PENGARUH PERSENTASE BAHAN CAMPURAN ASPAL DAUR ULANG TERHADAP KARAKTERISTIK MEKANIK CAMPURAN ASPAL PANAS LAPISAN AC – WC (*ASPHALT CONCRETE – WEARING COURSE*)

(Skripsi)

Oleh

SOFYAN RAMADHAN

JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS LAMPUNG

2019

ABSTRAK

PENGARUH PERSENTASE BAHAN CAMPURAN ASPAL DAUR ULANG TERHADAP KARAKTERISTIK MEKANIK CAMPURAN ASPAL PANAS LAPISAN AC – WC (ASPHALT CONCRETE – WEARING COURSE)

Oleh :

SOFYAN RAMADHAN

Penanganan kerusakan jalan dengan menggunakan metode *greenroads* merupakan salah satu solusi untuk permasalahan sumber daya alam. Metode ini menggunakan cara *recycling* dari pembongkaran lapis perkerasan lama untuk dijadikan sebagai bahan campuran lapis perkerasan yang baru. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pemanfaatan material *Reclaimed Asphalt Pavement* (RAP) sebagai bahan material campuran untuk digunakan kembali sebagai bahan lapis AC – WC (*Asphalt Concrete – Wearing Coarse*). Serta menentukan persentase terbaik antara bahan campuran aspal daur ulang dari bahan RAP dan material baru untuk lapis perkerasan AC – WC (*Asphalt Concrete – Wearing Coarse*).

Penelitian ini menggunakan material RAP yang diperoleh dari hasil pengerukan lapis perkerasan lentur di Jalan Soekarno – Hatta, Bandar Lampung. Penelitian ini menggunakan variasi persentase penggunaan RAP sebesar 25%, 50%, dan 75% serta menggunaan aspal penetrasi 60-70.

Hasil dari penelitian ini diperoleh Untuk nilai stabilitas maksimum pada penggunaan RAP 25% didapat 1300,320 kg, sedangkan untuk penggunaan RAP 50% didapat 1076,468 kg dan untuk RAP 75% memiliki nilai stabilitas maksimum sebesar 966 kg. Dari ketiga variasi penggunaan RAP memiliki nilai karakteristik campuran dan karakteristik *marshall* yang memenuhi Spesifikasi Umum Bina Marga. Nilai Kadar Aspal Optimum (KAO) untuk persentase penggunaan RAP 25% diperoleh sebesar 5,8%. Sedangkan untuk penggunaan RAP sebesar 50% diperoleh nilai Kadar Aspal Optimum (KAO) sebesar 5,6%. Dan penggunaan RAP sebesar 75% diperoleh nilai Kadar Aspal Optimum sebesar 5,4%. Semakin tinggi penggunaan persentase RAP maka Kadar Aspal Optimum (KAO) yang diperoleh semakin kecil.

Keyword : RAP (*Reclaimed Asphalt Pavement*), Kadar Aspal Optimum (KAO), *Asphalt Concrete – Wearing Coarse* (AC – WC)

ABSTRAC

THE EFFECT OF PERCENTAGE OF ASPHALT MIXED RECYCLING MATERIALS ON CHARACTERISTICS OF MECHANICAL MIXED HEAT ASPHALT (ACHALT CONCRETE - WEARING COURSE)

By:

SOFYAN RAMADHAN

Handling road damage using the greenroads method is one solution to the problem of natural resources. This method uses a recycling method of dismantling the old pavement layers to be used as a mixture of new pavement layers. This study aims to determine the use of Reclaimed Asphalt Pavement (RAP) material as a mixture of materials to be used. again as a new pavement material. And determine the best percentage between recycled asphalt mixture from RAP and new material for AC - WC (Asphalt Concrete - Wearing Coarse) pavement.

This research uses RAP material obtained from the dredging of flexible pavement layers on Jalan Soekarno-Hatta, Bandar Lampung. This study uses variations in the percentage of RAP use by 25%, 50%, and 75% and uses asphalt penetration of 60-70. Asphalt mixture testing conducted in this study used a Marshall Test with a soaking time of 30 minutes at 60 ℃. The characteristics of asphalt mixture quality review include Stability, Flow value, Void In The Mix (VIM), Void Filled With Asphalt (VFA), Void Mineral Aggregate (VMA), Marshall Quostient (MQ), and Density value in the mixture.

The results of this study were obtained for the maximum stability value on the use of 25% RAP obtained 1300,320 kg, while for the use of 50% RAP obtained 1076,468 kg and for RAP 75% has a maximum stability value of 966 kg. Of the three variations in the use of RAP it has mixed characteristics and marshall characteristics that meet the General Specifications of Bina Marga. The Optimum Asphalt Content (KAO) value for the percentage of RAP use of 25% was 5.8%. As for the use of RAP of 50%, the Optimum Asphalt Level (KAO) value of 5.6% is obtained. And the use of RAP of 75% obtained Optimum Asphalt Levels of 5.4%. The higher the use of RAP percentage, the Optimum Asphalt Level (KAO) obtained is getting smaller.

Keyword: RAP (Reclaimed Asphalt Pavement), Optimum Asphalt Levels (KAO), Asphalt Concrete - Wearing Coarse (AC - WC)

PENGARUH PERSENTASE BAHAN CAMPURAN ASPAL DAUR ULANG TERHADAP KARAKTERISTIK MEKANIK CAMPURAN ASPAL PANAS LAPISAN AC – WC (*ASPHALT CONCRETE – WEARING COURSE*)

Oleh

SOFYAN RAMADHAN

Skripsi

Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar

SARJ ANA TEKNIK

Pada

Jurusan Teknik Sipil

Fakultas Teknik Universitas Lampung

Fakultas Teknik

Universitas Lampung

Bandar Lampung

2019

Judul Skripsi	:	**PENGARUH PERSENTASE BAHAN CAMPURAN ASPAL DAUR ULANG TERHADAP KARAKTERISTIK MEKANIK CAMPURAN ASPAL PANAS LAPISAN AC – WC (*ASPHALT CONCRETE – WEARING COURSE*)**
Nama Mahasiswa	:	Sofyan Ramadhan
Nomor Pokok Mahasiswa	:	1415011134
Jurusan	:	Teknik Sipil
Fakultas	:	Teknik

MENYETUJUI

1. Komisi Pembimbing

Pembimbing I	Pembimbing II
Drs. I Wayan Diana, S.T., M.T.	**Sasana Putra, S.T., M.T.**
NIP 19570210 198503 1 003	NIP 19691111 200003 1 002

2. Ketua Jurusan Teknik Sipil

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

MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

Ketua : **Drs. I Wayan Diana, S.T., M.T.** .....

Sekretaris : **Sasana Putra, S.T., M.T.** .....

Penguji
Bukan Pembimbing : **Ir. Dwi Herianto, M.T.** .....

2. Dekan Fakultas Teknik

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

Tanggal Lulus Ujian Skripsi : **13 Agustus 2019**

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini, adalah:

Nama	: Sofyan Ramadhan
NPM	: 1415011134
Prodi/ Jurusan	: S1/ Teknik Sipil
Fakultas	: Teknik Universitas Lampung.

Dengan ini menyatakan bahwa dalam skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan disuatu perguruan tinggi, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebut dalam daftar pustaka. Ide penelitian didapat dari Pembimbing II, oleh karna itu hak atas data penelitian berada pada Saya dan Pembimbing II, Bapak Sasana Putra, S.T., M.T.

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

Bandar Lampung, Agustus 2019

Sofyan Ramadhan

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Kerawang, Jawa Barat pada tanggal 28 Januari 1997, sebagai anak pertama dari dua bersaudara, dari pasangan Bapak Dedi Muhammad Rohdi dan Ibu Jumaryati.

Penulis memulai Jenjang pendidikan Sekolah Dasar (SD) Negeri 3 Waygalih diselesaikan pada tahun 2008, Sekolah Menengah Pertama (SMP) Negeri 24 Bandarlampung diselesaikan pada tahun 2011, dan Sekolah Menengah Atas (SMA) Al – Azhar 3 Bandar Lampung diselesaikan pada tahun 2014.

Pada Tahun 2014 penulis terdaftar sebagai mahasiswi Fakultas Teknik Universitas Lampung Program Studi S1 Teknik Sipil melalui jalur Seleksi Nasional Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SNMPTN). Selama menjadi mahasiswa, penulis berperan aktif di dalam organisasi Himpunan Mahasiswa Teknik Sipil Universitas Lampung (HIMATEKS Universitas Lampung) sebagai anggota departemen kaderisasi pada periode 2014 – 2015 dan menjadi pengurus organisasi HIMATEKS pada tahun 2015 - 2016. Serta menjadi kader aktif HMI pada tahun 2018. Selama menjalani perkuliahan, penulis pernah menjadi Asisten Praktikum Mekanika Tanah II pada tahun 2017-2018 dan Asisten Praktikum Dasar-Dasar Pekerasan Jalan pada tahun 2018.

Pada tahun 2017 penulis melakukan Kerja Praktik di Proyek Pembangunan *flyover* Jalan Pramuka – Jalan Indra Bangsawan selama 3 bulan. Setelah melakukan Kerja Praktek penulis melaksanakan Kuliah Kerja Nyata (KKN) di Desa Tegal Ombo Kecamatan Way Bungur, Kabupaten Lampung Timur selama 40 hari pada periode Januari – Maret 2018.

MOTTO

“Bergunalah bagi orang lain walaupun hanya mampu membuat ia tersenyum”.

“Jangan rendahkan tujuan anda setara dengan kemampuan anda. Tapi, tingkatkan kemampuan anda setara dengan tujuan anda.”

(Swami Vivekananda)

“Belum tentu setiap hari adalah hari yang baik, tapi pasti ada sesuatu yang baik dalam setiap harinya.”

[Merry Riana]

Persembahan

Alhamdulillahirabbil'alamin, Puji syukur kepada Allah SWT atas karunia-Nya sehingga skripsi ini dapat diselesaikan dengan baik.

Ku persembahkan skripsi ini untuk :

Kedua Papa dan Mama, yang telah memberi dukungan moral maupun materi atas semua langkah yang sudah saya pilih, serta senantiasa mendoakanku dan memberikan semangat dan motivasi untuk meraih kesuksesan. Untuk Adik saya yang memberikan motivasi lebih agar saya bisa menjadi Kakak yang selalu bisa ia banggakan. Semoga Allah SWT senantiasa memberikan keluarga kita, keselamatan dan kebahagiaan, keberkahan dunia dan akhirat.

Semua dosen-dosenku yang telah mengajarkan banyak hal, semoga Allah membalas segala kebaikan atas ilmu yang diajarkan.

Rekan seperjuangan, teman-teman Teknik Sipil angkatan 2014, yang telah membantu dan memberikan dukungan, canda tawa, pengalaman dan kisah yang akan terus diceritakan.

Untuk almamater tercinta Universitas Lampung.

SANWACANA

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT, karena berkat Rahmat dan Hidayahnya-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul ***"*PENGARUH PERSENTASE BAHAN CAMPURAN ASPAL DAUR ULANG TERHADAP KARAKTERISTIK MEKANIK CAMPURAN ASPAL PANAS LAPISAN AC – WC (*ASPHALT CONCRETE – WEARING COURSE*)".** Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk mendapatkan gelar Sarjana Teknik pada Fakultas Teknik Universitas Lampung.

Terselesaikannya penulisan skripsi ini tidak terlepas dari hambatan yang datang baik dari luar dan dari dalam diri penulis. Penulisan skripsi ini juga tidak lepas dari bimbingan dan bantuan serta petunjuk dari berbagai pihak, oleh karena itu Penulis mengucapkan terimakasih 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 Drs. I Wayan Diana, S.T., M.T., selaku Dosen Pembimbing I skripsi, atas kesediaan waktunya memberikan bimbingan, saran dan kritik dalam penyusunan skripsi.

4. Bapak Sasana Putra, S.T., M.T., selaku Dosen Pembimbing II skripsi, atas kesediaan waktunya memberikan bimbingan, pengarahan, ide, saran dan kritik dalam penyusunan skripsi.
5. Bapak Ir. Dwi Herianto, M.T., selaku Dosen Penguji skripsi, yang telah memberikan kritik dan saran pemikiran dalam penyempurnaan skripsi.
6. Seluruh Bapak dan Ibu Dosen Jurusan Teknik Sipil yang telah memberikan bekal ilmu pengetahuan kepada penulis selama menjadi mahasiswa di Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Lampung;
7. Seluruh teknisi dan karyawan di Laboratorium Inti Jalan Raya, Fakultas Teknik, Universitas Lampung yang telah memberikan bantuan dan bimbingan selama penulis melakukan penelitian.
8. Kedua orang tuaku yang sangat saya banggakan, Bapak Dedi Muhammad Rohdi dan Ibu Jumaryati yang sangat sabar dalam do'anya, memberikan kasih sayang, pengorbanan, nasehat dan motivasi yang tidak kenal lelah kepada penulis dalam menyelesaikan perkuliahan di Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Lampung;
9. Teman-teman dan saudara–saudaraku Teknik Sipil angkatan 2014, yang berjuang bersama serta berbagi canda tawa, pengalaman, dan membuat kesan yang tak terlupakan, terimakasih untuk kebersamaan kita;
10. Kakak tingkat serta Adik tingkat Teknik Sipil terimakasih atas motivasi dan segala bantuan selama ini;
11. Semua pihak yang telah membantu tanpa pamrih yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu, saya mengucapkan rasa terimakasih atas bantuannya;

Akhir kata, Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan, akan tetapi penulis berharap semoga skripsi yang sederhana ini dapat berguna dan bermanfaat bagi kita semua. Aamiin.

Bandar Lampung, Agustus 2019

Sofyan Ramadhan

DAFTAR ISI

Halaman

DAFTAR TABEL iii

DAFTAR GAMBAR iv

DAFTAR NOTASI vi

I. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang 1
1.2. Rumusan Masalah 4
1.3. Tujuan Penelitian 4
1.4. Manfaat Penelitian 5
1.5. Batasan Masalah 5

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. *Reclaimed Asphalt Pavement* (RAP) 6
2.2. Lapis Aspal Beton (LASTON) 8
2.3. *Asphalt Concrete – Wearing Course* (AC – WC) 10
2.4. Bahan – bahan Penyusun Perkerasan Jalan 13
2.5. Karakteristik Campuran Beraspal 21
2.6. Teknik Daur Ulang 24
2.7. Teknik Ekstraksi 26
2.8. Metode Pengujian *Marshall* 27
2.9. Penelitian Terdahulu 28

III. METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Lokasi Penelitian 31
3.2. Bahan – bahan Penelitian 31
3.3. Peralatan Penelitian 32
3.4. Diagram Alir Penelitian 34
3.5. Prosedur Penelitian 36

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Pengujian *Proporties* Material 44
4.1.1 Material *Reclaimed Asphalt Pavement* (RAP) 44
4.1.2 Material Agregat..... 46
4.1.3 Material Aspal 49
4.2. Desain Campuran Beraspal 50
4.2.1 Desain Gradasi Campuran..... 50
4.2.2 Penentuan Kadar Aspal Rencana *Job Mix Formula* 51
4.2.3 Kombinasi Campuran Material Untul Benda Uji..... 53
4.2.4 Hasil Pengujian GMM 53
4.3. Penentuan Kadar Aspal Optimum (KAO)..... 55
4.3.1 Kadar Aspal Optimum (KAO) Untuk Penggunaan 0% *Reclaimed Asphalt Pavement* (RAP)..... 55
4.3.2 Kadar Aspal Optimum (KAO) Untuk Penggunaan 25% *Reclaimed Asphalt Pavement* (RAP)..... 58
4.3.3 Kadar Aspal Optimum (KAO) Untuk Penggunaan 50% *Reclaimed Asphalt Pavement* (RAP)..... 61
4.3.4 Kadar Aspal Optimum (KAO) Untuk Penggunaan 75% *Reclaimed Asphalt Pavement* (RAP)..... 64
4.4. Analisa Parameter Hasil Pengujian *Marshall*..... 67

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan..... 77
5.2. Saran 78

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN A

LAMPIRAN B

LAMPIRAN C

LAMPIRAN D

LAMPIRAN E

DAFTAR TABEL

Tabel Halaman

1. Ketentuan Sifat – Sifat Campuran Laston (Lapisan Aspal Beton) 12
2. Gradasi Agregat Gabungan Untuk Campuran Aspal Beton 13
3. Ketentuan Agregat Kasar 16
4. Ketentuan Agregat Halus 17
5. Spesifikasi *Filler* Untuk Campuran Aspal 18
6. Ketentuan untuk Aspal Keras Pen 60/70 20
7. Penelitian Terdahulu 30
8. Standar Pemeriksaan Agregat 38
9. Standar Pemeriksaan Aspal..... 38
10. Uji *properties Reclaimed Asphalt Pavement* (RAP)..... 44
11. Hasil Pengujian *Properties* Agregat 47
12. Hasil Analisis Saringan Agregat 48
13. Hasil Pengujian *Properties* Aspal Penetrasi 60/70 49
14. Campuran Proporsi Agregat..... 50
15. Jumlah Persen Akumulasi Agregat Pada Setiap Fraksi 51
16. Perkiraan Nilai Kadar Aspal Tiap Kelompok Benda Uji JMF 52
17. Hasil Pengujian Gmm 54
18. Hasil Pengujian *Marshall Reclaimed Asphalt Pavement* 0% 56
19. Hasil Pengujian *Marshall Reclaimed Asphalt Pavement* 25% 57
20. Hasil Pengujian *Marshall Reclaimed Asphalt Pavement* 50% 61
21. Hasil Pengujian *Marshall Reclaimed Asphalt Pavement* 75% 64

DAFTAR GAMBAR

Tabel Halaman

1. Susunan Konstruksi Perkerasan Jalan 9
2. Diagram Alir Penelitian 34
3. Diagram Alir Penelitian (Lanjutan) 35
4. Grafik Gradasi Agregat *Reclaimed Asphalt Pavement* (RAP) 46
5. Grafik Sebaran Gradasi Agregat 48
6. Grafik Kurva Gradasi Agregat Pada Campuran 51
7. Grafik Hasil Pengujian *Marshall Reclaimed Asphalt Pavement* (RAP) 0% 57
8. Grafik Hasil Pengujian *Marshall Reclaimed Asphalt Pavement* (RAP) 25% 59
9. Grafik Hasil Pengujian *Marshall Reclaimed Asphalt Pavement* (RAP) 50% 62
10. Grafik Hasil Pengujian *Marshall Reclaimed Asphalt Pavement* (RAP) 75% 65
11. Grafik Hubungan Antara Kadar Aspal Dengan Stabilitas 67
12. Grafik Hubungan Antara Kadar Aspal Dengan *Flow* 68
13. Grafik Hubungan Antara Kadar Aspal Dengan *Void In The Mix* (VIM) 70

14. Grafik Hubungan Antara Kadar Aspal Dengan *Void In Mineral Aggregate* (VMA) 71
15. Grafik Hubungan Antara Kadar Aspal Dengan *Void Filled With Asphalt* (VFA) 72
16. Grafik Hubungan Antara Kadar Aspal Dengan *Marshall Quotient* (MQ) 73
17. Grafik Hubungan Antara Kadar Aspal Dengan Kepadatan 74

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkerasaan jalan yang baik merupakan hal yang paling utama dalam menunjang transportasi yang aman, nyaman, dan mudah. Maka diperlukan perkerasan yang memadai dan layak digunakan. Perkerasan jalan dibagi atas dua kategori yaitu perkerasan kaku (*rigid pavement*) dan perkerasan lentur (*flexibel pavement*). Perkerasaan lentur adalah kontruksi perkerasan jalan yang dibuat dengan menggunakan lapis pondasi agregat dan lapis permukaan dengan bahan pengikat aspal (Dinas Pekerjaan Umum, 2005).

Di Indonesia sendiri, perkerasan *asphalt concrete* merupakan jenis campuran yang banyak digunakan. Campuran aspal beton termasuk dalam jenis *flexible pavement* yang mana bahan pengikat antara agregatnya berupa aspal, yang dicampurkan pada keadaan panas yaitu dalam suhu tertentu. Beton aspal memiliki beberapa kelebihan dibandingkan campuran aspal yang lain, diantaranya biaya yang relatif lebih murah dibanding lapis permukaan rigid, memiliki stabilitas yang tinggi dalam menanggung beban yang ditimbulkan dari pergerakan lalu lintas dan bahan-bahan komposisinya yang mudah didapatkan di Indonesia.

Adapun kekurangan dari *flexible pavement* adalah umur rencana yang relative pendek berkisar 5 – 10 tahun, indeks pelayanan yang terbaik hanya pada saat selesai pelaksanaan konstruksi setelah itu berkurang seiring dengan waktu dan frekuensi beban lalu lintasnya. Namun umur jalan yang telah direncanakan terkadang tidak sesuai dengan yang terjadi di lapangan. Seringkali kondisi jalan yang mengalami penurunan kualitas jalan seperti kerusakan terjadi sebelum masa layanan jalan tersebut habis. Maka dari itu butuh dilakukannya perbaikan lapis perkerasan jalan agar kualitas jalan menjadi lebih baik.

Penanganan kerusakan lapis perkerasan jalan bisa dilakukan dengan beberapa cara antara lain cara tambal sulam dan pemberian lapis perkerasan baru (*overlay*). Upaya yang selama ini dilakukan adalah dengan melakukan pelapisan ulang (*overlay*). Setiap ada kerusakan jalan baik rusak ringan maupun berat metode yang digunakan adalah pelapisan ulang (*overlay*) (Bria, 2015). Penggunaan metode ini bukan tanpa masalah. Seiring dengan penggunaannya, ternyata *overlay* memiliki kelemahan, antara lain *over design*, biaya tinggi, dan menyebabkan masalah lingkungan (Aly, 2008).

Perbaikan jalan dengan menambah lapis perkerasan yang baru (*overlay*) memerlukan material baru (agregat dan aspal) yang cukup banyak sehingga perkerasan jalan lama menjadi tidak terpakai. Keterbatasan sumber daya alam yang tidak bisa diperbarui dan pemanfaatan secara besar besaran dapat merusak tata lingkungan, hingga membuat bahan alam semakin langka dan

harganya terus meningkat. Dengan demikian perlu dipertimbangkan penerapan metode penanganan kerusakan perkerasan jalan yang lebih baik. Salah satunya dengan menerapkan prinsip *greenroads*, yaitu menggunakan material yang didaur ulang (*recycle*) yang bisa didapat dari hasil pengerukan atau pembongkaran lapis perkerasan jalan yang telah mengalami kerusakan. Prinsip ini dapat dilakukan dengan atau tanpa bahan tambah yang dapat mendukung pembangunan konstruksi jalan berkelanjutan.

Hasil dari pembongkaran lapis perkerasan jalan yang lama disebut RAP (*Reclaimed Asphalt Pavement*). RAP adalah limbah sisa perkerasan jalan yang telah rusak atau habis umur rencananya (Dicky Luqmana, 2017). RAP praktis menjadi limbah yang mungkin dianggap tidak berguna lagi. Mengingat ketersediaan sumber daya alam penghasil agregat yang semakin menipis, maka akan lebih baik apabila hasil dari pembongkaran lapisan jalan yang lama di daur ulang (*recycling*) untuk dijadikan sebagai bahan campuran perkerasan jalan sehingga dapat menjadi bermanfaat. Maka dengan menerapkan metode daur ulang (*recycling*) dengan memanfaatkan RAP dianggap sebuah alternatif yang sangat baik untuk mengatasi hal tersebut.

Metode daur ulang (*recycling*) dibedakan menjadi dua, yaitu *Cold Mix Recycling* dan *Hot Mix Recycling. Cold Mix Recycling* adalah proses daur ulang tanpa pemanasan tetapi dilakukan sesuai dengan suhu lingkungan atau suhu sekitarnya, kemudian dihampar dan dipadatkan serta difungsikan

sebagai lapisan di bawah lapis permukaan. Sedangkan, *Hot Mix Recycling* adalah proses daur ulang panas dimana *reclaimed* dikombinasikan dengan agregat dan aspal baru apabila diperlukan, kemudian dicampur dan dipanaskan dengan temperatur tertentu untuk memproduksi HMA (*Hot Mix Asphalt*) (Nicholls, 1998).

Di dalam penelitian ini akan dibahas pemanfaatan material RAP yang ditambah dengan material baru (agregat dan aspal baru) dengan metode *Hot Mix Recycling* sehingga campuran tersebut dapat digunakan kembali untuk perkerasan jalan dengan tetap memenuhi kriteria – kriteria teknis yang telah ditetapkan.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian diatas, rumusan masalah pada penelitian ini adalah bagaimana pemanfaatan RAP sebagai bahan material campuran untuk perkerasan AC – WC (*Asphalt Concrete – Wearing Coarse*). Serta persentase terbaik antara bahan campuran aspal daur ulang dari bahan RAP dengan material baru untuk lapis perkerasan AC – WC (*Asphalt Concrete – Wearing Coarse*).

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui pemanfaatan kembali RAP (*Reclaimed Asphalt Pavement*) sebagai material campuran untuk lapis perkerasan AC – WC. Serta menentukan persentase terbaik antara bahan campuran aspal daur ulang dari bahan RAP dan material baru untuk lapis perkerasan AC – WC (*Asphalt Concrete – Wearing Coarse*).

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah untuk memberikan pemahaman terhadap pemanfaatan limbah aspal (RAP) dengan cara daur ulang (*recycling*) sebagai bahan campuran aspal panas untuk lapis perkerasan *AC – WC*. Hasil penelitian ini juga bisa menjadi referensi bagi pihak-pihak yang terkait tentang pemanfaatan limbah hasil pengerukan aspal (RAP) yang dapat dimanfaatkan kembali menjadi bahan campuran perkerasan aspal. Sehingga limbah yang dipandang tidak berguna dapat dimanfaatkan untuk mengurangi penggunaan agregat yang baru dan aspal baru mengingat kelangkaan dari bahan tersebut.

1.5 Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian ini adalah :

1. Limbah lapis perkerasan didapat dari hasil pengerukan lapisan aspal di Jalan Soekarno Hatta, Lampung.
2. Pemisahan agregat dengan aspal pada RAP menggunakan proses ektraksi sentrifugal.
3. Membuat benda uji dari bahan RAP dengan tambahan material baru untuk lapis perkerasan AC – WC dengan menggunakan variasi persentase campuran.
4. Pengujian dilakukan di laboratorium jalan raya Universitas Lampung.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 *Reclaimed Asphalt Pavement* (RAP)

RAP *(Reclaimed Asphalt Pavement)* adalah limbah sisa perkerasan jalan yang telah rusak atau habis umur rencananya (Dicky Luqmana, 2017). RAP merupakan sisa dari lapis perkerasan jalan yang sudah tidak terpakai, cara mendapatkannya dengan cara pengerukan lapis perkerasan lentur yang lama dengan menggunakan alat pengeruk aspal yang dinamakan *milling machine.* Hasil pengupasan aspal lama itulah yang disebut RAP *(Reclaimed Asphalt Pavement)* dimana material ini berpotensi sebagai pengganti aspal dan agregat baru dalam perkeraasan jalan dan bahu jalan sehingga dapat menghemat sumber daya alam akibat penambangan material perkerasan jalan (Hasan, 2009). Namun untuk dapat digunakan sebagai bahan perkerasan baru, RAP memiliki kendala dalam hal kualitas. Agar kualitas dari campuran RAP ini menjadi lebih baik adalah dengan memperbaiki propertis dari RAP tersebut. Perbaikan propertis dari RAP ini bisa dengan penambahan *filler*, agregat baru, aspal baru atau dengan penambahan bahan tambah lainnya.

Secara umum lapis perkerasan lentur daur ulang adalah memanfaatkan kembali material yang telah digunakan untuk lapis perkerasan yang lama untuk dimanfaatkan kembali sebagai penambah material pada perkerasan

yang baru. Material yang digunakan akan ditambahkan beberapa persen material yang baru untuk mendapatkan hasil yang diinginkan. Jika dikupas dan disaring dengan baik, maka RAP mengandung agregat yang bermutu tinggi dan bergradasi baik (NAPA, 1996).

Menurut Hendra Setiawan (2013), Lapis perkerasan dengan menggunakan material daur ulang (*recycling*) memiliki kelebihan, antara lain :

- Apabila digunakan secara tepat, *recycling* dapat menghemat biaya yang berarti dibanding dengan penggunaan material baru.
- Membantu melakukan konservasi bahan alam dengan berkurangnya kebutuhan material baru.
- Material daur ulag (*recycling*) mempunyai kualitas paling tidak sama dengan material baru.
- Dengan *recycling* maka dapat menjaga geometri perkerasan, karena tidak bertambahnya tebal perkerasan.

Beberapa sifat material RAP dapat digunakan kembali untuk dijadikan material campuran untuk perkerasan baru yaitu agregat masih memiliki daya tahan yang cukup baik untuk mempertahankan gradasi (jumlah, ukuran, bentuk, dan komposisi butiran) dan sifat *rheologi* aspal (penetrasi atau viskositas) mengalami penurunan, hal ini dapat ditingkatkan dengan bahan peremaja.

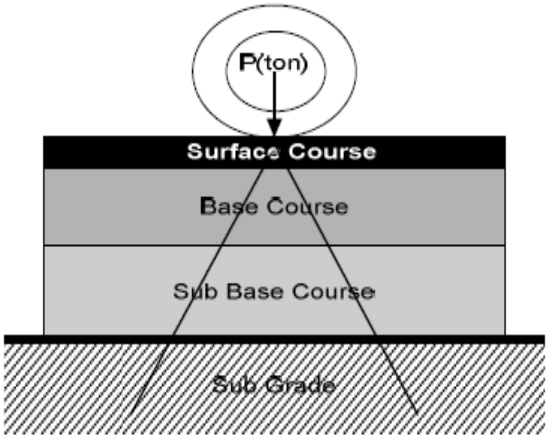
2.2 Lapis Aspal Beton (LASTON)

Lapis aspal beton termasuk dalam jenis *pavement* yang sering kita jumpai. Menurut Bina Marga (2007), Aspal beton merupakan campuran yang homogen antara agregat (agregat kasar, agregat halus dan bahan pengisi atau filler) dan aspal sebagai bahan pengikat yang mempunyai gradasi tertentu, dicampur, dihamparkan dan dipadatkan pada suhu tertentu untuk menerima beban lalu lintas yang tinggi. Material pembentuknya terdiri dari campuran agregat kasar, agregat halus, dan *filler* yang memiliki gradasi yang baik dan juga aspal yang berperan sebagai pengikat. Ketebalan minimum pada perkerasan laston adalah 4 – 6 cm.

Konstruksi perkerasan lentur terdiri dari lapisan lapisan yang diletakkan diatas tanah dasar yang telah dipadatkan. Lapisan lapisan tersebut berfungsi untuk menerima beban lalu lintas dan menyebarkannya ke lapisan dibawahnya. Adapun susunan lapis konstruksi perkerasan lentur terdiri dari (Silvia Sukirman, 1999) :

a. Lapis permukaan (surface course).
b. Lapis pondasi atas (base course).
c. Lapis pondasi bawah (subbasecourse).
d. Lapisan tanah dasar (subgrade).

Susunan konstruksi perkerasan jalan dapat dilihat, pada gambar 1.



Gambar 1. Susunan Konstruksi Perkerasan Jalan.
Sumber : Anas Tahir, 2009, Jurnal SMARtek Vol. 7 No.4,

Pembuatan Laston (Lapisan Aspal Beton) dimaksudkan untuk mendapatkan suatu lapisan permukaan atau lapis antara (binder) pada perkerasan jalan yang mampu memberikan sumbangan daya dukung yang terukur serta berfungsi sebagai lapisan kedap air yang dapat melindungi konstruksi dibawahnya (Bina Marga, 1987). Menurut Sukirman, S (2003) menjelaskan bahwa lapis aspal beton (Laston) digunakan untuk jalan-jalan dengan beban lalu lintas berat, Laston juga dikenal dengan nama AC (Asphalt Concrete). Berdasarkan letak kegunaanya, laston terbagi menjadi tiga jenis campuran diantaranya :

1. Laston lapis permukaan atau AC – WC (*Asphalt Concrete – Wearing Course*), 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. Ukuran agregat maksimum pada campuran jenis ini adalah 19 mm, dan ketebalan minimumnya adalah 4 cm.

2. Laston lapis antara atau AC – BC (*Asphalt Concrete – Binder Course*), Laston lapis antara letaknya berada di antara Laston lapis permukaan dan Laston lapis pondasi. Lapisan ini untuk membentuk lapis pondasi jika digunakan pada pekerjaan peningkatan atau pemeliharaan jalan. Ukuran agregat maksimum lapisan ini adalah 25 mm, dan ketebalan minimumnya adalah 5 cm.
3. Laston lapis pondasi atau AC – Base (*Asphalt Concrete – Base*), letaknya berada dibawah lapis antara. Lapisan ini tidak berhubungan langsung dengan cuaca tetapi memerlukan stabilitas untuk memikul beban lalu lintas yang dilimpahkan melalui roda kendaraan. Ukuran agregat maksimumnya berukuran 37,5 mm dan ketebalan minimum pada perkerasan jenis ini adalah 6 cm.

2.3 *Asphalt Concrete – Wearing Course* (AC – WC)

Beton aspal adalah jenis perkerasan jalan dari campuran agregat dan aspal, dengan atau tanpa bahan tambahan. Berbagai macam material pembentuk beton aspal dicampur di instalasi pencampuran pada suhu tertentu setelah itu diangkut ke lokasi, dihamparkan dan kemudian dipadatkan. Penentuan suhu pencampuran berdasarkan pada jenis aspal yang akan dipergunakan. Jika semen aspal, suhu pencampuran umumnya antara 145 -155°C, sehingga disebut dengan beton aspal campuran panas atau dikenal juga dengan *hotmix*. (Silvia Sukirman, 2003).

Pada saat ini AC-WC banyak digunakan oleh Departemen Permukiman dan Prasarana pada lapis permukaan teratas dalam perkerasan yang mempunyai tekstur paling halus dibandingkan dengan jenis laston lainnya. AC-WC merupakan campuran laston bergradasi menerus yaitu gradasi agregat dimana terdapat butiran dari agregat kasar sampai halus. Mempunyai lebih sedikit rongga dalam struktur agregatnya dibandingkan dengan campuran bergradasi senjang, yang menyebabkan campuran AC-WC menjadi lebih peka terhadap variasi dalam proporsi campurannya.

Ketentuan sifat-sifat campuran beraspal dikeluarkan oleh Dinas Permukiman dan Prasarana Wilayah bersama-sama dengan Bina Marga. Ketentuan tersebut menjadi acuan dalam penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 1 berikut ini.

Tabel 1. Ketentuan Sifat – Sifat Campuran Laston (Lapisan Aspal Beton)

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

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

Gradasi agregat adalah susunan butiran butiran agregat yang sesuai dengan ukurannya. Dalam memperoleh ukuran agregat perlu dilakukannya pemeriksaan. Pemeriksaan yang dilakukan untuk mengetahui ukuran butiran agreagt adalah uji analisis saringan. Gradasi agregat merupakan kondisi agregat yang dapat dibentuk untuk mencapai persyaratan yang diinginkan. Jika agregat yang tersedia terlalu kasar maka perlu dicampurkan dengan agregat yang lebih halus, demikian sebaliknya. Gradasi agregat memiliki satuan dalam persentase tertahan ataupun persentase lolos yang dihitung dari berat agregat (Juharni, Rudi, 2015).

Gradasi agregat gabungan untuk campuran aspal AC-WC, ditunjukkan

dalam persen terhadap berat agregat dan bahan pengisi, harus memenuhi batas-batas yang diberikan dalam Tabel 2 dan harus mempunyai jarak terhadap batas-batas yang diberikan.

Tabel 2. Gradasi Agregat Gabungan Untuk Campuran Aspal Beton

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

Sumber: Direktorat jenderal Bina Marga Departemen Pekerjaan Umum Republik Indonesia, Spesifikasi Umum 2010 Divisi 6 Tabel 6.3.2.(3)

2.4 Bahan – bahan Penyusun Perkerasan Jalan

Bahan penyusun lapis aspal beton tersusun dari agregat kasar, agregat halus, filler, dan aspal keras. Berikut bahan penyusun kontruksi perkerasan jalan yang digunakan :

1. Agregat

   Agregat atau batu, atau granular material adalah sekumpulan butir-butir batu pecah, kerikil, pasir, atau mineral lainnya atau kombinasi dari bahan tersebut, baik berupa dari hasil alam maupun hasil buatan (SNI 6388:2015). Menurut Silvia Sukirman (2003), agregat

merupakan butir – butir batu pecah, kerikil, pasir atau mineral lain, baik yang berasal dari alam maupun buatan yang berbentuk mineral padat berupa ukuran besar maupun kecil atau fregmen – fregmen. Agregat merupakan komponen utama dari struktur perkerasan perkerasan jalan, yaitu 90% - 95% agregat berdasarkan persentase berat, atau 75% - 85% agregat berdasarkan persentase volume. Agregat yang digunakan untuk bahan perkerasan harus memiliki sifat dan kualitas yang baik untuk lapisan permukaan yang langsung memikul beban beban lalu lintas dan menyebarkan ke lapisan di bawahnya. Sifat agregat yang menentukan kualitasnya sebagai bahan konstruksi perkerasan jalan dapat dikelompokkan menjadi 3 (tiga) kelompok yaitu :

a. Kekuatan dan keawetan (*strength and durability*) lapisan perkerasan dipengaruhi oleh gradasi, ukuran maksimum, kadar lempung, kekerasan dan ketahanan (*toughness and durability*) bentuk butir serta tekstur permukaan.
b. Kemampuan dilapisi aspal dengan baik, yang dipengaruhi oleh porositas, kemungkinan basah dan jenis agregat yang digunakan.
c. Kemudahan dalam pelaksanaan dan menghasilkan lapisan yang nyaman dan aman, yang dipengaruhi oleh tahanan geser (*skid resistance*) serta campuran yang memberikan kemudahan dalam pelaksanaan (*bituminous mix workability*).

Ketepatan dalam memilih agregat akan menentukan keberhasilan suatu konstruksi jalan. Agregat dapat digolongkan berdasarkan

beberapa kriteria. Berdasarkan ukurannya dikelompokan menjadi tiga yaitu :

a. Agregat kasar

Agregat kasar yaitu kerikil sebagai hasil disintegrasi alami dari batuan atau berupa batu pecah yang diperoleh dari industri pemecah batu dan mempunyai ukuran butir antara 4,75 mm (No.4) sampai 40 mm (No. 1½ inci) (SNI 1969-2008). Dalam campuran agregat - aspal, agregat kasar sangat penting dalam membentuk kinerja karena stabilitas dari campuran diperoleh dari *interlocking* antar agregat. Fungsi agregat kasar adalah untuk memberikan kekuatan pada campuran dan memperluas mortar, sehingga campuran menjadi lebih ekonomis.

Ukuran diameter agregat kasar untuk bahan *hot mix* yaitu antara 2,36 mm hingga 19 mm. Pada umumnya, agregat kasar yang akan digunakan telah sesuai dengan syarat dan ketentuan yang ditetapkan seperti pada tabel berikut :

Tabel 3. Ketentuan Agregat Kasar

Pengujian			Standar	Nilai
Kekuatan bentuk agregat terhadap larutan	Natrium sulfat		SNI 3407:2008	Maks. 12%
	Magnesium sulfat			Maks. 18 %
Abrasi dengan mesin Los Angeles	Campuran AC Modifikasi	100 Putaran	SNI 2417:2008	Maks. 6 %
		500 putaran		Maks. 30 %
	Semua jenis campuran Aspal bergradasi lainnya	100 Putaran		Maks. 8%
		500 putaran		Maks. 40%
Kelekatan agregat terhadap aspal			SNI 03-2439-1991	Min. 95 %
Butir pecah pada agregat kasar			SNI 7619 : 2012	95/90 [1]
Partikel Pipih dan Lonjong			ASTM D4791 Perbandingan 1 :5	Maks. 10%
Material lolos Ayakan No.200			SNI 03-4142-1996	Maks. 2 %

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

b. Agregat Halus

Menurut SNI 02-6820-2002, agregat halus adalah agregat dengan besar butir maximum 4,74 mm. agregat halus dari sumber bahan manapun harus terdiri dari pasir atau hasil pengayakan batu pecah dan terdiri dari bahan yang lolos ayakan No.8 (2,36 mm) dan tertahan saringan no. 200 (0,075 mm) serta harus merupakan bahan yang bersih, keras, dan bebas dari lempung. Material ageregat halus dapat terdiri dari pasir, atau batuan pecah atau gabungan dari dua bahan tersebut. Fungsi

utama dari agregat halus adalah memberikan stabilitas dan mengurangi deformasi permanen dari campuran melalui *interlocking* dan gesekan antar partikel. Agregat halus harus memenuhi ketentuan sebagaimana ditunjukan pada Tabel 4.

Tabel 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 Butirbutir mudah pecah dalam Agregat	SNI 03-4141-1996	Maks 1%
Agregat lolos ayakan no. 200	SNI ASTM C117 : 2012	Maks. 10%

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

c. Filler (Bahan Pengisi)

Filler pada campuran beton aspal adalah suatu bahan berbutir halus yang lewat ayakan No. 200 (0,075 mm). Bahan filler sendiri dapat berupa abu batu, kapur, Portland cement atau bahan lainnya (Ir. Soeprapto Tatomihardjo, M.Sc ; 1994). *Filler* mempunyai fungsi mempertinggi kepadatan dan stabilitas campuran, menambah jumlah titik kontak butiran, mengurangi jumlah bitumen yang digunakan untuk mengisi rongga dalam campuran. *Filler* yang baik adalah *filler* dalam keadaan kering (kadar air maksimum 1%) dan bersih, yaitu tidak tercampur material yang lainnya.

Tabel 5. Spesifikasi *Filler* Untuk Campuran Aspal

Saringan (mm)	**% Lolos**
0,600 (No. 30)	100
0,300 (N0. 50)	90 – 100
0,075 (No. 200)	75 – 100

Sumber: Rancangan Spesifikasi Umum Bidang Jalan dan Jembatan, Divisi VI Perkerasal Beraspa, Dep. PU, Edisi April 2007.

2. Aspal

Aspal adalah suatu bahan bentuk padat atau setengah padat berwarna hitam sampai coklat gelap, bersifat perekat (cementious) yang akan melembek dan meleleh bila dipanasi. Aspal tersusun terutama dari sebagian besar bitumen yang kesemuanya terdapat dalam bentuk padat atau setengah padat dari alam atau hasil pemurnian minyak bumi, atau merupakan campuran dari bahan bitumen dengan minyak bumi atau derivatnya (ASTM, 1994).

Menurut Sukirman (2007), Aspal merupakan bahan padat atau semi padat dan merupakan senyawa *hydrocarbon* yang berwarna coklat gelap atau hitam pekat dan terdiri dari *asphaltenese* dan *maltenese* yang memiliki fungsi sebagai bahan ikat antara agregat untuk membentuk suatu campuran yang kompak. Konstituen utama aspal adalah bitumen yang terdapat di alam atau diperoleh dari hasil pengolahan minyak bumi. Aspal memiliki sifat sebagai perekat, dan ketahanan yang tinggi terhadap air (Asphalt Institute, 2001). Selain

sebagai perekat, aspal juga berfungsi untuk mengisi rongga antara butir agregat dan pori-pori yang ada dari agregat itu sendiri.

Fungi aspal sebagai bahan pengikat dan bahan pengisi pada perkerasan jalan. Bahan pengikat dimaksudkan adalah aspal berfungsi untuk memberi ikatan yang kuat dan baik antar aspal, filler dan material lainnya. Sedangkan aspal sebagai bahan pengisi dimaksudkan untuk mengisi rongga antara butir agregat dan pori-pori yang ada didalam butir agregat.

Aspal merupakan bahan yang *Thermoplastis*, yaitu konsistensinya atau viskositasnya akan berubah sesuai dengan perubahan temperatur yang terjadi. Semakin tinggi temperatur aspal, maka viskositasnya akan semakin rendah. Aspal juga mempunyai sifat *Thixotropy*, yaitu jika dibiarkan tanpa mengalami tegangan regangan akan berakibat aspal menjadi mengeras sesuai dengan jalannya waktu. Sifat aspal yang dapat melunak pada suhu tertentu dan kembali lagi ke bentuk semula nya saat suhu ruangan disebut *viscoelastis.*

Aspal yang dipergunakan dalam penelitian ini berupa aspal dengan penetrasi 60/70 dengan per syaratan pada tabel 6. Ketentuan untuk Aspal Keras Pen 60/70.

Tabel 6. Ketentuan untuk Aspal Keras Pen 60/70.

No	Jenis Pengujian	Metode Pengujian	Tipe I aspal penetrasi 60/70
1	Penetrasi, 25° C (0,1)	SNI 06-2456-1991	60-70
2	Viskositas (mm) Dinamis 60°C (Pa.s)	SNI 06-6441-2000	160-240
3	Viskositas Kinematis 135^{0}C (cSt)	SNI 06-6441-2000	≥ 300
4	Titik Lembek (°C)	SNI 2434-2011	≥ 48
5	Daktilitas pada 25 °C,	SNI 2432-2011	≥ 100
6	Titik Nyala (°C)	SNI 2433-2011	≥ 232
7	Kelarutan dalam Trichloroethylene, (%)	AASHTO T44-03	≥ 99
8	Berat Jenis	SNI 2441-2011	≥ 1,0
9	Stabilitas Penyimpanan : perbedaan titik lembek (°C)	ASTM D 5976 part 6.1	-
10	Partikel yang lebih halus dari 150 micron (µm)(%)		
	Pengujian Residu hasil TFOT (SNI-0602440-1991 atau RTFOT (SNI-03-6835-2002) :		
11	Berat yang Hilang (%)	SNI-06-2441-1991	≤ 0,8
12	Viskositas Dinamis 60^{0}C (Pa.s)	SNI03-6441-200	≤ 800
13	Penetrasi pada 25^{0}C (%)	SNI 06-2456-1991	≥ 54
14	Daktilitas pada 25^{0}C (cm)	SNI 2432-2011	≥ 100
15	Keelastisan setelah pengembalian (%)	AASHTO T 30198	-

Sumber : Spesifikasi Umum Bina Marga 2010 Divisi 6 perkerasan Aspal tabel 6.3.2.5

2.5 Karakteristik Campuran Beraspal

Pada umunya aspal digunakan sebagai konstruksi perkerasan lentur, dimana mempunyai syarat - syarat yag harus dipenuhi dipandang dari segi kekuatan dan segi kenyaman, (*Asphalt Institute, 1997*). Menurut Silvia Sukirman (2003), terdapat tujuh karakteristik campuran yang harus dimiliki oleh beton aspal.

Karakteristik campuran aspal harus dimiliki oleh aspal beton campuran panas adalah sebagai berikut :

1. Stabilitas (S*tability*)

   Stabilitas adalah kemampuan perkerasan jalan menerima beban lalu lintas tanpa terjadi perubahan bentuk tetap seperti gelombang, alur dan bleeding. Kebutuhan akan stabilitas sebanding dengan fungsi jalan dan beban lalu lintas yang dilayani. Jalan yang melayani volume lalu lintas tinggi dan mayoritas kendaraan berat membutuhkan perkerasan jalan dengan stabilitas tinggi. Stabilitas terjadi akibat geseran antar butir, penguncian antar partikel dan daya ikat yang baik dari lapisan aspal. Untuk mendapatkan stabilitas tinggi harus memenuhi kriteria sebagai berikut :

   a. Agregat dengan gradasi yang rapat (*dense graded*).
   b. Aspal dengan penetrasi rendah.
   c. Agregat dengan permukaan kasar.
   d. Kebutuhan aspal yang mencukupi untuk mengikat butiran agregat dengan baik.

Faktor-faktor yang mempengaruhi nilai stabilitas 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. Keawetan (*Durability*)

Keawetan (*Durability*) adalah kemampuan untuk mencegah terjadinya perubahan pada bitumen, kehancuran agregat, dan mengelupasnya selaput aspal pada batuan agregat. Faktor eksternal yang mempengaruhi durabilitas adalah cuaca, air, suhu udara dan keausan akibat gesekan dengan roda kendaraan

Faktor yang mempengaruhi durabilitas lapis aspal beton adalah :

a. VIM kecil sehingga lapis kedap air dan udara tidak masuk kedalam campuran yang menyebabkan terjadinya oksidasi dan aspal menjadi rapuh (getas).
b. Film (selimut) aspal, film aspal yang tebal dapat menghasilkan lapis aspal beton yang berdurabilitas tinggi, tetapi kemungkinan terjadinya *bleeding* menjadi besar.

3. Fleksibilitas (*Flexibility*)

Fleksibilitas (*Flexibility*) adalah 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. Kedap Air (*Impermeability*)

   Kedap Air (*Impermeability*) adalah 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.

5. Kekesatan/ Tahanan Geser (*Skid Resistance*)

   Kekesatan/ tahanan geser adalah kemampuan permukaan beton aspal terutama pada kondisi basah, memberikan gaya gesek pada roda kendaraan sehingga kendaraan tidak tergelincir atau 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.

6. Kemudahan Pelaksanaan (*Workability*)

   Workability adalah kemampuan campuran beton aspal untuk mudah dihamparkan dan dipadatkan. Kemudahan pelaksanaan menentukan tingkat effisensi pekerjaan. Faktor kemudahan dalam proses penghamparan dan pemadatan adalah viskositas aspal, kepekatan aspal terhadap perubahan temperatur dan gradasi serta kondisi agregat.

7. Ketahanan terhadap Kelelahan (*Fatique Resistance*)

   Ketahanan terhadap kelelahan (*Fatique Resistance*) adalah 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.

2.6 Teknik Daur Ulang

Teknik daur ulang dilakukan agar sumber daya alam berupa agregat dan aspal dapat dihemat. Dari sistem daur ulang terdapat dua cara umum yang sering dilakukan yaitu *In Situ Recycling* dan *In Plant Recycling* (Ambarwati. E, 2010).

In Situ Recycling adalah proses daur ulang yang dilakukan langsung di lokasi dengan memanfaatkan mesin *recycling* khusus, yang perangkat utamanya adalah *millingdrum*. *Millingdrum* ini dilengkapi dengan gigi gigi penghancur (Nicholls, 1998). Proses *In Situ Recycling* dilakukan dengan menggunakan *recycler machine* yang mampu melakukan proses pengelupasan, pencampuran, penghamparan, dan pemadatan. Proses *In Situ Recycling* diawali dengan pengelupasan lapis perkerasan lentur yang sudah mengalami kerusakan dengan *millingdrum*, hasil pengelupasan lalu akan disalurkan melalui *belt conveyor* yang terdapat pada *recycler machine*. Agregat hasil pengelupasan lalu dicampur dengan agregat baru dan bahan penstabilisasi seperti aspal keras, aspal emulsi, semen, kapur dan bahan peremaja kimia lainnya jika dibutuhkan. Pencampuran tersebut dilakukan dengan menggunakan *pulvimixer* yang terdapat didalam *recycler machine*. Setelah itu agregat yang telah dicampur dihamparkan

kemudian dipadatkan. Adapun manfaat yang didapat dari cara daur ulang *in situ recycling* yaitu :

a. Megurangi retak refleksi yaitu retak pada lapisan tambahan yang terjadi akibat pergerakan vertikal atau horizontal dibawah lapis tambahan (lapis overlay).
b. Memberikan ikatan antara perkerasan lama dengan *overlay*.

In Plant Recycling, adalah proses yang dilakukan ditempat yang berbeda dengan proses pengelupasan lapis perkerasan. Metode ini dilakukan dengan memanfaatkan *milling machine* sebagai alat untuk melakukan pengelupasan lapis perkerasan lentur dan proses pencampuran dengan agregat baru dan bahan penstabilisasi seperti aspal keras, aspal emulsi, semen, atau bahan lainnya di AMP (*Asphalt Mixing Plant*) dan dibawa kembali ke tempat awal untuk dilakukan penghamparan dan pemadatan. Proses *in plant recycling* diawali dengan proses pengelupasan lapis perkerasan lentur dengan *milling machine*, lalu hasil pengelupasan disalurkan dengan menggunakan *belt conveyor* menuju *dumptruck*. Material existing yang berupa bahan garukan hasil *milling machine* yang biasa disebut RAP (*Reclaimed Asphalt Pavement*) diangkut menggunakan *dumptruck* ke area *stockpile*, dan kemudian disaring untuk memperoleh ukuran tertentu sesuai yang ditentukan oleh *job mix formula* (JMF). Tidak jarang untuk memenuhi komposisi *job mix formula* dibutuhkan tambahan agregat baru, bahan pengikat seperti aspal keras, aspal emulsi atau bahan lainnya. Setelah pencampuran selesai, kemudia dibawa kembali ke

lapangan untuk dilakukan proses penghamparan (*finisher*) dan pemadatan (*compacting*).

2.7 Teknik Ekstraksi

Ekstraksi menurut RSNI M-05-(2004) adalah proses pemisahan dua atau lebih bahan dengan cara menambahan pelarut yang dapat melarutkan salah satu bahan yang ada dalam campuran tersebut. Terdapat beberapa metode ekstraksi dengan memanfaatkan larutan pelarut yaitu metode ekstraksi sentrifugal, metode ekstraksi *reflux*. Metode ekstraksi sentrifugal adalah metode ekstraksi degan memanfaatkan putaran yang dilakukan pengekstraksi, pelarut akan memisahkan aspal dengan agregat selama terjadi putaran pada wadah campuran ditempatkan. Putaran dilakukan hingga 3600 rpm. Sedangkan metode ekstraksi *refluks* adalah metode dengan menggunakan pendingin yang akan mengubah uap pelarut mejadi cairan, dan akan melarutkan aspal pada benda uji. (Lusi Dwi Putri, 2015).

2.8 Metode Pengujian *Marshall*

Menurut Silvia Sukirman 1999, kinerja campuran aspal beton dapat diperiksa menggunakan konsep *Marshall Test*. Metode pemeriksaan aspal tersebut ditemukan oleh Bruce Marshall, seorang insiyur bahan aspal bersama-sama dengan *The Mississppi State Highway Department*. Kemudian *The U.S. Army Corp of Engineers* melanjutkan penelitian intensif dan mempelajari hal-hal yang ada kaitannya sehingga dapat meningkatkan dan menambah kelengkapan pada prosedur pengujian *Marshall* yang pada akhirnya menggambarkan kriteria rancangan

campuran pengujian dan selanjutnya distandarisasikan didalam *American Society for Testing and Material* 1989 (ASTM d-1559).

Pengujian *Marshall* bertujuan untuk mengukur daya tahan (*stability*) campuran agregat dan aspal terhadap kelelehan plastis (*flow*) dari campuran aspal dan agregat. Dari proses persiapan benda uji sampai pemeriksaan dengan alat *marshall* diperoleh data-data sebagai berikut : nilai stabilitas, kelelahan plastis (*flow),* VIM (rongga dalam campuran), VMA (rongga antar agregat), VFA (rongga terisi aspal), serta *Marshall Quotient* (MQ) yaitu merupakan hasil pembagian dari stabilitas dengan kelelehan dan dapat dihitung dengan menggunakan persamaan berikut :

$$MQ = \frac{MS}{MF} \quad \text{..... (2.2)}$$

Keterangan :

MQ = *Marshall Quotient* (Kg/mm)

MS = *Marshall Stability* (Kg)

MF = *Marshall Flow* (mm)

2.9 Penelitian Terdahulu

1. Dalam penelitian yang dilakukan oleh Muhammad Agung Try Andilla (2017), Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh penggunaan *Reclaimed Asphalt Pavement* pada campuran *Asphalt Concrete - Wearing Course* (AC - WC). Dari percobaan yang dilakukan pada *Reclaimed Asphalt Pavement* (RAP) dengan variasi 35%, 55% dan 60%. Pada penelitian ini untuk menentukan kadar aspal teoritis menggunakan metode luas permukaan. Dari ketiga variasi persentase

yang telah ditentukan, diketahui bahwa variasi *Reclaimed Asphalt Pavement* yang memiliki kesesuaian dengan dalam pembangunan perkerasan AC-WC adalah *Reclaimed Asphalt Pavement* (RAP) 35%. Karena *Reclaimed Asphalt Pavement* (RAP) 35% memenuhi semua spesifikasi yang telah ditetapkan untuk perkerasan AC-WC.

Adapun hasil dari pengujian *Marshall* diperoleh nilai-nilai parameter yaitu sebagai berikut :

- *Reclaimed Asphalt Pavement* (RAP) 35% diperoleh nilai stabilitas 1020.65 kg, kelelehan 4 mm, *Void In Mix* (VIM) 7.12%, *Void Field Aspalt* (VFA) 80.05%, *Void Mineral Aggregate* (VIM) 22.68% dan *Marshall Quotien* (MQ) 275 kg/mm. Kadar aspal optimum yang dapat digunakan untuk RAP 35% adalah 6.9%.
- *Reclaimed Asphalt Pavement* (RAP) 55% diperoleh nilai stabilitas 815 kg, kelelehan 3 mm, *Void In Mix* (VIM) 4%, *Void Field Aspalt* (VFA) 72.5%, *Void Mineral Aggregate* (VMA) 22.68% dan *Marshall Quotien* (MQ) 250 kg/mm. Kadar aspal optimum yang digunakan untuk RAP 55% adalah 7.25%.
- *Reclaimed Asphalt Pavement* (RAP) 60% nilai stabilitas, *Void Field Aspalt* (VFA), *Void Mineral Aggregate* (VMA), *Marshall Quotien* (MQ) tidak memenuhi spesifikasi yang telah ditetapkan Spesifikasi umum 2010.

2. Pada penelitian yang dilakukan S. Harahab, R.A.A. Soemitro, dan H. Budianto (2013) tentang “Optimalisasi Penggunaan *Reclaimed Asphalt Pavement* Sebagai Bahan Campuran Beraspal Panas (*Asphaltic*

Concrete) Tipe AC – WC Gradasi Kasar Dengan Aspal Pen 60 – 70 Dan Aspal Modifikasi Jenis TRS 55". Penelitian ini untuk mengoptimalisasikan penggunaan *Reclaimed Asphalt Pavement* (RAP) sebagai bahan campuran beraspal sehingga dapat menghemat penggunaan material baru. Pada penelitian ini didapat bahwa penggunaan material *Reclaimed Asphalt Pavement* (RAP) sebanyak 25% dan material baru 75% dengan aspal pen 60 – 70 dan dengan aspal modifikasi jenis TRS 55 dapat memenuhi spesifikasi persyaratan AC – WC yaitu dengan nilai kadar aspal optimum (KAO) pada penggunaan 25% RAP dengan aspal pen 60 – 70 sebesar 6,0%.

3. Pada penelitian yang dilakukan Kusmarini, R.A.A. Soemitro, dan H. Budianto (2012) tentang "Analisis Penggunaan *Reclaimed Asphalt Pavement* (RAP) dan aspal pen 60 – 70 sebagai Bahan Campuran Beraspal Panas (*Asphaltic Concrete*)". Pada penelitian ini diperoleh nilai Kadar Aspal Optimum (KAO) sebesar 5,8%. Untuk nilai karakteristik *marshall* yaitu stabilitas diperoleh 1705,94 kg, flow 3,98 mm. Nilai *Void in the Mix* (VIM) diperoleh nilai 4,60%, *Void Mineral Aggregat* (VMA) sebesar 17,24%, *Void Field Aspalt* (VFA) sebesar 89,43%.

Tabel 7. Penelitian Terdahulu

No	Penulis	Komposisi Campuran	Kadar Aspal Optimum	Stabilitas (kg)	Flow (mm)
1	Muhammad Agung Try Andilla (2017)	35% RAP + 65% material baru	6,9%	1020,65	4
		55% RAP + 45% material baru	7,25%	815	3
		60% RAP + 40% material baru	-	Tidak memenuhi spesifikasi	Tidak memenuhi spesifikasi
2	S. Harahab, R.A.A. Soemitro, dan H. Budianto (2013)	25% RAP + 75% material baru dengan aspal pen 60/70	6,0%	1370,05	3,89
		25% RAP + 75% material baru dengan aspal modifikasi TRS 55	5,9%	1801,25	3,65
3	Kusmarini (2012)	30% RAP dengan aspal pen 60/70	5,8%	1705,94	3,98

Sumber: Hasil penelitian terdahulu.

III. METODELOGI PENELITIAN

3.1. Lokasi Penelitian

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

3.2. Bahan-Bahan Penelitian

Bahan-bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah :

1. RAP (*Reclaimed Asphalt Pavement*)

   Penelitian ini menggunakan material RAP yang diperoleh dari hasil bongkaran perkerasan aspal di Jalan Soekarno-Hatta, Bandar Lampung. Bentuk benda uji saat pengambilan di lokasi berbentuk bongkahan sisa bongkaran perkerasan jalan. Metode ekstraksi yang digunakan untuk mengolah RAP yaitu dengan cara metode *ekstraksi sentrifugal*, yaitu memisahkan antara agregat dengan aspal dengan mekanisme putaran.

2. Agregat Kasar

   Jenis agregrat yang digunakan adalah agregat yang lolos saringan diameter 19 mm dan tertahan saringan no. 8 (2,36 mm).

3. Agregat Halus

   Agregat halus diperoleh dari proses disintegrasi alami batuan atau pasir yang dihasilkan oleh industri pemecah batu.

4. Aspal

   Penelitian ini menggunakan aspal dengan penetrasi 60/70.

5. Bahan Pengisi atau Material Lolos Saringan No. 200 (*Filler*)

3.3. Peralatan Penelitian

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai beikut :

1. Satu Set Alat Saringan/ Ayakan (*Sieve*)

   Penggunaan alat saringan digunakan untuk memisahkan agregat berdasarkan gradasi agregat menurut ukurannya. Ukuran agregat terdiri dari

2. Alat ekstraksi

   Penggunaan alat ekstraksi digunakan untuk memisahkan memisahkan aspal dengan agregat.

3. Alat Uji Pemeriksaan Agregat

   Peralatan yang digunakan untuk pengujian agregat anatar lain mesin *Los Angeles* (tes abrasi), alat pengering yaitu oven, timbangan berat, alat uji untuk berat jenis (piknometer, timbangan, pemanas).

4. Alat Uji Pemeriksaan Aspal

   Peralatan ini digunakan untuk pemeriksaan aspal antara lain seperti dalam uji berat jenis, uji tititk lembek aspal, uji penetrasi, uji kehilangan berat, dan uji daktilitas.

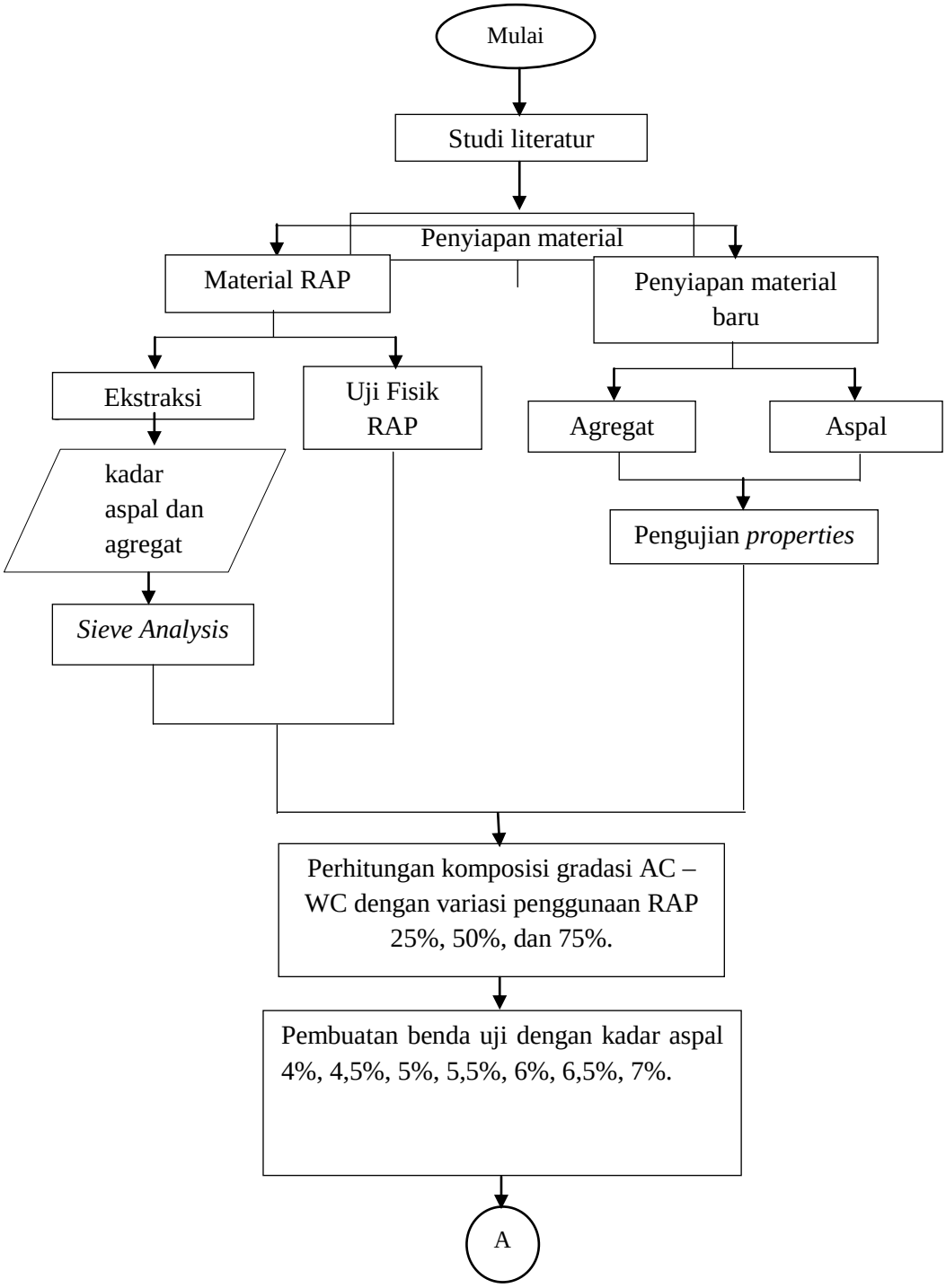
5. Alat Uji Karakteristik Campuran Agregat dan Aspal

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

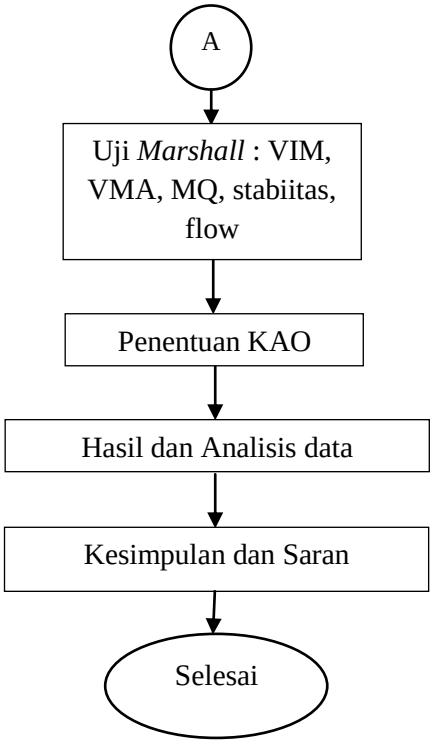
a. Alat tekan *Marshall* yang terdiri dari kapal penekan berbentuk lengkung, cincin penguji berkapasitas 22,2 KN (5000 lbs) yang dilengkapi dengan arloji pengukur *flowmeter*.
b. Alat cetak benda uji berbentuk silinder diameter 4 inchi (10,16 cm) dan tinggi 3 inchi (7,5 cm).
c. Cincin penguji (*provingring*) kapasitas 2500 kg dan atau 5000 kg, dilengkapi arloji (*dial*) tekan dengan ketelitian 0,0025 mm.
d. *Marshall Automatic Compactor* yang digunakan untuk pemadatan campuran sebanyak 75 kali tumbukan untuk tiap sisi (atas dan bawah).
e. *Ejektor* untuk mengeluarkan benda uji setelah proses pemadatan.
f. Bak perendam (*water bath*) yang dilengkapi dengan suhu pengatur.
g. Alat-alat penunjang yang meliputi peggorengan pencampur, kompor pemanas, thermometer, sendok pengaduk, sarung tangan anti panas, kain lap, timbangan, ember untuk merendam benda uji, jangka sorong, pan, dan *tipe-x* yang digunakan untuk menandai benda uji.

Dan peralatan yang digunakan merupakan peralatan *standart* pembuatan benda uji *Marshall* yang akan dilakukan di Laboratorium Inti Jalan Raya Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Lampung.

3.4. Diagram Alir Penelitian



Gambar 2. Diagram Alir Penelitian



Gambar 3. Diagram Alir Penelitian (Lanjutan)

3.5. Prosedur Penelitian

Prosedur penelitian yang akan dilakukan pada penelitian akan dijelaskan sebagai berikut:

1. Studi Literatur

   Studi literatur digunakan sebagai referensi teori yang berkaitan dengan penelitian yang akan dilakukan. Referensi ini didapatkan dari buku, jurnal, artikel dan laporan penelitian.

2. Pengambilan Bahan Penelitian

   Pada tahap ini dilakukan proses penyiapan bahan dan pengecekan peralatan yang akan digunakan. Persiapan bahan meliputi agregat kasar, agregat halus, *filler*, air, material RAP (*Reclaimed Asphalt Pavement*) dan semua bahan yang dibutuhkan, lalu didatangkan ke Laboratorium Inti Jalan Raya Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Lampung untuk diuji dan diteliti.

3. Pengujian Bahan

   A. RAP (*Reclaimed Asphalt Pavement*)

      Pengujian RAP diperlukan guna mengetahui sifat-sifat fisik material RAP sesuai dengan persyaratan sifat-sifat material lapis AC - WC Bina Marga 2010 (Revisi 3). Pada penelitian ini dilakukan pengujian terhadap benda uji RAP yang bertujuan untuk mengetahui sifat – sifat benda uji RAP agar dapat digunakan kembali menjadi campuran perkerasan yang baru. Pengujian yang dilakukan antara lain :

1. Uji Fisik RAP (*Reclaimed Asphalt Pavement*).

   Pada uji fisik pada RAP (*Reclaimed Asphalt Pavement*) meliputi uji keausan agregat dengan mesin *Los Angeles*, uji kekuatan agregat terhadap tumbukan, uji kekuatan agregat terhadap tekanan.

2. Pengujian ekstraksi menggunakan metode ekstraksi sentrifugal.

   Pada penelitian ini dilakukan ekstraksi dengan metode sentrifugal yang bertujuan untuk memisahkan material campuran aspal dengan menggunakan alat *centrifuge extractor* dengan bensin sebagai bahan pelarutnya.

3. Pengujian analisis saringan (*sieve analysis*).

   Setelah dilakukannya proses ekstraksi, didapat agregat dan kandungan aspal yang terkandung dalam RAP. Setelah itu dilakukan pengujian analisis saringan pada agregat yang dihasilkan dari proses ekstraksi. Hal ini bertujuan untuk mengetahui gradasi agregat per saringan agar dapat digunakan kembali menjadi bahan campuran perkerasan yang baru.

B. Material Tambahan (Agregat Kasar, Agregat Halus dan Bahan Pengisi atau Material Lolos Saringan No. 200 (*Filler*)). Pengujian agregat diperlukan sebagai bahan pengisi pada campuran beraspal dengan komposisi gradasi sesuai dengan gradasi terpakai yang memenuhi spesifikasi yang ada. Untuk agregat kasar, agregat halus, dilakukan pengujian analisa saringan, berat jenis,

penyerapan dan *filler*. Standar pengujian agregat seperti terdapat pada tabel 8 dibawah ini.

Tabel 8. Standar Pemeriksaan Agregat

No	Jenis Pengujian	Standar Uji
1	Analisa saringan	SNI 03-1968-1990
2	Berat Jenis (Berat jenis bulk, Berat jenis SSD dan Berat jenis semu) dan Penyerapan agregar halus	SNI 03-1970-1990
3	Berat Jenis (Berat jenis bulk, Berat jenis SSD dan Berat jenis semu) dan Penyerapan agregar kasar	SNI 03-1969-1990
4	*Los Angeles Test*	SNI 03-2417-2008
5	*Aggregat Impact Value Test (AIV)*	BS 812:Part 3: 1975
6	*Aggregat Crushing Value Test (AIV)*	BS 812:Part 3: 1975

Sumber: Direktorat jenderal Bina Marga Departemen Pekerjaan Umum Republik Indonesia, Spesifikasi Umum 2010 Divisi 6.

C. Aspal pen 60/70

Pengujian aspal dilakukan dengan melakukan uji penetrasi, titik lembek, daktilitas, berat jenis, dan kehilangan berat. Standar pengujian aspal seperti terdapat pada Tabel 9 dibawah ini.

Tabel 9. Standar Pemeriksaan Aspal

No	Jenis Pengujian	Standar Uji
1	Penetrasi 25 ºC (mm)	SNI 06-2456-1991
2	Titik lembek (ºC)	SNI 06-2434-1991
3	Daktilitas pada 25 ºC (cm)	SNI 06-2431-1991
4	Berat jenis	SNI 06-2441-1991
5	Kehilangan berat	SNI 06-2440-1991

Sumber: Direktorat jenderal Bina Marga Departemen Pekerjaan Umum Republik Indonesia, Spesifikasi Umum 2010 Divisi 6

4. Perencanaan Campuran

Untuk mendapatkan campuran yang ideal dan memberikan kinerja perkerasan yang optimal maka sebelum membuat campuran diperlukan perencanaan campuran untuk menentukan komposisi masing-masing bahan penyusun campuran agar diperoleh campuran beraspal yang memenuhi spesifikasi antara lain :

a. Pada Penelitian ini gradasi campuran agregat yang digunakan adalah gradasi campuran AC-WC. Perencanaan campuran beraspal AC-WC ini dilakukan dengan mengambil batas atas dan batas tengah dari setiap persen berat lolos saringan, sesuai dengan spesifikasi Bina Marga 2010.

b. Melakukan analisa perhitungan komposisi yang ideal dan memenuhi persyaratan spesifikasi. Komposisi didapat dari hasil *trial and error* dan didasarkan pada nilai spesifikasi pada campuran beraspal tipe AC-WC. Berikut cara menghitung perkiraan awal kadar aspal optimum (Pb) dengan persamaan sebagai berikut :

Pb = 0,035 (%CA) + 0,045 (%FA) + 0,18 (% FF) + Konstanta

Keterangan:

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

CA : Persen agregat tertahan saringan No.8 (2,36 mm)

FA : Persen agregat lolos saringan No. 8 (2,36 mm) dan tertahan saringan No. 200 (0,075 mm)

Filler : Persen agregat minimal 75 % lolos No.200 (0,075 mm)

K : Nilai Konstanta untuk besar nilai konstanta diperkirakan antara 0,5 sampai 1,0 untuk Laston

c. Hasil perhitungan nilai Pb dibulatkan, perkiraan nilai P_b sampai 0,5% terdekat. Conohnya jika hasil perhitungan diperoleh 5,95 % maka dibulatkan menjadi 6 %.

d. Variasi penggunaan RAP (*Reclaimed Asphalt Pavement*) terdiri dari 25%, 50%, 75%.

5. Pembuatan Dan Pengujian Benda Uji

a. Menyiapkan benda uji *marshall* pada kadar aspal (Pb).

b. Menghitung berat jenis maksimum (BJ max) dengan cara mengambil data dari percobaan berat jenis agregat kasar dan agregat halus.

c. Menghitung berat sampel, berat aspal, berat agregat dan menghitung kebutuhan agregat tiap sampel berdasarkan persentase.

d. Menghitung komposisi campuran agregat, aspal, *Filler* dengan suhu standar pencampuran yaitu 145^{O}C, aspal yang digunakan untuk pembuatan benda uji adalah aspal pen 60/70. Benda uji dibuat sebanyak 3 sampel tiap masing-masing variasi kadar aspal.

e. Pencampuran benda uji dilakukan secara manual dengan diaduk diatas wajan yang dipanaskan. Dilanjutkan proses pemadatan standart dengan *Automatic Marshall Compactor* terhadap sampel sebanyak 2 x 75 kali tumbukan tiap sisinya (sisi atas dan sisi bawah) dengan suhu pencampuran yakni 145^{O}C. benda uji yang

dibuat berbentuk silinder dengan tinggi standar 6,35 cm dan diameter 10,16 cm.

6. Pengujian dengan Alat Uji *Marshall* untuk Menentukan Kadar Aspal Optimum (KAO).

   a. Pemeriksaan Berat Jenis Campuran

      Setelah proses pencampuran dan pemadatan, benda uji dikeluarkan dari cetakan kemudian diukur pada tiga sisi tiap-tiap benda uji dan ditimbang untuk memperoleh berat benda uji kering. Kemudian merendam benda uji di dalam bak perendaman (*water bath)* selama 30 menit dan ditimbang dalam air untuk mendapatkan berat benda uji dalam air. Kemudian benda uji diangkat dan dilap sehingga kering permukaan dan didapatkan berat benda uji pada kondisi kering permukaan jenuh.

   b. Pengujian

      Pengujian dimaksudkan untuk menentukan ketahanan (stabilitas) terhadap (*flow)* dari campuran aspal sesuai dengan prosedur SNI 24891991 atau AASHTO-245-90. Berikut langkah-langkah pengujian dengan alat *Marshall* :

      i. Benda uji direndam dalam bak perendaman pada suhu 60ºC ± 1ºC selama 30 menit.

      ii. Bagian dalam permukaan kepala penekan dibersihkan dan dilumasi agar benda uji mudah dilepaskan setelah pengujian.

      iii. Benda uji dikeluarkan dari bak perendam, letakkan benda uji tepat di tengah pada bagian bawah kepala penekan kemudian

letakkan bagian atas kepala penekan dengan memasukkan lewat batang penuntun, kemudian letakkan pemasangan yang sudah lengkap tersebut tepat di tengah alat pembebanan, arloji kelelehan (*flow meter*) dipasang pada dudukan diatas salah satu batang penuntun.

iv. Kepala penekan dinaikkan hingga menyentuh alas cincin penguji, kemudian diatur kedudukan jarum arloji penekan dan arloji kelelehan pada angka nol.

v. Pembebanan dilakukan dengan kecepatan tetap 51 mm (2 inch) per menit, dibaca pada saat arloji pembebanan berhenti dan mulai kembali berputar menurun, pada saat itu pula dibaca arloji kelelehan. Titik pembacaan pada saat arloji pembebanan berhenti dan mulai kembali menurun, itu merupakan nilai stabilitas *Marshall.*

Setelah pengujian selesai, kepala penekan diambil, bagian atas dibuka dan benda uji dikeluarkan.

7. Menghitung Parameter *Marshall* .

Setelah pengujian menggunakan alat *Marshall* selesai maka akan didapatkan nili stabilitas dan *flow,* selanjutnya dilakukan perhitungan parameter *Marshall* yaitu : *Void In The Mix* (VIM), *Void In Mineral Aggregate* (VMA), dan *Void Filled With Asphalt* (VFA) yang ada pada spesifikasi campuran dengan menggambarkan hubungan antara kadar aspal dan parameter *Marshall*.

8. Analisis Pengolahan dan Pembahasan Data.

   Dari data yang telah didapatkan saat penelitian di Laboratorium akan dilakukan analisa pengolahan data terhadap nilai stabilitas dan karakteristik campuran pada variasi kadar aspal untuk menentukan nilai Kadar Aspal Optimum (KAO).

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan data hasil pengujian, pembahasan, dan analisa dalam penelitian ini dapat diambil kesimpulan, sebagai berikut:

1. Penggunaan material *Reclaimed Asphalt Pavement* (RAP) setelah dilakukan uji *properties* menunjukan bahwa bahan RAP masih memenuhi syarat Spesifikasi Umum Bina Marga 2010.
2. Ketiga variasi persentase penggunaan RAP yaitu 25%, 50%, dan 75% memiliki nilai karakteristik campuran dan karakteristik *marshall* yang memenuhi Spesifikasi Umum Bina Marga 2010.
3. Kadar Aspal Optimum (KAO) yang diperoleh untuk campuran beraspal dengan penggunaan *Reclaimed Asphalt Pavement* (RAP) 25% sebesar 5,8%. Untuk penggunaan *Reclaimed Asphalt Pavement* (RAP) 50% sebesar 5,6%. Dan untuk penggunaan *Reclaimed Asphalt Pavement* (RAP) 75% sebesar 5,4%. Semakin tinggi persentase penggunaan *Reclaimed Asphalt Pavement* (RAP) maka Kadar Aspal Optimum (KAO) yang diperoleh semakin kecil.

5.2 Saran

Berikut beberapa saran yang penulis usulkan untuk dijadikan bahan pertimbangan :

1. Untuk penelitian lanjutan untuk mengetahui kualitas kualitas aspal yang terdapat di RAP sebaiknya melakukan proses *destilasi*.
2. Perlu dilakukannya penelitian lanjutan untuk mengetahui kualitas campuran beraspal dengan campuran *Reclaimed Asphalt Pavement* (RAP) terhadap nilai keawetan (*durability*).
3. Disarankan penggunaan *Reclaimed Asphalt Pavement* (RAP) dengan persentase 75% merupakan rekomendasi dari penulis berdasarkan sisi ekonomi. Untuk menyerap penggunaan *Reclaimed Asphalt Pavement* (RAP) sebanyak – banyaknya sehingga mengurangi penggunaan material baru.

DAFTAR PUSTAKA

Aly, Mohamad Anas, 2007. *Teknik Dasar dan Potensi Daur Ulang Konstruksi Jalan*, Yayasan Pengembang Teknologi dan Manajemen, Jakarta.

Ambarwati, Eka. 2010. *Kajian Kuat Tekan Terhadap Karakteristik Aspal Beton Pada Campuran Hangan Dengan Modifikasi Agregat Baru RAP Dan Aspal Residu Oil*. Surakarta : Universitas Sebelas Maret.

American Society for Testing and Materials (1994). *Annual Book of ASTM Standards, Construction*, Philadelphia, PA.

American Society for Testing and Materials, (1989). *Marshal Stability Test Apparatus, ASTM designation*: *D-1559-62 T*. Philadelpia, PA.

Anas Tahir*, 2009. Jurnal SMARtek Vol. 7 No.4.* Karakteristik Campuran Beton Aspal (Ac-Wc) Dengan Menggunakan Variasi Kadar Filler Abu Terbang Batu Bara. Palu : Universitas Tadokalo.

Ardianti, Indah Marlina., 2018. *Analisis Kualitas Campuran Aspal Panas Menggunakan Berbagai Aspal Modifikasi.* Universitas Lampung, Lampung.

Asphalt Institute, 1997. *Mix Design Methods for Asphalt Concrete and Other Hot Mix Types, Manual Series No. 2 (MS-2), Six Edition.* Lixington, Kentucky.

Asphalt Institute, 2001. *Manual Series No. 5 Introduction To Asphalt.* 8th Ed.Lexington: Asphalt Institute.

Bina Marga, 1987. *Peraturan Perkerasan Lentur Jalan Raya Berdasarkan Metode Analisa Komponen*, Bina Marga (SKBI.2.3.26.1987), Jakarta.

Bina Marga, 1987. *Peraturan Perkerasan Lentur Jalan Raya Berdasarkan Metode Analisa Komponen*, Bina Marga (SKBI.2.3.26.1987), Jakarta.

Bria, Melchior, dkk, 2015. *Penentuan Nilai Kondisi dan Program Pemeliharaan Ruas Jalan menuju Lokasi Wisata Andalan di Timor*, Jurnal Inersia Vol. VII No. 2, September 2015.

Departemen Pekerjaan Umum, Badan Litbang Prasarana Transportasi, 2005. *Teknik Pengelolaan Jalan*, Bandung: Puslitbang Prasarana Transportasi.

Dicky Luqmana, 2017. *Investigasi Sifat Aspal Rap (Reclaimed Asphalt Pavement) Artifisial Menggunakan Bahan Tambah Filler*. Universitas Muhammadiyah Surakarta.

Direktorat Jendral Bina Marga, 2010. *Spesifikasi Umum 2010 Divisi 6 Perkerasan Aspal*. Direktorat Jendral Bina marga Kementerian Pekerjaan Umum Republik Indonesia, Jakarta.

Harahap, S., 2013. *Optimalisasi Penggunaan Reclaimed Asphalt Pavement (RAP) Sebagai Bahan Campuran Beraspal Panas (Asphaltic Concrete) Tipe AC – Wearing Course (AC-WC) Gradasi Kasar Dengan Aspal Pen 60-70 Dan Aspal Modifikasi Jenis TRS 55*, Institut Teknologi Surabaya, Jawa Timur.

Hassan, Rayya, 2009. *Feasibility of Using High RAP Contents in Hot Mix Asphalt*, Swinburne University of Technology, Melbourne.

Hendra Setiawan Dan Novita Pradani 2013. *Analisis Sifat Fisik Material Perkerasan Jalan Hasil Daur Ulang*.

Tatomihardjo, Soeprapto, M.Sc ; 1994. *Bahan dan Struktur Jalan Raya*.

Juharni, Rudi. 2015. *Analisa Penggunaan Reclaimed Asphalt Pavement sebagai Bahan Campuran Aspal Dingin Jenis OGEMs dengan Menggunakan Aspal Emulsi Modifikasi*. Thesis. Surabaya: Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi Sepuluh November.

Kusmarini, E.P., Soemitro, R.A.A., Budianto, H. (2012). "Analisis Penggunaan Reclaimed Asphalt Pavement (RAP) dan Aspal Pen 60 – 70 sebagai Bahan Campuran Beraspal Panas (Asphaltic Concrete) (Studi Kasus

Ruas Jalan Gemekan – Jombang dan Pandaan ‑ Malang)". Prosiding Seminar Nasional Aplikasi Teknologi Prasarana Wilayah (ATPW) Surabaya, 11 Juli 2012, ISSN 2301-6752, hal. F-5 – F-10.

Lusi Dwi Putri, Sugeng Wiyono, Anas Puri, 2015. *Kajian Kadar Aspal Hasil Ekstraksi Penghamparan Dan Mix Design Pada Campuran Asphalt Concrete Wearing Course (AC - WC) Gradasi Halus.* Pekanbaru

Muhammad Agung Try Andilla, 2017. *pengaruh penggunaan Reclaimed Asphalt Pavement pada campuran Asphalt Concrete - Wearing Course (AC - WC).* Universitas Andalas, Padang.

National Asphalt Pavement Association.1996. Hot Mix Asphalt Materials,Mixture Design and Construction, 2nd edition. Lanham: NAPA.

Nicholls, J.C. (1998). *Asphalt Surfacing*. New York: E & FN SPON.

RSNI M-05-(2004). *Cara uji ekstraksi kadar aspal dari campuran beraspal menggunakan tabung refluks gelas.*

SNI 02-6820-2002. *Spesifikasi Agregat Halus Untuk Pekerjaan Adukan dan Plesteran dengan Bahan Dasar Semen*, Badan Standarisasi Nasional, Jakarta.

SNI 1969-2008. *Metode Pengujian Berat Jenis Dan Penyerapan Air Agregat Kasar*, Jakarta, 4 hlm.

SNI 6388:2015. *Spesifikasi Agregat Untuk lapis pondasi, lapis pondasi bawah, dan bahu jalan.* Badan Standarisasi Nasional, Jakarta. 9 hlm.

Spesifikasi Umum Bina Marga 2010 Divisi 6 Revisi 3.

Sukirman Silvia, 1999. *Perkerasan Lentur Jalan Raya*, Penerbit Nova,Bandung.

Sukirman, S., 2003. *Bab II Perkerasan Jalan Raya*, Penerbit Nova, Bandung.

Sukirman, S., 2007. *Beton Aspal Campuran Panas*, Penerbit Granit, Jakarta.