

**PENGARUH DEGRADASI AGREGAT TERHADAP KARAKTERISTIK
CAMPURAN BERASPAL**

(Skripsi)

Oleh

MOHD. DENNY YUDHA PUTRA



**FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2018**

ABSTRAK

PENGARUH DEGRADASI AGREGAT TERHADAP KARAKTERISTIK CAMPURAN BERASPAL

Oleh

MOHD. DENNY YUDHA PUTRA

Gradasi diindikasikan memiliki pengaruh yang cukup besar terhadap *interlocking/saling kunci* yang selanjutnya akan berpengaruh terhadap daya dukung/*stability*. Oleh karena itu, dilakukan penelitian dengan tujuan untuk mengetahui sejauh mana pengaruh degradasi agregat terhadap penurunan kualitas campuran beraspal.

Dalam penelitian ini dilakukan pengujian laboratorium dengan mengambil sampel aspal pada 2 *Asphalt Mixing Plant (AMP)* dan lokasi penghamparan (*Onsite*) yang berbeda. Selanjutnya sebagai data *sekunder* diperoleh *Job Mix Formula* pada masing-masing *AMP*. Setelah didapatkan sampel aspal dan *Job Mix Formula*, dilakukan pengujian laboratorium untuk mengetahui tingkat degradasi agregat terhadap penurunan kualitas beraspal.

Dalam pengujian laboratorium untuk sampel aspal PT.Manggung Polah Raya didapatkan fraksi agregat kasar sebesar 4,35 %, fraksi agregat halus sebesar 6,23 %, dan fraksi *filler* sebesar 1,87 % yang menandakan perubahan gradasi kasar menjadi halus semakin tinggi. Nilai karakteristik campuran yang dihasilkan pada *Marshall Test* sesuai spesifikasi Bina Marga 2010 untuk *density* >2gr/cc, *VMA* >15%, *VFB* >65%, *VIM* 3,5%-5%, *Flow* >3mm, dan *Stability* >800Kg. Dari hasil pengujian sampel aspal PT.Rindang Tigasatu Pratama didapatkan fraksi agregat kasar sebesar 0,98 %, fraksi agregat halus sebesar 0,12 %, dan fraksi *filler* sebesar 0,86 % yang menandakan gradasi semakin kasar.

Kata kunci : Gradasi, Saling Kunci, *Asphalt Mixing Plant (AMP)*
Marshall Test, Spesifikasi Bina Marga 2010.

ABSTRACT

THE EFFECT OF AGGREGATE DEGRADATION ON ASPHALT MIXTURE CHARACTERISTICS

By

MOHD. DENNY YUDHA PUTRA

Gradation indicated has a considerable influence on interlocking which will subsequently affect the carrying capacity / stability. Therefore, the research was conducted with the aim to know the extent of the effect of aggregate degradation on the asphalt mixture quality decline.

In this research, laboratory testing is done by taking asphalt samples at 2 Asphalt Mixing Plant (AMP) and different onsite location. Furthermore, as secondary data obtained Job Mix Formula on each AMP. After obtaining asphalt samples and Job Mix Formula, laboratory testing is conducted to determine the level of aggregate degradation of the asphalt quality decline.

In laboratory test for asphalt samples of PT. Manggung Polah Raya obtained a crude aggregate fraction of 4.35%, a fine aggregate fraction of 6.23%, and a filler fraction of 1.87% indicating the higher gradation change becomes smoother. The value of mixed characteristics produced on Marshall Test according to DGH specification 2010 for density > 2gr / cc, VMA > 15%, VFB > 65%, VIM 3.5%-5%, Flow > 3mm, and Stability > 800Kg. From the test result of asphalt samples of PT.Rindang Tigasatu Pratama obtained a crude aggregate fraction of 0.98%, a fine aggregate fraction of 0.12%, and a filler fraction of 0.86% indicating gradation increasingly coarse.

Keywords: Gradation, Interlocking, Asphalt Mixing Plant (AMP)
Marshall Test, Office of Highway 2010 Specification.

**PENGARUH DEGRADASI AGREGAT TERHADAP KARAKTERISTIK
CAMPURAN BERASPAL**

Oleh

MOHD. DENNY YUDHA PUTRA

Skripsi

**Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar
SARJANA TEKNIK**

Pada

**Jurusan Teknik Sipil
Fakultas Teknik Universitas Lampung**



**FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2018**

**Judul Skripsi : PENGARUH DEGRADASI AGREGAT
TERHADAP KARAKTERISTIK
CAMPURAN BERASPAL**

Nama Mahasiswa : Mohd. Denny Yudha Putra

Nomor Pokok Mahasiswa : 1315011080

Program Studi : Teknik Sipil

Fakultas : Teknik

MENYETUJUI

1. Komisi Pembimbing

Sasana Putra, S.T., M.T.
NIP 19691111 200003 1 002

Ir. Mulyadi Irsan, M.T.
NIP 19670517 199303 1 011

2. Ketua Jurusan Teknik Sipil

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

MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

Ketua : Sasana Putra, S.T., M.T.

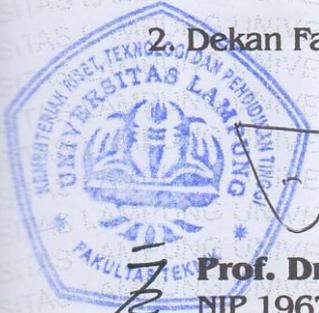
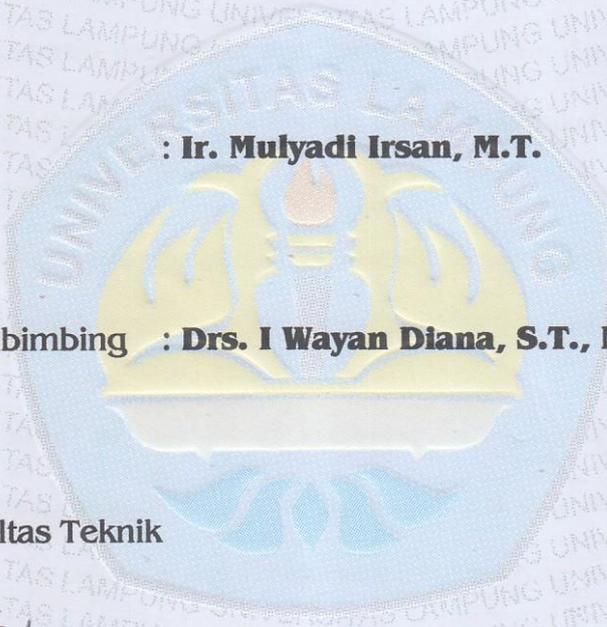
Sekretaris : Ir. Mulyadi Irsan, M.T.

**Penguji
Bukan Pembimbing : Drs. I Wayan Diana, S.T., M.T.**

2. Dekan Fakultas Teknik

Prof. Dr. Suharno, M.Sc.
NIP 19620717 198703 1 002

Tanggal Lulus Ujian Skripsi : 7 Maret 2018



.....
.....
.....

LEMBAR PERNYATAAN

Dengan ini menyatakan dengan sebenarnya bahwa:

1. Skripsi dengan judul Pengaruh Degradasi Agregat Terhadap Karakteristik Campuran Beraspal adalah karya saya sendiri dan saya tidak melakukan penjiplakan atau pengutipan atas karya penulis lain dengan cara yang tidak sesuai tata etika ilmiah yang berlaku dalam masyarakat akademik atau yang disebut plagiarisme.
2. Hak intelektual atas karya ilmiah ini diserahkan sepenuhnya kepada Universitas Lampung.

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

Bandar Lampung, 7 Maret 2018

Pembuat Pernyataan



Mohd. Denny Yudha Putra

Persembahan

Alhamdulillah, Puji syukur kepada Allah SWT atas karuniaNya sehingga skripsi ini dapat diselesaikan dengan baik. Ku persembahkan skripsi ini untuk:

Kedua orangtuaku, Ayah dan Ibu serta Kakakku yang selalu memberi dukungan moril maupun materi. serta senantiasa mendoakanku untuk meraih kesuksesan. Semoga keluarga kita selalu dalam lindungan Allah SWT.

Saudara-saudaraku yang selalu mendoakan dan memberikan semangat untuk menyelesaikan skripsi ini.

Semua guru-guru dan dosen-dosen yang telah mengajarkan banyak hal. Terima kasih untuk ilmu, pengetahuan dan pelajaran hidup yang sudah diberikan.

Teman spesialku, Sahabat-sahabatku, Rekan seperjuangan serta Teknik sipil angkatan 2013 yang selalu menemani dalam suka maupun duka serta selalu memberikan dukungan agar skripsi ini berjalan dengan baik.

RIWAYAT HIDUP



Penulis dilahirkan di Bandar Lampung pada tanggal 23 Desember 1993, sebagai anak kedua dari 2 (dua) bersaudara pasangan Bapak Imamsyah dan Ibu Lilis Suryani.

Pendidikan Taman Kanak-Kanak TK KARTIKA II - 26 Nol Kecil Bandar Lampung diselesaikan pada tahun 2000, Taman Kanak-Kanak TK KARTIKA II - 26 Nol Besar Bandar Lampung diselesaikan pada tahun 2001, Sekolah Dasar (SD) diselesaikan di SD KARTIKA II - 5 Bandar Lampung pada tahun 2007, Sekolah Menengah Pertama (SMP) diselesaikan pada tahun 2009 di SMP Negeri 4 Bandar Lampung dan Sekolah Menengah Atas (SMA) diselesaikan di SMA Negeri 7 Bandar Lampung pada tahun 2013. Penulis terdaftar sebagai mahasiswa Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Lampung pada tahun 2013 melalui jalur Seleksi Nasional Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SNMPTN) Undangan.

Penulis telah melakukan Kerja Praktek (KP) pada Proyek Pembangunan Batiqa Hotel Lampung selama 3 bulan. Penulis juga telah mengikuti Kuliah Kerja Nyata (KKN) di Kampung Sri Mulyo Barat, Kecamatan Bekri, Kabupaten Lampung Tengah selama 40 hari pada periode Januari-Februari 2017.

Penulis mengambil tugas akhir dengan judul Pengaruh Degradasi Agregat Terhadap Karakteristik Campuran Beraspal.

Selama menjalani perkuliahan, penulis pernah menjadi Asisten Dosen Mata Kuliah Analisis Struktur II pada tahun 2015-2016, Asisten Pratikum Jalan Raya Laboratorium Inti Jalan Raya pada tahun 2016-2017, dan Asisten Pratikum Jalan Raya Laboratorium Inti Jalan Raya pada tahun 2017-2018. Selama menjadi mahasiswa penulis aktif dalam Himpunan Mahasiswa Teknik Sipil (HIMATEKS) sebagai anggota Departemen Media dan Informasi pada periode tahun 2014-2015.

MOTTO

“ Bahwa tiada yang orang dapatkan, kecuali yang ia usahakan, dan bahwa usahanya akan kelihatan nantinya”. (Q.S. An Najm ayat 39-40)

“ Perjuangan adalah awal dari kesuksesan, namun halangan dan rintangan adalah kunci kesabaran “

SANWACANA

Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa atas berkat dan karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul Pengaruh Degradasi Agregat Terhadap Karakteristik Campuran Beraspal. Skripsi ini disusun dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik (S.T.) pada Fakultas Teknik Universitas Lampung.

Atas terselesainya skripsi ini penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak Prof. Dr. Suharno, M.Sc., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Lampung.
2. Bapak Gatot Eko Susilo, S.T., M.Sc., Ph.D., selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Lampung
3. Bapak Sasana Putra, S. T ., M. T., selaku Dosen Pembimbing 1 skripsi penulis yang telah membimbing dalam proses penyusunan skripsi.
4. Bapak Ir. Mulyadi Irsan, M. T., selaku Dosen Pembimbing 2 skripsi penulis yang telah membimbing selama masa perkuliahan dan dalam proses penyusunan skripsi.
5. Bapak Drs I Wayan Diana, S. T ., M. T., selaku Dosen Penguji skripsi penulis atas bimbingannya dalam seminar skripsi.
6. Seluruh Bapak dan Ibu Dosen Jurusan Teknik Sipil Universitas Lampung atas ilmu dan pembelajaran yang telah diberikan selama masa perkuliahan.

7. Keluargaku tercinta terutama orang tuaku, Papa (Imamsyah) dan Mama (Lilis Suryani), serta Kakakku (A. Aditya Nugraha Pratama) yang selalu tulus memberi cinta kasih, do'a, nasihat, dukungan dan semangat kepada penulis terima kasih banyak.
8. Teman-teman spesialku, keluarga baruku, rekan seperjuanganku, Teknik Sipil Universitas Lampung Angkatan 2013, seluruh kakak-kakak, dan adik-adik yang telah mendukung dalam penyelesaian skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih memiliki banyak kekurangan dan keterbatasan. Oleh karena itu, saran dan kritik yang membangun sangat diharapkan. Akhir kata semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi pembaca dan semoga Tuhan memberkati kita semua.

Bandar Lampung, 27 februari 2018

Penulis

Mohd. Denny Yudha Putra

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR TABEL	iii
DAFTAR GAMBAR	v
DAFTAR NOTASI	vi
I. PENDAHULUAN	
1.1 LatarBelakang	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Batasan Masalah	3
1.5 Manfaat Penelitian	3
II. TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Campuran Beraspal.....	5
2.1.1 Jenis Campuran Beraspal	5
2.2 Campuran Aspal AC	6
2.3 Bahan Penyusun Perkerasan	8
2.3.1 Agregat.....	8
2.3.2 Klasifikasi Agregat	8
2.3.2.1 Ditinjau Dari Asal Batuan	8
2.3.2.2 Berdasarkan Proses Pengolahan Agregat	10
2.3.2.3 Berdasarkan Besar Ukuran Agregat	11
2.3.3 Bentuk dan Tekstur Agregat	13
2.4 Gradasi Agregat	14
2.5 Degradasi Agregat	18
2.6 Karakteristik Campuran Beraspal.....	20
2.7 Penelitian Terdahulu	22
III. METODE PENELITIAN	
3.1 Umum	26
3.2 Waktu dan Tempat.....	26

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
2.1. Ketentuan Sifat-Sifat Campuran Beraspal AC	7
2.2. Ketentuan Agregat Kasar	11
2.3. Ketentuan Agregat Halus	12
2.4. Satu Set Analisa Saringan	14
2.5. Gradasi Agregat Gabungan Untuk Campuran Aspal	17
4.1. Variasi Gradasi Sampel Produksi <i>AMP</i>	35
4.2. Variasi Gradasi Sampel Produksi <i>Onsite</i>	36
4.3. Persen Fraksi Agregat <i>Job Mix Formula</i> antara <i>AMP</i> dan <i>Onsite</i>	36
4.4. Hubungan Tingkat Degradasi <i>AMP</i> Terhadap Nilai <i>Density</i>	38
4.5. Hubungan Tingkat Degradasi <i>Onsite</i> Terhadap Nilai <i>Density</i>	38
4.6. Hubungan Tingkat Degradasi <i>AMP</i> Terhadap Nilai <i>VMA</i>	39
4.7. Hubungan Tingkat Degradasi <i>Onsite</i> Terhadap Nilai <i>VMA</i>	40
4.8. Hubungan Tingkat Degradasi <i>AMP</i> Terhadap Nilai <i>VFB</i>	40
4.9. Hubungan Tingkat Degradasi <i>Onsite</i> Terhadap Nilai <i>VFB</i>	41
4.10. Hubungan Tingkat Degradasi <i>AMP</i> Terhadap Nilai <i>VIM</i>	42
4.11. Hubungan Tingkat Degradasi <i>Onsite</i> Terhadap Nilai <i>VIM</i>	42
4.12. Hubungan Tingkat Degradasi <i>AMP</i> Terhadap Nilai <i>Flow</i>	43
4.13. Hubungan Tingkat Degradasi <i>Onsite</i> Terhadap Nilai <i>Flow</i>	43
4.14. Hubungan Tingkat Degradasi <i>AMP</i> Terhadap Nilai <i>Stability</i>	44

4.15.	Hubungan Tingkat Degradasi <i>Onsite</i> Terhadap Nilai <i>Stability</i>	44
4.16.	Variasi Gradasi Sampel Produksi <i>AMP</i>	45
4.17.	Variasi Gradasi Sampel Produksi <i>Onsite</i>	46
4.18.	Persen Fraksi Agregat <i>Job Mix Formula</i> antara <i>AMP</i> dan <i>Onsite</i>	46
4.19.	Hubungan Tingkat Degradasi <i>AMP</i> Terhadap Nilai <i>Density</i>	48
4.20.	Hubungan Tingkat Degradasi <i>Onsite</i> Terhadap Nilai <i>Density</i>	48
4.21.	Hubungan Tingkat Degradasi <i>AMP</i> Terhadap Nilai <i>VMA</i>	49
4.22.	Hubungan Tingkat Degradasi <i>Onsite</i> Terhadap Nilai <i>VMA</i>	49
4.23.	Hubungan Tingkat Degradasi <i>AMP</i> Terhadap Nilai <i>VFB</i>	50
4.24.	Hubungan Tingkat Degradasi <i>Onsite</i> Terhadap Nilai <i>VFB</i>	50
4.25.	Hubungan Tingkat Degradasi <i>AMP</i> Terhadap Nilai <i>VIM</i>	51
4.26.	Hubungan Tingkat Degradasi <i>Onsite</i> Terhadap Nilai <i>VIM</i>	51
4.27.	Hubungan Tingkat Degradasi <i>AMP</i> Terhadap Nilai <i>Flow</i>	52
4.28.	Hubungan Tingkat Degradasi <i>Onsite</i> Terhadap Nilai <i>Flow</i>	53
4.29.	Hubungan Tingkat Degradasi <i>AMP</i> Terhadap Nilai <i>Stability</i>	53
4.30.	Hubungan Tingkat Degradasi <i>Onsite</i> Terhadap Nilai <i>Stability</i>	54
4.31.	Fraksi Agregat PT.MANGGUNG POLAH RAYA.....	54
4.32.	Fraksi Agregat PT.RINDANG TIGASATU PRATAMA	54

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
2.1. Gradasi Seragam	16
2.2. Gradasi Baik	16
2.3. Gradasi Senjang	17
3.1. Diagram Alir Penelitian	32
4.1. Grafik Variasi Gradasi Sampel <i>AMP</i>	35
4.2. Grafik Variasi Gradasi Sampel <i>Onsite</i>	36
4.3. Grafik Variasi Gradasi Sampel <i>AMP</i>	45
4.4. Grafik Variasi Gradasi Sampel <i>Onsite</i>	46

DAFTAR NOTASI

#	= Ukuran saringan (Inch)
CA	= <i>Coarse aggregate</i> (%)
FA	= <i>Fine aggregate</i> (%)
FF	= <i>Filled filler</i> (%)
<i>Density</i>	= Kepadatan (gr/cc)
VMA	= Volume rongga antar butir agregat (%)
VFB	= Volume rongga terisi aspal (%)
VIM	= Volume rongga udara campuran (%)
<i>Flow</i>	= Kelelehan
<i>Stability</i>	= Beban maksimum terhadap beban (Kg)
AC-WC	= <i>Asphalt concrete wearing course</i>
<i>Gmm</i>	= Berat jenis campuran maksimum teoritis setelah pemadatan (gr/cc)
<i>Gsb</i>	= Berat jenis kering/ <i>Bulk specific gravity</i> (gr/cc)
<i>Gsa</i>	= Berat jenis semu/ <i>Apparent specific gravity</i> (gr/cc)
<i>Gse</i>	= Berat jenis efektif/ <i>Bulk specific gravity SSD</i> (gr/cc)
V_{Bulk}	= Volume campuran setelah pemadatan (cc)
W_{SSD}	= Berat dalam kondisi kering permukaan (gr)
W_w	= Berat dalam air (gr)
SNI	= Standar Nasional Indonesia

I.PENDAHULUAN

1.1 Latar belakang

Seiring dengan pertumbuhan masyarakat Indonesia yang semakin hari semakin meningkat, kebutuhan akan layanan transportasi darat semakin tinggi pula. Mengenai hal ini perlu peningkatan layanan mutu dari kondisi jalan yang intinya adalah kinerja jalan yang berkualitas dari sisi konstruksi, struktur perkerasan, keamanan dan kenyamanan bagi masyarakat pengguna.

Perencanaan yang baik, terkadang tidak sesuai dalam pelaksanaannya, yang akibatnya akan berdampak pada konstruksi jalan. Salah satunya komposisi gradasi perkerasan lentur yang digunakan sering tidak sesuai dengan desain perencanaan dan peruntukannya.

Agregat sangat berperan penting dalam pembentukan lapisan perkerasan, dimana *interlocking*/saling kunci agregat mempengaruhi stabilitas dari lapisan perkerasan yang dibentuk oleh agregat tersebut. Setiap jenis campuran aspal untuk lapisan perkerasan jalan mempunyai gradasi agregat tertentu. Gradasi agregat dinyatakan dalam persentase lolos, atau persentase tertahan, yang dihitung berdasarkan berat agregat dengan menggunakan satu set saringan agregat.

Gradasi atau distribusi partikel-partikel berdasarkan ukuran agregat merupakan hal penting dalam menentukan stabilitas perkerasan. Gradasi agregat mempengaruhi besarnya rongga antar butir yang akan menentukan stabilitas dan kemudahan dalam proses pelaksanaan. Setiap jenis campuran aspal untuk lapisan perkerasan jalan mempunyai gradasi agregat tertentu dan agregat mempunyai batas-batas gradasi, yaitu batas atas dan batas bawah, dimana batas-batas gradasi tersebut, memberikan pengaruh yang berbeda-beda terhadap karakteristik Laston.

Oleh karena itu untuk mengetahui pengaruh dan tingkat kelayakan dari agregat yang digunakan dalam campuran konstruksi perkerasan jalan. Berdasarkan permasalahan tersebut akan dilakukan penelitian pengaruh degradasi agregat pada campuran Laston (*AC-WC*) terhadap karakteristik uji *Marshall* yang mengacu kepada Spesifikasi Umum Edisi 2010 yang dikeluarkan oleh Direktorat Jenderal Bina Marga Kementerian Pekerjaan Umum.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah pada penelitian ini yaitu gradasi diindikasikan memiliki pengaruh yang cukup besar terhadap *interlocking* yang selanjutnya akan berpengaruh terhadap daya dukung/stabilitas, sehingga perlu dilakukan penelitian terkait kualitas campuran beraspal.

1.3 Tujuan Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan dengan tujuan untuk mengetahui sejauh mana pengaruh degradasi agregat terhadap penurunan kualitas campuran aspal.

1.4 Batasan Masalah

Masalah pada penelitian ini dibatasi pada sifat dan karakteristik campuran lapisan aspal beton, serta melakukan pengujian di Laboratorium Inti Jalan Raya Universitas Lampung. Adapun ruang lingkup penelitian ini terbatas pada:

1. Campuran aspal yang dipakai berupa Laston (*AC-WC*).
2. Dengan diperolehnya *Job Mix Formula (JMF)* sebagai data sekunder dengan membandingkan hasil pengujian dilaboratorium.
3. Melakukan ekstraksi bahan campuran aspal yang diperoleh dari *Asphalt Mixing Plant (AMP)* dan lokasi proyek.
4. Melakukan uji *Sieve Analysis* dan uji *Marhsall*.

Uji yang dilakukan adalah *Marshall Test* dan *Sieve Aanalysis* untuk mengetahui nilai karaktersitik *Marshall* campuran Laston (*AC-WC*), dengan hasil ekstraksinya.

1.5 Manfaat Penelitian

Dengan adanya kajian ini, diharapkan dapat memberikan informasi kepada pihak-pihak terkait mengenai pengaruh dari perubahan variasi gradasi agregat

khususnya pada campuran aspal panas *AC-WC* yang ditinjau terhadap sifat *Marshall* {*stability, flow, void in mineral agregat (VMA), void in the mix (VIM), void filled with asphalt (VFA) dan Marshall Quotient*} yang diharapkan dapat digunakan sebagai bahan pertimbangan tentang pentingnya pemilihan material dan pengaruhnya pada kualitas perkerasan terhadap perubahan variasi gradasi agregat campuran aspal panas.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Campuran Beraspal

Aspal beton adalah jenis perkerasan jalan yang terdiri dari campuran agregat dengan aspal, dengan atau tanpa bahan tambahan yang dicampur, dihamparkan dan dipadatkan pada suhu tertentu.

Campuran beraspal menggunakan aspal *cement*/aspal keras yang dicampur pada suhu 140°-160°C dan dihampar dan dipadatkan dalam kondisi panas disebut aspal campuran panas (*Hot mix Asphalt*).

2.1.1 Jenis Campuran Beraspal

Berikut jenis campuran beraspal panas, sebagai berikut:

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

Lapis tipis aspal pasir (Latasir) disebut *SS* terdiri dari dua jenis campuran, *SS-A* dan *SS-B* tergantung pada tebal nominal minimum.

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

Lapis tipis aspal beton (Lataston) disebut *HRS*, terdiri dari dua jenis campuran, *HRS* pondasi (*HRS-Base*) dan *HRS* lapis aus (*HRS-WC*) dan ukuran maksimum agregat masing-masing campuran

adalah 19 mm. *HRS-Base* mempunyai proporsi fraksi agregat kasar lebih besar daripada *HRS-WC*.

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

Lapis aspal beton (Laston) disebut *AC*, terdiri dari tiga jenis campuran, *AC* lapis aus (*AC-WC*), *AC* lapis antara (*AC-Binder Course, AC-BC*) dan *AC* lapis pondasi (*AC-Base*) dan ukuran maksimum agregat masing-masing campuran adalah 19 mm, 25,4 mm, 37,5 mm.

2.2 Campuran Aspal AC

Laston (Lapis aspal beton), merupakan suatu lapisan pada konstruksi jalan yang terdiri dari campuran aspal keras dan agregat yang mempunyai gradasi menerus, dicampur, dihampar, dan dipadatkan pada suhu tertentu. (Silvia Sukirman, 2003)

Sedangkan yang dimaksud gradasi menerus/baik (*well graded*), merupakan 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.

Berdasarkan fungsinya laston mempunyai 3 macam campuran (Silvia Sukirman, 2003) yaitu:

1. Laston sebagai lapisan aus, dikenal dengan nama *Asphalt Concrete - Wearing Course (AC-WC)* yang mengalami kontak langsung dengan beban kendaraan.

2. Laston sebagai lapisan antara/pengikat, dikenal dengan nama *Asphalt Concrete – Binder Course (AC-BC)* yang berada dibawah lapisan aus dan memikul beban/mentransfer beban.
3. Laston sebagai lapisan pondasi, dikenal dengan nama *Asphalt Concrete Base (AC-Base)*

Ketentuan sifat-sifat campuran beraspal dikeluarkan oleh Dinas Perhubungan dan Prasarana Wilayah bersama-sama dengan Bina Marga, ketentuan sifat-sifat campuran beraspal jenis laston yang juga menjadi acuan dalam penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 2.1 berikut ini.

Tabel 2.1. Ketentuan Sifat-Sifat Campuran Beraspal AC

Sifat-sifat Campuran		AC					
		AC-WC		AC-BC		AC-Base	
		Halus	Kasar	Halus	Kasar	Halus	Kasar
Kadar Aspal Efektif (%)	Min.	5,1	4,3	4,3	4,0	4,0	3,5
Penyerapan Aspal (%)	Maks.	1,2					
Jumlah Tumbukan per Bidang		75			112		
Rongga dalam Campuran (%)	Min.	3,5					
	Maks.	5,0					
Rongga dalam Agregat (%)	Min.	15		14		13	
Rongga Terisi Aspal (%)	Min.	65		63		60	
Stabilitas Marshall (Kg)	Min.	800			1800		
Pelelelah (mm)	Min.	3,0			4,5		
Marshall Quotient (Kg/mm)	Min.	250			300		
Stabilitas Marshall Sisa setelah Perendaman 24 jam, 60 C (%)	Min.	90					
Rongga dalam Campuran pada Kepadatan Membal (%)	Min.	2,5					

Sumber: Direktorat Jenderal Bina Marga Departemen Pekerjaan Umum Republik Indonesia, Spesifikasi Umum 2010 Divisi 6 tabel 6.3.3 (1c)

2.3 Bahan Penyusun Perkerasan

Komponen pembentuk lapisan perkerasan terdiri dari tiga bahan utama yaitu agregat (batu pecah), aspal, dan *filler* (bahan pengisi).

2.3.1 Agregat

Agregat/batuan didefinisikan secara umum sebagai formasi kulit bumi yang keras dan *solid*. ASTM (1974) mendefinisikan batuan sebagai suatu bahan yang terdiri dari mineral padat, berupa masa berukuran besar ataupun berupa fragmen-fragmen.

Agregat/batuan merupakan komponen utama dari lapisan perkerasan jalan yaitu mengandung 90-95 % agregat berdasarkan persentase berat atau 75-85 % agregat berdasarkan persentase volume. Dengan demikian daya dukung, keawetan dan mutu perkerasan jalan ditentukan juga dari sifat agregat dan hasil campuran agregat dengan material lain. (Silvia Sukirman, 2003).

2.3.2 Klasifikasi Agregat

Agregat dapat diklasifikasikan sebagai berikut (Silvia Sukirman, 2003):

2.3.2.1 Ditinjau dari asal kejadiannya agregat/batuan dapat dibedakan atas:

a) Batuan beku (*igneous rock*)

Batuan yang berasal dari magma yang mendingin dan membeku. Dibedakan atas batuan beku luar (*extrusive igneous rock*) dan batuan beku dalam (*intrusive igneous rock*). Batuan beku luar dibentuk dari material yang keluar ke permukaan bumi saat gunung berapi meletus. Akibat pengaruh cuaca mengalami pendinginan dan membeku. Umumnya berbutir halus seperti

batu apung, andesit, basalt, dan obsidian. Batuan beku dalam dibentuk dari magma yang tidak dapat keluar ke permukaan bumi. Magma mengalami pendinginan dan membeku secara perlahan-lahan, bertekstur kasar dan dapat dijumpai dipermukaan bumi karena proses erosi dan gerakan bumi. Batuan beku jenis ini antara lain granit, gabbro, dan diorite.

b) Batuan sedimen

Sedimen dapat berasal dari campuran partikel mineral, sisa-sisa hewan dan tanaman. Umumnya merupakan lapisan-lapisan pada kulit bumi, hasil endapan didanau, dan laut.

Berdasarkan cara pembentukannya batuan sedimen dapat dibedakan atas:

1. Batuan sedimen yang dibentuk secara mekanik seperti breksi, konglomerat, batu pasir, batu lempung. Batuan ini banyak mengandung silica.
2. Batuan sedimen yang dibentuk secara organis seperti batu gamping, batu bara, dan opal.
3. Batuan sedimen yang dibentuk secara kimiawi seperti batu gamping, garam, gips, dan flint.

c) Batuan metamorf (batuan malihan)

Berasal dari batuan sedimen ataupun batuan beku yang mengalami proses perubahan bentuk akibat adanya perubahan tekanan dan temperature dari kulit bumi.

Berdasarkan strukturnya dapat dibedakan atas batuan metamorf yang massif seperti marmer, kwarsit, dan batuan metamorf yang berfoliasi/berlapis seperti batu sabak, filit, dan sekis.

2.3.2.2 Berdasarkan proses pengolahannya agregat, diantaranya:

a) Agregat Alam

Agregat yang dapat dipergunakan sebagaimana bentuknya di alam atau dengan sedikit proses pengolahan. Dua bentuk agregat yang sering digunakan yaitu:

1. Kerikil adalah agregat dengan ukuran partikel lebih besar dari $\frac{1}{4}$ inch (6,35 mm).
2. Pasir adalah agregat dengan ukuran partikel kecil dari $\frac{1}{4}$ inch tetapi lebih besar dari 0,075 mm (saringan no.200).

b) Agregat yang melalui proses pengolahan

Agregat ini banyak dijumpai di gunung-gunung atau di bukit-bukit masih berbentuk batu gunung, sehingga diperlukan proses pengolahan terlebih dahulu sebelum dapat digunakan sebagai agregat konstruksi perkerasan jalan.

Agregat ini harus melalui proses pemecahan terlebih dahulu dengan tujuan:

1. Bentuk partikel bersudut, diusahakan berbentuk kubus.
2. Permukaan partikel kasar sehingga mempunyai gesekan yang baik.
3. Gradasi sesuai yang diinginkan.

Proses pemecahan agregat sebaiknya menggunakan mesin pemecah batu (*crusher stone*) sehingga ukuran partikel-partikel yang dihasilkan dapat terkontrol, dengan demikian gradasi yang diharapkan dapat dicapai sesuai dengan spesifikasi yang ditetapkan.

c) Agregat buatan

Agregat yang merupakan mineral *filler*/pengisi (partikel dengan ukuran $< 0,075$ mm), diperoleh dari hasil sampingan pabrik-pabrik semen dan pemecah batu.

2.3.2.3 Berdasarkan besar partikel-partikel (ukuran butiran) agregat, dapat dibedakan atas:

- a) Agregat kasar adalah agregat dengan ukuran butir lebih besar/tertahan saringan no. 8 (4,75 mm). Campuran agregat kasar sangat penting dalam membentuk kinerja karena stabilitas dari campuran diperoleh dari *interlocking* antar agregat.

Ketentuan agregat kasar harus memenuhi persyaratan seperti tercantum pada tabel 2.2, sebagai berikut.

Tabel 2.2 Ketentuan Agregat Kasar

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

Sumber: Direktorat Jenderal Bina Marga Departemen Pekerjaan Umum Republik Indonesia, Spesifikasi Umum 2010 Divisi 6 tabel 6.3.2.(1a)

b) Agregat halus adalah agregat dengan butir lebih halus/lolos

saringan no. 8 (2,36 mm) tertahan saringan no. 200 (0,075 mm).

Fungsi utama agregat halus adalah memberikan stabilitas dan mengurangi deformasi permanen dari campuran melalui *interlocking* dan gesekan antar partikel.

Agregat halus memenuhi persyaratan yang telah ditetapkan seperti tercantum pada tabel 2.3, sebagai berikut.

Tabel 2.3 Ketentuan agregat halus

Pengujian	Standar	Nilai
Nilai setara pasir	SNI 03-4428-1997	Min 50% untuk SS, HRS dan AC bergradasi halus Min 70% untuk AC bergradasi kasar
Material lolos ayakan no.200	SNI 03-4428-1997	Maks. 8%
Kadar lempung	SNI 3423 : 2008	Maks. 1%
Angularitas (kedalaman dari permukaan <10 cm)	AASHTO TP-33 atau ASTM c1252-93	Min. 45
Angularitas (kedalaman dari permukaan >10 cm)		Min. 40

Sumber: Direktorat Jenderal Bina Marga Departemen Pekerjaan Umum Republik Indonesia, Spesifikasi Umum 2010 Divisi 6 tabel 6.3.2.(2a)

c) Mineral pengisi (*filler*), adalah material yang lolos saringan no.

200 (<0,075 mm). *Filler* dapat berfungsi untuk mengurangi

jumlah rongga dalam campuran, namun demikian jumlah *filler*

harus dibatasi pada suatu batas yang menguntungkan. Apabila

terlampau tinggi kadar *filler* cenderung menyebabkan campuran

menjadi getas dan akibatnya akan mudah retak akibat beban lalu

lintas, pada sisi lain kadar *filler* yang terlampau rendah

menyebabkan campuran menjadi lembek pada temperatur yang

relatif tinggi.

2.3.3 Bentuk dan Tekstur Agregat

Bentuk dan tekstur agregat mempengaruhi stabilitas dari lapisan perkerasan yang dibentuk oleh agregat tersebut. Agregat yang paling baik untuk digunakan sebagai bahan perkerasan jalan adalah berbentuk kubus, tetapi jika tidak ada maka agregat yang memiliki minimal satu bidang pecahan, dapat digunakan sebagai alternatif berikutnya. Partikel agregat dapat berbentuk sebagai berikut:

1. Bulat (*rounded*)

Agregat yang dijumpai di sungai pada umumnya telah mengalami pengikisan oleh air sehingga umumnya berbentuk bulat. Partikel agregat saling bersentuhan dengan luas bidang kontak kecil sehingga menghasilkan daya *interlocking* yang lebih kecil dan lebih mudah tergelincir.

2. Lonjong (*elongated*)

Partikel agregat berbentuk lonjong dapat ditemui di sungai-sungai atau bekas endapan sungai. Agregat dikatakan lonjong jika ukuran terpanjangnya lebih panjang dari 1,8 kali diameter rata-rata. Sifat *interlocking*-nya hampir sama dengan yang berbentuk bulat.

3. Kubus (*cubical*)

Partikel berbentuk kubus merupakan bentuk agregat hasil dari mesin pemecah batu (*crusher stone*) yang mempunyai bidang kontak lebih luas sehingga memberikan *interlocking*/saling mengunci yang lebih besar. Dengan demikian kestabilan yang

diperoleh lebih besar dan lebih tahan terhadap deformasi yang timbul. Agregat berbentuk kubus ini paling baik digunakan sebagai bahan konstruksi perkerasan jalan.

4. Pipih (*flaky*)

Partikel agregat berbentuk pipih dapat merupakan hasil dari mesin pemecah batu ataupun memang merupakan sifat dari agregat tersebut yang jika dipecahkan cenderung berbentuk pipih. Agregat berbentuk pipih mudah pecah pada waktu pencampuran, pemadatan ataupun akibat beban lalu lintas.

5. Tidak beraturan (*irregular*)

Partikel agregat tak beraturan, tidak mengikuti salah satu yang disebutkan di atas.

2.4 Gradasi Agregat

Gradasi atau distribusi partikel-partikel berdasarkan ukuran agregat merupakan hal yang penting dalam menentukan stabilitas perkerasan. Gradasi agregat mempengaruhi besarnya rongga antar butir yang akan menentukan stabilitas dan kemudahan dalam proses pelaksanaan. Ukuran butir agregat dapat diperoleh melalui pemeriksaan analisa saringan.

Tabel 2.4 Satu Set Analisa Saringan

Ukuran Ayakan	Bukaan Ayakan (mm)
4 inci	100
3½ inci	90
3 inci	75
2½ inci	63
2 inci	50
1½ inci	37,5
1 inci	25
¾ inci	19

Tabel 2.4 Lanjutan

½ inci	12,5
3/8 inci	9,5
No. 4	4,75
No. 8	2,36
No. 16	1,18
No. 30	0,6
No. 50	0,3
No. 100	0,15
No. 200	0,075

Sumber: SNI 03-1968-1990 Metode Pengujian Tentang Analisis Saringan Agregat Halus Dan Halus

Gradasi agregat dinyatakan dalam persentase lolos atau persentase tertahan yang dihitung berdasarkan berat agregat. Gradasi agregat menentukan besarnya rongga atau pori yang mungkin terjadi dalam agregat campuran. Campuran agregat yang baik adalah agregat yang terdiri dari agregat berukuran besar sampai kecil secara merata, hal tersebut dikarenakan rongga yang terbentuk oleh agregat berukuran besar akan diisi oleh agregat yang lebih kecil.

Gradasi agregat dapat dibedakan atas:

1. Gradasi seragam (*uniform graded*) atau gradasi terbuka (*open graded*), gradasi seragam atau gradasi terbuka adalah agregat dengan ukuran yang hampir sama atau sejenis mengandung agregat halus yang sedikit

jumlahnya sehingga tidak dapat mengisi rongga antar agregat. Agregat dengan gradasi seragam akan menghasilkan lapisan perkerasan dengan sifat *permeabilitas* tinggi, stabilitas kurang, berat volume kecil.



Gambar 2.1 Gradasi seragam

Sumber: Silvia Sukirman, 2003

2. Gradasi rapat (*Dense graded*)

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



Gambar 2.2 Gradasi baik

Sumber: Silvia Sukirman, 2003

3. Gradasi senjang (*gap graded*)

Gradasi senjang (*gap graded*), merupakan campuran yang tidak memenuhi dua kategori diatas. Agregat bergradasi buruk yang umum digunakan untuk lapisan

perkerasan lentur merupakan campuran dengan satu fraksi hilang atau satu fraksi sedikit. Gradasi seperti ini juga disebut gradasi senjang. Gradasi senjang akan menghasilkan lapis perkerasan yang mutunya terletak antara kedua jenis diatas.



Gambar 2.3 Gradasi senjang
Sumber: Silvia Sukirman, 2003

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

Selama proses pengerjaan perkerasan jalan aspal, gradasi agregat dapat berubah karena beberapa faktor. Perubahan gradasi akibat pecahnya butir-butir agregat disebut degradasi. Kehancuran pada agregat disebabkan oleh proses mekanis dan proses kimiawi.

Gradasi agregat yang ditentukan pada Spesifikasi Bina Marga 2010 dapat dilihat pada Tabel 2.5, sebagai berikut:

Tabel 2.5 Gradasi Agregat Gabungan Untuk Campuran Aspal

Ukuran Ayakan		% Berat Yang Lolos AC					
		Gradasi Halus			Gradasi kasar		
(Inch)	(mm)	AC-WC	AC-BC	AC-Base	AC-WC	AC-BC	AC-Base
1 1/2"	37,5	-	-	100	-	-	100
1"	25	-	100	90 - 100	-	100	90 - 100
3/4"	19	100	90 - 100	73 - 90	100	90 - 100	73 - 90

Tabel 2.5 Lanjutan

1/2"	12.5	90 - 100	74 - 90	61 - 79	90 - 100	71 - 90	55 - 76
3/8"	9.5	72 - 90	64 - 82	47 - 67	72 - 90	58 - 80	45 - 66
No.4	4.75	54 - 69	47 - 64	39,5 - 50	43 - 63	37 - 56	28 - 39,5
No.8	2.36	39,1 - 53	34,6 - 49	30,8 - 37	28 - 39,1	23 - 34,6	19 - 26,8
No.16	1.18	31,6 - 40	28,3 - 38	24,1 - 28	19 - 25,6	15 - 22,3	12 - 18,1
No.30	0.6	23,1 - 30	20,7 - 28	17,6 - 22	13 - 19,1	10 - 16,7	7 - 13,6
No.50	0.3	15,5 - 22	13,7 - 20	11,4 - 16	9 - 15,5	7 - 13,7	5 - 11,4
No.100	0.15	9 - 15	4 - 13	4 - 10	6 - 13	5 - 11	4,5 - 9
No.200	0.075	4 - 10	4 - 8	3 - 6	4 - 10	4 - 8	3 - 7

Sumber: Direktorat Jenderal Bina Marga Departemen Pekerjaan Umum Republik Indonesia, Spesifikasi Umum 2010 Divisi 6 tabel 6.3.2.3

2.5 Degradasi Agregat

Agregat dapat mengalami degradasi, yaitu perubahan gradasi akibat pecahnya butir-butir agregat. Kehancuran agregat dapat disebabkan proses mekanis, seperti gaya-gaya yang terjadi selama proses pelaksanaan perkerasan jalan diantaranya penghamparan, pemadatan, dan proses kimiawi seperti pengaruh kelembaban, dan perubahan suhu sepanjang hari.

Terkait bahan jalan, batuan dibentuk menjadi butiran-butiran sesuai dengan tujuan penggunaannya. Campuran agregat dari berbagai ukuran butiran akan membentuk gradasi tertentu dan merupakan persyaratan yang harus terpenuhi.

Persyaratan lain yang harus diperhatikan adalah:

- a. Gradasi (*aggregate grading*)
- b. Bentuk butiran (*particle shape*)
- c. Tingkat kepadatan (*degree of compaction*)

Bahaya yang timbul dengan tidak terpenuhinya persyaratan diatas adalah degradasi, yaitu menunjukkan perubahan ukuran butiran dan susunan campuran agregat.

a) Akibat degradasi

Terjadinya perubahan bentuk yang bersifat permanen (*permanent deformation*) antara lain lendutan plastis.

b) Proses

Bahan lapis adalah agregat dan bahan ikat, beban yang diderita oleh lapis perkerasan akan diteruskan dan diterima oleh agregatnya.

Bertambahnya beban dapat menyebabkan agregat pecah, kemungkinan terjadinya pecah agregat yaitu:

- 1) *Aggregate size*, dengan meningkatnya ukuran butiran agregat, kemungkinan terjadinya perubahan diameter agregat (degradasi) akan lebih besar.
- 2) *Aggregate shape*, agregat pipih akan dapat pecah bila menerima beban (*bending moment*), maka dari itu perlu persyaratan yang berhubungan dengan jumlah agregat pipih/*flaky (flakiness index)*.

c) Efek

Efek yang ditimbulkan akibat degradasi adalah:

- 1) Berkurangnya sifat saling mengunci antar butiran agregat.
- 2) Berkurangnya gesekan antar permukaan butir agregat.
- 3) Terjadinya kenaikan persentase butiran kecil, sehingga dapat meningkatkan luasan bidang kontak antar agregat.

d) Kemungkinan terjadinya degradasi

Degradasi akan terjadi bila persyaratan butiran agregat tidak terpenuhi, beban yang bekerja berlebihan, serta akan banyak didapat pada campuran agregat yang bergradasi tidak rapat.

2.6 Karakteristik Campuran Beraspal

Menurut Silvia Sukirman (2003), terdapat tujuh karakteristik campuran yang harus dimiliki oleh beton aspal yaitu: stabilitas (*stability*), keawetan (*durability*), kelenturan (*fleksibility*), tahanan geser/kekesatan (*skid resistance*), kedap air (*impermeability*), ketahanan terhadap kelelahan (*fatigue resistance*), dan kemudahan pelaksanaan (*workability*). Penjelasan mengenai ketujuh karakteristik tersebut di atas adalah sebagai berikut:

1. Stabilitas (*stability*)

Stabilitas lapisan perkerasan jalan merupakan kemampuan lapisan perkerasan menerima beban lalu lintas tanpa terjadi perubahan bentuk tetap seperti gelombang, alur ataupun *bleeding*. Kebutuhan akan stabilitas berpengaruh dengan jumlah lalu lintas dan beban kendaraan yang akan memakai jalan tersebut. Jalan dengan volume lalu lintas tinggi dan sebagian besar merupakan kendaraan berat membutuhkan perkerasan jalan dengan stabilitas tinggi.

Faktor-faktor yang mempengaruhi nilai stabilitas beton aspal adalah:

- a) Gesekan internal yang dapat berasal dari kekasaran permukaan butir-butir agregat, luas bidang kontak antar butir atau bentuk butir, gradasi agregat, kepadatan campuran dan tebal film aspal.

b) Kohesi yang merupakan gaya ikat aspal yang berasal dari daya lekatnya, sehingga mampu memelihara tekanan kontak antar butir agregat.

2. Durabilitas (keawetan/daya tahan)

Durabilitas sangat diperlukan agar lapisan dapat mampu menahan keausan akibat pengaruh cuaca, air dan perubahan suhu maupun akibat gesekan roda kendaraan.

Faktor yang mempengaruhi durabilitas lapis aspal beton adalah:

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

3. Kelenturan (*fleksibilitas*)

Menyatakan kemampuan beton aspal untuk menyesuaikan diri akibat penurunan (konsolidasi/*settlement*) dan pergerakan dari pondasi atau tanah dasar, tanpa terjadi retak. Penurunan terjadi akibat dari repetisi beban lalu lintas ataupun akibat beban sendiri tanah timbunan yang dibuat di atas tanah asli.

4. Kekesatan/tahanan geser (*skid resistance*)

Kemampuan permukaan beton aspal terutama pada kondisi basah, memberikan gaya gesek pada roda kendaraan sehingga kendaraan tidak tergelincir ataupun slip. Faktor-faktor untuk mendapatkan kekesatan jalan sama dengan untuk mendapatkan stabilitas yang tinggi, yaitu kekasaran permukaan dari butir-butir agregat, luas bidang kontak antar butir atau bentuk butir, gradasi agregat, kepadatan campuran dan tebal *film* aspal.

5. Kedap air (*impermeability*)

Kemampuan beton aspal untuk tidak dapat dimasuki air ataupun udara lapisan beton aspal. Air dan udara dapat mengakibatkan percepatan proses penuaan aspal dan pengelupasan selimut aspal dari permukaan agregat.

6. Ketahanan terhadap kelelahan (*Fatigue Resistance*)

Kemampuan beton aspal untuk menerima lendutan berulang akibat repetisi beban, tanpa terjadinya kelelahan berupa alur dan retak. Hal ini dapat tercapai jika menggunakan kadar aspal yang tinggi.

7. Kemudahan pelaksanaan (*Workability*)

Kemampuan campuran beton aspal untuk mudah dihampar dan dipadatkan. Faktor kemudahan dalam proses penghamparan dan pemadatan adalah viskositas aspal, kepekatan aspal terhadap perubahan temperatur dan gradasi serta kondisi agregat.

2.7 Penelitian Terdahulu

Penelitian yang pernah dilakukan oleh beberapa peneliti dan dapat dijadikan acuan atau literatur untuk penyusunan skripsi yang berkaitan dengan penelitian ini adalah:

1. R.Antarikso Utomo (2008) melakukan penelitian yang bertujuan untuk melihat korelasi besarnya pengaruh gradasi gabungan dilaboratorium dan gradasi diunit *Hot Feed Bin Asphalt Mixing Plant (AMP)* pada campuran Laston (*AC-WC*) terhadap karakteristik uji *Marshall*.

Metode yang digunakan yaitu uji *Marshall* dengan hasil ekstraksinya, dimana pada tahap I, sesuai spesifikasi serta dari hasil analisa, nilai karakteristik yang memenuhi syarat untuk $VMA > 15\%$ pada kadar aspal 4,5% - 6,5%, $VFA > 65\%$ pada kadar aspal 5,5% - 6,5% dan VIM 3,5% - 5,5% pada kadar aspal 5,5% - 6%, dari hasil analisis *void* dan uji stabilitas, *flow*, *MQ* pada kadar aspal 5,5% - 6%, maka ditentukan kadar aspal optimum 5,80%.

Dari hasil evaluasi pengujian tahap II terlihat bahwa semua karakteristik *Marshall*, baik pada gradasi gabungan dilaboratorium maupun gradasi gabungan di *Hot Bin AMP*, terlihat pada gradasi gabungan di *Hot Bin AMP* maupun hasil gradasi ekstraksinya setelah pengujian tampak gradasi lebih kasar dan hasil ekstraksi setelah ditumbuk mengalami degradasi bahan susunannya menjadi halus yang mengakibatkan stabilitas, *Flow* maupun *MQ* jauh menurun dibandingkan dengan gradasi gabungan dilaboratorium.

2. M.Aminsyah (2013) melakukan penelitian yang bertujuan untuk mengetahui nilai kehancuran agregat akibat beban tumbukan (*aggregate impact value*) terhadap campuran aspal.

Metode yang digunakan yaitu berupa pengujian *aggregate impact value* (*AIV*) dengan hasil penggunaan agregat dengan *AIV* yang berbeda akan menghasilkan parameter *Marshall* yang berbeda, dimana semakin besar *AIV* maka kualitas campuran aspal semakin berkurang, ini dapat dilihat pada parameter *marshall*.

Campuran dengan *AIV*=19,01% dan *AIV*= 21,84% kurang baik digunakan dalam campuran *asphalt concrete wearing course* (*AC-WC*) gradasi halus. Hal ini disebabkan oleh nilai stabilitas yang rendah dibandingkan dengan campuran lainnya.

3. I Made Agus Ariawan dan I.A. Rai Widhiawari (2010) melakukan penelitian yang bertujuan untuk mengetahui nilai karakteristik dari variasi gradasi campuran agregat, menganalisis karakteristik campuran laston yang dihasilkan dari variasi-variasi campuran agregat terhadap karakteristik laston.

Metode yang digunakan berupa uji *Marshall*, dimana dengan hasil pengujian nilai-nilai karakteristik variasi I : Stabilitas 1123,87 kg (spek > 730 kg), *flow* 4,96 mm (spek > 2 mm), *MQ* 226,59 kg/mm (spek > 180 kg/mm), *VIM* 4,453% (spek 3% - 6%), *VMA* belum memenuhi spesifikasi yaitu diperoleh 13,64% (spek > 15%), *VFB* 67,87% (spek > 63%).

4. Sumiati, Sukarman (2014) melakukan penelitian yang bertujuan untuk melihat seberapa besar pengaruh agregat bergradasi kasar, bergradasi halus, dan bergradasi yang mengikuti lengkung *fuller* pada campuran aspal beton (*AC-BC*) dengan membuat benda uji sebanyak 18 buah dengan 75 x 2 tumbukan.

Metode yang digunakan berupa uji *Marshall*, dari pengujian diperoleh nilai MQ terbesar terdapat pada agregat bergradasi *fuller* MQ 740 kg/mm, sedangkan agregat bergradasi halus nilai MQ 700 kg/mm dan agregat bergradasi kasar didapat MQ sebesar 360 kg/mm. Nilai VMA campuran agregat bergradasi kasar sebesar 15,4%, campuran agregat bergradasi *fuller* 14,1% dan campuran agregat bergradasi halus 14,0%. Nilai *Marshall Quotient* yang rendah mengidentifikasi bahwa campuran tidak kaku dan mudah mengalami deformasi (perubahan bentuk).

III. METODE PENELITIAN

3.1 Umum

Sasaran penelitian dapat tercapai sesuai dengan apa yang diharapkan perlu ditentukan alur/program kerja penelitian yang akan dilaksanakan. Alur/program kerja penelitian dapat dilihat pada Gambar 4, secara garis besar metode pengkajian yang akan dilaksanakan berupa pengambilan sampel dilokasi proyek dan *AMP*. Analisa data dilakukan dengan cara membandingkan hasil *Job Mix Formula (JMF)* yang diperoleh dari *AMP* sebagai data sekunder kemudian hasil dari pengujian dilaboratorium Inti Jalan Raya sebagai pembanding.

Sampel aspal yang diperoleh untuk campuran *AC-WC* harus sesuai spesifikasi dengan pengujian berupa uji *Marshall* dan *Sieve Analysis*.

Dalam penelitian ini, pengujian yang dilakukan dengan menggunakan prosedur SNI.

3.2 Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan di *AMP*, Lokasi Proyek, dan Laboratorium Inti Jalan Raya Fakultas Teknik Jurusan Teknik Sipil Universitas Lampung selama 2 bulan.

3.3 Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah campuran aspal panas yang diperoleh dari *Asphalt Mixing Plant (AMP)* PT.MANGGUNG POLAH RAYA Lokasi Pekerjaan Peningkatan Jalan Sultan Agung dan PT.RINDANG TIGA SATU PRATAMA Lokasi Pekerjaan Peningkatan Jalan Cik Ditiro.

3.4 Peralatan

Peralatan yang digunakan pada penelitian ini adalah:

1. Alat uji analisa saringan (*Sieve Analysis Test*)

Alat ini digunakan untuk memisahkan agregat berdasarkan gradasi agregat dengan menggunakan satu set saringan.

2. Alat uji *Marshall*

Alat uji yang digunakan adalah seperangkat alat untuk metode *Marshall*, meliputi:

a. Cetakan benda uji yang berdiameter 10,16 dan tinggi 7,62 cm, lengkap dengan pelat alas dan leher sambung.

b. Mesin penumbuk manual lengkap dengan:

1) Penumbuk yang mempunyai permukaan tumbuk rata yang berbentuk silinder, dengan berat 4,536 kg dan tinggi jatuh bebas 54,7 cm.

c. Alat pengeluaran benda uji untuk mengeluarkan benda uji yang sudah dipadatkan dari dalam cetakan benda uji dipakai sebuah alat *ekstruder* yang berdiameter 10 cm.

d. Alat *Marshall* lengkap dengan:

- 1) Kepala penekan (*breaking head*) berbentuk lengkung.
 - 2) Cincin penguji (*proving ring*) kapasitas 2500 kg dan atau 5000 kg, dilengkapi arloji (*dial*) tekan dengan ketelitian 0,0025 mm.
 - 3) Arloji pengukur alir (*flow*) dengan ketelitian 0,25 mm beserta perlengkapannya.
- e. Oven yang dilengkapi dengan pengatur suhu yang mampu memanasi sampai 200°C ($\pm 3^\circ\text{C}$).
- f. Bak perendam (*water bath*) dilengkapi dengan pengatur suhu mulai 20-60°C ($\pm 1^\circ\text{C}$).
- g. Timbangan yang dilengkapi dengan penggantung benda uji berkapasitas 2 kg dengan ketelitian 0,1 gram dan timbangan berkapasitas 5 kg dengan ketelitian 1 gram.
- h. Perlengkapan lain:
- 1) Panci-panci untuk memanaskan agregat, aspal dan campuran aspal.
 - 2) Sendok pengaduk dan spatula.
 - 3) Kompor atau pemanas (*hot plate*).
 - 4) Sarung tangan dari karet dan pelindung pernapasan (*masker*).
3. Alat ekstraksi Sentrifus, meliputi:
- a. Alat ekstraksi sentrifus yang dilengkapi cawan, dengan kecepatan putaran bervariasi hingga 3600 rpm.
 - b. Kertas saring rendah abu berbentuk lingkaran yang bagian tengahnya berlubang dengan tebal ($0,125 \pm 0,0125$) cm dan berat (W) = ± 15 gr untuk 1 lembar.

- c. Timbangan dengan kapasitas 5 kg.
- d. Oven dengan alat pengatur suhu $(110 \pm 5)^{\circ}\text{C}$.
- e. Kompor pemanas alat mesin *extractor*.

3.5 Tahap-tahap penelitian

Tahapan penelitian yang akan dilakukan mulai dari awal sampai akhir, seperti pada gambar 3.1 yang akan dijelaskan sebagai berikut:

1. Tahap studi pustaka

Studi pustaka yang dilakukan yaitu memahami teori pengujian, persiapan bahan dan juga persiapan alat-alat yang akan digunakan. Persiapan benda uji dengan mendatangkan langsung bahan-bahan tersebut ke laboratorium inti jalan raya Fakultas Teknik Universitas Lampung dan menyiapkan serta mengecek peralatan yang akan digunakan.

2. Tahapan pembuatan dan pengujian benda uji dengan alat *Marshall*

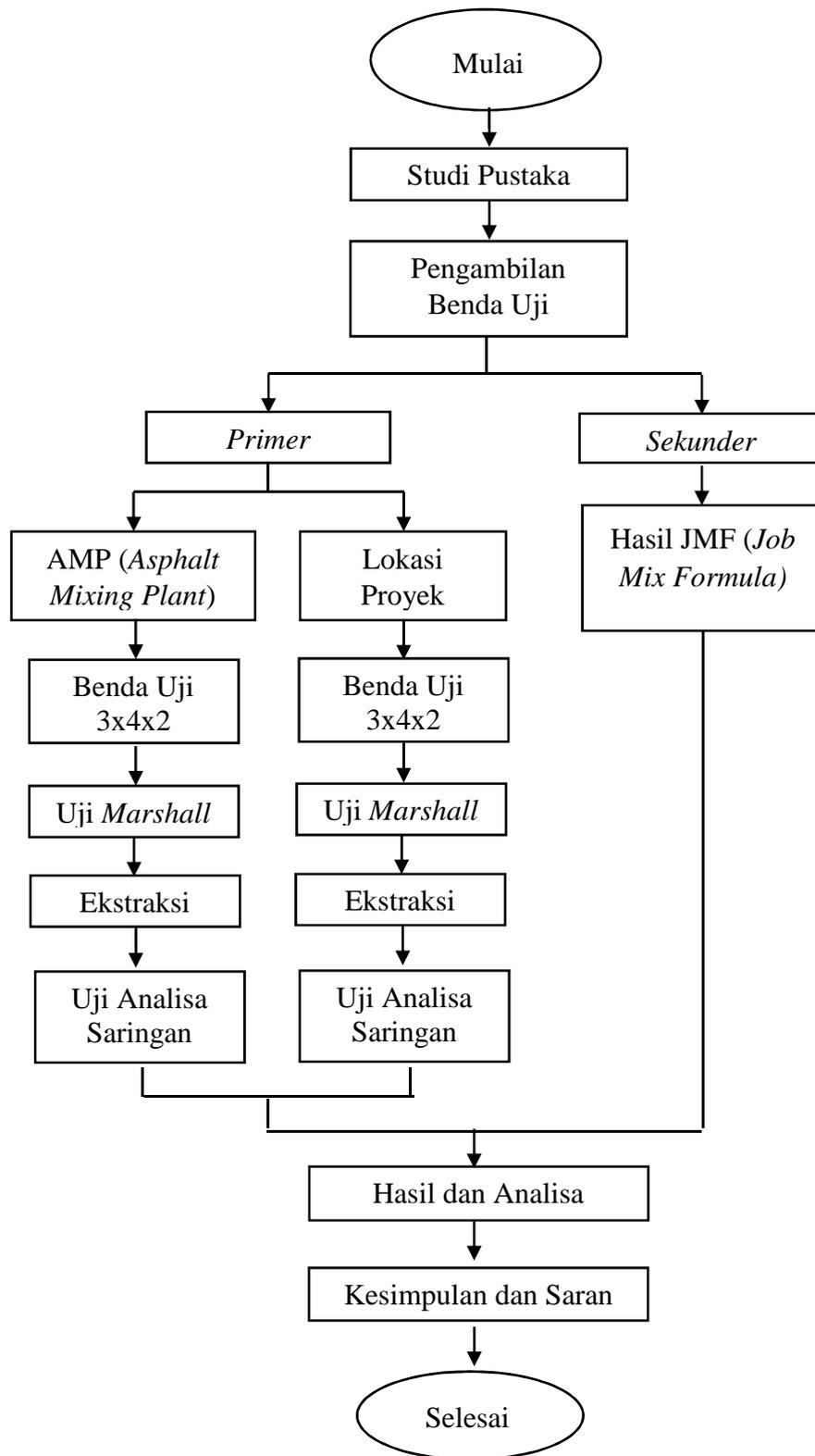
a. Berikut langkah-langkah pembuatan benda uji:

- 1) Menimbang sampel aspal dari produksi *AMP* sebanyak 1150 gr sehingga menghasilkan tinggi benda uji kira-kira $63,5 \text{ m} \pm 1,27$ mm untuk masing-masing benda uji sebanyak 5 sampel.
- 2) Sebelum dilakukan pemadatan, terlebih dahulu memanaskan cetakan benda uji dengan tujuan agar tidak terjadi penurunan suhu campuran yang terlalu cepat. Benda uji yang dibuat berbentuk silinder dengan tinggi standar 7,62 cm dan diameter 10,16 cm.

- 3) Kemudian melakukan pemadatan secara manual dengan jumlah tumbukan 75 kali dibagian sisi atas dan 75 kali tumbukan pada sisi bawah mold.
 - 4) Setelah proses pemadatan selesai, benda uji didiamkan agar suhu turun, setelah dingin benda uji dikeluarkan dengan *ekstruder*.
 - 5) Benda uji dibersihkan dari kotoran yang menempel dan diukur tinggi benda uji dengan ketelitian 0,1 mm di keempat sisi benda uji dengan menggunakan jangka sorong dan ditimbang beratnya untuk mendapatkan berat benda uji kering.
 - 6) Benda uji direndam dalam air selama 1-2 jam agar mendapatkan kondisi jenuh.
 - 7) Setelah jenuh benda uji ditimbang dalam air untuk mendapatkan berat benda uji dalam air.
 - 8) Kemudian benda uji dikeluarkan dari bak perendam dan dikeringkan dengan kain lap sehingga kering permukaan dan didapatkan berat benda uji kering permukaan jenuh (*saturated surface dry, SSD*) kemudian ditimbang.
- b. Menghitung nilai *volumetric* dan karakteristik *Marshall*
- Setelah pengujian *Marshall* selesai serta nilai karakteristik *Stability*, *flow* dan *MQ* didapat, selanjutnya menghitung nilai *volumetric Marshall* yaitu *VIM*, *VMA*, dan *VFB*.
- c. Prosedur pelaksanaan pengujian ekstraksi menggunakan alat *centrifuge extractor*

- 1) Menimbang sampel dan saringan ekstraksi sebelum melakukan ekstraksi aspal.
 - 2) Meletakkan mesin *extractor* pada alat pemanas (kompor).
 - 3) Melepaskan pengunci penutup *extractor* lalu memasukkan sampel yang dilapisi kertas saringan ekstraksi dan memasang penutup *extractor* serta mengolesinya dengan sabun colek pada tepi tutup agar tidak ada udara yang keluar masuk dalam tabung ekstraksi.
 - 4) Menyalakan kompor dan tunggu sampai tetesan bensin yang mengalir dari bawah sampel berubah menjadi jernih.
 - 5) Setelah selesai lalu keluarkan sampel tersebut dari alat ekstraktor.
 - 6) Setelah itu diamkan sampai dingin, lalu ditimbang sampel tersebut.
 - 7) Menghitung nilai kadar aspal.
 - 8) Mengulangi prosedur tersebut untuk sampel berikutnya.
- d. Pengolahan dan pembahasan hasil
- Data yang diperoleh dari *AMP* dan lokasi proyek berupa *JMF (Job Mix Formula)* selanjutnya dibandingkan dengan hasil uji laboratorium berupa nilai *volumetric* dan karakteristik campuran, serta hasil pengolahan akan diuraikan dalam bentuk tabel hubungan antara:
- a. Kadar aspal terhadap kepadatan.
 - b. Kadar aspal terhadap *VIM*
 - c. Kadar aspal terhadap *VMA*
 - d. Kadar aspal terhadap *VFB*
 - e. Kadar aspal terhadap stabilitas
 - f. Kadar aspal terhadap *flow*

3.6 Diagram Alir Penelitian



Gambar 3.1 Diagram Penelitian

V. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Dari hasil dan pembahasan seperti yang telah disampaikan di muka, dapat diambil suatu kesimpulan dari tingkat degradasi agregat terhadap karakteristik campuran beraspal panas, dapat disebutkan di bawah ini:

1. Hasil pemeriksaan tingkat degradasi dengan sampel yang diperoleh dari *Asphalt Mixing Plant* PT.MANGGUNG POLAH RAYA, perubahan persentase fraksi agregat kasar sebesar 6,26 %, fraksi agregat halus sebesar 7,64 %, dan fraksi *filler* sebesar 1,34 % dari *Job Mix Formula*. Hal ini menandakan gradasi kasar menjadi halus lebih tinggi.
2. Hasil pemeriksaan tingkat degradasi dengan sampel yang diperoleh dari *Asphalt Mixing Plant* PT.RINDANG TIGA SATU PRATAMA, perubahan persentase fraksi agregat kasar sebesar 0,98 %, fraksi agregat halus sebesar 0,12 %, dan fraksi *filler* sebesar 0,86 % dari *Job Mix Formula*. Hal ini menandakan gradasi semakin kasar.
3. Dari nilai karakteristik dan volumetrik didapatkan hasil sampel yang diperoleh dari PT.MANGGUNG POLAH RAYA lebih kecil dibandingkan dengan sampel yang diperoleh dari PT.RINDANG TIGASATU PRATAMA kecuali untuk nilai *Flow* dan *VIM*.

5.2 Saran

1. Perlu dilakukan penelitian lanjutan pengaruh tingkat degradasi agregat terhadap karakteristik campuran beraspal terhadap bentuk dan tekstur dari agregat. Hal ini bertujuan untuk agregat yang digunakan benar sesuai dengan persyaratan teknis.
2. Melaksanakan kendali pemeriksaan alat pendukung di unit *AMP* berupa kalibrasi secara teratur sesuai standar yang berlaku.
3. Melakukan pemeriksaan secara terinci sebelum dilaksanakan pekerjaan fisik lapangan di unit *Asphalt Mixing Plant (AMP)*, antara lain:
 - a) Material agregat di *Cold Bin Feed Bin* dan aspal di *Hot Asphalt Cement Storage* harus mencukupi kebutuhan rencana produksi sesuai dengan rumus campuran kerja yang sudah disahkan.
 - b) Jaringan di *Vibrating Screen* harus dalam kondisi prima. Memeriksa terhadap keausan kelelahan dan kelaikan dari jaring-jaring baja yang ada dengan maksud agar material agregat yang menuju *Hot Feed Bin* betul-betul sesuai dengan fraksinya.
 - c) Melakukan pengecekan sekaligus standarisasikan termometer suhu pada *dryer, hot bin* dan *hot asphalt cement storage*, dengan tujuan nilai kelembaban agregat tidak melebihi batas maksimum 1 % sehingga agregat dapat diselimuti aspal secara merata.
 - d) Periksa terhadap kebersihan dari sisa produksi sebelumnya, yaitu pada *Hot Bin* dan *pugmill/mixing unit*.

DAFTAR PUSTAKA

- Aminsyah, M. 2013. *Analisa Kehancuran Agregat Akibat Tumbukan Dalam Campuran Aspal*. Jurnal ilmiah teknik sipil Universitas Andalas.
- Ranindita, A. 2018. *Kajian Tingkat Degradasi Pada Pelaksanaan Konstruksi Jalan Beraspal*. Universitas Lampung.
- R, Antarikso. 2008. *Studi Komparasi Pengaruh Gradasi Gabungan Di Laboratorium Dan Gradasi Hot Bin Asphalt Mixing Plant Campuran Laston (AC-Wearing Course) Terhadap Karakteristik Uji Marshall*. Tesis teknik sipil Universitas Diponegoro.
- Sukarman, Sumiati. 2014. *Pengaruh Gradasi Agregat Terhadap Karakteristik Aspal Beton (AC-BC)*. Jurnal ilmiah teknik sipil Polstri.
- Widhiawari, Made Ariawan. 2010. *Pengaruh Gradasi Agregat Terhadap Karakteristik Campuran Laston*. Jurnal ilmiah teknik sipil Universitas Udayana, Denpasar.
- Sukirman, Silvia. 2016. *Beton Aspal Campuran Panas*. Jakarta: Granit.
- _____. 1989. *Tata Cara Pelaksanaan Lapis Aspal Beton (Laston) Untuk Jalan Raya, SNI 03-1737-1989*. Kementerian Pekerjaan Umum, Badan Penelitian dan Pengembangan PU.
- _____. 1990. *Metode Pengujian Tentang Analisis Saringan Agregat Halus Dan Kasar, SNI 03-1968-1990*. Kementerian Pekerjaan Umum, Badan Penelitian dan Pengembangan PU.
- _____. 2002. *Metode Pengujian Analisis Saringan Agregat Hasil Ekstraksi, SNI 03-6822-2002*. Kementerian Pekerjaan Umum, Badan Penelitian dan Pengembangan PU.
- _____. 2002. *Metode Pengujian Kadar Aspal Dari Campuran Beraspal Dengan Cara Sentrifus, SNI 03-6894-2002*. Kementerian Pekerjaan Umum, Badan Penelitian dan Pengembangan PU.

- _____. 2004. *Cara Uji Ekstraksi Kadar Aspal Dari Campuran Beraspal Menggunakan Tabung Refluks Gelas, RSNI M-05-2004*. Badan Standarisasi Nasional.
- _____. 2010. *Dokumen Pelelangan Nasional Pekerjaan Jasa Pelaksanaan Konstruksi, Spesifikasi Umum 2010 Devisi 6 Perkerasan Aspal*. Jakarta.
- _____. 2012. *Panduan Praktikum Pelaksanaan Perkerasan Jalan (PPJ)*. Laboratorium Inti Jalan Raya Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Lampung. Bandar Lampung. 59 hlm.
- _____. 2016. *Format Penulisan Karya Ilmiah Universitas Lampung*. Universitas Lampung. Bandar Lampung.