

**PERBANDINGAN KADAR ASPAL RENCANA DAN KADAR HASIL
EKSTRAKSI DENGAN MENGGUNAKAN KAPUR DAN SEMEN SEBAGAI
FILLER PADA CAMPURAN AC-BC**

TUGAS AKHIR

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



OLEH

LATIFAH QUR'ANI
NPM : 133110554

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS ISLAM RIAU
PEKANBARU
2018**

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Wr.Wb.

Puji dan syukur penulis ucapkan kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul **“Perbandingan Kadar Aspal Rencana Dan Kadar Aspal Hasil Ekstraksi Dengan Menggunakan Kapur Dan Semen Sebagai *Filler* Pada Campuran AC-BC”**. Adapun penulisan tugas akhir dimaksudkan untuk memenuhi persyaratan kurikulum akademis untuk menyelesaikan program studi (strata 1) pada Fakultas Teknik Jurusan Sipil Universitas Islam Riau.

Dikeluarkan Spesifikasi Umum 2010 (revisi 3) oleh Direktorat Jendral Bina Marga, dimana pada spesifikasi tersebut sistem pembayaran pekerjaan aspal terpisah antara pembayaran aspal dan pembayaran agregat. Terjadi kehilangan kadar aspal hasil ekstraksi dilapangan dengan kadar aspal JMF.

Penelitian ini dilaksanakan untuk mengetahui perbandingan kadar aspal rencana dan kadar hasil ekstraksi dengan penambahan filler kapur dan semen yang menggunakan pertamax plus sebagai pelarut ekstraksi kadar aspal. Penelitian ini di lakukan pada laboratorium Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Islam Riau.

Penulis berharap skripsi ini dapat memberi manfaat yang baik bagi pembaca. Kritik dan saran sangat diharapkan atas kekurangan skripsi ini. Semoga bermanfaat bagi pihak yang terkait dan menjadi ide bagi munculnya penelitian yang lebih mendalam.

Pekanbaru, Desember 2018

Penulis

UCAPAN TERIMA KASIH

Puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya sehingga Tugas Akhir ini dengan judul “Perbandingan Kadar Aspal Rencana Dan Kadar Aspal Hasil Ekstraksi Dengan Menggunakan Kapur Dan Semen Sebagai *Filler* Pada Campuran AC-BC” dapat diselesaikan. Penulis Tugas

Akhir ini merupakan salah satu syarat untuk mencapai gelar Sarjana Teknik Sipil pada Fakultas Teknik Universitas Islam Riau.

Atas segala bimbingan dan bantuan yang telah diberikan, pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak Prof.Dr.H.Syafrinaldi SH.,MCL selaku Rektor Universitas Islam Riau.
2. Bapak Ir.H.Abdul Kudus Zaini, MT selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Islam Riau.
3. Ibu Kurnia Hastuti ST, MT selaku Wakil Dekan I Fakultas Teknik Universitas Islam Riau.
4. Bapak Muhammad Ariyon ST, MT selaku Wakil Dekan II Fakultas Teknik Universitas Islam Riau.
5. Bapak Ir.Syawaldi, Msc selaku Wakil Dekan III Fakultas Teknik Universitas Islam Riau.
6. Ibu Dr. Elizar, ST.,MT selaku Ketua Prodi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Islam Riau.
7. Bapak Firman Syarif, ST.,M.Eng selaku Sekretaris Prodi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Islam Riau.
8. Bapak Prof.Dr.Ir.H.Sugeng Wiyono,MMT selaku Dosen Pembimbing I.
9. Ibu Roza Mildawati,ST.,MT selaku Dosen Pembimbing II.
10. Ibu Sri Hartati Dewi, ST.,MT selaku Dosen Penguji I.
11. Ibu Dra. Hj. Astuti Boer, Msi selaku Dosen Penguji II.
12. Bapak Holdun Yazid,ST.,MT selaku Kepala Laboratorium dan semua Karyawan/Karyawati Laboratorium Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Islam Riau.

13. Seluruh Dosen Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Islam Riau.
14. Seluruh Staf dan Karyawan/Karyawati T.U Fakultas Teknik Universitas Islam Riau.
15. Seluruh Staf dan Karyawan/Karyawati Perpustakaan Teknik Universitas Islam Riau.
16. Buat Orangtua tercinta Asril Taher dan Nurmiati, terimakasih sebanyak-banyaknya atas do'a dan dukungan yang telah diberikan.
17. Buat Abang-abang dan Kakak-kakakku Da is, Kak Nita, Da Delviandi, Kak Liza, Abang Ilham terimakasih banyak atas do'a dan dukungan yang telah diberikan.
18. Buat Teman-teman yang telah membantu dilaboratorium terutama Bang Rachmat Hidayat ST, Kak Miswarti ST, Bang Doni, Awi, Bang Hend, Sulaiman, Wawan, Yepi, Deri, Rizki dan Bobby terimakasih banyak.
19. Buat seluruh Teman-teman Angkatan 2013 terimakasih banyak atas dukungannya.
20. Buat Senior dan Junior terimakasih atas dukungannya.

Penulis menyadari masih banyak kekurangan dalam penyusunan Tugas Akhir ini. Untuk itu penulis mengharapkan kritik dan saran dari semua pihak yang sifatnya membangun.

Akhir kata semoga Tugas Akhir ini bermanfaat bagi penulis khususnya dan untuk pembaca pada umumnya.

Pekanbaru, Desember 2018

LATIFAH QUR'ANI

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	i
UCAPAN TERIMA KASIH	ii
DAFTAR ISI	iv
DAFTAR NOTASI	vii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL	x
ABSTRAK	xi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	2
1.4 Manfaat Penelitian.....	3
1.5 Batasan Penelitian.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.1 Umum	4
2.2 Penelitian Terdahulu	4
2.3 Keaslian Penelitian.....	7
BAB III LANDASAN TEORI.....	8
3.1 Aspal	8
3.1.1 Jenis Aspal	9
3.1.2 Komposisi Aspal.....	11
3.1.3 Sifat kimia dan Fisik Aspal.....	12
3.1.4 Mutu Aspal.....	13
3.1.5 Kadar Aspal Dalam Campuran	14
3.2 Aspal Ekstraksi.....	15

3.3	Lapis Perkerasan Aspal Beton	16
3.4	Agregat.....	18
3.4.1	Berdasarkan Proses Pengolahan	18
3.4.2	Berdasarkan Asal Kejadiannya	19
3.4.3	Berdasarkan Besar Partikel-Partikel Agregat.....	20
3.5	Pemeriksaan Agregat	23
3.6	Kapur.....	24
3.7	Semen.....	25
3.8	Gradasi Agregat.....	26
3.8.1	Agregat Bergradasi Baik.....	26
3.8.2	Agregat Bergradasi Buruk.....	26
3.8.3	Persyaratan Gradasi Campuran	27
3.9	Karakteristik Campuran.....	28
3.10	Karakteristik Marshall	30
3.11	Cara Analisis.....	32
BAB IV	METODE PENELITIAN.....	35
4.1	Lokasi Penelitian	35
4.2	Bahan Penelitian	35
4.3	Peralatan Penelitian.....	35
4.4	Tahapan Penelitian	39
4.5	Pengujian Material.....	42
4.5.1	Prosedur Pengujian Analisa Saringan.....	42
4.5.2	Prosedur Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan...	42
4.5.3	Perancangan Proporsi Dari Masing-Masing Fraksi.	44
4.5.4	Prosedur Pembuatan Benda Uji atau Briket Aspal..	44
4.5.5	Prosedur Pengujian Marshall	45
4.5.6	Perhitungan Parameter Marshall.....	47
4.5.7	Analisa, Grafik Hubungan Kadar aspal dengan Karakteristik Marshall	47
4.5.8	Prosedur Pelaksanaan Ekstraksi.....	47

BAB V	HASIL DAN PEMBAHASAN	49
5.1	Hasil Pengujian Material	49
5.1.1	Hasil Distribusi Ukuran Butiran Agregat.....	49
5.1.2	Hasil Perhitungan Gabungan Agregat.....	50
5.1.3	Hasil Pengujian Berat Jenis dan Peyerapan Agregat kasar dan Halus	52
5.1.4	Hasil perhitungan Perkiraan Awal Kadar Aspal Tengah	52
5.2	Pembahasan Hasil Pengujian Ekstraksi.....	53
5.2.1	Hasil Pengujian Sampel Normal.....	53
5.2.2	Hasil Pengujian Sampel Kapur.....	54
5.2.3	Hasil Pengujian Sampel Semen.....	55
5.3	Perbandingan Pembahasan Dengan Penelitian Lain.....	58
BAB VI	KESIMPULAN DAN SARAN	
6.1	Kesimpulan.....	60
6.2	Saran.....	60
	DAFTAR PUSTAKA.....	62
	LAMPIRAN A	
	LAMPIRAN B	
	LAMPIRAN C	
	DOKUMENTASI	
	LAMPIRAN D	

DAFTAR NOTASI

a	=	Berat benda uji semula
Ab	=	Abu Batu
AC	=	Asphalt Concrete
APP	=	Berat jenis apparent gabungan
B	=	Berat piknometer berisi air (gram)
Ba	=	Berat benda uji kering permukaan jenuh di dalam air (gram)
Bj	=	Berat benda uji kering oven (gram)
BjAa	=	Berat jenis Apparent agregat kasar (<i>Coarse aggregate</i>)
BjAb	=	Berat jenis Apparent agregat sedang (<i>Medium aggregate</i>)
BjAc	=	Berat jenis Apparent abu batu (<i>Fine aggregate</i>)
BjAd	=	Berat jenis Apparent pasir (<i>Natural sand</i>)
BjUa	=	Berat Bulk agregat kasar (<i>Coarse aggregate</i>)
BjUb	=	Berat Bulk agregat sedang (<i>Medium aggregate</i>)
BjUc	=	Berat Bulk abu batu (<i>Fine aggregate</i>)
BjUd	=	Berat Bulk pasir (<i>Natural sand</i>)
Bk	=	Berat benda uji kering permukaan jenuh (gram)
Bt	=	Berat piknometer berisi benda uji dan air (gram)
Kp	=	Kapur
Sm	=	Semen
MQ	=	<i>Marshall Quotient</i> (Hasil bagi <i>Marshall</i>)
Pb	=	Kadar aspal awal
SNI	=	Standar Nasional Indonesia
SSD	=	Berat jenis kering permukaan jenuh (<i>Saturated surface dry</i>)
T	=	Berat jenis aspal
U	=	Berat Bulk gabungan dari total agregat
VFA	=	Volume pori di antara butir-butir agregat di dalam beton aspal padat yang terisi oleh aspal, dinyatakan dalam %.
VIM	=	Volume pori dalam beton aspal padat, dinyatakan dalam %.

VMA = Volume pori di antara butir-butir agregat di dalam beton aspal padat, dinyatakan dalam %.

V = Berat jenis efektif agregat.

BC = *Binder Course*



DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
3.1 Diagram Penentuan Kadar Aspal Optimum.....	15
4.1 Alat Pengujian Analisa Saringan	35
4.2 Alat Pengujian Berat Jenis Agregat Kasar dan Sedang	36
4.3 Alat Pengujian Berat Jenis Agregat Halus.....	37
4.4 Alat Pembuatan Benda Uji.....	38
4.5 Alat Pengujian Marshall.....	38
4.6 Alat Pengujian Eksraksi	39
4.7 Bagan Alir Penelitian	41
5.1 Grafik Analisa Saringan Agregat	50
5.2 Grafik Gradasi Agregat Gabungan Campuran AC-BC.....	51
5.3 Grafik Kadar Aspal Hasil Ekstraksi Dengan Penambahan Filler.....	56
5.4 Grafik Kadar Aspal Hasil Ekstraksi Setelah Pengurangan Filler.....	58

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
3.1 Contoh Komponen Fraksional di Indonesia.....	12
3.2 Spesifikasi Gradasi Campuran AC-Binder Course	17
3.3 Ketentuan Sifat-sifat Campuran Laston (AC).....	18
3.4 Ketentuan Agregat Kasar	21
3.5 Ketentuan Agregat Halus	22
3.6 Spesifikasi Gradasi Agregat AC-Binder Course.....	27
3.7 Koreksi Stability	31
5.1 Persen Lolos Agregat.....	49
5.2 Hasil Gradasi Agregat Gabungan Campuran AC-BC.....	51
5.3 Hasil Pengujian Berat Jenis Dan Penyerapan Agregat	52
5.4 Hasil Pengujian Ekstraksi Sampel Normal	53
5.5 Hasil Pengujian Ekstraksi Sampel Kapur	54
5.6 Hasil Pengujian Ekstraksi Sampel Semen.....	55
5.7 Hasil Pengujian Ekstraksi Campuran Aspal + <i>Filler</i>	56
5.8 Hasil Pengurangan Kadar <i>Filler</i>	55

PERBANDINGAN KADAR ASPAL RENCANA DAN KADAR ASPAL HASIL EKSTRAKSI DENGAN MENGGUNAKAN KAPUR DAN SEMEN SEBAGAI *FILLER* PADA CAMPURAN AC-BC

LATIFAH QUR'ANI

133110554

Abstrak

Dengan adanya perkembangan teknologi, kadar aspal bisa diketahui melalui metode ekstraksi (pemisahan) dengan menggunakan *centrifuge extractor* sebagai alat ekstraksinya. Ekstraksi merupakan proses pemisahan campuran dua atau lebih bahan dengan cara menambahkan pelarut yang bisa melarutkan salah satu bahan yang ada dalam campuran tersebut. Tujuan dari penelitian ini adalah membandingkan kadar aspal rencana dan kadar aspal hasil ekstraksi, dan pengaruh filler terhadap kadar aspal hasil ekstraksi, bahan pelarut ekstraksi yang digunakan adalah pertamax plus.

Berdasarkan hasil penelitian terjadi peningkatan kadar aspal hasil ekstraksi dari kadar aspal rencana yaitu 5,85 % dengan nilai sampel normal 5,88 %, sampel kapur 6,82 % dan sampel semen 5,97 %, dengan deviasi pada sampel normal +0,03 %, kapur +0,97 %, dan semen +0,12%. Dari hasil ekstraksi di atas kadar aspal yang diperoleh dari hasil ekstraksi masih belum murni, kadar aspal tersebut masih merupakan campuran aspal dengan *filler*. Oleh karena itu sebagai pendekatan kadar aspal dari ekstraksi maka hasil tersebut harus dikurang dengan *fillernya* yaitu 4,82 % sampel kapur dan 3,97 % sampel semen.

Dari pengujian perbandingan kadar apal rencana dan kadar aspal hasil ekstraksi dengan menambahkan *filler* kapur dan semen dapat disimpulkan kadar aspal sampel normal kapur dan semen bertambah setelah ekstraksi. Ini dikarenakan *filler* lolos saringan No.200, jadi pada saat proses ekstraksi *filler* ikut terbawa bersama bahan pelarut dan aspal. Dari hasil pengurangan kadar aspal hasil ekstraksi lebih kecil dari pada kadar aspal rencana hal ini disebabkan kadar aspal yang ada di pori-pori agregat belum terurai.

Kata kunci : *Centrifuge Extraktor*, Ekstraksi Kadar Aspal, *Filler*, Pertamax Plus, Kapur, Semen.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Aspal merupakan material pengikat agregat, karena mempunyai daya lengket yang kuat, kedap air serta mudah dikerjakan. Aspal banyak digunakan dalam bidang konstruksi, telah diketahui bersama bahwa aspal mempunyai sifat termoplastis yaitu aspal akan mengeras dan mengikat agregat pada tempatnya.

Dengan adanya perkembangan teknologi, kadar aspal bisa diketahui melalui metode ekstraksi (pemisahan) dengan menggunakan *centrifuge extractor* sebagai alat ekstraksinya. Ekstraksi merupakan proses pemisahan campuran dua atau lebih bahan dengan cara menambahkan pelarut yang bisa melarutkan salah satu bahan yang ada dalam campuran tersebut.

Dalam perencanaan pembuatan campuran aspal panas atau *hotmix* merupakan jenis campuran yang sering dibuat, dihamparkan dan dipadatkan dalam kondisi panas. Menurut Spesifikasi Kementerian Pekerjaan Umum Jenderal Bina Marga 2010 revisi 3 (tiga), salah satu jenis *hotmix* yang umum dipakai di Indonesia adalah *Asphalt Concrete* (AC). *Asphalt concrete* itu sendiri terbentuk dari agregat kasar, agregat halus, aspal sebagai bahan perekat dan filler sebagai bahan pengisi.

Berdasarkan spesifikasi Bina Marga 2010 Revisi 3, semua campuran beraspal harus mengandung bahan pengisi yang ditambahkan (*filler added*) min. 1% dari berat total agregat. Bahan pengisi (*filler*) dalam campuran aspal beton adalah bahan yang lolos saringan No.200 (0,075 mm).

Pada penelitian ini penulis ingin mengetahui dan mengkaji perbandingan kadar aspal rencana dan kadar aspal ekstraksi menggunakan kapur dan semen sebagai *filler* pada campuran AC-BC (*Asphalt Concrete- Binder Course*). Menurut Arbanus Malvin 1994, ada banyak jenis kapur yang dikenal Kapur untuk pertanian (*agricultur lime*) berupa kalsium Karbonat (CaCO_3), kapur terpadam (*hydrated lime*) dan *Quick Lime* atau *calcium Oxide* (CaO). Kapur yang

digunakan sebagai bahan pengisi (*filler*) pada campuran aspal adalah *Calcium Hydrixid* Ca(OH)_2 . Kapur *Calcium Hydrixid* ini banyak digunakan sebagai bahan bangunan. Semen berasal dari bahasa latin *caementum* yang berarti bahan perekat. Secara sederhana, definisi semen adalah bahan perekat atau lem, yang bisa merekatkan bahan- bahan material lain seperti batu bata dan batu koral hingga bisa membentuk sebuah bangunan. Sedangkan dalam pengertian secara umum semen diartikan sebagai bahan perekat yang memiliki sifat mampu mengikat bahan- bahan padat menjadi satu kesatuan yang kompak dan kuat. (Bonardo Pangaribuan, Holcim). Semen yang digunakan sebagai bahan pengisi (*filler*) pada campuran aspal adalah semen portland. Untuk bahan pelarut ekstraksi pada penelitian ini menggunakan pertamax plus 95.

1.2 Rumusan Masalah

Permasalahan yang akan dibahas dalam penelitian ini adalah :

1. Berapa proporsi campuran bahan-bahan yang digunakan untuk campuran AC-BC (*Asphalt Concrete- Binder Course*) ?
2. Berapa kadar aspal optimum untuk campuran AC-BC (*Asphalt Concrete- Binder Course*) ?
3. Berapa nilai perbandingan kadar aspal rencana setelah penambahan kapur dan semen terhadap nilai ekstraksi ?

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Mengetahui dan menentukan proporsi campuran bahan-bahan yang dipakai untuk campuran AC-BC (*Asphalt Concrete- Binder Course*).
2. Menentukan kadar aspal optimum untuk campuran AC-BC (*Asphalt Concrete- Binder Course*).
3. Mengetahui dan menentukan perbandingan kadar aspal rencana setelah penambahan kapur dan semen terhadap nilai ekstraksi.

1.4 Manfaat penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah:

1. Bagi penulis, untuk lebih mendalami ilmu pengetahuan tentang campuran material perkerasan AC -*Binder Course*.
2. Untuk industri aspal beton, jika hasil penelitian ini mencapai hasil yang baik, maka dimasa mendatang tidak tertutup kemungkinan aspal beton dengan penambahan kapur dan semen dapat diproduksi.
3. Untuk instansi terkait (KIMPRASWIL), dapat menjadi masukan untuk merencanakan campuran material lapis perkerasan jalan dan untuk kajian lebih lanjut tentang nilai ekonomis campuran aspal beton yang menggunakan kapur dan semen sebagai *filler*.

1.5 Batasan Masalah

Batasan masalah yang dibahas dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Campuran yang diteliti adalah *Asphalt Concrete – Binder Course* dengan menggunakan spesifikasi Bina Marga 2010 revisi 3 (tiga).
2. Bahan pengisi (*filler*) yang digunakan adalah kapur dan semen yang ada di Pekanbaru dan tidak menyelidiki unsur kimia dan kadar lumpur yang terkandung didalamnya, dan digunakan untuk ekstraksi campuran.
3. Bahan pengisi (*filler*) kapur dan semen yang ditambahkan (*filler added*) 2 % sesuai Spesifikasi Bina Marga 2010 revisi 3 (tiga).
4. Penelitian dilakukan di Laboratorium Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Islam Riau.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Umum

Dalam penulisan tugas akhir ini peneliti mengambil beberapa referensi dari penelitian-penelitian terdahulu sebagai pedoman dalam penelitian ini. Referensi berupa tesis, skripsi dan jurnal-jurnal yang berhubungan dengan penelitian ini.

2.2 Penelitian Terdahulu

Soehardi (2015) meneliti tentang, “Kajian Perbandingan Kadar Aspal Hasil Ekstraksi Campuran AC-WC Gradasi Kasar Dengan Cairan Ekstraksi Menggunakan Bensin”. Tujuan dari penelitian ini adalah perbandingan kadar aspal hasil ekstraksi dan perbandingan kadar kadar pori dan filler sebelum dan sesudah ekstraksi, pada campuran *Asphalt Concrete-Wearing Coarse* (AC-WC) bergradasi kasar sesuai spesifikasi 2010 revisi 2. Metode yang digunakan pada penelitian ini dengan cara ekstraksi dengan menggunakan alat *centrifuge extractor* pada tiga benda uji yaitu benda uji yang berasal dari AMP, campuran aspal yang berasal dari belakang mesin *Asphalt Finisher* dan hasil pemadatan yang diambil menggunakan *coredrill* dengan menggunakan pelarut bensin. Penelitian ini meliputi pengujian kadar aspal, analisa berat jenis dan penyerapan Air sebelum dan sesudah ekstraksi. Berdasarkan hasil penelitian persentase hasil ekstraksi kadar aspal dari 6 benda uji dari masing- masing sampel didapat nilai rata-rata yaitu dari AMP, *finisher*, dan *coredrill* adalah 5,51 %, 5,46 %, 5,34 %. Dengan deviasi rata-rata sebesar 0,12 % dari kadar aspal JMF 5,56 %. Kadar pori setelah ekstraksi mengalami penurunan dari nilai kadar pori untuk benda uji AMP, *finisher* dan *coredrill* adalah 1,062 %, 0,823 %, 0,878 %, dengan nilai rata-rata deviasi sebesar 0,273 %. Dengan nilai rata-rata kadar pori untuk benda uji AMP, *finisher* dan *coredrill* 0.63 %, 0,667 %, 0,602 % dengan nilai rata-rata deviasi sebesar 0,273 %. Dan nilai *filler* setelah ekstraksi mengalami peningkatan dari nilai *filler* pada JMF dengan nilai rata-rata deviasi sebesar 1,07 %. Berdasarkan

hasil penelitian bahwa perbandingan kadar aspal hasil ekstraksi dengan menggunakan pelarut bensin, dapat disimpulkan bahwa kadar aspal (KA): KA JMF < KA AMP < KA saat penghamparan < KA hasil core, Nilai Kadar Pori (KP) hasil ekstraksi sebagai berikut: KP JMF < KP AMP < KP saat penghamparan < KP Hasil core, dan kadar *filler* menjadi bertambah setelah di ekstraksi. Ini membuktikan bahwa aspal masih meresap kedalam pori, dan tidak semuanya terekstraksi secara sempurna. Berdasarkan kesimpulan diatas penulis menyarankan untuk menggunakan pelarut yang mempunyai oktan lebih tinggi.

Anggraini (2014) meneliti tentang, “Kajian Kadar Aspal Hasil Ekstraksi Penghamparan Campuran AC-WC Gradasi Kasar Dengan *Job Mix Formula*”. Dengan dikeluarkan spesifikasi umum 2010 (revisi 2) Direktorat Jendral Bina Marga, dimana sistem pembayaran aspal dilakukan secara terpisah antara pembayaran aspal dengan dengan pembayaran agregat. Kehilangan hasil ekstraksi kadar aspal menjadi permasalahan dilapangan bagi pihak pelaksana pekerjaan. Tujuan dari penelitian ini adalah : membandingkan kadar aspal hasil ekstraksi di AMP, saat penghamparan (di belakang *asphalt finisher*) dan setelah pemadatan lapangan dengan kadar aspal JMF, dan pengaruh *filler* terhadap kadar aspal hasil ekstraksi, membandingkan pengaruh penggunaan pertamax plus sebagai pelarut dalam ekstraksi kadar aspal, dibanding dengan menggunakan bensin pada agregat *quarry* yang sama. Metode yang digunakan dengan cara ekstraksi menggunakan alat *centrifuge extractor* dan pertamax plus sebagai pelarutnya. Berdasarkan hasil penelitian terjadi penurunan hasil ekstraksi dengan nilai di AMP 5,54 % di belakang *finisher* 5,47 % dari *core* 5,36 % dengan kadar aspal JMF 5,56 % dengan deviasi di AMP -0,02 %, di belakang *finisher* -0,09 %, dan *core* -0,2 %, tetapi masih memenuhi syarat spesifikasi 2010 revisi 2 yaitu $\pm 0.3\%$. Dan nilai *filler* setelah ekstraksi mengalami peningkatan dari nilai *filler* JMF dengan nilai rata-rata deviasiasi 1,35 %. Dengan menggunakan pelarut pertamax plus lebih menghasilkan kadar aspal yang lebih banyak dari bensin, dimana kadar aspal rata-rata dengan pelarut bensin dari AMP 5,51 %, di belakang *finisher* 5,46 % dari *core* 5,34 %. Dengan deviasinya -0,03 % pada AMP, -0,01 % di belakang *finisher*, dan -0,02 % dari *core*. Dari pengujian perbandingan hasil ekstraksi dapat

disimpulkan kadar aspal dari AMP lebih besar dari *finisher*, dan lebih besar dari *core*, dan kadar *Filler* menjadi bertambah setelah ekstraksi. Ini membuktikan bahwa aspal masih meresap kedalam pori agregat. Dengan pelarut pertamax plus lebih banyak melarutkan aspal dibandingkan dengan bensin. Sehingga disarankan untuk menggunakan pelarut yang mengandung oktan yang lebih tinggi dari pertamax plus sebagai bahan ekstraksi.

Putri (2014) meneliti tentang, “Kajian Kadar Aspal Hasil Ekstraksi Penghamparan Dan *Mix Design* Pada Campuran *Asphalt Concrete Wearing Course* (AC-WC) Gradasi Halus”. Spesifikasi umum 2010 revisi 2 (dua) Direktorat Jendral Bina Marga pada poin dasar pembayaran menyebutkan bahwa sistem pembayaran pekerjaan aspal terpisah antara pembayaran aspal dan pembayaran agregat. Pembayaran aspal diberikan setelah dilakukan uji ekstraksi kadar aspal. Hasil ekstraksi kadar aspal yang telah dihampar biasanya kurang dari spesifikasi yang telah ditetapkan. Untuk itu perlu diketahui pengaruh pelaksanaan di *asphalt mixing plant* (AMP), *asphalt finisher* dan setelah dipadatkan di lapangan serta pengaruh kadar pori agregat dan *filler* terhadap kadar aspal hasil ekstraksi. Penelitian dilakukan pada laboratorium AMP PT. Lutvindo Wijaya Perkasa di lapangan. Uji ekstraksi kadar aspal menggunakan alat *centrifuge extractor* dengan pelarut bensin. Sampel pengujian ekstraksi adalah campuran AC-WC dari AMP, dari belakang *asphalt finisher* dan setelah dipadatkan di lapangan. Sampel pengujian kadar pori berasal dari agregat *quarry* Ujung Batu, Bangkinang dan Solok. Berdasarkan hasil penelitian, kadar aspal rata-rata hasil ekstraksi di AMP sebesar 5,85%, 5,80% di belakang *asphalt finisher* dan 5,72% dari hasil *core*. Kadar aspal ekstraksi untuk campuran di belakang *asphalt finisher* memiliki deviasi -0,05% terhadap kadar aspal campuran di AMP. Kadar aspal hasil ekstraksi dan *core* memiliki deviasi -0,08% terhadap kadar aspal campuran di belakang *asphalt finisher*. Kadar pori agregat *quarry* Ujung Batu 0,995%, *quarry* Bangkinang 1,306% dan *quarry* Solok 0,863%. Hasil ekstraksi kadar aspal dipengaruhi oleh lokasi pengerjaan AC-WC. Kadar aspal hasil ekstraksi semakin berkurang antara pengujian di AMP, di belakang *asphalt finisher* dan setelah dipadatkan di lapangan. Kadar aspal hasil ekstraksi juga dipengaruhi oleh kadar

pori agregat dan *filler* yang dihasilkan. Dari pengujian kadar pori diperoleh semakin tinggi kadar pori agregat maka semakin berkurang kadar aspal hasil ekstraksi. Berdasarkan gradasi ekstraksi diperoleh semakin banyak *filler* maka semakin tinggi kadar aspal hasil ekstraksi.

2.3 Keaslian Penelitian

Setiap objek penelitian memiliki sisi permasalahan yang berbeda. Hal ini disebabkan oleh lokasi penelitian, jenis *filler* yang digunakan dan waktu pelaksanaan. Penelitian ini melakukan perbandingan kadar aspal rencana dan kadar aspal hasil ekstraksi dengan menggunakan pertamax plus sebagai pelarut dan penambahan kapur dan semen sebagai *filler* sebanyak 2 % pada campuran AC-BC berdasarkan SNI dilaboratorium jalan raya Teknik Sipil Universitas Islam Riau.

BAB III

LANDASAN TEORI

3.1 ASPAL

Aspal merupakan material pengikat agregat, karena mempunyai daya lengket yang kuat, kedap air serta mudah dikerjakan. Aspal mempunyai sifat plastis yang dengan kelenturannya mudah diawasi untuk dicampur dengan agregat. Lebih jauh lagi, aspal juga bersifat termoplastis yang akan mencair atau lunak jika dipanaskan pada temperatur tertentu sehingga dapat membungkus partikel agregat pada waktu membuat campuran aspal.

Aspal didefinisikan sebagai material berwarna hitam atau coklat tua, pada temperatur ruang berbentuk padat sampai agak padat. Jika dipanaskan pada suatu temperatur tertentu aspal dapat menjadi lunak/cair sehingga dapat membungkus partikel agregat pada waktu pembuatan aspal beton atau dapat masuk kedalam pori-pori yang ada pada penyemprotan/penyiraman. Jika temperatur mulai turun, aspal tersebut akan mengeras dan mengikat agregat pada tempatnya (bersifat termoplastis) (Sukirman, S., 2016).

Salah satu bahan dasar utama dari aspal adalah *Hydrocarbon* yang sering disebut sebagai bitumen, sehingga aspal juga disebut bitumen. Bitumen adalah zat perekat yang berwarna hitam, bentuknya ada yang keras sampai cair, mempunyai sifat lekat yang baik dan tidak larut dalam air.

Aspal yang umumnya digunakan pada saat ini adalah aspal yang berasal dari destilasi minyak bumi dan banyak pula yang menggunakan aspal alam yang berasal dari pulau Buton. Aspal minyak yang digunakan berasal dari residu minyak bumi dinamakan aspal semen, bersifat mengikat campuran agregat dan memberikan lapisan kedap air, tahan terhadap asam, basa dan garam. Hal ini memberikan hasil yang baik pada campuran aspal jika digunakan sebagai bahan pengikat agregat. Sifat-sifat buruk aspal yang sering terjadi karena pengaruh faktor cuaca dan umur adalah kaku dan rapuh, sehingga pada akhirnya daya adhesi agregat dan aspal akan berkurang. Sifat- sifat ini dapat dihindari bila dalam

pelaksanaan pembuatan campuran dilakukan sesuai dengan langkah-langkah yang baik dalam proses pelaksanaan serta dengan mempelajari dan memahami sifat-sifat dari campuran aspal yang akan dibuat.

3.1.1 Jenis Aspal

Berdasarkan tempat diperolehnya, aspal dapat dibedakan atas aspal alam dan aspal buatan. Aspal alam adalah aspal yang diperoleh dari alam dan untuk dalam penggunaannya hanya memerlukan pengolahan yang sedikit, sedangkan aspal buatan memerlukan banyak pengolahan dan merupakan residu dari pengilangan minyak bumi.

Aspal dibagi menjadi beberapa jenis yaitu:

a. Aspal Alam

Di Indonesia aspal alam ditemukan di Pulau Buton, Sulawesi Tenggara yang dikenal dengan nama Aspal Boton (Asbuton). Bitumen asbuton berasal dari minyak bumi yang meresapi batu kapur yang porous, kemudian melalui periode waktu yang panjang dan berlangsung secara alami terjadi penguapan fraksi ringan dari minyak, mula-mula gas yang menguap kemudian diikuti oleh gasoline, kerosene, diesel oil yang akhirnya tinggal bitumen dalam batuan kapur.

b. Aspal Buatan

Aspal buatan adalah bitumen yang merupakan hasil/ residu penyulingan minyak bumi. Aspal buatan ini sering juga disebut sebagai aspal minyak. Setiap minyak bumi dapat menghasilkan beberapa jenis residu yaitu *asphaltic base crude oil* yang banyak mengandung aspal, *parafin base crude oil* yang banyak mengandung parafin atau *mixed base crude oil* yang mengandung campuran antara parafin dan aspal. Untuk perkerasan jalan umumnya digunakan aspal minyak jenis *asphaltic base crude oil*.

Aspal buatan terdiri dari berbagai bentuk, yaitu padat, cair dan emulsi :

1) Aspal Padat (Aspal Keras)

Aspal padat adalah aspal yang berbentuk padat atau semi padat pada suhu ruang dan menjadi cair jika dipanaskan. Aspal padat ini juga dikenal dengan semen aspal (*asphalt cement*).

2) Aspal Cair

Aspal cair adalah campuran antara aspal semen dengan bahan pencair dari hasil penyulingan minyak bumi. Dengan demikian *cutback asphalt* berbentuk cair berbentuk cair dalam suhu ruang.

Berdasarkan bahan pencairnya dan kemudahan menguap bahan pelarutnya aspal cair dapat dibedakan atas :

a. RC (*Rapid Curing Cut Back*)

Merupakan aspal semen yang dilarutkan dengan bensin atau premium. RC merupakan *Cut back* yang paling cepat menguap.

b. MC (*Medium Curing*)

Merupakan aspal semen yang dilarutkan dengan bahan cair seperti minyak tanah.

c. SC (*Slow Curing*)

Merupakan aspal semen yang dilarutkan dengan bahan yang lebih kental seperti solar. Aspal jenis ini merupakan *Cut back* aspal yang paling lama menguap.

3) Aspal Emulsi

Aspal emulsi adalah suatu campuran aspal dengan air dan bahan pengemulsi yang lebih cair dari aspal cair. Dalam aspal emulsi butir-butir aspal akan larut dalam air. Untuk menghindari butiran aspal saling menarik dan membentuk butiran yang besar, maka butiran tersebut diberi muatan listrik. Berdasarkan muatan yang dikandungnya, aspal emulsi dapat dibedakan atas :

a. Kationik disebut juga aspal emulsi asam, merupakan aspal emulsi yang bermuatan listrik positif.

b. Anionik disebut juga aspal emulsi alkali, merupakan aspal emulsi yang bermuatan listrik negatif.

- c. Nonionik merupakan aspal emulsi yang tidak mengalami ionisasi, berarti tidak menghantarkan listrik.

Yang umum digunakan sebagai bahan perkerasan adalah aspal emulsi anionik dan kationik.

Berdasarkan kecepatan pengerasannya aspal dapat dibedakan atas :

- a. *Rapid Setting* (RS), aspal yang mengandung sedikit bahan pengemulsi sehingga pengikatan yang terjadi cepat.
- b. *Medium Setting* (MS)
- c. *Slow setting* (SS), jenis aspal emulsi yang paling lambat menguat.

4) Ter

Ter istilah umum cairan yang diperoleh dari mineral organis seperti kayu atau batu melalui proses pemijitan atau destilasi pada suhu tinggi tanpa zat asam. Sedangkan untuk konstruksi jalan dipergunakan hanya ter yang berasal dari batu bara, karena ter kayu sangat sedikit jumlahnya.

5) Aspal Karet

Aspal karet ini diperoleh dengan cara menambahkan karet pada aspal minyak. Aspal yang dapat digunakan berupa aspal semen, aspal cair atau aspal emulsi, sedangkan karetnya berupa karet butiran, karet padat, atau pun karet cair.

3.1.2 Komposisi Aspal

Aspal sebagai bahan pengikat pada aspal campuran panas, mempunyai sifat fisis yang ditentukan oleh komposisi kimia. Unsur *hydrocarbon* yang sangat kompleks, sangat sukar untuk memisahkan molekul-molekul yang berbentuk aspal tersebut. Setiap sumber minyak bumi menghasilkan komposisi molekul yang berbeda.

Komposisi aspal terdiri dari *asphaltene* dan *maltene*. *Asphaltene* merupakan material berwarna hitam atau coklat tua yang larut dalam *heptane*, merupakan cairan kental yang terdiri dari resin dan *oil*. Resin adalah cairan

berwarna kuning atau coklat tua yang memberikan sifat adhesi pada aspal, merupakan bagian yang mudah hilang atau berkurang selama masa pelayanan jalan. Sedangkan *oil*, berwarna lebih muda merupakan media dari *asphaletene* dan resin, faktor kimia yang mempengaruhi kandungan fisik aspal merupakan dasar pemahaman faktor yang mengontrol kegunaan aspal itu sendiri.

Tabel 3.1 Contoh Komponen Fraksional Di Indonesia

Unsur Kimia	Asphalt Cement Penetrasi 60/70
Asphalt	22,41 %
Maltene	-
Basa Nitrogen	24,90 %
Accidafin – 1(A1)	14,50 %
Accidafin – 1 (A2)	18,97 %
Parafin (P)	19,22 %

Sumber : *Beton Aspal Campuran Panas*, Sukirman, S., 2016

3.1.3 Sifat kimia dan fisik Aspal

Aspal yang digunakan pada konstruksi perkerasan jalan mempunyai fungsi sebagai berikut ini.

- Sebagai pengikat, memberikan ikatan yang kuat antara aspal dan agregat serta antara aspal itu sendiri.
- Sebagai bahan pengisi, mengisi rongga antar butiran-butiran agregat dan pori-pori yang ada pada agregat itu.

Dengan fungsi yang demikian, berarti aspal haruslah mempunyai sifat-sifat yang baik. Adapun sifat-sifat aspal adalah sebagai berikut ini.

- Daya Tahan (*durability*)

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

- Adhesi dan kohesi

Adhesi adalah kemampuan aspal untuk mengikat agregat sehingga menghasilkan ikatan yang baik antara agregat dengan aspal, sedangkan

kohesi adalah kemampuan aspal untuk tetap mempertahankan agregat tetap ditempatnya setelah terjadi pengikatan.

c. Kepekaan terhadap temperatur

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

d. Kekerasan aspal

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

e. Berat jenis aspal

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

3.1.4 Mutu Aspal

Aspal merupakan bahan utama dalam pembuatan campuran aspal beton, karena itu mutunya haruslah di kontrol. Mutu aspal ini sangat tergantung pada beberapa hal sebagai berikut :

- a. Kepadatan atau kekentalan
- b. Tingkat keawetan
- c. Ketahanan terhadap pelapukan akibat perubahan temperatur suhu / cuaca dan ketahanan terhadap air.

Karena sifat aspal sebagai penyemen, maka aspal digunakan sebagai bahan pengikat agregat dalam pembuatan Jalan Raya. Selain sebagai bahan pengikat, aspal juga harus tahan terhadap air ,dan tahan lama.

Aspal merupakan suatu campuran zat kimia yang kenyal dan karena hal itulah memungkinkan adanya kelenturan yang terkendali pada campuran dengan agregat mineral yang umum. Selain itu aspal yang baik juga mempunyai kekentalan yang tidak mudah terpengaruh oleh perubahan suhu atau udara. Jika

terpengaruh oleh keadaan cuaca, akan terjadi kehilangan berat dari aspal, maka untuk mencegahnya usahakan agar aspal tetap dalam keadaan plastis.

3.1.5 Kadar Aspal Dalam Campuran

Kadar aspal yaitu persentase berat aspal terhadap campuran agregat yang telah ditentukan. Kadar aspal dalam campuran beton aspal adalah kadar aspal efektif yang membungkus atau menyelimuti butir-butir agregat, mengisi pori antar agregat, ditambah dengan kadar aspal yang akan terserap masuk ke dalam pori masing-masing butir agregat. Biasanya kadar aspal campuran telah ditetapkan dalam spesifikasi sifat campuran, maka untuk rancangan campuran di laboratorium digunakan kadar aspal tengah. Kadar aspal tengah yaitu nilai tengah dari rentang kadar aspal dalam spesifikasi campuran.

Perkiraan awal kadar aspal tengah dari rancangan campuran aspal dapat ditentukan dengan mempergunakan rumus dibawah ini :

$$P_b = 0,035 (\% CA) + 0,045 (\% FA) + 0,18 (\% Filler) + K \quad (3.1)$$

Dimana :

P_b = kadar aspal tengah/ideal % terhadap berat campuran

CA = persen agregat tertahan saringan No. 8

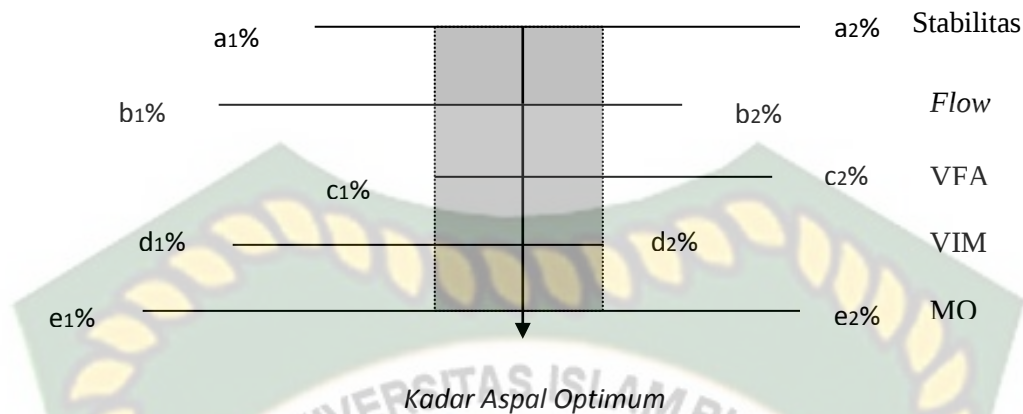
FA = persen agregat lolos saringan No. 8 dan tertahan saringan No. 200

$FILLER$ = persen agregat minimal 75% lolos saringan no. 200

K = konstanta 0,5-1,0 untuk laston.

= konstanta 2,0-3,0 untuk lataston.

Dari perkiraan awal kadar aspal, didapatkan nilai kadar aspal optimum yaitu nilai tengah dari rentang kadar aspal yang memenuhi semua spesifikasi campuran. Kadar aspal optimum (KAO) ditentukan setelah pengujian *marshall*, dengan membuat diagram hubungan antara sifat teknis campuran yang paling berpengaruh (*Stabilitas*, *Flow*, *VMA*, *VFA*, *VIM* dan *MQ*) dengan persen kadar aspal. Penentuan kadar aspal optimum ditentukan sesuai dengan persyaratan batasan sifat – sifat teknis campuran, seperti ilustrasi pada gambar 3.1



Gambar 3.1 Diagram Penentuan Kadar Aspal Optimum (Sukirman, S., 1995)

Maka kadar Aspal Optimum $= \frac{c_1 + d_2}{2}$

3.2 ASPAL EKSTRAKSI

Salah satu metode yang telah dikembangkan untuk menguji kandungan kadar aspal dalam campuran (*Mix Design*) adalah dengan menggunakan metode Ekstraksi menurut prosedur pemeriksaan AASTHO (T – 164 – 80)

Proses Ekstraksi merupakan proses pemisahan campuran dua atau lebih bahan dengan cara menambahkan pelarut yang bisa melarutkan salah satu bahan yang ada dalam campuran tersebut dapat dipisahkan. Pelarut yang biasa digunakan dalam proses ekstraksi antara lain spiritus, bensin, pertamax dan minyak tanah. Dalam penelitian ini dilakukan proses ekstraksi yaitu untuk mengetahui kadar aspal yang terdapat dalam campuran aspal yang dibuat (*mix design*) yang menggunakan alat *Centrifuge Extractor* dengan Pertamax Plus sebagai pelarutnya.

Rumus untuk menentukan kadar aspal hasil ekstraksi adalah sebagai berikut :

$$H = \frac{(A - (E + D))}{A} \times 100 \% \quad (3.2)$$

Dimana :

H = kadar aspal sampel (%)

A = Berat Sampel sebelum ekstraksi (gram)

D = Berat masa dari kertas filter (gram)

E = Berat sampel setelah ekstraksi (gram)

3.3 LAPIS PERKERASAN ASPAL BETON

Aspal beton adalah jenis perkerasan jalan yang terdiri dari campuran agregat dan aspal, dengan atau tanpa bahan tambahan. Campuran aspal beton yang biasa dikenal dengan nama *Hotmix*, dimana material-material pembentuk aspal beton dicampur diinstalasi pencampur pada suhu tertentu, suhu pencampuran ditentukan berdasarkan jenis aspal yang digunakan, suhu pencampuran umumnya antara 45°-155°C (Sukirman, S., 2003).

Jenis beton aspal campuran panas yang ada diantaranya :

1. Lapis Aspal Beton (Laston)

Lapisan Aspal Beton adalah beton aspal bergradasi menerus yang umum digunakan untuk jalan-jalan dengan beban lalu lintas berat. Laston dikenal pula dengan nama AC (*Asphalt Concrete*) karakteristik beton yang terpenting pada campuran ini adalah stabilitas. Tebal minimum laston 4-6 cm sesuai dengan fungsinya Laston mempunyai 3 macam campuran yaitu :

- a. Laston sebagai lapisan aus, dikenal dengan nama AC-WC (*Asphalt Concrete – Wearing Course*)
- b. Laston sebagai lapisan pengikat, dikenal dengan nama AC-BC (*Asphalt Concrete – Binder Course*)
- c. Laston sebagai lapisan pondasi, dikenal dengan nama AC-base (*Asphalt Concrete – Base*)

2. Laston (Lapisan Tipis Aspal Beton) adalah beton aspal bergradasi senjang. Ditujukan untuk jalan-jalan lalu lintas ringan dan sedang. Ini sering juga disebut dengan HRS (*Hot Rolled Sheet*)

3. Latasir (Lapisan Tipis Aspal Cair) adalah beton aspal untuk jalan-jalan dengan lalu lintas ringan, khususnya dimana agregat kasar tidak ada atau sulit diperoleh. Lapisan ini mempunyai ketahanan alur (*rutting*) rendah.

4. ATB (*Asphalt Treated Base*) adalah lapisan yang khusus di formulasikan untuk meningkatkan keawetan dan ketahanan kelelahan.

Asphalt Concrete merupakan *hot mix* yang mempunyai agregat bergradasi menerus. Stabilitas campuran ini didapat dari saling menguncinya agregat yang dipakai. Semakin banyak aspal yang dipakai maka semakin awet campuran tersebut, tetapi dipihak lain kadar rongga udara dalam campuran padat berkurang. Karena ada tambahan pemadatan oleh lalu lintas, maka rongga udaranya bisa menjadi nol. Disini akan terjadi *bleeding*, dalam kondisi demikian aspal tidak berfungsi sebagai bahan pengikat saja, tetapi bisa juga sebagai pelumas, sehingga memperlemah *interlocking* antar agregat.

AC – BC (*Asphalt Concrete – Binder Course*) lapisan ini merupakan bagian dari lapis permukaan diantara lapis pondasi atas (*Base Course*) dengan lapis aus (*Wearing Course*) yang bergradasi agregat gabungan rapat/menerus, umumnya digunakan untuk jalan-jalan dengan beban lalu lintas yang cukup berat (Sukirman, S., 2008). Lapisan ini tidak berhubungan langsung dengan cuaca, tetapi harus mempunyai ketebalan dan kekakuan yang cukup untuk mengurangi tegangan/regangan akibat beban lalu lintas yang akan diteruskan ke lapisan di bawahnya yaitu *base* atau *sub grade* (Tanah Dasar). Adapun spesifikasi untuk gradasi agregat pada campuran AC- *Binder Course* dapat dilihat di Tabel 3.2

Tabel 3.2 Spesifikasi Gradasi Campuran AC- *Binder Course*

Ukuran Ayakan		% Lolos
ASTM	(mm)	
1"	25	100
$\frac{3}{4}$ "	19	90 – 100
$\frac{1}{2}$ "	12,5	75 – 90
$\frac{3}{8}$ "	9,5	66 – 82
No.4	4,75	46 – 64
No.8	2,36	30 – 49
No.16	1,18	18 – 38
No.30	0,6	12 – 28
No.50	0,3	7 – 20
No.100	0,15	5 – 13
No. 200	0,075	4 – 8

Sumber : Bina Marga, 2010 revisi 3

Dari hasil pemadatan campuran agregat berdasarkan spesifikasi gradasi agregat pada Tabel 3.2 , maka komposisi pemakaian agregat dengan aspal hendaknya dapat menjamin bahwa asumsi-asumsi rencana mengenai kadar aspal efektif (*Asphalt Content*), rongga udara (*air void*), stabilitas (*stability*), sampai batasan keelehan plastis (*flow*) benar-benar terpenuhi sesuai dengan persyaratan atau ketentuan sifat-sifat campuran yang telah ditetapkan. Ketentuan sifat-sifat campuran AC-Binder Course dapat dilihat pada Tabel 3.3

Tabel 3.3 Ketentuan sifat-sifat campuran Laston (AC)

Sifat – sifat Campuran		AC – WC
Rongga dalam campuran (VIM) (%)	Min	3
	Max	5
Rongga dalam Agregat (VMA) (%)	Min	14
Rongga terisi Aspal (%)	Min	65
Stabilitas Marshall (%)	Min	800
Pelelehan (mm)	Min	2
Marshall Quotient (kg/mm)	Max	4
	Min	250

Sumber : Bina Marga, 2010 revisi 3

3.4 AGREGAT

Agregat adalah bahan penyusun utama dalam perkerasan jalan. Mutu dari agregat akan sangat menentukan mutu dari perkerasan yang akan dihasilkan. Pengawasan mutu agregat dapat dilakukan dengan pengujian di laboratorium.

Agregat dalam campuran aspal berupa batu pecah, kerikil, pasir, atau komposisi material lainnya, baik merupakan hasil alam maupun hasil pengolahan (penyaringan/pemecahan) yang merupakan bahan utama konstruksi lapisan keras jalan dalam mendukung kekuatan (LASTON No. 13/PT/B/1983 DPU). Agregat dapat dibedakan berdasarkan beberapa hal.

3.4.1 Berdasarkan proses pengolahan

Pembagian agregat berdasarkan proses pengolahan dapat berupa agregat alam, agregat yang melalui proses pengolahan, dan agregat buatan.

a. Agregat Alam

Agregat alam adalah agregat yang dapat digunakan langsung sesuai dengan bentuk aslinya atau melalui sedikit pengolahan. Bentuk dari agregat alam ini tergantung dari proses terbentuknya yaitu melalui proses erosi dan degradasi. Aliran sungai yang menyebabkan erosi pada agregat akan mengakibatkan permukaannya menjadi licin, dan degradasi yang terjadi pada bukit-bukit akan menyebabkan agregat bersudut dan mempunyai permukaan yang kasar. Dua bentuk agregat alam yang sering digunakan adalah kerikil dan pasir.

b. Agregat yang melalui proses pengolahan

Agregat yang sering ditemui di alam masih banyak yang berbentuk batu gunung dan batu sungai dalam ukuran besar dan perlu dipecahkan sebelum digunakan sebagai agregat dalam konstruksi perkerasan. Tujuan dari pemecahan adalah untuk memperoleh bentuk partikel yang bersudut, diusahakan berbentuk kubus. Partikel kasar yang dihasilkan hendaknya mempunyai permukaan kasar sehingga menghasilkan gesekan yang baik, disamping itu gradasinya juga harus sesuai dengan yang diinginkan. Proses pemecahan agregat sebaiknya dilakukan dengan menggunakan mesin pemecah batu (*crusher stone*) sehingga partikel yang dihasilkan dapat terkontrol.

c. Agregat Buatan

Agregat buatan berupa mineral *filler* atau pengisi (partikel dengan ukuran $< 0,075$ mm), diperoleh dari hasil sampingan pabrik semen dan mesin pemecah batu.

3.4.2 Berdasarkan asal kejadiannya

Berdasarkan kejadian suatu agregat atau batuan dapat dibedakan atas batuan beku, batuan sedimen, dan batuan metamorf.

a. Batuan beku

Batuan beku adalah batuan yang berasal dari magma yang sudah mendingin atau membeku. Magma mengalami pendinginan dan membeku perlahan-lahan, bertekstur kasar dan dapat ditemui dipermukaan bumi karena

proses erosi dan gerakan bumi. Batuan beku jenis ini berupa batu granit, gabbro, diorite.

b. Batuan Sedimen

Batuan sedimen berasal dari campuran partikel mineral, sisa-sisa hewan dan tanaman, umumnya merupakan lapisan kulit bumi, hasil endapan di danau, di laut, dan sebagainya.

c. Batuan Metamorf

Batuan metamorf ini berasal dari batuan sedimen ataupun batuan beku yang mengalami proses perubahan bentuk karena adanya perubahan suhu dan tekanan dari kulit bumi, seperti batuan marmer, kuarsit dan sebagainya.

3.4.3 Berdasarkan besar partikel – partikel agregat

Berdasarkan besar ukuran butirannya agregat dapat dibedakan atas agregat kasar, agregat halus, dan bahan pengisi (*filler*). Batasan ukuran dari masing-masing agregat ini sering berbeda sesuai dengan institusi yang menentukannya.

Spesifikasi Umum 2010 membedakan agregat menjadi :

1. Agregat kasar

Agregat kasar adalah butiran yang tertahan saringan No. 4 (4,75 mm).

Fungsi agregat kasar dalam campuran aspal beton adalah :

- a. Memberikan stabilitas campuran dari kondisi saling mengunci dari masing-masing agregat kasar dan menahan suatu aksi pemindahan.
- b. Stabilitas ditentukan oleh bentuk dan tekstur permukaan agregat kasar.

Agregat yang digunakan dalam campuran aspal adalah batu pecah atau kerikil dalam keadaan kering.

Dengan persyaratan sebagai berikut (Spesifikasi Umum 2010 revisi 3) :

- 1) Fraksi agregat kasar untuk rancangan campuran adalah yang tertahan ayakan No.4 (4,75 mm) yang dilakukan secara basah dan harus bersih, keras, awet, dan bebas dari lempung atau bahan yang tidak dikehendaki lainnya.

- 2) Fraksi agregat kasar harus dari batu pecah mesin dan disiapkan dalam ukuran normal sesuai dengan jenis campuran yang direncanakan.
- 3) Agregat kasar harus mempunyai angularitas yang telah disyaratkan dalam tabel 3.4. Angularitas agregat kasar didefinisikan sebagai persen terhadap berat agregat yang lebih besar dari 4,75 mm dengan muka bidang pecah satu atau lebih
- 4) Agregat kasar untuk Latasir kelas A dan B dari kerikil yang bersih.
- 5) Fraksi Agregat kasar harus ditumpuk terpisah dan harus dipasok ke instalasi pencampuran aspal dengan menggunakan pemasok penampung dingin (*cold bin feeds*) sedemikian rupa sehingga gradasi gabungan agregat dapat dikendalikan dengan baik.

Tabel 3.4 Ketentuan Agregat Kasar

Pengujian		Standar	Nilai
Kekelehan bentuk agreg- gat terhadap larutan		Natrium sulfat	Maks.12%
		Magnesium sulfat	Maks.18 %
Abrasi dengan mesin Los Angeles	Campuran AC Modifikasi	100 Putaran	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 2439:2011	Min.95 %
Butir pecah pada agregat kasar		SNI 7619:2012	95/90
Partikel pipih dan lonjong		ASTM D4791 Perbandingan 1 : 5	Maks.10 %
Material lolos ayakan No. 200		SNI 03-4142-1996	Maks. 2%

Sumber : Bina Marga, 2010 revisi 3

2. Agregat halus

Agregat halus merupakan semua unsur yang lolos saringan No. 4 (4,75 mm) dan tertahan saringan No. 200 (0,075 mm).

Adapun syarat-syarat agregat halus antara lain :

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

Tabel 3.5 Ketentuan Agregat Halus

Pengujian	Standar	Nilai
Nilai Setara Pasir	SNI 03-4428-1997	Min.60 %
Angularitas dengan Uji kadar rongga	SNI-03-6877-2002	Min.45
Gumpalan lempung dan butir-butir mudah pecah dalam agregat	SNI-03-4141-1996	Maks.1 %
Agregat lolos ayakan No.200	SNI ASTM C117:2012	Maks.10 %

Sumber : Bina Marga, 2010 revisi 3

3. Bahan pengisi

Bahan pengisi (*filler*) yaitu bagian dari agregat halus atau material yang lolos saringan No. 200 (0,075 mm). Bahan pengisi yang ditambahkan harus terdiri dari debu batu (*stone dust*), abu batu kapur (*lime stone dust*), semen (*portland cement*), abu terbang, abu tanur, atau bahan non plastis lainnya. Bahan pengisi yang ditambahkan harus kering dan bebas dari gumpalan-gumpalan dan bahan lain yang tidak dikehendaki.

3.5 PEMERIKSAAN AGREGAT

Kualitas agregat yang akan digunakan sebagai bahan perkerasan jalan ditentukan dengan cara melakukan serangkaian pengujian sebagai berikut :

1. Analisa saringan

Perhitungan analisa saringan merupakan persentase berat benda uji yang tertahan di atas masing - masing saringan terhadap berat total benda uji. Dilakukan penyaringan terhadap masing-masing agregat, untuk mengetahui susunan butiran (*gradasi*) agregat kasar, agregat halus, dan *filler*.

2. Berat jenis dari agregat kasar dan terdiri dari :

- a) Berat jenis (*Bulk Specific Gravity*) adalah perbandingan antara berat agregat kering dan serta air suling yang isinya sama dengan isi agregat dalam keadaan jenuh pada suhu tertentu.
- b) Berat jenis kering permukaan jenuh (*Saturated Surface Dry*), yaitu perbandingan antara agregat kering permukaan jenuh dan berat air suling antara agregat kering permukaan jenuh dan berat air suling yang isinya sama dengan isi agregat dalam keadaan jenuh suhu tertentu.
- c) Berat jenis semu (*Apparent specific gravity*) adalah perbandingan antara berat agregat kering dan berat air suling yang isinya sama dengan isi agregat dalam keadaan kering pada suhu tertentu.
- d) Penyerapan (*Absorption*) adalah persentase berat air yang bisa diserap oleh pori terhadap berat agregat kering.

3. Kelekatan aspal terhadap agregat

Kelekatan aspal terhadap agregat adalah persentase dari perbandingan luas permukaan batuan yang terselimuti aspal, terhadap keseluruhan luas permukaan batuan.

4. Sand Equivalent (SE)

Sand equivalent adalah perbandingan antara skala agregat halus / pasir dengan skala lumpur.

3.5 KAPUR

Menurut Arbanus Malvin 1994, ada banyak jenis kapur yang dikenal Kapur untuk pertanian (*agricultur lime*) berupa kalsium Karbonat (CaCO_3), kapur terpadam (*hydrated lime*) dan *Quick Lime* atau *calcium Oxide* CaO . Dalam penelitian ini kapur yang digunakan untuk campuran aspal adalah *Calcium Hydrixid* Ca(OH)_2 .

Kapur untuk bangunan dibagi dalam 2 macam berdasarkan penggunaan yaitu kapur pemutih dan kapur aduk. Kedua macam kapur ini biasanya terdapat dalam bentuk kapur kapur tohor, maupun kapur padam (PUBI, 1982).

Kapur dapat diklasifikasikan sebagai berikut ini (PUBI, 1982)

a. Kapur Tohor

adalah hasil pembakaran batu alam yang komposisinya sebagian besar Calcium Carbonat (CaCO_3), pada suhu sedemikian tinggi, sehingga jika diberi air dapat tepadamkan atau dapat bersenyawa dengan H_2O membentuk hidrat

b. Kapur padam

Adalah hasil pemadaman kapur tohor dengan air dan membentuk hidrat

c. Kapur udara adalah kapur padaman yang apabila diaduk dengan air setelah beberapa waktu akan mengeras di udara karena pengikatan Karbondioksida(CO_2)

d. Kapur Hidrolis

adalah kapur padam yang apabila diaduk dengan air akan mengeras baik di udara maupun dalam air.

e. Kapur Magnesia

adalah kapur yang mengandung lebih dari 5% magnesia oksida (Mgo) dihitung dari contoh kapur yang dipijarkan.

3.7 SEMEN

Semen berasal dari bahasa latin *caementum* yang berarti bahan perekat. Secara sederhana, definisi semen adalah bahan perekat atau lem, yang bisa merekatkan bahan – bahan material lain seperti batu bata dan batu koral hingga bisa membentuk sebuah bangunan. Sedangkan dalam pengertian secara umum semen diartikan sebagai bahan perekat yang memiliki sifat mampu mengikat bahan – bahan padat menjadi satu kesatuan yang kompak dan kuat. (Bonardo Pangaribuan, Holcim).

Semen yang digunakan sebagai bahan pengisi (*filler*) pada campuran aspal adalah semen portland, berupa semen hidrolik yang berfungsi sebagai bahan perekat bahan susun beton. Semen portland yang pada awalnya ditemukan di dekat kota Dorset, Inggris, adalah bahan yang umumnya digunakan untuk keperluan tersebut (Dipohusodo, 1999).

Kandungan semen Portland ialah: Kapur, silica dan alumina, ketiga bahan dasar tadi dicampur dan dibakar dengan suhu 150°C dan menjadi klinker. Setelah itu kemudian dikeluarkan, didinginkan dan dihaluskan sampai halus seperti bubuk. Biasanya ditambahkan gips atau kalsium sulfat (CaSO_4) kira-kira sampai 4 % sebagai bahan pengontrol waktu pengikatan. Bahan tambahan kadang-kadang ditambahkan pula untuk membentuk semen khusus, misalnya: kalsium klorida ditambahkan untuk menjadi semen yang cepat mengeras (Tjokrodimuljo, 1992).

Berdasarkan Standar Nasional Indonesia (SNI) nomor 15-2049-2004, semen Portland adalah semen hidrolisis yang dihasilkan dengan cara menggiling terak (*Clinker*) portland terutama yang terdiri dari kalsium silikat (xCaO.SiO_2) yang bersifat hidrolis dan digiling bersama-sama dengan bahan tambahan berupa satu atau lebih bentuk kristal senyawa kalsium sulfat ($\text{CaSO}_4.\text{xH}_2\text{O}$) dan boleh ditambah dengan bahan tambahan lain.

3.8 GRADASI AGREGAT

Gradasi adalah susunan butir agregat sesuai dengan ukuran saringannya, diperoleh melalui pemeriksaan analisa saringan. Ukuran saringan dalam ukuran panjang menunjukkan ukuran bukaan saringan dan nomor saringan menunjukkan banyaknya bukaan saringan dalam 1 inci panjang. Gradasi atau distribusi partikel-partikel berdasarkan ukuran agregat merupakan hal yang penting dalam menentukan stabilitas perkerasan. Gradasi agregat juga mempengaruhi besarnya rongga antar butir yang akan menentukan stabilitas dan kemudahan dalam pelaksanaan.

Gradasi agregat dapat dikelompokkan kedalam agregat bergradasi baik dan agregat bergradasi buruk.

3.8.1 Agregat bergradasi baik

Agregat bergradasi baik adalah agregat yang ukuran butirannya terdistribusi merata dalam satu rentang ukuran butiran. Campuran agregat yang bergradasi baik akan memiliki rongga udara yang sedikit, mudah dipadatkan, yang mempunyai stabilitas yang tinggi.

Berdasarkan ukuran agregat yang dominan dalam campuran maka agregat yang bergradasi baik dapat dibedakan atas :

a. Agregat bergradasi kasar

Adalah agregat yang bergradasi baik yang mempunyai susunan ukuran menerus dari ukuran kasar sampai ukuran halus, tapi dominan berukuran kasar.

b. Agregat bergradasi halus

Adalah agregat yang bergradasi baik yang mempunyai susunan ukuran menerus dari ukuran kasar sampai ukuran halus, tapi dominan berukuran halus.

3.8.2 Agregat bergradasi buruk

Gradasi buruk ini tidak memenuhi persyaratan gradasi baik. Gradasi ini dibedakan menjadi tiga macam yaitu gradasi seragam, terbuka, senjang.

- a. Gradasi seragam adalah gradasi dengan ukuran yang hampir sama/ sejenis atau mengandung agregat halus yang sedikit jumlahnya sehingga tidak dapat mengisi rongga antar agregat.
- b. Gradasi terbuka adalah agregat yang distribus ukuran butiran sedemikian rupa sehingga pori-pori tidak terisi dengan baik.
- c. Gradasi senjang merupakan campuran agregat yang tidak memenuhi dua kategori diatas. Agregat bergradasi senjang umumnya digunakan untuk lapisan perkerasan lentur yang merupakan campuran agregat dengan satu fraksi hilang, satu fraksi sedikit sekali. Agregat dengan gradasi senjang akan melapisi perkerasan dengan mutunya terletak antara kedua jenis diatas.

3.8.3 Persyaratan Gradasi Campuran

Gradasi yang dipakai sebagai material campuran perkerasan jalan haruslah memenuhi persyaratan sifat dan gradasi agregat yang telah ditetapkan dalam buku spesifikasi pekerjaan jalan atau ditetapkan oleh badan yang berwenang. Dalam penelitian ini menggunakan agregat yang bergradasi halus. Persyaratan campuran gradasi *Aspal Concrete Binder Course* (AC-BC) menurut Bina Marga 2010, revisi 3 tercantum dalam tabel berikut ini.

Tabel 3.6 Spesifikasi Gradasi Agregat AC *Binder Course*

No. Saringan	Ukuran Saringan (mm)	Gradasi Halus AC-BC	Gradasi Kasar AC-BC
1	2	3	4
1"	25,4	100	100
3/4"	19,1	90-100	90-100
1/2"	12,7	74-90	71-90
3/8"	9,5	64-82	58-80
#4	4,75	47-64	37-56
#8	2,38	34,6-49	23-34,6

Tabel 3.4 (Lanjutan)

1	2	3	4
#16	1,18	28,3-38	15-22,3
#30	0,60	20,7-28	10-16,7
#50	0.30	13,7-20	7-13,7
#100	0,15	4-13	5-11
#200	0,075	4-8	4-8

Sumber : Bina Marga, 2010 revisi 3

3.9 KARAKTERISTIK CAMPURAN

Aspal dipergunakan pada kontruksi perkerasan jalan berfungsi sebagai bahan pengikat, akan memberikan ikatan yang kuat antara aspal dengan agregat dan aspal itu sendiri. Sebagai bahan pengisi, aspal akan mengisi rongga antaran butiran agregat dan pori yang ada dari agregat (Silvia Sukirman, 1999). Karakteristik campuran panas agregat aspal dapat diukur dari sifat-sifat *Marshall* yang ditunjukkan pada nilai-nilai sebagai berikut :

1. Stabilitas

Stabilitas adalah kemampuan lapisan perkerasan untuk menerima beban lalu lintas tanpa terjadi perubahan bentuk tetap, seperti gelombang, alur atau bleeding. Jalan dengan lalu lintas yang tinggi menuntut nilai stabilitas yang lebih besar bila dibandingkan dengan jalan yang mempunyai volume lalu lintas rendah, atau hanya terdiri dari kendaraan penumpang saja. Stabilitas yang terlalu tinggi menyebabkan lapisan perkerasan ,menjadi kaku dan cepat mengalami retak, karena volume antar agregat berkurang yang pada akhirnya akan menyebabkan kadar aspal yang dibutuhkan rendah. Stabilitas terjadi dari daya gesek atau geseran antar butiran agregat, penguncian antar partikel dan daya ikat yang baik dari lapisan aspal.

Stabilitas yang tinggi dapat dicapai dengan mengusahakan penggunaan:

- a) Agregat dengan gradasi rapat
- b) Agregat dengan gradasi kasar

- c) Agregat berbentuk kubus
- d) Aspal dengan penetrasi yang rendah
- e) Aspal dengan jumlah yang mencukupi untuk ikatan antar butiran.

2. **Durabilitas**

Durabilitas adalah gaya tahan/keawetan terhadap kemampuan lapis keras untuk menahan terjadinya disintegrasi karena pengaruh cuaca dan lalu lintas. Durabilitas dapat ditingkatkan dengan jumlah aspal yang tinggi, gradasi yang rapat, serta pemadatan yang memenuhi syarat.

3. **Fleksibilitas**

Fleksibilitas adalah kemampuan pada lapisan perkerasan untuk menyesuaikan perubahan bentuk yang terjadi pada lapisan dibawahnya tanpa mengalami keretakan. Sifat fleksibilitas bertolak belakang dengan sifat stabilitas, oleh karena itu kedua sifat tersebut diupayakan mencapai tingkat optimum dalam perencanaan. Meningkatnya fleksibilitas campuran aspal dapat dilakukan dengan menambah kadar aspal, mempertinggi dektalitas, mengurangi tebal lapisan keras dan menggunakan gradasi agregat relatif terbuka.

4. **Skid Resistensi (kekesatan)**

Kekesatan adalah kemampuan lapisan permukaan/surface yang berkaitan dengan lapisan keras tersebut untuk melayani arus lalu lintas kendaraan yang lewat di atasnya tanpa terjadi *skidding/slipping* pada saat kondisi permukaan basah. Nilai kekesatan yang tinggi didapat dengan cara menggunakan agregat dengan tekstur permukaan yang kasar dan nilai abrasi yang rendah. Pemakaian aspal yang berlebihan dalam campuran dapat menyebabkan *bleeding/slipping* pada sisi permukaan.

5. **Fatigue Resistance (ketahanan terhadap kekelahan)**

Ketahanan terhadap kekelahan adalah kemampuan lapis untuk menahan lendutan berulang-ulang dari roda kendaraan yang melintasi lapisan perkerasan tanpa mengalami keretakan. Kuantitas aspal berpengaruh besar terhadap sifat *fatigue resistance* lapisan perkerasan, semakin banyak

kandungan aspalnya maka semakin besar nilainya. Campuran dengan gradasi rapat memiliki sifat ketahanan terhadap kekelahan yang relatif tinggi disbanding dengan campuran yang bergradasi terbuka.

6. *Workabilitas*

Workabilitas atau kemudahan dalam pelaksanaan merupakan hal utama dalam proses penghamaparan dan pemadatan. Dimungkinkan terjadi perbedaan hasil pengujian di laboatorium dengan pelaksanaan di lapangan. Setiap perbaikan yang dilakukan di lapangan harus segera dilakukan secara efektif dan efisien.

3.10 KARAKTERISTIK MARSHALL

Karakteristik campuran panas agregat aspal dapat diukur dari sifat-sifat Marshall yang ditunjukkan pada nilai-nilai sebagai berikut :

1. *Stability/ stabilitas*

Stabilitas merupakan kemampuan lapis keras untuk menahan deformasi akibat beban lalu lintas yang bekerja di atasnya tanpa mengalami perubahan bentuk tetap, seperti gelombang, alur dan naiknya aspal ke permukaan.

2. *Void in Minerale Aggregate (VMA)*

VMA adalah rongga udara antara butir agregat dalam campuran agregat aspal padat, termasuk rongga udara dan kadar aspal efektif, yang merupakan persen volume rongga di dalam agregat yang terisi oleh aspal, dinyatakan dalam persen terhadap total volume.

3. *Void in The Mix (VITM)*

VITM merupakan persentasi rongga yang terdapat dalam rongga campuran.

4. *Void Filled With Asphalt (VFWA)*

VFWA merupakan persentasi rongga terisi aspal pada campuran setelah mengalami proses pemadatan.

5. *Flow/ Kelelehan*

Kelelehan adalah besarnya deformasi vertical sample yang terjadi pada awal pembebanan sehingga stabilitas menurun, yang menunjukkan besarnya

deformasi yang terjadi pada lapisan perkerasan akibat menahan beban yang diterimanya.

6. *Marshall Quotient*

Marshall Quotient merupakan hasil bagi antara stabilitas dengan flow

7. *Kepadatan/ Density*

Density merupakan tingkat kerapatan campuran setelah campuran dipadatkan.

Dari hasil pengujian campuran aspal panas tersebut maka dikoreksi dengan angka koreksi *Stability* seperti Table 3.5

Tabel 3.7 Koreksi Stability

VOLUME	TINGGI (Cm)	KOREKSI
457 – 470	5,72	1,19
471 – 482	5,87	1,14
483 – 495	6,03	1,09
496 – 508	6,19	1,04
509 – 522	6,35	1,00
523 – 535	6,40	0,96
536 – 545	6,51	0,93
547 – 559	6,67	0,89
560 – 573	6,83	0,86
574 – 585	7,14	0,83

Sumber : Buku Panduan Praktikum Aspal/ Jalan Raya

KALIBRASI ALAT = 23,492 kg

3.11 CARA ANALISIS

Data-data yang diperoleh dari *test* Laboratorium dianalisis dengan rumus-rumus berikut ini.

1. Berat Jenis

A. Berat jenis agregat kasar dengan rumus sebagai berikut ini.

$$a) \text{ Berat Jenis} = \frac{Bk}{(Bj - Bk)} \quad (3.3)$$

$$b) \text{ Berat Jenis Kering Permukaan} = \frac{Bk}{(Bj - Ba)} \quad (3.4)$$

$$c) \text{ Berat Jenis Semu} = \frac{Bk}{(Bk - Ba)} \quad (3.5)$$

$$d) \text{ Penyerapan} = \frac{Bj - Bk}{Bk} \times 100\% \quad (3.6)$$

Dimana :

Bj = berat benda uji kering oven (gram)

Bk = berat benda uji kering permukaan jenuh (gram)

Ba = berat benda uji kering permukaan jenuh di dalam air (gram)

B. Berat jenis agregat halus dengan rumus sebagai berikut :

$$a) \text{ Berat Jenis} = \frac{Bk}{(B + 500 - Bt)} \quad (3.7)$$

$$b) \text{ Berat Jenis Kering Permukaan} = \frac{500}{(B + 500 - Bt)} \quad (3.8)$$

$$c) \text{ Berat Jenis Semu} = \frac{Bk}{(B + Bk - Bt)} \quad (3.9)$$

$$d) \text{ Penyerapan} = \frac{500 - Bk}{Bk} \times 100\% \quad (3.10)$$

Dimana :

500 = Berat benda uji (gram)

Bk = Berat benda uji kering oven (gram)

B = Berat Piknometer dan berat air (gram)

Bt = Berat Piknometer berisi benda uji dan air (gram)

C. Berat Jenis Bulk Gabungan (U)

$$= \frac{100}{\left(\frac{a}{Bja_{Bulk}}\right) + \left(\frac{b}{Bjb_{Bulk}}\right) + \left(\frac{c}{Bjc_{Bulk}}\right) + \left(\frac{d}{Bjd_{Bulk}}\right)} \quad (3.11)$$

D. Berat Jenis Apparent Gabungan (App)

$$= \frac{100}{\left(\frac{a}{Bja_{App}}\right) + \left(\frac{b}{Bjb_{App}}\right) + \left(\frac{c}{Bjc_{App}}\right) + \left(\frac{d}{Bjd_{App}}\right)} \quad (3.12)$$

E. Berat Jenis Efektif (V)

$$= \frac{U + App}{2} \quad (3.13)$$

Dari data tersebut diperoleh harga *Density*, *Stabilitas*, *Marshall Quotient*

2. Kelelehan (Flow)

Nilai flow = r didapat dari pembacaan arloji flow yang menyatakan deformasi benda uji dalam satuan 0,01 mm

3. Stabilitas

Nilai stabilitas dari benda uji didapat dari pembacaan arloji stabilitas alat tekan *Marshall*. Angka ini dikoreksi dengan angka kalibrasi alat dan angka koreksi ketebalan benda uji.

Rumus stabilitas adalah :

$$Q = P \times 0 \times \text{koreksi volume benda uji} \quad (3.14)$$

Dimana : P = kalibrasi proving ring pada 0

0 = nilai pembacaan arloji stabilitas

4. Marshall Quotient

Perhitungan nilai *Marshall Quotient* didasarkan atas rumus

$$MQ = S/r \quad (3.15)$$

Dimana : S = Nilai stabilitas terpasang (Kg)

r = Nilai kelelehan (mm)

MQ = Nilai *Marshall Quotient* (kg/mm)

5. Density

Nilai density dihitung dengan rumus :

$$g = c/f \quad (3.16)$$

Dimana : $f = d - e \quad (3.17)$

c = Berat benda uji sebelum direndam (gram)

d = Berat benda uji jenuh air (gram)

e = Berat benda uji dalam air (gram)

f = Isi benda uji (ml)

g = Berat isi benda uji (gram/ml)

6. *Void in The Mix (VIM)*

VIM adalah nilai prosentase rongga udara yang ada dalam campuran, didapat dengan rumus sebagai berikut :

$$VIM = 100 - i - j \quad (3.18)$$

Dimana : i = Prosentase volume aspal

j = Prosentase volume agregat

7. *Void Filled With Asphalt (VFA)*

VFA adalah nilai prosentase rongga yang terisi aspal efektif, didapat dari rumus sebagai berikut :

$$VFA = i/I \quad (3.19)$$

Dimana : i = Persentase volume aspal

I = Persentase rongga agregat

8. *Void In The Mineral Aggregate (VMA)*

VMA adalah nilai persentase rongga udara yang ada diantara butir agregat dalam campuran, dengan rumus berikut ini

$$VMA = 100 - j \quad (3.20)$$

Dimana : j = Persentase volume agregat



BAB IV

METODE PENELITIAN

4.1 Lokasi Penelitian

Penelitian dilakukan di Laboraturium Teknik Sipil (Transportasi) Universitas Islam Riau, tepatnya disebelah kanan Fakultas Teknik Universitas Islam Riau

4.2 Bahan Penelitian

Material yang digunakan dalam penelitian ini antara lain :

- a. Agregat kasar, agregat sedang, abu batu dan pasir yang digunakan berasal dari *Quarry* Kampar.
- b. Kapur dan Semen yang dijual di toko bangunan.
- c. Bahan bakar pertamax plus.
- d. Aspal.

4.3 Peralatan Penelitian

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain:

1. Peralatan Pengujian Analisa saringan

- a. Mesin pengguncang saringan
- b. Saringan satu set mulai dari ukuran saringan 3/4", 1/2", 3/8", No. 4, No. 8, No. 16, No. 30, No. 50, No. 100, No. 200.
- c. *Pan* dan *Cover* (Penutup).
- d. Timbangan dengan ketelitian 0,2 gram dari berat benda uji.
- e. Oven yang dilengkapi dengan pengatur suhu.
- f. Wadah plastik, kuas dan sikat.



Gambar 4.1 Alat Pengujian Analisa Saringan

2. Peralatan Pengujian Berat Jenis

A. Pengujian Berat Jenis Agregat Kasar dan Agregat Sedang

Peralatan :

1. Timbangan dengan kapasitas 20 kg yang dilengkapi dengan alat penggantung keranjang dan ketelitian 0,1 dari berat benda uji.
2. Keranjang kawat.
3. Oven yang dilengkapi dengan pengatur suhu.
4. Saringan No. 4 (4,75 mm).



Gambar 4.2 Alat Pengujian Berat Jenis Agregat Kasar dan Sedang

B. Pengujian Berat Jenis Agregat Halus

Peralatan :

1. Timbangan dengan ketelitian 0,1 gram dan kapasitas 3 kg.
2. Labu ukur (*Picnometer*) 500 milliliter.
3. Kerucut Kuningan (*Cone*) dengan diameter bagian atas (40 ± 3) mm dan diameter bagian bawah (90 ± 3 mm) dan tinggi (75 ± 3 mm).
4. Batang penumbuk (*Tamper*) dengan berat (340 ± 15) gram, diameter permukaan penumbuk (20 ± 3) mm.
5. Saringan No. 4 (4.75 mm).
6. Oven yang dilengkapi pengatur suhu.
7. Sendok pengaduk, wadah plastik.



Gambar 4.3 Alat Pengujian Berat Jenis Agregat Halus

3. Peralatan Pembuatan Benda Uji atau Briket Aspal

- a. Tiga buah cetakan benda uji (*Mold*) yang berdiameter 10 cm (4 inchi) dan tinggi 7,5 cm (3 inchi) lengkap dengan plat dan leher sambung.
- b. Alat pengeluar benda uji (*Ekstruder*) untuk benda uji yang telah dikeluarkan dari dalam cetakan benda uji.
- c. Penumbuk yang memiliki permukaan tumbuk rata berbentuk silinder dengan berat 4,536 Kg (10 pound) dan tinggi jatuh bebas 45,7 cm (18").
- d. Silinder cetakan benda uji.
- e. Oven yang dilengkapi dengan pengatur suhu.
- f. Landasan pemadat.
- g. *Thermometer* untuk menentukan suhu pemanasan dan suhu pemadatan.
- h. Kompor untuk memanasi campuran material.
- i. Wadah/cawan untuk mengaduk.
- j. Sendok pengaduk.
- k. Spatula (pisau pengaduk dari baja).



Gambar 4.4 Alat Pembuatan Benda Uji

4. Peralatan Pengujian Marshall

- a. Mesin tekan lengkap dengan :
 - 1) Kepala penekan berbentuk lengkung.
 - 2) Cincin penguji yang berkapasitas 2500 kg / 5000 pound dengan ketelitian 0,0025 cm (0,001 inchi).
 - 3) Arloji kelelahan dengan ketelitian 0,25 cm (0,01 inchi) dengan perlengkapannya.
- b. Bak perendam (*water bath*) yang dilengkapi dengan pengatur suhu minimal 30°C.
- c. Timbangan yang dilengkapi penggantung benda uji berkapasitas 2 kg dengan ketelitian 0,1 gram



Gambar 4.5 Alat Pengujian Marshall

5. Peralatan pengujian Ekstraksi

- a. *Centrifuge Extractor*
- b. Gelas Ukur 500 ml
- c. Saringan Ekstraksi atau Kertas filter
- d. Timbangan dengan ketelitian 0,01 gram
- e. Talam-talam
- f. Baskom



Gambar 4.6 Alat Pengujian Ekstraksi

4.4 Tahapan Penelitian

Tahapan pelaksanaan penelitian akan dilakukan secara garis besar dan secara detail adalah sebagai berikut :

1. Persiapan

Dalam melaksanakan penelitian ini perlu dilakukan persiapan diantaranya perizinan pemakaian laboratorium, pengumpulan bahan atau mengambil sampel material, persiapan alat penelitian dan persiapan blanko isian data.

2. Pengujian Material

Adapun pengujian material terdiri dari analisa saringan, berat jenis dan penyerapan keausan agregat.

3. Perencanaan Campuran Aspal

Adapun metode yang dilakukan dalam perencanaan rancangan campuran aspal ini berdasarkan Metode Coba (*Trial Mixes*) dengan

memperhitungkan jumlah kadar aspal yang dibutuhkan dalam merencanakan campuran aspal yang akan kita inginkan.

4. Pembuatan Benda Uji

Pembuatan benda uji terlebih dahulu disiapkan agregat dan aspal sesuai jumlah benda uji yang akan dibuat, benda uji yang dibuat sebanyak 15 sampel.

5. Pengujian *Marshall*

Setelah pembuatan sampel sebanyak 15 lalu dilakukan *test marshall* untuk mencari kadar aspal optimum.

6. Mencari Kadar Aspal Optimum

Setelah kadar aspal optimum terpilih masing-masing kadar aspal dibuat 3 buah benda uji per masing-masing sampel dan dua sampel ditambahkan *filler* kapur dan semen sebanyak 2% per sampel.

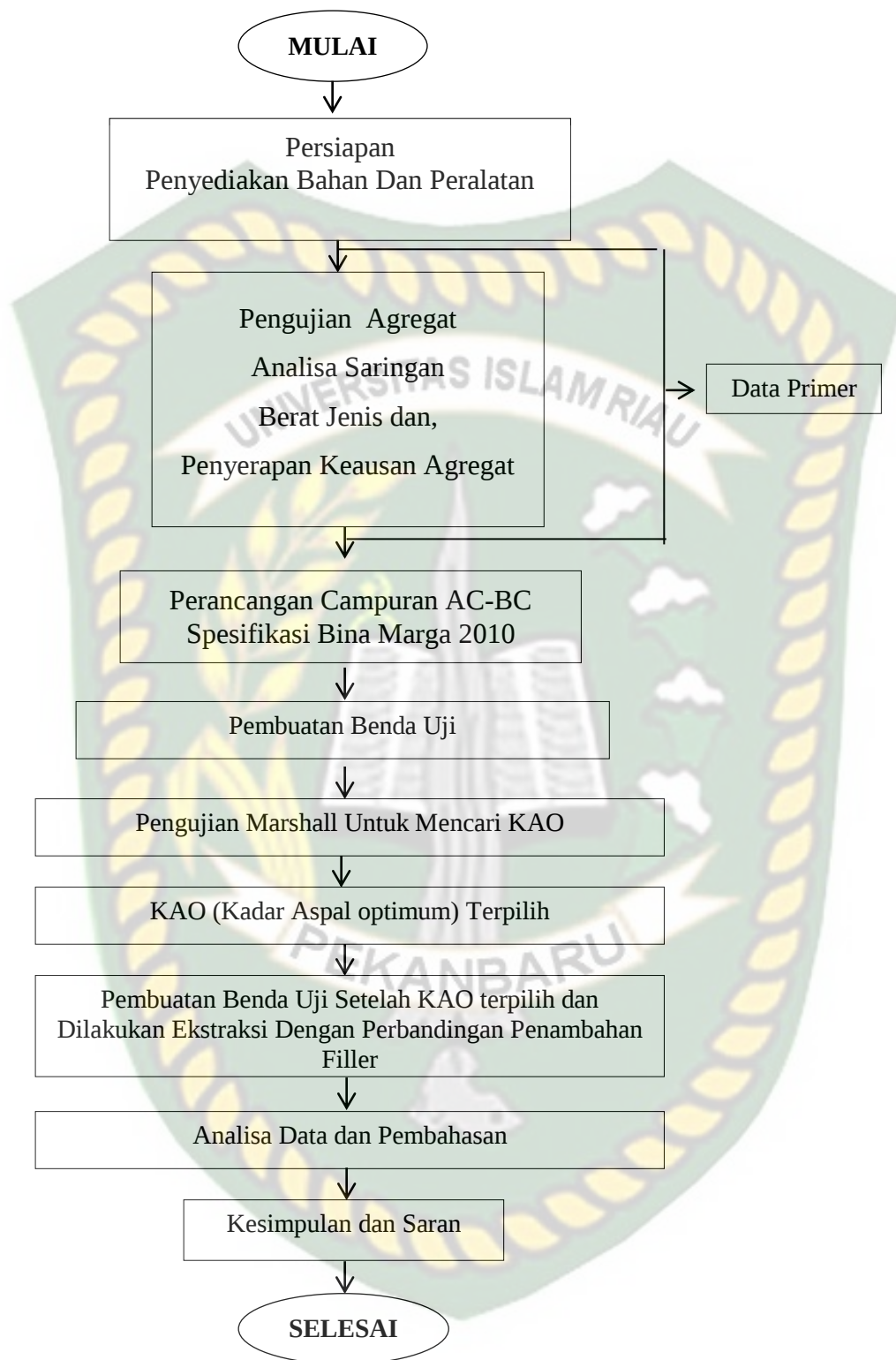
7. Analisa Data dan Pembahasan

Analisa data didapatkan setelah pengujian masing- masing sampel

8. Kesimpulan dan Saran

Setelah dilakukan analisa data dan didapatkan hasil dari penelitian barulah kesimpulan dan saran didapatkan.

Untuk lebih jelasnya langkah-langkah dari penelitian tersebut dapat dilihat pada gambar 4.6 bagan alir penelitian berikut ini.



Gambar 4.7 Bagan Alir Penelitian

4.5 Pengujian Material

Pengujian material adalah melakukan pemeriksaan terhadap material-material yang digunakan untuk pembuatan bahan campuran, agar dapat diketahui sifat-sifat material tersebut, baik untuk agregat maupun aspal. Pengujian agregat yang dilakukan antara lain :

4.5.1 Prosedur Pengujian Analisa Saringan

Pengujian ini dimaksudkan untuk menentukan pembagian butir (gradasi) baik agregat kasar, medium, sedang, halus, dan pasir dengan menggunakan saringan. Pengujian Analisa Saringan Untuk Agregat Kasar dan Agregat Halus mengacu pada AASHTO T 27- 88 atau SNI. 03-1969-1990. Langkah-langkah pengujiannya adalah sebagai berikut:

- a) Ambil contoh material secukupnya untuk pembagian butir material secara merata. Timbang contoh material yang akan digunakan, kemudian keringkan dengan oven pada suhu $(110 \pm 5)^{\circ}\text{C}$ sampai beratnya tetap.
- b) Susun saringan pada mesin penguncang yang paling bawah adalah PAN kemudian saringan dengan lubang terkecil dan seterusnya sampai saringan dengan lubang yang terbesar. Saringan diguncang dengan tangan atau mesin pengguncang selama 15 menit.
- c) Biarkan selama 5 menit untuk memberi kesempatan debu-debu mengendap. Berat yang tertahan pada masing-masing saringan ditimbang.
- d) Kemudian dihitung persentase berat uji yang tertahan pada masing-masing saringan.

4.5.2 Prosedur Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan

Pengujian berat jenis dan penyerapan (*Absorption*) dilakukan terhadap agregat kasar dan agregat halus. Berat Jenis ini digunakan untuk mendapatkan berat jenis efektif dari campuran aspal. Pengujiaannya memakai standar percobaan SNI. 03-1969-1990 (AASHTO T 85-74) untuk agregat kasar, SNI. 03-1970-1990 (AASHTO T 84-74) untuk pemeriksaan agregat halus. Langkah-langkah pengujiannya adalah sebagai berikut:

A. Pengujian Berat Jenis Agregat Kasar dan Agregat Sedang (SNI. 03-1969-1990 /AASHTO T 85-74)

Benda Uji adalah agregat yang tertahan pada saringan No. 4 (4,75 mm) sebanyak lebih kurang 3 kg.

- 1) Cuci benda uji untuk menghilangkan, debu atau bahan-bahan lainnya yang melekat pada permukaan benda uji.
- 2) Benda uji kemudian dikeringkan dalam oven pada suhu $(110 \pm 5) ^\circ\text{C}$, sampai berat tetap.
- 3) Dinginkan benda uji pada suhu ruang selama 1 – 3 jam dan timbang dengan ketelitian 0,5 gram (Bk).
- 4) Benda uji direndam dalam air lebih kurang 24 jam pada suhu ruang.
- 5) Letakkan benda uji di dalam keranjang kawat, guncangkan keranjang untuk mengeluarkan udara yang tersekap, tentukan beratnya dalam air, ukur suhu air untuk penyesuaian perhitungan kepada suhu standar ($25 ^\circ\text{C}$) (Ba).
- 6) Keluarkan benda uji dari air, keringkan dengan menggunakan lap hingga mencapai keadaan kering permukaan jenuh (SSD), untuk agregat butiran besar pengeringan dilakukan satu per satu.
- 7) Timbang benda uji kering permukaan jenuh tersebut. (Bj).

B. Pengujian Berat Jenis Agregat Halus (AASHTO T 84-74)

- 1) Keringkan benda uji yaitu agregat hasil dari saringan No. 4 (4,75 mm) pada suhu 110°C sampai berat tetap, berat tetap apabila tidak terjadi penurunan / perubahan kadar air lebih besar dari pada 1 %.
- 2) Dinginkan pada suhu ruang, kemudian rendam dalam air selama 24 jam.
- 3) Buang air perendam dengan hati-hati jangan sampai ada butiran yang hilang, tebarkan agregat diatas talam dan keringkan dengan cara diangin-anginkan sambil dibalik-balik sampai mencapai kondisi kering permukaan jenuh (SSD).
- 4) Kemudian periksa keadaan kering permukaan jenuh dengan mengisi benda uji ke dalam kerucut pancung. Padatkan dengan batang

penumbuk sebanyak 9 tumbukan untuk 1/3 lapis pertama, 8 tumbukan untuk 1/3 lapis kedua dan 8 tumbukan untuk lapis terakhir (jumlah tumbukan total 25 tumbukan), angkat kerucut tersebut, keadaan kering permukaan jenuh tercapai apabila benda uji runtuh tetapi masih dalam keadaan tercetak.

- 5) Setelah tercapai keadaan kering permukaan jenuh, masukkan 500 gram benda uji ke dalam piknometer, tambahkan air suling ke dalam piknometer hingga benda uji terendam, putar sambil diguncang sampai tidak terlihat gelembung udara. Untuk mempercepat proses ini dapat digunakan pompa udara.
- 6) Tambahkan air suling sampai mencapai tanda batas leher piknometer, rendam Piknometer dalam air selama 24 jam.
- 7) Timbang piknometer berisi dan benda uji sampai ketelitian 0.1 gram (Bt).
- 8) Keluarkan benda uji dan keringkan dalam oven pada suhu (110 ± 5 °C).
- 9) Tentukan berat piknometer berisi air penuh dan ukur air untuk penyesuaian dengan suhu standar (25 °C).

4.5.3 Perancangan Proporsi Dari Masing-Masing Fraksi Agregat

Sebelum pelaksanaan pembuatan benda uji perlu kiranya memperhitungkan jumlah agregat yang dibutuhkan dari masing-masing fraksi agregat. Metode yang digunakan dalam menentukan proporsi masing-masing agregat adalah dengan metode Matriks. Rancangan dilakukan berdasarkan gradasi dari masing-masing fraksi agregat yang akan dicampur, hasil dari rancangan tersebut harus dicek dan dievaluasi kembali sehingga diperoleh proporsi campuran yang optimal.

4.5.4 Prosedur Pembuatan Benda Uji atau Briket Aspal

Untuk pembuatan benda uji terlebih dahulu disiapkan agregat dan aspal sesuai jumlah benda uji yang akan dibuat. Benda uji dibuat sebanyak 15 sampel untuk mencari kadar aspal optimum. Setelah dapat kadar aspal optimum masing-

masing kadar aspal dibuat 3 buah benda uji dengan ditambah *filler* kapur dan semen. Langkah-langkah pengujiannya adalah sebagai berikut:

- a) Menimbang fraksi agregat dengan ukuran yang telah ditentukan. Untuk tiap benda uji diperlukan agregat yang telah digradasi sebanyak ± 1200 gram, sehingga menghasilkan tinggi benda uji kira-kira $6,35 \text{ cm} \pm 0,125 \text{ cm}$.
- b) Keringkan semua fraksi agregat tersebut sampai beratnya tetap pada suhu $105 \pm 5 \text{ }^{\circ}\text{C}$.
- c) Panaskan agregat $140 \text{ }^{\circ}\text{C}$ diatas suhu campuran, sementara itu panaskan aspal.
- d) Tuangkan aspal yang telah ditentukan, pencampuran dilakukan sampai temperatur aspal menunjukkan suhu $160 \text{ }^{\circ}\text{C}$. Kemudian aduklah hingga merata.
- e) Bersihkan perlengkapan cetakan benda uji (*mold*) serta bagian muka penumbuk dengan seksama dan panaskan pada suhu antara $93,3 \text{ }^{\circ}\text{C}$ (*Mold*) dan $148,9 \text{ }^{\circ}\text{C}$ (*Hammer*).
- f) Letakkan cetakan (*Mold*) di atas landasan pematat, lakukan pemadatan sebanyak 75 kali dengan tinggi jatuh *hammer* 45 cm, pada suhu campuran agregat aspal $140 \text{ }^{\circ}\text{C}$ Selama pemadatan tahanlah agar sumbu palu pemadat selalu tegak lurus pada alat cetakan.
- g) Lepaskan keping alas dan lehernya, balikkan cetakan (*Mold*) yang berisi benda uji, pasang kembali perlengkapannya. Setelah itu lakukan pemadatan kembali sebanyak 75 kali.
- h) Setelah pemadatan selesai, lepaskan keping alas dan keluarkan benda uji tersebut dengan *extruder*, letakkan benda uji di atas permukaan yang rata, biarkan selama $\pm 24 \text{ jam}$ pada suhu ruang.

4.5.5 Prosedur Pengujian Marshall

Pengujian *marshall* dilakukan untuk mendapatkan Stabilitas dan Kelelahan (*Flow*) Benda Uji dengan mengikuti prosedur SNI 06-2489-1991 Atau AASHTO T245-90. Penimbangan yang dibutuhkan berkaitan dengan perhitungan

sifat volumetrik campuran dilakukan terlebih dahulu sebelum uji *Marshall*. Langkah-langkah pengujiannya adalah sebagai berikut:

1. Bersihkan benda uji dari kotoran – kotoran yang menempel.
2. Beri tanda pengenal pada tiap benda uji.
3. Timbanglah benda uji
4. Rendam dalam air selama ± 24 jam pada suhu ruang
5. Timbang dalam air untuk mendapatkan isi
6. Timbang benda uji dalam kondisi kering permukaan jenuh.
7. Rendam benda uji dalam *water bath* selama 30 menit dengan suhu tetap $(60 \pm 1)^{\circ} \text{C}$.
8. Keluarkan benda uji dari *water bath* dan letakkan pada segmen bawah kepada penekan kemudian pasang segmen atas di atas benda uji dan letakkan keseluruhannya dalam mesin penguji.
9. Pasang arloji kelelahan pada kedudukannya pada salah satu batang penuntun dan atur kedudukan jarum penunjuk pada angka nol, sementara selubung tangkai arloji dipegang teguh pada segmen atas kepala penekan. Tekan selubung tangkai arloji kelelahan tersebut pada segmen atas dari kepala penekan selama pembebanan berlangsung.
10. Sebelum pembebanan dilakukan, kepala penekan beserta benda uji dinaikkan hingga menyentuh alas cincin penguji. Aturlah kedudukan jarum arloji tekan pada angka nol.
11. Tekan saklar pada posisi up dimana proses pembebanan berlangsung berikan pembebanan pada benda uji dengan kecepatan tetap sebesar 50 mm/menit sampai pembebanan maksimum tercapai atau pembebanan menurun seperti yang dicapai. Jumlah penekanan yang terjadi akan terlihat pada jarum arloji tekan (*Manometer Hidrolik*), jika perlawanan benda uji sudah tidak ada, tekan kembali saklar pada posisi *down*.
12. Catat nilai pembebanan maksimum maksimum pada arloji tekan, dan nilai kelelahan yang ditunjukkan oleh *flow meter*.

13. Waktu yang dibutuhkan dari saat diangkatnya benda uji dari terendam air sampai tercapainya beban maksimum tidak boleh melebihi 30 detik.

4.5.6 Perhitungan Parameter *Marshall*

Untuk menghitung parameter aspal yang digunakan yaitu VIM, VMA, VFA, stabilitas *marshall*, flow (kelelehan), *marshall quotient* dan parameter lain sesuai parameter yang ada pada spesifikasi campuran.

4.5.7 Analisa, Grafik Hubungan Kadar Aspal Dengan Karakteristik *Marshall*.

Hasil pemeriksaan *Marshall Test* disesuaikan dengan kriteria yang telah ditentukan, untuk selanjutnya dibuat grafik-grafik hubungan antara lain:

- A. Stabilitas dengan kadar aspal.
- B. *Flow* dengan kadar aspal.
- C. VIM dengan kadar aspal.
- D. VFA dengan kadar aspal.
- E. MQ (hasil bagi *Marshall*) dengan kadar aspal.

Kadar aspal optimum (KAO) ditentukan dari diagram hubungan antara sifat teknis campuran yang paling berpengaruh (Stabilitas,*Flow*,VIM,VMA,VFA dan MQ) dengan persen kadar aspal.

4.5.8 Prosedur Pelaksanaan Ekstraksi

Langkah- langkah pengujiannya sebagai berikut:

- a) Menimbang sampel dan saringan ekstraksi sebelum melakukan ekstraksi aspal.
- b) Meletakkan mesin *centrifuge extractor* pada lantai dasar yang keras.
- c) Melepaskan pengunci penutup *centrifuge extractor* lalu memasukan sampel dan bensin sebanyak 500 ml kemudian memasang saringan ekstraksi dan memasang penutup *centrifuge extractor* serta menguncinya.
- d) Menyalakan mesin *centrifuge extractor* dan mengulangnya 3-4 kali hingga bersih atau jernih.

- e) Pada proses ke 4, bensin yang terakhir keluarkan yang sudah bersih atau jenuh ditadah di gelas ukur untuk digunakan pada sampel berikutnya.
- f) Setelah selesai lalu, mengeluarkan sampel hingga bensinya melayang atau habis.
- g) Setelah itu didiamkan sampai dingin, lalu ditimbang beserta wadahnya.
- h) Menghitung nilai kadar aspal.



BAB V

HASIL DAN PEMBAHASAN

5.1 Hasil Pengujian Material

Hasil pengujian agregat yang meliputi agregat kasar, medium, abu batu dan pasir yang digunakan dalam penelitian ini adalah jenis batu pecah yang berasal dari *Quarry* Kampar. Gradasi dari agregat *Quarry* tersebut disesuaikan dengan gradasi batas tengah dari campuran *AC-Binder Course*, campuran Bina Marga seperti tabel 3.1 Spesifikasi Gradasi Campuran *AC-Binder Course* (Bina Marga 2010, revisi 3).

5.1.1 Hasil Distribusi Ukuran Butiran Agregat

Dalam penelitian ini pemeriksaan analisa saringan berguna untuk menentukan pemakaian agregat dalam campuran aspal. Perhitungan analisa agregat kasar, medium, abu batu dan pasir dapat dilihat pada lampiran A-1, A-2, A-3, A-4. Data yang didapat dari hasil perhitungan analisa saringan agregat kasar, agregat medium, abu batu, dan pasir dapat dilihat pada tabel 5.1 dan persen lolos agregat dapat dilihat grafik pembagian susunan butiran masing-masing agregat terlihat pada grafik 5.1. Pemeriksaan analisa saringan ini dimaksudkan sebagai pegangan dalam menentukan penggabungan agregat dalam campuran aspal.

Tabel 5.1 Persen lolos Agregat

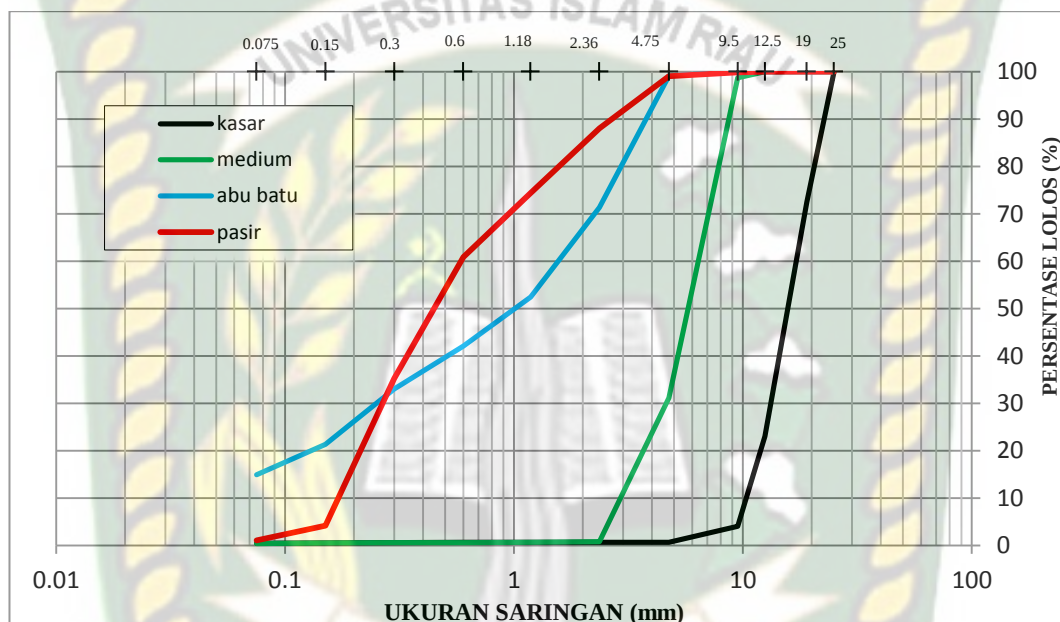
Ukuran Saringan		% LOLOS AGREGAT			
1	2	3	4	5	6
Inchi	mm	KASAR	MEDIUM	HALUS	PASIR
1"	25,4	100	100	100	100
3/4 "	19,1	72,478	100	100	100
1/2 "	12,7	23,032	100	100	100
3/8 "	9,5	4,052	98,737	100	99,894
# 4	4,75	0,649	31,114	99,141	99,055
# 8	2,38	0,649	0,778	71,338	88,071
# 16	1,18	0,644	0,646	52,402	74,399

Tabel 5.1 (lanjutan)

1	2	3	4	5	6
# 30	0,6	0,638	0,618	42,06	60,883
# 50	0,3	0,623	0,576	33,051	35,298
# 100	0,15	0,561	0,5	21,371	4,153
# 200	0,075	0,474	0,43	14,903	1,067

Sumber: Hasil Penelitian

Dari tabel 5.1 diperoleh grafik pembagian susunan masing-masing agregat kasar, medium, abu batu dan pasir.

**Gambar 5.1** Grafik Analisa Saringan Agregat

5.1.2 Hasil Perhitungan Gabungan Agregat

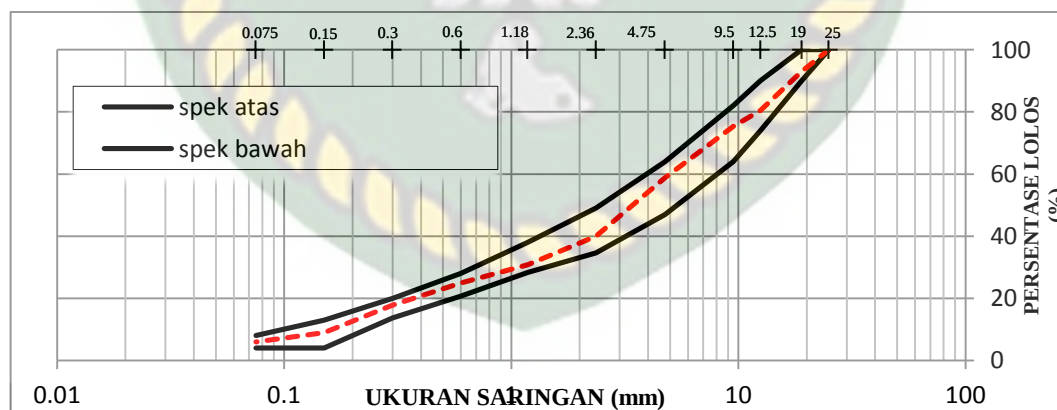
Komposisi campuran AC-BC yang terdiri dari 4 Fraksi yaitu agregat kasar, medium, abu batu, dan pasir dengan cara matrik adalah 25,43 % untuk agregat kasar; 22,36 % agregat medium; 37,77 % abu batu; dan 14,44 % pasir. Persen pemakaian agregat tersebut dikalikan dengan persen lolos masing-masing agregat sehingga didapatkan gradasi agregat gabungan. Gradasi agregat gabungan ini harus memenuhi persyaratan atau spesifikasi Bina Marga untuk campuran aspal AC-BC. Hasil perhitungan komposisi campuran dapat dilihat pada Tabel 5.2.

Tabel 5.2 Hasil Gradasi Agregat Gabungan Campuran AC-BC

NOMOR SARINGAN	% LOLOS AGREGAT				% PEMAKAIAN AGREGAT				GRADASI GAB.	SPEK.
	CA	MA	FA	FS	CA	MA	FA	FS		
					25,43	22,36	37,77	14,44		% LOLOS
1'	100,00	100,00	100,00	100,00	25,43	22,36	37,77	14,44	100,000	100
3/4"	72,48	100,00	100,00	100,00	18,43	22,36	37,77	14,44	93,000	90-100
1/2"	23,03	100,00	100,00	100,00	5,86	22,36	37,77	14,44	80,424	74-90
3/8"	4,05	98,74	100,00	99,89	1,03	22,07	37,77	14,42	75,299	64-82
NO.4	0,65	31,11	99,14	99,06	0,17	6,96	37,45	14,30	58,870	47-64
NO.8	0,65	0,78	71,34	88,07	0,17	0,17	26,95	12,71	40,000	34.6-49
NO.16	0,64	0,65	52,40	74,40	0,16	0,14	19,79	10,74	30,843	28.3-38
NO.30	0,64	0,62	42,06	60,88	0,16	0,14	15,89	8,79	24,977	20.7-28
NO.50	0,62	0,58	33,05	35,30	0,16	0,13	12,48	5,10	17,867	13.7-20
NO.100	0,56	0,50	21,37	4,15	0,14	0,11	8,07	0,60	8,926	4-13
NO.200	0,47	0,43	14,90	1,07	0,12	0,10	5,63	0,15	6,000	4-8

Sumber : Hasil Penelitian

Berdasarkan persen pemakaian tiap-tiap fraksi agregat juga didapatkan berat jenis *bulk* gabungan, berat jenis *apparent*, dan berat jenis efektif. Nilai gradasi agregat gabungan tidak boleh menyentuh daerah larangan, dapat dilihat pada Gambar 5.2 dan berada pada batas-batas persyaratan Bina Marga untuk campuran AC-BC.

**Gambar 5.2** Grafik Gradasi Agregat Gabungan Campuran AC-BC

5.1.3 Hasil Pengujian Berat Jenis Dan Penyerapan Agregat Kasar dan Halus

Data pengujian berat jenis (*Specific gravity*) dan penyerapan (*Absorption*) baik agregat untuk agregat kasar, agregat sedang, abu batu dan pasir dapat dilihat pada Tabel 5.3 dan untuk perhitungan selengkapnya dapat dilihat pada lampiran A5 sampai lampiran A8

Tabel 5.3 Hasil Pengujian Berat Jenis (*Specific Gravity*) dan Penyerapan Agregat

No	Pengujian	Agregat Kasar (gr/cm ³)	Agregat Sedang (gr/cm ³)	Abu Batu (gr/cm ³)	Pasir (gr/cm ³)	Persyaratan
1	Berat Jenis (Bulk)	2,562	2,501	2,526	2,601	Min. 2,5
2	Berat Jenis Semu (Apparent)	2,600	2,518	2,579	2,621	Min. 2,5
3	Berat Jenis Kering Permukaan Jenuh (SSD)	2,664	2,544	2,666	2,655	Min. 2,5
4	Penyerapan (%)	1,483	0,674	2,070	0,789	Maks. 3%

Sumber : Hasil Penelitian

Berdasarkan persyaratan yang umum digunakan sebagai pedoman, dapat dijelaskan bahwa agregat tersebut memenuhi persyaratan yang ditentukan dan layak digunakan sebagai bahan campuran perkerasan aspal, karena syarat berat jenis minimum 2,5 gr/cm³, serta penyerapan tidak lebih dari 3 % (menurut Departemen Pekerjaan Umum, 1998). Selanjutnya dapat digunakan pada perhitungan tabel pengujian *Marshall*.

5.1.4 Hasil Perhitungan Perkiraan Awal Kadar Aspal Tengah (Pb)

Setelah persentase gradasi agregat campuran didapat maka selanjutnya ditentukan perkiraan awal kadar aspal tengah awal rancangan (Pb). Untuk campuran AC-BC adalah sebagai berikut:

Persen agregat tertahan saringan Nomor 8 (CA) = 60%

Persen agregat lolos Nomor 8 tertahan Nomor 200 (FA) = 34%

Persen agregat lolos saringan Nomor 200 (*Filler*) = 6%

Konstanta (0,5 – 1 0 untuk lapis aspal beton) dipakai = 0,7

Berdasarkan nilai-nilai diatas, didapat perkiraan awal kadar aspal tengah (Pb) yaitu sebesar 5,5 %. Perhitungannya dapat dilihat pada lampiran A-19 Sehingga kadar aspal campuran AC-BC dimulai dari 4,5% ; 5% ; 5,5% ; 6%; dan 6,5% .

5.2 Pembahasan Hasil Pengujian Ekstraksi

5.2.1 Hasil pengujian Ekstraksi Sampel Normal

Tabel 5.4 Hasil Pengujian Ekstraksi Sampel Normal

No	Uraian	Sampel -1	Sampel -2	Sampel -3	Sat
A	Berat Cawan	254,1	266,2	272,5	Gr
B	Berat cawan + Mat . Camp .	1420,4	1438,0	1443,7	Gr
C	Berat Agregat + Cawan	1350,4	1368,6	1375,0	Gr
D	Berat Sebelum Ekstraksi $B - A$	1166,3	1171,8	1171,2	Gr
E	Berat Setelah Ekstraksi $C - A$	1096,3	1102,4	1102,5	Gr
F	Berat Kertas Filter	22,2	22,7	22,2	Gr
G	Berat Kertas Filter + Mineral	23,0	23,4	22,6	Gr
H	Berat Abu $G - F$	0,8	0,7	0,4	Gr
I	Berat Total Mineral $E + H$	1097,1	1103,1	1102,9	Gr
J	Berat Aspal $D - L$	69,2	68,7	68,3	Gr
K	Kadar Aspal (%) $J/D \times 100\%$	5,933	5,863	5,832	%
	Rata – rata	5,88			%

Sumber : Hasil Penelitian

Berdasarkan tabel 5.4 diatas dapat dilihat kadar aspal ekstraksi dengan pelarut pertamax plus pada sampel normal adalah 5,88 %, pada hasil ekstraksi

sampel normal terjadi kenaikan dari kadar aspal rencana yaitu 5,85 % dengan nilai deviasi +0,03 %.

5.2.2 Hasil Pengujian Ekstraksi Sampel Kapur

Tabel 5.5 Hasil Pengujian Ekstraksi Sampel Kapur

No	Uraian	Sampel -1	Sampel -2	Sampel -3	Sat
A	Berat Cawan	254,1	266,2	272,5	Gr
B	Berat cawan + Mat . Camp .	1440,9	1451,3	1465,7	Gr
C	Berat Agregat + Cawan	1358,5	1370,9	1384,0	Gr
D	Berat Sebelum Ekstraksi $B - A$	1186,8	1185,1	1193,2	Gr
E	Berat Setelah Ekstraksi $C - A$	1104,4	1104,7	1111,5	Gr
F	Berat Kertas Filter	22,5	22,5	22,6	Gr
G	Berat Kertas Filter + Mineral	22,9	23,0	23,1	Gr
H	Berat Abu $G - F$	0,4	0,5	0,5	Gr
I	Berat Total Mineral $E + H$	1104,8	1105,2	1112,0	Gr
J	Berat Aspal $D - L$	82,0	79,9	81,2	Gr
K	Kadar Aspal ($J/D \times 100\%$)	6,909	6,742	6,805	%
	Rata - rata	6,82			%

Sumber : Hasil Penelitian

Berdasarkan tabel 5.5 diatas dapat dilihat kadar aspal ekstraksi dengan pelarut pertamax plus pada sampel penambahan *filler* kapur sebanyak 2 % adalah 6,82 %, pada hasil ekstraksi sampel dengan penambahan *filler* kapur terjadi kenaikan dari kadar aspal rencana yaitu 5,85 % dengan nilai deviasi +0,97 %.

5.2.3 Hasil Pengujian Ekstraksi Sampel Semen

Tabel 5.6 Hasil Pengujian Ekstraksi Sampel Semen

No	Uraian	Sampel -1	Sampel -2	Sampel -3	Sat
A	Berat Cawan	254,1	266,2	272,5	Gr
B	Berat cawan + Mat . Camp .	1440,2	1457,7	1460,3	Gr
C	Berat Agregat + Cawan	1370,2	1385,5	1389,3	Gr
D	Berat Sebelum Ekstraksi $B - A$	1186,1	1191,5	1187,8	Gr
E	Berat Setelah Ekstraksi $C - A$	1116,1	1119,3	1116,8	Gr
F	Berat Kertas Filter	22,1	22,7	22,3	Gr
G	Berat Kertas Filter + Mineral	22,3	22,8	22,4	Gr
H	Berat Abu $G - F$	0,2	0,1	0,1	Gr
I	Berat Total Mineral $E + H$	1116,3	1119,4	1116,9	Gr
J	Berat Aspal $D - L$	69,8	72,1	70,9	Gr
K	Kadar Aspal (%) $J/D \times 100\%$	5,885	6,051	5,969	%
	Rata - rata	5,97			%

Sumber : Hasil Penelitian

Berdasarkan tabel 5.6 diatas dapat dilihat kadar aspal ekstraksi dengan pelarut pertamax plus pada sampel penambahan *filler* semen sebanyak 2 % adalah 5,97 %, pada hasil ekstraksi sampel dengan penambahan *filler* semen terjadi kenaikan dari kadar aspal rencana yaitu 5,85 % dengan nilai deviasi +0,12 %.

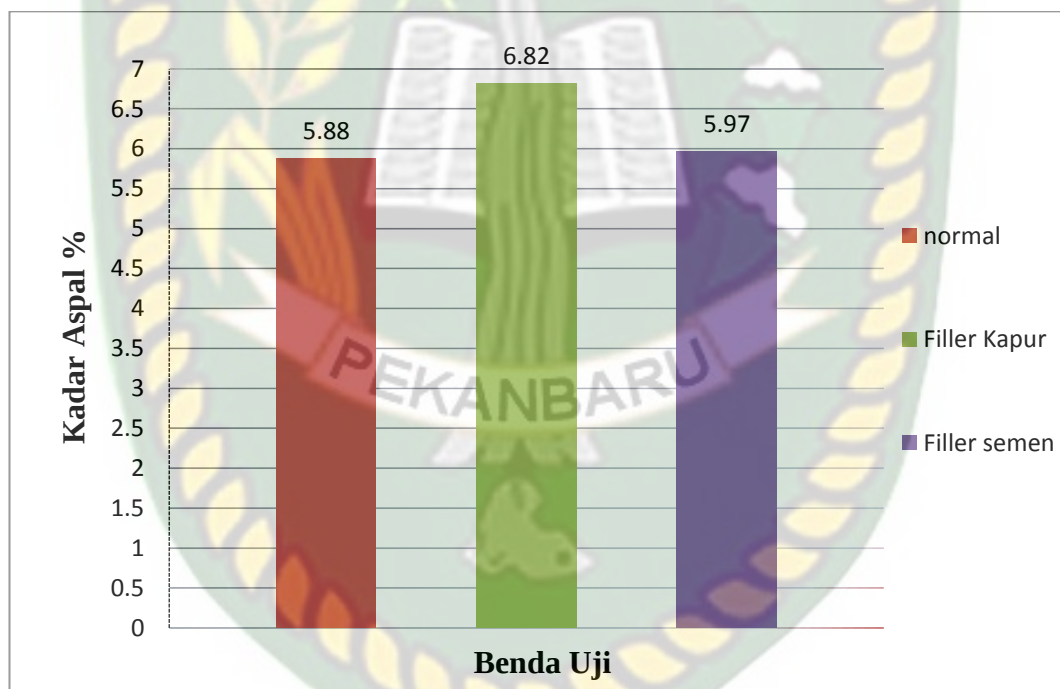
Dari hasil pengujian ekstraksi campuran aspal + *Filler* dapat dilihat pada tabel 5.7.

Tabel 5.7 Hasil Pengujian Ekstraksi Campuran Aspal + *Filler*

Kadar Aspal Rencana (%)	Kadar Aspal Hasil Ekstraksi Normal (%)	Kadar Aspal Hasil Ekstraksi + <i>Filler</i> Kapur (%)	Kadar Aspal Hasil Ekstraksi + <i>Filler</i> Semen (%)
5,85	5,88	6,82	5,97

Berdasarkan tabel 5.7 di atas dapat dilihat kadar aspal ekstraksi pada sampel normal, kapur dan semen mengalami kenaikan dari kadar aspal rencana.

Gambar kadar aspal ekstraksi dengan penambahan *filler* dapat dilihat pada Gambar 5.3



Gambar 5.4 Kadar aspal hasil ekstraksi dengan penambahan *filler*

Dari grafik diatas dapat dilihat sampel normal kapur dan semen mengalami kenaikan dari kadar aspal rencana, sampel normal 5,88 %, sampel kapur 6,82 %, sampel semen 5,97 %.

dan sampel semen 5,97 % dengan nilai deviasi normal +0,03 %, kapur +0,97 %, dan semen +0,12 %. Kadar aspal ekstraksi untuk sampel dengan penambahan *filler* kapur dan semen sebanyak 2% mengalami kenaikan lebih tinggi dari sampel normal karena *filler* larut bersama proses terjadinya ekstraksi. Dari kedua sampel yang ditambahkan *filler* maka didapatkan selisih antara semen dan kapur sebanyak 0,85 %.

Dari penjelasan di atas kadar aspal yang diperoleh dari hasil ekstraksi masih belum murni, kadar aspal tersebut masih merupakan campuran aspal dengan *filler*. Oleh karena itu untuk mengetahui kadar aspal yang terpisah dari *filler* ekstraksi harus dilakukan sampai aspalnya terpisah dari *filler*.

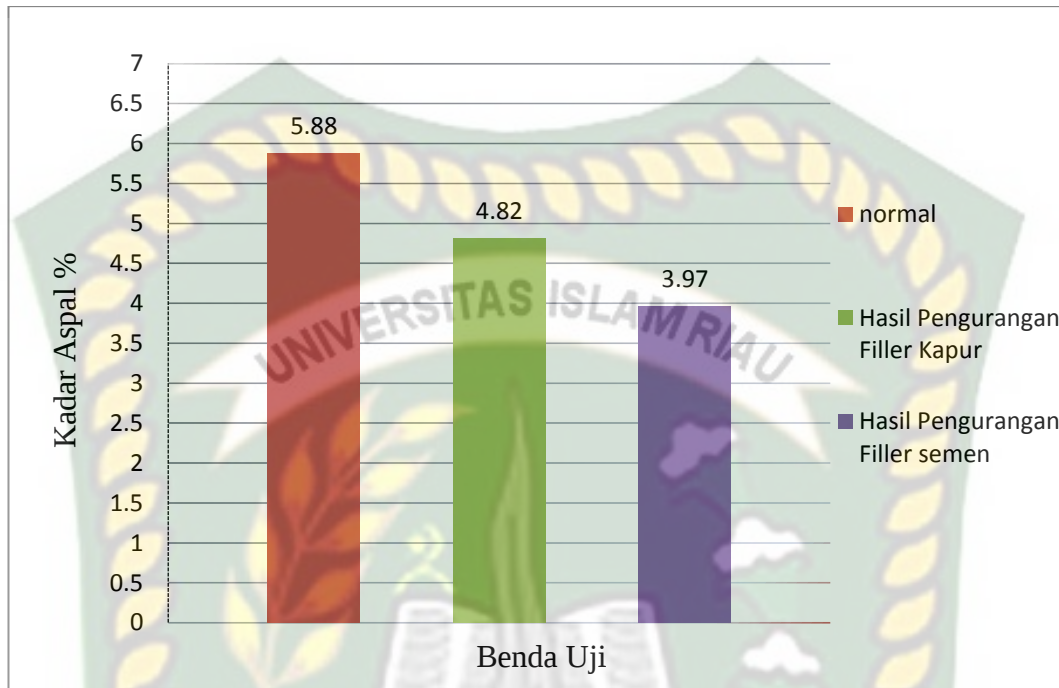
Sebagai pendekatan kadar aspal dari ekstaksi maka hasil tersebut harus dikurang dengan kadar *fillernya*. Berikut ini disajikan pengurangan filler pada tabel 5.8.

Tabel 5.8 Hasil Pengurangan kadar *Filler*

Kadar Aspal Rencana (%)	Kadar Aspal Hasil Ekstraksi Normal (%)	Kadar Aspal Hasil Ekstraksi + <i>Filler</i> Kapur (%)	Kadar Aspal Hasil Ekstraksi + <i>Filler</i> Semen (%)
5,85	5,88	4,82	3,97

Dari tabel di atas dapat dilihat kadar aspal ekstraksi lebih kecil dari kadar aspal rencana, hal ini disebabkan kadar aspal yang ada di pori-pori agregat masih ada yang belum terurai.

Gambar kadar aspal ekstraksi setelah pengurangan *filler* dapat dilihat pada Gambar 5.4



Gambar 5.4 Kadar aspal hasil ekstraksi setelah pengurangan *filler*

Dari grafik diatas dapat dilihat sampel kapur dan semen setelah pengurangan mengalami penurunan dari kadar aspal rencana, sampel kapur 4,82 %, dan sampel semen 3,97 % dengan nilai deviasi kapur -1,03 %, dan semen -1,88 %. Kadar aspal ekstraksi untuk sampel dengan pengurangan *filler* kapur dan semen sebanyak 2% mengalami penurunan disebabkan kadar aspal yang ada di pori-pori agregat masih ada yang belum terurai.

5.3 Perbandingan Pembahasan Dengan Penelitian Lain

Dari penelitian ini didapatkan kadar aspal optimum sebesar 5,85 %, dengan kadar aspal tersebut ditambahkan campuran *filler* kapur dan semen sebanyak 2 % pada setiap sampel. Dari hasil ekstraksi sampel normal, kapur dan semen dengan bahan pelarut pertamax plus didapatkan nilai kadar aspal ekstraksi pada sampel normal 5,88%, sampel kapur 6,82% dan sampel semen 5,97 % dengan nilai deviasi normal +0,03%, kapur +0,97% dan semen +0,12%. Kadar aspal ekstraksi

untuk sampel normal kapur dan semen mengalami kenaikan dari kadar aspal rencana tetapi dengan adanya penambahan *filler* kapur dan semen maka terjadi kenaikan kadar aspal yang cukup tinggi. Hal ini disebabkan karena *filler* lolos saringan No.#200 jadi pada saat proses ekstraksi *filler* akan ikut terbawa bersama bahan pelarut. Dari pembahasan diatas bila dikaitkan dengan penelitian yang dilakukan oleh Muthia Anggraini (2014) dengan judul “ Kajian Kadar Aspal Hasil Ekstraksi Penghamparan Campuran AC-WC Gradasi Kasar Dengan Job Mix Formula” dengan nilai di AMP 5,54 %, di belakang *finisher* 5,47 % dari *core* 5,36 % dengan kadar aspal JMF 5,56 %, dengan deviasi di AMP -0,02 %, di belakang *finisher* -0,09%, dan *core* -0,2 %, tetapi masih memenuhi syarat spesifikasi 2010 revisi 2 yaitu $\pm 0,3$. Dan nilai *filler* setelah ekstaksi mengalami peningkatan dari nilai filler JMF dengan nilai rata-rata deviasi 1,35 %. Dengan menggunakan pelarut pertamax plus lebih menghasilkan kadar aspal yang lebih banyak dari bensin, dimana kadar aspal rata-rata dengan pelarut bensin dari AMP 5,51 %, di belakang *finisher* 5,46 %, dari *core* 5,34 %. Dengan deviasi -0,03 % pada AMP, -0,01 % di belakang *finisher*, dan -0,02 % dari *core*. Jadi dengan adanya penambahan *filler* pada campuran aspal akan mengalami kenaikan setelah ekstraksi.

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Dari penelitian dan pembahasan mengenai kadar aspal hasil ekstraksi dengan menambahkan filler kapur dan semen dalam campuran AC-BC, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Komposisi campuran AC-BC yang terdiri dari 4 fraksi yaitu agregat kasar, agregat medium, abu batu dan pasir adalah 25,43 % untuk agregat kasar, 22,36 % untuk agregat medium, 37,77 % untuk batu batu, dan 14,44 % untuk pasir.
2. Kadar aspal optimum untuk campuran AC-BC didapatkan perkiraan awal kadar aspal tengah (pb) yaitu sebesar 5,5 %, dari kadar aspal tengah tersebut maka didapatkan kadar aspal untuk tiap-tiap sampel dimulai dari 4,5 %, 5 %, 5,5 %, 6 % dan 6,5 % sehingga didapat kadar aspal optimum sebesar 5,85 %.
3. Dengan kadar aspal optimum 5,85 % , dari ke 9 benda uji didapatkan nilai rata-rata hasil kadar aspal ekstraksi yaitu untuk sampel normal 5,88 % untuk sampel kapur 6,82 % dan untuk sampel semen 5,97 %. Dari hasil ekstraksi tersebut mengalami kenaikan nilai +0,03 % untuk sampel normal, +0,97 % untuk sampel kapur dan +0,12% untuk sampel semen. Kadar aspal tersebut masih bercampur dengan *filler* sedangkan kadar aspal murni adalah 4,82 % kapur dan 3,97 % semen.

6.2 Saran

1. Perlu dilakukan penelitian dengan menggunakan bahan pelarut yang berbeda seperti aftur.

2. Perlu dilakukan penelitian dengan bahan *filler* yang berbeda seperti abu batu bara, abu sekam padi, dan abu cangkang lokan.
3. Untuk peneliti selanjutnya memperhatikan adanya kadar *filler* pada campuran aspal AC-BC.



DAFTAR PUSTAKA

- Anggraini, Muthia, 2014, Kajian Kadar Aspal Hasil Ekstraksi Penghamparan Campuran AC-WC Gradasi Kasar Dengan Job Mix Formula.
- Departemen Pekerjaan Umum, 1998, Spesifikasi Umum Untuk Jalan dan Jembatan, Direktorat Bina Marga.
- Laboratorium Transportasi dan Jalan Raya, 2015, Diktat Pedoman Praktikum Aspal dan Jalan Raya, Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Islam Riau, Pekanbaru.
- Putri, Dwi, Lusi, 2014, Kajian Kadar Aspal Hasil Ekstraksi Penghamparan Dan Mix Design Pada Campuran Asphalt Concrete- Wearing Course (AC-WC) Gradasi Halus.
- Spesifikasi Kementerian Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Bina Marga 2010 revisi 3.
- Soehardi, Fitridawati, 2015, Kajian Perbandingan Kadar Aspal Hasil Ekstraksi Campuran AC-WC Gradasi Kasar Dengan Cairan Ekstraksi Menggunakan Bensin.
- Sukirman, Silvia, 2016, Beton Aspal Campuran Panas, Bandung.
- Sukirman, Silvia, 2003, Beton Aspal Campuran Panas, Granit, Jakarta.