan (Tertahan)	Benda Uji 1 (gr)	Benda Uji 2 (gr)
	3/8	396	410
	4	1805	1739
	8	259	256
	16	29	67

2. Data hasil pengujian analisa saringan agregat halus.

Tabel 3.2: Data analisa saringan agregat halus.

Agregat halus (sand) lolos saringan 4" (1kg)	No. Saringan (Tertahan)	Benda Uji 1 (gr)	Benda Uji 2 (gr)
	8	26	24
	16	75	74
	30	154	151
	50	421	417
	100	243	246
	200	66	71
	Pan	15	17
Agregat halus (abu batu) lolos saringan 4" (500 gr)	No. Saringan (Tertahan)	Benda Uji 1 (gr)	Benda Uji 2 (gr)
	8	116	116
	16	123	135
	30	74	75

Tabel 3.2: Lanjutan.

Agregat halus (abu batu) lolos saringan 4 “ (500 gr)	50	58	54
	100	45	47
	200	28	28
	Pan	55	45
Agregat halus (Pasir Laut) lolos saringan 4 “ (1 kg)	No. Saringan (Tertahan)	Benda Uji 1 (gr)	Benda Uji 2 (gr)
	8	100	109
	16	98	102
	30	75	70
	50	68	59
	100	55	53
	200	45	43
	Pan	55	58

3. Data hasil pengujian berat jenis dan penyerapan agregat kasar.

Tabel 3.3: Data berat jenis agregat kasar.

MA $\frac{3}{4}$ inch	Pengujian	Notasi	I	II	Satuan
	Berat benda uji kering oven	A	2945	2951	Gram
	Berat benda uji jenuh kering permukaan di udara n di udara	B	3001	3000	Gram
	Berat benda uji dalam air	C	1881	1899	Gram
FA $\frac{1}{2}$ inch	Pengujian	Notasi	I	II	Satuan
	Berat benda uji kering oven	A	1955	1950	Gram
	Berat benda uji jenuh kering permukaan di udara	B	2002	2001	Gram
	Berat benda uji dalam air	C	1245	1233	Gram

4. Data hasil pengujian dan penyerapan agregat halus.

Tabel 3.4: Data berat jenis agregat halus.

Pasir (sand)	Pengujian	Notasi	Benda uji 1	Benda uji 2	Satuan
	Berat benda uji kondisi jenuh kering permukaan	S	500	500	Gram
	Berat benda uji kering oven	A	486	485	Gram
	Berat piknometer yang berisi air	B	694	698	Gram



Tabel 3.4: *Lanjutan.*

	Berat piknometer dengan benda uji dan air sampai batas pembacaan	C	1001	1004	Gram
Pasir Laut	Pengujian	Notasi	Benda uji 1	Benda uji 2	Satuan
	Berat benda uji kondisi jenuh kering permukaan	S	500	500	Gram
	Berat benda uji kering oven	A	497	499	Gram
	Berat piknometer yang berisi air	B	653	699	Gram
	Berat piknometer dengan benda uji dan air sampai batas pembacaan	C	1003	1010	Gram
Abu batu ( <i>filler</i> )	Pengujian	Notasi	Benda uji 1	Benda uji 2	Satuan
	Berat benda uji kondisi jenuh kering permukaan	S	500	500	Gram
	Berat benda uji kering oven	A	498	495	Gram
	Berat piknometer yang berisi air	B	695	691	Gram
	Berat piknometer dengan benda uji dan air sampai batas pembacaan	C	1007	1004	Gram

5. Data hasil pengujian keausan agregat dengan mesin *Los Angeles*.

Tabel 3.5: Data keausan agregat dengan mesin *Los Angeles*.

Gradasi pemeriksaan		Jumlah putaran = 500 putaran	
Ukuran saringan		1	2
Lolos	Tertahan	Berat	Berat
76,2 (3")	63,5 (2 1/2")		
63,5 (2 1/2")	50,8 (2")		
Gradasi pemeriksaan		Jumlah putaran = 500 putaran	
Ukuran saringan		1	
Lolos	Tertahan	Lolos	Tertahan
50,8 (2")	36,1 (1 1/2")		
36,1 (1 1/2")	25,4 (1")		
25,4 (1")	19,1 (3/4")		
19,1 (3/4")	12,7 (1/2")	2500	2500
12,7 (1/2")	9,52 (3/8")	2500	2500

Tabel 3.5: Lanjutan.

9,52 (3/8")	6,35 (1/4")		
6,35 (1/4")	4,75 (No.4)		
4,75 (No.4)	2,36 (No.8)		
Jumlah berat		5000	5000
Berat tertahan saringan No. 12 sesudah percobaan		4130	3935

6. Data pengujian dengan alat *Marshall*.Tabel 3.6: Data *Marshall*.

Benda Uji Standar						
Kadar aspal	Benda uji	Berat (gr)			Stabilitas	Flow
		Kering	Dalam air	SSD		
5,5 %	1	1198	692	1210	135	230
	2	1188	697	1206	69	205
	3	1187	704	1208	102	212
6,0 %	1	1190	688	1196	111	310
	2	1193	685	1202	107	225
	3	1183	687	1195	103	228
6,5 %	1	1194	680	1199	103	215
	2	1192	692	1203	105	243
	3	1191	687	1199	110	234
7,0 %	1	1195	665	1198	98	250
	2	1185	684	1190	145	220
	3	1193	704	1201	129	220
7,5 %	1	1183	670	1185	126	196
	2	1180	666	1183	147	214
	3	1198	694	1206	130	221
Benda Uji Alternatif						
Kadar aspal	Benda Uji	Berat (gr)			Stabilitas	Flow
		Kering	Dalam air	SSD		
5,5 %	1	1199	787	1207	89	127
	2	1195	779	1200	78	134
	3	1194	775	1202	61	116
6,0 %	1	1197	783	1203	83	113
	2	1188	789	1194	68	103
	3	1199	778	1208	69	125
6,5 %	1	1185	776	1192	81	143
	2	1194	779	1197	70	146
	3	1198	778	1204	79	168

Tabel 3.6: *Lanjutan.*

7,0 %	1	1198	769	1201	80	142
	2	1199	767	201	50	131
	3	1198	788	205	57	125
7,5%	1	1194	779	196	51	103
	2	1186	756	1187	48	98
	3	1189	766	1190	43	121

## BAB 4

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 4.1. Hasil Penelitian

##### 4.1.1. Pemeriksaan Gradasi Agregat Standar

Pemeriksaan gradasi agregat dalam penelitian ini mengacu pada spesifikasi Bina Marga (2010). Gradasi dari agregat harus memenuhi spesifikasi agar memperoleh campuran aspal beton AC-WC yang baik.

##### 1. Analisa saringan agregat kasar (CA) 3/4 inci

Dari hasil penelitian di laboratorium didapat data-data analisa saringan pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1: Hasil pemeriksaan analisa saringan agregat kasar (CA) 3/4 inci.

No. Saringan	Ukuran (mm)	% lolos saringan
1 ½	37,50	100,00
1	25,40	100,00
¾	19,00	100,00
½	12,50	45,35
3/8	9,50	29,70
No.4	4,75	0,15
No. 8	2,36	0,00
No. 16	1,18	0,00
No. 30	0,60	0,00
No. 50	0,30	0,00
No. 100	0,15	0,00
No. 200	0,075	0,00

## 2. Analisa saringan agregat kasar (MA) 1/2 inci

Dari hasil penelitian di laboratorium didapat data-data analisa saringan pada Tabel 4.2.

Tabel 4.2: Hasil pemeriksaan analisa saringan agregat kasar (MA) 1/2 inci.

No. Saringan	Ukuran (mm)	% lolos saringan
1 ½	37,50	100,00
1	25,40	100,00
¾	19,00	100,00
½	12,50	100,00
3/8	9,50	83,88
No.4	4,75	13,00
No. 8	2,36	2,70
No. 16	1,18	0,78
No. 30	0,60	0,00
No. 50	0,30	0,00
No. 100	0,15	0,00
No. 200	0,075	0,00

## 3. Analisa saringan *filler* (abu batu)

Dari hasil penelitian di laboratorium didapat data-data analisa saringan pada Tabel 4.3.

Tabel 4.3: Hasil pemeriksaan analisa saringan *filler* abu batu.

No. Saringan	Ukuran (mm)	% lolos saringan
1 ½	37,50	100,00
1	25,40	100,00

Tabel 4.3: *Lanjutan.*

No. Saringan	Ukuran (mm)	% lolos saringan
$\frac{3}{4}$	19,00	100,00
$\frac{1}{2}$	12,50	100,00
$\frac{3}{8}$	9,50	100,00
No.4	4,75	100,00
No. 8	2,36	76,80
No. 16	1,18	51,00
No. 30	0,60	36,10
No. 50	0,30	24,90
No. 100	0,15	15,70
No. 200	0,075	10,10

#### 4. Analisa saringan agregat halus (*sand*)

Dari hasil penelitian di laboratorium didapat data-data analisa saringan pada Tabel 4.4.

Tabel 4.4: Hasil pemeriksaan analisa saringan agregat halus (*sand*).

No. Saringan	Ukuran (mm)	% lolos saringan
$1 \frac{1}{2}$	37,50	100,00
1	25,40	100,00
$\frac{3}{4}$	19,00	100,00
$\frac{1}{2}$	12,50	100,00
$\frac{3}{8}$	9,50	100,00
No.4	4,75	100,00
No. 8	2,36	97,50

Tabel 4.4: *Lanjutan.*

No. Saringan	Ukuran (mm)	% lolos saringan
No. 16	1,18	90,05
No. 30	0,60	74,80
No. 50	0,30	32,90
No. 100	0,15	8,45
No. 200	0,075	1,60

5. Analisa saringan *filler* (pasir laut)

Dari hasil penelitian di laboratorium didapat data-data analisa saringan pada Tabel 4.5.

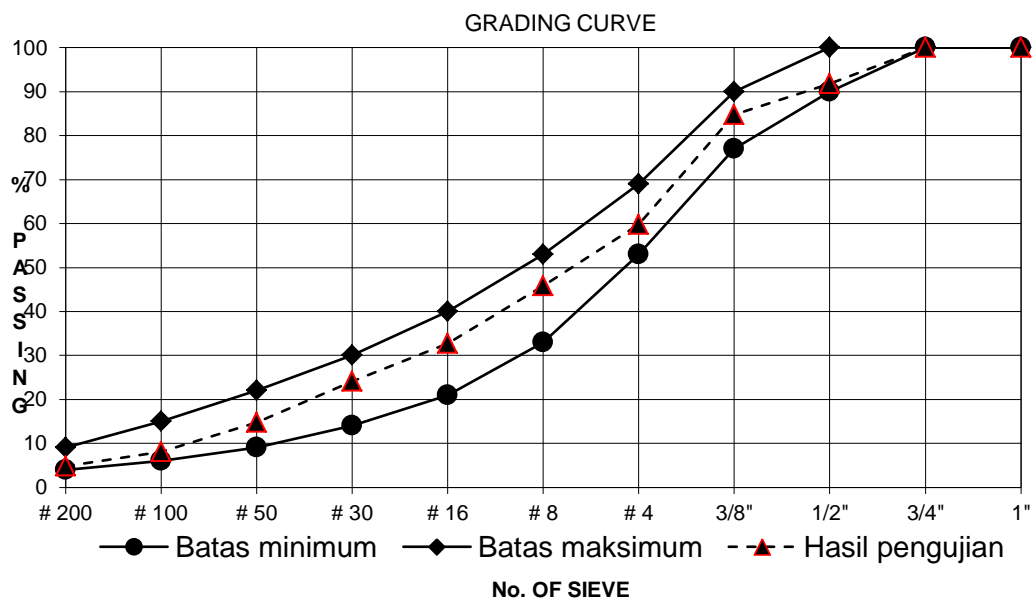
Tabel 4.5: Hasil pemeriksaan analisa saringan *filler* (pasir laut).

No. Saringan	Ukuran (mm)	% lolos saringan
1 ½	37,50	100,00
1	25,40	100,00
¾	19,00	100,00
½	12,50	100,00
3/8	9,50	100,00
No.4	4,75	100,00
No. 8	2,36	79,10
No. 16	1,18	59,10
No. 30	0,60	44,60
No. 50	0,30	31,90
No. 100	0,15	21,10
No. 200	0,075	12,30

Gradasi agregat gabungan untuk campuran aspal, ditunjukkan dalam persen terhadap berat agregat harus memenuhi batas-batas dan khusus untuk pekerasan Laston AC-WC harus berada di luar daerah larangan (*restriction zone*) yang sesuai dengan spesifikasi Bina Marga (2010). Dari hasil pemeriksaan analisa saringan maka gradasi agregat didapat pada Tabel 4.6.

Tabel 4.6: Hasil kombinasi gradasi agregat standar.

No. Saringan	Batas spesifikasi		Kombinasi Agregat				AVG
			CA $\frac{3}{4}$ (inci)	MA $\frac{1}{2}$ (inci)	Cr	Pasir	
			15%	29%	46%	10%	100%
11/2"	100	100	15,00	29,00	46,00	10,00	100,00
1"	100	100	15,00	29,00	46,00	10,00	100,00
3/4"	100	100	15,00	29,00	46,00	10,00	100,00
1/2"	90	100	6,65	29,00	46,00	10,00	91,80
3/8"	77	90	4,71	25,09	46,00	10,00	84,78
No. 4	53	69	0,07	4,40	46,00	10,00	59,79
No. 8	33	53	0,00	1,22	33,21	9,75	45,86
No. 16	21	40	0,00	0,21	21,02	8,97	32,69
No. 30	14	30	0,00	0,00	14,40	7,40	24,09
No. 50	9	22	0,00	0,00	9,57	3,46	14,74
No. 100	6	15	0,00	0,00	6,16	0,95	8,07
No. 200	4	9	0,00	0,00	3,63	0,47	4,81



Gambar 4.1: Grafik hasil kombinasi gradasi agregat standar.



Dari hasil pemeriksaan analisa saringan di dapat hasil kombinasi gradasi agregat yang memenuhi spesifikasi Bina Marga (2010).

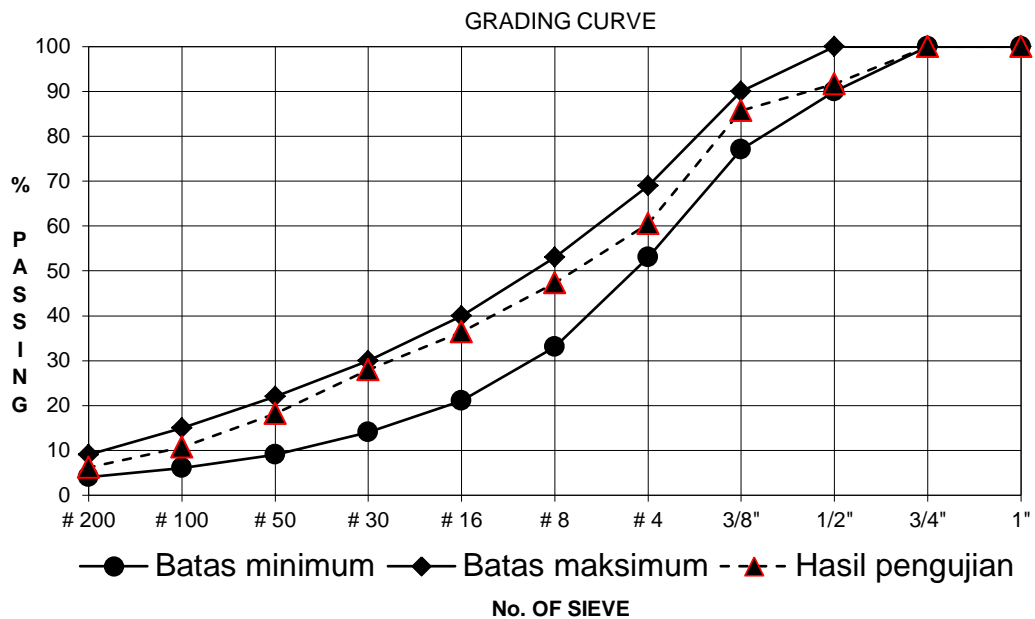
Data persen agregat yang didapat:

- a. Agregat kasar CA 3/4 inci = 15 %
- b. Agregat kasar MA 1/2inci = 29 %
- c. Agregat halus abu batu (Cr) = 46 %
- d. Agregat halus pasir (*sand*) = 10 %

Dari hasil pemeriksaan analisa saringan maka gradasi agregat didapat pada Tabel 4.7.

Tabel 4.7: Hasil kombinasi gradasi agregat pengganti *filler* (pasir laut).

No. Saringan	Batas spesifikasi		Kombinasi Agregat				AVG
			CA ¾ (inci)	MA <sup>1/2</sup> (inci)	Pasir Laut ( <i>filler</i> )	Pasir	
			15%	29%	46%	10%	100%
11/2"	100	100	15,00	29,00	46,00	10,00	100,00
1"	100	100	15,00	29,00	46,00	10,00	100,00
3/4"	100	100	15,00	29,00	46,00	10,00	100,00
1/2"	90	100	6,65	29,00	46,00	10,00	91,65
3/8"	77	90	4,71	24,44	46,00	10,00	85,79
No. 4	53	69	0,07	3,76	46,00	10,00	60,47
No. 8	33	53	0,00	0,83	36,20	9,75	47,35
No. 16	21	40	0,00	0,21	24,98	8,97	36,37
No. 30	14	30	0,04	0,00	18,81	7,40	27,91
No. 50	9	22	0,04	0,00	12,56	3,46	18,13
No. 100	6	15	0,04	0,00	7,64	0,95	10,66
No. 200	4	9	0,04	0,00	3,91	0,47	6,12



Gambar 4.2: Grafik hasil kombinasi gradasi agregat alternatif.

Dari hasil pemeriksaan analisa saringan didapat hasil kombinasi gradasi agregat yang memenuhi spesifikasi Bina Marga (2010).

Data persen agregat yang didapat:

- a. Agregat kasar CA 3/4 inci = 15 %
- b. Agregat medium MA 1/2 inci = 29 %
- c. Agregat halus *filler* pasir laut = 46 %
- d. Agregat halus pasir (*sand*) = 10 %

Setiap satu buah benda uji diperlukan campuran agregat dan aspal sebanyak 1200 gram sehingga menghasilkan tinggi benda uji kira-kira 63,5 mm ± 1,27 mm. Dari hasil analisa saringan didapat hasil perhitungan berat agregat untuk pembuatan benda uji pada Tabel 4.8.

Tabel 4.8: Hasil perhitungan berat agregat untuk pembuatan benda uji.

Kadar Aspal (%)	Aspal (gram)	CA 3/4 inci (gram)	MA 1/2 inci (gram)	Abu batu / pasir laut (gram)	Pasir (gram)
5,5	66	170,1	329	522	113,4
6,0	72	169,2	327	519	112,8

Tabel 4.8: *Lanjutan.*

Kadar Aspal (%)	Aspal (gram)	CA 3/4 inci (gram)	MA 1/2 inci (gram)	Abu batu / pasir laut (gram)	Pasir (gram)
6,5	78	168,3	325	516	112,2
7,0	84	167,4	324	513	111,6
7,5	90	166,5	322	511	111

#### 4.1.2 Hasil Uji Berat Jenis Agregat

Berat jenis suatu agregat yang digunakan dalam suatu rancangan campuran beraspal sangat berpengaruh terhadap banyaknya rongga udara yang diperhitungkan sehingga mendapatkan suatu campuran beraspal yang baik. Berat Jenis Efektif dianggap paling mendekati nilai sebenarnya untuk menentukan besarnya rongga udara dalam campuran beraspal. Dalam pengujian berat jenis agregat kasar prosedur pemeriksaan mengikuti (SNI 1971-2008) dan agregat halus prosedur pemeriksaan mengikuti prosedur (SNI1970-2008). Hasil uji berat jenis agregat yang dilakukan di laboratorium jalan raya dapat dilihat pada tabel berikut:

a. Berat jenis agregat CA 3/4 inci

Dari pengujian yang dilakukan didapat data berat jenis agregat 3/4 inci pada Tabel 4.9.

Tabel 4.9: Data pengujian berat jenis agregat kasar CA ¾ inci.

Perhitungan	I	II	Rata-rata
Berat jenis curah kering (Sd)	2,629	2,680	2,655
Berat jenis curah kering permukaan (Ss)	2,679	2,725	2,702
Berat jenis semu (Sa)	2,768	2,805	2,786
Penyerapan (Sw)	1,902	1,660	1,781

b. Berat jenis agregat MA 1/2 inci

Dari pengujian yang dilakukan didapat data berat jenis agregat 1/2 inci pada Tabel 4.10.

Tabel 4.10: Data pengujian berat jenis agregat kasar MA ½ inci.

Perhitungan	I	II	Rata-rata
Berat jenis curah kering (Sd)	2.583	2.539	2.561
Berat jenis curah kering permukaan (Ss)	2.645	2.605	2.625
Berat jenis semu (Sa)	2.754	2.720	2.737
Penyerapan (Sw)	2.404	2.615	2.510

c. Berat jenis *filler* (abu batu)

Dari pengujian yang dilakukan didapat data berat jenis *filler* abu batu pada Tabel 4.11.

Tabel 4.11: Data pengujian berat jenis *filler* (abu batu).

Perhitungan	I	II	Rata-rata
Berat jenis curah kering (Sd)	2,649	2,647	2,648
Berat jenis curah kering permukaan (Ss)	2,660	2,674	2,667
Berat jenis semu (Sa)	2,677	2,720	2,699
Penyerapan (Sw)	0,402	1,010	0,706

d. Berat jenis agregat halus pasir (*Sand*)

Dari pengujian yang dilakukan didapat data berat jenis agregat halus pasir pada Tabel 4.12.

Tabel 4.12: Data pengujian berat jenis agregat halus (*Sand*).

Perhitungan	I	II	Rata-rata
Berat jenis curah kering (Sd)	2,518	2,500	2,509
Berat jenis curah kering permukaan (Ss)	2,591	2,577	2,584
Berat jenis semu (Sa)	2,715	2,709	2,712
Penyerapan (Sw)	2,881	3,093	2,987

e. Berat jenis *filler* (pasir laut)

Dari pengujian yang dilakukan didapat data berat jenis *filler* pasir laut pada Tabel 4.13.

Tabel 4.13: Data pengujian berat jenis *filler* (pasir laut).

Perhitungan	I	II	Rata-rata
Berat jenis curah kering (Sd)	3.313	2.640	2.977
Berat jenis curah kering permukaan (Ss)	3.333	2.646	2.989
Berat jenis semu (Sa)	3.381	2.654	3.018
Penyerapan (Sw)	0.604	0.200	0.402

#### 4.1.3 Hasil Pemeriksaan Aspal

Aspal yang digunakan untuk bahan ikat pada pembuatan benda uji campuran aspal beton dalam penelitian ini adalah aspal keras Pertamina Pen 60/70. Data hasil pemeriksaan uji aspal diperoleh dari data sekunder dari PT. Bangun Cipta Kontraktor yang dilakukan di Laboratorium. Dari pemeriksaan karakteristik aspal keras yang telah dilakukan perusahaan dan diuji di balai pengujian material didapat hasil pada Tabel 4.14.

Tabel 4.14: Hasil Pemeriksaan Karakteristik Aspal Keras Pertamina Pen 60/70 (PT. Bangun Cipta Kontraktor).

No	Jenis Pengujian	Hasil Uji	Metode Pengujian	Satuan
1	Penetrasi pada 25° C	68	SNI 06-2456-2011	0,1 mm
2	Titik Lembek	49	SNI 06-2434-2011	°C
3	Daktalitas pada 25° C, 5 cm/menit	135	SNI 06-2432-2011	Cm
4	Titik Nyala	-	SNI 06-2433-2011	°C
5	Berat Jenis	1,03 5	SNI 06-2441-2011	

Dari penelitian yang dilakukan didapat hasil bahwa aspal keras Pertamina Pen 60/70 memenuhi standart pengujian spesifikasi Bina Marga (2010) sebagai bahan ikat campuran aspal beton.

#### 4.1.4 Pemeriksaan Terhadap Campuran Aspal

Dengan melakukan perhitungan terhadap hasil percobaan laboratorium diperoleh nilai parameter *Marshall*. Adapun persamaan yang digunakan untuk menghitung parameter pengujian *Marshall* adalah sebagai berikut:

- a. Persentase (%) terhadap batuan
- b. Persentase (%) aspal terhadap campuran
- c. Berat sampel kering (gram)
- d. Berat sampel jenuh (gram)
- e. Berat sampel dalam air (gram)
- f. Volume sampel (cc)
- g. Berat isi sampel (gram/cc)
- h. Berat jenis maksimum
- i. Persentase (%) volume aspal
- j. Persentase (%) volume agregat
- k. Persentase (%) rongga terhadap campuran
- l. Persentase (%) rongga terhadap agregat
- m. Persentase (%) rongga terisi aspal Kadar aspal efektif
- n. Pembacaan arloji stabilitas
- o. Kalibrasi proving ring
- p. Stabilitas akhir
- q. Kelelehan (mm)
- r. Marshall quotient

Dari hasil pemeriksaan uji *Marshall* yang dilakukan pada di Laboratorium Jalan Raya Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara menghasilkan nilai *Bulk Density*, *Stability*, *Air Voids*, *Voids Filled*, *VMA*, dan *Flow* seperti yang ditunjukkan pada Tabel 4.15.

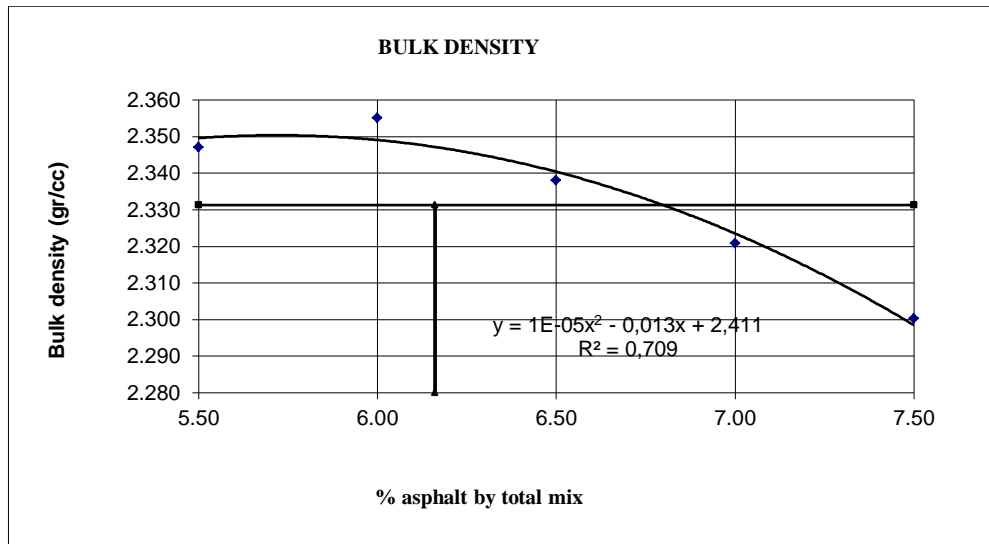
Tabel 4.15: Hasil Uji *Marshall* Campuran Beton Aspal *filler* abu batu dan *filler* Pasir Laut.

No.	Karakteristik Campuran	Jenis Agregat	Kadar Aspal (%)				
			5,5	6,0	6,5	7,0	7,5
1	<i>Bulk Density</i> (gr/cc)	Abu Batu	2,347	2,355	2,338	2,321	2,300
		Pasir Laut	2,472	2,461	2,442	2,424	2,381
2	<i>Stability</i> (kg)	Abu Batu	935	929	866	1150	854
		Pasir Laut	952	970	958	846	780
3	<i>Air Voids</i> (%)	Abu Batu	4,29	3,27	3,27	3,29	3,46
		Pasir Laut	3,56	3,23	3,21	3,18	3,19
4	PRD (%)	Abu Batu		3,80	3,19	3,45	
		Pasir Laut		4,85	4,94	4,61	
5	<i>Voids Filled</i> (%)	Abu Batu	72,92	79,43	80,57	81,52	81,95
		Pasir Laut	77,08	80,29	81,64	82,87	79,52
6	VMA (%)	Abu Batu	15,59	15,76	16,82	17,87	19,03
		Pasir Laut	15,55	16,37	17,44	18,49	20,39
7	<i>Flow</i> (mm)	Abu Batu	2,64	2,63	2,59	2,26	2,86
		Pasir Laut	1,67	1,77	1,22	1,29	1,66
8	<i>Marshall Quotient</i> (Kg/mm)	Abu batu	353	370	342	513	298
		Pasir Laut	592	550	829	677	472

Untuk hasil nilai *Bulk Density*, *Stability*, *Air Voids*, *Voids Filled*, *VMA*, *Flow* pada campuran aspal *filler* abu batu dan *filler* pasir laut dapat juga dilihat pada grafik-grafik seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.3-4.16.

### 1. *Bulk Density*

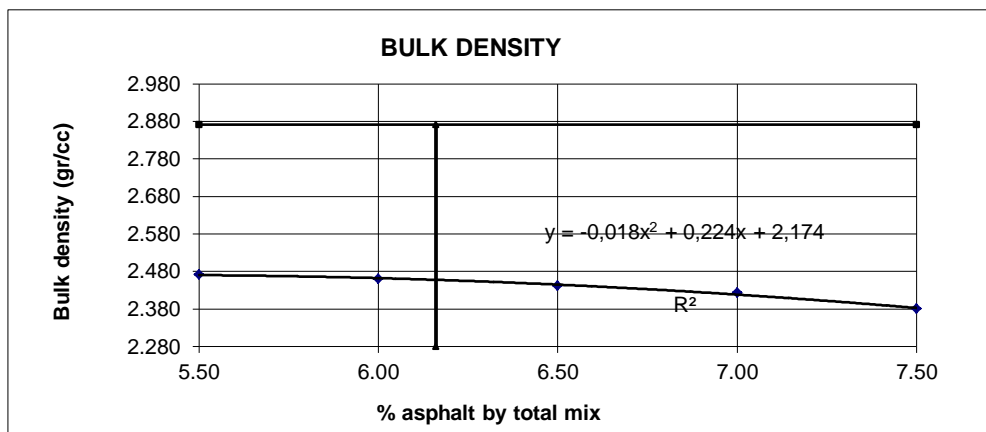
Pada campuran aspal *filler* abu batu dan *filler* pasir laut didapat nilai *bulk density* pada Gambar 4.3 dan 4.4.



Gambar 4.3: Grafik hubungan antara kadar aspal (%) dengan *bulk density* (gr/cc) *filler* abu batu.

Dari Gambar 4.3, dapat dilihat bahwa hubungan antara kadar aspal dengan nilai *bulk density filler* abu batu pada kadar aspal 5,5% yaitu dengan rata-rata nilai 2,347 (gr/cc). Dan mengalami peningkatan pada penambahan kadar aspal 6,0% dengan rata-rata nilai 2,355 (gr/cc). Lalu mengalami penurunan pada penambahan kadar aspal 6,5% dengan rata-rata nilai yaitu 2,338 (gr/cc), pada kadar aspal 7% diperoleh rata-rata nilai 2,321 (gr/cc) dan pada kadar aspal 7,5% dengan rata-rata nilai 2,300 (gr/cc). Nilai *bulk density* tertinggi terdapat pada kadar aspal 6,0% dengan nilai sebesar 2,355 (gr/cc).



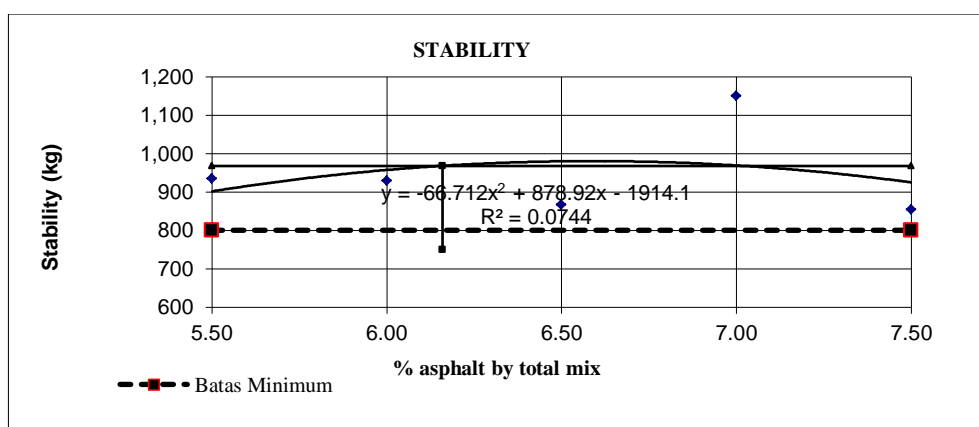


Gambar 4.4: Grafik hubungan antara kadar aspal (%) dengan *bulk density* (gr/cc) *filler* pasir laut.

Dari Gambar 4.4, dapat dilihat bahwa hubungan antara kadar aspal dengan nilai *bulk density filler* pasir laut pada kadar aspal 5,5% yaitu dengan rata-rata nilai 2,472 (gr/cc). Dan mengalami penurunan pada penambahan kadar aspal 6,0% dengan rata-rata nilai 2,461 (gr/cc), kadar aspal 6,5% dengan rata-rata nilai 2,442 (gr/cc), pada kadar aspal 7% dengan rata-rata nilai 2,424 (gr/cc) dan pada kadar aspal 7,5% dengan rata-rata nilai yaitu 2,381 (gr/cc). Nilai *bulk density* tertinggi terdapat pada kadar aspal 5,5% dengan nilai sebesar 2,472 (gr/cc).

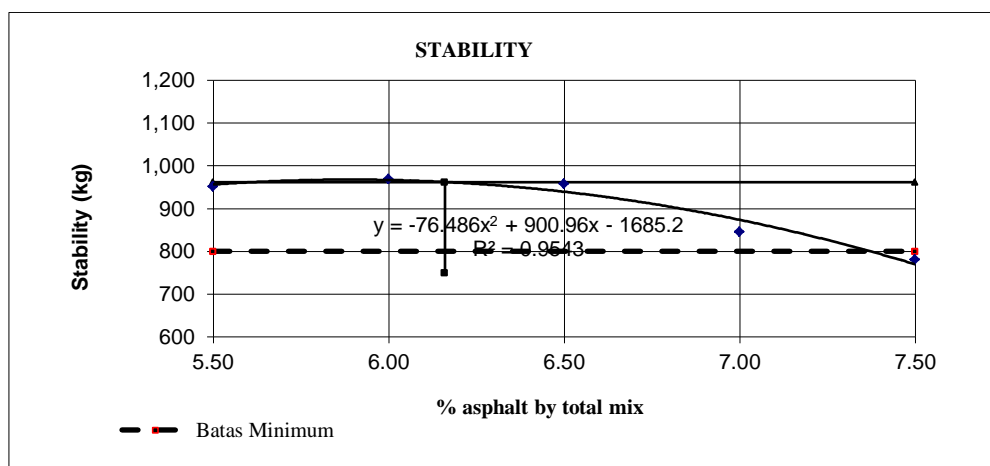
## 2. Stability

Pada campuran aspal *filler* abu batu dan *filler* pasir laut didapat nilai *stability* pada Gambar 4.5 dan 4.6.



Gambar 4.5: Grafik hubungan antara kadar aspal (%) dengan *stability* (kg) *filler* abu batu.

Dari Gambar 4.5, hubungan antara kadar aspal dan *stability*, rata-rata nilai *stability* dari kadar aspal 5,5% adalah 935 kg, lalu mengalami penurunan berturut pada penambahan kadar aspal 6,0% dan 6,5% dengan rata-rata nilai yaitu 929 kg dan 866 kg. Kemudian mengalami peningkatan pada kadar aspal 7,0% dengan rata-rata nilai 1.150 kg. Dan mengalami penurunan kembali pada penambahan kadar aspal 7,5% dengan rata-rata nilai yang diperoleh yaitu 854 kg. Nilai *stability* maksimum diperoleh pada campuran aspal beton dengan kadar aspal 7,0% dengan rata-rata nilai yaitu 1.150 kg.

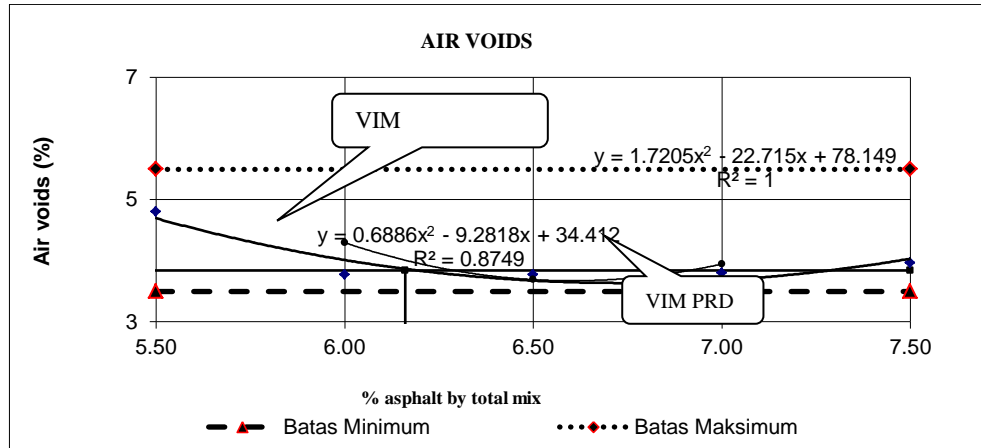


Gambar 4.6: Grafik hubungan antara kadar aspal (%) dengan *stability* (kg) *filler* pasir laut.

Dari Gambar 4.6, dapat diketahui bahwa hubungan antara variasi kadar aspal dengan *stability filler* pasir laut memenuhi spesifikasi Bina Marga (2010) yaitu  $\geq 800$  kg, kecuali pada penambahan variasi kadar aspal 7,5%. Dapat dilihat bahwa nilai *stability* mengalami kenaikan pada penambahan kadar aspal 6,0% dengan rata-rata nilai yaitu 970 kg. Dan mengalami penurunan berturut dari penambahan kadar aspal 6,5%, 7,0% dan 7,5% dengan rata-rata nilai yaitu 958 kg, 846 kg dan 780 kg. Semakin tinggi variasi kadar aspal yang digunakan, maka campuran akan semakin stabil sehingga mencapai nilai optimum, akan tetapi apabila penambahan variasi kadar aspal melampaui nilai kadar aspal optimum akan berakibat pada nilai stabilitas yang semakin menurun dan campuran akan mengalami *bleeding*.

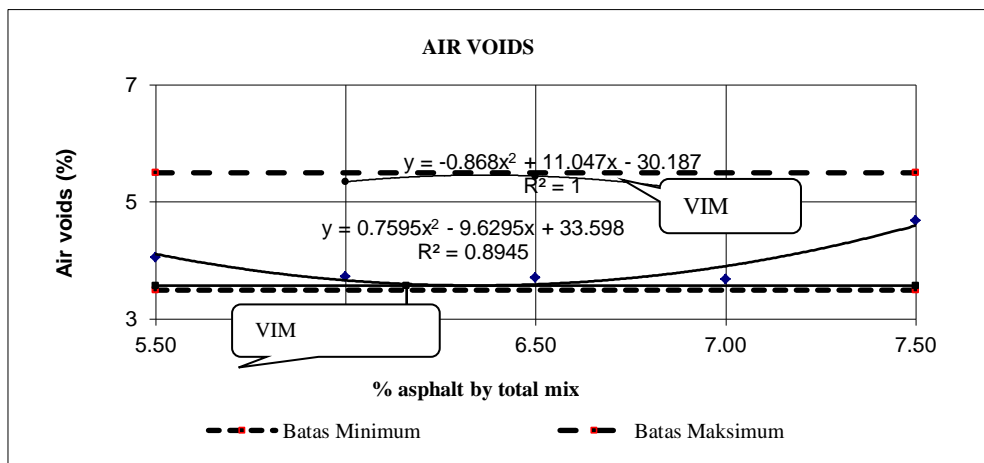
### 3. Air Voids/Voids in Mix Marshall (VIM)

Pada campuran aspal *filler* abu batu dan *filler* pasir laut didapat nilai *Voids In Mix* (VIM) pada Gambar 4.7 dan 4.8.



Gambar 4.7: Grafik hubungan antara kadar aspal (%) dengan VIM (%) *filler* abu batu.

Dari Gambar 4.7, diperoleh nilai VIM pada kadar aspal 5,5% dengan rata-rata 4,30%, dan mengalami penurunan pada penambahan kadar aspal 6,0% dan 6,5% dengan rata-rata 3,27% dan 3,27%. Lalu mengalami peningkatan berturut pada penambahan kadar aspal 7,0% dan 7,5% dengan rata-rata nilai 3,30% dan 3,46%. Dari grafik di dapat nilai VIM yang tertinggi yaitu pada kadar aspal 5,5% dengan rata-rata 4,30%.

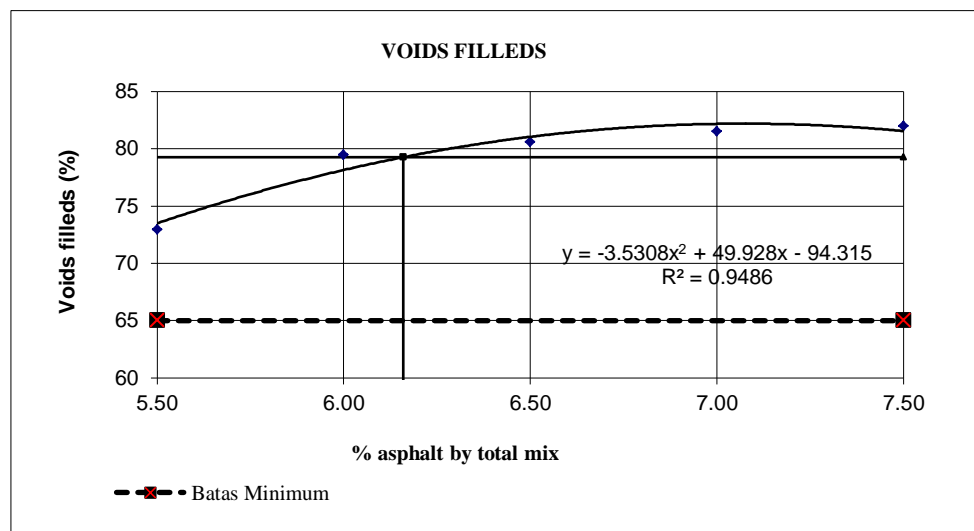


Gambar 4.8: Grafik hubungan antara Kadar aspal (%) dengan VIM (%) *filler* pasir laut.

Dari Gambar 4.8, diperoleh nilai VIM pada kadar aspal 5,5% dengan rata-rata 3,56%, dan mengalami penurunan berturut pada penambahan kadar aspal 6,0%, 6,5% dan 7,0% dengan rata-rata 3,23%, 3,21% dan 3,19%. Lalu mengalami peningkatan pada penambahan kadar aspal 7,5% dengan rata-rata nilai 4,19%. Dari grafik di dapat nilai VIM yang tertinggi yaitu pada kadar aspal 7,5% dengan rata-rata 4,19%.

#### 4. Voids Filled (VFB)

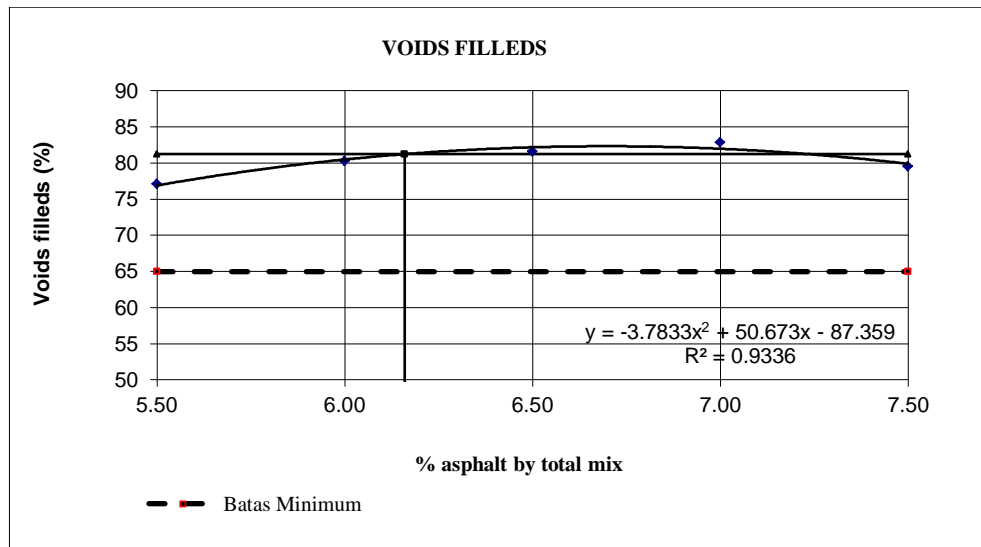
Pada campuran aspal *filler* abu batu dan *filler* pasir laut didapat nilai *Voids Filled* (VFB) pada Gambar 4.9 dan 4.10.



Gambar 4.9: Grafik hubungan antara kadar aspal (%) dengan VFB (%) *filler* abu batu.

Dari Gambar 4.9, dapat dilihat bahwa nilai VFB *filler* abu batu menunjukkan persentase besarnya rongga yang dapat terisi aspal. Dan hubungan antara kadar aspal dengan VFB mengalami peningkatan pada setiap penambahan kadar aspal. Semakin banyak kadar aspal maka campuran semakin awet dan semakin sedikit kadar aspal maka agregat yang terselimuti aspal semakin tipis yang menyebabkan campuran tidak awet. Pada grafik dapat dilihat bahwa nilai VFB pada kadar aspal 5,5% sebesar 72,92%, dan mengalami peningkatan berturut pada kadar aspal 6,0%, 6,5%, 7,0% dan 7,5% dengan rata-rata sebesar 79,44%, 80,57%, 81,52%

dan 81,95%. Dari grafik di atas, nilai VFB tertinggi didapat pada kadar aspal 7,5% sebesar 81,95%.

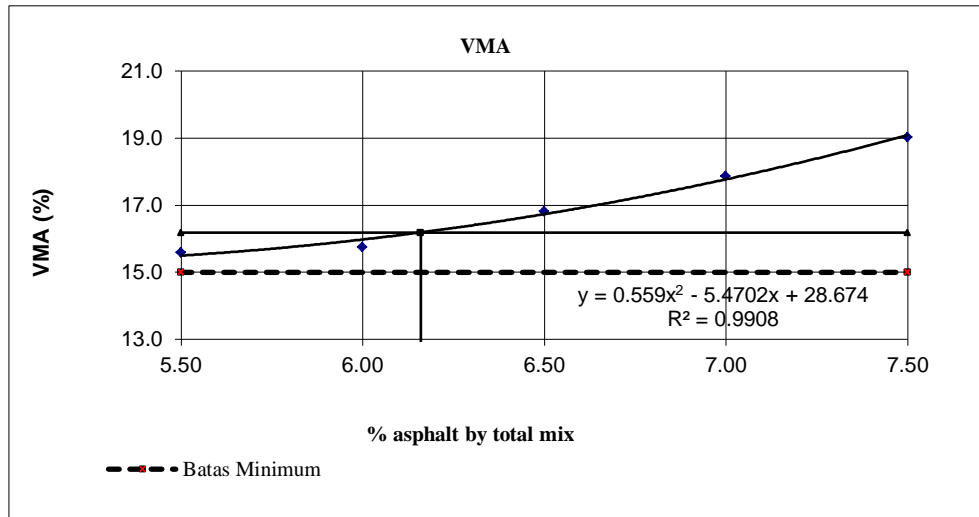


Gambar 4.10: Grafik hubungan antara kadar aspal (%) dengan VFB (%) *filler* pasir laut.

Dari Gambar 4.10, dapat dilihat bahwa hubungan antara kadar aspal dengan VFB *filler* pasir laut mengalami peningkatan berturut, lalu mengalami penurunan kembali. Nilai VFB pada kadar aspal 5,5% sebesar 77,08%, dan peningkatan berturut pada kadar aspal 6,0%, 6,5% dan 7,0%, rata-rata yang diperoleh yaitu 80,29%, 81,64% dan 82,87%. Lalu nilai VFB *filler* pasir laut mengalami penurunan kembali pada penambahan kadar aspal 7,5% didapatkan rata-rata sebesar 79,52%. Dari grafik di atas, nilai VFB tertinggi didapat pada kadar aspal 7,0 % sebesar 82,87%.

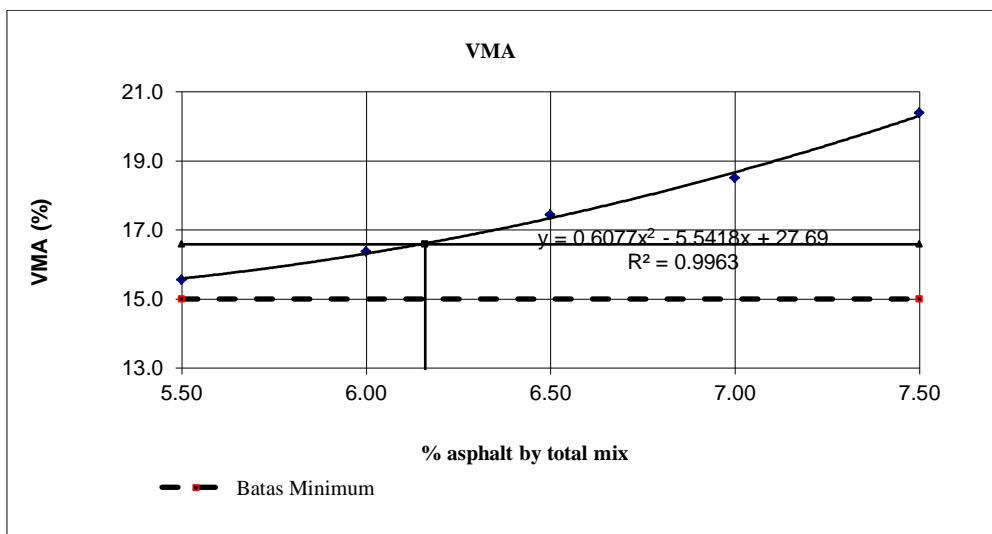
##### 5. Void in Mineral Agregat (VMA)

pada campuran aspal *filler* abu batu dan *filler* pasir laut didapat nilai Void in Mineral Agregat (VMA) pada Gambar 4.11 dan 4.12.



Gambar 4.11: Grafik hubungan antara kadar aspal (%) dengan VMA (%) *filler* abu batu.

Dari Gambar 4.11, nilai VMA *filler* abu batu semakin meningkat dengan penambahan kadar aspal. Semakin banyak kadar aspal maka campuran semakin awet. Akan tetapi jika VMA terlalu besar maka campuran bisa memperlihatkan masalah pada stabilitas dan tidak ekonomis untuk diproduksi. Nilai VMA *filler* abu batu pada kadar aspal 5,5% dengan rata-rata sebesar 15,59%, pada penambahan kadar aspal 6,0%, 6,5%, 7,0% dan 7,5% mengalami kenaikan sebesar 15,76%, 16,82%, 17,87% dan 19,03%.

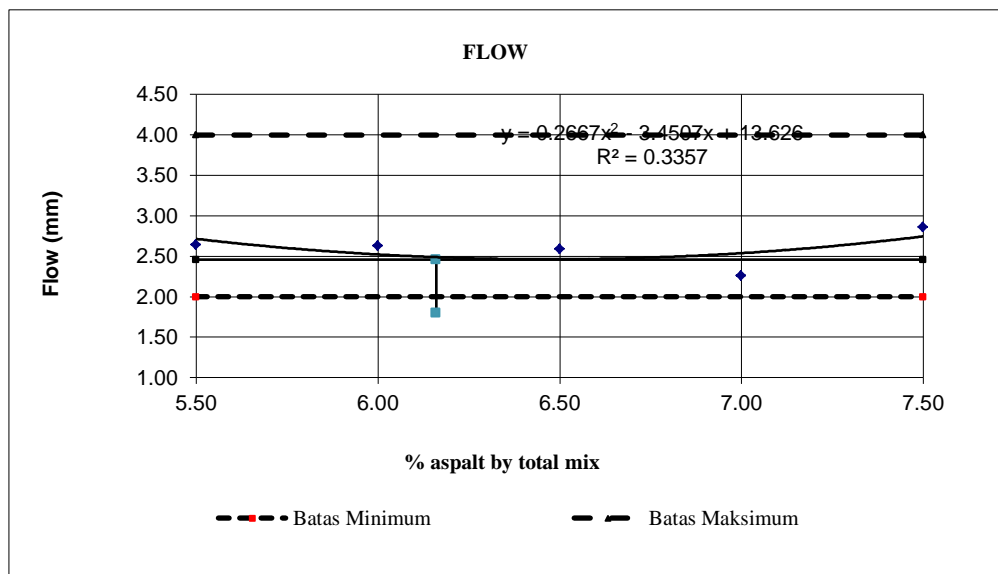


Gambar 4.12: Grafik hubungan antara kadar aspal (%) dengan VMA (%) *filler* pasir laut.

Dari Gambar 4.12, nilai VMA *filler* pasir laut semakin meningkat dengan penambahan kadar aspal. Semakin banyak kadar aspal maka campuran semakin awet. Akan tetapi jika VMA terlalu besar maka campuran bisa memperlihatkan masalah pada stabilitas dan tidak ekonomis untuk diproduksi. Nilai VMA *filler* abu batu pada kadar aspal 5,5% dengan rata-rata sebesar 15,55%, pada penambahan kadar aspal 6,0%, 6,5%, 7,0% dan 7,5% mengalami kenaikan sebesar 16,37%, 17,44%, 18,50% dan 20,39%.

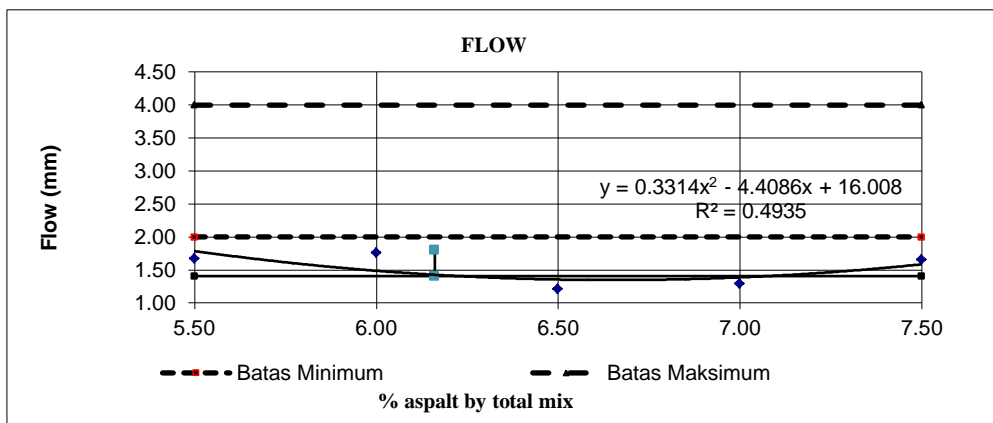
## 6. Flow

Pada campuran aspal *filler* abu batu dan *filler* pasir laut didapat nilai *flow* pada Gambar 4.13 dan 4.14.



Gambar 4.13: Grafik hubungan antara kadar aspal (%) dengan *flow* (mm) *filler* abu batu.

Dari hasil Gambar 4.13, diketahui bahwa hubungan kadar aspal dengan nilai *flow* dari *filler* abu batu memenuhi spesifikasi yaitu antara 2 mm-4 mm. Dapat dilihat dari grafik diatas bahwa hubungan kadar aspal dengan *flow* memiliki batas maksimum 4 mm dan batas minimum 2 mm. Nilai *flow* tertinggi terdapat pada kadar aspal 7,5% dengan rata-rata sebesar 2,86%.

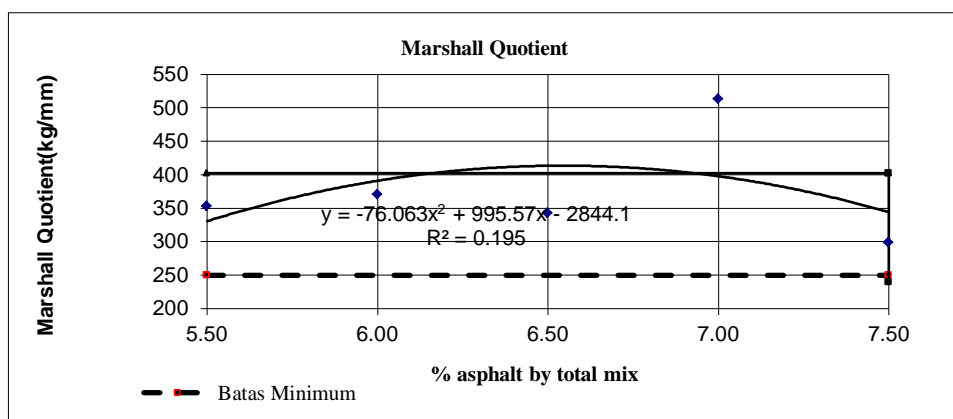


Gambar 4.14: Grafik hubungan antara kadar aspal (%) dengan *flow* (mm) *filler* pasir laut.

Dari hasil Gambar 4.13, diketahui bahwa hubungan kadar aspal dengan nilai *flow* dari *filler* pasir laut tidak memenuhi spesifikasi yaitu antara 2 mm-4 mm. Dapat dilihat dari grafik diatas bahwa hubungan kadar aspal dengan *flow* memiliki batas maksimum 4 mm dan batas minimum 2 mm. Sedangkan hubungan kadar aspal dengan *flow filler* pasir laut tertinggi terdapat pada kadar aspal 6,0% dengan rata-rata sebesar 1,77 mm yang nilainya dibawah batas minimum. Jadi, persyaratan *flow* tidak terpenuhi pada setiap kadar aspal.

### 7. Marshall Quotient

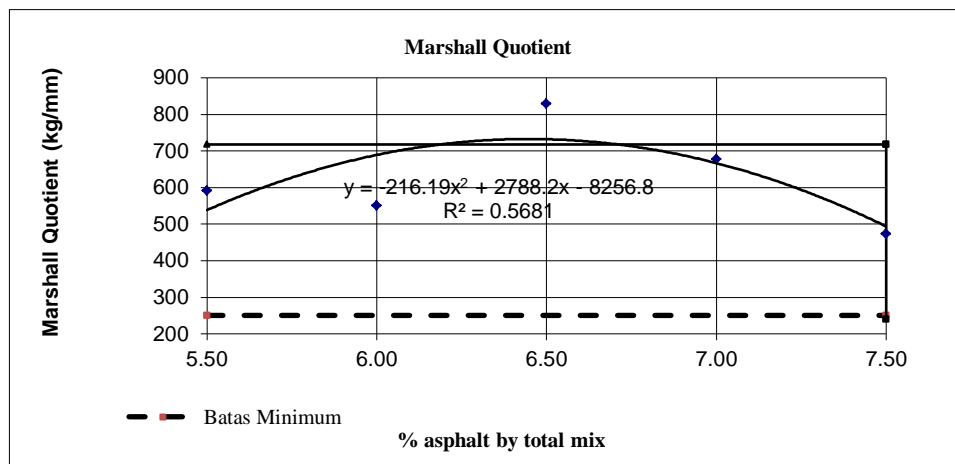
Pada campuran aspal *filler* abu batu dan *filler* pasir laut didapat nilai *Marshall Quotient* pada Gambar 4.15 dan 4.16.



Gambar 4.15: Grafik hubungan antara kadar aspal (%) dengan *Marshall Quotient* (mm) *filler* abu batu.



Dari Gambar 4.15, hubungan antara kadar aspal dengan MQ, nilai MQ pada kadar aspal 5,5% diperoleh rata-rata sebesar 353 kg/mm. Kemudian pada kadar aspal 6,0% didapat rata-rata sebesar 370 kg/mm dan mengalami penurunan pada kadar aspal 6,5% dengan rata-rata sebesar 342 kg/mm. Lalu nilai MQ mengalami kenaikan tertinggi pada kadar aspal 7,0% dengan rata-rata sebesar 513 kg/mm dan mengalami penurunan kembali pada kadar aspal 7,5% sebesar 298 kg/mm. Dari Gambar 4.15, menunjukkan bahwa campuran beton aspal dengan kadar aspal 7,0% memiliki MQ maksimum yaitu 513 kg/mm. Secara keseluruhan campuran beton aspal menggunakan *filler* abu batu memenuhi syarat *Marshall Quotient*.

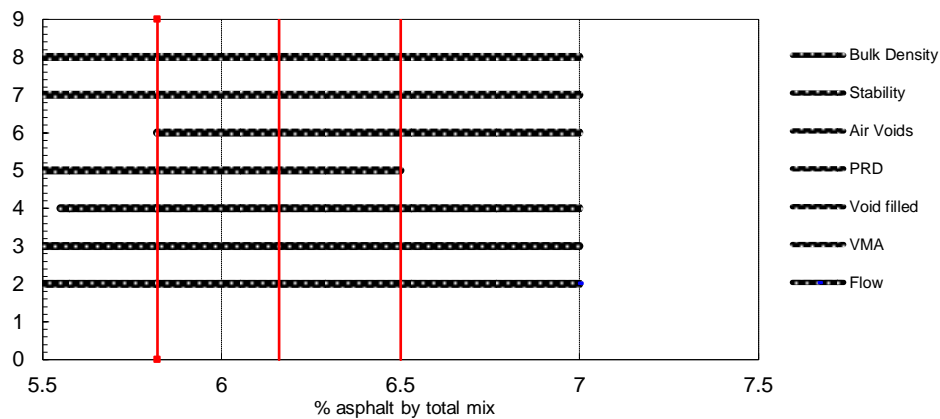


Gambar 4.16: Grafik hubungan antara kadar aspal (%) dengan *Marshall Quotient* (mm) *filler* pasir laut.

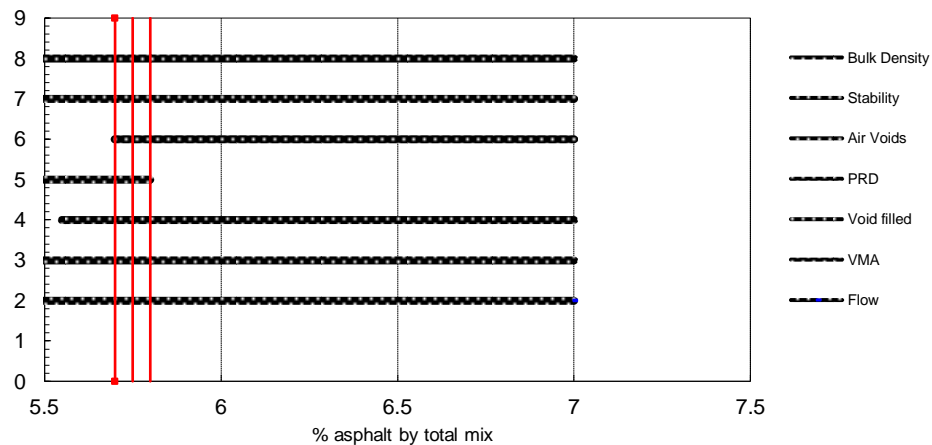
Dari Gambar 4.16, hubungan antara kadar aspal dengan MQ, nilai MQ pada kadar aspal 5,5% diperoleh rata-rata sebesar 592 kg/mm. Kemudian terjadi penurunan pada kadar aspal 6,0% didapat rata-rata sebesar 550 kg/mm dan mengalami kenaikan pada kadar aspal 6,5% dengan rata-rata sebesar 829 kg/mm. Lalu nilai MQ mengalami penurunan berturut pada kadar aspal 7,0% dan 7,5% dengan rata-rata sebesar 677 kg/mm dan 472 kg/mm. Dari gambar 4.15, menunjukkan bahwa campuran beton aspal dengan kadar aspal 6,5% memiliki MQ maksimum yaitu 829 kg/mm.

#### 4.1.5 Penentuan Kadar Aspal Optimum

Setelah selesai melakukan pengujian di Laboratorium dan menghitung nilai-nilai *Bulk Density*, *Stability*, *Air Voids*, *Void Filled*, *VMA*, *Flow* maka secara grafis dapat ditentukan kadar aspal optimum campuran dengan cara membuat grafik hubungan antara nilai-nilai tersebut diatas dengan kadar aspal, yang kemudian memplotkan nilai-nilai yang memenuhi spesifikasi terhadap kadar aspal, sehingga diperoleh rentang (*range*) dan batas koridor kadar aspal yang optimum. Penentuan kadar aspal optimum untuk campuran aspal beton abu batu dan campuran aspal beton *filler* pasir laut dapat dilihat pada Gambar 4.17 dan 4.18.



Gambar 4.17: Penentuan rentang (*Range*) kadar aspal optimum campuran aspal *filler* abu batu.



Gambar 4.18: Penentuan rentang (*Range*) kadar aspal optimum campuran aspal *filler* pasir laut.

Kadar aspal optimum didapat dengan cara mengambil nilai tengah-tengah dari batas koridor pada Tabel 4.16.

Tabel 4.16: Kadar Aspal Optimum untuk *filler* abu batu dan *filler* pasir laut.

No.	Karakteristik Sifat Marshall	Jenis Agregat	
		Abu Batu	Pasir Laut
1	<i>Bulk Density (gr/cc)</i>	2,331	2,867
2	<i>Stability (kg)</i>	969	967
3	<i>Flow (mm)</i>	2,46	1,60
4	<i>Air Voids (%)</i>	3,35	3,32
5	<i>PRD (%)</i>	3,51	4,67
6	<i>Voids Filled (%)</i>	79,25	78,93
7	<i>VMA (%)</i>	16,19	15,90
8	<i>Asphalt Optimum (%)</i>	6,16	5,75
9	<i>Marshall Quotient (Kg/mm)</i>	402,14	630,19

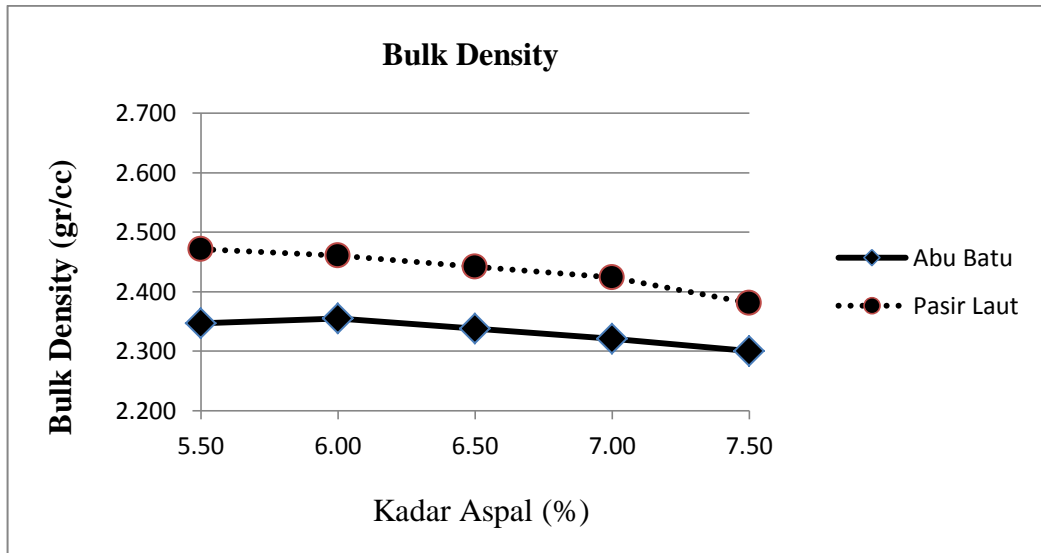
## 4.2 Pembahasan dan Analisa

### 4.2.1 Perbandingan Sifat *Marshall*

Dari hasil nilai pengujian sifat *Marshall* campuran aspal Pertamina dan campuran aspal Esso untuk nilai *Bulk Density*, *Stability*, *Air Voids*, *Voids Filled*, *VMA* dan *Flow* dapat dilihat perbandingan diantara kedua jenis campuran tersebut seperti yang di tunjukan pada gambar berikut.

#### 1. Bulk Density

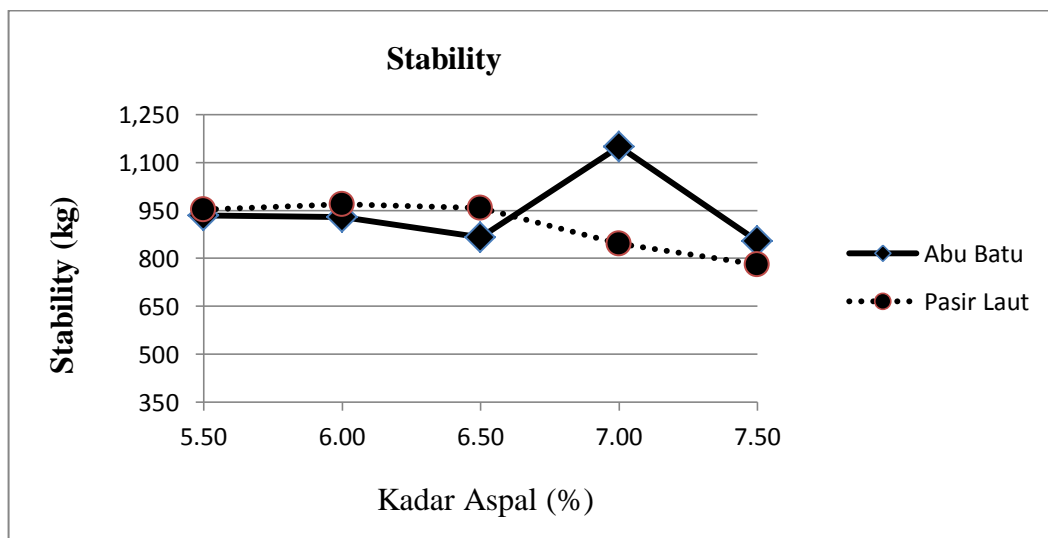
Nilai *Bulk density* yang didapat menunjukkan bahwa nilai *bulk density filler* abu batu lebih rendah dari pada nilai *bulk density filler* pasir laut yang ditunjukkan pada Gambar 4.19.



Gambar 4.19: Perbandingan nilai *bulk density* campuran aspal *filler* abu batu dan *filler* pasir laut.

## 2. Stability

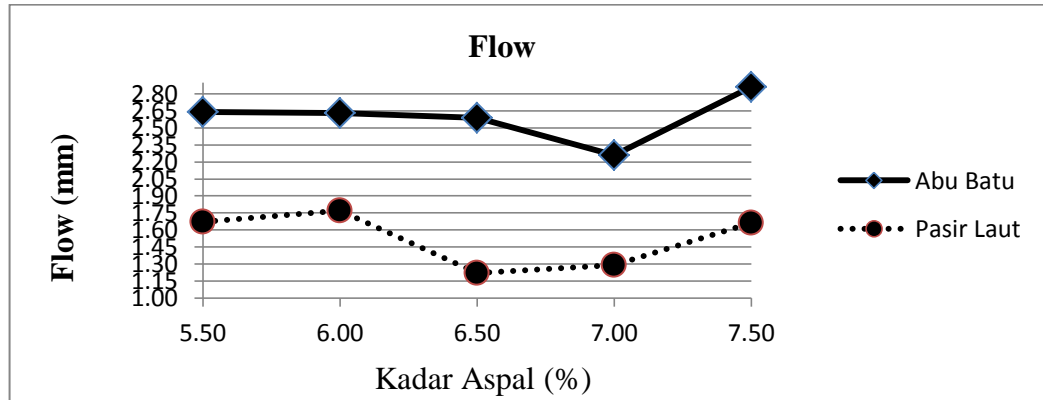
Nilai *Stability filler* abu batu pada kadar aspal 5,5 %, 6,0 % dan 6,5 % lebih rendah dari pada nilai *stability filler* pasir laut, untuk kadar aspal 7,0 % dan 7,5 % nilai *stability filler* abu batu lebih tinggi dari pada *filler* pasir laut yang ditunjukkan pada Gambar 4.20.



Gambar 4.20: Perbandingan nilai *stability* campuran *filler* abu batu dan *filler* pasir laut.

## 3. Flow

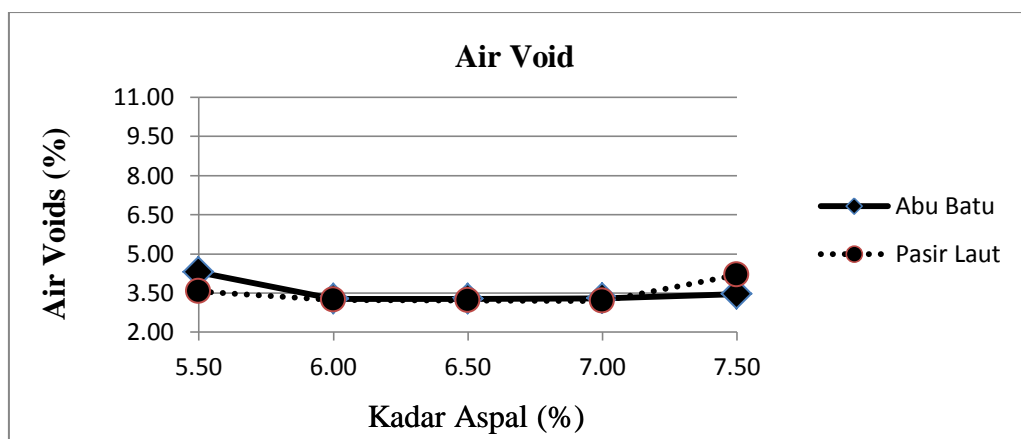
Hasil uji *Marshall Flow* menunjukkan bahwa nilai *Flow* pada campuran *filler* abu batu dan campuran *filler* pasir laut menunjukkan perbandingan karakteristik *Marshall Flow*. Nilai *Flow* campuran *filler* abu batu lebih tinggi dibandingkan nilai *flow filler* pasir laut yang ditunjukkan pada Gambar 4.21.



Gambar 4.21: Perbandingan nilai *flow* campuran *filler* abu batu dan campuran *filler* pasir laut.

#### 4. Air Voids/Voids in Mix Marshall (VIM)

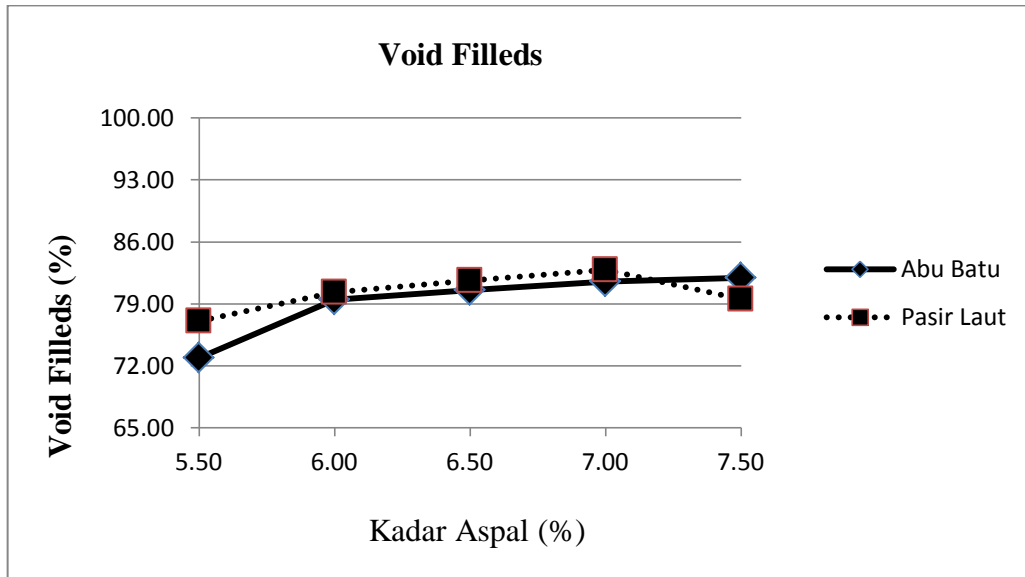
Nilai *Void In mix Marshal* (VIM) *filler* abu batu pada kadar aspal 5,5 % dan 7,5 % lebih rendah dibandingkan nilai VIM pada *filler* sedangkan pada kadar aspal 6,0 %, 6,50 % dan 7,5 % lebih tinggi. Hasil perbandingan ditunjukkan pada Gambar 4.22.



Gambar 4.22: Perbandingan nilai *air voids* campuran *filler* abu batu dan campuran *filler* pasir laut.

### 5. Void Filled/Void Filled Bitumen (VFB)

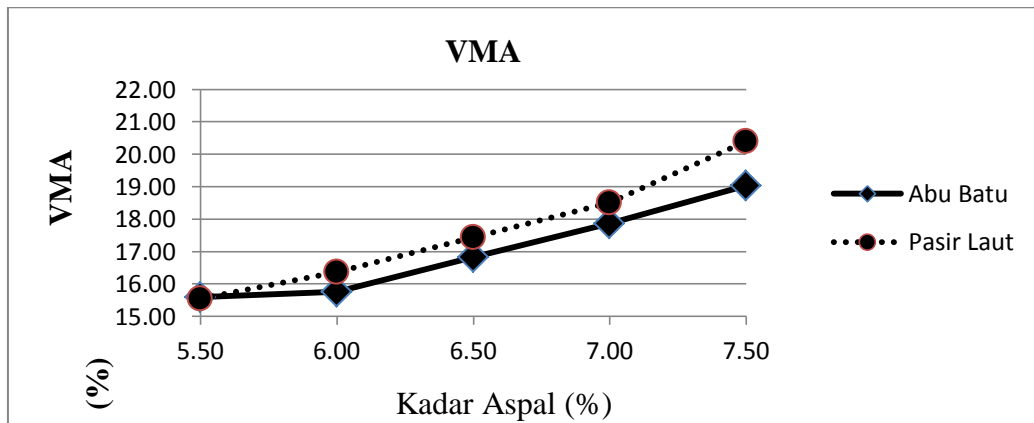
Dari hasil pengujian karakteristik sifat *Marshall* untuk campuran *filler* abu batu lebih rendah dibandingkan *filler* pasir laut pada Gambar 4.23.



Gambar 4.23: Perbandingan nilai VFB campuran *filler* abu batu dengan campuran *filler* pasir laut.

### 6. Void in Mineral Agregat (VMA)

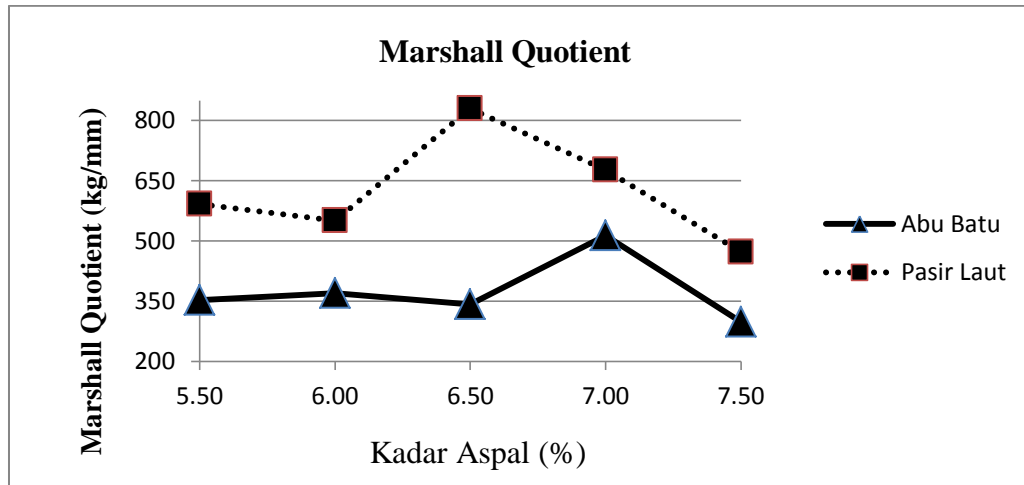
Nilai *Void in Mineral Agregat* (VMA) campuran *filler* abu batu lebih rendah dari pada campuran *filler* pasir laut yang ditunjukkan pada Gambar 4.24.



Gambar 4.24: Perbandingan nilai VMA campuran *filler* abu batu dengan campuran *filler* pasir laut.

## 7. Marshall Quotient (MQ)

Nilai *Marshall Quotient (MQ)* campuran *filler* abu batu pada kadar aspal 5,5%, 6,0 %, 6,5 % lebih rendah dari pada campuran *filler* pasir laut sedangkan pada kadar aspal 7,0% dan 7,5 % lebih tinggi dari pada pasir laut yang ditunjukkan pada Gambar 4.25.



Gambar 4.25: Perbandingan nilai *Marshall Quotient* campuran *filler* abu batu dengan campuran *filler* pasir laut.

Hasil pemeriksaan karakteristik sifat campuran *Bulk Density*, *Stability*, *Air Voids*, *Voids Filled*, *VMA* dan *Flow* pada jenis campuran *filler* abu batu dan campuran *filler* pasir laut menunjukkan bahwa kedua jenis campuran tersebut ada yang memenuhi Spesifikasi Bina Marga (2010) dan ada juga yang tidak. Dari hasil nilai *Bulk Density*, *Stability*, *Air Voids*, *Voids Filled*, *VMA* dan *Flow* dapat dilihat bahwa karakteristik kedua jenis campuran tersebut memiliki perbandingan disetiap karakteristik sifat *Marshall*.

## **BAB 5**

### **KESIPULAN DAN SARAN**

#### **5.1 Kesimpulan**

Berdasarkan analisis data yang dilakukan dalam penelitian ini, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Dari hasil percobaan laboratorium dengan menggunakan pasir laut sebagai *filler* diperoleh data *Marshall Test* dengan nilai *bulk density* 2,867 gr/cc, stabilitas 967 kg, *flow* 1,67 mm, VIM 3,32%, VFA 78,93%, VMA 15,90%, *Marshall Quotient* 630,19 kg/, dan kadar aspal optimum 5,75%.
2. Dari data *Marshall Test* dapat disimpulkan bahwa penggunaan *filler* pasir laut dari seluruh kadar aspal 5,5%, 6%, 6,5%, 7% dan 7,5% tidak dapat berperan dalam menggantikan abu batu. Karena nilai *flow* yang didapat dari masing-masing kadar aspal tidak memenuhi spesifikasi Bina Marga (2010), karena dapat mengakibatkan campuran aspal mengalami kelelahan berupa alur (*rutting*) dan retak akibat beban lalu lintas berulang.
3. Dari hasil percobaan laboratorium diketahui perbandingan penggunaan pasir laut sebagai *filler* menggantikan abu batu 100% didapatkan nilai *stability*, *flow*, VIM, VMA, VFA dan kadar aspal optimum lebih rendah dibandingkan dengan penggunaan abu batu.

#### **5.2 Saran**

Dari hasil penelitian yang dilakukan ada beberapa hal yang dapat disarankan sebagai berikut:

1. Dari hasil penelitian menunjukkan bahwa pasir laut sebaiknya digunakan sebagai penambahan pada campuran agregat halus, bukan sebagai alternatif pengganti abu batu.
2. Perlu dilakukan pengecekan alat agar tidak terjadi kesalahan dalam pengambilan data.
3. Sebelum melakukan pengujian *Marshall Test* perlu dilakukan kalibrasi mesin terlebih dahulu agar tidak terjadi kesalahan saat pengambilan data.



## DAFTAR PUSTAKA

- Bina Marga Direktorat Jendral (2007) *Spesifikasi umum 2007*. Departemen pekerjaan umum. Jakarta.
- Bina Marga Direktorat Jendral (2010) *Spesifikasi umum 2010*. Departemen pekerjaan umum. Jakarta.
- Departemen Pekerjaan Umum (2007) *Spesifikasi Umum Jalan dan Jembatan*, Pusat Litbang Jalan dan Jembatan, Jakarta.
- Laboratorium Jalan raya (2015) *Laporan Praktikum Jalan Raya*, Medan: Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
- SNI 03-1968-1990. *Analisa saringan agregat halus dan kasar*, Jakarta.
- SNI 06-2489-1991. *Metode pengujian campuran aspal dengan alat marshall*, Jakarta.
- SNI 1968-2008. *Cara uji berat jenis dan penyerapan agregat kasar*, Jakarta.
- SNI 1970-2008. *Cara uji berat jenis dan penyerapan agregat halus*, Jakarta.
- SNI 2417-2008. *Cara uji keawanan agregat dengan mesin abrasi Los Angeles*, Jakarta.
- Sukirman, S. (2007) *Perkerasan Lentur Jalan Raya*, Bandung.
- Sukirman, S. (2003) *Beton Aspal Campuran Panas, Edisi Kedua*. Yayasan Obor Indonesia, Jakarta.

DOKUMENTASI PADA SAAT PENELITIAN BERLANGSUNG DI  
LABORATORIUM JALAN RAYA PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA



Gambar L1: Material agregat kasar yang akan digunakan.



Gambar L2: Material agregat halus (pasir sungai) yang akan digunakan.



Gambar L3: Proses pengambilan pasir laut di pantai perjuangan, Kuala Tanjung.



Gambar L4: Pasir laut yang akan digunakan pada campuran aspal.



Gambar L5: Proses penjemuran pasir laut.



Gambar L6: Aspal penetrasi 60/70.



Gambar L7: Proses pencampuran agregat.



Gambar L8: Proses pencampuran aspal terhadap agregat.



Gambar L9: Proses penumbukan benda uji.



Gambar L10: Alat untuk mengeluarkan benda uji dari cetakan.



Gambar L11: Benda uji agregat halus pasir sungai.



Gambar L12: Proses perendaman benda uji.



Gambar L13: Pengujian *Marshall Test*.



## DAFTAR RIWAYAT HIDUP



### DATA PRIBADI

Nama : Irfansyah Putra  
JenisKelamin : Laki-laki  
Tempat/ Tgl. Lahir : Bukit Kemuning/ 22 Oktober 1993  
Alamat : Dusun Lembah Subur, Kec. Tapung Hulu, Kab. Kampar,  
Riau  
Agama : Islam  
Email : irfansyahp77@gmail.com  
Nama Orang Tua  
Ayah : Azhari  
Ibu : Rohana

### JENJANG PENDIDIKAN

NO	Tingkat Pendidikan	Nama dan Tempat	Tahun Kelulusan
1.	SD	Negeri 005 Bukit Kemuning	2006
2.	SMP	SMP Negeri 3 Tapung	2009
3.	SMA	SMA Negeri 3 Tapung	2012
4.	Sedang kuliah di Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil di Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara tahun 2012 hingga selesai.		