

KAJIAN PERBEDAAN *DESIGN MIX FORMULA*, *JOB MIX FORMULA*, DAN *TRIAL MIX* PADA *ASPHALT CONCRETE BINDER COURSE* DALAM PEKERJAAN PRESERVASI REHABILITASI JALAN

(Studi Kasus : Jl. Air Hitam Sta. 4 + 800 s/d 4 + 875 Pekanbaru 2018 – 2019)

TUGAS AKHIR

*Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Meraih Gelar Sarjana
Pada Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik
Universitas Islam Riau
Pekanbaru*



Oleh :

**OCTAVIA
143110143**

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS ISLAM RIAU
PEKANBARU**

2020

HALAMAN PERSETUJUAN

TUGAS AKHIR

**KAJIAN PERBEDAAN *DESIGN MIX FORMULA*, *JOB MIX FORMULA*,
DAN *TRIAL MIX* PADA *ASPHALT CONCRETE BINDER COURSE*
DALAM PEKERJAAN PRESERVASI REHABILITASI JALAN
(Studi Kasus : Jl. Air Hitam Sta. 4 + 800 s/d 4 + 875 Pekanbaru 2018 – 2019)**

DISUSUN OLEH
OCTAVIA
NPM. 143110143

Diperiksa dan Disetujui oleh :

Prof. Dr. Ir. H. Sugeng Wiyono, MMT., I-PU
Pembimbing I


Tanggal :

Roza Mildawati, ST., MT
Pembimbing II


Tanggal :

HALAMAN PENGESAHAN

TUGAS AKHIR

**KAJIAN PERBEDAAN *DESIGN MIX FORMULA*, *JOB MIX FORMULA*,
DAN *TRIAL MIX* PADA *ASPHALT CONCRETE BINDER COURSE*
DALAM PEKERJAAN PRESERVASI REHABILITASI JALAN
(Studi Kasus : Jl. Air Hitam Sta. 4 + 800 s/d 4 + 875 Pekanbaru 2018 – 2019)**

DISUSUN OLEH :

**OCTAVIA
NPM. 143110143**

**Telah Disetujui Didepan Dewan Penguji Tanggal 21 Februari 2020 Dan
Dinyatakan Telah Memenuhi Syarat Untuk Diterima**

SUSUNAN DEWAN PENGUJI


**Prof. Dr. Ir. H. Sugeng Wiyono, MMT., I-PU
Dosen Pembimbing I**


**Roza Mildawati, ST., MT
Dosen Pembimbing II**


**Dr. Elizar, ST., MT
Dosen Penguji**


**Harmiyati, ST., M.Si
Dosen Penguji**

**Pekanbaru, 21 Februari 2020
UNIVERSITAS ISLAM RIAU
FAKULTAS TEKNIK**




**Ir. H. Abd Kudus Zaini, MT., MS., Tr., IPM
Dekan**

HALAMAN PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan :

1. Karya tulis ini adalah asli dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar akademik (Strata 1), baik di Universitas Islam Riau maupun di Perguruan Tinggi lainnya.
2. Karya tulis ini adalah merupakan gagasan, rumusan penelitian saya sendiri, tanpa bantuan pihak lain kecuali arahan Dosen Pembimbing.
3. Dalam karya tulis ini tidak terdapat karya atau pendapat orang lain, kecuali secara tertulis dengan jelas dicantumkan sebagai acuan dalam naskah dengan disebutkan nama pengarang dan dicantumkan dalam daftar pustaka.
4. Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila kemudian hari terdapat penyimpangan dan tidak kebenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dengan pencabutan gelar yang sudah diperoleh serta sanksi lainnya sesuai dengan norma yang berlaku di perguruan tinggi.

Pekanbaru, 09 Maret 2020

Yang Bersangkutan Pernyataan



OCTAVIA
NPM. 143110143

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Warahmatullah Wabarokatuh

Alhamdulillahirabbil'alamin, segala puji dan syukur kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini mengenai "**Kajian Perbedaan *Design Mix Formula, Job Mix Formula, dan Trial Mix Pada Asphalt Concrete Binder Course Dalam Pekerjaan Preservasi Rehabilitasi Jalan (Studi Kasus : Jl. Air Hitam Sta. 4 + 800 s/d 4 + 875 Pekanbaru 2018 – 2019)***". Tugas akhir ini berupa skripsi sebagai syarat untuk meraih gelar sarjana pada program studi strata 1 (S1) Fakultas Teknik Jurusan Sipil Universitas Islam Riau.

Tugas akhir ini berisi tentang rangkuman dan kesimpulan selama penulis melakukan penelitian dan analisa. Rangkuman dan kesimpulan ini disusun dalam bab - bab, bab tersebut terdiri dari bab I yang berisi tentang latar belakang, bab II berisi tentang tinjauan pustaka, bab III berisi tentang landasan teori, bab IV berisi tentang metodologi penelitian, bab V berisi tentang hasil dan pembahasan, dan bab VI berisi tentang kesimpulan dan saran.

Penulis berharap tugas akhir ini bisa bermanfaat bagi mahasiswa/i Teknik Sipil khususnya saya sendiri, penulis juga menyadari masih terdapat kekurangan dalam menyusun tugas akhir ini, maka dari itu kritik dan saran sangat diharapkan dari pembaca agar kedepannya bisa lebih baik lagi.

Pekanbaru, 21 Februari 2020

OCTAVIA
Penulis

UCAPAN TERIMA KASIH

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Assalamu 'alaikum Wr.Wb.

Puji syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan Tugas Akhir ini dengan baik. Penulisan Tugas Akhir ini merupakan salah satu syarat untuk mencapai gelar Sarjana Teknik Sipil pada Fakultas Teknik Universitas Islam Riau. Penulis menyadari bahwa penelitian ini tidak akan terwujud tanpa adanya dorongan dan motivasi dari berbagai pihak. Oleh karena itu, dalam penulisan dan penyelesaian Tugas Akhir ini tidak lupa penulis ucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak Prof. Dr. H. Syafrinaldi, SH., M.C.L, Rektor Universitas Islam Riau.
2. Bapak Ir. H. Abd. Kudus Zaini, MT., MS., TR, Dekan Fakultas Teknik Universitas Islam Riau.
3. Ibu Dr. Kurnia Hastuti, ST., MT, Wakil Dekan I Fakultas Teknik Universitas Islam Riau.
4. Bapak M. Ariyon, ST., MT, Wakil Dekan II Fakultas Teknik Universitas Islam Riau.
5. Bapak Ir. Syawaldi, M.Sc, Wakil Dekan III Fakultas Teknik Universitas Islam Riau.
6. Ibu Dr. Elizar, ST., MT, Ketua Prodi Teknik Sipil Universitas Islam Riau sekaligus Dosen Penguji I.
7. Bapak Firman Syarif, ST., M.Eng, Sekretaris Prodi Teknik Sipil Universitas Islam Riau.
8. Bapak Prof. Dr. Ir. H. Sugeng Wiyono, MMT., I-PU, sebagai Dosen Pembimbing I.
9. Ibu Roza Mildawati, ST., MT, sebagai Dosen Pembimbing II.
10. Ibu Harmiyati, ST., M.Si, sebagai Dosen Penguji II.

11. Bapak dan Ibu Dosen pengajar Fakultas Teknik Universitas Islam Riau.
12. Seluruh karyawan dan karyawan Fakultas Teknik Universitas Islam Riau.
13. Ayahanda dan Ibunda tercinta Syaiful Bakhri dan Hasita, sebagai Orang Tua yang selalu memberikan motivasi dan do'a terbaik serta sangat berperan dalam mendidik penulis dengan penuh kesabaran agar menjadi sukses.
14. Adik saya Ogi Ponita dan Osi Laberta, Alm. Kakek saya Musa Kana dan Alm. Nenek saya Wan Jebah, Alm. Kakek saya Baharudin dan Alm. Nenek saya Nursimah yang selalu memberikan semangat, bantuan, dan kasih sayang kepada penulis.
15. Bapak Handri Tambunan selaku Kontraktor Pelaksana Laboratorium PT. Lutvindo Wijaya Perkasa yang telah memberikan Data - data, serta izin untuk melakukan penelitian.
16. Bapak Zulkifli Siregar selaku Konsultan Pengawas yang telah banyak membantu dan memberikan ilmu kepada penulis.
17. Buat teman - teman seperjuangan Dessy, Rizky, Rezi, Sari, Eki, Nanda, Edo, Pohan, Aulia, Yogi, Raffi, Ajo, Adi.N dan teman - teman lainnya di Fakultas Teknik serta semua pihak yang telah banyak membantu penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.

Terima kasih atas segala bantuannya, semoga penelitian ini bermanfaat bagi kita semua dan semoga segala amal baik kita mendapatkan balasan yang setimpal dari Allah SWT. Amin...

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

Pekanbaru, 21 Februari 2020

Penulis

Octavia

DAFTAR ISI

	Halaman
KATA PENGANTAR	i
UCAPAN TERIMA KASIH	ii
DAFTAR ISI	iv
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR NOTASI	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xv
ABSTRAK	xvii
BAB I. PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	2
1.4 Manfaat Penelitian.....	3
1.5 Batasan Masalah.....	3
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Umum.....	4
2.2 Peneliti Terdahulu	4
2.3 Keaslian penelitian	7
BAB III. LANDASAN TEORI	
3.1 Umum.....	9
3.2 Pelayanan Lalu Lintas Jalan Raya.....	10
3.3 Perkerasan Jalan	11
3.4 Jenis Campuran Beraspal Pada Perkerasan Lentur	12
3.5 Lapis Aspal Beton (Laston, AC)	14
3.5.1 Karakteristik Beton Aspal.....	15
3.6 Beton Aspal Campuran Panas (Laston <i>Binder Course</i>).....	16
3.6.1 Agregat.....	17
3.6.2 <i>Filler</i>	23

3.6.3 Gradasi Campuran Agregat Laston <i>Binder Course</i>	23
3.6.4 Aspal	26
3.6.5 Sifat Campuran Laston	32
3.7 Proses Pembuatan Campuran Aspal Panas (Laston <i>Binder Course</i>).....	33
3.7.1 <i>Design Mix Formula (DMF)</i>	37
3.7.2 <i>Job Mix Formula (JMF)</i>	38
3.7.3 <i>Trial Mix</i>	39
3.7.4 Rancangan Campuran Beton Aspal Di Laboratorium	39
3.7.5 Pengujian Marshall	43
3.7.6 Sifat Volumetrik Campuran Beton Aspal Padat.....	44
3.7.7 <i>Asphalt Mixing Plant</i> Dengan Tipe <i>Batch Plant</i>	49
3.7.8 Pematatan Laston <i>Binder Course</i>	51

BAB IV. METODE PENELITIAN

4.1 Umum.....	54
4.2 Lokasi Penelitian	54
4.3 Teknik Penelitian.....	56
4.4 Tahap Pelaksanaan Penelitian	56
4.5 Cara Analisa Data.....	59

BAB V. HASIL DAN PEMBAHASAN

5.1 <i>Design Mix Formula</i>	64
5.1.1 Hasil Pemeriksaan Sifat Fisik Agregat.....	64
5.1.2 Hasil Pemeriksaan Sifat Fisik Aspal	66
5.1.3 Hasil Perencanaan Gradasi Agregat Campuran	67
5.1.4 Penentuan Berat Jenis, Penyerapan Aspal, dan Perkiraan Kadar Aspal Rencana	68
5.1.5 Hasil Analisa Marshall pada Kadar Aspal Rencana 2 x 75 Tumbukan.....	70
5.1.6 Hasil Analisa Marshall pada Kondisi Kadar Aspal Rencana Tengah dengan 2 x 400 Tumbukan	74

5.1.7	Hasil Pemilihan Kadar Aspal Optimum.....	76
5.1.8	Hasil Analisa Marshall pada Kondisi Kadar Aspal Optimum dengan 2 x 75 Tumbukan.....	76
5.2	<i>Job Mix Formula</i>	77
5.2.1	Hasil Pemeriksaan Sifat Fisik Agregat.....	78
5.2.2	Hasil Pemeriksaan Sifat Fisik Aspal	79
5.2.3	Hasil Perencanaan Gradasi Agregat Campuran	80
5.2.4	Penentuan Berat Jenis dan Penyerapan Aspal pada Kadar Aspal Optimum.....	82
5.2.5	Hasil Analisa Marshall pada Kondisi Kadar Aspal Optimum dengan 2 x 75 Tumbukan.....	82
5.2.6	Hasil Analisa Marshall pada Kondisi Kadar Aspal Optimum dengan 2 x 400 Tumbukan.....	83
5.3	<i>Trial Mix</i>	84
5.3.1	Hasil Pemeriksaan Sifat Fisik Agregat.....	84
5.3.2	Hasil Pemeriksaan Sifat Fisik Aspal	86
5.3.3	Hasil Perencanaan Gradasi Agregat Campuran	87
5.3.4	Hasil Pengujian Kadar Aspal dari Campuran Beraspal dengan Cara Sentrifus “Ekstaksi”	88
5.3.5	Hasil Analisa Marshall pada Kondisi Kadar Aspal Optimum dengan 2 x 75 Tumbukan.....	88
5.3.6	Hasil Analisa Marshall pada Kondisi Kadar Aspal Optimum dengan 2 x 400 Tumbukan.....	89
5.3.7	Pemeriksaan Kepadatan di Lapangan dengan Alat <i>Core Drill</i>	90
5.4	Perbandingan Data Nilai Keseluruhan pada <i>DMF</i> , <i>JMF</i> , dan <i>Trial Mix</i>	91
5.5	Grafik Hubungan Antara Kadar Aspal dengan Parameter Marshall.....	93

BAB VI. KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan..... 98
6.2 Saran..... 99

DAFTAR PUSTAKA 101

LAMPIRAN



Dokumen ini adalah Arsip Miik :
Perpustakaan Universitas Islam Riau

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
Tabel 3.1 Tebal Nominal Minimum Campuran Beraspal.....	13
Tabel 3.2 Ketentuan Agregat Kasar	20
Tabel 3.3 Ukuran Nominal Agregat Kasar Penampung Dingin Campuran Aspal AC – BC	21
Tabel 3.4 Ketentuan Agregat Halus	22
Tabel 3.5 Spesifikasi Gradasi Agregat Gabungan untuk Laston <i>Binder Course</i>	25
Tabel 3.6 Ketentuan untuk Aspal Keras Laston Tipe I Aspal Pen. 60 – 70	32
Tabel 3.7 Ketentuan Sifat - sifat Campuran Laston <i>Binder Course</i> (AC - BC)	33
Tabel 3.8 Toleransi Komposisi Campuran	49
Tabel 3.9 Ketentuan Viskositas dan Temperatur Aspal untuk Pencampuran dan Pemasatan	51
Tabel 3.10 Ketentuan Kepadatan Laston	52
Tabel 5.1 Hasil Pengujian Sifat Fisik Agregat Kasar	64
Tabel 5.2 Hasil Pengujian Sifat Fisik Agregat Halus	65
Tabel 5.3 Hasil Pengujian Sifat Fisik <i>Filler</i>	66
Tabel 5.4 Hasil Pengujian Sifat Fisik Aspal	66
Tabel 5.5 Hasil Perhitungan Gradasi Campuran Agregat.....	67
Tabel 5.6 Hasil Perhitungan Berat Jenis dan Penyerapan Aspal	69
Tabel 5.7 Hasil Perhitungan Perkiraan Nilai Kadar Aspal Rencana	69
Tabel 5.8 Hasil Pengujian Marshall pada Kadar Aspal Rencana 2 x 75 Tumbukan	70
Tabel 5.9 Hasil Pengujian Marshall pada Kadar Aspal Rencana Tengah 2 x 400 Tumbukan	75
Tabel 5.10 Hasil Pengujian Marshall pada Kadar Aspal Optimum 2 x 75 Tumbukan	77

Tabel 5.11	Hasil Pengujian Sifat Fisik Agregat Kasar	78
Tabel 5.12	Hasil Pengujian Sifat Fisik Agregat Halus	79
Tabel 5.13	Hasil Pengujian Sifat Fisik <i>Filler</i>	79
Tabel 5.14	Hasil Pengujian Sifat Fisik Aspal	80
Tabel 5.15	Hasil Perhitungan Gradasi Gabungan Campuran	80
Tabel 5.16	Hasil Perhitungan Berat Jenis dan Penyerapan Aspal	82
Tabel 5.17	Hasil Pengujian Marshall pada Kadar Aspal Optimum 2 x 75 Tumbukan	83
Tabel 5.18	Hasil Pengujian Marshall pada Kadar Aspal Optimum 2 x 400 Tumbukan	84
Tabel 5.19	Hasil Pengujian Sifat Fisik Agregat Kasar	84
Tabel 5.20	Hasil Pengujian Sifat Fisik Agregat Halus	85
Tabel 5.21	Hasil Pengujian Sifat Fisik <i>Filler</i>	86
Tabel 5.22	Hasil Pengujian Sifat Fisik Aspal	86
Tabel 5.23	Hasil Perhitungan Gradasi Gabungan Campuran	87
Tabel 5.24	Hasil Pengujian Marshall pada Kadar Aspal Optimum 2 x 75 Tumbukan	89
Tabel 5.25	Hasil Pengujian Marshall pada Kadar Aspal Optimum 2 x 400 Tumbukan	89
Tabel 5.26	Hasil Pemadatan di Lapangan.....	90
Tabel 5.27	Hasil Pemeriksaan Kepadatan di Lapangan dengan Alat <i>Core Drill</i>	90
Tabel 5.28	Perbandingan Nilai <i>DMF</i> , <i>JMF</i> , dan <i>Trial Mix</i>	91

DAFTAR GAMBAR

Gambar		Halaman
Gambar 3.1	Susunan Konstruksi Perkerasan Jalan (Laston).....	15
Gambar 3.2	Bagan Alir Metode Rancangan Campuran Beton Aspal.....	36
Gambar 4.1	Lokasi Laboratorium dan <i>AMP</i>	55
Gambar 4.2	Lokasi Penghamparan dan Pematatan Lapangan	55
Gambar 4.3	Bagan Alir Penelitian	58
Gambar 4.4	Bagan Alir Cara Analisa Data	62
Gambar 5.1	Grafik Gradasi Gabungan <i>Cold – Bin</i>	68
Gambar 5.2	Grafik Hubungan <i>VIM</i> dengan Kadar Aspal Rencana	71
Gambar 5.3	Grafik Hubungan <i>VMA</i> dengan Kadar Aspal Rencana	71
Gambar 5.4	Grafik Hubungan <i>VFA</i> dengan Kadar Aspal Rencana	72
Gambar 5.5	Grafik Hubungan Stabilitas dengan Kadar Aspal Rencana.....	73
Gambar 5.6	Grafik Hubungan <i>Flow</i> dengan Kadar Aspal Rencana	73
Gambar 5.7	Grafik Hubungan Hasil Bagi Marshall dengan Kadar Aspal Rencana	74
Gambar 5.8	Grafik Hubungan <i>VIM PRD</i> dengan Kadar Aspal Rencana.....	75
Gambar 5.9	Diagram Pemilihan Kadar Aspal Optimum pada <i>AC – BC</i>	76
Gambar 5.10	Grafik Gradasi Gabungan <i>Hot – Bin</i>	81
Gambar 5.11	Grafik Gradasi <i>Trial Mix</i>	88
Gambar 5.12	Grafik Perbandingan Nilai Kepadatan Marshall Campuran <i>AC - BC</i> pada <i>DMF</i> , <i>JMF</i> , dan <i>Trial Mix</i>	93
Gambar 5.13	Grafik Perbandingan Nilai <i>VIM</i> Campuran <i>AC – BC</i> pada <i>DMF</i> , <i>JMF</i> , dan <i>Trial Mix</i>	94
Gambar 5.14	Grafik Perbandingan Nilai <i>VMA</i> Campuran <i>AC – BC</i> pada <i>DMF</i> , <i>JMF</i> , dan <i>Trial Mix</i>	94
Gambar 5.15	Grafik Perbandingan Nilai <i>VFA</i> Campuran <i>AC – BC</i> pada <i>DMF</i> , <i>JMF</i> , dan <i>Trial Mix</i>	95
Gambar 5.16	Grafik Perbandingan Nilai Stabilitas Campuran <i>AC – BC</i> pada <i>DMF</i> , <i>JMF</i> , dan <i>Trial Mix</i>	96

Gambar 5.17 Grafik Perbandingan Nilai *Flow* Campuran AC – BC
pada *DMF*, *JMF*, dan *Trial Mix* 96

Gambar 5.18 Grafik Perbandingan Nilai Hasil Bagi Marshall
Campuran AC - BC pada *DMF*, *JMF*, dan *Trial Mix* 97



DAFTAR NOTASI

<i>AASHTO</i>	= <i>American Assosiation of State Highway and Transportation Officials</i>
<i>a, b, c</i>	= Proporsi fraksi agregat A, B, dan C
<i>A, B, C</i>	= Persen lolos ayakan fraksi agregat A, B, dan C untuk bukaan d
<i>AC</i>	= <i>Asphalt Concrete</i>
<i>AC – Base</i>	= <i>Asphalt Concrete Base</i>
<i>AC - BC</i>	= <i>Asphalt Concrete Binder Course</i>
<i>AC – WC</i>	= <i>Asphalt Concrete Wearing Course</i>
<i>AMP</i>	= <i>Asphalt Mixing Plant</i>
<i>ASTM</i>	= <i>American Society for Testing and Material</i>
<i>Ba</i>	= Berat beton aspal
<i>Bk</i>	= Berat kering
<i>Bssd</i>	= Berat <i>solid surface dry</i>
<i>CA</i>	= <i>Coarse Aggregate</i>
<i>Ca CO₃</i>	= <i>Calcium Carbonat</i>
<i>cc</i>	= <i>Cubic centimeter</i>
<i>cm</i>	= <i>Centimeter</i>
<i>CMS</i>	= <i>Cationic Medium Setting</i>
<i>CQS – 1h</i>	= <i>Cationic Quick Setting – 1 Hard</i>
<i>CRS</i>	= <i>Cationic Rapid Setting</i>
<i>CSS</i>	= <i>Cationic Slow Setting</i>
<i>cSt</i>	= <i>Centistokes</i>
<i>DMF</i>	= <i>Design Mix Formula</i>
<i>ESA</i>	= <i>Equivalent Standard Axle</i>
<i>FA</i>	= <i>Fine Aggregate</i>
<i>Gmb</i>	= <i>Bulk specific gravity (beton aspal)</i>
<i>Gmm</i>	= <i>Max specific gravity</i>
<i>Ga</i>	= <i>Asphalt specific gravity</i>
<i>gr</i>	= Gram

<i>gr/cc</i>	= Gram per <i>cubic centimeter</i>
<i>Gsb</i>	= <i>Bulk specific gravity</i> (agregat)
<i>Gsb1 - Gsbn</i>	= <i>Bulk specific gravity</i> (fraksi 1 sampai fraksi n agregat)
<i>Gse</i>	= <i>Effective specific gravity</i> (agregat)
<i>Gse1 - Gsen</i>	= <i>Effective specific gravity</i> (fraksi 1 sampai fraksi n agregat)
<i>HB</i>	= <i>Hot Bin</i>
<i>HRS</i>	= <i>Hot Rolled Sheet</i>
<i>JMF</i>	= <i>Job Mix Formula</i>
<i>JSD</i>	= <i>Job Standart Density</i>
<i>K</i>	= Konstanta
<i>KAA</i>	= Kadar Aspal Acuan
<i>Ka</i>	= Kelelehan
<i>Ka1-Kan</i>	= Kelelehan (benda uji 1 sampai benda uji n)
<i>Kal. pro</i>	= Kalibrasi proving
<i>kg</i>	= Kilogram
<i>kg/cm</i>	= Kilogram per centimeter
<i>kg/mm</i>	= Kilogram per millimeter
<i>KN</i>	= Kilonewton
<i>Lab</i>	= Laboratorium
<i>Laston</i>	= Lapis aspal beton
<i>Latasir</i>	= Lapis tipis aspal pasir
<i>Lataston</i>	= Lapis tipis aspal beton
<i>lbf</i>	= <i>Pound - force</i>
<i>LHR</i>	= Lintas Harian Rata – rata
<i>LHRT</i>	= Lintas Harian Rata – rata Tahunan
<i>LP</i>	= Luas Permukaan
<i>m</i>	= Meter
<i>m²/kg</i>	= Meter persegi per kilogram
<i>Maks.</i>	= Maksimum
<i>MC</i>	= <i>Medium curing cut back</i>
<i>Min.</i>	= Minimum

<i>mm</i>	= Milimeter
<i>mm²/s</i>	= <i>Square millimeter per second</i>
<i>MS</i>	= <i>Medium Setting</i>
<i>MQ</i>	= <i>Marshall Qoutient</i>
<i>P</i>	= Persen lolos ayakan
<i>P1 - Pn</i>	= Persentae (fraksi 1 sampai fraksi n agregat)
<i>Pa</i>	= Persentase aspal
<i>Pab</i>	= <i>Percentage absorption</i> (aspal)
<i>Pae</i>	= Persentase aspal efektif campuran
<i>Pa.s</i>	= <i>Pascal seconds</i>
<i>PCC</i>	= <i>Portland Cement Composite</i>
<i>Pen.</i>	= Penetrasi
<i>Ps</i>	= Persentase (agregat)
<i>QS - 1h</i>	= <i>Quick setting - 1 hard</i>
<i>RC</i>	= <i>Rapid curing cut back</i>
<i>RS</i>	= <i>Rapid setting</i>
<i>RTFOT</i>	= <i>Rolling Thin Film Oven Test</i>
<i>S1 - Sn</i>	= Stabilitas (benda uji 1 sampai benda uji n)
<i>Sa</i>	= Stabilitas
<i>SNI</i>	= Standar Nasional Indonesia
<i>SS</i>	= <i>Shand sheet</i>
<i>SSD</i>	= <i>Specific gravity dry surface</i>
<i>Sta.</i>	= Stasiun
<i>TFOT</i>	= <i>Thin Film Over Test</i>
<i>Vbu</i>	= Volume benda uji
<i>VFA</i>	= <i>Void Filled with Asphalt</i>
<i>VIM</i>	= <i>Void In Mix</i>
<i>VIM PRD</i>	= <i>Void In Mix Precentage Refusal Density</i>
<i>VMA</i>	= <i>Voids in the Mineral Aggregate</i>
<i>μm</i>	= <i>Micrometre</i>
<i>° C</i>	= Derajat celcius

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN A

1. Analisa Gradasi Campuran Agregat Pada *DMF*
2. Analisa Perencanaan Kadar Aspal Pada *DMF*
3. Analisa Pengujian Campuran Beraspal Dengan Alat Marshall Pada Kadar Aspal Rencana 2 x 75 Tumbukan Pada *DMF*
4. Analisa Pengujian Campuran Beraspal Dengan Alat Marshall Pada Kadar Aspal Optimum 2 x 75 Tumbukan Pada *DMF*
5. Analisa Pengujian Campuran Beraspal Dengan Alat Marshall Pada Kadar Aspal Rencana 2 x 400 Tumbukan Pada *DMF*
6. Analisa Gradasi Campuran Agregat Pada *JMF*
7. Analisa Pengujian Campuran Beraspal Dengan Alat Marshall Pada Kadar Aspal Optimum 2 x 75 Tumbukan Pada *JMF*
8. Analisa Pengujian Campuran Beraspal Dengan Alat Marshall Pada Kadar Aspal Optimum 2 x 400 Tumbukan Pada *JMF*
9. Analisa Gradasi Campuran Agregat Pada *Trial Mix*
10. Analisa Pengujian Kadar Aspal Dari Campuran Beraspal Dengan Cara Sentrifus Pada *Trial Mix*
11. Analisa Pengujian Campuran Beraspal Dengan Alat Marshall Pada Kadar Aspal Optimum 2 x 75 Tumbukan Pada *Trial Mix*
12. Analisa Pengujian Campuran Beraspal Dengan Alat Marshall Pada Kadar Aspal Optimum 2 x 400 Tumbukan Pada *Trial Mix*
13. Analisa Pemeriksaan Kepadatan Di Lapangan Dengan Alat *Core Drill* Pada *Trial Mix*

LAMPIRAN B

1. Data Keausan Agregat Kasar Pada *DMF*
2. Bentuk Agregat Pada *DMF*
3. Butir Pecah Agregat Pada Kasar *DMF*
4. Angularitas Agregat Halus Pada *DMF*
5. *Sand Equivalent Test* Pada *DMF*

6. Sifat Fisik Aspal Pada *DMF*
7. Analisa Saringan Agregat Halus dan Kasar Pada *DMF*
8. Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Halus dan Kasar Pada *DMF*
9. Berat Jenis Maksimum Aspal Pada *DMF*
10. Data Analisa Saringan Agregat Halus dan Kasar Pada *JMF*
11. Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Halus dan Kasar Pada *JMF*
12. Berat Jenis Maksimum Aspal Pada *JMF*
13. Analisa Saringan Agregat Halus dan Kasar Pada *Trial Mix*
14. Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Halus dan Kasar Pada *Trial Mix*
15. Kadar Aspal Hasil Ekstraksi Pada *Trial Mix*
16. Pematatan di Lapangan Pada *Trial Mix*
17. Dokumentasi Pengujian Di Laboratorium, Pekerjaan Di *AMP*, dan Di Lapangan

LAMPIRAN C

1. Surat Lembaran Disposisi
2. Surat Usulan Penulisan Tugas Akhir
3. Surat Keputusan Pembimbing
4. Lembaran Berita Acara Bimbingan Tugas Akhir
5. Surat Keterangan Persetujuan Seminar Tugas Akhir
6. Lembaran Berita Acara Seminar Tugas Akhir
7. Surat Keterangan Persetujuan Komprehensif Tugas Akhir
8. Surat Keterangan Bebas Plagiarisme
9. Surat Keputusan Penguji
10. Berita Acara Ujian Skripsi
11. Berita Acara Komprehensif Tugas Akhir
12. Surat Keterangan Persetujuan Jilid Tugas Akhir

**KAJIAN PERBEDAAN *DESIGN MIX FORMULA*, *JOB MIX FORMULA*,
DAN *TRIAL MIX* PADA *ASPHALT CONCRETE BINDER COURSE*
DALAM PEKERJAAN PRESERVASI REHABILITASI JALAN
(Studi Kasus : Jl. Air Hitam Sta. 4 + 800 s/d 4 + 875 Pekanbaru 2018 – 2019)**

**OCTAVIA
143110143**

ABSTRAK

Perancangan campuran aspal panas pada perkerasan lentur laston lapis permukaan antara (AC - BC) dimulai dengan campuran rancangan di laboratorium (*design mix formula*), campuran kerja (*job mix formula*) di AMP, dan percobaan produksi campuran (*trial mix*) di AMP, diamparkan, dan dipadatkan di lapangan. Dari beberapa jurnal penelitian yang didapat, proses pembuatan campuran beton aspal berdasarkan nilai karakteristik marshall, mengalami perubahan mutu akibat adanya perlakuan yang berbeda pada *DMF*, *JMF*, dan *trial mix*. Sebaiknya, diharapkan campuran beton aspal harus memberikan mutu yang sama dalam setiap pengujian sesuai spesifikasi yang telah ditetapkan. Maka dari itu dilakukan suatu penelitian pada jalan air hitam Sta. 4 + 800 s/d 4 + 875, dengan pelayanan jalan lalu lintas kendaraan ringan, kendaraan berat, sepeda motor, serta kendaraan tak bermotor. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui nilai karakteristik marshall, perbandingan nilai karakteristik marshall, serta mutu dari karakteristik marshall.

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode *marshall test*, dimana kinerja beton aspal padat ditentukan melalui pengujian marshall. Mutu dari karakteristik campuran yang dihasilkan dari pengujian marshall dikoreksi sesuai dengan Spesifikasi Umum Bina Marga 2010 (Revisi 3).

Hasil analisis marshall pada *DMF* untuk kadar aspal terbaik yaitu 5.40 %. Pada *JMF* masih menggunakan kadar aspal yang sama yaitu 5.40 %. Dari hasil ekstraksi campuran *trial mix* didapat kadar aspal yaitu 5.41 %. Pada *DMF*, nilai marshall yang diperoleh untuk *density* sebesar 2.328 gr/cc, *VIM* 4.551 %, *VMA* 15.231 %, *VFA* 70.120 %, stabilitas 1828.32 kg, *flow* 3.7 mm, dan *marshall quotient* 494.140 kg/mm. Pada *JMF*, nilai marshall yang diperoleh untuk *density* yaitu 2.336 gr/cc, *VIM* 3.906 %, *VMA* 14.805 %, *VFA* 73.796 %, stabilitas 1728.48 kg, *flow* 3.5 mm, dan *marshall quotient* sebesar 493.851 kg/mm. Pada *trial mix*, nilai marshall yang diperoleh untuk *density* adalah 2.329 gr/cc, *VIM* 4.235 %, *VMA* 15.105 %, *VFA* 71.962 %, stabilitas 1672.32 kg, *flow* 3.625 mm, dan *marshall quotient* sebesar 464.533 kg/mm. Dapat dilihat dari hasil analisis marshall terjadinya perubahan mutu berdasarkan nilai karakteristik marshall yang berbeda akibat adanya perlakuan pada *DMF*, *JMF* dan *trial mix*. Pada kondisi pelayanan jalan air hitam, diperlukan campuran yang di rancang dengan nilai stabilitas tinggi seperti pada *DMF*. Sehingga disimpulkan *DMF*, *JMF* dan *trial mix* itu berbeda / tidak bisa memberikan perilaku yang sama. Namun ketiga proses pencampuran beton aspal masih dalam rentang toleransi yang diizinkan.

Kata Kunci : *Design Mix Formula*, *Job Mix Formula*, *Trial Mix*, *Marshall Test*.

STUDY OF DIFFERENTIAL DESIGN MIX FORMULA, JOB MIX FORMULA, AND TRIAL MIX IN ASPHALT CONCRETE BINDER COURSE IN WORK PRESERVATION OF ROAD REHABILITATION

(Case Study: Jl. Air Hitam Sta. 4 + 800 to 4 + 875 Pekanbaru 2018 - 2019)

OCTAVIA
143110143

ABSTRACT

The design of hot asphalt mixes in the intermediate surface layer laston pavement (AC - BC) begins with a design mix in the laboratory (design mix formula), job mix formula in AMP, and trial production mix (trial mix) in AMP, laid out and compacted in the field. From a number of research journals obtained, the process of making asphalt concrete mixes based on marshall characteristic values, experienced a change in quality due to different treatments in DMF, JMF, and trial mix. It is recommended that asphalt concrete mixes are expected to provide the same quality in each test according to the specified specifications. Therefore a study was carried out on the Sta black water road. 4 + 800 to 4 + 875, with light road vehicle traffic services, heavy vehicles, motorbikes, and non-motorized vehicle. The purpose of this study was to determine the value of Marshall characteristics, comparison of Marshall characteristic values, and the quality of Marshall characteristics.

The method used in this study is the marshall test method, where the performance of solid asphalt concrete is determined through marshall testing. The quality of the mixed characteristics produced from the marshall test was corrected according to the 2010 General Highways Specifications (Revision 3).

Marshall analysis results on DMF for the best bitumen content is 5.40%. JMF still uses the same asphalt content, which is 5.40%. From the results of the extraction of the trial mix mixture obtained asphalt content is 5.41%. In DMF, the value of Marshall obtained for a density of 2,328 gr / cc, VIM 4,551%, VMA 15,231%, VFA 70,120%, stability 1828.32 kg, flow 3.7 mm, and the quotient for marshall equal to 494,140 kg / mm. In JMF, the Marshall value obtained for density is 2,336 gr / cc, VIM 3,906%, VMA 14,805%, VFA 73,796%, stability 1728.48 kg, flow 3.5 mm, and the marshall quotient is 493,851 kg / mm. Furthermore for the trial mix, the marshall value obtained for the density was 2,329 gr / cc, VIM 4,235%, VMA 15,105%, VFA 71,962%, stability 1672.32 kg, flow 3,625 mm, and the yield for marshall amounted to 464,533 kg / mm. Can be seen from the results of the marshall analysis of changes in quality based on the value of different marshall characteristics due to the treatment of DMF, JMF and trial mix. In the condition of the black water road service, it is necessary to have a mixture that is designed with a high stability value as in the DMF. So it was concluded that DMF, JMF, and trial mix were different / could not provide the same behavior. However, the three asphalt concrete mixing processes are still within the permissible tolerance range.

Keywords : Design Mix Formula, Job Mix Formula, Trial Mix, Marshall Test.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkerasan lentur (*flexible pavement*) umumnya menggunakan bahan campuran beraspal sebagai lapis permukaan serta bahan berbutir sebagai lapis dibawahnya. Sehingga lapisan perkerasan tersebut mempunyai *flexibilitas* (kelenturan) yang dapat menciptakan kenyamanan kendaraan dalam melintas diatasnya.

Lapis aspal beton (laston) yang disebut juga *asphalt concrete (AC)* merupakan salah satu jenis campuran beraspal yang terdiri dari *AC – wearing course* (lapis aus), *AC – binder course* (lapis antara), dan *AC – base* (lapis pondasi). Sebelum campuran beraspal dijadikan sebagai standar kerja dalam suatu pekerjaan jalan, maka perlu dibuat rancangan percobaan campuran sesuai spesifikasi yang telah ditetapkan. Pada pembuatan campuran aspal panas *AC - BC* dilakukan dengan 3 proses, yaitu dimulai dengan rancangan campuran (*design mix formula*) di laboratorium, pekerjaan campuran dalam skala sebenarnya (*job mix formula*) di AMP, dan percobaan produksi campuran (*trial mix*) di AMP. Ketiga tahap pencampuran tersebut dalam setiap prosesnya menggunakan material yang sama. Mutu pada *DMF*, *JMF*, dan *trial mix* harus sama sesuai Spesifikasi Umum Bina Marga 2010 (Revisi 3). Berdasarkan penelitian – penelitian terdahulu dari beberapa jurnal yang didapat seringkali terjadinya perubahan mutu berdasarkan nilai karakteristik marshall akibat adanya perlakuan pada *DMF*, *JMF*, dan *trial mix*.

Maka dari itu dibuatlah suatu penelitian pada proyek yang diselenggarakan oleh Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Kota Pekanbaru Provinsi Riau berupa Preservasi Rehabilitasi Jalan, dengan konstruksi lapis perkerasan *AC – BC*, berlokasi di jalan air hitam Sta. 4 + 800 s/d 4 + 875, melayani lalu lintas kendaraan ringan (seperti sedan, opelet, pick up, dan bus kecil), kendaraan berat (seperti bus besar, truk 2 sumbu, truk 3 sumbu, truk gandengan, dan truk semi trailer), serta sepeda motor / kendaraan roda tiga, dan

kendaraan tak bermotor (sepeda). Berdasarkan permasalahan yang telah diuraikan, untuk mengetahui mutu laston *binder course* berdasarkan nilai karakteristik marshall, akibat perlakuan dari setiap proses pembuatannya, yang mengakibatkan mutunya berbeda tidak sesuai antara *DMF*, *JMF*, dan *trial mix*. Maka akan dilakukan suatu penelitian tentang kajian perbedaan *design mix formula*, *job mix formula*, dan *trial mix asphalt concrete binder course* pada percobaan di jalan air hitam Sta. 4 + 800 s/d 4 + 875.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dipaparkan diatas, maka dapat dirumuskan beberapa permasalahan sebagai berikut :

1. Bagaimana nilai karakteristik marshall terhadap kadar aspal optimum pada *design mix formula*, *job mix formula*, dan *trial mix AC - BC* jalan air hitam Sta. 4 + 800 s/d 4 + 875?
2. Bagaimana perbandingan nilai karakteristik marshall terhadap kadar aspal optimum pada *design mix formula*, *job mix formula*, dan *trial mix AC - BC* jalan air hitam Sta. 4 + 800 s/d 4 + 875?
3. Bagaimana mutu berdasarkan nilai karakteristik marshall akibat perlakuan pada *design mix formula*, *job mix formula*, dan *trial mix AC - BC* jalan air hitam Sta. 4 + 800 s/d 4 + 875?

1.3 Tujuan Penelitian

Dari rumusan masalah yang telah dijelaskan di atas, maka didapat tujuan penelitian sebagai berikut :

1. Mengetahui nilai karakteristik marshall terhadap kadar aspal optimum pada *design mix formula*, *job mix formula*, dan *trial mix AC - BC* jalan air hitam Sta. 4 + 800 s/d 4 + 875.
2. Mengetahui perbandingan nilai karakteristik marshall terhadap kadar aspal optimum pada *design mix formula*, *job mix formula*, dan *trial mix AC - BC* jalan air hitam Sta. 4 + 800 s/d 4 + 875.

3. Mengetahui mutu berdasarkan nilai karakteristik marshall akibat perlakuan pada *design mix formula*, *job mix formula*, dan *trial mix AC – BC* jalan air hitam Sta. 4 + 800 s/d 4 + 875.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat yang dapat diharapkan dari penelitian ini antara lain sebagai berikut :

1. Peneliti dapat menentukan berbeda atau tidaknya mutu berdasarkan nilai karakteristik marshall akibat perlakuan pada *DMF*, *JMF*, dan *trial mix AC – BC* jalan air hitam Sta. 4 + 800 s/d 4 + 875.
2. Peneliti dapat mengetahui teknik pekerjaan *AC – BC* jalan air hitam Sta. 4 + 800 s/d 4 + 875 di laboratorium, di *AMP*, dan di lapangan.
3. Peneliti dapat menarik kesimpulan berdasarkan hasil penelitian.

1.5 Batasan Masalah

Sebelum dilakukan kajian perbedaan *design mix formula*, *job mix formula*, dan *trial mix asphalt concrete binder course*. Maka terlebih dahulu dibuat batasan masalah agar penelitian lebih terarah dan efisien, sebagai berikut :

1. Mengacu pada Spesifikasi Umum Direktorat Jenderal Bina Marga Tahun 2010 (Revisi 3).
2. Data - data penelitian diambil dari laboratorium PT. Lutvindo Wijaya Perkasa pada paket pekerjaan preservasi rehabilitasi jalan air hitam.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Umum

Tinjauan pustaka merupakan peninjauan kembali penelitian terdahulu yang ada hubungannya dengan penelitian yang sedang dilakukan, hal ini berguna agar dapat memberikan solusi bagi peneliti. Sesuai dengan arti tersebut suatu tinjauan pustaka berfungsi sebagai peninjauan kembali pustaka tentang masalah yang berkaitan dengan bidang kajian yang diteliti penulis. Pada penelitian ini penulis menggunakan tinjauan pustaka dari penelitian - penelitian sebelumnya yang telah diterbitkan, buku-buku, dan artikel - artikel yang telah ditulis oleh peneliti terdahulu.

2.2 Penelitian Terdahulu

Dalam penelitian ini akan dipaparkan beberapa hasil penelitian terdahulu yang berkaitan dengan penelitian yang sedang dilakukan, yaitu sebagai berikut :

Pompana (2018), meneliti tentang “*Identifikasi Ketidaktepatan Komposisi Campuran Aspal Panas Antara Rancangan Di Laboratorium (Design Mix Formula) Dengan Pencampuran Di Asphalt Mixing Plant (Job Mix Formula)*”. Perancangan campuran melalui AMP dan penghamparan serta pemadatan di lapangan menghasilkan rancangan campuran kerja atau *job mix formula (JMF)*, dimana hasil perancangan ini diharapkan harus sama dengan hasil perencanaan campuran di laboratorium (*DMF*) yang memenuhi persyaratan campuran menurut spesifikasi teknik yang menjadi acuan. Dalam pembuatan campuran dalam skala sebenarnya melalui AMP, pembuatan dengan aspal panas dan pemadatan dengan alat – alat pemadatan langsung di lapangan, bisa saja terjadi ketidaksesuaian dengan kriteria campuran yang didapat dalam *DMF*. Penelitian ini akan mengidentifikasi ketidaktepatan komposisi campuran aspal panas antara rancangan di laboratorium (*design mix formula*) dengan pencampuran di *asphalt mixing plant (job mix formula)*, pada pekerjaan yang sedang dilaksanakan untuk pekerjaan perkerasan jalan. Langkah yang dilakukan adalah mengambil data *DMF* yang telah dibuat, kemudian memeriksa kembali kesesuaian *DMF* terhadap

spesifikasi. *DMF* kemudian diinterpretasi di *AMP*. Hasil pencampuran *AMP* diambil untuk pemeriksaan marshall, di ekstraksi untuk memperoleh kadar aspal dan terhadap mineral agregat dilakukan analisa saringan cara basah. Pengambilan data juga dilakukan saat penghamparan dan pemadatan dilapangan dan setelah pemadatan, dilakukan pengambilan sampel *core drill* untuk pemeriksaan ketebalan dan kepadatan. Dari hasil analisis marshall pada *DMF*, kadar aspal terbaik adalah 6.7 %. Dari hasil ekstraksi pencampuran di *AMP* didapat kadar aspal 6.56 %. Pada *DMF*, nilai marshall yang diperoleh untuk stabilitas = 1241 kg, *flow* = 3.15 mm, *VIM* = 3.979 %, *VMA* = 17.231 %, *VFB* = 76.866 %, *density* = 2.21 gr/cm³. Dari hasil pemeriksaan terhadap campuran yang dibuat di *AMP*, nilai marshall yang diperoleh untuk stabilitas = 1215 kg, *flow* = 3.29 mm, *VIM* = 4.903 %, *VMA* = 15.564 %, *VFB* = 68.496 %, *density* = 2.19 gr/cm³. Pada sampel yang diambil dengan cara *core drill* didapat nilai *density* sebesar 2.15 gr/cm³. Terdapat perbedaan nilai *DMF* dengan campuran yang dibuat di *AMP*. Sehingga dapat disimpulkan *JMF* berbeda dengan *DMF*. Dari hasil penelitian dapat disimpulkan ada ketidaktepatan yang menyebabkan perubahan mutu campuran. Hal ini disebabkan kalibrasi alat pada bukaan *cold bin*, bukaan *hot bin*, timbangan panas yang kurang terkontrol dan suhu pemadatan yang turun. Suhu saat pemadatan lapangan adalah 120 °C, sedangkan suhu yang disyaratkan 125 °C – 145 °C.

Anggraini (2014), meneliti tentang “*Kajian Kadar Aspal Hasil Ekstraksi Penghamparan Campuran AC - WC Gradasi Kasar Dengan Job Mix Formula*”. Dengan dikeluarkan spesifikasi umum 2010 (revisi 2) direktorat jenderal bina marga, dimana sistem pembayaran aspal dilakukan secara terpisah antara pembayaran aspal dengan pembayaran agregat. Kehilangan hasil ekstraksi kadar aspal menjadi permasalahan dilapangan bagi pihak pelaksana pekerjaan. Tujuan dari penelitian ini adalah : membandingkan kadar aspal hasil ekstraksi di *AMP*, saat penghamparan (dibelakang *aspalt finisher*) dan setelah pemadatan lapangan dengan kadar aspal *JMF*, dan pengaruh *filler* terhadap kadar aspal hasil ekstraksi, membandingkan pengaruh penggunaan *pertamax plus* sebagai pelarut dalam ekstraksi kadar aspal, dibandingkan dengan menggunakan bensin pada agregat

quary yang sama. Metode yang digunakan dengan cara ekstraksi menggunakan alat *centrifuge extractor* dan *pertamax plus*. Berdasarkan hasil penelitian terjadi penurunan hasil ekstraksi dengan nilai *AMP* 5.54 %, dibelakang *finisher* 5.47 %, dari *core* 5.36 % dengan kadar aspal *JMF* 5.56 %, dengan deviasi - 0.02 %, dibelakang *finisher* - 0.09 %, dan *core* - 0.2 %, tetapi masih memenuhi syarat spesifikasi revisi 2 yaitu ± 0.3 % dan nilai *filler* setelah ekstraksi mengalami peningkatan dari nilai *filler JMF* dengan nilai rata - rata deviasi 1.35 %. Dengan menggunakan pelarut *pertamax plus* lebih menghasilkan kadar aspal yang lebih banyak dari bensin, dimana kadar aspal rata-rata dengan pelarut bensin dari *AMP* 5.51 %, dibelakang *finisher* 5.46 %, dan *core* 5.34 %. Dengan deviasinya - 0.03 % pada *AMP*, - 0.01 % dibelakang *finisher*, dan - 0.02 % dari *core*. Dari pengujian perbandingan hasil ekstraksi dapat disimpulkan kadar aspal dari *AMP* lebih besar dari *finisher*, dan lebih besar dari *core*, dan kadar *filler* menjadi bertambah setelah ekstraksi. Ini membuktikan bahwa aspal masih meresap kedalam pori agregat. Dengan pelarut *pertamax plus* lebih banyak melarutkan aspal dibandingkan dengan bensin. Sehingga disarankan untuk menggunakan pelarut yang mengandung oktan tinggi dari *pertamax plus* sebagai bahan ekstraksi.

Putri (2005), “*Kajian Kadar Aspal Hasil Ekstraksi Penghamparan dan Mix Design pada Campuran Asphalt Concrete Wearing Course (AC - WC) Gradasi Halus*”. Spesifikasi umum 2010 revisi 2 (dua) direktorat jenderal bina marga pada poin dasar pembayaran menyebutkan bahwa sistem pembayaran pekerjaan aspal terpisah antara pembayaran aspal dan pembayaran agregat. Pembayaran aspal diberikan setelah dilakukan uji ekstraksi kadar aspal. Hasil ekstraksi kadar aspal yang telah dihampar biasanya kurang dari spesifikasi yang telah ditetapkan. Untuk itu perlu diketahui pengaruh pelaksanaan di *asphalt mixing plant (AMP)*, *asphalt finisher* dan setelah dipadatkan di lapangan serta pengaruh kadar pori agregat dan *filler* terhadap kadar aspal hasil ekstraksi. Penelitian dilakukan pada laboratorium, *AMP PT. Lutvindo Wijaya Perkasa*, dan di lapangan. Uji ekstraksi kadar aspal menggunakan alat *centrifuge extractor* dengan pelarut bensin. *Sample* pengujian ekstraksi adalah campuran *AC - WC* dari

AMP, dari belakang *asphalt finisher* dan setelah dipadatkan dilapangan. *Sample* pengujian kadar pori berasal dari agregat *quarry* ujung batu, bangkinang dan solok. Berdasarkan hasil penelitian, kadar aspal rata-rata hasil ekstraksi di *AMP* sebesar 5.85 %, 5.80 % di belakang *asphalt finisher* dan 5.72 % dari hasil *core*. Kadar aspal ekstraksi untuk campuran di belakang *asphalt finisher* memiliki deviasi – 0.05 % terhadap kadar aspal campuran di *AMP*. Kadar aspal hasil ekstraksi dari *core* memiliki deviasi – 0.08 % terhadap kadar aspal campuran di belakang *asphalt finisher*. Kadar pori agregat *quarry* ujung batu 0.995 %, *quarry* bangkinang 1.306 % dan *quarry* solok 0.863 %. Hasil ekstraksi kadar aspal dipengaruhi oleh lokasi pengerjaan AC - WC. Kadar aspal hasil ekstraksi semakin berkurang antara pengujian di *AMP*, di belakang *asphalt finisher* dan setelah dipadatkan di lapangan. Kadar aspal hasil ekstraksi juga dipengaruhi oleh kadar pori agregat dan *filler* yang dihasilkan. Dari pengujian kadar pori diperoleh semakin tinggi kadar pori agregat maka semakin berkurang kadar aspal hasil ekstraksi. Berdasarkan gradasi ekstraksi diperoleh semakin banyak *filler* maka semakin tinggi kadar aspal hasil ekstraksi.

2.3 Keaslian Penelitian

Penelitian ini berbeda dengan penelitian sebelumnya. Pada penelitian ini mengkaji lebih rinci lagi tentang proses pembuatan campuran aspal panas AC – BC yang terdiri dari rancangan campuran di laboratorium (*design mix formula*), pekerjaan campuran dalam skala sebenarnya (*job mix formula*) di *AMP*, dan percobaan produksi campuran (*trial mix*) di *AMP*. Sedangkan penelitian terdahulu hanya mengkaji tentang *DMF* saja, atau membandingkan antara *DMF* dengan penghamparan lapangan, atau *JMF* dengan penghamparan lapangan, dan atau *DMF* dengan *JMF*. Pada penelitian ini selain membahas proses pembuatan campuran aspal panas AC – BC, namun juga mengkaji lebih lanjut tentang penghamparan dan pepadatan di lapangan, sehingga *JMF* awal menjadi *JMF* definitif untuk suatu pekerjaan jalan. Hal ini membuat penelitian ini berbeda dengan penelitian sebelumnya, karena hanya mengkaji tentang *DMF*

dilaboratorium, atau hanya *JMF* di *AMP*, dan atau hanya pekerjaan *AC – BC* di lapangan saja.



Dokumen ini adalah Arsip Miik :

Perpustakaan Universitas Islam Riau

BAB III LANDASAN TEORI

3.1 Umum

Kemajuan pembangunan suatu wilayah dilihat dari peningkatan pembangunan jalan agar menjadi lebih maju, hal ini dapat dilihat dari banyak pembangunan jalan sebagai akses transportasi darat. Jalan raya merupakan salah satu prasarana transportasi perhubungan darat terpenting, meliputi segala bagian jalan termasuk bangunan pelengkap dan pelengkapannya yang diperuntukan bagi lalu lintas (UU Jalan No. 13/1980). Sehingga *design* perkerasan jalan yang baik adalah suatu keharusan, selain dapat menjamin kenyamanan pengguna jalan, perkerasan yang diharapkan dapat memberikan rasa aman dalam mengemudi, dan berpengaruh terhadap kemajuan bidang ekonomi, sosial, budaya, serta politik suatu wilayah.

Agar pembangunan maupun perbaikan jalan yang dilaksanakan mencapai sasaran yang diinginkan sesuai persyaratan Spesifikasi Umum Bina Marga 2010 (Revisi 3), maka dalam pelaksanaan pekerjaan harus tepat mutu, tepat waktu, dan tepat biaya. Pada perkerasan lentur untuk mencapai tepat mutu, maka perlu dibuat suatu perancangan campuran aspal panas di laboratorium (*design mix formula*), selanjutnya pekerjaan campuran dalam skala sebenarnya di *asphalt mixing plant* (*job mix formula*), serta di lakukan percobaan produksi campuran (*trial mix*) untuk kemudian dihamparkan dan dipadatkan dilapangan. Ketiga proses ini merupakan hal yang sangat penting dalam menghasilkan lapis perkerasan beraspal jalan dengan mutu tinggi. Karena setiap proses akan dilakukan pengecekan nilai, seperti stabilitas, kelelehan, volume rongga, serta kepadatan sesuai spesifikasi. Hal ini dilakukan agar lapis perkerasan dapat memiliki nilai struktur yang awet serta mencegah terjadinya kerusakan dini pada lapis perkerasan aspal dan lapis perkerasan dibawahnya. Sehingga perancangan campuran aspal panas tersebut layak digunakan dalam standar pekerjaan jalan.

3.2 Pelayanan Lalu Lintas Jalan Raya

Data lalu lintas merupakan data yang sangat dibutuhkan sebagai dasar dalam perencanaan maupun dalam mengevaluasi perkerasan jalan dikarenakan tebal lapisan perkerasan ditentukan dari beban yang akan dipikul oleh ruas jalan, ini berarti dari arus lalu lintas yang memakai ruas jalan itu (Sukirman, 1992)

Menurut Sukirman (1992) beban lalu lintas adalah beban kendaraan yang dilimpahkan ke perkerasan jalan melalui kontak antara ban dan muka jalan. Beban lalu lintas merupakan beban dinamis yang terjadi secara berulang selama masa pelayanan jalan. Besarnya beban lalu lintas dipengaruhi oleh berbagai faktor kendaraan seperti :

1. Konfigurasi sumbu dan roda kendaraan

Setiap kendaraan memiliki minimal dua sumbu yaitu sumbu depan (sumbu kendali) dan sumbu belakang (sumbu penahan beban). Masing – masing sumbu dilengkapi dengan satu atau dua roda. Berdasarkan konfigurasi sumbu dan jumlah roda yang dimiliki di ujung – ujung sumbu, maka sumbu kendaraan dibedakan atas :

- a. Sumbu tunggal roda tunggal
- b. Sumbu tunggal roda ganda
- c. Sumbu ganda atau sumbu *tandem* roda tunggal
- d. Sumbu ganda atau sumbu *tandem* roda ganda
- e. Sumbu *triple* roda ganda

Menurut Spesifikasi Umum Bina Marga (Revisi 3) pengelompokan jenis kendaraan adalah sebagai berikut :

a. Kendaraan ringan

Kendaraan ringan merupakan kendaraan bermotor roda empat, seperti sedan, opelet, *pick up*, dan bus kecil.

b. Kendaraan berat

Contoh kendaraan berat seperti bus besar, truk 2 sumbu, truk 3 sumbu, truk gandengan, dan truk semi trailer.

c. Sepeda motor / kendaraan roda tiga

d. Kendaraan tak bermotor (sepeda)

2. Beban roda kendaraan

Beban kendaraan dilimpahkan perkerasan jalan melalui bidang kontak antara ban dan muka jalan. Untuk keperluan perencanaan tebal pekerasan jalan, bidang kontak antara roda kendaraan dan perkerasan jalan diasumsikan berbentuk lingkaran dengan radius sama dengan lebar ban. Radius bidang kontak ditentukan oleh ukuran dan tekanan ban.

3. Beban sumbu

Beban kendaraan dilimpahkan melalui roda kendaraan yang terjadi berulang kali selama masa pelayanan jalan akibat repetisi kendaraan yang melintasi jalan tersebut.

4. Volume lalu lintas

Volume lalu lintas didefinisikan sebagai jumlah kendaraan yang melewati satu titik pengamatan selama satu satuan waktu (hari, jam, dan menit). Lalu lintas harian rata – rata adalah volume lalu lintas rata – rata dalam satu hari. Dari lama waktu pengamatan untuk mendapatkan nilai lalu lintas harian rata – rata, ada 2 jenis lalu lintas harian rata – rata yaitu lalu lintas harian rata – rata tahunan (LHRT) dan lalu lintas harian rata – rata (LHR).

5. Repetisi beban lalu lintas

Beban lalu lintas berupa berat kendaraan yang dilimpahkan melalui kontak antara roda dan perkerasan jalan, merupakan beban berulang (repetisi beban) yang terjadi selama umur rencana atau masa pelayanan jalan. Beban lalu lintas berasal dari berbagai jenis kendaraan dengan beragam konfigurasi sumbu dan berat kendaraan. Berat gandar yang bervariasi dari lalu lintas dikonversikan ke suatu beban gandar standar 8,16 ton yang dikenal dengan *equivalent standard axle (ESA)*.

3.3 Perkerasan Jalan

Perkerasan jalan adalah konstruksi yang dibangun diatas lapisan tanah dasar (*subgrade*), yang berfungsi untuk menopang beban lalu lintas. Jenis konstruksi perkerasan jalan pada umumnya ada tiga jenis yaitu (Sukirman, 2016) :

1. 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. Perkerasan kaku (*rigid pavement*), yaitu perkerasan yang menggunakan semen (*Portland cement*) sebagai bahan pengikat. Pelat beton dengan atau tanpa tulangan diletakkan di atas tanah dasar dengan atau tanah lapis pondasi bawah. Beban lalu lintas sebagian besar dipikul oleh pelat beton.
3. Konstruksi perkerasan komposit (*composite pavement*), yaitu perkerasan kaku yang dikombinasikan dengan perkerasan lentur, dapat perkerasan lentur diatas perkerasan kaku atau perkerasan kaku diatas perkerasan lentur.

3.4 Jenis Campuran Beraspal Pada Perkerasan Lentur

Campuran beraspal terdiri dari tiga jenis yaitu latasir, lataston, dan laston yang masing – masing diperuntukan bagi jalan dengan lalu lintas ringan, lalu lintas sedang, dan lalu lintas berat. Penjelasan ketiga jenis campuran beraspal dapat dilihat sebagai berikut (Spesifikasi Umum Bina Marga 2010, Revisi 3) :

1. Lapis Tipis Aspal Pasir (*Sand Sheet, SS*) Kelas A dan B

Lapis Tipis Aspal Pasir (Latasir) adalah lapis penutup permukaan jalan yang memiliki sifat non – struktural terdiri atas agregat halus atau pasir atau campuran keduanya dan aspal keras yang dicampur, dihampar, dan dipadatkan dalam keadaan panas pada temperatur tertentu. Latasir ini digunakan pada jalan dengan lalu lintas yang ringan. Lapis ini paling tidak tahan terhadap terjadinya alur (*rutting*). Lapis tipis aspal pasir (Latasir) disebut *SS* terdiri dari dua jenis campuran, *SS - A* dan *SS - B*. Pemilihan *SS - A* dan *SS - B* tergantung pada tebal nominal minimum. Latasir biasanya memerlukan penambahan *filler* agar memenuhi kebutuhan sifat – sifat yang disyaratkan.

2. Lapis Tipis Aspal Beton (*Hot Rolled Sheet, HRS*)

Lapis tipis aspal beton (Lataston) disebut *HRS* digunakan pada jalan dengan beban lalulintas yang sedang, terdiri dari dua jenis campuran yaitu *HRS* pondasi (*HRS - base*) dan *HRS* lapis aus (*HRS wearing course, HRS - WC*) yang terbuat dari agregat yang bergradasi senjang dengan dominasi pasir dan

aspal keras yang dicampur, dihampar, dan dipadatkan dalam keadaan panas pada temperatur tertentu. Ukuran maksimum agregat masing – masing campuran adalah 19 mm. *HRS - base* mempunyai proporsi fraksi agregat kasar lebih besar daripada *HRS - WC*.

3. Lapis Aspal Beton (*Asphalt Concrete, AC*)

Lapis aspal beton (*Laston*) disebut *AC* lapis permukaan digunakan pada jalan dengan lalu lintas yang berat, terdiri dari tiga jenis campuran yaitu *AC* lapis aus (*AC - WC*), *AC* lapis antara (*AC - BC*) dan *AC* lapis pondasi (*AC - base*) dan ukuran maksimum agregat masing - masing campuran adalah 19 mm, 25.4 mm, 37.5 mm. Setiap jenis campuran *AC* yang menggunakan bahan aspal polimer atau dimodifikasi dengan aspal alam disebut masing – masing sebagai *AC – WC modified*, *AC – BC modified*, dan *AC – base modified*.

Toleransi tebal untuk tiap lapisan campuran beraspal dapat dilihat pada Tabel 3.1 (Spesifikasi Umum Bina Marga 2010, Revisi 3) :

Tabel 3.1 Tebal Nominal Minimum Campuran Beraspal

Jenis Campuran		Simbol	Tebal Nominal Minimum (cm)
Latasir Kelas A		<i>SS – A</i>	1,5
Latasir Kelas B		<i>SS – B</i>	2,0
Lataston	Lapis Aus	<i>HRS – WC</i>	3,0
	Lapis Pondasi	<i>HRS – Base</i>	3,5
Laston	Lapis Aus	<i>AC – WC</i>	4,0
	Lapis Antara	<i>AC – BC</i>	6,0
	Lapis Pondasi	<i>AC – Base</i>	7,5

Sumber : Spesifikasi Umum Bina Marga 2010 (Revisi 3)

Tabel 3.1 menunjukkan bahwa setiap jenis campuran beraspal memiliki tebal nominal minimum yang berbeda. Hal ini sesuai dengan fungsi layanan dari perkerasan jalan dengan jenis campuran yang digunakan.

3.5 Lapis Aspal Beton (Laston, AC)

Beton aspal adalah jenis perkerasan jalan yang terdiri dari campuran agregat dan aspal secara homogen, dengan atau tanpa bahan tambahan. Material-material pembentuk beton aspal dicampur di instalasi pencampuran aspal (AMP) pada suhu tertentu, kemudian diangkut ke lokasi, dihamparkan, dan dipadatkan (Sukirman, 2016). Dengan kata lain jenis perkerasan ini merupakan campuran merata antara agregat dan aspal sebagai bahan pengikat pada suhu tertentu dan mempunyai gradasi menerus / baik (*well graded*) yaitu campuran agregat kasar dan halus dalam porsi yang berimbang. Ciri lainnya memiliki sedikit rongga dalam struktur agregatnya, saling mengunci (*interlocking*) satu dengan yang lainnya. Oleh karena itu beton aspal memiliki sifat stabilitas tinggi dan relatif kaku.

Konstruksi perkerasan lentur terdiri dari lapisan – lapisan yang diletakkan di atas tanah dasar yang telah dipadatkan. Lapisan – lapisan tersebut berfungsi untuk menerima beban lalu lintas dan menyebarkannya ke lapisan dibawahnya. Menurut Sukirman (2016) berdasarkan fungsinya laston mempunyai tiga macam campuran yaitu sebagai berikut :

1. Lapis Aus (*Wearing Course*)

Laston sebagai lapisan aus, dikenal dengan nama *AC - WC (asphalt concrete - wearing course)* dengan tebal minimum *AC - WC* adalah 4 cm. Lapisan ini adalah lapisan yang berhubungan langsung dengan ban kendaraan dan dirancang untuk tahan terhadap perubahan cuaca, gaya geser, tekanan roda ban kendaraan serta memberikan lapis kedap air untuk lapisan dibawahnya.

2. Lapis Antara (*Binder Course*)

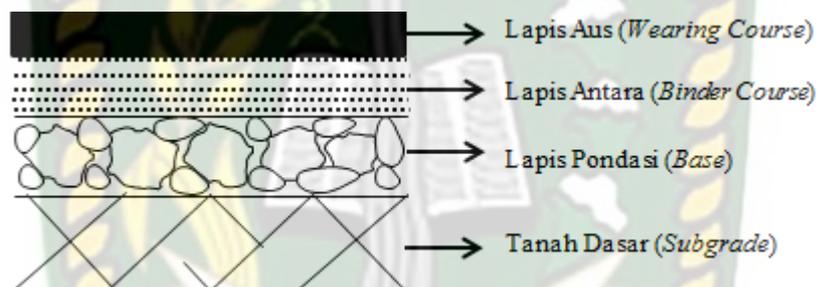
Laston sebagai lapisan pengikat / antara, dikenal dengan nama *AC - BC (asphalt concrete - binder course)* yang berada dibawah lapis aus berfungsi memikul beban dengan tebal minimum *AC - BC* adalah 6 cm. Lapisan ini untuk membentuk lapis pondasi jika digunakan pada pekerjaan peningkatan atau pemeliharaan jalan.

3. Lapis Pondasi (*Base*)

Laston sebagai lapisan pondasi, dikenal dengan nama *AC - base (asphalt concrete - base)* dengan tebal minimum *AC - base* adalah 7,5 cm. Lapisan ini tidak berhubungan langsung dengan cuaca tetapi memerlukan stabilitas untuk memikul beban lalu lintas yang dilimpahkan melalui roda kendaraan.

4. Lapisan tanah dasar (*Subgrade*), atau lapis perata adalah lapisan tanah paling bawah yang berfungsi sebagai tempat perletakan lapis perkerasan dan mendukung konstruksi perkerasan jalan di atasnya.

Susunan konstruksi lapis perkerasan jalan dapat dilihat pada Gambar 3.1 (Sukirman, 2016) :



Gambar 3.1 Susunan Kontruksi Perkerasan Jalan Laston (Sukirman, 2016)

Pada gambar 3.1 terdapat susunan lapis perkerasan jalan AC, jenis lapisan perkerasan lentur tersebut tersusun sesuai fungsinya. Hal ini berguna agar perkerasan jalan yang dibangun mampu melayani lalu lintas dengan campuran beraspal yang memenuhi persyaratan berdasarkan jenis lapisan perkerasan.

3.5.1 Karakteristik Beton Aspal

Beton aspal harus memiliki karakteristik atau sifat campuran yang harus sesuai dengan spesifikasi, hal ini berguna agar kinerja beton aspal dapat mengatasi permasalahan kerusakan akibat lalu lintas. Menurut Sukirman (2016) ada tujuh karakteristik campuran yang harus dimiliki oleh beton aspal antara lain sebagai berikut :

1. Stabilitas adalah kemampuan perkerasan jalan menerima beban lalu lintas tanpa terjadi perubahan bentuk tetap seperti gelombang, alur, dan *bleeding* (naiknya aspal kepermukaan jalan).

2. Durabilitas (keawetan) adalah kemampuan beton aspal menerima repetisi beban lalu lintas seperti berat kendaraan, gesekan antara roda kendaraan dan permukaan jalan, serta menahan keausan akibat pengaruh cuaca dan iklim, seperti udara, air, atau perubahan temperatur.
3. Fleksibilitas (kelenturan) adalah kemampuan beton aspal untuk menyesuaikan diri akibat penurunan fondasi atau tanah dasar (konsolidasi atau *settlement*), tanpa terjadi retak.
4. *Skid Resistance* (kekesatan permukaan atau ketahanan geser) adalah kemampuan permukaan beton aspal memberikan gaya gesek pada roda kendaraan sehingga kendaraan tidak tergelincir ataupun slip terutama pada kondisi basah.
5. *Fatigue Resistance* (ketahanan terhadap kelelahan) adalah kemampuan beton aspal menerima lendutan berulang akibat repetisi beban lalu lintas, tanpa terjadinya kelelahan berupa alur dan atau retak.
6. Impermeabilitas (kedap air) adalah kemampuan beton aspal untuk tidak dapat dimasuki air ataupun udara ke dalam lapisan beton aspal.
7. *Workability* (mudah dilaksanakan) adalah kemampuan beton aspal untuk mudah dihamparkan dan dipadatkan. Faktor yang mempengaruhi tingkat kemudahan dalam proses penghamparan dan pemadatan adalah viskositas aspal, kepekaan aspal terhadap perubahan temperatur, dan gradasi serta kondisi agregat.

3.6 Beton Aspal Campuran Panas (*Laston Binder Course*)

Salah satu konstruksi lapis aspal beton yang dikaji dalam penelitian ini adalah *asphalt concrete binder course (AC - BC)*. Pembuatan *laston binder course* bertujuan untuk mendapatkan suatu lapisan permukaan antara pada perkerasan jalan raya yang mampu memberikan sumbangan daya dukung yang terukur serta berfungsi sebagai lapisan kedap air yang dapat melindungi konstruksi dibawahnya. Sebagai lapisan permukaan antara, lapis aspal beton harus dapat memberikan kenyamanan dan keamanan yang tinggi.

Beton aspal untuk lapisan pengikat (*binder course*) adalah lapisan perkerasan yang terletak di bawah lapisan aus. Tidak berhubungan langsung dengan cuaca, tetapi perlu memiliki stabilitas untuk memikul beban lalu lintas yang dilimpahkan melalui roda kendaraan. Dalam spesifikasi umum bina marga 2010 (revisi 3) ketentuan untuk ukuran agregat maksimum *AC - BC* adalah 25,4 mm dengan tebal nominal minimum *AC - BC* adalah 6,0 cm.

Bahan yang digunakan untuk membentuk campuran (*AC - BC*) yaitu agregat, aspal, dan *filler*. Setiap bahan campuran harus bermutu tinggi dan sesuai dengan persyaratan yang telah ditetapkan. Berikut penjelasan masing - masing bahan campuran beraspal *AC - BC*.

3.6.1 Agregat

Agregat didefinisikan secara umum sebagai formasi kulit bumi yang keras dan padat (Sukirman, 2016). Agregat merupakan komponen utama dari struktur perkerasan jalan. Kualitas perkerasan jalan ditentukan dari sifat agregat dan hasil pencampuran agregat dengan material lain. Menurut Spesifikasi Umum Bina Marga 2010 (Revisi 3) agregat yang digunakan haruslah memenuhi :

1. Penyerapan air oleh agregat maksimum 3 %.
2. Berat jenis *bulk* agregat kasar perbedaannya tidak boleh lebih dari 0,2.
3. Sifat dan gradasi agregat seperti yang ditetapkan di dalam spesifikasi pekerjaan jalan.

Kualitas agregat yang akan digunakan sebagai bahan perkerasan jalan ditentukan oleh (Spesifikasi Umum Bina Marga 2010, Revisi 3):

1. Ukuran dan Gradasi Agregat (*size and grading*)

Gradasi adalah susunan butir agregat yang sesuai ukurannya. Dalam pelaksanaannya pemilihan ukuran dan gradasi agregat bertujuan antara lain :

- a. Ukuran agregat mempunyai hubungan dengan pelaksanaan tebal, penyebaran atau penghamparan, dan tebal padat.
- b. Gradasi mempunyai hubungan dalam pelaksanaan pemadatan yaitu kestabilan lapisan dan kecepatan waktu pemadatan.

Agregat di golongan berdasarkan gradasi antara lain sebagai berikut :

- a. Agregat bergradasi rapat atau menerus.
- b. Agregat bergradasi terbuka atau celah.
- c. Agregat bergradasi seragam.

Berdasarkan ukuran agregat dibedakan antara lain sebagai berikut :

- a. Agregat kasar (*coarse agregat*).
- b. Agregat sedang (*medium agregat*).
- c. Agregat halus (*fine agregat*) terdiri dari abu (*dust*) dan pasir(*sand*).

2. Daya Tahan Agregat

Daya tahan agregat merupakan ketahanan agregat terhadap adanya penurunan mutu akibat proses mekanis dan kimiawi. Agregat dapat mengalami gradasi, yaitu perubahan gradasi akibat pecahnya butir - butir agregat. Pada pengerjaan perkerasan jalan, agregat akan mengalami proses tambahan, seperti tambahan akibat pengikisan cuaca, ketika pencampuran dan gaya pada waktu penghamparan dan pemadatan. Demikian agregat akan mengalami pengausan setelah jalan tersebut dikerjakan, pukulan roda kendaraan berupa getaran-getaran, maka dari itu agregat mempunyai daya tahan yang cukup terhadap pemecahan, penurunan mutu, dan penghancuran. Agregat yang akan ditempatkan pada permukaan jalan atau dekat permukaan perkerasan memerlukan kekerasan yang lebih besar dari batuan yang letaknya pada lapisan yang lebih bawah, dimana beban tersebut telah banyak kehilangan kekuatan. Ketahanan agregat terhadap pengaruh tersebut diatas dapat diukur atau ditentukan dengan percobaan “ *Los Angeles*”.

3. Bentuk Butiran

Pada konstruksi perkerasan jalan, bentuk butiran mempunyai beberapa pengaruh langsung atau tidak langsung antara lain sebagai berikut :

- a. Mempengaruhi cara pengerjaan campuran.
- b. Mempengaruhi terhadap kekuatan perkerasan jalan.
- c. Merubah kemampuan pemadatan dalam mencapai kepadatan (*density*) yang ditentukan.

4. Susunan Permukaan

Dalam perkerasan jalan, susunan permukaan masih mempunyai pengaruh terhadap cara pengerjaan masih mempunyai pengaruh terhadap cara pengerjaan dan kekuatan campuran perkerasan aspal, malahan kadang - kadang susunan permukaan seringkali dianggap lebih penting dari pada bentuk butiran. Susunan permukaan yang kasar mempunyai kecenderungan untuk menambah kekuatan campuran bila dibandingkan dengan permukaan yang licin tetapi mengatasi cara pengerjaan diperlukan tambahan aspal.

5. Penyerapan Aspal

Agregat yang berpori pada umumnya dapat mengabsorpsi sejumlah air, bilamana direndam agregat yang digunakan sedikit banyak harus berpori, agar supaya dapat mengabsorpsi aspal, sehingga berbentuk suatu ikatan mekanis antara film aspal dan butiran agregat. Pada pencampuran perkerasan, dimana agregat mempunyai pori yang berlebihan diperlukan tambahan ekstra aspal, untuk memenuhi daya absorpsi aspal oleh agregat. Agregat yang berpori banyak biasanya tidak dapat digunakan.

6. Kebersihan

Kebersihan agregat ditentukan dari banyaknya butir - butir halus yang lolos saringan No. 200, seperti adanya lempung ataupun adanya tumbuh - tumbuhan pada campuran agregat. Agregat yang banyak mengandung material yang lolos saringan No. 200, jika dipergunakan sebagai bahan campuran beton aspal, akan menghasilkan beton aspal yang berkualitas rendah. Hal ini disebabkan material halus bisa membungkus partikel agregat yang lebih kasar, sehingga ikatan antara agregat dan bahan pengikat yaitu aspal akan berkurang, dan berakibat mudah lepasnya ikatan antara aspal dan agregat.

Menurut Spesifikasi Umum Bina Marga 2010 (Revisi 3) Agregat yang digunakan dalam campuran aspal panas, untuk agregat kasar dan agregat halus harus memenuhi persyaratan pada Tabel 3.2, Tabel 3.3, Tabel 3.4 :

1. Agregat Kasar

Adapun ketentuan agregat kasar adalah sebagai berikut (Spesifikasi Umum 2010, Revisi 3) :

- a. Fraksi agregat kasar untuk rancangan campuran adalah yang tertahan ayakan No. 4 (4,75 mm) yang dilakukan secara basah dan harus bersih, keras, awet dan bebas dari lempung atau bahan yang tidak dikehendaki lainnya dan memenuhi ketentuan yang diberikan.
- b. Fraksi agregat kasar yang diperoleh dari mesin pemecah batu dan disiapkan dalam ukuran nominal sesuai dengan jenis campuran yang direncanakan.
- c. Agregat kasar harus mempunyai angularitas seperti disyaratkan. Angularitas agregat kasar didefinisikan sebagai persen terhadap berat agregat yang lebih besar dari 4,75 mm dengan muka bidang pecah satu atau lebih berdasarkan uji.
- d. Agregat kasar untuk latasir kelas A dan B boleh dari krikil bersih.
- e. Fraksi agregat kasar harus ditumpuk terpisah dan dipasok ke instalasi pencampuran aspal dengan menggunakan pemasok penampung dingin (*cold bin feeds*) sedemikian rupa sehingga gradasi gabungan agregat dapat dikendalikan dengan baik.

Ketentuan untuk agregat kasar dapat dilihat pada Tabel 3.2 :

Tabel 3.2 Ketentuan Agregat Kasar

Pengujian		Standar	Nilai	
Kekekalan bentuk agregat terhadap larutan	Natrium sulfat	SNI 3407:2008	Maks. 12%	
	Magnesium sulfat		Maks. 18%	
Abrasi dengan mesin Los Angeles ⁽¹⁾	Campuran AC Modifikasi	100 putaran	Maks. 6%	
		500 putaran	Maks. 30%	
	Semua jenis campuran aspal bergradasi lainnya	100 putaran	SNI 2417:2008	Maks. 8%
		500 putaran		Maks. 40%
Kelekatan agregat terhadap aspal		SNI 2439:2011	Min. 95%	
Butir pecah pada agregat kasar		SNI 7619:2012	95/90*)	
Partikel pipih dan lonjong		ASTM D4791 Perbandingan 1:5	Maks. 10%	
Material lolos ayakan No. 200		SNI 03-4142-1996	Maks. 2%	
Catatan :				
*) 95/90 menunjukkan bahwa 95 % agregat kasar mempunyai muka bidang pecah satu atau lebih dan 90 % agregat kasar mempunyai muka bidang pecah dua atau lebih.				

Sumber : Spesifikasi Umum Bina Marga 2010 (Revisi 3)

Fraksi agregat kasar yang diperoleh dari mesin pemecah batu dan disiapkan dalam ukuran nominal sesuai dengan jenis campuran yang direncanakan seperti laston *binder course* pada Tabel 3.3.

Tabel 3.3 Ukuran Nominal Agregat Kasar Penampung Dingin Campuran Aspal AC - BC

Jenis Campuran	Ukuran nominal agregat kasar penampung dingin (<i>cold bin</i>) minimum yang diperlukan (mm)		
	5 – 10	10 – 14	14 – 22
Laston Lapis Antara	Ya	Ya	Ya

Sumber : Spesifikasi Umum Bina Marga 2010 (Revisi 3)

Pada tabel 3.3 terlihat bahwa untuk laston *binder course* ukuran nominal agregat kasar penampung dingin dapat digunakan agregat dengan ukuran 5 mm – 22 mm.

2. Agregat Halus

Adapun ketentuan agregat halus adalah sebagai berikut (Spesifikasi Umum 2010, Revisi 3) :

- a. Agregat halus dari sumber bahan manapun, harus terdiri dari pasir atau hasil pengayakan batu yang diperoleh dari mesin pemecah batu dan terdiri dari bahan yang lolos ayakan No. 4 (4,75 mm).
- b. Fraksi agregat halus yang diperoleh dari mesin pemecah batu serta pasir harus ditempatkan terpisah dari agregat kasar.
- c. Agregat halus yang diperoleh dari mesin pemecah batu serta pasir harus ditumpuk terpisah dan harus dipasok ke instalasi pencampur aspal dengan menggunakan pemasok penampung dingin (*cold bin feeds*) yang terpisah sehingga gradasi gabungan dan persentase pasir didalam campuran dapat dikendalikan dengan baik.
- d. Pasir alam dapat digunakan dalam campuran AC sampai suatu batas yang tidak melampaui 15 % terhadap berat total campuran. Agregat halus harus merupakan bahan yang bersih, keras, bebas dari lempung atau bahan yang tidak dikehendaki lainnya. Batu pecah harus diperoleh dari batu yang

memenuhi ketentuan mutu. Untuk memperoleh agregat halus yang memenuhi ketentuan diatas :

- (i). Bahan baku untuk agregat halus dicuci terlebih dahulu secara mekanis sebelum dimasukkan kedalam mesin pemecah batu.
- (ii). Digunakan *scalping screen* dengan proses berikut ini :
 - a. Fraksi agregat halus yang diperoleh dari hasil mesin pemecah batu tahap pertama (*primary crusher*) tidak boleh langsung digunakan.
 - b. Agregat yang diperoleh dari hasil mesin pemecah batu tahap pertama (*primary crusher*) harus dipisahkan dengan *vibro scalping screen* yang dipasang di antara *primary crusher* dan *secondary crusher*.
 - c. Material tertahan *vibro scalping screen* akan dipecahkan oleh *secondary crusher*, hasil pengayakannya dapat digunakan sebagai agregat halus.
 - d. Material lolos *vibro scalping screen* hanya boleh digunakan sebagai komponen material lapis pondasi agregat.

Batu pecah halus harus diperoleh dari batu yang memenuhi ketentuan mutu dalam Sub bab 3.6.1 dan pada Tabel 3.4.

Tabel 3.4 Ketentuan Agregat Halus

Pengujian	Standar	Nilai
Nilai setara pasir	SNI 03-4428-1997	Min. 60%
Angularitas dengan Uji Kadar Rongga	SNI 03-6877-2002	Min. 45%
Gumpalan Lempung dan Butir-butir Mudah Pecah dalam Agregat	SNI 03-4141-1996	Maks. 1%
Agregat lolos ayakan No. 200	SNI ASMC117 : 2012	Maks. 10%

Sumber : Spesifikasi Umum Bina Marga 2010 (Revisi 3)

Pada tabel 3.4 terlihat beberapa pengujian yang harus dilakukan untuk mendapatkan persyaratan ketentuan agregat halus berdasarkan standar sesuai nilai maksimum dan minimum hasil pengujian agregat halus.

3.6.2 Filler

Adapun ketentuan bahan pengisi (*filler*) adalah sebagai berikut (Spesifikasi Umum Bina Marga 2010, Revisi 3) :

- a. Bahan pengisi yang ditambahkan (*Filler added*) terdiri atas debu batu kapur (*limestone dust, Calcium Carbonate, CaCO₃*) atau debu kapur padam yang sesuai dengan ASSHTO M303 – 89 (2006), semen atau mineral yang berasal dari asbuton. Jika digunakan aspal modifikasi dari asbuton yang diproses maka bahan pengisi yang ditambahkan (*Filler added*) sudah memperhitungkan kadar *filler* yang terkandung dalam asbuton tersebut.
- b. Bahan pengisi yang ditambahkan harus kering dan bebas dari gumpalan – gumpalan dan bila diuji dengan pengayakan sesuai SNI ASTM C136 : 2012 harus mengandung bahan yang lolos ayakan No. 200 (= 0,075 mm) tidak kurang dari 75 % terhadap beratnya kecuali mineral asbuton dan bahan yang lolos ayakan No. 30 (= 0,6 mm) mempunyai sifat non plastis. Mineral asbuton harus mengandung bahan yang lolos ayakan No. 100 (150 mm) tidak kurang dari 95 % terhadap beratnya.
- c. Bilamana kapur tidak terhidrasi atau terhidrasi sebagian, tidak digunakan sebagai bahan pengisi. Kapur yang seluruhnya terhidrasi yang dihasilkan dari pabrik dan semen yang memenuhi persyaratan, dapat digunakan maksimum 2 % terhadap berat total agregat.
- d. Semua campuran beraspal harus mengandung bahan pengisi yang ditambahkan (*filler added*) minimal 1 % dari berat total agregat.

3.6.3 Gradasi Campuran Agregat Laston Binder Course

Gradasi agregat adalah susunan butir agregat sesuai ukurannya, merupakan sifat yang sangat luas pengaruhnya terhadap kualitas perkerasan secara keseluruhan (Sukirman, 2016). Gradasi agregat menentukan besarnya rongga yang mungkin terjadi dalam agregat campuran. Agregat campuran yang terdiri dari agregat berukuran sama akan berongga banyak, karena agregat berukuran lebih kecil yang dapat mengisi rongga yang terjadi diantara butir yang lebih besar. Sebaliknya, jika campuran agregat terdistribusi dari agregat berukuran besar

sampai kecil secara merata, maka rongga yang terjadi lebih sedikit. Hal ini disebabkan karena rongga yang terbentuk oleh susunan butir agregat berukuran besar akan diisi oleh butir agregat berukuran lebih kecil.

Gradasi agregat dapat dikelompokkan kedalam agregat baik dan agregat bergradasi buruk. Agregat bergradasi baik adalah agregat yang ukuran butirnya terdistribusi merata dalam satu rentang ukuran butir. Agregat bergradasi baik disebut pula agregat bergradasi rapat. Campuran agregat bergradasi baik mempunyai rongga sedikit, mudah dipadatkan, dan mempunyai stabilitas tinggi. Berdasarkan ukuran butir agregat yang dominan, maka agregat bergradasi baik dibedakan atas (Spesifikasi Umum Bina Marga 2010, Revisi 3):

1. Agregat bergradasi kasar adalah agregat bergradasi baik yang mempunyai susunan ukuran menerus dari kasar sampai halus, tetapi dominan berukuran agregat kasar.
2. Agregat bergradasi halus adalah agregat bergradasi baik yang mempunyai susunan ukuran menerus dari kasar sampai halus, tetapi dominan berukuran agregat halus.

Agregat bergradasi buruk tidak memenuhi persyaratan gradasi baik. Terdapat berbagai macam nama gradasi agregat yang dapat dikelompokkan kedalam agregat bergradasi buruk seperti (Spesifikasi Umum Bina Marga 2010, Revisi 3) :

1. Agregat bergradasi seragam adalah agregat yang hanya terdistribusi dari butir - butir agregat berukuran sama atau hampir sama. Agregat ini mempunyai rongga antar butir yang cukup besar, sehingga sering dinamakan agregat bergradasi terbuka.
2. Agregat bergradasi terbuka adalah agregat yang distribusi ukuran butirnya sedemikian rupa sehingga rongga – rongganya tidak terisi dengan baik.
3. Agregat bergradasi senjang adalah agregat yang distribusi ukuran butirnya tidak menerus atau bagian ukuran yang tidak ada jarak hanya sedikit sekali.

Gradasi agregat merupakan sifat agregat yang dapat dibentuk untuk mencapai persyaratan yang diinginkan. Perbaikan dilaksanakan dengan metode pencampuran. Jika agregat yang tersedia terlalu kasar, maka dicampur dengan

agregat yang lebih halus, demikian sebaliknya. Penentuan komposisi dari masing – masing fraksi agregat untuk mendapatkan agregat yang sesuai dengan gradasi yang diinginkan. Ukuran maksimum butir agregat dapat dinyatakan dengan menggunakan (Spesifikasi Umum Bina Marga 2010, Revisi 3) :

1. Ukuran maksimum agregat, yaitu menunjukkan ayakan terkecil dimana agregat yang lolos ayakan tersebut sebanyak 100 %.
2. Ukuran nominal maksimum agregat, menunjukkan ukuran ayakan terbesar dimana agregat yang tertahan ayakan tersebut sebanyak tidak lebih 10 % dan ukuran maksimum agregat adalah satu ayakan lebih kasar dari ukuran nominal maksimum.

Spesifikasi gradasi agregat gabungan *binder course* untuk laston dapat dilihat pada Tabel 3.5 (Spesifikasi Umum Bina Marga 2010, Revisi 3) :

Tabel 3.5 Spesifikasi Gradasi Agregat Gabungan untuk Laston *Binder Course*

Ukuran Ayakan (mm)		% Berat yang lolos terhadap total agregat dalam campuran
No.	Bukaan (mm)	Laston (AC – BC)
1½”	37,5	-
1”	25	100
¾”	19	90 – 100
½”	12,5	75 – 90
3/8”	9,5	66 – 82
No. 4	4,7	46 – 64
No. 8	2,36	30 – 49
No. 16	1,18	18 – 38
No. 30	0,600	12 – 28
No. 50	0,300	7 – 20

Tabel 3.5 Spesifikasi Gradasi Agregat Gabungan untuk Laston *Binder Course* (Lanjutan)

Ukuran Ayakan (mm)		% Berat yang lolos terhadap total agregat dalam campuran
No.	Bukaan (mm)	Laston (AC – BC)
No. 100	0,150	5 – 13
No. 200	0,075	4 – 8

Sumber : Spesifikasi Umum Bina Marga 2010 (Revisi 3)

Gradasi agregat gabungan untuk campuran aspal ditunjukkan dalam persen terhadap berat agregat dan bahan pengisi, serta rancangan dan perbandingan campuran untuk gradasi agregat gabungan harus mempunyai jarak dan memenuhi spesifikasi.

3.6.4 Aspal

Aspal merupakan material utama untuk konstruksi lapisan perkerasan lentur jalan raya yang berfungsi sebagai campuran bahan pengikat agregat, karena mempunyai daya lengket yang kuat, kedap air serta mudah dikerjakan. Aspal mempunyai sifat plastis yang dengan kelenturannya mudah diawasi untuk dicampur dengan agregat. Lebih jauh lagi, aspal merupakan benda padat atau semi padat, tetapi aspal akan mudah dicairkan dengan cara dipanaskan, atau dilakukan pencampuran dengan pengencer petroleum dengan berbagai kekentalan atau dengan membuat emulsi bahan alam yang terkandung dalam hampir setiap minyak bumi yang diperoleh sebagai hasil penyulingan.

Secara umum, jenis aspal dapat diklasifikasikan berdasarkan asal dan proses pembentukannya sebagai berikut (Sukirman, 2016) :

1. Aspal Alam

Aspal alam terbentuk perlahan – lahan dari fraksionasi alami minyak bumi di dekat minyak bumi. Aspal alam terdapat di alam biasanya dalam bentuk batuan sehingga biasa disebut batuan aspal. Aspal alam disebabkan adanya pengaruh tektonik terhadap minyak bumi yang diduga semula terkandung dalam batuan induk kemudian bermigrasi melalui dasar dan mengimpregnasi batuan sekitarnya,

yaitu batu gamping dan batu pasir. Material aspal membentuk suatu danau yang mengisi pori-pori, celah batuan, atau deposit yang mengandung campuran aspal alam dan bahan mineral dalam berbagai porsi.

2. Aspal Buatan / Minyak

Sumber aspal ini berasal dari kilang minyak (*refinery bitumen*). Aspal yang dihasilkan dari industri kilang minyak mentah (*crude oil*) dikenal sebagai *residual bitumen*, *straight bitumen* atau *steam refined bitumen*. Istilah *refinery bitumen* merupakan nama yang tepat dan umum digunakan.

Aspal yang dihasilkan dari minyak mentah yang diperoleh melalui proses *destilasi* minyak bumi. Proses penyulingan dilakukan dengan pemanasan hingga 350 °C di bawah tekanan atmosfer untuk memisahkan fraksi – fraksi minyak seperti gas *oline* (bensin), *kerosene* (minyak tanah), dan gas *oil*.

Hasil destilasi minyak bumi menghasilkan bensin, minyak tanah, dan solar yang diperoleh pada temperatur berbeda – beda, sedangkan aspal merupakan residunya. Residu aspal berbentuk padat, tetapi dapat pula berbentuk cair atau emulsi pada temperatur ruang, maka aspal dibedakan atas beberapa bagian yaitu :

a. Aspal padat adalah aspal yang berbentuk padat atau semi padat pada suhu ruang dan mencair jika dipanaskan. Aspal padat dikenal dengan nama semen aspal (*asphalt cement*). Oleh karena itu, semen aspal harus dipanaskan terlebih dahulu sebelum digunakan sebagai bahan pengikat agregat. Aspal keras dapat digunakan untuk bahan pembuatan AC, aspal yang digunakan dapat berupa aspal keras penetrasi 60 atau penetrasi 80 yang memenuhi persyaratan. Jenis – jenis aspal padat yaitu :

- (i). Aspal penetrasi rendah 40 / 55, digunakan untuk kasus : jalan dengan volume lalu lintas tinggi, dan daerah dengan cuaca iklim panas.
- (ii). Aspal penetrasi rendah 60 / 70, digunakan untuk kasus : jalan dengan volume lalu lintas sedang atau tinggi, dan daerah dengan cuaca iklim panas.
- (iii). Aspal penetrasi tinggi 80 / 100, digunakan untuk kasus : jalan dengan volume lalu lintas sedang / rendah, dan daerah dengan cuaca iklim dingin.

- (iv). Aspal penetrasi tinggi 100 / 110, digunakan untuk kasus : jalan dengan volume lalu lintas rendah, dan daerah dengan cuaca iklim dingin.
- b. Aspal cair (*asphalt cut – back*) yaitu aspal yang berbentuk cair pada suhu ruang. Aspal cair merupakan semen aspal yang dicairkan dengan bahan pencair dari hasil penyulingan minyak bumi seperti minyak tanah, bensin, solar. Bahan pencair membedakan aspal cair menjadi tiga bagian, yaitu *slow curing* dengan bahan pencair solar, *medium curing* dengan bahan pencair minyak tanah, dan *rapid curing* dengan bahan pencair bensin. Aspal cair digunakan untuk keperluan lapis resap pengikat (*prime coat*), digunakan aspal cair jenis MC - 30, MC - 70, MC - 250 atau aspal emulsi jenis CMS, MS. Untuk keperluan lapis pengikat (*tack coat*), digunakan aspal cair jenis RC - 70, RC - 250 atau aspal emulsi jenis CRS, RS.
- c. Aspal emulsi, yaitu campuran aspal keras (55 % - 65 %) dengan air (35 % - 45 %) dan bahan pengemulsi 1 % sampai 2 % yang dilakukan di pabrik pencampur. Sehingga diperoleh partikel aspal yang bermuatan positif (kationik), negatif (anionik) atau tidak bermuatan listrik (nonionik). Jenis – jenis aspal emulsi yaitu :
- (i). Aspal emulsi anionik, aspal cair yang dihasilkan dengan cara mendispersikan aspal keras ke dalam air atau sebaliknya dengan bantuan bahan pengemulsi anionik sehingga partikel – partikel aspal bermuatan ion negatif.
 - (ii). Aspal emulsi anionik mengikat cepat (*rapid settingan, RS*), aspal emulsi bermuatan negatif yang aspalnya mengikat agregat secara cepat setelah kontak dengan agregat.
 - (iii). Aspal emulsi bermuatan negatif yang aspalnya mengikat agregat secara lebih cepat setelah kontak dengan agregat. Meliputi QS - 1h (*quick setting-1*) : mengikat lebih cepat-1 keras (pen 40 - 90).
 - (iv). Aspal emulsi jenis mantap sedang, aspal emulsi yang butir - butir aspalnya bermuatan listrik positif.
 - (v). aspal emulsi kationik, aspal cair yang dihasilkan dengan cara mendispersikan aspal keras ke dalam air atau sebaliknya dengan

bantuan bahan pengemulsi jenis kationik sehingga partikel - partikel aspal bermuatan ion – positif.

- (vi). Aspal emulsi kationik mengikat cepat (*CRS*), aspal emulsi bermuatan positif yang aspalnya memisah dari air secara cepat setelah kontak dengan agregat.
- (vii). Aspal emulsi kationik mengikat lambat (*CSS*), aspal emulsi bermuatan positif yang aspalnya memisah dari air secara lambat setelah kontak dengan agregat.
- (viii). Aspal emulsi kationik mengikat lebih cepat (*CQS*), aspal emulsi bermuatan positif yang aspalnya memisah dari air secara lebih cepat setelah kontak dengan agregat.
- (ix). Aspal emulsi kationik mengikat sedang (*CMS*), aspal emulsi bermuatan positif yang aspalnya memisah dari air secara sedang setelah kontak dengan agregat.
- (x). Aspal emulsi mantap cepat (*cationic rapid setting – CRS*), aspal emulsi kationik yang partikel aspalnya memisah cepat dari air setelah kontak dengan agregat.
- (xi). Aspal emulsi mantap cepat (*cationic rapid setting, CRS*), aspal emulsi kationik yang partikel aspalnya memisah cepat dari air setelah kontak dengan agregat aspal emulsi jenis kationik yang partikel aspalnya memisah dengan cepat dari air setelah kontak dengan udara.
- (xii). Ter merupakan aspal dengan kandungan bitumen 50 % dari bahan organik seperti batu bara dan kayu.

Aspal emulsi ini lebih cair daripada aspal cair. Dimana dalam aspal emulsi, butir – butir aspal larut dalam air. Untuk menghindari butiran aspal saling menarik membentuk butir – butir yang lebih besar, maka butiran tersebut diberi muatan listrik.

Aspal yang digunakan pada konstruksi perkerasan jalan mempunyai fungsi sebagai berikut (Sukirman, 2016) :

1. Untuk mengikat batuan agar tidak lepas dari permukaan jalan akibat lalu lintas (*water proofing, protect* terhadap erosi).

2. Sebagai bahan pelapis dan perekat agregat.
3. Lapis resap pengikat (*prime coat*) adalah lapisan tipis aspal cair yang diletakkan di atas lapis pondasi sebelum lapis berikutnya.
4. Lapis pengikat (*tack coat*) adalah lapis aspal cair yang diletakkan di atas jalan yang telah beraspal sebelum lapis berikutnya dihampar, berfungsi pengikat di antara keduanya.
5. Sebagai pengisi ruang yang kosong antara agregat kasar, agregat halus, dan *filler*.

Dengan fungsi yang demikian, berarti aspal haruslah mempunyai sifat yang baik. Adapun sifat - sifat aspal adalah sebagai berikut (Sukirman, 2016) :

1. Daya Tahan (*durability*)

Daya tahan aspal merupakan kemampuan beton aspal untuk mempertahankan sifat aslinya akibat pengaruh cuaca selama masa pelayanan jalan. Sifat ini merupakan sifat campuran aspal, tergantung agregatnya, campuran agregat dengan aspal serta pelaksanaannya.

2. Adhesi Dan Kohesi

Adhesi adalah kemampuan aspal untuk mengikat agregat sehingga menghasilkan ikatan yang baik antara agregat dengan aspal, sedangkan kohesi adalah kemampuan aspal untuk mempertahankan agregat tetap ditempatnya setelah terjadi peningkatan.

3. Kepekaan Terhadap Temperatur

Karena bersifat termoplastis, maka aspal akan menjadi cair jika dipanaskan dan akan kental atau keras jika temperaturnya diturunkan.

4. Kekerasan Aspal

Proses pencampuran aspal dengan agregat atau pada saat aspal panas disiramkan kepermukaan agregat yang telah dipersiapkan pada proses peleburan, dilakukan pada temperatur yang cukup tinggi. Pada saat pelaksanaan akan terjadi oksidasi yang menyebabkan aspal menjadi getas dan akhirnya akan rapuh. Peristiwa perapuhan berlangsung setelah masa pelaksanaan selesai. Semakin tipis lapisan aspal, semakin besar tingkat kerapuhan.

5. Berat Jenis Aspal

Adapun berat jenis aspal bervariasi antara 0,95 - 1,05 gr/cc.

Menurut Sukirman (2016) aspal adalah material yang pada temperatur ruang berbentuk padat sampai agak padat, dan bersifat termoplastis. Jadi, aspal akan mencair jika dipanaskan sampai temperatur tertentu, dan kembali membeku jika temperatur turun. Aspal sebagai bahan hidrokarbon yang bersifat melekat, berwarna hitam kecoklatan, tahan terhadap air, dan visioelastis. Sifat inilah yang digunakan dalam proses konstruksi perkerasan jalan. Adapun ketentuan bahan pengikat (aspal) adalah sebagai berikut (Spesifikasi Umum Bina Marga 2010, Revisi 3) :

- a. Bahan pengikat ini dicampur dengan agregat sehingga menghasilkan campuran beraspal sesuai dengan yang disyaratkan.
- b. Contoh bahan aspal harus diekstraksikan dari benda uji sesuai dengan SNI 03 – 3640 – 1994 (metoda soklet) atau SNI 03 – 6894 – 2002 (metoda sentrifitus) atau AASHTO T 164 - 06 (metoda tungku pengapian). Jika metoda sentrifitus digunakan, setelah konsentrasi larutan aspal yang terekstraksi mencapai 200 mm, partikel mineral yang terkandung harus dipindah kedalam suatu alat sentrifugal. Pemindahan ini dianggap memenuhi bilamana kadar abu dalam bahan aspal yang diperoleh kembali tidak melebihi 1 % (dengan pengapian). Jika bahan aspal diperlukan untuk pengujian lebih lanjut maka bahan aspal itu harus diperoleh kembali dari larutan sesuai dengan prosedur SNI 03 – 6894 – 2002.
- c. Aspal tipe I dan tipe II harus diuji pada setiap kedatangan dan sebelum dituangkan ketangki penyimpanan AMP untuk penetrasi 25⁰C (SNI 06 – 2456 – 1991), tipe II juga harus diuji untuk stabilitas penyimpanan sesuai dengan ASTM D5976, dapat di tempatkan dalam tangki sementara sampai hasil pengujian tersebut diketahui. Tidak ada aspal yang boleh digunakan sampai aspal tersebut telah diuji.

Aspal yang digunakan untuk campuran beraspal Laston padat *binder course* (AC - BC) adalah aspal Pen. 60/70, yang dikenal sebagai aspal tipe I.

spesifikasi untuk aspal tipe I seperti pada Tabel 3.6 (Spesifikasi Umum Bina Marga 2010, Revisi 3).

Tabel 3.6 Ketentuan untuk Aspal Keras Laston Tipe I Aspal Pen. 60 – 70

Jenis Pengujian	Metode Pengujian	Tipe I Aspal Pen. 60–70
Penetrasi pada 25 ⁰ C (0,1 mm)	SNI 06-2456-1991	60 – 70
Viskositas Dinamis 60°C (Pa.S)	SNI 06-6441-2000	160 – 240
Viskositas Kinematis 135°C (eSt)	SNI 06-6441-2000	≥ 300
Titik Lembek (°C)	SNI 2434:2011	≥ 48
Daktilitas pada 25°C, (cm)	SNI 2432:2011	≥ 100
Titik Nyala (°C)	SNI 2433:2011	≥ 232
Kelarutan dalam Trichloroethylene (%)	AASHTO T44-03	≥ 99
Berat Jenis	SNI 2441:2011	≥ 1,0
Pengujian Residu Hasil TFOT (SNI-06-2440-1991) atau RTFOT (SNI-03-6835-2002) :		
Berat yang Hilang (%)	SNI 06-2441-1991	≤ 0,8
Viskositas Dinamis 60°C (Pa.s)	SNI 03-6441-2000	≤ 800
Penetrasi pada 25°C (%)	SNI 06-2456-1991	≥ 54
Daktilitas pada 25°C (cm)	SNI 2432:2011	≥ 100

Sumber : Spesifikasi Umum Bina Marga 2010 (Revisi 3)

Pada tabel 3.6 terdapat ketentuan untuk aspal keras laston tipe I aspal Pen. 60 – 70, terdapat beberapa pengujian aspal berdasarkan standar spesifikasi yang disyaratkan dalam rentang nilai maksimum dan minimum yang telah ditetapkan menjadi standar mutu aspal untuk laston *binder course*.

3.6.5 Sifat Campuran Laston

Laston harus memiliki sifat campuran yang memberikan nilai mutu tinggi, agar perkerasan lebih awet dan memberikan kenyamanan bagi lalu lintas. Menurut Spesifikasi Umum Bina Marga 2010 (Revisi 3), sifat campuran yang harus dimiliki oleh laston *binder course* (AC - BC), dapat dilihat pada Tabel 3.7 :

Tabel 3.7 Ketentuan Sifat - sifat Campuran Laston *Binder Course* (AC - BC)

Sifat-sifat Campuran		AC – BC
Jumlah tumbukan per bidang		75
Rasio partikel lolos ayakan 0,075 mm dengan kadar aspal efektif	Min.	1,0
	Maks.	1,4
Rongga dalam campuran (%) ⁽²⁾	Min.	3,0
	Maks.	5,0
Rongga dalam agregat (VMA) (%)	Min.	14
Rongga terisi aspal (%)	Min.	65
Stabilitas marshall (kg)	Min.	800
Pelelehan (mm)	Min.	2
	Maks.	4
Stabilitas marshall sisa (%) setelah perendaman selama 24 jam, 60 °C ⁽³⁾	Min.	90
Rongga dalam campuran (%) pada kepadatan membal (refusal) ⁽⁴⁾	Min.	2

Sumber : Spesifikasi Umum Bina Marga 2010 (Revisi 3)

Pada tabel 3.7 terdapat sifat – sifat campuran laston lapis antara (AC – BC), berdasarkan beberapa pengujian, dengan syarat minimum dan maksimum yang membatasi mutu campuran laston *binder course*.

3.7 Proses Pembuatan Campuran Aspal Panas (Laston *Binder Course*)

Pembuatan rancangan campuran aspal panas bertujuan untuk mendapatkan formula campuran dari material yang terdapat dilokasi sehingga menghasilkan campuran yang memenuhi spesifikasi dan bermutu. Campuran aspal panas merupakan perbandingan antara agregat dan aspal. Agregat dan aspal memiliki karakteristik yang berbeda, seperti yang terdapat dalam parameter marshall yaitu berat jenis, penyerapan agregat, gradasi, abrasi, penetrasi, daktilitas, viskositas, dan sebagainya.

Dalam merancang campuran beton aspal harus melalui 3 proses yaitu di *DMF* di laboratorium, *JMF* dan *trial mix* di *AMP*, serta dilanjutkan dengan

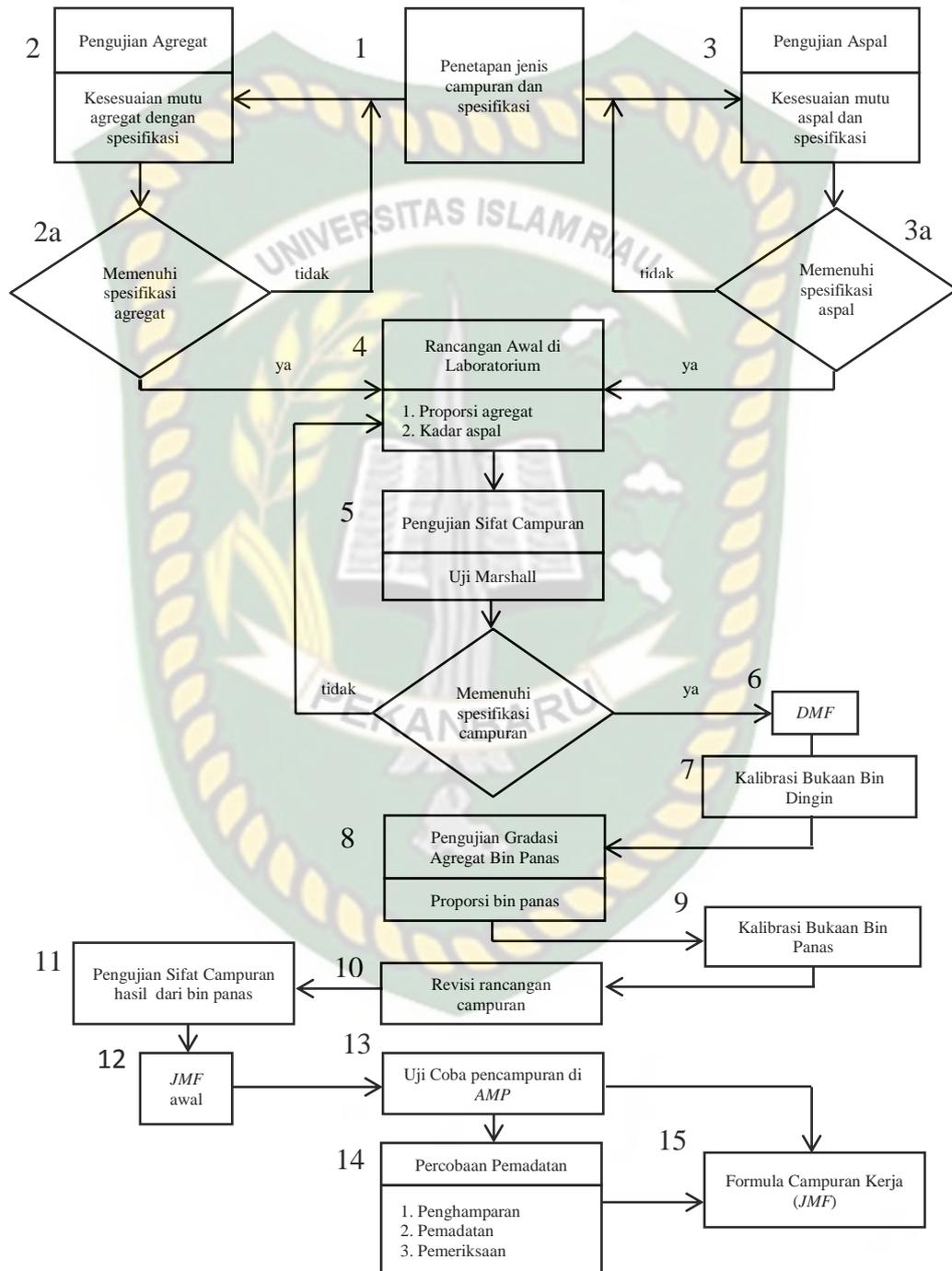
percobaan penghamparan dan pemadatan di lapangan. Metode rancangan campuran yang digunakan dalam penelitian ini yaitu dengan pengujian empiris menggunakan alat marshall.

Berikut proses pembuatan campuran aspal panas berawal dari *design mix formula*, *job mix formula*, dan *trial mix* serta pemadatan dilapangan. Sehingga menghasilkan campuran aspal beton yang bermutu dan sesuai Spesifikasi Umum Bina Marga 2010 (Revisi 3) yang ditetapkan menjadi campuran laston untuk suatu pekerjaan jalan (Sukirman, 2016) :

1. Penetapan jenis campuran perkerasan yang akan diproduksi dan spesifikasinya.
2. Menguji sifat agregat, apakah memenuhi spesifikasi ataukah tidak. Jika agregat dapat digunakan, maka proses dilanjutkan ke langkah 4.
3. Menguji sifat aspal, apakah memenuhi spesifikasi ataukah tidak. Jika aspal dapat digunakan, maka proses dilanjutkan ke langkah 4.
4. Merancang proporsi campuran fraksi agregat berdasarkan gradasi rencana. Berdasarkan gradasi agregat campuran sebagai hasil rancangan proporsi fraksi agregat dihitung kadar aspal acuan.
5. Membuat benda uji untuk diuji sifat campurannya dan menentukan kadar aspal optimum campuran.
6. Memperoleh *DMF* jika hasil sifat pengujian campuran memenuhi spesifikasi campuran yang selanjutnya menjadi dasar pekerjaan di *AMP*.
7. Melakukan kalibrasi bukaan bin dingin, dan dengan menggunakan grafik kalibrasi bin dingin mengatur bukaan penampung bin dingin sesuai proporsi agregat pada *DMF*.
8. Melakukan uji coba bukaan bin dingin, dan mengambil benda uji dari masing - masing penampung bin panas untuk diuji gradasinya. Berdasarkan gradasi masing - masing penampung bin panas dilakukan rancangan proporsi agregat setiap penampung bin panas untuk mendapatkan gradasi agregat campuran sesuai spesifikasi.

9. Melakukan kalibrasi bukaan bin panas, dan dengan menggunakan grafik kalibrasi bin panas menentukan berat agregat untuk masing - masing bagian penampung bin panas berdasarkan hasil langkah 8.
10. Melakukan revisi proporsi penampung bin panas (jika dibutuhkan) yang berdasarkan hasil pekerjaan sampai dengan langkah 9.
11. Menguji sifat campuran beton aspal hasil dari rancangan sampai dengan langkah ke - 10 dengan menggunakan :
 - a. Bukaan bin dingin berdasarkan proporsi fraksi agregat di bin dingin.
 - b. Bukaan bin panas atau berat agregat di setiap penampung bin panas berdasarkan proporsi agregat di bin panas.
 - c. Kadar aspal optimum.
 - d. Persentase bahan tambah (jika ada).
12. Menetapkan *JMF* awal dari campuran berdasarkan hasil tahapan pekerjaan sampai dengan langkah ke - 11.
13. Melakukan uji coba produksi di *AMP (trial mix)* dengan menggunakan *JMF* awal. Benda uji diambil dari hasil pencampuran, dipadatkan, dan dilakukan uji marshall.
14. Melakukan uji coba dengan menghampar hasil produksi campuran pada langkah 13 di lapangan, dan dipadatkan. Hasil pemadatan diuji dengan mengambil benda uji inti dan melakukan ekstraksi benda uji.
15. *JMF* awal dari langkah 12 menjadi *JMF* definitif setelah dikoreksi berdasarkan hasil langkah 13 dan 14.

Berikut dapat dilihat bagan alir metode rancangan campuran beton aspal pada Gambar 3.2 (Sukirman, 2016) :



Gambar 3.2 Bagan Alir Metode Rancangan Campuran Beton Aspal (Sukirman, 2016)

Pada gambar 3.2 Menunjukkan bagan alir proses rancangan campuran beton aspal campuran panas, dimulai dari pengujian sifat bahan pembentuk beton aspal sampai ditetapkan menjadi *JMF* definitif.

3.7.1 *Design Mix Formula (DMF)*

DMF (rumusan campuran rancangan) yaitu serangkaian proses uji mutu agregat dan uji mutu aspal dilaboratorium dengan pengujian marshall, untuk mengetahui nilai standar mutu agregat dan mutu aspal yang menghasilkan proporsi campuran agregat dan kadar aspal optimum sebagai standar mutu campuran (Spesifikasi Umum Bina Marga 2010, Revisi 3).

DMF disetujui atau dianggap berlaku sementara sampai diperkuat oleh hasil percobaan pada instalasi pencampuran aspal dan percobaan penghamparan serta pemadatan lapangan. Dalam laston *DMF* harus memenuhi semua sifat - sifat bahan dalam Sub bab 3.6.1 – 3.6.4 dan sifat - sifat campuran sebagaimana disyaratkan dalam Sub bab 3.6.5 dan Tabel 3.7 (Spesifikasi Umum Bina Marga 2010, Revisi 3).

Menurut Spesifikasi Umum Bina Marga 2010 (Revisi 3) paling sedikit 30 hari sebelum dimulainya pekerjaan aspal dilapangan, pelaksana harus menyerahkan secara tertulis kepada Direksi Pekerjaan usulan *design mix formula AC – BC (DMF)*. Rumus yang diserahkan harus menentukan untuk campuran berikut ini :

1. Sumber - sumber agregat.
2. Ukuran nominal maksimum partikel.
3. Persentase setiap fraksi agregat yang cenderung akan digunakan penyedia jasa, pada penampung dingin maupun penampung panas.
4. Gradasi agregat gabungan yang memenuhi gradasi yang disyaratkan dalam Tabel 3.5.
5. Kadar aspal optimum dan efektif terhadap berat total campuran.
6. Rentang temperatur pencampuran aspal dengan agregat dan temperatur saat campuran beraspal dikeluarkan dari alat pengaduk (*mixer*).

Dalam tujuh hari setelah *DMF* diterima, direksi pekerjaan harus menyatakan bahwa, usulan tersebut yang memenuhi spesifikasi dan mengizinkan penyedia jasa untuk menyiapkan instalasi pencampur aspal dan penghamparan percobaan. Atau bilamana *DMF* yang diusulkan ditolak oleh direksi pekerjaan, maka penyedia jasa harus melakukan percobaan campuran tambahan dengan biaya sendiri untuk memperoleh suatu campuran rancangan yang memenuhi spesifikasi. Menurut direksi pekerjaan, menyarankan penyedia jasa untuk memodifikasi sebagian rumusan rancangannya atau mencoba agregat lainnya (Spesifikasi Umum Bina Marga 2010, Revisi 3).

Rancangan campuran di laboratorium meliputi langkah merancang proporsi campuran fraksi agregat berdasarkan gradasi rencana. Berdasarkan gradasi agregat campuran sebagai hasil rancangan proporsi fraksi agregat dihitung kadar aspal acuan. Membuat benda uji untuk diuji sifat campurannya dan menentukan kadar aspal optimum. Tahap ini dilaksanakan setelah pengujian kesesuaian agregat dan aspal terhadap spesifikasi bahan campuran dilaksanakan. Dalam penulisan ini menggunakan rancangan campuran berdasarkan metode *marshall test*. Prinsip dasar dari metode Marshall adalah pengujian stabilitas dan kelelahan (*flow*), serta analisis kepadatan dan rongga dalam campuran padat yang terbentuk. Dalam hal ini benda uji beton aspal padat dibuat berdasarkan gradasi rencana agregat campuran, sesuai spesifikasi campuran.

3.7.2 Job Mix Formula (JMF)

Setelah *DMF* disetujui dengan standar mutu yang telah ditetapkan memenuhi spesifikasi. Proses pembuatan campuran dilanjutkan dengan tahap kedua berupa *job mix formula (JMF)* yaitu proses pembuatan campuran di *AMP* dengan menggunakan hasil dari *DMF*.

Pada tahap ini dilakukan pencampuran *AC* dalam skala sebenarnya atau dalam jumlah besar dan juga sebagai kontrol campuran, akibat adanya perlakuan yang berbeda dari *DMF*. Pekerjaan pengaspalan yang permanen belum dapat dimulai sebelum diperoleh *JMF* yang disetujui oleh Direksi Pekerjaan. Bilamana telah disetujui maka *JMF* menjadi *JMF* definitif.

Pada tahap kedua terdapat 6 langkah kerja proses *JMF* (Sukirman, 2016) :

1. Kalibrasi bukaan bin dingin.
2. Pengujian gradasi agregat bin panas (Proporsi bin panas).
3. Kalibrasi bukaan bin panas.
4. Revisi rancangan campuran.
5. Pengujian sifat campuran hasil dari bin panas.
6. *JMF* awal.

3.7.3 *Trial Mix* (Uji Coba Proporsi Campuran)

Percobaan produksi campuran dilakukan di unit pencampuran aspal atau dikenal dengan *asphalt mixing plant* (Spesifikasi Umum Bina Marga 2010, Revisi 3) merupakan langkah ketiga dari proses pembuatan campuran beraspal. Uji coba produksi campuran di *AMP* (*trial mix*), yaitu suatu uji coba lapangan dari hasil *JMF* yang didapat, untuk di *trial mix* atau uji coba produksi campuran di *AMP*, kemudian dihamparkan dan dipadatkan dilapangan (Sukirman, 2016).

Percobaan pencampuran di *AMP* adalah untuk mengetahui kinerja *AMP*. Hal yang perlu diperhatikan pada saat proses pencampuran adalah lamanya waktu pencampuran, karena apabila durasinya bertambah, maka akan menyebabkan derajat penuaan aspal (oksidasi) bertambah.

Percobaan campuran beraspal diuji dengan metode marshall dilaboratorium. Hasil pengujian dibandingkan antara rancangan campuran (*DMF*), pekerjaan campuran (*JMF*), dan campuran percobaan produksi (*trial mix*).

Pada tahap ketiga terdapat 2 langkah kerja proses *trial mix* (Sukirman, 2016) :

1. Uji coba pencampuran di *AMP*.
2. Percobaan pemadatan (penghamparan, pemadatan, dan pemeriksaan).

3.7.4 Rancangan Campuran Beton Aspal di Laboratorium

Dalam merancang campuran beton aspal, hal yang pertama kali harus dilakukan adalah pemeriksaan sifat fisik agregat dan aspal berdasarkan persyaratan dalam spesifikasi pekerjaan. Menurut Sukirman (2016) langkah - langkah merancang campuran dengan metode marshall adalah sebagai berikut :

1. Memilih gradasi rencana agregat campuran sesuai dengan spesifikasi campuran pekerjaan.
2. Merancang proporsi masing - masing fraksi agregat yang tersedia untuk mendapatkan agregat campuran sesuai dengan gradasi rencana. Berdasarkan berat jenis masing - masing fraksi agregat dan proporsi rancangan ditentukan berat jenis agregat campuran.

Rancangan proporsi agregat campuran adalah penetapan nilai a, b, c dari fraksi agregat yang akan dicampur sehingga menghasilkan agregat campuran sesuai spesifikasi. Berikut adalah rumus rancangan agregat campuran dengan metode analitis.

Rumus 3.1 adalah rumus dasar dari proses mencampur dua, tiga atau lebih fraksi agregat.

$$P = aA + bB + cC \quad (3.1)$$

$$(a + b + c) = 1 \text{ atau } 100 \%$$

Dimana :

P = Persen lolos ayakan dengan bukaan d mm, sesuai gradasi rencana.

A = Persen lolos ayakan fraksi agregat A untuk bukaan d mm.

B = Persen lolos ayakan fraksi agregat B untuk bukaan d mm.

C = Persen lolos ayakan fraksi agregat C untuk bukaan d mm.

a = Proporsi fraksi agregat A

b = Proporsi fraksi agregat B

c = Proporsi fraksi agregat C

Nilai a,b,c diperoleh dengan “*trial and error*”, Karena perhitungan yang dilakukan untuk satu ukuran ayakan belum tentu secara keseluruhan dapat menghasilkan campuran yang memenuhi spesifikasi campuran. Proporsi yang terbaik adalah proporsi yang dapat menghasilkan agregat campuran bergradasi mendekati gradasi rencana dan berada dalam rentang sesuai spesifikasi gradasi agregat campuran.

3. Menghitung kadar aspal acuan campuran beton aspal, kadar aspal acuan campuran beton aspal adalah kadar aspal yang menjadi acuan untuk membuat benda uji marshall agar diperoleh kadar aspal optimum, diharapkan kadar aspal

acuan ini berada disekitar kadar aspal optimum. Kadar aspal acuan ditentukan dengan menggunakan Rumus 3.2.

$$KAA = 0,035 (\% CA) + 0,045 (\% FA) + 0,18 (\% \text{filler}) + K \quad (3.2)$$

Dimana :

KAA = kadar aspal acuan, persen terhadap berat campuran

CA = persen agregat tertahan ayakan No 8

FA = persen agregat lolos ayakan No 8 dan tertahan ayakan No 200

Filler = persen agregat lolos ayakan No 200

K = konstanta

= 0,5 – 1,0 untuk Laston dan Lataston

4. Membuat benda uji dengan 6 variasi kadar aspal yaitu 2 kadar aspal lebih kecil dari KAA, KAA, dan 3 kadar aspal lebih besar dari KAA. Umumnya rentang yang digunakan adalah 0,5 %. Sebagai contoh, jika perhitungan dengan menggunakan rumus 3.16 diperoleh $KAA = 5,7 \%$, dibulatkan menjadi 5,5 %. Benda uji dibuat dengan kadar aspal 4,5%, 5%, 5,5%, 6%, 6,5%, dan 7%. Masing – masing kadar aspal dibuat 3 buah benda uji.
Jadi, benda uji dibuat dengan menggunakan hasil langkah 2 untuk 6 variasi kadar aspal sebanyak 18 buah. Disamping itu benda uji disiapkan pula untuk menentukan berat jenis maksimum campuran beton aspal yang belum dipadatkan (Gmm) sesuai spesifikasi.
5. Melakukan uji marshall untuk mendapatkan stabilitas dan kelelahan (*flow*) benda uji mengikuti prosedur Spesifikasi Umum Bina Marga 2010 (Revisi 3). Sebelum uji marshall dilakukan, benda uji ditimbang dulu untuk mendapatkan data yang dibutuhkan berkaitan dengan perhitungan sifat volumetrik campuran.
6. Menghitung parameter marshall yaitu *VIM*, *VMA*, *VFA*, beserta volume, dan parameter lain sesuai parameter yang ada pada spesifikasi campuran.
7. Menggambarkan hubungan antara kadar aspal dengan setiap parameter yang menjadi syarat campuran sesuai dengan jenis campuran yang dipilih.
Untuk menggambarkan lengkung hubungan antara kadar aspal dengan parameter marshall diperlukan interpretasi data hasil pengujian dan pengukuran. Seperti pada langkah 4, benda uji dibuat sebanyak 3 buah untuk

masing - masing kadar aspal. Hal ini dibutuhkan agar dapat dilihat konsistensi hasil pengujian. Jika terdapat satu benda uji yang menghasilkan penyimpangan nilai cukup besar, maka hasil pengukuran benda uji tersebut tidak digunakan untuk analisis selanjutnya. Namun, jika ketiga benda uji menghasilkan nilai penyimpangan yang hampir sama, maka dibutuhkan tambahan benda uji keempat untuk mendapatkan nilai yang digunakan untuk menggambarkan grafik hubungan antara kadar aspal dengan parameter marshall.

Menurut Sukirman (2016) kecenderungan bentuk lengkung hubungan antara kadar aspal dan parameter marshall adalah :

- a. Stabilitas meningkat jika kadar aspal bertambah, karena aspal berfungsi sebagai plumas pada saat pemadatan dilakukan. Namun, setelah dicapai nilai stabilitas maksimum, maka aspal lebih berfungsi sebagai pengisi rongga dan menyelimuti agregat, sehingga stabilitas akan menurun.
 - b. Kelelahan atau *flow* akan terus meningkat dengan meningkatnya kadar aspal, karena selimut aspal bertambah tebal.
 - c. Lengkung berat volume identik dengan lengkung stabilitas, tetapi nilai maksimum tercapai pada kadar aspal yang sedikit lebih tinggi dari kadar aspal untuk mencapai stabilitas maksimum.
 - d. Lengkung *VIM* akan terus menurun dengan bertambahnya kadar aspal sampai secara ultimit mencapai nilai minimum, karena aspal akan mengisi rongga campuran.
 - e. Lengkung *VMA* akan turun sampai mencapai nilai minimum dan kemudian kembali bertambah dengan bertambahnya kadar aspal. Aspal yang mulanya berfungsi sebagai pelumas membantu dalam proses pemadatan sehingga *VMA* menjadi kecil. Aspal yang semakin banyak tidak lagi berfungsi sebagai pelumas, tetapi pengisi rongga dan pembungkus agregat, sehingga proses pemadatan terganggu dan *VMA* meningkat.
8. Menentukan rentang kadar aspal yang memenuhi semua parameter yang disyaratkan. Kadar aspal optimum adalah kadar aspal tengah - tengah dari rentang kadar aspal yang memenuhi semua persyaratan pada grafik hubungan antara kadar aspal dengan parameter marshall.

Tebal selimut campuran beton aspal khusus untuk laston dibatasi sampai dengan 8,5 mikron.

Khusus untuk campuran laston dan laston perlu dibuat benda uji tambahan untuk uji *VIM* pada kepadatan membal dan uji stabilitas sisa setelah perendaman selama 24 jam dengan suhu 60°C untuk benda uji dengan *VIM* \pm 7%.

Khusus untuk laston perlu dilakukan uji stabilitas dinamis dengan menggunakan *wheel tracking machine*.

9. Jika seluruh uji sifat campuran pada langkah 8 telah sesuai dengan persyaratan, maka aspal optimum menjadi kadar aspal rencana yang digunakan sebagai *DMF*.

3.7.5 Pengujian Marshall

Dalam mencapai kinerja beton aspal yang memiliki karakteristik seperti pada Sub bab 3.5.1 maka perlu dilakukan pengujian marshall. Berikut kinerja beton aspal padat ditentukan melalui pengujian benda uji atau *marshall test* (Sukirman, 2016).

1. Pengujian berat volume benda uji, merupakan hasil penimbangan berat benda uji saat di udara, dalam air, dan kering permukaan.
2. Pengujian nilai stabilitas.
3. Pengujian kelelahan (*flow*).
4. Perhitungan marshall *quotient*, adalah ratio antara nilai stabilitas dan kelelahan.
5. Perhitungan berbagai jenis volume rongga dalam beton aspal padat yaitu (*VIM*, *VMA*, dan *VFA*) :
 - a. Volume rongga benda uji (*VIM*) dalam campuran perkerasan beraspal terdiri atas ruang udara diantara partikel agregat yang terselimuti aspal.
 - b. Volume rongga agregat dalam benda uji (*VMA*), adalah ruang di antara partikel agregat pada suatu perkerasan beraspal, termasuk rongga udara dan volume aspal efektif (tidak termasuk volume aspal yang diserap agregat). *VMA* dihitung berdasarkan berat jenis *bulk* (*Gsb*) agregat dan dinyatakan

sebagai persen volume *bulk* campuran yang dipadatkan. *VMA* dapat dihitung pula terhadap berat campuran total atau terhadap berat agregat total.

- c. Volume rongga agregat yang terisi oleh aspal (*VFA*), adalah persen rongga yang terdapat di antara partikel agregat (*VMA*) yang terisi oleh aspal, tidak termasuk aspal yang diserap oleh agregat.
6. Perhitungan tebal selimut aspal atau film aspal, adalah banyaknya aspal yang berfungsi menyelimuti permukaan setiap butir agregat dinyatakan dengan kadar aspal efektif. Semakin tinggi kadar aspal efektif semakin tebal selimut atau film aspal pada masing - masing butir agregat. Tebal selimut atau film aspal ini sangat ditentukan oleh luas permukaan seluruh butir - butir agregat pembentuk beton aspal. Luas total permukaan agregat campuran ditentukan oleh gradasi dari agregat campuran.

Alat marshall merupakan alat tekan yang dilengkapi dengan cincin pengujian (*proving ring*) berkapasitas 22,2 KN (= 5000 lbf) dan *flowmeter*. Pengujian menggunakan alat marshall hanya menghasilkan nilai stabilitas dan *flow*, sedangkan parameter lainnya ditentukan melalui penimbangan benda uji, dan perhitungan.

Metode marshall merupakan metode perancangan campuran beraspal panas yang digunakan dalam mendesain maupun mengevaluasi sifat - sifat campuran aspal panas. Menurut Sukirman (2016) langkah - langkah uji marshall adalah sebagai berikut :

1. Pembuatan benda uji
2. Pengujian berat jenis *bulk* benda uji
3. Pengujian nilai stabilitas dan kelelahan (*flow*)
4. Perhitungan sifat volumetrik benda uji

Rumus - rumus yang digunakan untuk menghitung parameter marshall ini dapat dilihat pada Sub bab 3.7.6.

3.7.6 Sifat Volumetrik Campuran Beton Aspal Padat

Secara analitis, dapat ditentukan sifat volumetrik dari beton aspal padat, baik yang dipadatkan di laboratorium, maupun di lapangan. Menurut Sukirman

(2016) rumus untuk mengitung parameter sifat volumetrik beton aspal padat terdapat pada Rumus 3.3 s/d 3.16 :

1. Berat jenis *bulk* beton aspal padat, Gmb (gr/cc)

$$Gmb = \frac{Bk}{Bssd - Ba}$$

$$Gmb \text{ (rata-rata)} = \frac{Gmb1 + Gmb2 + Gmb3 + \dots + Gmbn}{\text{jumlah benda uji}} \quad (3.3)$$

Keterangan :

Gmb = Berat jenis *bulk* beton aspal padat (gr/cc)

Bk = Berat kering diudara beton aspal padat (gr)

$Bssd$ = Berat kering permukaan dari beton aspal padat (gr)

Ba = Berat beton aspal padat didalam air (gr)

2. Berat jenis maksimum beton aspal sebelum dipadatkan, Gmm (gr/cc)

$$Gmm = \frac{100}{\left(\frac{Ps}{Gse}\right) + \left(\frac{Pa}{Ga}\right)} \quad (3.4)$$

Keterangan :

Gmm = Berat jenis maksimum beton aspal sebelum dipadatkan (gr/cc)

Ps = Kadar agregat terhadap berat beton aspal padat (%)

Ga = Berat jenis aspal

Gse = Berat jenis efektif dari agregat pembentuk beton aspal padat (gr/cc)

Pa = Kadar aspal terhadap berat beton aspal padat (%)

3. Volume rongga dalam agregat campuran, VMA (%)

$$VMA = 100 - \left(\frac{Gmb \times Ps}{Gsb}\right) \quad (3.5)$$

Keterangan :

VMA = Volume rongga agregat didalam beton aspal padat, % dari volume *bulk* beton aspal padat (%)

Gmb = Berat jenis *bulk* beton aspal padat (gr/cc)

Ps = Kadar agregat terhadap berat beton aspal padat (%)

Gsb = Berat jenis *bulk* dari agregat pembentuk beton aspal padat

4. Volume rongga dalam beton aspal padat, VIM (%)

$$VIM = 100 \times \left(\frac{Gmm - Gmb}{Gmm} \right) \quad (3.6)$$

Keterangan :

VIM = Volume rongga dalam beton aspal padat, % dari volume *bulk* beton aspal padat (%)

Gmm = Berat jenis maksimum beton aspal sebelum dipadatkan (gr/cc)

Gmb = Berat jenis *bulk* beton aspal padat (gr/cc)

5. Volume rongga antar butir agregat yang terisi aspal, VFA (%)

$$VFB = \frac{(100 \times (VMA - VIM))}{VMA} \quad (3.7)$$

Keterangan :

VFA = Volume rongga antara butir agregat yang terisi aspal, % dari VMA (%)

VMA = Volume rongga agregat didalam beton aspal padat, % dari volume *bulk* beton aspal padat (%)

VIM = Volume rongga dalam beton aspal padat, % dari volume *bulk* beton aspal padat (%)

6. Kadar aspal yang menyerap ke dalam pori agregat, Pab (%)

$$Pab = 100 \times \left(\frac{Gse - Gsb}{Gsb \times Gse} \right) \times Ga \quad (3.8)$$

Keterangan :

Pab = Kadar aspal yang mengabsorpsi kedalam pori butir agregat, % dari berat agregat (%)

Gse = Berat jenis efektif dari agregat pembentuk beton aspal padat (gr/cc)

Gsb = Berat jenis *bulk* dari agregat pembentuk beton aspal padat

Ga = Berat jenis aspal

7. Kadar aspal efektif yang menyelimuti agregat, Pae (%)

$$Pae = Pa - \left(\left(\frac{Pab}{100} \right) \times Ps \right) \quad (3.9)$$

Keterangan :

P_{ae} = Kadar aspal efektif yang menyelimuti butir - butir agregat, % terhadap berat beton aspal padat (%)

P_a = Kadar aspal terhadap berat beton aspal padat (%)

P_{ab} = Kadar aspal yang mengabsorpsi kedalam pori butir agregat, % dari berat agregat (%)

P_s = Kadar agregat terhadap berat beton aspal padat (%)

8. Tebal selimut atau film aspal (μm)

$$\text{tebal selimut aspal} = \left(\frac{P_{ae}}{G_a} \right) \times \left(\frac{1}{LP \times P_s} \right) \times 1000 \quad (3.10)$$

Keterangan :

P_{ae} = Kadar aspal efektif yang menyelimuti butir - butir agregat, % terhadap berat beton aspal padat (%)

G_a = Berat jenis aspal

LP = Luas permukaan total dari agregat campuran didalam beton aspal padat (m^2/kg)

P_s = Kadar agregat terhadap berat beton aspal padat (%)

9. Berat jenis *bulk* agregat campuran, G_{sb}

$$G_{sb} = \frac{P_1 + P_2 + P_3 + \dots + P_n}{\frac{P_1}{G_{sb1}} + \frac{P_2}{G_{sb2}} + \frac{P_3}{G_{sb3}} + \dots + \frac{P_n}{G_{sbn}}} \quad (3.11)$$

Keterangan :

G_{sb} = Berat jenis *bulk* dari agregat pembentuk beton aspal padat

$P_1 - P_n$ = Persentase berat masing - masing fraksi terhadap berat total agregat campuran (%)

G_{sb1} = Berat jenis *bulk* dari masing - masing fraksi agregat (fraksi 1 s/d fraksi n)

10. Berat jenis efektif agregat campuran, G_{se} (gr/cc)

$$G_{se} = \frac{100 - P_a}{\left(\frac{100}{G_{mm}} \right) - \left(\frac{P_a}{G_a} \right)} \quad (3.12)$$

Keterangan :

G_{se} = Berat jenis efektif dari agregat pembentuk beton aspal padat (gr/cc)

P_a = Kadar aspal terhadap berat beton aspal padat (%)

G_{mm} = Berat jenis maksimum beton aspal sebelum dipadatkan (gr/cc)

G_a = Berat jenis aspal

11. Volume Benda Uji (cc)

$$V_{bu} = B_{ssd} - B_a \quad (3.13)$$

Keterangan :

V_{bu} = Volume benda uji dilihat dari berat sampel kering permukaan dan berat dalam air (cc)

B_{ssd} = Berat kering permukaan dari beton aspal padat (gr)

B_a = Berat beton aspal padat didalam air (gr)

12. Stabilitas (kg)

$$\begin{aligned} \text{stabilitas} &= S_a \times \text{kalibrasi proving} \\ \text{stabilitas rata-rata} &= \frac{S_1 + S_2 + S_3 + \dots + S_n}{\text{jumlah sampel}} \end{aligned} \quad (3.14)$$

Keterangan :

S_a = Hasil pengujian nilai stabilitas menggunakan alat marshall di laboratorium (kg)

$Kal. pro$ = Kalibrasi proving ring (kg)

$S_1 - S_n$ = Nilai stabilitas dari masing - masing benda uji (kg)

13. Kelelahan (mm)

$$\begin{aligned} \text{kelelahan} &= k_a \\ \text{kelelahan rata-rata} &= \frac{K_{a1} + K_{a2} + K_{a3} + \dots + K_{an}}{\text{jumlah sampel}} \end{aligned} \quad (3.15)$$

Keterangan :

K_a = Nilai kelelahan dari hasil pengujian di laboratorium dengan alat marshall (mm)

$K_{a1} - K_{an}$ = Nilai kelelahan dari masing - masing benda uji (mm)

14. Hasil Bagi Marshall (kg/mm)

$$\text{Hasil Bagi Marshall} = \frac{\text{Stabilitas rata-rata}}{\text{Kelelahan rata-rata}} \quad (3.16)$$

3.7.7 Asphalt Mixing Plant dengan Tipe Batch Plant

Unit pencampuran aspal (*asphalt mixing plant*) adalah tempat mencampur agregat, aspal, tanpa atau dengan bahan tambahan untuk mendapatkan bahan campuran beton aspal yang homogen. Menurut Sukirman (2016) langkah pencampuran beton aspal menggunakan unit pencampur dengan sistem penakar (*batch plant*) secara berurutan terdiri dari :

1. Pemasokan dan penimbunan agregat dilokasi *AMP*. Masalah yang sering dihadapi adalah terjadinya segregasi selama proses penimbunan atau pemasokan agregat dan tercampurnya antar fraksi agregat akibat proses penimbunan yang kurang baik.
Tempat pemasok untuk masing - masing fraksi agregat dipisah oleh sekat sehingga tidak akan tercampur. Pada umum tempat pemasok dapat menampung 3 atau 4 fraksi agregat.
2. Agregat dari tempat penimbunan dimasukkan kedalam penampung bin dingin dengan menggunakan *loader*.
3. Agregat dialirkan melalui bukaan bin dingin yang telah disesuaikan dengan proporsi masing - masing fraksi agregat. Seluruh pintu penampung bin dingin pengendalian mutu pasokan agregat. Agregat yang dikeluarkan dari bin dingin dialirkan melalui *elevator/conveyor* menuju alat pengering agregat (*drier/blower*).
4. Agregat panas diangkut oleh *elevator/conveyor* untuk diayak oleh ayakan. Agregat yang terlalu besar dan melebihi kapasitas dibuang, dan yang lolos ayakan ditempatkan sesuai ukurannya didalam masing - masing penampung bin panas.
5. Debu yang dihasilkan akibat pemanasan agregat dikumpulkan ditempat tertentu untuk dipergunakan secukupnya, atau dibuang. *AMP* dilengkapi dengan alat pengumpul debu (*dust collector*) yang lengkap berupa sistem pusaran kering (*dry cyclone*) dan pusaran basah (*wet cyclone*) sehingga tidak menimbulkan pencemaran debu ke atmosfer.
6. Agregat ditimbang melalui kotak penimbang sesuai *JMF* nya, dicampur dengan semen aspal yang telah berbentuk cair karena dipanaskan sampai mencapai

suhu tertentu, dan ditimbang melalui timbangan aspal. Jika dibutuhkan dapat ditambah bahan pengisi dan atau bahan tambahan didalam unit pencampur (*pugmill*).

- Campuran panas yang homogen dicurahkan kedalam truk pengangkut untuk dibawa ke lokasi penghamparan.

Seluruh campuran yang dihampar dalam pekerjaan harus sesuai dengan *JMF*, dalam batas rentang toleransi yang di syaratkan dalam Tabel 3.8 (Spesifikasi Umum Bina Marga 2010, Revisi 3).

Tabel 3.8 Toleransi Komposisi Campuran

Agregat Gabungan	Toleransi Komposisi Campuran
Sama atau lebih besar dari 2,36 mm	± 5 % berat total agregat
Lolos ayakan 2,36 mm sampai No. 50	± 3 % berat total agregat
Lolos ayakan No. 100 dan tertahan No. 200	± 2 % berat total agregat
Lolos ayakan No. 200	± 1 % berat total agregat
Kadar Aspal	Toleransi
Kadar aspal	$\pm 0,3$ % berat total campuran
Temperatur Campuran	Toleransi
Bahan meninggalkan AMP dan dikirim ke tempat penghamparan	-10 °C dari temperatur campuran beraspal di truk saat keluar dari AMP

Sumber : Spesifikasi Umum Bina Marga 2010 (Revisi 3)

Pada tabel 3.8 terdapat toleransi komposisi campuran, yaitu agregat gabungan, kadar aspal, serta temperatur campuran sesuai toleransi yang diperbolehkan dalam pencampuran beton aspal.

Temperatur campuran aspal saat dikeluarkan dari alat pencampur harus dalam rentang absolut seperti yang dijelaskan dalam Tabel 3.9 (Spesifikasi Umum Bina Marga 2010, Revisi 3).

Tabel 3.9 Ketentuan Viskositas dan Temperatur Aspal untuk Pencampuran dan Pemadatan

No	Prosedur Pelaksanaan	Viskositas Aspal (Pas)	Perkiraan Temperatur Aspal (°C)
			Tipe I Aspal Pen. 60/70
1	Pencampuran benda uji marshall	0,2	155 ± 1
2	Pemadatan benda uji marshall	0,4	145 ± 1
3	Pencampuran, rentang temperatur sasaran	0,2 – 0,5	145 – 155
4	Menuangkan campuran aspal dari alat pencampur ke dalam truk	± 0,5	135 – 150
5	Pemasokan ke alat penghampar	0,5 – 1,0	130 – 150
6	Pemadatan awal (roda baja)	1 – 2	125 – 145
7	Pemadatan antara (roda karet)	2 – 20	100 – 125
8	Pemadatan akhir (roda baja)	< 20	> 95
Catatan : 1 Pas = 100 cSt = 100 mm ² /s dimana (Pas = Pascal seconds, cSt = Centistokes, mm ² /s = Square millimeter per second)			

Sumber : Spesifikasi Umum Bina Marga 2010 (Revisi 3)

Pada tabel 3.9 terdapat ketentuan viskositas dan temperatur aspal untuk pencampuran dan pemadatan tipe I aspal Pen. 60/70, antara viskositas dan temperatur aspal harus sesuai dan dijaga agar mutu campuran tetap stabil.

3.7.8 Pemadatan Laston *Binder Course*

Segera setelah campuran beraspal dihampar dan diratakan dengan tebal rencana 6,0 cm untuk lapisan AC - BC, permukaan tersebut harus diperiksa dan setiap ketidaksempurnaan yang terjadi harus diperbaiki. Temperatur campuran beraspal yang terhampar dalam keadaan gembur harus dipantau dan penggilasan harus dimulai dalam rentang viskositas aspal yang ditunjukkan pada tabel 3.9.

Dalam Spesifikasi Umum Bina Marga 2010 (Revisi 3) tahapan pemadatan campuran beraspal harus terdiri dari tiga operasi yang terpisah sebagai berikut :

1. Pemadatan Awal

Pemadatan awal atau *breakdown rolling* harus dilaksanakan baik dengan alat pemadat roda baja. Pemadatan awal harus dioperasikan dengan roda penggerak berada di dekat alat penghampar. Setiap titik perkerasan harus menerima minimum dua lintasan penggilasan awal untuk mendudukkan material pada posisinya dan sekaligus memadatkan.

2. Pemadatan Antara

Pemadatan kedua (*secondary rolling*) atau utama harus dilaksanakan dengan alat pemadat roda karet sedekat mungkin dibelakang penggilasan awal.

3. Pemadatan Akhir

Pemadatan akhir (*finishing rolling*) atau penyelesaian harus dilaksanakan dengan alat pemadat roda baja tanpa penggetar (vibrasi). Pemadatan ini berguna untuk menghilangkan bekas jejak roda pemadatan kedua pada hamparan aspal. Untuk suhu pemadatan dapat dilihat pada tabel 3.9.

Kecepatan alat pemadat tidak boleh melebihi 4 km/jam untuk roda baja dan 10 km/jam untuk roda karet serta harus selalu dijaga rendah sehingga tidak mengakibatkan bergesernya campuran panas tersebut.

Kepadatan (*density*) merupakan tingkat kerapatan campuran setelah campuran dipadatkan. Tingkat kepadatan didapatkan dari perbandingan antara *density* lapangan dengan *density* laboratorium. Ketentuan kepadatan untuk laston dapat dilihat pada Tabel 3.10.

Tabel 3.10 Ketentuan Kepadatan Laston

Kepadatan yang disyaratkan (% JSD)	Jumlah Benda Uji Per Segmen	Kepadatan Minimum Rata - rata (% JSD)	Nilai Minimum Setiap Pengujian Tunggal (% JSD)
98 %	3 - 4	98,1	95
	5	98,3	94,9
	> 6	98,5	94,8

Sumber : Spesifikasi Umum Bina Marga 2010 (Revisi 3)

Pada tabel 3.10 terdapat ketentuan kepadatan laston *binder course*, setelah dihampar dan dipadatkan di lapangan dengan peralatan yang telah ditetapkan dan memenuhi derajat kepadatan lapangan terhadap kepadatan laboratorium hasil pengujian marshall dari benda uji yang campuran beraspalnya diambil dari *AMP*, sehingga menghasilkan campuran *JMF* definitif untuk suatu pekerjaan konstruksi jalan. *JMF* adalah suatu dokumen yang menyatakan bahwa rancangan campuran laboratorium yang tertera dalam *DMF* dapat diproduksi dengan instalasi pencampur aspal / *AMP* (Spesifikasi Umum Bina Marga 2010, Revisi 3).

Dokumen ini adalah Arsip Miik :

Perpustakaan Universitas Islam Riau



BAB IV METODOLOGI PENELITIAN

4.1 Umum

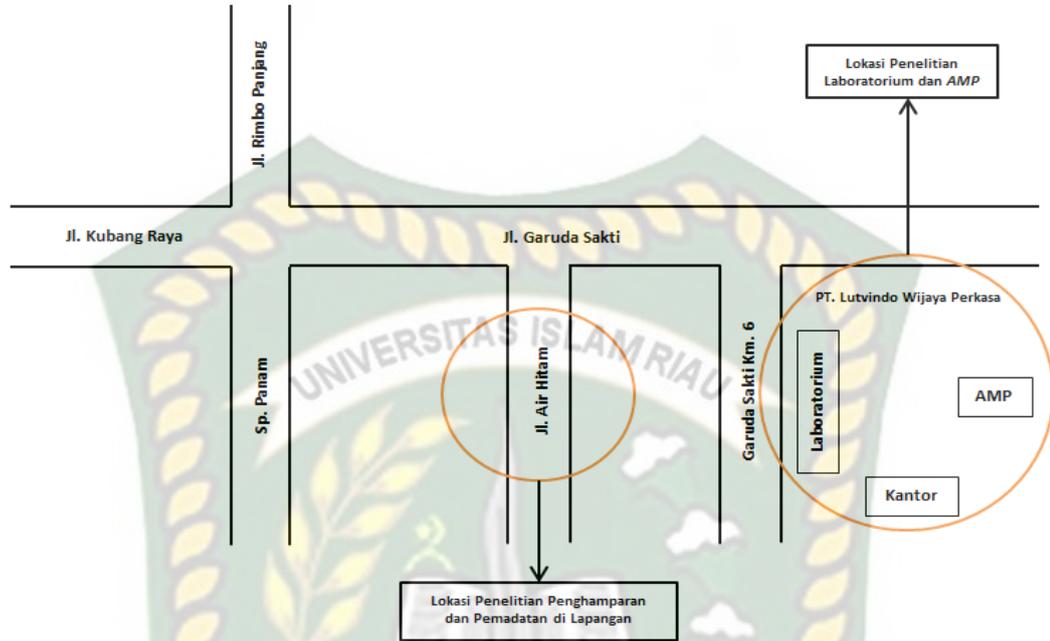
Penyusun dalam penelitian ini mengkaji tentang perbedaan rancangan campuran (*design mix formula*) di laboratorium, serta rumusan campuran kerja (*job mix formula*), dan uji coba campuran (*trial mix*) di AMP. Penelitian ini bertujuan untuk memeriksa perbedaan hasil dari ketiga proses pembuatan campuran aspal panas dengan cara membandingkan nilai karakteristik marshall akibat perlakuan pada *DMF*, *JMF*, dan *trial mix*. Kriteria marshall meliputi: *density*, *void in mix*, *VMA*, *void filler bitumen*, stabilitas, kelelahan (*flow*), dan *marshall quotient*. Penelitian ini mengacu pada Spesifikasi Umum Bina Marga 2010 (Revisi 3) dan metode yang digunakan yaitu *marshall test*.

Data merupakan faktor utama dalam menentukan hasil dari tugas akhir ini. Untuk dapat memperoleh data tersebut maka perlu diadakan sebuah penelitian dilapangan seperti laboratorium, AMP, dan juga lokasi pekerjaan jalan. Dalam kajian ini data yang diperlukan adalah data *DMF*, *JMF*, dan *trial mix*, serta beberapa dokumentasi, juga referensi yang didapat dari beberapa jurnal, skripsi, tesis, buku, serta Spesifikasi Umum Bina Marga 2010 (Revisi 3).

4.2 Lokasi Penelitian

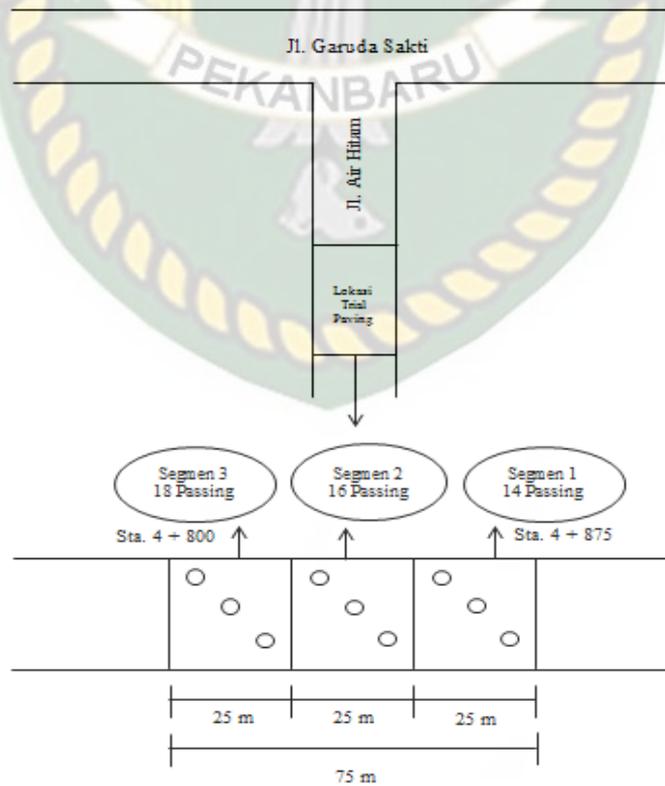
Dalam Penelitian ini lokasi yang akan dijadikan sebagai tempat penelitian oleh penulis adalah di laboratorium dan AMP PT. Lutvindo Wijaya Perkasa, berlokasi di Jalan Garuda Sakti km. 6 Kota Pekanbaru, serta lokasi pekerjaan di Jalan Air Hitam Sta. 4 + 800 s/d 4 + 875 Pekanbaru. Dengan panjang lintasan efektif jalan yang ditinjau yaitu 75 m terbagi oleh 3 segmen dengan ukuran masing - masing segmen 25 m. Lokasi penelitian dapat dilihat pada Gambar 4.1 dan Gambar 4.2 :

1. Lokasi Pengujian dan Pembuatan Campuran Beton Aspal



Gambar 4.1 Lokasi Laboratorium dan AMP

2. Lokasi Pekerjaan Jalan



Gambar 4.2 Lokasi Penghamparan dan Pematatan Lapangan

4.3 Teknik Penelitian

Metode pengumpulan data yang digunakan yaitu dengan metode observasi langsung ke lapangan (laboratorium, *AMP*, dan lokasi pekerjaan jalan) melalui pihak kontraktor. Data yang diperoleh yaitu data sekunder yang dibutuhkan untuk penelitian ini berupa data *DMF* (seperti keausan agregat kasar, bentuk agregat, butir pecah agregat kasar, angularitas agregat halus, *sand equivalent test*, sifat fisik aspal, analisa saringan agregat halus dan kasar, berat jenis dan penyerapan agregat halus dan kasar, berat jenis maksimum aspal), data *JMF* (seperti analisa saringan agregat halus dan kasar, berat jenis dan penyerapan agregat halus dan kasar, berat jenis maksimum aspal), data *trial mix* (seperti analisa saringan agregat halus dan kasar, berat jenis dan penyerapan agregat halus dan kasar, kadar aspal hasil ekstraksi, pemadatan di lapangan).

4.4 Tahap Pelaksanaan Penelitian

Tahapan penelitian merupakan tahap - tahap yang dilakukan oleh peneliti secara berurutan selama berlangsungnya proses penelitian. Tahap penelitian ini memberikan gambaran secara umum langkah - langkah pada saat pelaksanaan penelitian yang akan membantu agar penelitian ini lebih terarah dan sesuai dengan tujuannya. Adapun tahap - tahap yang akan dilakukan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Mulai

Mulai merupakan langkah pertama yang dilakukan, berupa tahapan persiapan yaitu mempersiapkan gambaran tentang penelitian yang akan dilakukan serta memilih masalah yang perlu untuk diteliti. Kemudian mencari tempat atau lokasi penelitian yang akan dilakukan.

2. Pengumpulan Data

Dalam penelitian ini penulis memerlukan beberapa data yaitu data sekunder berupa data *DMF* (seperti keausan agregat kasar, bentuk agregat, butir pecah agregat kasar, angularitas agregat halus, *sand equivalent test*, sifat fisik aspal, analisa saringan agregat halus dan kasar, berat jenis dan penyerapan agregat halus dan kasar, berat jenis maksimum aspal), data *JMF* (seperti analisa

saringan agregat halus dan kasar, berat jenis dan penyerapan agregat halus dan kasar, berat jenis maksimum aspal), data *trial mix* (seperti analisa saringan agregat halus dan kasar, berat jenis dan penyerapan agregat halus dan kasar, kadar aspal hasil ekstraksi, pemadatan di lapangan), untuk pembahasan dalam menyelesaikan penelitian ini.

3. Analisa Data

Setelah pengumpulan data dilanjutkan dengan analisa data berdasarkan data sekunder yang didapat dilapangan, yaitu analisa *DMF* (menghitung gradasi campuran agregat, kadar aspal rencana, nilai marshall pada kadar aspal rencana 2 x 75 tumbukan, nilai marshall pada kadar aspal optimum 2 x 75 tumbukan, nilai marshall pada kadar aspal rencana 2 x 400 tumbukan), analisa *JMF* (menghitung gradasi campuran agregat, nilai marshall pada kadar aspal optimum 2 x 75 tumbukan, nilai marshall pada kadar aspal optimum 2 x 400 tumbukan), analisa *trial mix* (menghitung gradasi campuran agregat, kadar aspal hasil ekstraksi, nilai marshall pada kadar aspal optimum 2 x 75 tumbukan, nilai marshall pada kadar aspal optimum 2 x 400 tumbukan, nilai kepadatan di lapangan).

4. Hasil dan Pembahasan

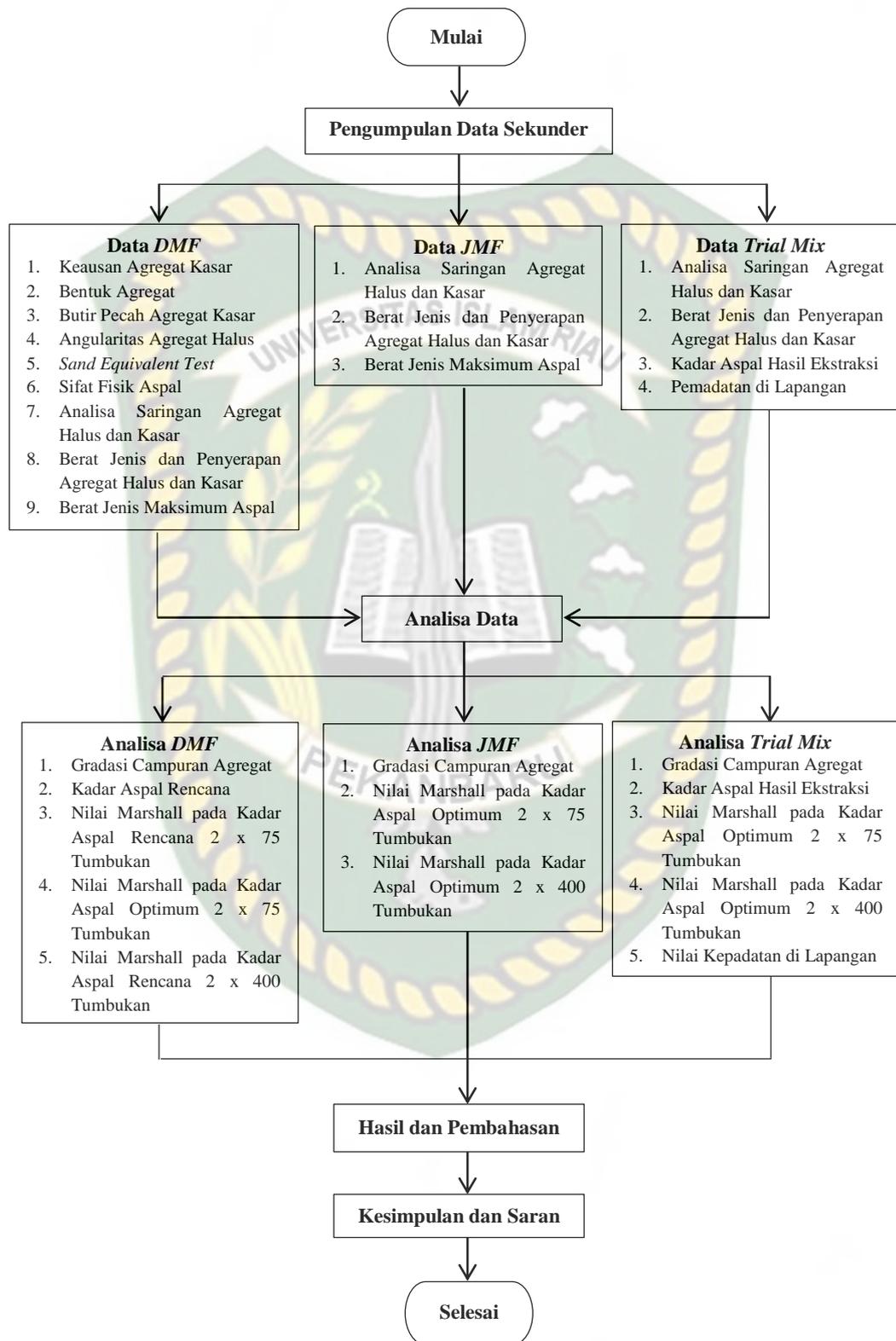
Hasil dan pembahasan yaitu membahas hasil - hasil yang disederhanakan dalam bentuk tabel, grafik, dan uraian pembahasan. Agar mempermudah pemahaman hasil analisa bagi para pembaca.

5. Kesimpulan dan Saran

Kesimpulan dan saran yaitu menarik kesimpulan dari hasil penelitian dan memberikan saran kepada pembaca tentang kajian perbedaan *DMF*, *JMF*, dan *trial mix*.

6. Selesai

Untuk lebih jelasnya, langkah - langkah dalam melakukan penelitian ini dapat dilihat dalam bagan alir penelitian pada Gambar 4.3 :



Gambar 4.3 Bagan Alir Penelitian

4.5 Cara Analisa Data

Setelah data terkumpul, kemudian data tersebut di analisa dengan cara :

1. Menghitung Gradasi Campuran Agregat Pada *DMF*

Perhitungan gradasi campuran agregat ini berdasarkan hasil perhitungan dari pengujian analisa saringan sesuai fraksi dan ukuran saringan, yang kemudian dihitung dengan rumus sehingga didapatkan total campuran untuk setiap ukuran saringan, selanjutnya dapat dihitung total luas permukaan serta diperjelaskan dengan grafik gradasi gabungan *cold bin*.

2. Menghitung Perencanaan Kadar Aspal Pada *DMF*

Perhitungan kadar aspal rencana dapat dilakukan setelah menentukan jumlah agregat kasar (> 4.75 mm) dan agregat halus (< 4.75 mm) yang terdapat pada gradasi campuran, kemudian dihitung dengan rumus dan dibulatkan mendekati 0.5 % dengan tiga kadar aspal diatas dan dua kadar aspal dibawah terhadap kadar aspal perkiraan awal yang sudah dibulatkan.

3. Menghitung Nilai Marshall Pada Kadar Aspal Rencana 2 x 75 Tumbukan Pada *DMF*

Perhitungan nilai marshall pada kadar aspal rencana 2 x 75 tumbukan ini membutuhkan beberapa data, seperti berat jenis aspal, berat jenis agregat, berat jenis maksimum, serta kadar aspal rencana. Kemudian akan dihitung menggunakan rumus sifat volumetrik marshall, untuk mendapatkan berat jenis efektif agregat, penyerapan aspal terhadap total agregat, kadar aspal efektif, berat jenis maksimum campuran, volume benda uji, berat jenis *bulk* total campuran, rongga dalam campuran (*VIM*), rongga dalam agregat (*VMA*), rongga dalam campuran (*VFA*), stabilitas, kelelahan, dan hasil bagi marshall dari masing – masing kadar aspal rencana serta dibuat grafik hubungan kadar aspal dengan parameter marshall untuk menentukan kadar aspal optimum.

4. Menghitung Nilai Marshall Pada Kadar Aspal Optimum 2 x 75 Tumbukan Pada *DMF*

Perhitungan nilai marshall pada kadar aspal optimum 2 x 75 tumbukan ini sama dengan perhitungan pada kadar aspal rencana, berdasarkan kadar aspal optimum yang didapat maka dihitunglah nilai marshall sesuai kadar aspal,

selanjutnya dibuat perhitungan marshall setelah sampel direndam selama 24 jam 60 °C untuk mendapatkan stabilitas marshall sisa setelah perendaman menggunakan rumus.

5. Menghitung Nilai Marshall Pada Kadar Aspal Rencana 2 x 400 Tumbukan Pada *DMF*

Perhitungan nilai marshall pada kadar aspal rencana 2 x 400 tumbukan ini sama halnya dengan perhitungan sebelumnya. Terdapat perbedaan pada jumlah tumbukan yang lebih banyak sekitar 5 kali lipat ini mempengaruhi kepadatan, stabilitas, kelelahan, dan hasil bagi marshall menjadi berbeda dari uji marshall standar yang dilakukan sebagai kontrol sesuai spesifikasi.

6. Menghitung Gradasi Campuran Agregat Pada *JMF*

Perhitungan gradasi campuran agregat pada *JMF* ini dilakukan sama dengan pada *DMF* yaitu berdasarkan hasil perhitungan dari pengujian analisa saringan sesuai fraksi dan ukuran saringan, yang kemudian dihitung dengan rumus sehingga didapat total campuran untuk setiap ukuran saringan, selanjutnya dapat dihitung total luas permukaan serta diperjelaskan dengan grafik gradasi gabungan *hot bin*.

7. Menghitung Nilai Marshall Pada Kadar Aspal Optimum 2 x 75 Tumbukan Pada *JMF*

Perhitungan nilai marshall pada kadar aspal optimum 2 x 75 tumbukan pada *JMF* ini sama dengan perhitungan pada *DMF*, berdasarkan kadar aspal optimum yang didapat maka dihitunglah nilai marshall sesuai kadar aspal, selanjutnya dibuat perhitungan marshall setelah sampel direndam selama 24 jam 60 °C untuk mendapatkan stabilitas marshall sisa setelah perendaman menggunakan rumus.

8. Menghitung Nilai Marshall Pada Kadar Aspal Optimum 2 x 400 Tumbukan Pada *JMF*

Sama halnya pada *DMF*, perhitungan nilai marshall pada kadar aspal rencana 2 x 400 tumbukan ini seperti perhitungan sebelumnya. Terdapat perbedaan pada jumlah tumbukan yang lebih banyak sekitar 5 kali lipat ini mempengaruhi kepadatan, stabilitas, kelelahan, dan hasil bagi marshall

menjadi berbeda dari uji marshall standar yang dilakukan sebagai kontrol masih sesuai spesifikasi.

9. Menghitung Gradasi Campuran Agregat Pada *Trial Mix*

Perhitungan gradasi campuran agregat pada *trial mix* sama seperti perhitungan sebelumnya, yaitu berdasarkan hasil perhitungan dari pengujian analisa saringan sesuai fraksi dan ukuran saringan, yang kemudian dihitung dengan rumus sehingga didapatlah total campuran untuk setiap ukuran saringan, selanjutnya dapat dihitung total luas permukaan serta diperjelaskan dengan grafik gradasi gabungan *hot bin*. Pengujian berulang ini sebagai pengontrol campuran aspal panas agar tepat mutu.

10. Menghitung Kadar Aspal Hasil Ekstraksi

Perhitungan kadar aspal hasil ekstraksi ini dilakukan dengan cara menimbang sampel ekstraksi yang dilarutkan dengan pelarut (bensin) kemudian dihitung sesuai jumlah kadar terlarutnya untuk mendapatkan persentase kadar aspal setelah di ekstraksi.

11. Menghitung Nilai Marshall Pada Kadar Aspal Optimum 2 x 75 Tumbukan Pada *Trial Mix*

Perhitungan nilai marshall pada kadar aspal optimum 2 x 75 tumbukan pada *trial mix* ini sama dengan perhitungan marshall sebelumnya, berdasarkan kadar aspal optimum yang didapat dari hasil ekstraksi, maka dihitunglah nilai marshall sesuai kadar aspal. Selanjutnya perlu dibuat perhitungan marshall setelah sampel direndam selama 24 jam 60 °C untuk mendapatkan stabilitas marshall sisa setelah perendaman menggunakan rumus.

12. Menghitung Nilai Marshall Pada Kadar Aspal Optimum 2 x 400 Tumbukan Pada *Trial Mix*

Perhitungan nilai marshall pada kadar aspal rencana 2 x 400 tumbukan ini seperti perhitungan sebelumnya. Terdapat perbedaan pada jumlah tumbukan yang lebih banyak sekitar 5 kali lipat ini mempengaruhi kepadatan, stabilitas, kelelahan, dan hasil bagi marshall menjadi berbeda dari uji marshall standar yang dilakukan sebagai kontrol berdasarkan spesifikasi.

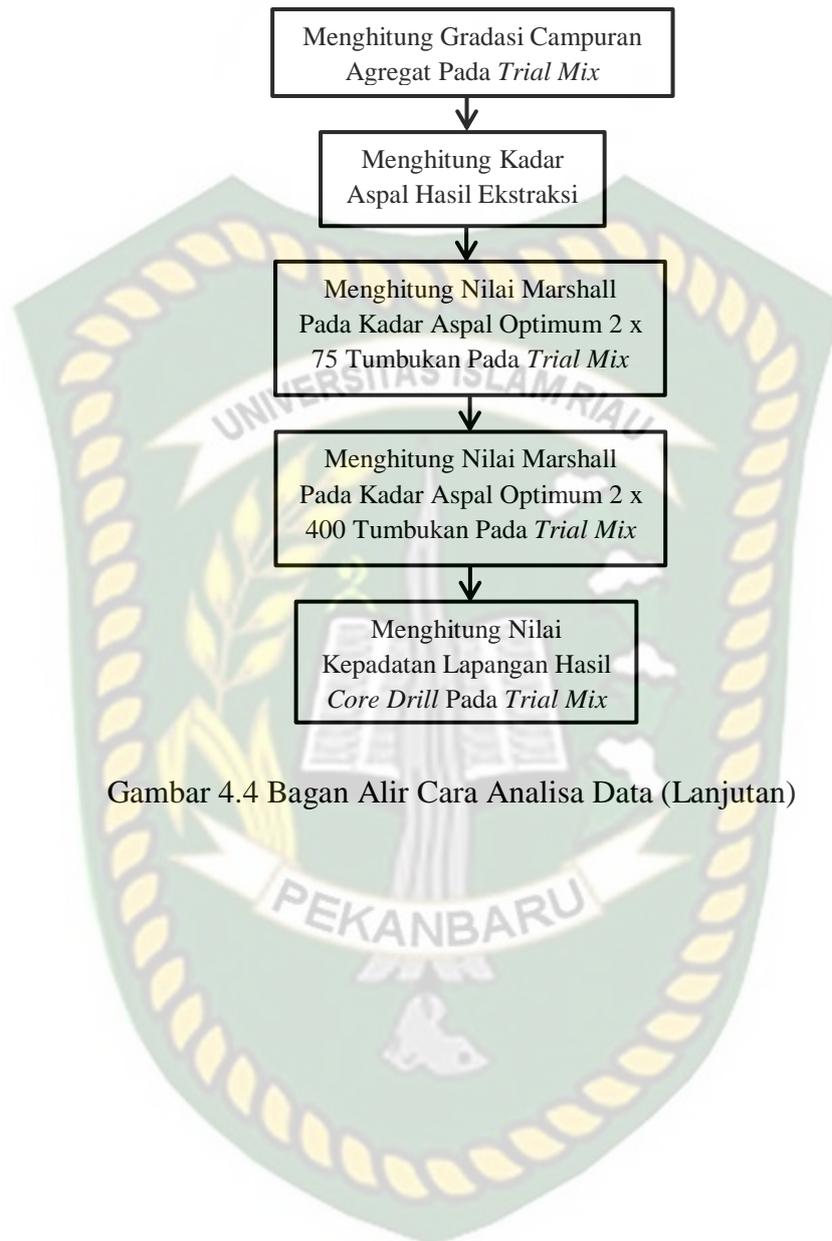
13. Menghitung Nilai Kepadatan Lapangan Hasil *Core Drill* Pada *Trial Mix*

Perhitungan nilai kepadatan lapangan hasil core drill memerlukan beberapa data yaitu tebal benda uji untuk setiap jumlah *passing* dan berat benda uji di udara, dalam air, dan kering permukaan yang selanjutnya dihitung dengan rumus untuk mendapatkan volume benda uji, serta kepadatan lapangan yang akan dibandingkan dengan kepadatan laboratorium sebagai kepadatan standar kerja (*job standard density*).

Untuk lebih jelasnya, langkah - langkah dalam menganalisa data dapat dilihat dalam bagan alir cara analisa data pada Gambar 4.4 :



Gambar 4.4 Bagan Alir Cara Analisa Data



Gambar 4.4 Bagan Alir Cara Analisa Data (Lanjutan)

BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN

5.1 *Design Mix Formula*

Sebelum pekerjaan campuran beraspal dilaksanakan, perlu terlebih dahulu dibuat rancangan campurannya atau *design mix formula (DMF)*. Paling sedikit 30 hari sebelum dimulainya pekerjaan aspal di lapangan pelaksana harus menyerahkan secara tertulis kepada direksi pekerjaan usulan *design mix formula AC - BC*. Dalam merancang campuran aspal panas, dilakukan pemeriksaan awal berupa abrasi dengan mesin *los angeles* untuk agregat kasar serta pemeriksaan lanjutan berupa berat jenis agregat kasar dan halus. Pengujian material dilakukan dengan acuan Spesifikasi Umum Bina Marga 2010 (Revisi 3).

5.1.1 Hasil Pemeriksaan Sifat Fisik Agregat

Pengujian abrasi dengan mesin *los angeles* merupakan cara untuk menentukan ketahanan agregat kasar terhadap keausan, tujuannya untuk mengetahui angka keausan yang dinyatakan dengan perbandingan antara berat bahan aus terhadap berat semula dalam persen. Setelah itu dilakukan proses pengujian berat jenis *bulk*, berat jenis *SSD*, berat jenis *apparent*, dan penyerapan aspal pada agregat. Hasil pengujian agregat dapat dilihat pada Tabel 5.1, Tabel 5.2, dan Tabel 5.3 :

Tabel 5.1 Hasil Pengujian Sifat Fisik Agregat Kasar

No	Karakteristik			Metoda Pengujian	Hasil	Spesifikasi	Keterangan
1.	Abrasi dengan Mesin <i>Los Angeles</i>	Tipe Gradasi B	500 Putaran	SNI 2417 : 2008	29,80 %	Maks. 40 %	Memenuhi
2.	Berat Jenis <i>Bulk</i>			SNI 03-6893-2002	2,630 gr/cc	-	Memenuhi
3.	Berat Jenis <i>SSD</i>			SNI 03-6893-2002	2,644 gr/cc	-	

Tabel 5.1 Hasil Pengujian Sifat Fisik Agregat Kasar (Lanjutan)

No	Karakteristik	Metoda Pengujian	Hasil	Spesifikasi	Keterangan
4.	Berat Jenis <i>Apparent</i>	SNI 03-6893-2002	2,667 gr/cc	-	Memenuhi
5.	Penyerapan Air	SNI - 1969:2008	0,520 %	Maks. 3 %	
6.	Butir Pecah pada Agregat Kasar/Angularitas	SNI - 7619:2012	100/99,89	95 % / 90 %	
7.	Partikel Pipih dan Lonjong	ASTMD4791 Perbandingan 1 : 5	8,64 %	Maks. 10 %	
8.	Material Lolos Saringan No. 200	SNI 03-4142-1996	0,46 %	Maks. 2 %	

Sumber : Data Sekunder *DMF*

Hasil pengujian sifat fisik agregat kasar pada tabel 5.1 telah memenuhi syarat, sesuai standar Spesifikasi Umum Bina Marga 2010 (Revisi 3) pada Tabel 3.2 ketentuan agregat kasar. Sehingga agregat yang telah diuji tersebut layak digunakan dalam campuran beraspal AC – BC.

Tabel 5.2 Hasil Pengujian Sifat Fisik Agregat Halus

No	Karakteristik	Metoda Pengujian	Hasil	Spesifikasi	Keterangan
1.	Berat Jenis <i>Bulk</i>	SNI 03-6893-2002	2,593 gr/cc	-	Memenuhi
2.	Berat Jenis <i>SSD</i>	SNI 03-6893-2002	2,604 gr/cc	-	
3.	Berat Jenis <i>Apparent</i>	SNI 03-6893-2002	2,622 gr/cc	-	
4.	Nilai Setara Pasir	SNI 03-4428-1997	81,0 %	Min. 60 %	
5.	Angularitas dengan Uji Kadar Rongga	SNI 03-6877-2002	46,3 %	Min. 45	

Sumber : Data Sekunder *DMF*

Hasil pengujian sifat fisik agregat halus pada tabel 5.2 telah memenuhi syarat, sesuai standar Spesifikasi Umum Bina Marga 2010 (Revisi 3) pada Tabel

3.4 ketentuan agregat halus. Sehingga agregat yang telah diuji tersebut layak digunakan dalam campuran beraspal AC – BC.

Tabel 5.3 Hasil Pengujian Sifat Fisik *Filler*

No	Karakteristik	Metoda Pengujian	Hasil	Spesifikasi	Keterangan
1.	Material Lolos Saringan No. 200	SNI ASTMC136 :2012	100 %	Min. 75 %	Memenuhi

Sumber : Data Sekunder *DMF*

Hasil pengujian sifat fisik *filler* pada tabel 5.3 telah memenuhi syarat, sesuai standar Spesifikasi Umum Bina Marga 2010 (Revisi 3) pada Sub bab 3.6.2 *filler*. Sehingga agregat yang telah diuji tersebut layak digunakan dalam campuran beraspal AC – BC.

5.1.2 Hasil Pemeriksaan Sifat Fisik Aspal

Aspal merupakan salah satu bahan campuran laston yang berfungsi sebagai perekat material campuran agregat didalamnya. Tipe aspal yang digunakan dalam penelitian ini adalah aspal dengan penetrasi 60 - 70. Hasil pengujian sifat fisik aspal dapat dilihat pada Tabel 5.4 :

Tabel 5.4 Hasil Pengujian Sifat Fisik Aspal

No	Jenis Pengujian	Metoda Pengujian	Hasil	Spesifikasi	Keterangan
1.	Penetrasi pada 25 °C	SNI - 06- 2456-1991	63	60 – 70	Memenuhi
2.	Titik Lembek	SNI 2434:2011	54,45 °C	≥ 48	Memenuhi
3.	Titik Nyala	SNI 2433:2011	250 °C	≥ 232	Memenuhi
4.	Berat Jenis Aspal (Gb)	SNI 2441:2011	1,031	≥ 1,00	Memenuhi

Sumber : Data Sekunder *DMF*

Hasil pengujian sifat fisik aspal pada tabel 5.4 telah memenuhi syarat, sesuai standar spesifikasi umum bina marga 2010 (revisi 3) pada Tabel 3.6 ketentuan untuk aspal keras laston tipe I aspal pen. 60 – 70. Sehingga aspal yang telah diuji tersebut layak digunakan dalam campuran beraspal AC – BC.

5.1.3 Hasil Perencanaan Gradasi Agregat Campuran

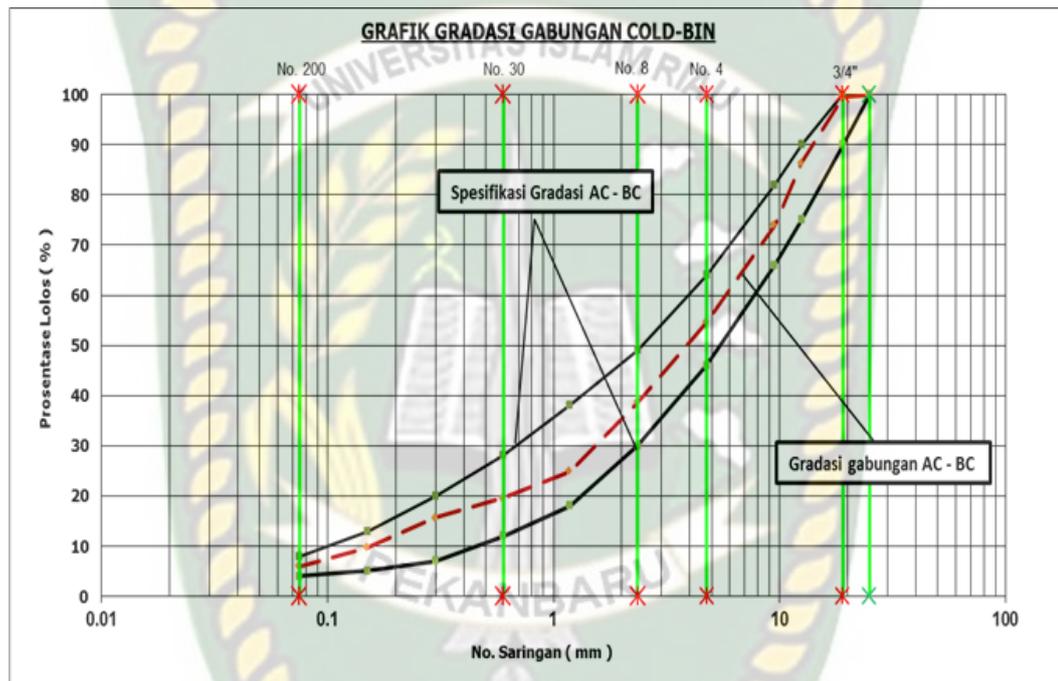
Gradasi agregat campuran dalam Spesifikasi Umum Bina Marga 2010 (Revisi 3) adalah nilai rentang gradasi agregat yang diperbolehkan terjadi di lapangan, atau gradasi yang digunakan sebagai target dalam merancang proporsi campuran. Agar mendapatkan gradasi agregat yang sesuai dengan spesifikasi gradasi, maka dilakukan penggabungan tiga fraksi atau lebih dengan cara analitis. Berikut ini adalah hasil perhitungan gradasi agregat campuran pada laston lapis antara (AC - BC). Hasil perhitungan gradasi campuran agregat dapat dilihat pada Tabel 5.5 serta grafik gradasi gabungan *cold - bin* pada Gambar 5.1:

Tabel 5.5 Hasil Perhitungan Gradasi Campuran Agregat

No. Saringan		Gradasi Agregat					Gradasi Campuran Agregat			Luas Permukaan Agregat	
ASTM	(mm)	Course Agregat	Medium Agregat	Abu Batu	Pasir	Filler	Hasil	SPESIFIKASI			
								Min.	Maks.		
1,5"	37,50	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00		
1"	25,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	0,41	
3/4"	19,00	98,47	100,00	100,00	100,00	100,00	99,5	90,00	100,00		
1/2"	12,50	54,62	100,00	100,00	100,00	100,00	86,3	75,00	90,00		
3/8"	9,50	13,99	99,30	100,00	100,00	100,00	73,8	66,00	82,00		
No. 4	4,75	1,95	55,63	98,25	88,62	100,00	54,4	46,00	64,00	0,41	
No. 8	2,36	1,20	32,46	87,11	49,62	100,00	38,4	30,00	49,00	0,82	
No. 16	1,18	0,95	16,40	57,58	38,77	100,00	24,7	18,00	38,00	1,64	
No. 30	0,60	0,86	13,22	46,56	22,94	100,00	19,4	12,00	28,00	2,87	
No. 50	0,30	0,74	11,85	36,97	11,15	100,00	15,5	7,00	20,00	6,14	
No. 100	0,15	0,55	7,40	20,14	7,88	100,00	9,5	5,00	13,00	12,29	
No. 200	0,08	0,46	3,71	11,76	3,07	100,00	5,8	4,00	8,00	32,77	
KOMPOSISI AGREGAT	Coarse Agregat						30,00				
	Medium Agregat						35,00				
	Abu Batu						23,50				
	Pasir						10,00				
	Filler						1,50				
Total Persentase (%)							100,00				
Total Luas Permukaan (m ² /kg)							5,9				

Sumber : Hasil Perhitungan

Hasil perhitungan gradasi campuran agregat kasar, agregat halus, dan *filler* dari setiap ukuran saringan pada tabel 5.5 telah memenuhi syarat batas minimum dan maksimum, sesuai standar Spesifikasi Umum Bina Marga 2010 (Revisi 3) pada Tabel 3.5 spesifikasi gradasi agregat gabungan untuk laston *binder course*. Untuk lebih jelasnya nilai gradasi campuran agregat juga dapat dilihat pada Gambar 5.1 :



Gambar 5.1 Grafik Gradasi Gabungan *Cold – Bin*

Grafik gradasi gabungan *cold – bin* pada Gambar 5.1 terdapat garis putus – putus berwarna merah, menunjukkan nilai gradasi campuran agregat dengan jumlah persentase lolos sesuai ukuran saringan berada di zona aman, yang dibatasi dengan syarat persentase minimum dan maksimum pada garis berwarna hitam sesuai Spesifikasi Umum Bina Marga 2010 (Revisi 3) pada Tabel 3.5 spesifikasi gradasi agregat gabungan untuk laston *binder course*.

5.1.4 Penentuan Berat Jenis, Penyerapan Aspal, dan Perkiraan Kadar Aspal Rencana

Setelah didapatkan hasil pengujian berupa komposisi agregat, maka dapat dihitung berat jenis *bulk* rata - rata dan berat jenis *apparent* rata - rata dari

gabungan ketiga fraksi agregat campuran, sebagai perhitungan untuk menentukan berat jenis efektif total agregat dan sebagai salah satu unsur perhitungan dalam mencari persentase penyerapan aspal. Penyerapan aspal diperlukan dalam penentuan kadar aspal efektif pada perhitungan marshall. Sebelum itu terlebih dahulu dihitung kadar aspal rencana campuran. Tabel 5.6 dan Tabel 5.7 merupakan hasil perhitungan berat jenis, penyerapan aspal, dan perkiraan kadar aspal rencana.

Tabel 5.6 Hasil Perhitungan Berat Jenis dan Penyerapan Aspal

No	Berat Jenis dan Penyerapan	Hasil
1.	Berat Jenis <i>Bulk</i> (Gsb)	2,598 gr/cc
2.	Berat Jenis <i>Apparent</i> (Gsa)	2,635 gr/cc
3.	Berat Jenis Efektif (Gse)	2,617 gr/cc
4.	Penyerapan Aspal (Pba)	0,734 %

Sumber : Data Sekunder *DMF*

Hasil perhitungan berat jenis dan penyerapan aspal pada tabel 5.6 berguna dalam mendapatkan nilai marshall, seperti berat jenis *bulk* yang diperlukan dalam menentukan nilai persentase rongga diantara mineral agregat dan penyerapan aspal. Berat jenis efektif diperlukan secara tidak langsung untuk mencari nilai persentase rongga didalam campuran setelah didapatkan berat jenis maksimum campuran teoritis dan penyerapan aspal, sedangkan penyerapan aspal diperlukan dalam menentukan kadar aspal efektif.

Setelah pengujian berat jenis dan penyerapan aspal, maka dibuat suatu analisa perkiraan nilai kadar aspal rencana dengan 3 kadar aspal diatas dan 2 kadar aspal dibawah dengan interval 0.5 seperti pada Tabel 5.7 :

Tabel 5.7 Hasil Perhitungan Perkiraan Nilai Kadar Aspal Rencana

-1,0	-0,5	Pa	+0,5	+1,0
4,50	5,00	5,50	6,00	6,50

Sumber : Hasil Perhitungan

Hasil perhitungan perkiraan nilai kadar aspal rencana pada tabel 5.7 digunakan sebagai perencanaan dasar untuk mendapatkan kadar aspal optimum setelah dilakukan perhitungan dan pengujian marshall.

5.1.5 Hasil Analisa Marshall pada Kadar Aspal Rencana 2 x 75 Tumbukan

Proses pengujian Marshall dapat dilakukan setelah seluruh persyaratan material, berat jenis, penyerapan aspal dan perkiraan kadar aspal rencana telah terpenuhi. Diperlukan juga tabel angka koreksi dan kalibrasi pada alat uji tekan marshall dalam perhitungan stabilitas marshall setelah disesuaikan dari lbf menjadi kilogram. Hasil analisa marshall pada kadar aspal rencana 2 x 75 tumbukan dapat dilihat pada Tabel 5.8 :

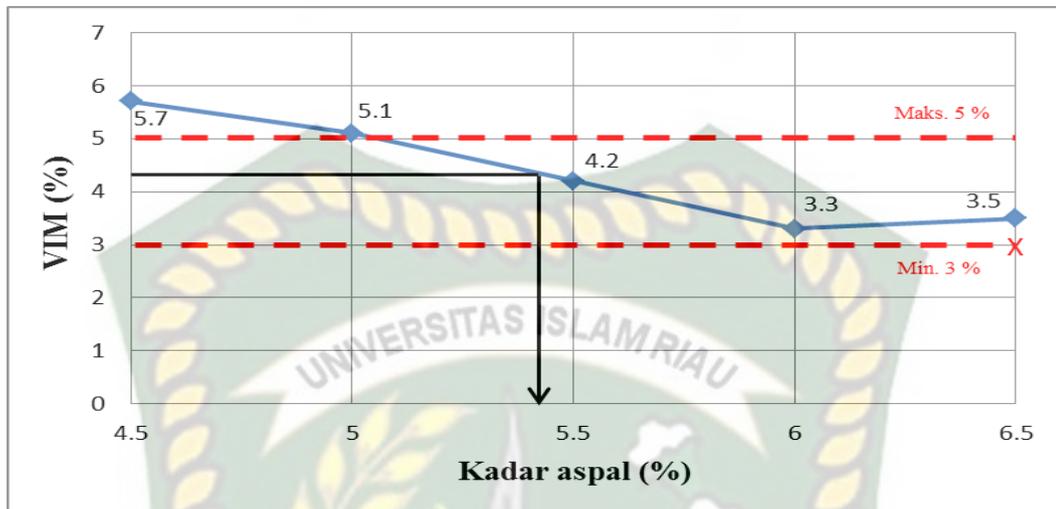
Tabel 5.8 Hasil Pengujian Marshall pada Kadar Aspal Rencana 2 x 75 Tumbukan

Sifat Marshall	Kadar Aspal Rencana				
	4,50	5,00	5,50	6,00	6,50
Rongga Dalam Campuran (<i>VIM</i>) (%), (min. 3 % - maks. 5 %)	5,7	5,1	4,2	3,3	3,5
Rongga Dalam Agregat (<i>VMA</i>) (%), (min. 14 %)	15,5	15,3	15,0	14,7	15,3
Rongga Terisi Aspal (<i>VFA</i>) (%), (min. 65 %)	62,9	66,8	71,9	77,4	77,2
Stabilitas (kg), (min. 800 kg)	1728,5	1909,4	1809,6	1578,7	1397,8
Kelelahan (mm), (min.2 – maks.4 mm)	3,3	3,6	3,5	3,6	3,6
Hasil Bagi Marshall (<i>MQ</i>) (kg/mm), (min. 250 kg/mm)	523,8	530,4	517	438,5	388,3

Sumber : Hasil Perhitungan

Hasil pengujian marshall dengan kadar aspal rencana 2 x 75 tumbukan pada tabel 5.8 telah memenuhi syarat batas minimum dan maksimum, sesuai standar Spesifikasi Umum Bina Marga 2010 (Revisi 3) pada Tabel 3.7 ketentuan sifat - sifat campuran laston *binder course* (*AC - BC*). Untuk lebih jelasnya nilai marshall dengan kadar aspal rencana 2 x 75 tumbukan juga dapat dilihat pada Gambar 5.2 s/d Gambar 5.7 :

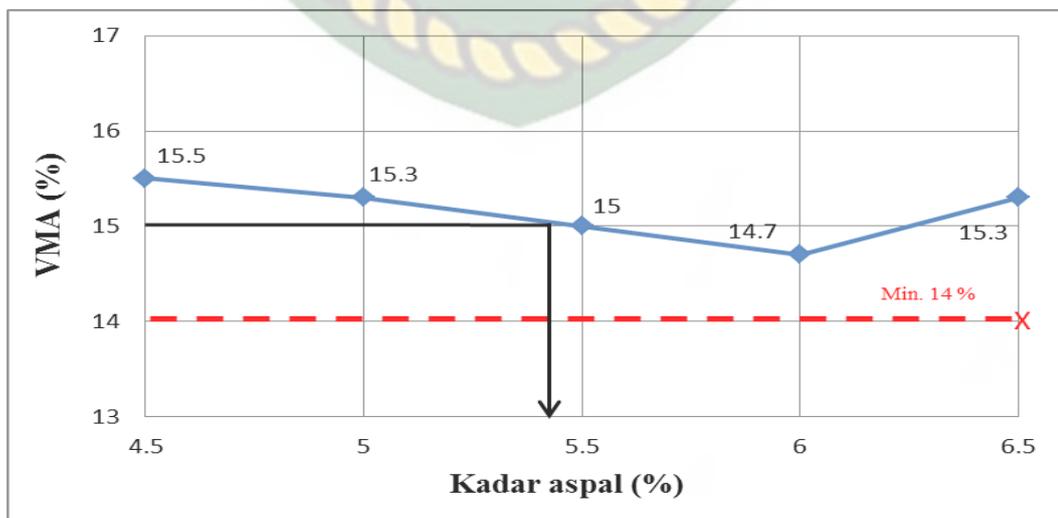
1. Volume Rongga Dalam Beton Aspal Padat / *VIM* (%)



Gambar 5.2 Grafik Hubungan *VIM* dengan Kadar Aspal Rencana

Pada kadar aspal 4.5 % nilai *VIM* melebihi syarat batas maksimum hingga menurun pada kadar aspal 5.0 % namun masih melebihi batas maksimum. Nilai *VIM* terus menurun pada kadar aspal 5.5 % - 6.0 %, dan mengalami sedikit kenaikan pada kadar aspal 6.0 % - 6.5 % dengan syarat batas minimum 3 % dan maksimum 5 %. Hal ini dikarenakan lengkung *VIM* akan terus menurun dengan bertambahnya kadar aspal sampai secara ultimit mencapai nilai minimum, karena aspal akan mengisi rongga campuran, dan akan naik apabila rongga telah terisi.

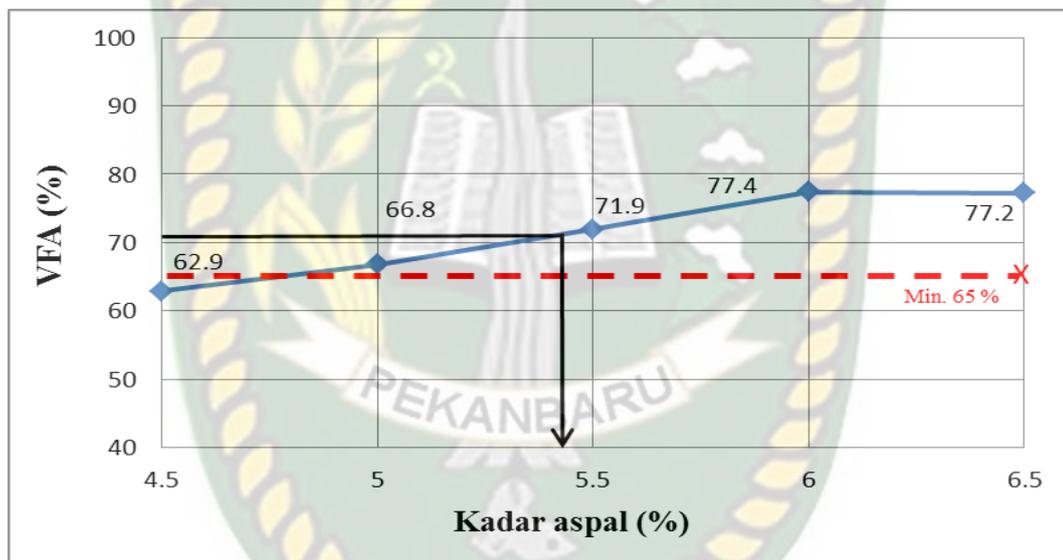
2. Volume Rongga Dalam Agregat Campuran / *VMA* (%)



Gambar 5.3 Grafik Hubungan *VMA* dengan Kadar Aspal Rencana

Pada *VMA* terjadi penurunan nilai *VMA* pada kadar aspal 4.5 % - 6.0 %, dan mengalami kenaikan pada kadar aspal 6.0 % - 6.5 % dengan syarat batas minimum 14 %. Hal ini dikarenakan *VMA* akan terus menurun sampai mencapai nilai minimum dan kemudian bertambah dengan bertambahnya kadar aspal. Aspal yang mulanya berfungsi sebagai pelumas membantu dalam proses pemadatan sehingga *VMA* menjadi kecil. Aspal yang semakin banyak tidak lagi berfungsi sebagai pelumas, tetapi pengisi rongga dan pembungkus agregat, sehingga proses pemadatan terganggu dan *VMA* meningkat.

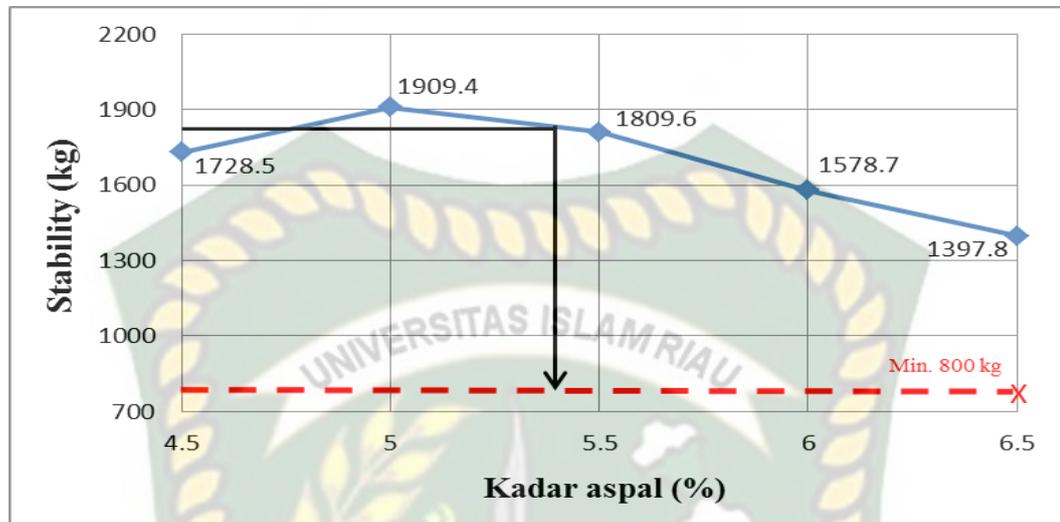
3. Volume Rongga Antara Butir Agregat Yang Terisi Aspal / *VFA* (%)



Gambar 5.4 Grafik Hubungan *VFA* dengan Kadar Aspal Rencana

Pada kadar aspal 4.5 % *VFA* berada diluar syarat batas minimum. Selanjutnya terjadi kenaikan nilai *VFA* pada 5.0 % - 6.0 %, dan mengalami sedikit penurunan pada kadar aspal 6.0 % - 6.5 % dengan syarat batas minimum 65 %. Hal ini dikarenakan lengkung *VFA* akan terus naik hingga mencapai nilai maksimum.

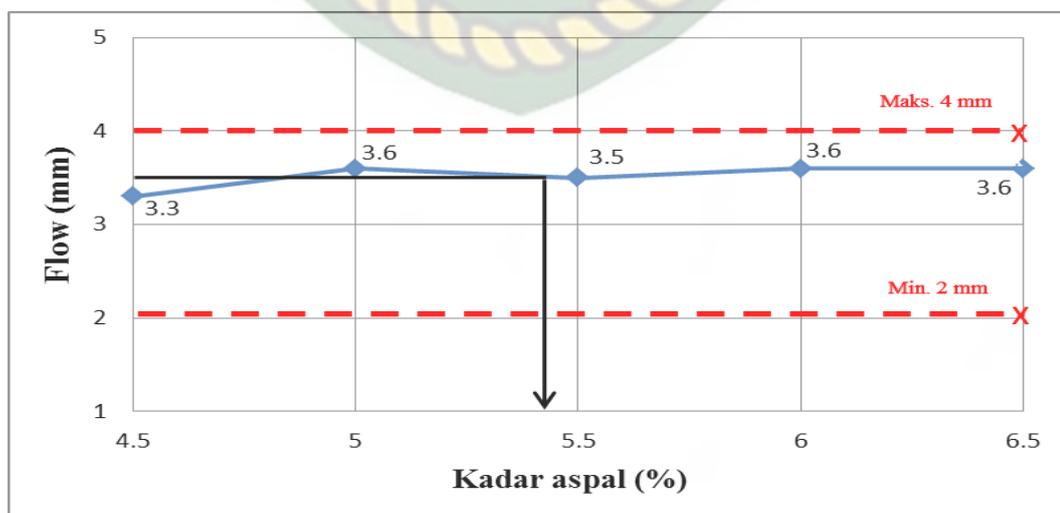
4. Stabilitas (kg)



Gambar 5.5 Grafik Hubungan Stabilitas dengan Kadar Aspal Rencana

Dari grafik diatas dapat dilihat bahwa, nilai stabilitas marshall pada kadar aspal rencana 4.5 % - 5.0 % meningkat saat kadar aspal bertambah, hal ini dikarenakan aspal berfungsi sebagai plumas pada saat pemadatan dilakukan. Pada kadar aspal 5.0 % - 6.5 % stabilitas menurun, karena setelah mencapai nilai stabilitas maksimum, maka aspal lebih berfungsi sebagai bahan pengisi rongga dan menyelimuti agregat dengan rentang toleransi yang di syaratkan yaitu minimum 800 kg.

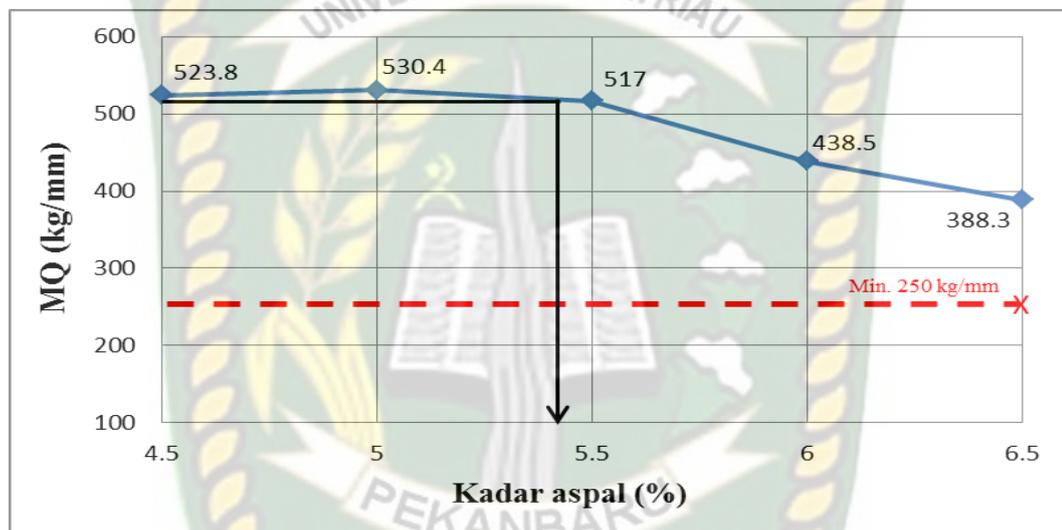
5. Kelelehan / Flow (mm)



Gambar 5.6 Grafik Hubungan Flow dengan Kadar Aspal Rencana

Pada kelelehan (*flow*) terjadi kenaikan nilai kelelehan pada kadar aspal 4.5 % - 5.0 % karena semakin meningkatnya kadar aspal maka selimut aspal bertambah tebal dan kelelehan semakin meningkat, namun sedikit menurun sekitar 0.1 mm pada kadar aspal 5.0 % - 5.5 %. Selanjutnya nilai *flow* naik lagi pada kadar aspal 5.5 % - 6 % dan menjadi konstan atau sama pada kadar aspal 6.0 % - 6.5 %, dengan syarat batas minimum 2 mm dan maksimum 4 mm.

6. Hasil Bagi Marshall / *MQ* (kg/mm)



Gambar 5.7 Grafik Hubungan Hasil Bagi Marshall dengan Kadar Aspal Rencana

Untuk hasil bagi marshall terjadi sedikit penurunan terhadap persentase kadar aspal yang tinggi, hal ini disebabkan karena nilai *flow* yang tinggi terhadap nilai stabilitas. Dengan kata lain nilai stabilitas yang tinggi tidak menjamin nilai marshall yang tinggi pula, jika hal tersebut juga diikuti oleh nilai kelelehan yang tinggi. Syarat batas minimum hasil bagi marshall yaitu 250 kg/mm.

5.1.6 Hasil Analisa Marshall pada Kondisi Kadar Aspal Rencana Tengah dengan 2 x 400 Tumbukan

VIM PRD merupakan nilai rongga dalam campuran yang dinyatakan dalam persen terhadap kepadatan mutlak dengan jumlah tumbukan 2 x 400. Jumlah tumbukan yang lebih dari 2 x 75 ini mempengaruhi nilai kepadatan stabilitas, kelelehan, dan hasil bagi marshall menjadi berbeda dari uji marshall standar yang dilakukan. Namun kadar aspal rencana, berat jenis, dan penyerapan

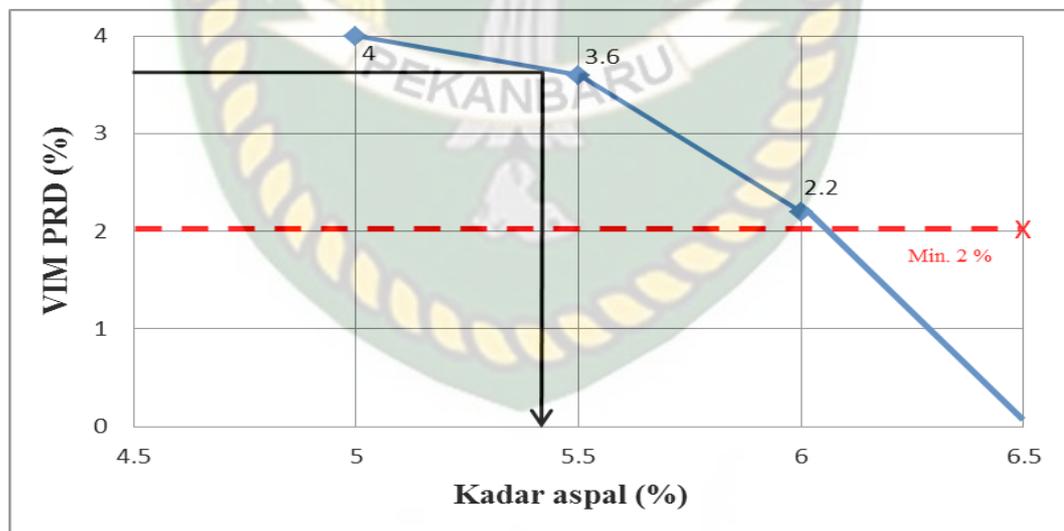
aspal yang digunakan sama dengan uji marshall pada 2 x 75 tumbukan. Berikut dapat dilihat hasil pengujian marshall untuk nilai *VIM PRD* pada Tabel 5.9 :

Tabel 5.9 Hasil Pengujian Marshall pada Kadar Aspal Rencana Tengah 2 x 400 Tumbukan

Sifat Marshall	Kadar Aspal Rencana (%)
	5,5
Rongga dalam Campuran (<i>VIM</i>) (%) pada Kepadatan Mutlak (<i>PRD</i>), (min. 2 %)	3,6

Sumber : Hasil Perhitungan

Hasil pengujian marshall dengan kadar aspal rencana tengah 2 x 400 tumbukan pada tabel 5.9 telah memenuhi syarat batas minimum yaitu 2 %, sesuai standar Spesifikasi Umum Bina Marga 2010 (Revisi 3) pada Tabel 3.7 ketentuan sifat - sifat campuran laston *binder course* (*AC - BC*). Untuk lebih jelasnya nilai marshall dengan kadar aspal rencana tengah 2 x 400 tumbukan juga dapat dilihat pada Gambar 5.8 :



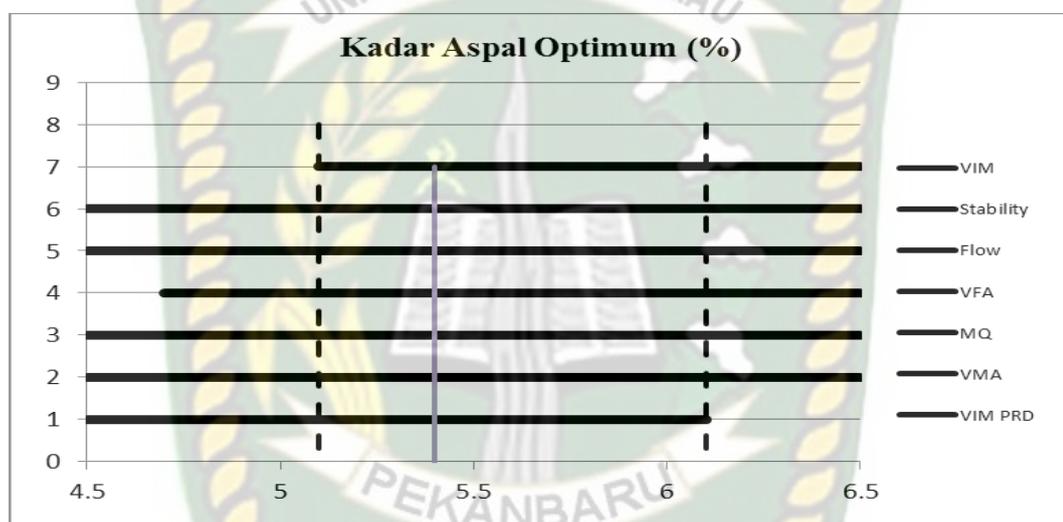
Gambar 5.8 Grafik Hubungan *VIM PRD* dengan Kadar Aspal Rencana

Pada *VIM PRD* dengan kadar aspal 4.5 % - 6.0 % mengalami penurunan nilai, selanjutnya pada kadar aspal 6.5 % nilai *VIM PRD* semakin menurun hingga melebihi dari syarat batas minimum yaitu 2 %. Hal ini dikarenakan lengkung *VIM* akan terus menurun dengan bertambahnya kadar aspal sampai secara ultimit

mencapai nilai minimum, karena aspal akan mengisi rongga campuran, dan akan naik apabila rongga telah terisi.

5.1.7 Hasil Pemilihan Kadar Aspal Optimum

Dari hasil pengujian besaran parameter marshall yang telah memenuhi seluruh persyaratan spesifikasi, seperti stabilitas, *flow*, *VIM*, *VMA*, *VFA*, hasil bagi marshall dan juga *VIM PRD* (pemeriksaan *void* pada kepadatan mutlak, %), maka dapat ditentukan kadar aspal optimum seperti pada Gambar 5.9 :



Gambar 5.9 Diagram Pemilihan Kadar Aspal Optimum pada AC – BC

Berdasarkan grafik pemilihan kadar aspal optimum pada Gambar 5.9, didapatkan kadar aspal optimum untuk campuran laston *binder course* yaitu sebesar 5.40 % dalam rentang kadar aspal 5.1 % - 6.1 % yang memenuhi seluruh hubungan parameter marshall terhadap kadar aspal.

5.1.8 Hasil Analisa Marshall pada Kondisi Kadar Aspal Optimum dengan 2 x 75 Tumbukan

Parameter sifat marshall selanjutnya masih menggunakan pengujian yang sama seperti pada kadar aspal rencana, hanya saja pengujian ini menggunakan kadar aspal optimum 5.40 % dengan 2 x 75 tumbukan dapat dilihat pada Tabel 5.10 :

Tabel 5.10 Hasil Pengujian Marshall pada Kadar Aspal Optimum 2 x 75 Tumbukan

Sifat Marshall	Kadar Aspal Optimum
	5,40
Kepadatan Marshall (Gsb) (gr/cc)	2,328
Rongga dalam Campuran (VIM) (%), (min. 3 % - maks. 5 %)	4,551
Rongga dalam Agregat (VMA) (%), (min. 14 %)	15,231
Rongga Terisi Aspal (VFA) (%), (min. 65 %)	70,120
Stabilitas (kg), (min. 800 kg)	1828,32
Kelelehan (mm), (min 2 mm – maks. 4 mm)	3,7
Hasil Bagi Marshall (MQ) (kg/mm), (min. 250 kg/mm)	494,140
Stabilitas Marshall Sisa (%) setelah perendaman selama 24 jam, 60 °C, (min. 90 %)	93,174

Sumber : Hasil Perhitungan

Hasil pengujian marshall dengan kadar aspal optimum 2 x 75 tumbukan pada Tabel 5.10 telah memenuhi syarat batas minimum dan maksimum, sesuai standar Spesifikasi Umum Bina Marga 2010 (Revisi 3) pada Tabel 3.7 ketentuan sifat - sifat campuran laston *binder course* (AC - BC).

5.2 Job Mix Formula

Setelah memperoleh hasil pengujian dari *DMF* yang memenuhi spesifikasi maka rancangan campuran tersebut menjadi dasar pekerjaan di *AMP*. Selanjutnya diambil benda uji berupa agregat *hot bin* di *AMP* untuk diuji gradasi kembali di laboratorium maka didapatlah hasil pengujian berupa komposisi agregat dan kriteria marshall pada *job mix formula* (*JMF*). Cara pengujiannya sama dengan pengujian pada *DMF* dan menggunakan kadar aspal optimum yang sama pada *DMF*. Pengujian ini berguna sebagai pengontrol komposisi campuran di *hot bin* pada *JMF*.

5.2.1 Hasil Pemeriksaan Sifat Fisik Agregat

Pada pengujian sifat fisik agregat *hot bin* dilakukan cara pengujian yang sama seperti pengujian *DMF* sebelumnya dengan abrasi material yang sama, hanya saja terdapat beberapa perbedaan hasil pengujian. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Tabel 5.11 :

Tabel 5.11 Hasil Pengujian Sifat Fisik Agregat Kasar

No	Karakteristik			Metoda Pengujian	Hasil	Spesifikasi	Keterangan
1.	Abrasi dengan Mesin <i>Los Angeles</i>	Tipe Gradasi B	500 Putaran	SNI 2417 : 2008	29,80 %	Maks. 40 %	Memenuhi
2.	Berat Jenis <i>Bulk</i>			SNI 03-6893-2002	2,632 gr/cc	-	
3.	Berat Jenis <i>SSD</i>			SNI 03-6893-2002	2,651 gr/cc	-	
4.	Berat Jenis <i>Apparent</i>			SNI 03-6893-2002	2,684 gr/cc	-	
5.	Penyerapan Air			SNI - 1969:2008	0,730 %	Maks. 3 %	
6.	Butir Pecah pada Agregat Kasar/Angularitas			SNI - 7619:2012	100/99,89	95/90	
7.	Partikel Pipih dan Lonjong			ASTMD4791 1 : 5	8,64 %	Maks. 10 %	
8.	Material Lolos Saringan No. 200			SNI 03-4142-1996	0,24 %	Maks. 2 %	

Sumber : Data Sekunder *JMF*

Hasil pengujian sifat fisik agregat kasar pada tabel 5.11 telah memenuhi syarat, sesuai standar Spesifikasi Umum Bina Marga 2010 (Revisi 3) pada Tabel 3.2 ketentuan agregat kasar. Sehingga agregat yang telah diuji tersebut layak digunakan dalam campuran beraspal AC – BC.

Tabel 5.12 Hasil Pengujian Sifat Fisik Agregat Halus

No	Karakteristik	Metoda Pengujian	Hasil	Spesifikasi	Keterangan
1.	Berat Jenis <i>Bulk</i>	SNI 03-6893-2002	2,581 gr/cc	-	Memenuhi
2.	Berat Jenis <i>SSD</i>	SNI 03-6893-2002	2,608 gr/cc	-	
3.	Berat Jenis <i>Apparent</i>	SNI 03-6893-2002	2,652 gr/cc	-	
4.	Nilai Setara Pasir	SNI 03-4428-1997	81,0 %	Min. 60 %	
5.	Angularitas dengan Uji Kadar Rongga	SNI 03-6877-2002	46,3 %	Min. 45	

Sumber : Data Sekunder *JMF*

Hasil pengujian sifat fisik agregat halus pada tabel 5.12 telah memenuhi syarat, sesuai standar Spesifikasi Umum Bina Marga 2010 (Revisi 3) pada Tabel 3.4 ketentuan agregat halus. Sehingga agregat yang telah diuji tersebut layak digunakan dalam campuran beraspal *AC – BC*.

Tabel 5.13 Hasil Pengujian Sifat Fisik *Filler*

No	Karakteristik	Metoda Pengujian	Hasil	Spesifikasi	Keterangan
1.	Material Lolos Saringan No. 200	SNI ASTMC136 :2012	99,21 %	Min. 75 %	Memenuhi

Sumber : Data Sekunder *JMF*

Hasil pengujian sifat fisik agregat *filler* pada tabel 5.13 telah memenuhi syarat, sesuai standar Spesifikasi Umum Bina Marga 2010 (Revisi 3) pada Sub bab 3.6.2 *Filler*. Sehingga agregat yang telah diuji tersebut layak digunakan dalam campuran beraspal *AC – BC*.

5.2.2 Hasil Pemeriksaan Sifat Fisik Aspal

Material yang digunakan pada *JMF* harus sama dengan pada *DMF*. Oleh karena itu material aspal memiliki sifat fisik yang sama dengan sebelumnya. Berikut sifat fisik aspal dapat dilihat pada Tabel 5.14 :

Tabel 5.14 Hasil Pengujian Sifat Fisik Aspal

No	Jenis Pengujian	Metoda Pengujian	Hasil	Spesifikasi	Keterangan
1.	Penetrasi pada 25 °C	SNI - 06-2456-1991	63	60 - 70	Memenuhi
2.	Titik Lembek	SNI 2434:2011	54,45 °C	≥ 48	Memenuhi
3.	Titik Nyala	SNI 2433:2011	250 °C	≥ 232	Memenuhi
4.	Berat Jenis Aspal (Gb)	SNI 2441:2011	1,031	≥ 1,00	Memenuhi

Sumber : Data Sekunder *JMF*

Hasil pengujian sifat fisik aspal pada tabel 5.14 telah memenuhi syarat, sesuai standar Spesifikasi Umum Bina Marga 2010 (Revisi 3) pada Tabel 3.6 ketentuan untuk aspal keras laston tipe I aspal pen. 60 – 70. Sehingga aspal yang telah diuji tersebut layak digunakan dalam campuran beraspal *AC – BC*.

5.2.3 Hasil Perencanaan Gradasi Agregat Campuran

Untuk mengetahui komposisi campuran di *hot bin* maka perlu dilakukan pengujian gradasi agregat kembali. Hasil perhitungan gradasi gabungan campuran *hot bin* dapat dilihat pada Tabel 5.15 dan Gambar 5.10 :

Tabel 5.15 Hasil Perhitungan Gradasi Gabungan Campuran

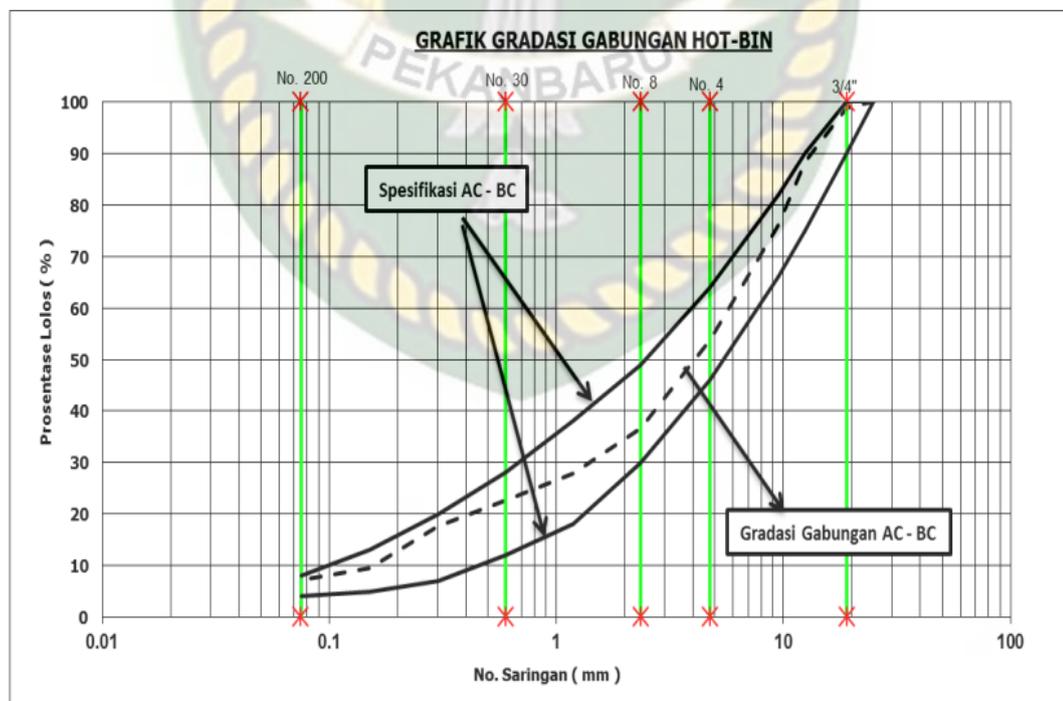
No. Saringan		Gradasi Agregat					Gradasi Campuran Agregat		Luas Permukaan Agregat
ASTM	(mm)	Hot Bin III	Hot Bin II	Hot Bin I	Filler	I	SPESIFIKASI		
							Min.	Maks.	
1,5"	37,50	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	
1"	25,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	0,41
3/4"	19,00	95,3	100,00	100,00	100,00	98,8	90,00	100,00	
1/2"	12,50	54,0	100,00	100,00	100,00	88,5	75,00	90,00	
3/8"	9,50	20,1	84,0	100,00	100,00	76,0	66,00	82,00	
No. 4	4,75	2,1	20,5	96,2	100,00	53,7	46,00	64,00	0,41
No. 8	2,36	1,6	2,5	70,4	100,00	36,6	30,00	49,00	0,82
No. 16	1,18	1,1	2,3	52,5	100,00	27,6	18,00	38,00	1,64
No. 30	0,60	0,9	2,2	41,9	100,00	22,5	12,00	28,00	2,87
No. 50	0,30	0,6	1,9	32,0	100,00	17,5	7,00	20,00	6,14

Tabel 5.15 Hasil Perhitungan Gradasi Gabungan Campuran (Lanjutan)

No. Saringan		Gradasi Agregat					Gradasi Campuran Agregat		Luas Permukaan Agregat	
ASTM	(mm)	Hot Bin III	Hot Bin II	Hot Bin I	Filler	I	SPESIFIKASI			
							Min.	Maks.		
No. 100	0,15	0,4	1,8	15,4	100,00	9,4	5,00	13,00	12,29	
No. 200	0,08	0,2	1,5	11,0	100,00	7,15	4,00	8,00	32,77	
KOMPOSISI AGREGAT		Hot Bin III				25,00				
		Hot Bin II				25,00				
		Hot Bin I				48,50				
		Filler				1,50				
		Total Persentase (%)						100,00		
Total Luas Permukaan (m ² /kg)						6,60				

Sumber : Hasil Perhitungan

Hasil perhitungan gradasi campuran agregat kasar, agregat halus, dan *filler* dari setiap ukuran saringan pada tabel 5.15 telah memenuhi syarat batas minimum dan maksimum, sesuai standar Spesifikasi Umum Bina Marga 2010 (Revisi 3) pada Tabel 3.5 spesifikasi gradasi agregat gabungan untuk laston *binder course*. Untuk lebih jelasnya nilai gradasi campuran agregat juga dapat dilihat pada Gambar 5.10 :

Gambar 5.10 Grafik Gradasi Gabungan *Hot – Bin*

Grafik gradasi gabungan *hot – bin* pada Gambar 5.10 terdapat garis putus – putus yang menunjukkan nilai gradasi campuran agregat yang dengan jumlah persentase lolos sesuai ukuran saringan berada di zona aman, yang dibatasi dengan syarat persentase minimum dan maksimum pada dua garis diantaranya sesuai Spesifikasi Umum Bina Marga 2010 (Revisi 3) pada Tabel 3.5 spesifikasi gradasi agregat gabungan untuk laston *binder course*.

5.2.4 Penentuan Berat Jenis dan Penyerapan Aspal pada Kadar Aspal Optimum

Pada *JMF* juga dilakukan pemeriksaan berat jenis dan penyerapan aspal untuk kadar aspal optimum, berikut merupakan hasil perhitungan berat jenis dan penyerapan aspal pada Tabel 5.16 :

Tabel 5.16 Hasil Perhitungan Berat Jenis dan Penyerapan Aspal

No	Berat Jenis dan Penyerapan	Hasil
1.	Berat Jenis <i>Bulk</i> (Gsb)	2,595 gr/cc
2.	Berat Jenis <i>Apparent</i> (Gsa)	2,655 gr/cc
3.	Berat Jenis Efektif (Gse)	2,625 gr/cc
4.	Penyerapan Aspal (Pba)	0,646 %

Sumber : Data Sekunder *JMF*

Hasil perhitungan berat jenis dan penyerapan aspal pada tabel 5.16 berguna dalam mendapatkan nilai marshall, seperti berat jenis *bulk* yang diperlukan dalam menentukan nilai persentase rongga diantara mineral agregat dan penyerapan aspal. Berat jenis efektif diperlukan secara tidak langsung untuk mencari nilai persentase rongga didalam campuran setelah didapatkan berat jenis maksimum campuran teoritis dan penyerapan aspal, sedangkan penyerapan aspal diperlukan dalam menentukan kadar aspal efektif.

5.2.5 Hasil Analisa Marshall pada Kondisi Kadar Aspal Optimum dengan 2 x 75 Tumbukan

Setelah didapat komposisi campuran, selanjutnya material *hot bin* dibuat sampel untuk di uji marshall menggunakan kadar aspal optimum yang sama

seperti *DMF* dengan 2 x 75 tumbukan. Hasil pengujian tersebut dapat dilihat pada Tabel 5.17 :

Tabel 5.17 Hasil Pengujian Marshall pada Kadar Aspal Optimum 2 x 75 Tumbukan

Sifat Marshall	Kadar Aspal Optimum
	5,40
Kepadatan Marshal (Gsb) (gr/cc)	2,336
Rongga dalam Campuran (<i>VIM</i>) (%), (min. 3 % - maks. 5 %)	3,906
Rongga dalam Agregat (<i>VMA</i>) (%), (min.14 %)	14,805
Rongga Terisi Aspal (<i>VFA</i>) (%), (min. 65 %)	73,796
Stabilitas (kg), (min. 800 kg)	1728,48
Kelelahan (mm), (min. 2 mm – maks. 4 mm)	3,5
Hasil Bagi Marshall (<i>MQ</i>) (kg/mm), (min. 250 kg/mm)	493,851
Stabilitas Marshall Sisa (%) setelah perendaman selama 24 jam, 60 °C, (min. 90 %)	92,779

Sumber : Hasil Perhitungan

Hasil pengujian marshall dengan kadar aspal optimum 2 x 75 tumbukan pada tabel 5.17 telah memenuhi syarat batas minimum dan maksimum, sesuai standar Spesifikasi Umum Bina Marga 2010 (Revisi 3) pada Tabel 3.7 ketentuan sifat - sifat campuran laston *binder course* (*AC - BC*).

5.2.6 Hasil Analisa Marshall pada Kondisi Kadar Aspal Optimum dengan 2 x 400 Tumbukan

Pengujian marshall dengan 2 x 400 tumbukan dengan kadar aspal optimum mampu memberikan nilai kepadatan mutlak (*VIM PRD*) yang lebih kecil dari pada 2 x 75 tumbukan. Pengujian ini berguna untuk menentukan durabilitas kinerja campuran beton aspal. Berikut dapat dilihat hasil pengujian *VIM PRD* pada Tabel 5.18 :

Tabel 5.18 Hasil Pengujian Marshall pada Kadar Aspal Optimum 2 x 400 Tumbukan

Sifat Marshall	Kadar Aspal Optimum
Rongga dalam Campuran (<i>VIM</i>) (%) pada Kepadatan Mutlak (<i>PRD</i>), (min. 2 %)	2,384

Sumber : Hasil Perhitungan

Hasil pengujian marshall dengan kadar aspal optimum 2 x 400 tumbukan pada tabel 5.18 telah memenuhi syarat batas minimum yaitu 2 %, sesuai standar Spesifikasi Umum Bina Marga 2010 (Revisi 3) pada Tabel 3.7 ketentuan sifat - sifat campuran laston *binder course* (*AC - BC*).

5.3 Trial Mix

Trial mix atau percobaan campuran merupakan uji coba produksi di *AMP* menggunakan hasil dari *JMF* yang didapat. Kemudian diambil sampel hasil produksi. Sampel berupa agregat diuji gradasi kembali dan sampel aspal panas untuk pemeriksaan marshall (dibuat benda uji marshall), di ekstraksi untuk memperoleh kadar aspal dan untuk mineral agregat dilakukan analisa saringan cara basah. Campuran kemudian di hamparkan dan dipadatkan di lapangan, selanjutnya setelah 24 jam di *core drill* untuk mendapatkan nilai *density* lapangan.

5.3.1 Hasil Pemeriksaan Sifat Fisik Agregat

Sifat fisik agregat yang digunakan pada *trial mix* sama dengan *JMF* hanya terdapat perbedaan pada hasil analisa saringan. Berikut hasil pengujian sifat fisik agregat pada Tabel 5.19 :

Tabel 5.19 Hasil Pengujian Sifat Fisik Agregat Kasar

No	Karakteristik			Metoda Pengujian	Hasil	Spesifikasi	Keterangan
1.	Abrasi dengan Mesin <i>Los Angeles</i>	Tipe Gradasi B	500 Putaran	SNI 2417 : 2008	29,80%	Maks. 40%	Memenuhi
2.	Berat Jenis <i>Bulk</i>			SNI 03-6893-2002	2,632 gr/cc	-	

Tabel 5.19 Hasil Pengujian Sifat Fisik Agregat Kasar (Lanjutan)

No	Karakteristik	Metoda Pengujian	Hasil	Spesifikasi	Keterangan
3.	Berat Jenis <i>SSD</i>	SNI 03-6893-2002	2,651 gr/cc	-	Memenuhi
4.	Berat Jenis <i>Apparent</i>	SNI 03-6893-2002	2,684 gr/cc	-	
5.	Penyerapan Air	SNI - 1969:2008	0,730 %	Maks. 3 %	
6.	Butir Pecah pada Agregat Kasar/Angularitas	SNI - 7619:2012	100/99,89	95/90	
7.	Partikel Pipih dan Lonjong	ASTMD4791 Perbandingan 1 : 5	8,64 %	Maks. 10 %	
8.	Material Lolos Saringan No. 200	SNI 03-4142-1996	1,22 %	Maks. 2 %	

Sumber : Data Sekunder *Trial Mix*

Hasil pengujian sifat fisik agregat kasar pada tabel 5.19 telah memenuhi syarat, sesuai standar Spesifikasi Umum Bina Marga 2010 (Revisi 3) pada Tabel 3.2 ketentuan agregat kasar. Sehingga agregat yang telah diuji tersebut layak digunakan dalam campuran beraspal AC – BC.

Tabel 5.20 Hasil Pengujian Sifat Fisik Agregat Halus

No	Karakteristik	Metoda Pengujian	Hasil	Spesifikasi	Keterangan
1.	Berat Jenis <i>Bulk</i>	SNI 03-6893-2002	2,581 gr/cc	-	Memenuhi
2.	Berat Jenis <i>SSD</i>	SNI 03-6893-2002	2,608 gr/cc	-	
3.	Berat Jenis <i>Apparent</i>	SNI 03-6893-2002	2,652 gr/cc	-	
4.	Nilai Setara Pasir	SNI 03-4428-1997	81,0%	Min. 60%	
5.	Angularitas dengan Uji Kadar Rongga	SNI 03-6877-2002	46,3%	Min. 45	

Sumber : Data Sekunder *Trial Mix*

Hasil pengujian sifat fisik agregat halus pada tabel 5.20 telah memenuhi syarat, sesuai standar Spesifikasi Umum Bina Marga 2010 (Revisi 3) pada Tabel

3.4 ketentuan agregat halus. Sehingga agregat yang telah diuji tersebut layak digunakan dalam campuran beraspal AC – BC.

Tabel 5.21 Hasil Pengujian Sifat Fisik *Filler*

No	Karakteristik	Metoda Pengujian	Hasil	Spesifikasi	Keterangan
1.	Material Lolos Saringan No. 200	SNI ASTMC136:2 012	99,21%	Min. 75%	Memenuhi

Sumber : Data Sekunder *Trial Mix*

Hasil pengujian sifat fisik *filler* pada tabel 5.21 telah memenuhi syarat, sesuai standar Spesifikasi Umum Bina Marga 2010 (Revisi 3) pada Sub bab 3.6.2 *Filler*. Sehingga agregat yang telah diuji tersebut layak digunakan dalam campuran beraspal AC – BC.

5.3.2 Hasil Pemeriksaan Sifat Fisik Aspal

Aspal yang digunakan adalah sama dengan *DMF* dan *JMF* maka hasil pengujian sifat fisik aspal sama seperti pada Tabel 5.22 :

Tabel 5.22 Hasil Pengujian Sifat Fisik Aspal

No	Jenis Pengujian	Metoda Pengujian	Hasil	Spesifikasi	Keterangan
1.	Penetrasi pada 25 °C	SNI - 06-2456-1991	63	60 - 70	Memenuhi
2.	Titik Lembek	SNI 2434:2011	54,45 °C	≥ 48	Memenuhi
3.	Titik Nyala	SNI 2433:2011	250 °C	≥ 232	Memenuhi
4.	Berat Jenis Aspal (Gb)	SNI 2441:2011	1,031	≥ 1,00	Memenuhi

Sumber : Data Sekunder *Trial Mix*

Hasil pengujian sifat fisik aspal pada tabel 5.22 telah memenuhi syarat, sesuai standar Spesifikasi Umum Bina Marga 2010 (Revisi 3) pada Tabel 3.6

ketentuan untuk aspal keras laston tipe I aspal pen. 60 – 70. Sehingga aspal yang telah diuji tersebut layak digunakan dalam campuran beraspal AC – BC.

5.3.3 Hasil Perencanaan Gradasi Agregat Campuran

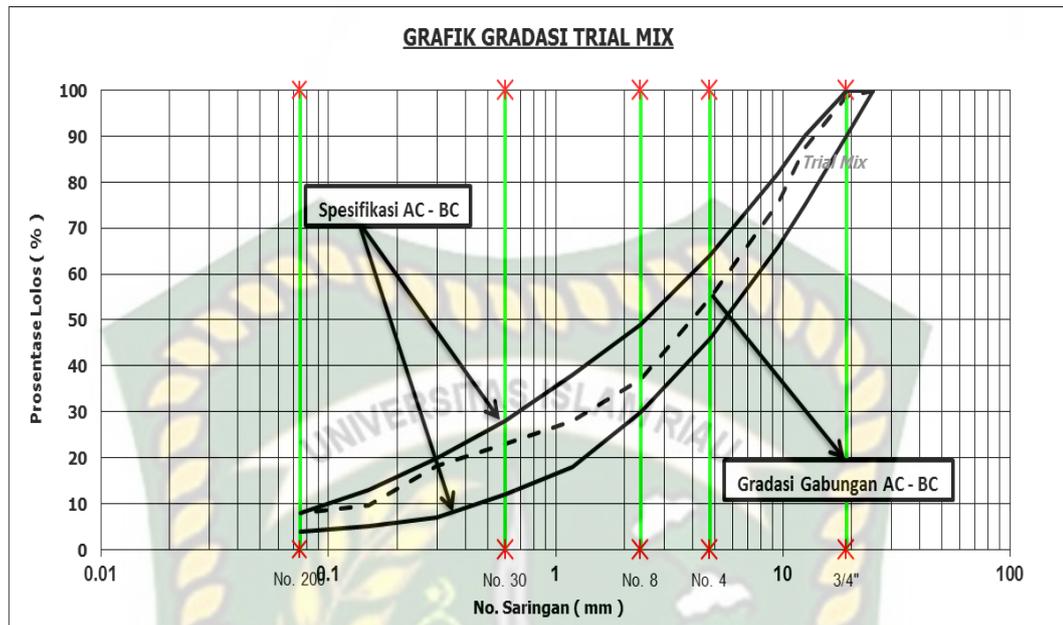
Dalam proses pembuatan campuran aspal panas perlu dilakukan pengujian berulang gradasi campuran sebagai pengontrol kualitas campuran agar sesuai dengan spesifikasi. Dengan menggunakan komposisi campuran yang sama dengan *JMF* seperti pada Tabel 5.23 dan Gambar 5.11 :

Tabel 5.23 Hasil Perhitungan Gradasi Gabungan Campuran

No. Saringan		Gradasi Agregat					Gradasi Campuran Agregat		Luas Permukaan Agregat
ASTM	(mm)	Hot Bin III	Hot Bin II	Hot Bin I	Filler	I	SPESIFIKASI		
							Min.	Maks.	
1,5"	37,50	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	
1"	25,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	0,41
3/4"	19,00	94,9	100,00	100,00	100,00	98,7	90,00	100,00	
1/2"	12,50	50,1	100,00	100,00	100,00	87,5	75,00	90,00	
3/8"	9,50	20,9	81,4	100,00	100,00	75,5	66,00	82,00	
No. 4	4,75	3,3	21,0	97,2	100,00	54,6	46,00	64,00	0,41
No. 8	2,36	2,6	3,0	70,5	100,00	36,9	30,00	49,00	0,82
No. 16	1,18	2,2	2,7	52,2	100,00	27,9	18,00	38,00	1,64
No. 30	0,60	2,0	2,3	42,0	100,00	22,8	12,00	28,00	2,87
No. 50	0,30	1,8	2,0	32,6	99,9	18,1	7,00	20,00	6,14
No. 100	0,15	1,5	1,8	14,9	99,8	9,3	5,00	13,00	12,29
No. 200	0,08	1,2	1,6	11,8	99,2	7,8	4,00	8,00	32,77
KOMPOSISI AGREGAT	Hot Bin III					25,00			
	Hot Bin III					25,00			
	Hot Bin III					48,50			
	Filler					1,50			
Total Persentase (%)						100,00			
Total Luas Permukaan (m ² /kg)						6,89			

Sumber : Hasil Perhitungan

Hasil perhitungan gradasi campuran agregat kasar, agregat halus, dan *filler* dari setiap ukuran saringan pada tabel 5.23 telah memenuhi syarat batas minimum dan maksimum, sesuai standar Spesifikasi Umum Bina Marga 2010 (Revisi 3) pada Tabel 3.5 spesifikasi gradasi agregat gabungan untuk laston *binder course*. Untuk lebih jelasnya nilai gradasi campuran agregat juga dapat dilihat pada Gambar 5.11 :



Gambar 5.11 Grafik Gradasi *Trial Mix*

Grafik gradasi gabungan *trial mix* pada Gambar 5.11 terdapat garis putus – putus berwarna hitam yang menunjukkan nilai gradasi campuran agregat yang dengan jumlah persentase lolos sesuai ukuran saringan berada di zona aman. Gradasi gabungan *trial mix* tersebut dibatasi oleh syarat persentase minimum dan maksimum diantaranya pada garis hitam berupa batas atas dan batas bawah sesuai Spesifikasi Umum Bina Marga 2010 (Revisi 3) pada Tabel 3.5 spesifikasi gradasi agregat gabungan untuk laston *binder course*.

5.3.4 Hasil Pengujian Kadar Aspal dari Campuran Beraspal dengan Cara Sentrifus “Ekstraksi”

Pada saat dilakukan percobaan produksi campuran, diambil campuran beraspal panas dari AMP untuk dilakukan ekstraksi campuran. Dari hasil pengujian ekstraksi dan analisis campuran beraspal tersebut didapat nilai kadar aspal optimum sesudah ekstraksi sebesar 5,41 %.

5.3.5 Hasil Analisa Marshall pada Kondisi Kadar Aspal Optimum dengan 2 x 75 Tumbukan

Pengujian marshall pada kondisi kadar aspal hasil ekstraksi dibuat juga sampel dengan 2 x 75 tumbukan dengan hasil seperti pada Tabel 5.24 :

Tabel 5.24 Hasil Pengujian Marshall pada Kadar Aspal Optimum 2 x 75 Tumbukan

Sifat Marshall	Kadar Aspal Optimum
	5,41
Kepadatan Marshall (Gsb) (gr/cc)	2,329
Rongga dalam Campuran (VIM) (%), (min. 3 % – maks. 5 %)	4,235
Rongga dalam Agregat (VMA) (%), (min. 14 %)	15,105
Rongga Terisi Aspal (VFA) (%), (min. 65 %)	71,962
Stabilitas (kg), (min. 800 kg)	1672,32
Kelelehan (mm), (min 2 mm – maks. 4 mm)	3,625
Hasil Bagi Marshall (MQ) (kg/mm), (min. 250 kg/mm)	464,533
Stabilitas Marshall Sisa (%) setelah perendaman selama 24 jam, 60 °C, (min. 90 %)	94,165

Sumber : Hasil Perhitungan

Hasil pengujian marshall dengan kadar aspal optimum 2 x 75 tumbukan pada tabel 5.24 telah memenuhi syarat batas minimum dan maksimum, sesuai standar Spesifikasi Umum Bina Marga 2010 (Revisi 3) pada Tabel 3.7 ketentuan sifat - sifat campuran laston *binder course* (AC - BC).

5.3.6 Hasil Analisa Marshall pada Kondisi Kadar Aspal Optimum dengan 2 x 400 Tumbukan

Selain di ekstraksi campuran dari hasil *trial mix* perlu dibuat sampel untuk diuji marshall dengan menggunakan kadar aspal hasil ekstraksi 2 x 400 tumbukan seperti pada Tabel 5.25 :

Tabel 5.25 Hasil Pengujian Marshall pada Kadar Aspal Optimum 2 x 400 Tumbukan

Sifat Marshall	Kadar Aspal Optimum
	5,41
Rongga dalam Campuran (VIM) (%) pada Kepadatan Mutlak (PRD), (min. 2 %)	2,220

Sumber : Hasil Perhitungan

Hasil pengujian marshall dengan kadar aspal optimum 2 x 400 tumbukan pada tabel 5.25 telah memenuhi syarat batas minimum yaitu 2 %, sesuai standar Spesifikasi Umum Bina Marga 2010 (Revisi 3) pada Tabel 3.7 ketentuan sifat - sifat campuran laston *binder course* (AC - BC).

5.3.7 Pemeriksaan Kepadatan di Lapangan dengan Alat *Core Drill*

Hasil produksi *trial mix* dibawa kelapangan untuk dilakukan penghamparan dan pemadatan. Tebal rencana untuk lapis AC - BC adalah 6,0 cm. Panjang lintasan adalah 75 m terbagi dalam 3 segmen (25 m). Berikut data hasil pemadatan lapangan dapat dilihat pada Tabel 5.26 :

Tabel 5.26 Hasil Pemadatan di Lapangan

Uraian	Temperatur Aspal Tipe I	Temperatur °C		Jumlah Lintasan	Jumlah Lintasan	Jumlah Lintasan
	Spesifikasi	Awal	Akhir			
Pemadatan Awal	125 °C – 145 °C	145	125	1	1	1
Roda Baja (<i>Tandem Roller</i>)						
Pemadatan Antara	100 °C – 125 °C	125	100	14	16	18
Roda Karet (<i>Tire Roller</i>)						
Pemadatan Akhir	> 95 °C		95	1	1,5	1,5
Roda Baja (<i>Tandem Roller</i>)						

Sumber : Data Sekunder Pemadatan *Trial Mix*

Dari data pemadatan lapangan seperti jumlah *passing*, suhu, dan juga ketebalan lapisan hasil *core drill* memenuhi syarat batas sesuai Spesifikasi Umum Bina Marga 2010 (Revisi 3) pada Tabel 3.9 ketentuan viskositas dan temperatur aspal untuk pencampuran dan pemadatan, maka didapatkan nilai kepadatan lapangan yang di akan dibandingkan dengan kepadatan laboratorium untuk menentukan kepadatan standar kerja (*JSD*) seperti pada Tabel 5.27 :

Tabel 5.27 Hasil Pemeriksaan Kepadatan di Lapangan dengan Alat *Core Drill*

Jumlah Passing	Tebal (cm), (min. 6 cm)	Kepadatan (gr/cm ³)		Kepadatan (%)	
		Lapangan	Laboratorium	Hasil Uji	Spesifikasi
14	6,8	2,287	2,329	98,1	Min. 98
16	6,2	2,310	2,329	99,2	Min. 98
18	5,9	2,323	2,329	99,6	Min. 98

Sumber : Hasil Perhitungan

Hasil pemeriksaan kepadatan di lapangan dengan alat *core drill* pada tabel 5.27 yang paling mendekati dengan syarat tebal rencana 6.0 cm untuk lapisan AC – BC, yaitu 99,2 % terdapat pada jumlah *passing* 16 dengan minimum 98 %. Antara kepadatan dilapangan dengan kepadatan dilaboratorium sedikit mengalami penurunan nilai, namun semua hasil perhitungan masih dalam rentang toleransi yang diizinkan sesuai Spesifikasi Umum Bina Marga 2010 (Revisi 3) pada Tabel 3.10 ketentuan kepadatan laston, hal ini berarti kepadatan dilapangan akan menjadi *job standard density (JSD)* dalam suatu pekerjaan jalan.

5.4 Perbandingan Data Nilai Keseluruhan pada *DMF*, *JMF*, dan *Trial Mix*

Setelah dilakukan pengujian dan analisa dari ketiga proses yaitu *DMF*, *JMF*, dan *trial mix*, didapatlah nilai karakteristik marshall secara keseluruhan. Untuk lebih jelasnya dibuat rangkuman perbandingan nilai *DMF*, *JMF*, dan *trial mix* pada Tabel 5.28 :

Tabel 5.28 Perbandingan Nilai *DMF*, *JMF*, dan *Trial Mix*

No	Karakteristik	Spesifikasi	Nilai <i>DMF</i>	Nilai <i>JMF</i>	Nilai <i>Trial Mix</i>
1.	Kadar Aspal (%)	$\pm 0,3$	5,40	5,40	5,41
2.	Penyerapan Aspal (%)	Maks 1,2	0,719	0,646	0,646
3.	Kepadatan Marshall (Gsb) (gr/cc)	-	2,328	2,336	2,329
4.	<i>VIM</i> (%)	3,0 - 5,0	4,551	3,906	4,235
5.	<i>VMA</i> (%)	Min. 14	15,231	14,805	15,105
6.	<i>VFA</i> (%)	Min. 65	70,120	73,796	71,962
7.	Stabilitas (kg)	Min. 800	1828,32	1728,48	1672,32
8.	Kelelehan / <i>Flow</i> (%)	2 - 4	3,7	3,5	3,625
9.	Hasil Bagi Marshall, <i>MQ</i> (kg/mm)	Min. 250	494,140	493,851	464,533
10.	Stabilitas Setelah Perendaman 24 jam (%)	Min. 90	93,174	92,779	94,165
11.	<i>VIM</i> Pada Kepadatan Membal (Refusal) (%)	Min. 2,0	3,6	2,38	2,220
12.	<i>Density</i> Lapangan (<i>Core Drill</i>) (gr/cm ³)	-	-	-	2,310
13.	Derajat Kepadatan (%)	Min. 98	-	-	99,2

Sumber : Hasil Perhitungan

Berdasarkan karakteristik marshall pada tabel 5.28 adanya perbedaan karakteristik antara *DMF* dengan *JMF* begitu juga dengan *trial mix*, namun masih dalam syarat toleransi sesuai spesifikasi.

Hal ini terlihat jelas dari nilai *VIM* pada $JMF < DMF < trial\ mix$, merupakan tolak ukur kinerja campuran yang berkaitan dengan deformasi dan penuaan (*ageing*). Nilai *VMA* pada $JMF < trial\ mix < DMF$, merupakan tolak ukur kinerja campuran yang berkaitan dengan keawetan (*durabilitas*). Nilai *VFA* pada $DMF < trial\ mix < JMF$, merupakan tolak ukur kinerja campuran yang berkaitan dengan deformasi dan penuaan (*ageing*). Nilai stabilitas pada $trial\ mix < JMF < DMF$, merupakan tolak ukur kinerja campuran yang berkaitan dengan kekuatan. Nilai *Flow* pada $JMF < trial\ mix < DMF$, merupakan tolak ukur kinerja campuran yang berkaitan dengan kerapuhan (*brittle*) atau retak (*crack*). Nilai Hasil Bagi Marshall (*marshall quotient*) pada $trial\ mix < JMF < DMF$, merupakan tolak ukur kinerja campuran yang berkaitan dengan deformasi. Nilai stabilitas setelah perendaman 24 jam pada $JMF < DMF < trial\ mix$, merupakan tolak ukur kinerja campuran yang berkaitan dengan kekuatan. Nilai *VIM* pada kepadatan membal (*refusal*) pada $trial\ mix < JMF < DMF$, merupakan tolak ukur kinerja campuran yang berkaitan dengan deformasi dan penuaan (*ageing*).

Dilihat dari teori jenis kendaraan, jalan air hitam merupakan perkerasan jalan yang melayani lalu lintas kendaraan ringan (seperti sedan, opelet, pick up, dan bus kecil), kendaraan berat (seperti bus besar, truk 2 sumbu, truk 3 sumbu, truk gandengan, dan truk semi trailer), serta sepeda motor/kendaraan roda tiga, dan kendaraan tak bermotor (sepeda), untuk itu diperlukan perancangan campuran beraspal dengan mutu yang memiliki karakteristik marshall berupa nilai stabilitas yang lebih tinggi dan memenuhi spesifikasi, sehingga jalan mampu melayani lalu lintas di atasnya. Dalam hal ini *DMF* dengan nilai stabilitas sebesar 1828.32 kg lebih memenuhi.

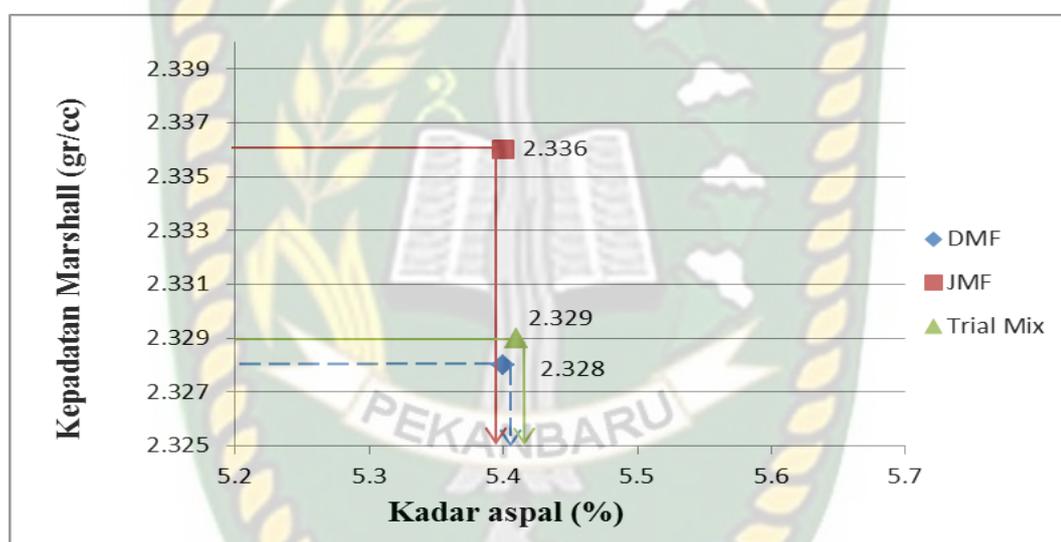
Oleh karena itu perbandingan nilai karakteristik marshall akibat perlakuan pada *DMF*, *JMF*, dan *trial mix* tidak bisa memiliki perilaku yang sama. Hal ini dipengaruhi oleh kondisi mekanisme dalam pelaksanaan pengujian. Sehingga mengakibatkan mutunya berubah, tidak sesuai antara *DMF*, *JMF*, dan *trial mix*.

Namun ketiga jenis pencampuran tersebut masih dalam batas rentang toleransi yang diizinkan sesuai Spesifikasi Umum Bina Marga 2010 (Revisi 3) pada Tabel 3.7 ketentuan sifat – sifat campuran laston binder course (*AC – BC*).

5.5 Grafik Hubungan Antara Kadar Aspal dengan Parameter Marshall

Pada tabel 5.28 terdapat kriteria hasil analisa pengujian marshall dari *DMF*, *JMF*, dan juga *trial mix*. Berikut grafik hubungan antara kadar aspal dengan parameter marshall dari ketiga proses seperti pada Gambar 5.12 s/d Gambar 5.18 :

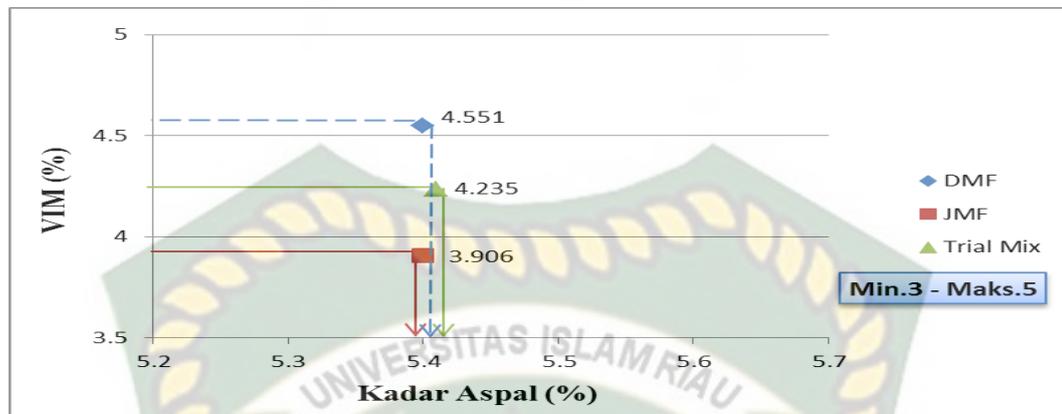
1. Kepadatan Marshall / Gsb (gr/cc)



Gambar 5.12 Grafik Perbandingan Nilai Kepadatan Marshall Campuran *AC – BC* pada *DMF*, *JMF*, dan *Trial Mix*

Kepadatan marshall merupakan nilai yang menunjukkan besarnya kerapatan dari suatu campuran yang dipadatkan. Jika suatu campuran menghasilkan kepadatan yang tinggi, maka campuran tersebut akan lebih mampu menahan beban yang lebih besar atau lebih berat, dibanding campuran yang memiliki *density* rendah. Nilai *density* pada *DMF* adalah 2.328 gr/cc, untuk *JMF* adalah 2.336 gr/cc, dan *trial mix* yaitu 2.329 gr/cc. Jika diurutkan nilai *density* pada $DMF < trial\ mix < JMF$.

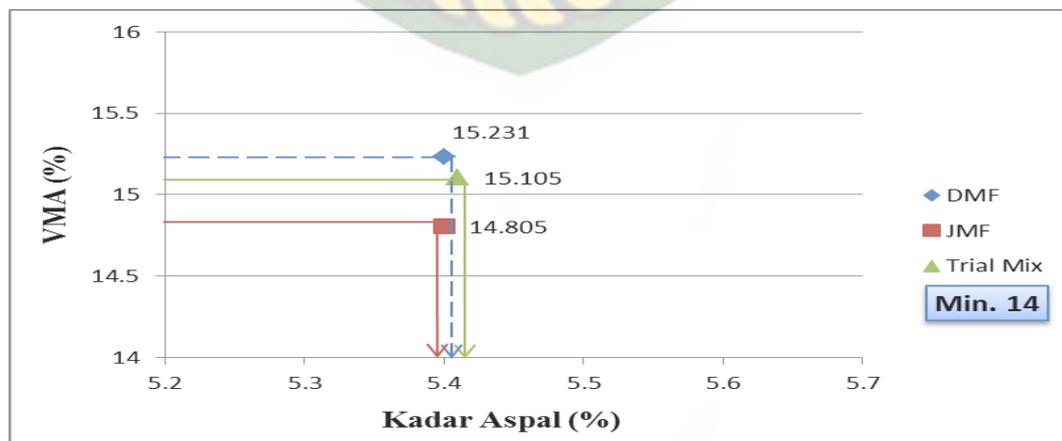
2. Rongga Dalam Campuran / *VIM* (%)



Gambar 5.13 Grafik Perbandingan Nilai *VIM* Campuran AC - BC pada *DMF*, *JMF*, dan *Trial Mix*

Rongga dalam campuran (*VIM*) merupakan volume pori yang masih tersisa setelah campuran beton aspal di padatkan. Nilai *VIM* pada *DMF* adalah 4.551 %, untuk *JMF* adalah 3.906 %, dan *trial mix* yaitu 4.235 %. Dari ketiga nilai *VIM* campuran tersebut masih dalam syarat batas minimum 3 % - maksimum 5 %. Jika diurutkan nilai *VIM* pada *JMF* < *trial mix* < *DMF*. Apabila nilai *VIM* lebih kecil dari 3 % maka akibat pemadatan tambahan aspal bisa terdesak keatas (*bleeding*), dan apabila lebih besar dari 5 % akan menyebabkan campuran kurang kedap air dan udara, sehingga campuran beraspal panas tersebut menjadi kurang awet (mudah retak), selain deformasi perkerasan beraspal bisa menjadi porus sehingga mempercepat penuaan (*ageing*).

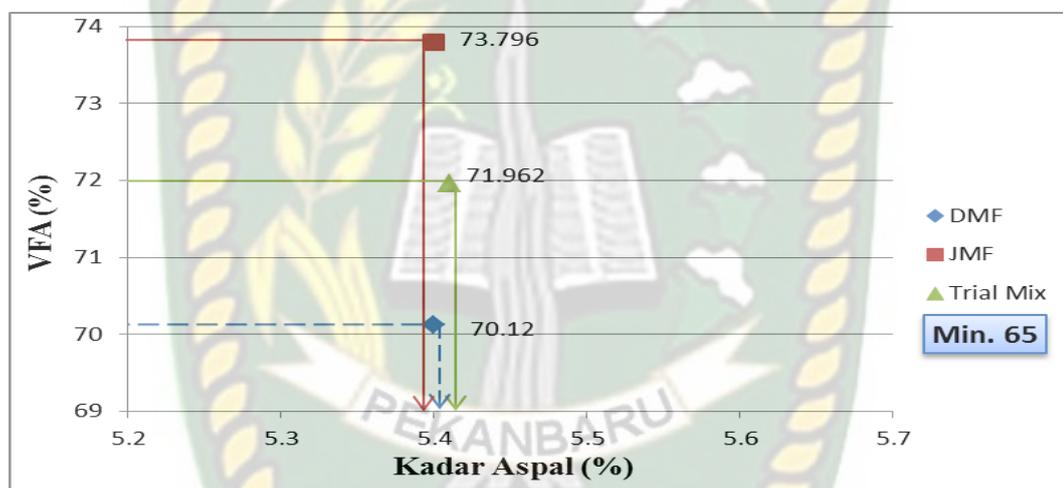
3. Rongga Diantara Mineral Agregat / *VMA* (%)



Gambar 5.14 Grafik Perbandingan Nilai *VMA* Campuran AC - BC pada *DMF*, *JMF*, dan *Trial Mix*

Rongga diantara mineral agregat (*VMA*) merupakan rongga udara yang ada diantara mineral agregat didalam campuran beraspal panas yang sudah dipadatkan termasuk ruang yang terisi aspal. Nilai *VMA* pada *DMF* adalah 15.231 %, untuk *JMF* adalah 14.805 %, dan *trial mix* yaitu 15.105 %. Dari ketiga nilai *VMA* campuran tersebut masih dalam syarat batas yaitu diatas minimum 14 %. Jika diurutkan nilai *VMA* pada $JMF < trial\ mix < DMF$. Jika *VMA* terlalu kecil, maka rongga yang bisa terisi oleh aspal menjadi terbatas dan akan membuat perkerasan beraspal menjadi kurang awet.

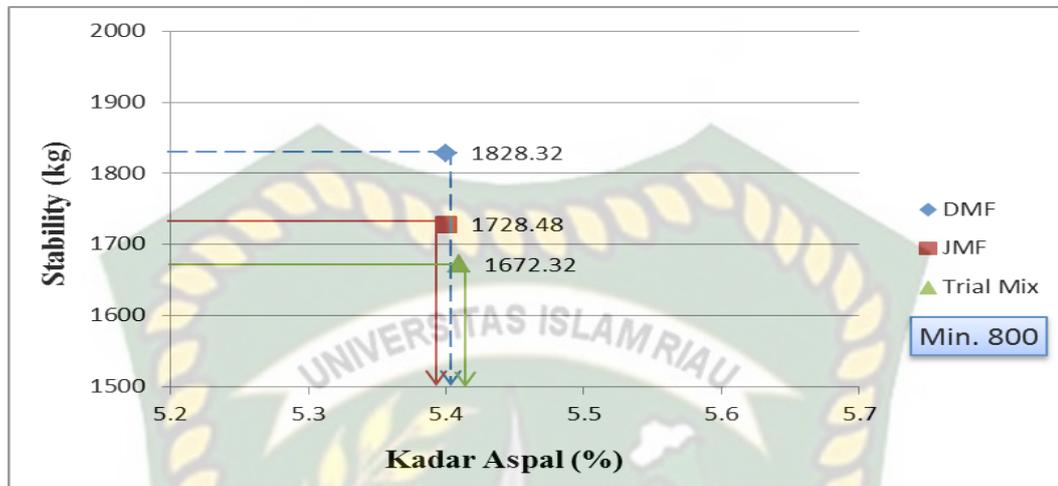
4. Rongga Terisi Aspal / *VFA* (%)



Gambar 5.15 Grafik Perbandingan Nilai *VFA* Campuran AC - BC pada *DMF*, *JMF*, dan *Trial Mix*

Rongga terisi aspal (*VFA*) merupakan bagian dari *VMA* yang terisi aspal, tidak termasuk didalamnya aspal yang terabsorpsi oleh masing - masing butir agregat. Nilai *VFA* pada *DMF* adalah 17.12 %, untuk *JMF* adalah 73.796 %, dan *trial mix* yaitu 71.962 %. Dari ketiga nilai *VFA* campuran tersebut masih dalam syarat batas yaitu diatas minimum 65 %. Jika diurutkan nilai *VFA* pada $DMF < trial\ mix < JMF$. *VFA* yang terlalu tinggi dapat menyebabkan aspal naik ke permukaan pada temperatur tinggi dan apabila terlalu rendah dapat menyebabkan campuran bersifat porus dan mudah teroksidasi.

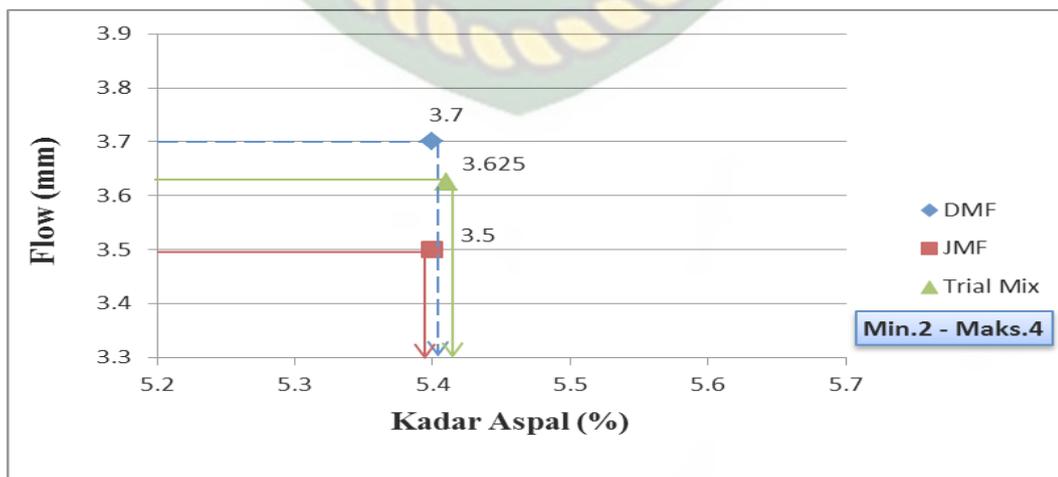
5. Stabilitas (kg)



Gambar 5.16 Grafik Perbandingan Nilai Stabilitas Campuran AC – BC pada DMF, JMF, dan Trial Mix

Stabilitas marshall merupakan kemampuan lapisan perkerasan menerima beban lalu lintas tanpa terjadi perubahan bentuk. Nilai stabilitas pada DMF adalah 1828.32 kg, untuk JMF adalah 1728.48 kg, dan trial mix yaitu 1672.32 kg. Dari ketiga nilai stabilitas campuran tersebut masih dalam syarat batas yaitu diatas minimum 800 kg. Jika diurutkan nilai stabilitas pada trial mix < JMF < DMF. Ini berarti nilai stabilitas pada DMF lebih kaku. Hal ini merupakan tolak ukur kinerja campuran yang berkaitan dengan kekuatan.

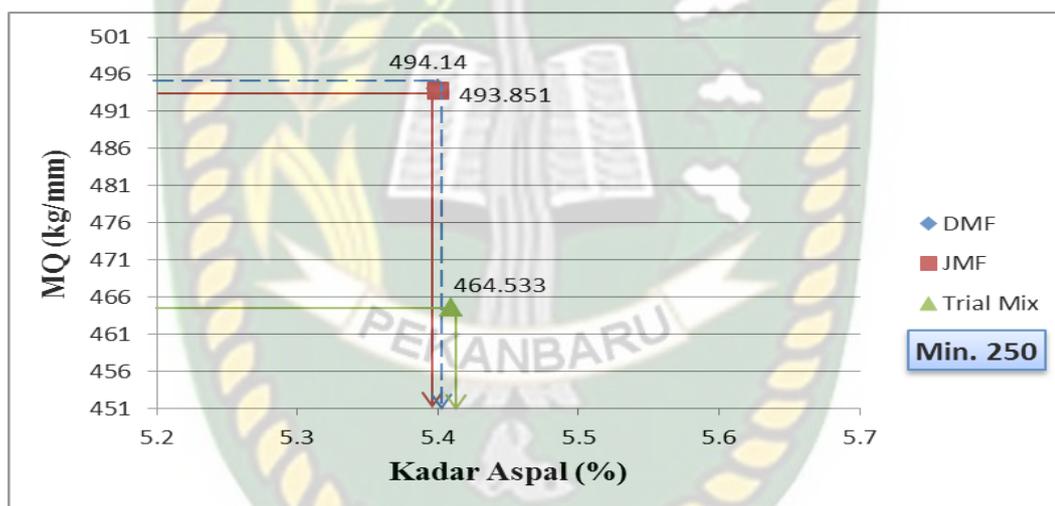
6. Kelelehan / Flow (mm)



Gambar 5.17 Grafik Perbandingan Nilai Flow Campuran AC - BC pada DMF, JMF, dan Trial Mix

Kelelahan (*flow*) merupakan kemampuan beton aspal menerima lendutan berulang akibat repetisi beban lalu lintas, tanpa terjadinya kelelahan berupa alur dan atau retak. Nilai kelelahan pada *DMF* adalah 3.7 mm, untuk *JMF* adalah 3.5 mm, dan *trial mix* yaitu 3.625 mm. Dari ketiga nilai kelelahan campuran tersebut masih dalam syarat batas yaitu minimum 2 mm – maksimum 4 mm. Jika diurutkan nilai kelelahan pada $JMF < trial\ mix < DMF$. Ini berarti nilai kelelahan pada *JMF* akan lebih kaku dan kecenderungan mengalami retak dini pada usia pelayanan. Hal ini merupakan tolak ukur kinerja campuran yang berkaitan dengan kerapuhan (*brittle*) atau retak (*crack*).

7. Hasil Bagi Marshall / *Marshall Quotient* (kg/mm)



Gambar 5.18 Grafik Perbandingan Nilai Hasil Bagi Marshall Campuran AC - BC pada *DMF*, *JMF*, dan *Trial Mix*

Hasil bagi marshall (*marshall quotient*) merupakan tolak ukur kinerja campuran yang berkaitan dengan deformasi. *MQ* pada *DMF* adalah 494.1 kg/mm, untuk *JMF* adalah 493.9 kg/mm, dan *trial mix* yaitu 454.5 kg/mm. Dari ketiga nilai hasil bagi marshall campuran tersebut masih dalam syarat batas yaitu diatas minimum 250 kg/mm. Jika diurutkan nilai hasil bagi marshall pada $trial\ mix < JMF < DMF$. Ini berarti nilai hasil bagi marshall pada *trial mix* cenderung mengalami deformasi yang lebih besar sesudah pembangunan.

BAB VI

KESIMPULAN

6.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil dan pembahasan yang telah dijelaskan pada bab 5, maka dapat disimpulkan :

1. Nilai karakteristik marshall terhadap kadar aspal optimum pada *DMF* yaitu sebesar, kadar aspal 5.40 %, kepadatan marshall 2.328 gr/cc, *VIM* 4.551 %, *VMA* 15.231 %, *VFA* 70.120 %, stabilitas 1828,32 kg, kelelehan 3.7 mm, *MQ* 494.140 kg/mm. Pada *JMF* nilai kadar aspal 5.40 %, kepadatan marshall 2.336 gr/cc, *VIM* 3.906 %, *VMA* 14.805 %, *VFA* 73.796 %, stabilitas 1728.48 kg, kelelehan 3.5 mm, *MQ* 493.851 kg/mm. Pada *trial mix* nilai kadar aspal 5.41 %, kepadatan marshall 2.329 gr/cc, *VIM* 4.235 %, *VMA* 15.105 %, *VFA* 71.962 %, stabilitas 1672.32 kg, kelelehan 3.625 mm, *MQ* 464.533 kg/mm.
2. Berdasarkan perbandingan nilai karakteristik marshall pada *DMF*, *JMF*, dan *trial mix* untuk nilai kepadatan pada $DMF < trial\ mix < JMF$. Ini berarti nilai kepadatan pada *JMF* akan lebih mampu menahan beban yang lebih besar/lebih berat, dibandingkan nilai kepadatan pada *trial mix* dan *DMF*. Nilai *VIM* pada $DMF > trial\ mix > JMF$. Ini berarti nilai *VIM* pada *JMF* akibat pemadatan tambahan, aspal akan mudah terdesak keatas (deformasi), dibandingkan nilai *VIM* pada *trial mix* dan *DMF*. Sedangkan nilai *VIM* pada *DMF* lebih cenderung kedap air dan udara (mempercepat penuaan atau *ageing*), dibandingkan nilai *VIM* pada *trial mix* dan *JMF*, dengan syarat 3 – 5 %. Nilai *VMA* pada $DMF > trial\ mix > JMF$. Ini berarti nilai *VMA* pada *JMF* memiliki lebih sedikit rongga yang bisa terisi oleh aspal (perkerasan kurang awet), dibandingkan nilai *VMA* pada *trial mix* dan *DMF*, dengan syarat minimum 14 %. Nilai *VFA* pada $DMF < trial\ mix < JMF$. Ini berarti nilai *VFA* pada *JMF* lebih mudah menyebabkan aspal naik ke permukaan pada temperatur tinggi, dibandingkan *trial mix* dan *DMF*. Sedangkan nilai *VFA* pada *DMF* lebih mudah menyebabkan campuran bersifat porus dan mudah teroksidasi dari pada *trial mix* dan *JMF*, dengan syarat minimum 65 %. Nilai stabilitas pada $DMF > JMF > trial\ mix$. Ini berarti

nilai stabilitas pada *DMF* lebih kaku (kuat), dibandingkan *JMF* dan *trial mix*, dengan syarat minimum 800 kg. Nilai kelelahan pada $DMF > trial\ mix > JMF$. Ini berarti nilai kelelahan pada *JMF* lebih kaku dan cenderung mengalami retak dini pada usia pelayanan (rapuh), dibandingkan *trial mix* dan *DMF*, dengan syarat 2 – 4 mm. Nilai *MQ* pada $DMF > JMF > trial\ mix$. Ini berarti nilai *MQ* pada *trial mix* cenderung mengalami deformasi yang lebih besar sesudah pembangunan, dibandingkan *JMF* dan *DMF*, dengan syarat minimum 250 kg/mm.

3. Berdasarkan karakteristik marshall yaitu kepadatan, *VIM*, *VMA*, *VFA*, stabilitas, *flow*, dan hasil bagi marshall, akibat perlakuan pada *DMF*, *JMF*, dan *trial mix* mengakibatkan mutunya berubah / berbeda tidak sesuai antara *DMF*, *JMF*, dan *trial mix*. Oleh karena itu, sifat campuran pada *DMF*, *JMF*, dan *trial mix* tidak bisa memberikan perilaku yang sama. Namun ketiga proses pembuatan campuran aspal panas masing - masing campuran berada dalam syarat batas sesuai Spesifikasi Umum Bina Marga 2010 (Revisi 3), yaitu nilai *VIM* 3 – 5 %, *VMA* min. 14 %, *VFA* min. 65 %, stabilitas min. 800 kg, kelelahan 2 – 4 %, hasil bagi marshall min. 250 kg/mm. Sesuai dengan lokasi yang diteliti (jalan air hitam) dengan perkerasan jalan yang melayani lalu lintas kendaraan ringan, kendaraan berat, serta kendaraan roda dua / tiga, dan kendaraan tak bermotor lebih sesuai jika dipilih jenis beton aspal yang campurannya dirancang dengan mempunyai nilai stabilitas yang tinggi. Dalam hal ini campuran dalam *DMF* lebih memenuhi kriteria dengan nilai stabilitas sebesar 1828.32 kg dan kadar aspal = 5.40 %.

6.2 Saran

Adapun saran yang dapat diambil dari kesimpulan diatas adalah :

1. Pada pekerjaan jalan air hitam lebih sesuai menggunakan perancangan campuran *AC – BC* yang terdapat pada *DMF*.
2. Karakteristik campuran yang di rancang yaitu dengan memiliki nilai stabilitas tinggi, agar perkerasan lebih mampu menahan beban yang lebih berat atau besar.

3. Metode pada penelitian ini juga dapat digunakan pada lapisan aspal beton lapis aus ($AC - WC$), agar dapat mengetahui perbedaan *DMF*, *JMF*, dan *trial mix* pada lapisan tersebut. Sehingga hasilnya dapat dibandingkan dengan penelitian ini.
4. Penelitian ini juga dapat dilakukan pada pekerjaan campuran beton untuk *rigid pavement* (perkerasan kaku), sehingga dapat diketahui perbedaan perancangan campuran antara perkerasan kaku dengan perkerasan lentur. Serta dapat mengetahui jenis perkerasan mana yang lebih efisien, ekonomis, dan sesuai untuk suatu pekerjaan jalan.



Dokumen ini adalah Arsip Miik :

Perpustakaan Universitas Islam Riau

DAFTAR PUSTAKA

- Anggraini, Muthia. 2014. *Kajian Kadar Aspal Hasil Ekstraksi Penghamparan Campuran AC - WC Gradasi Kasar Dengan Job Mix Formula*. Tesis, Universitas Islam Riau, Pekanbaru.
- Anonim, (2017), <http://www.dosen.univpancasila.ac.id>, *Perencanaan Perkerasan Jalan*, Diakses pada 23 juni 2019, pukul : 13.27 WIB.
- Anonim, (2017), <http://www.manual-design-perkerasan-jalan-2017>, *Manual Perkerasan Jalan Nomor 04/SE/Db/2017*, Kementerian Pekerjaan Umum Dan Perumahan Rakyat Direktorat Jenderal Bina Marga, Diakses pada 29 juni 2019, pukul : 14.01 WIB.
- Anonim, (2016), <http://www.jbptunikompp-gdl-mdonieauli-18966-16-bab13pe->, *Bahan Perkerasan Rekayasa Campuran (Mix Design)*, Diakses pada 2 juli 2019, pukul : 11.53 WIB.
- Anonim, (2014), <http://www.dpupr.grobogan.go.id>, *Konstruksi Perkerasan Lentur*, Diakses pada 19 november 2019, pukul : 13.23 WIB.
- Anonim, (2014), <http://www.civilkitau.blogspot.com/2014/03/jenis-jenis-aspal.html?m=1>, *Jenis - jenis Aspal*, Diakses pada 20 november, pukul : 14.04 WIB.
- Anonim, (2014), <http://www.BAB II.pdf>, *Bab II Tinjauan Pustaka Jenis Konstruksi Perkerasan Dan Komponennya*, Diakses pada 20 november, pukul : 15.01 WIB.
- Anonim, (2014), <http://www.BAB II.pdf>, *Bab II Tinjauan Pustaka A. Campuran Beraspal Panas*, Diakses pada 20 november, pukul : 16.27 WIB.
- Arnis, (2012), <http://www.jbptppolban-gdl.anarnirzulfa-3288-3-bab-2-2>, *Bab II Tinjauan Pustaka Perencanaan Dan Strategi Penanganan Jalan*, Diakses pada 19 november 2019, pukul : 13.48 WIB.
- Hardiyatmo, Hary Christady. 2009. *Pemeliharaan Jalan Raya*, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Hardiyatmo, Hary Christady. 2017. *Perancangan Perkerasan Jalan Dan Penyelidikan Tanah*, Edisi Kedua, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Ismed, Feri Isdianto. 2015. *Kajian Karakteristik Marshall Laston Lapis Aus (AC – WC) Bergradasi Halus Terhadap Abrasi Material $\leq 30\%$ Dan $> 30\%$ Berdasarkan Spesifikasi Umum 2010 (Revisi 2) Bina Marga*. Tesis, Unuversitas Islam Riau, Pekanbaru.

- Kasriani, (2011), <http://www.kasriani.wordpress.com/2011/02/14/jenis-jenis-kendaraan/>, *Jenis – jenis Kendaraan*, Diakses pada 20 november 2019, pukul : 14.12 WIB.
- Ketentuan Umum. 1980. (Bab I). *Undang – undang Tentang Jalan, Pasal 1*, Dewan Perwakilan Rakyat Republik Indonesia.
- Masykur. 2018. *Analisa Kualitas Produksi AMP (Asphalt Mixing Plant) Terhadap Perhitungan JMF (Job Mix Formula) Pada PT. Tri Cipta Perdana*. Jurnal, Universitas Muhammadiyah Metro, Lampung.
- Masykur. 2016. *Analisa Pengujian Gradasi Ekstraksi Campuran AC – BC Hasil Produksi AMP (Asphalt Mixing Plant)*. Jurnal Tapak, Vol. 6 No. 1, Universitas Muhammadiyah Metro, ISSN : 2089 – 2098, Lampung.
- Nuryatin, Sri. 2013. *Analisis Tebal Lapis Perkerasan Dengan Metode Binamarga 1987 Dan AASHTO 1986*. Tugas Akhir, Universitas Islam, Bekasi.
- Pompana, Truly. 2018. *Identifikasi Ketidaktepatan Komposisi Campuran Aspal Panas Antara Rancangan Di Laboratorium (Design Mix Formula) Dengan Pencampuran Di Asphalt Mixing Plant (Job Mix Formula)*. Jurnal Sipil Statik, Vol. 6 No. 10, Universitas Sam Ratulangi Manado, ISSN : 2337 - 6732, Manado.
- Putri, Lusi Dwi. 2014. *Kajian Kadar Aspal Hasil Ekstraksi Penghamparan Dan Mix Design Pada Campuran Asphalt Concrete Wearing Course (AC - WC) Gradasi Halus*. Tesis, Universitas Islam Riau, Pekanbaru.
- Rofi, Muhammad. 2017. *Perbandingan Gradasi Agregat AC-WC Sebelum dan Sesudah Pelaksanaan Penghamparan dan Pematatan Lapangan*. Tesis, Universitas Islam Riau, Pekanbaru.
- Spesifikasi Umum. 2010. (Revisi 3). *Campuran Beraspal Panas*, Seksi 6.3, Kementerian Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Bina Marga, Provinsi Riau.
- Sukirman, Silvia. 2016. *Beton Aspal Campuran Panas*, Edisi Ketiga, Institut Teknologi Nasional, Bandung.
- Sukirman, Silvia. 1992. *Perkerasan Lentur Jalan Raya*, Nova, Bandung.
- Syaifuddin. 2013. *Analisa Parameter Marshall Aspal Beton AC – WC Dengan Menggunakan Retona Blend 55 Dan Aspal Pen 60/70*. Jurnal Portal, Volume 5 No. 2, Politeknik Negeri, ISSN 2085 – 7454, Lhokseumawe.

Tahir, Anas. 2009. *Karakteristik Campuran Beton Aspal (AC – WC) Dengan Menggunakan Variasi Kadar Filler Abu Terbang Batu Bara*. Jurnal SMARTek, Vol. 7 No. 4, Universitas Tadulako, ISSN : 256 – 278, Palu.

Yamali, Fakhrul Rozi. 2018. *Pemadatan Lapangan Asphalt Concrete Binder Course (AC – BC) Pada Pembangunan Jalan Simpang Karya Mukti Kabupaten Batanghari*. Jurnal Talenta Sipil, Vol. 1 No. 1, Universitas Batanghari, e-ISSN 2615-1634, Jambi.



Dokumen ini adalah Arsip Milik :

Perpustakaan Universitas Islam Riau