

**PENGGUNAAN GILSONITE SEBAGAI ZAT ADITIF
PADA PERKERASAN LENTUR JALAN RAYA
MENGUNAKAN SPESIFIKASI HRS - WC**

TUGAS AKHIR

Oleh

HARIZKHAN UTAMA PUTRA

07 972 007



**JURUSAN TEKNIK SIPIL - FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS ANDALAS
PADANG
2014**

**PENGGUNAAN GILSONITE SEBAGAI ZAT ADITIF
PADA PERKERASAN LENTUR JALAN RAYA
MENGUNAKAN SPESIFIKASI HRS - WC**

TUGAS AKHIR

*Diajukan Sebagai Syarat Untuk Menyelesaikan Pendidikan
Program Strata-1 Pada Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik
Universitas Andalas Padang*

Oleh

HARIZKHAN UTAMA PUTRA
07 972 007

Pembimbing

Ir. M. AMINSYAH, MT
NIP. 132 057 673



**JURUSAN TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS ANDALAS
PADANG
2014**

JURUSAN TEKNIK SIPIL – FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS ANDALAS
PADANG

PENGUNAAN GILSONITE SEBAGAI ZAT ADITIF
PADA PERKERASAN LENTUR JALAN RAYA
MENGUNAKAN SPESIFIKASI HRS - WC



Disahkan Oleh :
Pembimbing Utama

A handwritten signature in blue ink, appearing to read "Am".

Ir. M. AMINSYAH, MT
NIP. 132 057 673

LEMBAR PENGESAHAN

TUGAS AKHIR

**PENGUNAAN GILSONITE SEBAGAI ZAT ADITIF
PADA PERKERASAN LENTUR JALAN RAYA
MENGUNAKAN SPESIFIKASI HRS - WC**

HARIZKHAN UTAMA PUTRA

07972007

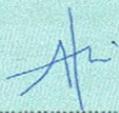
Telah diuji dan dipertahankan dalam Ujian Sidang tugas akhir

Jurusan teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Andalas

Pada tanggal 28 April 2014

TIM PENGUJI

1. Ir. M. Aminsyah, MT



.....

2. Ir. Februarman, MT

.....

3. Rendy Thamrin, DR. Eng



.....

ABSTRAK

Dewasa ini perkembangan pertumbuhan penduduk di Indonesia sangat pesat. melihat peningkatan mobilitas penduduk yang sangat tinggi maka diperlukan peningkatan kualitas jalan yang memenuhi kebutuhan masyarakat. Salah satu jenis perkerasan yang umum digunakan di Indonesia adalah perkerasan lentur yang memakai aspal sebagai bahan pengikatnya. Lapisan tipis aspal beton (Lataston) merupakan lapis perata yang terdiri dari campuran antara agregat bergradasi timpang filler dan aspal dengan perbandingan tertentu yang dicampur dan dipadatkan dalam keadaan panas.

Aspal yang berfungsi sebagai perekat agregat dalam campuran aspal beton sangat penting dipertahankan karakteristiknya. Untuk mempertahankan atau meningkatkan sifat aspal tersebut salah satunya bisa dengan menggunakan bahan tambah/aditif. Gilsonite merupakan mineral hidrokarbon alami berwarna kecoklatan dan sangat rapuh. dicoba digunakan sebagai bahan tambah / aditif pada aspal dalam pengujian campuran Lapisan Tipis Aspal Beton.

Komposisi kimia dari gilsonite menunjukkan adanya kandungan asphaltene sebesar 70,9% disamping terkandung pula unsur malthene 27% dan oil 2%. Kadar nitrogen gilsonite adalah yang paling tinggi yakni 3,2%. Dengan demikian gilsonite diharapkan dapat memperbaiki adhesi dengan agregat dan mengurangi water stipping.

Penelitian ini berfungsi untuk mengetahui karakteristik campuran Lapisan Tipis Aspal Beton (Lataston) dengan menggunakan Aspal yang dicampur dengan Gilsonite, sehingga diharapkan penelitian ini dapat memberikan masukan atau pengetahuan tentang pengaruh penggunaan Aspal Gilsonite terhadap kinerja campuran kepada pengguna jasa yang bergerak pada bidang jasa konstruksi, khususnya Perkerasan Jalan Raya.

Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa penggunaan aspal ditambah 6% Gilsonite sebagai pengikat berdasarkan batas tengah spesifikasi Lapisan Tipis Aspal Beton Lapis Aus mempunyai nilai Parameter Marshall yang tinggi dari nilai Parameter Marshall campuran pembanding, dibandingkan dengan variasi lainnya. Sehingga campuran dengan penambahan Gilsonite sebanyak 6% dapat diusulkan sebagai campuran hot mix pada perkerasan lentur jalan raya.

Kata Kunci : Lataston, Gilsonite, Parameter Marshall

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	
LEMBAR PENGESAHAN	
ABSTRAK	i
KATA PENGANTAR	ii
DAFTAR ISI	iv
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR TABEL	viii
	x
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan dan Manfaat	2
1.2.1 Tujuan Penelitian	2
1.2.2 Manfaat Penelitian	2
1.3 Batasan Pembahasan	2
1.4 Sistematika Penulisan	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Sejarah Perkerasan Jalan	5
2.2 Konstruksi Perkerasan Jalan	6
2.3 Material Konstruksi Perkerasan	10
2.3.1 Agregat	10
2.3.2 Aspal	12
2.3.3 Filler	15
2.4 Karakteristik Beton Aspal	16
2.5 Lapisan Tipis Aspal Beton (Lataston)	17
2.5.1 Sifai-Sifat Lataston	18
2.5.2 Fungsi Lataston	18

2.5.3	Spesifikasi Lataston	18
2.6	Gilsonite Sebagai Zat Aditif	20
BAB III METODOLOGI PENELITIAN		
3.1	Metoda Pengumpulan Data	25
3.2	Pemeriksaan Material di Laboratorium	25
3.2.1	Pemeriksaan Agregat	25
3.2.2	Pemeriksaan Aspal	26
3.3	Perencanaan campuran Untuk Menentukan Kadar Aspal Optimum	28
3.4	Pengujian Kelayakan Campuran Dengan Menggunakan Marshall Test	28
3.5	Parameter Marshall	30
3.6	Analisis Hasil Penelitian	31
3.7	Pembahasan Analisis Hasil Penelitian	31
BAB IV PROSEDUR DAN HASIL KERJA		
4.1	Pendahuluan	32
4.2	Pemeriksaan Material	32
4.2.1	Pemeriksaan Agregat	32
4.2.2	Pemeriksaan Aspal	46
4.3	Kombinasi Campuran Material Untuk Benda Uji	59
4.4	Penentuan Proporsi Material Penyusun Campuran Dan Pembuatan Benda Uji	60
4.4.1	Penentuan Proporsi Material Penyusun Campuran	62
4.4.2	Pembuatan Benda Uji	67
4.5	Prosedur Pengujian <i>Marshall Test</i>	68

BAB V	ANALISIS DAN PEMBAHASAN	
5.1	Pemeriksaan Material	69
5.1.1	Pemeriksaan Agregat	69
5.1.2	Pemeriksaan Aspal	71
5.2	Analisis Hubungan Parameter <i>Marshall</i> dan Penggunaan Aspal + Gilsonite Pada Kombinasi Campuran	78
5.3	Kadar Aspal Optimum	81
BAB VI	KESIMPULAN DAN SARAN	
6.1	Kesimpulan	83
6.2	Saran	84

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Susunan Lapis Konstruksi Perkerasan Lentur	8
Gambar 3.1	Diagram metodologi penelitian	23
Gambar 5.1	Kadar Aspal Campuran vs Stabilitas	75
Gambar 5.2	Kadar Aspal Campuran vs Kelelehan	76
Gambar 5.3	Kadar Aspal Campuran vs % Rongga Dalam Campuran	77
Gambar 5.4	Kadar Aspal Campuran vs MQ (<i>Marshall Quotient</i>)	79
Gambar 5.5	Kadar Aspal Campuran vs Rongga Terhadap Agregat	80
Gambar 5.6	Kadar Aspal Campuran vs Rongga Terisi Aspal	81

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Perbedaan Antara Perkerasan Lentur dan Perkerasan Kaku	7
Tabel 2.2	Gradasi Campuran	19
Tabel 2.3	Gradasi HRS-WC	19
Tabel 4.1	Persiapan Benda Uji Berat Jenis Agregat Kasar	35
Tabel 4.2	Perhitungan Berat Jenis Agregat Kasar	35
Tabel 4.3	Persiapan Benda Uji Berat Jenis Agregat Halus	37
Tabel 4.4	Perhitungan Berat Jenis Agregat Halus	38
Tabel 4.5	Pemeriksaan Berat isi agregat kasar	40
Tabel 4.6	Pemeriksaan Keausan Agregat dengan mesin Los Angeles	43
Tabel 4.7	Pemeriksaan Keausan Agregat Terhadap Tumbukan	46
Tabel 4.8	Pemeriksaan Kehilangan Berat Aspal	48
Tabel 4.9	Pemeriksaan Berat Jenis Aspal	53
Tabel 4.10	Pemeriksaan Berat Jenis Aspal	54
Tabel 4.11	Pemeriksaan Titik Lembek Aspal Minyak	57
Tabel 4.12	Pemeriksaan Titik Lembek Aspal + 6% Gilsonite	58
Tabel 4.13	Pemeriksaan Titik Lembek Aspal + 8% Gilsonite	58
Tabel 4.14	Pemeriksaan Titik Lembek Aspal + 10% Gilsonite	59
Tabel 4.15	Pemeriksaan Luas Permukaan Gradasi Agregat Batas Tengah	63
Tabel 4.16	Komposisi Dari Masing-Masing Campuran	64
Tabel 4.17	Variasi Pembanding	65
Tabel 4.18	Variasi 1 (6% Gilsonite)	65
Tabel 4.19	Variasi 2 (8% Gilsonite)	65
Tabel 4.20	Variasi 3 (10% Gilsonite)	66

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Allah SWT atas segala limpahan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul "Penggunaan Gilsonite Sebagai Zat Aditif Pada Perkerasan Lentur Jalan Raya Menggunakan Spesifikasi HRS - WC", sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan Program Strata - 1 pada Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Andalas.

Dukungan berbagai pihak sangat membantu penulis dalam penyusunan Tugas Akhir ini. Dalam kesempatan ini penulis menghaturkan ucapan terimakasih yang setulusnya kepada :

1. Kedua Orang Tua dan Keluarga atas segala do'a, dukungan dan motivasi selama penyelesaian Tugas Akhir ini.
2. Bapak Ir. M. Aminsyah, MT selaku pembimbing yang telah banyak memberikan arahan dan bimbingan dalam penyusunan Tugas Akhir.
3. Semua staf pengajar Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Andalas yang telah memberikan pengetahuannya selama masa perkuliahan.
4. Para asisten laboratorium Transportasi dan Perkerasan Jalan Raya yang telah ikut membantu dan menyediakan tempat untuk melakukan penelitian ini.
5. Rekan-rekan 2007 dan adik-adik jurusan Teknik Sipil yang tidak dapat dituliskan namanya satu persatu, yang telah banyak memberi bantuan dan dorongan semangat kepada penulis.
6. Dan pihak-pihak lain yang telah turut membantu penulis.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan Tugas Akhir ini masih jauh dari sempurna. Kritikan dan saran yang membangun

diharapkan menjadi koreksi atas kekurangan dan kesalahan yang mungkin terdapat dalam Tugas Akhir ini.

Semoga Tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi kita semua dan untuk perkembangan ilmu Teknik Sipil nantinya.

Padang, April 2014

Penulis

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 LATAR BELAKANG

Dewasa ini perkembangan pertumbuhan penduduk di Indonesia sangat pesat. Seiring dengan itu terjadi juga peningkatan mobilitas penduduk yang menyebabkan naiknya jumlah kendaraan-kendaraan berat di jalan raya. Dengan melihat peningkatan mobilitas penduduk yang sangat tinggi maka diperlukan peningkatan kualitas jalan yang memenuhi kebutuhan masyarakat.

Pada penggunaan dan penerapan campuran aspal panas untuk kondisi jalan dengan volume lalu lintas sedang hingga tinggi seringkali ditemukan masalah kerusakan lapisan perkerasan seperti terjadinya retak, alur jejak roda, dan naiknya aspal ke permukaan. Hal ini disebabkan karena iklim yang terdapat di Indonesia, yaitu iklim tropis. Dimana temperatur udara menjadi cukup tinggi, adanya radiasi sinar matahari, curah hujan tinggi dan peningkatan volume serta beban lalu lintas yang cukup pesat mempengaruhi secara langsung kerusakan lapisan perkerasan tersebut.

Kekuatan dan keawetan untuk perkerasan jalan sangat tergantung terhadap kualitas agregat, daya dukung tanah serta jenis aspal yang digunakan sebagai bahan utama untuk mengikat material-material tersebut. Sehingga didapatkan suatu perkerasan lentur yang awet, kuat, dan tahan lama.

Perkerasan lentur merupakan salah satu jenis perkerasan selain perkerasan kaku dan komposit. Perkerasan lentur terdiri dari beberapa lapis tanah dasar, lapis pondasi bawah, lapis pondasi atas dan lapis permukaan. Salah satu upaya untuk meningkatkan kinerja perkerasan lentur adalah dengan memberikan bahan aditif atau tambahan pada campuran perkerasan. Oleh karena itu penulis akan melakukan serangkaian penelitian di laboratorium untuk melihat pengaruh penambahan Gilsonite pada suatu campuran aspal berdasarkan nilai parameter *Marshall*, dan menentukan nilai persentase efektif penambahan Gilsonite.

1.2 TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penggunaan Gilsonite sebagai bahan tambahan untuk campuran aspal pada perkerasan lentur. Sedangkan manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Adanya alternatif bahan tambahan yang dipakai untuk konstruksi perkerasan lentur.
2. Mendapatkan kekuatan perkerasan jalan raya yang lebih baik.

1.3 BATASAN MASALAH

Ruang lingkup penelitian ini hanya terbatas pada skala laboratorium. Pengujian terhadap bahan penyusun campuran perkerasan berdasarkan pada prosedur pengujian standar SNI dan spesifikasi umum

2010. Desain campuran yang dipakai adalah desain untuk jenis campuran Lapisan tipis aspal beton (Lataston) yang mengacu pada Spesifikasi Umum 2010. Lapisan tipis aspal beton (Lataston) merupakan lapis perata yang terdiri dari campuran antara agregat bergradasi timpang filler dan aspal dengan perbandingan tertentu yang dicampur dan dipadatkan dalam keadaan panas. Bahan campuran yang akan di uji terdiri dari batu pecah sebagai agregat halus dan kasar, serta gilsonite sebagai bahan tambahan. Sebagai bahan pengikat digunakan aspal dengan penetrasi 60/70. Dan pengujian campuran dilakukan dengan *Marshall Test*.

1.4 SISTEMATIKA PENULISAN

Sistematika penulisan tugas akhir ini terdiri dari beberapa bab, yaitu :

BAB I Pendahuluan

Berisikan tentang latar belakang, tujuan dan manfaat penelitian, batasan masalah dan sistematika penulisan.

BAB II Tinjauan Pustaka

Meliputi teori dasar mengenai perkerasan jalan. Material pembentuknya (agregat dan aspal) dan uji Marshall.

BAB III Metodologi Penelitian

Metodologi membahas tentang metoda apa saja yang digunakan dalam penelitian ini.

BAB IV Prosedur dan Hasil Kerja

Berisikan tentang prosedur kerja dan hasil pengujian di laboratorium.

BAB V

Analisa dan Pembahasan

Mencakup analisa data dan parameter Marshall.

BAB VI

Kesimpulan

Berisikan tentang kesimpulan dan saran.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Sejarah Perkerasan jalan

Sejarah perkerasan jalan dimulai bersamaan dengan sejarah umat manusia itu sendiri yang selalu berhasrat untuk mencari kebutuhan hidup dan berkomunikasi dengan sesama. Dengan demikian perkembangan jalan saling berkaitan dengan perkembangan umat manusia. Perkembangan teknik jalan seiring dengan berkembangnya teknologi yang ditemukan umat manusia.

Pada awalnya jalan hanyalah berupa jejak manusia yang mencari kebutuhan hidup ataupun sumber air. Setelah manusia hidup berkelompok, jejak-jejak itu berubah menjadi jalan setapak. Dengan mulai digunakannya hewan-hewan sebagai alat transportasi, jalan mulai dibuat rata. Jalan yang diperkeras pertama kali ditemukan di Mesopotamia berkaitan dengan ditemukannya roda sekitar 3500 tahun sebelum masehi.

Seiring dengan berlalunya waktu, konstruksi perkerasan jalan mengalami perkembangan yang pesat pada zaman keemasan romawi. John Louden Mac Adam (1756-1836) adalah orang Skotlandia yang memperkenalkan konstruksi perkerasan yang terdiri dari batu pecah atau batu kali, pori-pori diatasnya ditutup dengan batu yang lebih kecil atau halus. Jenis perkerasan ini dikenal dengan nama Perkerasan Macadam. Untuk memberikan lapisan yang kedap air, maka di atas lapisan

Macadam diberi lapisan aus yang menggunakan aspal sebagai bahan pengikat dan ditaburi pasir kasar.

2.2 Konstruksi Perkerasan Jalan

Berdasarkan bahan pengikatnya konstruksi perkerasan jalan dapat dibedakan atas :

- a. Konstruksi perkerasan lentur (*flexible pavement*), yaitu perkerasan yang menggunakan aspal sebagai bahan pengikat. Lapisan-lapisan perkerasannya bersifat memikul dan menyebarkan beban lalu lintas ke tanah dasar.
- b. Konstruksi perkerasan kaku (*rigid pavement*), yaitu perkerasan yang menggunakan semen sebagai bahan pengikat. Pelat beton dengan atau tanpa tulangan diletakkan diatas tanah dasar dengan atau tanpa lapis pondasi bawah. Beban lalu lintas sebagian besar dipikul oleh pelat beton.
- c. Konstruksi perkerasan komposit (*composite pavement*), yaitu perkerasan kaku yang dikombinasikan dengan perkerasan lentur dapat berupa perkerasan lentur diatas perkerasan kaku, atau perkerasan kaku diatas perkerasan lentur.

Perbedaan utama antara perkerasan kaku dan perkerasan lentur terlihat pada table berikut ini :

Tabel 2.1 Perbedaan antara perkerasan lentur dan perkerasan kaku

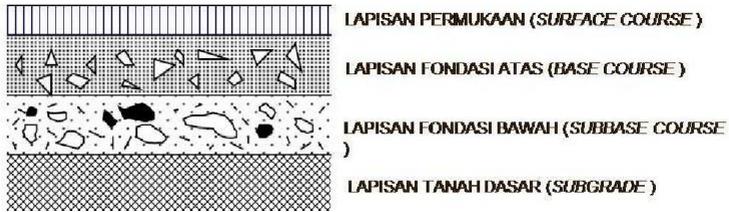
		Perkerasan Lentur	Perkerasan kaku
1	Bahan Pengikat	Aspal	Semen
2	Repetisi Beban	Timbul Rutting (lendutan pada jalur roda)	Timbul retak-retak pada permukaan
3	Penurunan Tanah Dasar	Jalan bergelombang (mengikuti tanah dasar)	Bersifat sebagai balok diatas perletakan
4	Perubahan Temperatur	Modulus kekakuan berubah Timbul tegangan dalam yang kecil	Modulus kekakuan tidak berubah Timbul tegangan dalam yang besar

Sumber : Silvia Sukirman "Perkerasan Lentur Jalan Raya"

Konstruksi perkerasan lentur terdiri dari lapisan-lapisan yang diletakkan diatas tanah dasar yang telah dipadatkan. Lapisan-lapisan tersebut berfungsi untuk menerima beban lalu lintas dan menyebarkannya ke lapisan dibawahnya.

Konstruksi perkerasan terdiri dari :

1. Lapisan Permukaan (*surface course*)
2. Lapisan Pondasi atas (*base course*)
3. Lapisan pondasi bawah (*subbase course*)
4. Lapisan tanah dasar (*subgrade*)



Gambar 2.1 Susunan lapis konstruksi perkerasan lentur

1. Lapisan permukaan (*surface course*)

Lapisan yang terletak paling atas disebut lapis permukaan dan berfungsi sebagai berikut:

- Lapis perkerasan penahan beban roda, lapisan mempunyai stabilitas tinggi untuk menahan beban roda selama masa pelayanan.
- Lapis kedap air, sehingga air hujan yang jatuh di atasnya tidak meresap ke lapisan dibawahnya dan melemahkan lapisan-lapisan tersebut.
- Lapis aus (*wearing course*), lapisan yang langsung menderita gesekan akibat rem kendaraan sehingga mudah menjadi aus.
- Lapis yang menyebarkan beban ke lapisan bawah, sehingga dapat dipikul oleh lapisan lain yang mempunyai daya dukung yang lebih jelek.

2. Lapisan pondasi atas (*base course*)

Lapisan perkerasan yang terletak diantara lapis pondasi bawah dan lapis permukaan dinamakan lapis pondasi atas (*base course*).

Fungsi lapisan pondasi atas ini antara lain sebagai berikut:

- Bagian perkerasan yang menahan gaya lintang dari beban roda dan menyebarkan beban ke lapisan dibawahnya.
 - Lapisan peresapan untuk lapisan pondasi bawah.
 - Bantalan terhadap lapisan permukaan.
3. Lapisan pondasi bawah (*subbase course*)

Lapis perkerasan yang terletak antara lapis pondasi atas dan tanah dasar dinamakan lapis pondasi bawah.

Lapis pondasi bawah ini berfungsi sebagai :

- Bagian dari konstruksi perkerasan untuk menyebarkan beban roda ke tanah dasar. Lapisan ini harus cukup kuat, mempunyai CBR 20% dan Plastisitas Indeks (PI) $\leq 10\%$.
- Efisiensi penggunaan material. Material pondasi bawah relative lebih murah dibandingkan dengan lapisan perkerasan diatasnya.
- Mengurangi tebal lapisan diatasnya yang lebih mahal.
- Lapis peresapan, agar air tanah tidak berkumpul di pondasi.
- Lapisan pertama, agar pekerjaan dapat berjalan lancar. Hal ini sehubungan dengan kondisi lapangan yang memaksa harus segera menutup tanah dasar dari pengaruh cuaca, atau lemahnya daya dukung tanah dasar menahan roda-roda alat besar.
- Lapisan untuk mencegah partikel-partikel halus dari tanah dasar naik ke lapis pondasi atas.

4. Lapisan tanah dasar (*subgrade*)

Lapisan tanah setebal 50-100 cm diatas mana akan diletakkan lapisan pondasi bawah dinamakan lapisan tanah dasar.

2.3 Material Konstruksi Perkerasan

Pada umumnya material konstruksi perkerasan jalan adalah agregat, aspal, dan *filler* yang akan diuraikan sebagai berikut :

2.3.1 Agregat

Agregat / batuan adalah bahan keras yang apabila dipadatkan sehingga bersatu kuat akan membentuk struktur pokok bangunan jalan tanpa atau dengan penambahan bahan perekat. Agregat dalam kualitas dan sifat yang baik dibutuhkan untuk lapisan permukaan yang langsung memikul beban lalu lintas dan menyebarkannya ke lapisan bawah.

Berdasarkan besar partikel-partikel agregat, agregat dapat dibedakan atas :

- Agregat kasar, yaitu batuan yang tertahan saringan No. 8 (2,36 mm) terdiri atas batu pecah atau kerikil pecah.
- Agregat halus, yaitu batuan yang lolos saringan No. 8 (2,36 mm) dan tertahan saringan No. 200 (0.075 mm) terdiri dari hasil pemecahan batu atau pasir alam.

- Abu batu / mineral *filler*, terdiri atas bahan yang lolos saringan No. 200 (0.075 mm) tidak kurang dari 75% terhadap beratnya.

Sifat dan kualitas agregat menentukan kemampuannya dalam memikul beban lalu-lintas. Agregat dengan kualitas dan sifat yang baik dibutuhkan untuk lapisan permukaan yang langsung memikul beban lalu lintas dan menyebarkan ke lapisan dibawahnya. Untuk mendapatkan campuran efektif dari gradasi agregat dan aspal yang akan menghasilkan campuran beraspal yang memiliki sifat-sifat sebagai berikut :

- a. Stabilitas adalah campuran untuk melawan deformasi atau perubahan bentuk yang disebabkan oleh beban lalu lintas. Stabilitas tergantung dari gaya gesek dan kohesi. Sedangkan gaya gesek tergantung pada surface texture, gradasi agregat, bentuk kombinasi dari gaya gesek dan kemampuan saling mengunci agregat pada campuran.
- b. Fleksibilitas adalah kemampuan lapis permukaan untuk menyesuaikan perubahan bentuk yang terjadi dibawahnya tanpa mengalami retak-retak. Sifat ini bertolak belakang dengan stabilitas, maka dalam perencanaan kedua sifat ini diusahakan dicapai optimumnya, karena usaha memaksimalkan yang satu berarti meminimumkan sifat yang lain.

Umumnya fleksibilitas campuran beraspal akan lebih tinggi dengan penambahan kadar aspal.

- c. Durabilitas adalah kemampuan campuran untuk mempertahankan kualitasnya dari kerusakan yang disebabkan oleh pengaruh cuaca dan beban lalu lintas.
- d. *Impermeability* adalah sifat kedap air dan udara yang dimiliki campuran, hal ini erat kaitannya dengan jumlah rongga dalam campuran yang dapat mempengaruhi durabilitas lapis perkerasan. Permukaan perkerasan dapat dimungkinkan kedap air dengan cara menggunakan gradasi rapat atau memperbesar kadar aspal agar nilai voidnya kecil.
- e. *Fatigue resistance* adalah kemampuan perkerasan terhadap kelelahan akibat beban yang berulang-ulang dari beban lalu lintas tanpa mengalami retak.
- f. *Skid resistance* adalah kekesatan lapis permukaan yang berkaitan dengan kemampuan lapis perkerasan untuk melayani arus lalu lintas kendaraan yang lewat di atasnya tanpa tergelincir pada saat kondisi permukaan basah.
- g. *Workability* adalah sifat kemudahan dari campuran agregat aspal untuk dilaksanakan meliputi pencampuran, penghamparan dan pematatan.

2.3.2 Aspal

Aspal didefinisikan sebagai material berwarna hitam atau coklat tua, pada temperature ruang berbentuk padat/agak padat. Jika dipanaskan pada suatu temperature tertentu aspal dapat menjadi lunak/cair sehingga dapat membungkus partikel agregat pada waktu pembuatan aspal beton atau dapat masuk kedalam pori-pori yang ada penyemprotan pada perkerasan macadam atau peleburan. Jika temperature rendah, aspal akan mengeras dan mengikat agregat pada tempatnya.

Hydrocarbon adalah bahan dasar utama dari aspal yang umum disebut bitumen. Aspal yang umum digunakan saat ini terutama berasal dari salah satu hasil proses destilasi minyak bumi. Disamping itu sekarang mulai banyak pula dipergunakan aspal alam yang berasal dari pulau Buton.

Aspal minyak yang digunakan untuk konstruksi perkerasan jalan merupakan proses hasil residu dari destilasi minyak bumi, sering disebut sebagai aspal semen. Aspal semen bersifat mengikat agregat pada campuran aspal beton dan memberikan lapisan kedap air, serta tahan terhadap pengaruh asam, basa, dan garam. Sifat aspal akan berubah akibat panas dan umur, aspal akan menjadi kaku dan rapuh dan akhirnya daya adhesinya terhadap partikel agregat akan berkurang. Perubahan ini dapat diatasi/dikurangi jika sifat-sifat

aspal dikuasai dan dilakukan langkah-langkah yang baik dalam proses pelaksanaan.

Berdasarkan cara diperolehnya aspal dapat dibedakan atas :

1. Aspal alam, dapat dibedakan atas :
 - Aspal gunung (*rock asphalt*), contoh aspal dari pulau Buton.
 - Aspal danau (*lake asphalt*), contoh aspal dari Bermudez.
2. Aspal buatan
 - Aspal minyak, merupakan hasil penyulingan minyak bumi.
 - Tar, merupakan hasil penyulingan batu bara.

Aspal yang biasanya digunakan pada konstruksi perkerasan jalan di Indonesia berfungsi sebagai :

1. Bahan pengikat, memberikan ikatan yang kuat antara aspal dan agregat dan antara aspal itu sendiri.
2. Bahan pengisi, mengisi rongga antara butir-butir agregat dan pori-pori yang ada dari agregat itu sendiri.

Adapun sifat-sifat dari aspal yaitu

- Daya tahan (*durability*)
Daya tahan aspal adalah kemampuan aspal mempertahankan sifat asalnya akibat pengaruh cuaca selama masa pelayanan jalan. Sifat ini merupakan sifat dari campuran aspal, jadi tergantung dari sifat

agregat, campuran dengan aspal, faktor pelaksanaan dll.

- Adhesi dan Kohesi

Adhesi adalah kemampuan aspal untuk mengikat agregat sehingga dihasilkan ikatan yang baik antara agregat dengan aspal. Kohesi adalah kemampuan aspal untuk tetap mempertahankan agregat tetap ditempatnya setelah terjadi pengikatan.

- Kepekaan terhadap temperatur

Aspal adalah material yang termoplastis, berarti akan menjadi keras atau lebih kental jika temperatur berkurang dan akan lunak atau lebih cair jika temperatur bertambah. Sifat ini dinamakan kepekaan terhadap perubahan temperatur.

- Kekerasan aspal

Kekerasan aspal dapat dilihat dari penetrasinya, makin besar nilai penetrasi maka aspal makin lunak begitupun sebaliknya. Hal ini perlu diperhatikan untuk menjaga aspal dalam campuran tetap atau tidak mengalir keluar dari rongga pada saat terjadi perubahan suhu.

2.3.3 *Filler*

Bahan pengisi (*filler*) adalah bagian dari agregat halus yang minimum 75% lolos saringan No.200 (=0,075). *Filler* berfungsi sebagai pengisi rongga-rongga pada campuran aspal.

2.4 Karakteristik Beton Aspal

Menurut Silvia Sukirman (2003), terdapat tujuh karakteristik campuran yang harus dimiliki oleh beton aspal adalah stabilitas, keawetan, kelenturan, ketahanan terhadap kelelahan, ketahanan geser, kedap air, dan kemudahan pelaksanaan.

1. Stabilitas adalah kemampuan perkerasan jalan menerima beban lalu lintas tanpa terjadi perubahan bentuk tetap seperti alur, gelombang, dan *bleeding*. Faktor-faktor yang mempengaruhi nilai stabilitas beton aspal adalah :
 - a. Gesekan internal yang dapat berasal dari kekasaran permukaan butir-butir agregat, luas bidang kontak antar butir atau bentuk butir, gradasi agregat, kepadatan campuran dan tebal aspal.
 - b. Kohesi yang merupakan gaya ikat aspal yang berasal dari daya lekatnya, sehingga mampu memelihara tekanan kontak antar butir agregat.
2. Keawetan atau durabilitas adalah kemampuan beton aspal menerima repetisi beban lalu lintas seperti berat kendaraan dan gesekan antara roda kendaraan dan permukaan jalan, serta menahan keausan akibat pengaruh cuaca dan iklim.
3. Kelenturan atau fleksibilitas adalah kemampuan beton aspal untuk penyesuaian diri akibat penurunan dan pergerakan dari pondasi atau tanah dasar tanpa terjadi retak. Penurunan terjadi akibat dari repetisi beban lalu lintas ataupun akibat beban sendiri tanah timbunan yang dibuat diatas tanah asli.

4. Ketahanan terhadap kelelahan adalah kemampuan beton aspal untuk menerima lendutan berulang akibat repetisi beban, tanpa terjadinya kelelahan berupa alur dan retak.
5. Kekesatan atau tahanan geser adalah kemampuan permukaan beton aspal terutama pada kondisi basah, memberikan gaya gesek pada roda kendaraan sehingga kendaraan tidak tergelincir ataupun slip.
6. Kedap air adalah kemampuan beton aspal untuk tidak dapat dimasuki air ataupun udara lapisan beton aspal. Air dan udara dapat mengakibatkan percepatan proses penuaan aspal dan pengelupasan selimut aspal dari permukaan agregat.
7. Workability adalah kemampuan campuran beton aspal untuk mudah dihamparkan dan dipadatkan. Kemudahan pelaksanaan menentukan tingkat efisiensi pekerjaan. Faktor kemudahan dalam proses penghamparan dan pemadatan adalah viskositas aspal, kepekatan aspal terhadap perubahan temperatur dan gradasi serta kondisi agregat.

2.5 Lapisan Tipis Aspal Beton (Lataston)

Lapis tipis aspal beton (Lataston) adalah salah satu jenis campuran beton aspal yang mempunyai sifat kedap air sehingga tahan terhadap oksidasi, yang berfungsi sebagai lapis penutup untuk menahan air agar tidak masuk kelapis bawahnya tetapi bersifat non struktural sehingga mempunyai nilai stabilitas rendah dan nilai kelelahan cukup

besar dibandingkan dengan jenis lainnya dikarenakan campuran lapis tipis aspal beton (Lataston) mempunyai komposisi campuran agregat cukup halus maka untuk menurunkan nilai kelelahan tersebut dengan menggunakan *filler* dari semen portland atau bahan tambah lainnya sebagai bahan pengisi. Lapis tipis aspal beton (Lataston) dikenal juga dengan nama HRS (Hot Rolled Sheet) yang terdiri dari HRS – WC dan HRS Base. HRS – WC digunakan sebagai lapis permukaan pada perkerasan lentur. Sedangkan HRS Base digunakan untuk lapisan dasar pada perkerasan lentur. Namun pada penelitian ini, lapisan yang digunakan adalah HRS – WC. Dari hasil pengujian laboratorium didapat data-data besaran parameter *marshall* yang selanjutnya data tersebut dianalisa terhadap spesifikasi lapis tipis aspal beton (Lataston).

2.5.1 Sifat –sifat Lataston

- Kedap air.
- Tahan terhadap keausan akibat lalu lintas
- Memiliki tekstur kekenyalan yang tinggi.
- Di anggap tidak memiliki nilai struktural.

2.5.2 Fungsi Lapis Tipis Aspal Beton (Lataston)

Mempunyai fungsi sebagai lapisan penutup untuk mencegah masuknya air dari permukaan kedalam konstruksi perkerasan bawahnya hingga dapat mempertahankan kekuatan konstruksi sampai tingkat tertentu.

2.5.3 Spesifikasi Lapis Tipis Aspal Beton (Lataston)

Lapis Tipis Aspal Beton (Lataston) digunakan untuk lapisan penutup. Sifat-sifat khas yang paling penting dari Lapis Tipis Aspal Beton (Lataston) adalah bahwa agregatnya bergradasi senjang. Sifatnya ini yang memberikan lapis aus Lataston yang tahan cuaca dan memberikan permukaan yang awet yang dapat menerima beban berat tanpa retak. Menurut spesifikasi umum 2010 pembagian gradasi dalam campuran dapat dilihat pada tabel 2.2 dibawah.

Tabel 2.2 Gradasi Campuran

Ukuran Ayakan (mm)	% Berat Yang Lolos terhadap Total Agregat dalam Campuran													
	Latasir (SS)		Lataston (HRS)				Laston (AC)							
	Kelas A	Kelas B	Gradasi Senjang ¹		Gradasi Semi Senjang ¹		Gradasi Halus			Gradasi Kasar ¹				
			WC	Base	WC	Base	WC	BC	Base	WC	BC	Base		
37,5									100					
25								100	90-100			100	90-100	
19	100	100	100	100	100	100	100	100	90-100	73-90	100	90-100	73-90	
12,5			90-100	90-100	87-100	90-100	74-90	61-79	90-100	90-100	71-90	55-76		
9,5	90-100		75-85	65-90	55-88	55-70	72-90	64-82	47-67	72-90	58-80	45-66		
4,75							54-69	47-64	39,5-50	43-63	37-56	28-39		
2,36		75-100	50-72 ¹	35-55 ¹	50-62	32-44	39,1-53	34,6-49	30,8-37	28-39,1	23-34,6	19-28		
1,18							31,6-40	28,3-38	24,1-28	19-25,6	15-22,3	12-18,1		
0,600			35-60	15-35	20-45	15-35	23,1-30	20,7-28	17,6-22	13-19,1	10-16,7	7-13,6		
0,300					15-35	5-35	15,5-22	13,7-20	11,4-16	9-13,5	7-13,7	5-11,4		
0,150							9-15	4-13	4-10	6-13	5-11	4,5-9		
0,075	10-15	8-13	6-10	2-9	6-10	4-8	4-10	4-8	3-6	4-10	4-8	3-7		

Sumber : Spesifikasi Umum 2010

Tabel 2.3 Gradasi HRS-WC

Ukuran Ayakan (mm)	Lolos Saringan (%)
19	100
12,5	90-100
9,5	75-85

2,36	50-72
0,600	35-60
0,075	6-10

Sumber : Spesifikasi Umum 2010

2.6 Gilsonite Sebagai Zat Aditif

Gilsonite merupakan mineral hidrokarbon alami berwarna kecoklatan dan sangat rapuh. Terdapat dalam bentuk yang sangat murni yaitu lebih dari 99% dan kadar abunya sangat rendah berkisar antara 0,65%-1% saja. Gilsonite tidak mengandung racun yang bisa berakibat buruk bagi kesehatan manusia. Titik lelehnya relatif tinggi, yaitu sekitar 175%. Sedangkan titik nyala gilsonite mencapai suhu 315%, indikasinya bahwa gilsonite tidak akan mudah terbakar di dalam hot-mix.

Komposisi kimia dari gilsonite menunjukkan adanya kandungan asphaltene sebesar 70,9% disamping terkandung pula unsur malthene 27% dan oil 2%. Kadar asphaltene gilsonite tersebut adalah yang paling tinggi jika dibandingkan dengan bahan additive lain, seperti Teinidad (17,4%), Rose (67,1%) maupun SDA (35,9%). Kadar nitrogen gilsonite adalah yang paling tinggi yakni 3,2%, jika dibandingkan dengan bahan additive lain yang juga memiliki kadar nitrogen, seperti aspal Teinidad (1,01%), Rose(0,80%), maupun SDA (1,10%). Dengan demikian gilsonite diharapkan dapat memperbaiki adhesi dengan agregat dan mengurangi water stipping.

Kesamaan sifat antara gilsonite dan aspal menunjukkan bahwa gilsonite berpotensi untuk dapat digunakan sebagai bahan additive dengan tujuan meningkatkan kualitas sifat fisik dan kimiawi aspal minyak. Oleh karena itu bila diinginkan hasil kerja yang lebih baik maka harus diadakan suatu metode dalam peningkatan mutu aspal. Gilsonite dengan komposisi kimia yang dikandungnya diharapkan dapat mencapai tujuan tersebut (*American Gilsonite Company, 2004*)

1.6.1 Komposisi Kimia Aspal Modifikasi Gilsonite

Untuk mengetahui perubahan yang terjadi akibat digunakannya gilsonite pada bahan aspal telah dilakukan suatu pengujian terhadap komposisi kimia yang ada. Dengan persentase penambahan gilsonite 6% hingga 9% dari berat aspal yang telah diteliti perubahan kadar asphaltene, malthene, oils dan kadar nitrogen suatu campuran gilsonite dengan aspal jenis pen 60/70 maupun 80/100.

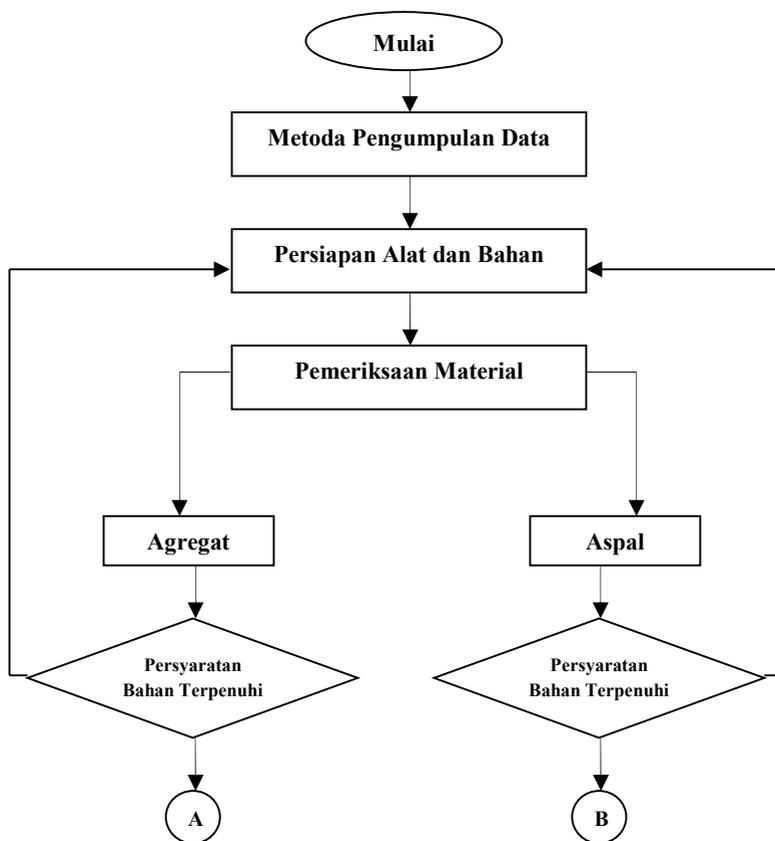
Kenaikan tertinggi kadar asphaltene dan malthene hingga mencapai 25% terjadi pada aspal pen 80/100, sedangkan pada aspal pen 60/70 kenaikan tertinggi kadar asphaltene mencapai 22% dan kenaikan malthenya sebesar 19%. Kenaikan kadar asphaltene tersebut mempengaruhi wujud aspal menjadi lebih padat, karena bila ditinjau dari segi komposisi molekulnya, asphaltene merupakan bagian dari aspal yang memiliki berat terbesar. Kadar asphaltene yang tinggi bila dicampur dengan aspal cement maka gilsonite akan berfungsi sebagai penguat (*reinforce*). Sedangkan kenaikan kadar malthene menjadikan adhesi dan kekenyalan aspal menjadi lebih baik, sehingga kekawatiran akibat pengaruh buruk oksidasi terutama pada suhu tinggi dapat direduksi seoptimal mungkin.

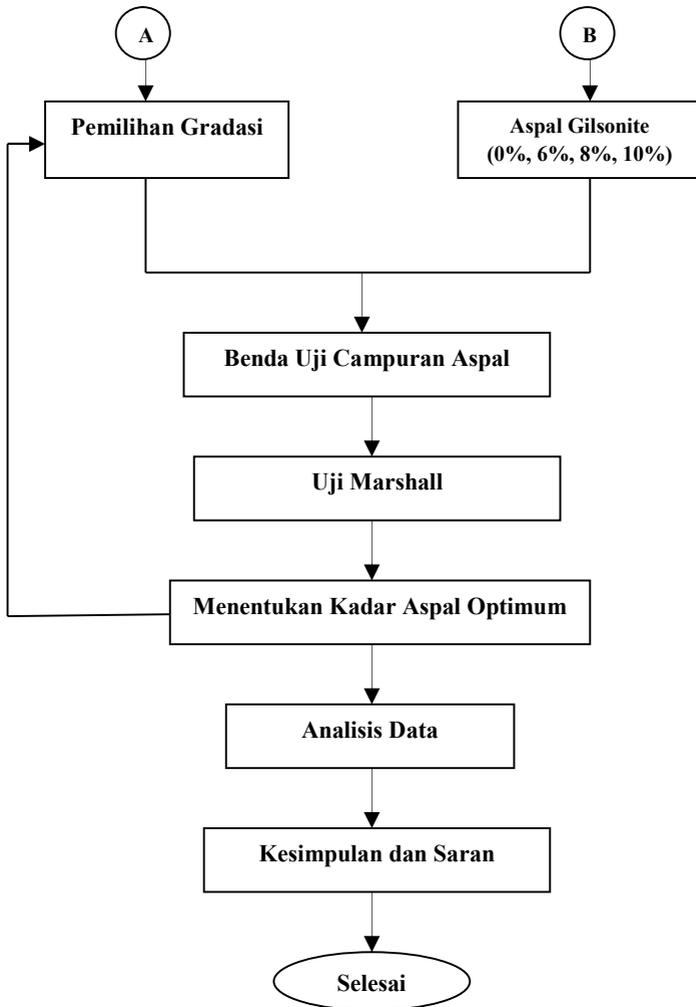
Pada pemeriksaan kadar oils terdapat hal yang identik pada kedua jenis aspal, yakni menunjukkan penurunan nilai dengan kecenderungan fluktuasi meninggi pada persen penambahan gilsonite terbesar. Ini mengandung pengertian bahwa aspal hasil modifikasi cenderung lebih kental dibandingkan dengan aspal minyak murni. Untuk pemeriksaan kadar nitrogen terlihat adanya kenaikan nilai walaupun pada penelitian ini kecenderungan tersebut hanya terjadi pada proses penambahan gilsonite 8% dan 9%. Dengan ditambahkan unsur nitrogen dalam bahan aspal dimungkinkan adanya peningkatan fungsi aspal yakni menambah daya lekat aspal yang berpengaruh terhadap kualitas ikatan antara agregat dalam campuran (Lexmana, 1996).

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

Secara umum pelaksanaan program kerja dalam penelitian ini akan dilaksanakan dengan langkah-langkah yang digambarkan dalam diagram alir penelitian seperti yang ditunjukkan pada gambar 3.1.





3.1 Metode Pengumpulan Data

Pada penelitian ini dilakukan dengan dua cara. Yang pertama dengan studi literatur yang bertujuan untuk memahami sifat dan persyaratan penggunaan aspal dan agregat pada campuran perkerasan jalan raya. Yang kedua dengan cara melakukan studi eksperimental yang dilakukan di laboratorium. Pada metoda ini akan digunakan gilsonite sebagai zat aditif.

3.2 Pemeriksaan Material di Laboratorium

Pemeriksaan ini bertujuan untuk memeriksa agregat dan aspal apakah memenuhi persyaratan sesuai dengan spesifikasi pekerjaan jalan atau tidak, selain itu juga berguna untuk menentukan besarnya kebutuhan aspal dan kebutuhan agregat dari suatu perencanaan perkerasan

3.2.1 Pemeriksaan Agregat

1. Pemeriksaan Analisa Saringan

Pemeriksaan ini bertujuan untuk menentukan gradasi atau pembagian butiran dari agregat halus, agregat sedang dan agregat kasar dengan menggunakan saringan.

2. Pemeriksaan berat jenis dan penyerapan agregat kasar

Pemeriksaan ini bertujuan untuk menentukan besar berat jenis (*bulk*), berat kering permukaan jenuh (*saturated surface dry*), berat jenis semu (*apparent*) dari penyerapan agregat kasar.

3. Pemeriksaan berat isi agregat

Pemeriksaan ini bertujuan untuk menentukan berat isi agregat halus, kasar atau campuran.

4. Pemeriksaan kelekatan agregat terhadap aspal

Pemeriksaan ini bertujuan untuk menentukan persentase luas permukaan agregat yang tertutup aspal terhadap seluruh luas permukaan agregat.

5. Pemeriksaan keausan agregat dengan mesin Los Angeles

Pemeriksaan ini bertujuan untuk menentukan ketahanan agregat terhadap keausan dengan menggunakan mesin Los Angeles.

6. Pemeriksaan kekuatan agregat terhadap tumbukan

Pemeriksaan ini bertujuan untuk menentukan kekuatan agregat terhadap tumbukan.

7. Pemeriksaan kekuatan agregat terhadap tekanan

Pemeriksaan ini bertujuan untuk menentukan nilai kekuatan agregat terhadap tekanan yang bervariasi dalam jangka waktu tertentu.

3.2.2 Pemeriksaan Aspal

1. Pemeriksaan penetrasi bahan bitumen

Pemeriksaan ini bertujuan untuk menentukan penetrasi bitumen keras atau lembek dengan memasukkan jarum penetrasi ukuran tertentu, beban dan waktu tertentu kedalam bitumen dengan suhu tertentu.

2. Pemeriksaan titik nyala dan titik bakar dengan cleveland open cup

Pemeriksaan ini bertujuan untuk menentukan titik nyala dan titik bakar aspal.

3. Pemeriksaan kehilangan berat aspal

Pemeriksaan ini bertujuan untuk menentukan kehilangan berat aspal terutama pada percobaan penetrasi dan daktilitas bahan bitumen.

4. Pemeriksaan daktilitas

Pemeriksaan ini bertujuan untuk mengetahui jarak terpanjang yang dapat ditarik antara dua cetakan yang berisi aspal sebelum putus.

5. Pemeriksaan berat jenis aspal

Pemeriksaan ini bertujuan untuk menentukan berat jenis aspal dengan menggunakan piknometer.

6. Pemeriksaan kelekatan aspal terhadap agregat

Pemeriksaan ini bertujuan untuk menentukan kelekatan aspal terhadap agregat.

7. Pemeriksaan titik lembek aspal

Pemeriksaan ini bertujuan untuk menentukan titik lembek aspal yang berkisar antara 30°C sampai 200°C.

3.3 Perencanaan Campuran Untuk Menentukan Kadar Aspal Optimum

Perencanaan ini bertujuan untuk menentukan jenis sampel dan persentase penambahan gilsonite terhadap aspal dan menentukan kadar aspal optimum.

Variasi campuran untuk benda uji :

1. Campuran pembanding
Campuran ini menggunakan batu pecah sebagai agregat kasar, pasir sebagai agregat halus dan aspal murni
2. Campuran variasi 1
Campuran ini menggunakan batu pecah sebagai agregat kasar, pasir sebagai agregat halus dan aspal murni dengan 6% gilsonite.
3. Campuran variasi 2
Campuran ini menggunakan batu pecah sebagai agregat kasar, pasir sebagai agregat halus dan aspal murni dengan 8% gilsonite.
4. Campuran variasi 3
Campuran ini menggunakan batu pecah sebagai agregat kasar, pasir sebagai agregat halus dan aspal murni dengan 10% gilsonite.

3.4 Pengujian Kelayakan Campuran Dengan Menggunakan *Marshall Test*

Berdasarkan ketentuan *Marshall*, perencanaan suatu campuran aspal harus memenuhi beberapa syarat dibawah ini :

1. Cukup jumlah aspal untuk menjamin keawetan.
2. Cukup stabil sehingga dapat menerima beban lalu lintas tanpa mengalami perubahan bentuk.
3. Cukup rongga dalam campuran untuk memungkinkan pemadatan tambahan dan akibat pembebanan lalu lintas.
4. Cukup lentur sehingga memungkinkan perubahan bentuk tanpa terjadi keretakan.

Untuk memperoleh sifat campuran dengan kondisi diatas, dibutuhkan suatu kadar aspal yang optimum untuk merencanakan campuran aspal. Salah satu cara untuk menentukan kadar aspal optimum adalah metode *Marshall*.

Pada rangkaian pengujian dengan alat *Marshall*, terdapat dua tahap yaitu :

1. Penentuan volume rongga dalam campuran
Setelah dilakukan pencampuran dan pemadatan, benda uji direndam dalam air selama 24 jam pada suhu ruang untuk mendapatkan kondisi jenuh. Kemudian dilakukan penimbangan dalam kondisi setelah pemadatan, dalam air dan dalam kondisi jenuh. Dari perhitungan diatas didapat volume rongga dalam campuran dan rongga antar mineral agregat.
2. Penentuan Stabilitas dan Kelelahan
Penentuan stabilitas dan kelelahan dilakukan dengan alat *Marshall* pada suhu 60° dengan kecepatan 2"/menit.

3.5 Parameter Marshall

Untuk menentukan kualitas suatu campuran perkerasan jalan, bisa digunakan parameter *marshall*. Parameter *Marshall* meliputi :

1. Stabilitas

Stabilitas lapisan perkerasan jalan adalah kemampuan lapisan perkerasan menerima beban lalu lintas tanpa terjadi perubahan bentuk yang tetap, seperti gelombang, alur ataupun *bleeding*. Untuk jenis lapis perkerasan Lataston (Lapisan Tipis Aspal Beton) disyaratkan stabilitas besar dari 800 kg.

2. Kelelahan

Kelelahan didefinisikan sebagai perubahan bentuk tetap yang terjadi pada campuran akibat adanya pembebanan. Untuk jenis lapis perkerasan Lataston (Lapisan Tipis Aspal Beton), pelehannya sekitar 3mm.

3. Rongga dalam campuran (VIM)

Rongga dalam campuran adalah ruang udara yang terjadi diantara partikel yang telah terselubungi oleh aspal dalam campuran yang telah dipadatkan. Rongga ini dinyatakan dalam persen (%) terhadap volume campuran total. jenis lapis perkerasan Lataston (Lapisan Tipis Aspal Beton) rongga dalam campuran yang diharapkan berkisar antara 4% sampai 6%.

4. Marshall Quotient

Angka *Marshall*, adalah hasil bagi stabilitas dan kelelahan. MQ merupakan indikator kelenturan yang potensial

terhadap keretakan, yang dinyatakan dalam kg/mm. Untuk jenis lapis perkerasan Lataston (Lapisan Tipis Aspal Beton), MQ yang diisyaratkan untuk campuran ini adalah 250 kg/mm.

3.6 Analisis Hasil Penelitian

Setelah melakukan serangkaian penelitian, maka hasil dari penelitian tersebut haruslah dianalisis. Analisis data-data penelitian ini mencakupi jumlah kadar aspal optimum untuk benda uji dengan memakai gilsonite sebagai zat aditif.

3.7 Pembahasan Analisis Hasil Penelitian

Setelah diperoleh nilai kadar aspal optimum untuk masing-masing kadar aspal gilsonite, maka berdasarkan hubungan antara masing-masing parameter *Marshall* dengan variasi kadar aspal gilsonite dapat diketahui kadar aspal optimum dalam campuran.

BAB IV

PROSEDUR DAN HASIL KERJA

4.1 PENDAHULUAN

Penelitian ini dimaksudkan untuk mengetahui kelayakan material sebagai penyusun campuran, dan pemeriksaan material yang memenuhi spesifikasi. Selain itu, beberapa pemeriksaan berpengaruh pada penentuan proporsi campuran, seperti berat jenis, agregat dan penetrasi aspal. Prosedur pemeriksaan material pada penelitian ini berpedoman pada Standar Nasional Indonesia (SNI) dan Spesifikasi Umum 2010.

4.2 PEMERIKSAAN MATERIAL

4.2.1 Pemeriksaan Agregat

A. Berat Jenis dan Penyerapan

(SNI 1969:2008 / SNI 1970:2008)

Pemeriksaan ini bertujuan untuk menentukan berat jenis agregat, berat semu, berat kering permukaan jenuh, dan penyerapan agregat. Pemeriksaan berat jenis agregat ada 3 macam yaitu:

a) Berat jenis (*bulk specific gravity*)

Berat jenis merupakan perbandingan antara berat kering agregat dan air suling yang isinya sama dengan isi agregat dalam keadaan jenuh pada suhu tertentu.

b) Berat jenis semu (*apparent specific gravity*)

Berat jenis semu merupakan perbandingan antara berat kering agregat dan air suling yang isinya sama dengan isi agregat dalam keadaan kering pada suhu tertentu.

- c) Berat jenis kering permukaan jenuh (*saturated surface dry*).

Berat jenis permukaan jenuh merupakan perbandingan antara berat kering permukaan jenuh agregat dan air suling yang isinya sama dengan isi agregat dalam keadaan kering pada suhu tertentu.

- d) Penyerapan agregat

Penyerapan adalah persentase berat air yang dapat diserap oleh pori terhadap berat agregat kering.

Nilai berat jenis agregat ini digunakan untuk menentukan berat jenis maksimum dari campuran untuk menentukan kadar aspal optimumnya. Besarnya berat jenis agregat penting dalam perencanaan campuran agregat dengan aspal karena umumnya direncanakan berdasarkan perbandingan berat dan juga untuk menentukan banyak pori. Agregat dengan berat jenis yang kecil mempunyai volume yang besar sehingga dengan berat yang sama membutuhkan jumlah aspal yang lebih banyak.

Adapun prosedur dari percobaan berat jenis agregat kasar adalah sebagai berikut :

1. Ambil benda uji yaitu agregat yang tertahan saringan No. 8, timbang sebanyak 5 kg.
2. Cuci benda uji hingga tidak ada debu atau bahan-bahan lain yang menempel pada permukaan agregat.

3. Keringkan benda uji dalam oven pada suhu 105°C sampai berat tetap.
4. Dinginkan benda uji pada suhu kamar selama ± 3 jam, kemudian timbang, hasil ini disebut berat kering / **Bk**.
5. Rendam benda uji dalam air pada suhu kamar selama ± 24 jam.
6. Keluarkan benda uji dari dalam air, keringkan dengan kain penyerap sampai selaput air pada permukaan hilang (SSD). Untuk butiran yang besar pengeringan harus satu persatu.
7. Timbang benda uji kering permukaan jenuh / **Bj**
8. Letakkan benda uji di dalam keranjang, lalu masukkan kedalam air dan guncangkan batunya untuk mengeluarkan udara yang tersekap, kemudian tentukan beratnya di dalam air (**Ba**).

Dimana :

- Berat jenis = $Bk / (Bj - Ba)$
- Berat jenis kering permukaan jenuh = $Bj / (Bj - Ba)$
- Berat jenis semu = $Bk / (Bk - Ba)$
- Penyerapan = $(Bj - Bk) / Bk \times 100\%$

Pada penelitian ini pemeriksaan berat jenis dilakukan terhadap agregat kasar dan agregat halus. Persiapan benda uji berat jenis agregat kasar dapat dilihat pada tabel 4.1

Jenis Pemeriksaan	Percobaan
Berat benda uji kering oven (BK)	5000 gram
Berat benda uji kering permukaan jenuh (BJ)	5097,7 gram
Berat benda uji dalam air (BA)	3129,2 gram

Tabel 4.1 Persiapan Benda Uji Berat Jenis Agregat Kasar

Perhitungan serta hasil yang didapat untuk berat jenis agregat kasar dapat dilihat pada tabel 4.2

Perhitungan	Percobaan
Berat jenis (<i>bulk</i>) $= \frac{BK}{BJ - BA}$	2,54
BJ kering permukaan jenuh $= \frac{BJ}{BJ - BA}$	2,59
BJ semu (<i>apparent</i>) $= \frac{BK}{BK - BA}$	2,67
Penyerapan (absorption) $= \frac{BJ - BK}{BK} \times 100 \%$	1,954

Tabel 4.2 Perhitungan Berat Jenis Agregat Kasar

Prosedur percobaan untuk berat jenis agregat halus adalah sebagai berikut:

1. Keringkan benda uji yaitu agregat yang lewat saringan No. 8 sebanyak 1000 gr kedalam oven pada suhu $110 \pm 5^{\circ}\text{C}$ sampai berat tetap. Berat tetap adalah keadaan berat benda uji selama 3 kali proses penimbangan dan pemanasan dalam oven dalam selang waktu 2 jam berturut-turut, tidak akan mengalami perubahan kadar air lebih besar daripada 0,1%. Dinginkan pada suhu ruang, kemudian rendam dalam air selama 24 ± 4 jam.
2. Buang air perendam dengan hati-hati, jangan ada butiran yang hilang, tebarkan agregat di atas talam, keringkan di udara panas dengan cara membalik-balikan benda uji. Lakukan pengeringan sampai tercapai keadaan kering permukaan jenuh.
3. Periksa keadaan kering permukaan jenuh dengan mengisikan benda uji kedalam kerucut terpancung, padatkan dengan batang penumbuk sebanyak 25 kali, angkat kerucut terpancung. Keadaan kering permukaan jenuh dalam keadaan tercetak.
4. Segera setelah tercapai keadaan kering permukaan jenuh masukkan 500 gram benda uji kedalam piknometer. Masukkan air suling sampai mencapai 90% isi piknometer, putar sambil diguncang sampai tidak terlihat gelembung udara di dalamnya. Untuk mempercepat proses ini dapat digunakan pompa hampa udara, tetapi harus diperhatikan jangan sampai ada air yang terhisap, dapat juga dilakukan dengan merebus piknometer.
5. Rendam piknometer dalam air dan ukur suhu air untuk penyesuaian perhitungan kepada suhu standar 25°C .
6. Tambahkan air sampai mencapai tanda batas.

7. Timbang piknometer berisi air dan benda uji sampai ketelitian 0,1 gram (**Bt**).
8. Keluarkan benda uji, keringkan dalam oven dengan suhu $110 \pm 5^{\circ}\text{C}$ sampai berat tetap, kemudian dinginkan benda uji dalam desikator.
9. Setelah benda uji dingin kemudian timbanglah (**Bk**).
10. Tentukan berat piknometer berisi air penuh (**B**).

Dimana :

- Berat benda uji keadaan kering permukaan jenuh = 500 gram
- Berat jenis = $Bk / (B+500-Bt)$
- Berat jenis kering permukaan jenuh = $500 / (B+500-Bt)$
- Berat jenis semu = $Bk / (B+Bk-Bt)$
- Penyerapan = $(500-Bk) / Bk \times 100\%$

Persiapan benda uji berat jenis agregat halus dapat dilihat pada tabel 4.3

Jenis Pemeriksaan	Percobaan
Berat benda uji kering permukaan jenuh (SSD)	500 gram
Berat benda uji kering Oven (BK)	487,9 gram
Berat piknometer dan air Pada suhu 25°C (B)	654,3 gram
Berat piknometer + benda uji (SSD) + air (Bt)	970,9 gram

Tabel 4.3 Persiapan Benda Uji Berat Jenis Agregat Halus

Perhitungan berat jenis agregat halus dapat dilihat pada tabel 4.4

Perhitungan	Percobaan
Berat jenis (<i>bulk</i>) $= \frac{BK}{B + 500 - BT}$	2,66
BJ kering permukaan jenuh $= \frac{500}{B + 500 - BT}$	2,73
BJ semu (<i>apparent</i>) $= \frac{BK}{B + BK - BT}$	2,85
Penyerapan (absorption) $= \frac{500 - BK}{BK} \times 100\%$	2,480

Tabel 4.4 Perhitungan Berat Jenis Agregat Halus

Dari percobaan diperoleh nilai berat jenis agregat kasar 2,54 dengan penyerapan 1,954. Sedangkan untuk agregat halus didapatkan nilai berat jenis sebesar 2,66 dengan penyerapan 2,480.

B. Pemeriksaan Berat Volume (PB-0204-76/ SNI 03-1970-1990)

Pemeriksaan ini dimaksudkan untuk menentukan berat isi agregat kasar. Berat isi adalah perbandingan berat agregat terhadap isi. Adapun prosedur kerja dari pemeriksaan berat volume adalah sebagai berikut :

- a. Berat isi lepas
 1. Ambil agregat sekurang-kurangnya sebanyak kapasitas wadah yang telah dikeringkan didalam oven sampai berat tetap.

2. Timbang dan catat berat mould (W_1)
 3. Masukkan benda uji dengan hati-hati agar tidak terjadi pemisahan butiran dari ketinggian maksimum 5 cm di atas wadah.
 4. Ratakan benda uji dengan menggunakan mistar perata.
 5. Timbang dan catat berat benda uji bersama mould (W_2)
 6. Hitung berat benda uji ($W_3 = W_2 - W_1$).
- b. Dengan cara penusukan
1. Ambil agregat sekurang-kurangnya sebanyak kapasitas wadah yang telah dikeringkan didalam oven sampai berat tetap.
 2. Timbang dan catat berat mould (W_1).
 3. Masukkan benda uji kedalam mould dalam tiga lapis dan setiap lapis ditusuk dengan tongkat penusuk sebanyak 25 kali. Pada pemadatan, tongkat harus masuk sampai lapisan bawah tiap lapis.
 4. Ratakan permukaan benda uji dengan mistar perata.
 5. Timbang dan catat berat mould dan benda uji (W_2).
 6. Hitung berat benda uji ($W_3 = W_2 - W_1$).
- c. Dengan cara penggoyangan
1. Ambil agregat sekurang-kurangnya sebanyak kapasitas wadah yang telah dikeringkan didalam oven sampai berat tetap.
 2. Timbang dan catat berat mould (W_1)
 3. Masukkan benda uji kedalam mould dalam 3 lapis, setiap lapis digoyang sebanyak 25 kali pada sisi yang berlawanan.
 4. Ratakan benda uji dengan menggunakan mistar perata.
 5. Timbang dan catat berat benda uji bersama mould (W_2)
 6. Hitung berat benda uji ($W_3 = W_2 - W_1$).

Perhitungan dan hasil percobaan pemeriksaan berat volume agregat kasar (batu pecah) dengan cara berat isi lepas, penusukan dan penggoyangan dapat dilihat pada tabel 4.5 di bawah ini:

Kriteria	Berat isi lepas	Penusukan	Penggoyangan	Satuan
Berat wadah (W1)	3,776	3,776	3,776	Kg
Berat wadah + benda uji (W2)	7,864	8,176	8,251	Kg
Berat benda uji (W3)	3,907	4,427	4,428	Kg
Volume wadah (V)	2,826	2,826	2,826	dm ³
Berat isi = $W3/V$	1,383	1,567	1,567	Kg/dm ³

Tabel 4.5 Pemeriksaan Berat isi agregat kasar

Dari pengujian berat isi agregat kasar diperoleh hasil untuk pemeriksaan dengan cara berat isi lepas adalah 1,383 kg/dm³, dengan cara penusukan adalah 1,567 kg/dm³, dan dengan cara penggoyangan adalah 1,567 kg/dm³.

C. Pemeriksaan Kelekatan Agregat Terhadap Aspal (PB-0205-76 / SNI 06-2439-1991)

Pemeriksaan ini bermaksud untuk menentukan kelekatan agregat terhadap aspal. Kelekatan agregat terhadap aspal adalah persentase luas

permukaan batuan yang tertutup aspal terhadap keseluruhan luas permukaan.

Adapun prosedur dari percobaan ini adalah :

1. Benda uji adalah agregat yang lewat saringan 9,5 mm (3/8") dan tertahan pada saringan 6,3 mm (4") sebanyak kira-kira 100 gram.
2. Cucilah dengan air suling, keringkan pada suhu 135°C sampai 149°C hingga berat tetap. Simpan di dalam tempat yang tertutup rapat dan siap untuk diperiksa.
3. Untuk pelapisan agregat basah perlu ditentukan berat jenis kering permukaan jenuh (SSD) dan penyerapan agregat.
4. Ambil 100 gram benda uji, masukkan ke dalam wadah, jika digunakan aspal panas, panaskan wadah berisi benda uji selama 1 jam dalam oven pada suhu tetap antara 135°C sampai 149°C, sementara itu panaskan aspal secara terpisah pada suhu yang sama.
5. Masukkan aspal yang sudah panas $5,5 \pm 0,2$ gram pada benda uji yang sudah panas pula. Aduk sampai merata dengan spatula yang sudah dipanasi sampai mencapai suhu ruang.
6. Pindahkan benda uji yang sudah terselaput aspal ke dalam tabung gelas kimia 600 ml. Segera tambahkan air suling sebanyak 400 ml dan biarkan pada suhu ruang selama 16-18 jam.
7. Periksa luas permukaan benda uji yang masih terselaput aspal.

Dari hasil pengamatan diperoleh :

Nilai kelekatan agregat (batu pecah) terhadap aspal sebesar 98%. Dan kelekatan agregat terhadap aspal + Gilsonite sebesar 97%.

D. Pemeriksaan Keausan Agregat dengan Mesin *Los Angeles* (SNI 2417 : 2008)

Pemeriksaan keausan agregat dengan mesin *Los Angeles* ini bertujuan untuk menentukan ketahanan agregat terhadap gesekan setelah 500 putaran. Keausan adalah perbandingan antara berat agregat yang lolos saringan No. 12 dengan berat semula agregat. Nilai keausan agregat dengan mesin *Los Angeles* ini dinyatakan dalam persen.

Adapun prosedur pelaksanaannya adalah sebagai berikut:

1. Benda uji yang digunakan adalah agregat yang lolos saringan $\frac{3}{4}$ " dan tertahan $\frac{1}{2}$ " sebanyak 2500 gram. Ditambah dengan agregat yang lolos saringan $\frac{1}{2}$ " dan tertahan saringan $\frac{3}{8}$ " sebanyak 2500 gram. Setelah itu masukkan bola-bola baja (11 buah) dalam mesin *Los Angeles* bersama seluruh benda uji.
2. Putar mesin dengan kecepatan 30 sampai 33 rpm, sebanyak 500 putaran.
3. Setelah selesai pemutaran, keluarkan benda uji dari mesin kemudian saring dengan saringan no. 12. Butiran yang tertahan di atasnya dicuci bersih, selanjutnya dikeringkan dalam oven pada suhu $(110 \pm 5)^{\circ}\text{C}$ sampai berat tetap.
4. Timbang dan catat berat yang tertahan saringan no. 12.

Persiapan dan perhitungan dan hasil benda uji yang menggunakan batu pecah tertera pada tabel 4.6 di bawah ini:

Pemeriksaan		Percobaan 1
Saringan		Batu pecah
Lewat	Tertahan	Berat (gr)
37,5 mm (1,5")	28 mm (1")	
28 mm (1")	20 mm (3/4")	
20 mm (3/4")	12,7 mm (1/2")	2500
12,7 mm (1/2")	10 mm (3/8")	2500
10 mm (3/8")	6,3 mm (1/4")	
6,3 mm (1/4")	5 mm (no.4)	
5 mm (no.4)	3,35 mm (no.6)	
3,35 mm (no.6)	2,36 mm (no.8)	
Jumlah berat (a)		5000
Berat tertahan no.12 (sesudah percobaan) (b)		3485,7
Keausan I = $\frac{a - b}{a} \times 100 \%$		30,28

Tabel 4.6 Pemeriksaan Keausan Agregat dengan mesin Los Angeles

Dari pengujian keausan agregat dengan Mesin *Los Angeles* diperoleh hasil sebesar 30,28 %.

**E. Pemeriksaan Kekuatan Agregat Terhadap Tumbukan
(*Aggregat Impact Value*)
(SNI 03-4426-1997)**

Pemeriksaan kekuatan agregat terhadap aspal ini bertujuan untuk menentukan kekuatan agregat terhadap tumbukan (*Aggregate Impact Value*).

Nilai Aggregate Impact Value (AIV) adalah presentase perbandingan antara agregat yang hancur dengan jumlah sampel yang ada.

Prosedur pelaksanaan pemeriksaan kekuatan agregat terhadap tumbukan adalah sebagai berikut:

1. Benda uji yang digunakan adalah agregat yang lolos saringan 14,0 mm dan yang tertahan saringan 10,0 mm. Saring antara 500 gram sampai 1000 gram agregat pada urutan saringan 14,0 mm dan 10,0 mm selama 10 menit. Sampel yang diambil adalah agregat yang lolos saringan 14,0 mm dan tertahan 10,0 mm.
2. Cuci sampel dengan air yang mengalir dan keringkan dalam oven (110 ± 5) °C selama 4 jam (kondisi kering oven).
3. Setelah suhu turun atau sama dengan suhu ruangan (25 °C) sampel siap untuk digunakan.
4. Timbang cup (Cylindrial Steel Cup) dengan ketelitian 0,1 gram (W_1),
5. Isilah cup dengan sampel tiga lapis yang sama tebal. Setiap lapis dipadatkan dengan 25 kali tusukan besi penusuk secara merata diseluruh permukaan. Tiap lapis tongkat dijatuhkan secara bebas dengan ketinggian lebih dari 5 cm dari permukaan lapisan. Pada lapisan terakhir isi cup dengan agregat agak menyembul dan padatkan,

6. Ratakan permukaan sampel dengan besi penusuk dan timbang (W_2),
7. Hitunglah berat awal sampel ($A' = W_2 - W_1$),
8. Letakkan mesin Impact Agregat pada lantai dasar yang keras seperti lantai beton,
9. Letakkan cup berisi sampel pada tempatnya dan pastikan letak cup sudah baik dan tidak akan bergeser akibat tumbukan palu,
10. Atur ketinggian palu agar jarak antara bidang kontak palu dengan permukaan sampel 380 ± 5 mm,
11. Lepaskan pengunci palu dan biarkan palu jatuh bebas ke sampel. Angkat palu pada posisi semula dan lepaskan kembali (jatuh bebas). Tumbukan dilakukan sebanyak 15 kali dengan tenggang waktu tumbukan tidak kurang dari satu detik,
12. Setelah selesai saring benda uji dengan saringan 23,6 mm selama satu menit dan timbang berat yang lolos dengan ketelitian 0,1 gram yang dinyatakan sebagai B gram dan yang tertahan sebagai C gram. Pastikan tidak ada partikel yang hilang selama proses tersebut. Jika selisih jumlah berat agregat yang lolos dan tertahan (A) dengan berat awal (A') lebih dari satu gram maka pengujian harus diulang.

Pemeriksaan keausan agregat terhadap tumbukan dapat dilihat pada tabel 4.7 dibawah ini :

Kriteria	Indeks dan Satuan	Pemeriksaan
Berat wadah /cup (W1)	Gram	-
Berat wadah + benda uji (setelah dipadatkan dengan penusukan) (W2)	Gram	-
Berat awal benda uji (A) = (W2-W1)	Gram	500
<u>Setelah ditumbukan dan disaring 1 menit =</u>		
Berat sampel lewat saringan 2,36 mm (B)	Gram	51,7
Berat sampel lewat saringan 2,36 mm ©	Gram	448,1
Total (A = B + C)	Gram	499,8
Selisih total dengan berat awal sampel (<1 gr)		
<i>Aggregate Impact Value = ((B/A) x 100%)</i>	%	10,344

Tabel 4.7 Pemeriksaan Keausan Agregat dengan terhadap Tumbukan

Nilai AIV agregat yang diperoleh dari pemeriksaan adalah 10,344 %.

4.2.2 Pemeriksaan Aspal

Tujuan dari pemeriksaan aspal ini adalah untuk menentukan apakah aspal tersebut layak atau tidak digunakan untuk bahan pengikat pada campuran perkerasan

A. Pemeriksaan Kehilangan Berat Aspal (SNI 06-2440-1991)

Pemeriksaan ini bertujuan untuk mengetahui pengurangan berat akibat penguapan bahan-bahan yang menyusun aspal. Pengujian dilakukan dengan memanaskan sampel setebal 3 mm selama 5 jam pada suhu 163°C. Penurunan berat yang besar akan menyebabkan aspal menjadi getas dan mudah rapuh. Hasil dan perhitungan terlihat pada tabel 4.13. Prosedur percobaan kehilangan berat aspal adalah sebagai berikut:

1. Panaskan aspal perlahan-lahan serta aduk hingga cukup cair untuk dapat dituangkan.
2. Timbang berat cawan.
3. Masukkan benda uji kedalam cawan, kemudian dinginkan. Timbang berat cawan berisi aspal tersebut sehingga diperoleh berat aspal sebelum dipanaskan (W_1).
4. Oven cawan berisi benda uji tersebut pada suhu 163 °C selama 5 jam. Kemudian keluarkan benda uji dari oven dan biarkan sampai dingin.
5. Lalu timbang beratnya (W_2).
6. Hitunglah berat aspal yang hilang tersebut, dengan besarnya adalah (W_1-W_2)

Tabel pemeriksaan kehilangan berat aspal dapat dilihat pada tabel 4.8 dibawah ini :

Kriteria	Aspal + 0% Gilsonite		Aspal + 6% Gilsonite		Aspal + 8% Gilsonite		Aspal + 10% Gilsonite	
	A	B	A	B	A	B	A	B
Berat cawan	19,8	20	9,1	20,6	20,6	9,1	20,6	20,6
Berat cawan + aspal sebelum dipanaskan	71,1	72,9	59,1	70,6	70,5	59,1	70,6	70,6
Berat cawan + aspal setelah dipanaskan	71	72,7	58,8	70,5	70,2	58,7	70,5	70,5
Berat aspal sebelum dipanaskan	51,3	52,9	50	50	50	50	50	50
Berat aspal setelah dipanaskan	51,2	52,7	49,7	49,9	49,7	49,6	49,9	49,9
Kehilangan berat (%)	0,195	0,378	0,60	0,20	0,60	0,80	0,20	0,20
Rata – Rata	0,2865		0,40		0,70		0,20	

Tabel 4.8 Pemeriksaan Kehilangan Berat Aspal

Dari percobaan diatas diperoleh kehilangan berat aspal + 0% Gilsonite sebesar 0,2865%, kehilangan berat aspal + 6% Gilsonite sebesar 0,40%, kehilangan berat aspal + 8% Gilsonite sebesar 0,70% dan kehilangan berat aspal + 10% Gilsonite sebesar 0,20%.

**B. Pemeriksaan Titik Nyala dan Titik Bakar
(PA.0303-76 / SNI 06-2433-1991)**

Pemeriksaan titik nyala dan titik bakar bertujuan untuk menentukan suhu dimana aspal terlihat menyala singkat dipermukaan aspal (titik nyala) dan suhu pada saat terlihat nyala sekurang-kurangnya 5 detik (titik bakar). Alat yang digunakan pada pemeriksaan ini yaitu *Cleveland Open Cup* yang dipanaskan dengan api. Dengan menggunakan thermometer bisa dilihat suhu yang sudah dicapai oleh aspal, sehingga kita dapat menentukan titik nyala dan titik bakar dari aspal.

Prosedur dari percobaan ini adalah sebagai berikut:

1. Panaskan aspal antara 148,9°C dan 179°C, sampai cukup cair.
2. Isilah cawan Cleveland sampai garis dan hilangkan (pecahkan) gelembung udara yang ada pada permukaan cairan aspal.
3. Letakkan cawan di atas pelat pemanas dan aturlah sumber pemanas sehingga terletak di tengah cawan.
4. Letakkan nyala penguji dengan poros pada jarak 7,5 cm dari titik tengah cawan.
5. Tempatkan Thermometer tegak lurus di dalam benda uji dengan jarak 6,4 mm di atas dasar cawan, dan terletak pada satu garis yang menghubungkan titik tengah cawan dan titik poros

nyala penguji. Kemudian aturlah sehingga poros Thermometer terletak pada jarak $\frac{1}{4}$ diameter cawan dari tepi.

6. Tempatkan penahan angin di depan nyala penguji.
7. Nyalakan sumber pemanas dan aturlah pemanasan sehingga kenaikan suhu menjadi $(15 \pm 1)^\circ\text{C}$ per menit sampai benda uji mencapai suhu 56°C di bawah titik nyala perkiraan.
8. Kemudian aturlah kecepatan pemanasan 5°C dan 28°C di bawah titik nyala perkiraan.
9. Nyalakan penguji dan aturlah agar diameter nyala penguji tersebut menjadi 3,2 sampai 4,8 mm.
10. Lakukan pekerjaan 7 dan 9 sampai terlihat nyala singkat pada suatu titik di atas permukaan benda uji. Bacalah suhu pada Thermometer dan catat.
11. Lanjutkan pekerjaan 10 sampai terlihat nyala yang agak lama sekurang-kurangnya 5 detik di atas permukaan benda uji. Bacalah suhu pada Thermometer dan catat.

Nilai titik nyala dan titik bakar untuk aspal minyak pada pemeriksaan ini didapatkan sebesar 259°C dan 324°C dan untuk aspal + Gilsonite sebesar 227°C dan 316°C . Nilai titik nyala dan titik bakar ini digunakan untuk mengetahui suhu maksimum yang diperbolehkan untuk pemanasan aspal, sehingga aspal tidak terbakar.

C. Pemeriksaan Daktilitas (PA-0306-76 / SNI 06-2432-1991)

Pemeriksaan ini bertujuan untuk mengukur jarak terpanjang yang dapat ditarik antara dua cetakan yang berisi bitumen keras sebelum

putus, pada suhu dan kecepatan tarik tertentu. Adapun prosedur dari pemeriksaan daktilitas tersebut adalah sebagai berikut :

1. Panaskan contoh aspal kira-kira 100 gram sampai cair (80 – 100 °C), hingga dapat dituangkan. Setelah contoh cair merata, tuangkan kedalam cetakan dengan hati-hati dari ujung ke ujung hingga penuh.
2. Dinginkan cetakan pada suhu ruang selama 30 sampai 40 menit, lalu masukan benda uji kedalam bak perendam.
3. Benda uji dидiamkan pada suhu 25 °C dalam bak perendam selama 85 menit sampai 95 menit. Setelah itu dikeluarkan dan ratakan permukaannya dengan pisau panas.
4. Kemudian lepaskan benda uji dari pelat dasar dan sisi-sisi cetakan
5. Pasang benda uji pada mesin uji dan tariklah secara teratur dengan kecepatan 5 cm/menit sampai benda uji putus. Pada saat percobaan benda uji harus terendam sekurang-kurangnya 2,5 cm dari permukaan air.

Hasil percobaan yang didapatkan nilai daktilitas aspal minyak sama dengan aspal + Gilsonite. Nilai daktilitas untuk kedua benda uji sama-sama > 1000mm.

D. Berat Jenis
(PA-0307-76 / SNI 06-2441-1991)

Berat jenis aspal adalah perbandingan berat aspal dengan berat air suling dalam volume yang sama pada suhu tertentu. Prosedur percobaan berat jenis aspal adalah sebagai berikut:

1. Panaskan contoh bitumen keras sebanyak 50 gram sampai menjadi cair dan aduklah untuk mencegah pemanasan setempat. Pemanasan tidak boleh lebih dari 30 menit pada suhu 56°C di atas titik leleh.
2. Tuangkan contoh aspal ke dalam piknometer sebanyak $\frac{3}{4}$ bagian.
3. Isilah bejana dengan air suling sehingga diperkirakan bagian atas piknometer yang tidak terendam 40 mm. Kemudian rendam dan jepitlah bejana tersebut dalam bak perendam.
4. Bersihkan, keringkan dan timbanglah piknometer dengan ketelitian 1 mg (**A**).
5. Angkatlah bejana dari bak perendam dan isilah piknometer dengan air suling kemudian tutuplah piknometer tanpa ditekan.
6. Letakkan piknometer ke dalam bejana dan tekanlah penutup sehingga rapat, kembalikan bejana berisi piknometer ke dalam bak perendam. Diamkan sekurang-kurangnya selama 30 menit, kemudian angkatlah piknometer dan keringkan dengan lap. Timbang piknometer dengan ketelitian 1 mg (**B**).
7. Tuangkan benda uji ke dalam piknometer yang telah kering hingga terisi $\frac{3}{4}$ bagian.
8. Biarkan piknometer sampai dingin, waktu < 40 menit dan timbanglah dengan penutupnya dengan ketelitian 1 mg (**C**).
9. Isilah piknometer yang berisi benda uji dengan air suling dan tutuplah tanpa ditekan, diamkan agar gelembung-gelembung udara keluar.

10. Angkatlah bejana dari bak perendam dan letakkan piknometer di dalamnya dan kemudian tekanlah penutup hingga rapat. Masukkan dan diamkan bejana ke dalam bak perendam selama kurang lebih 30 menit.
11. Angkat, keringkan dan timbang piknometer (**D**).
12. $B_j = (C-A)/((B-A)-(D-C))$

Perhitungan dan hasil pemeriksaan berat jenis aspal tertera pada tabel 4.9 dan 4.10 dibawah ini :

Kriteria	Aspal + 0% Gilsonite (gram)	Aspal + 6% Gilsonite (gram)	Aspal + 8% Gilsonite (gram)
Berat piknometer kosong + contoh	68,5	66,6	68,1
Berat piknometer kosong	30,1	20,6	20,6
Berat contoh.....(1)	38,4	46,0	47,5
Berat piknometer + air	79,6	73,8	73,4
Berat piknometer	30,1	20,6	20,6
Berat air.....(2)	49,5	53,2	52,8
Berat piknometer+contoh+air	80,9	75,4	74,6
Berat piknometer+contoh	68,5	66,6	68,1
Isi air =(3)	12,4	8,8	6,5
Isi contoh = (2-3)	37,1	44,4	46,3
B.jenis = B. contoh/Isi contoh	1,035	1,036	1,026

Tabel 4.9 Pemeriksaan Berat Jenis Aspal

Kriteria	Aspal + 10% Gilsonite (gram)
Berat piknometer kosong + contoh	69,1
Berat piknometer kosong	20,6
Berat contoh.....(1)	48,5
Berat piknometer + air	75,2
Berat piknometer	20,6
Berat air.....(2)	54,6
Berat piknometer+contoh+air	77,5
Berat piknometer+contoh	69,1
Isi air =(3)	8,4
Isi contoh = (2-3)	46,2
B.jenis = B. contoh/Isi contoh	1,050

Tabel 4.10 Pemeriksaan Berat Jenis Aspal

Hasil dari pengujian yang dilakukan didapatkan berat jenis aspal murni sebesar 1,035, aspal + 6% Gilsonite sebesar 1,036, aspal + 8% Gilsonite sebesar 1,026 dan aspal + 10% Gilsonite sebesar 1,050.

E. Pemeriksaan Kelekatan Aspal pada Batuan (PA 0312- 76/SNI 06-2439-1991)

Pemeriksaan ini bertujuan untuk menetapkan kelekatan aspal pada batuan tertentu dalam air.

Adapun prosedur percobaan ini adalah sebagai berikut:

1. Batu-batu sekitar 1000 gram dicuci dengan air suling, kemudian dikeringkan pada suhu 125°C selama 5 jam dan didiamkan selama 24 jam pada suhu ruang, kemudian batu-batu tersebut disimpan dalam tempat tertutup. Ambillah 500 gram batuan tersebut dan panaskan sampai 40°C.

2. Batu-batu tersebut dicampur selama 5 menit atau lebih dengan 25 gram aspal cair, pada suhu 70°C.
3. Letakkan benda uji dalam botol yang tersedia dan tutup botol tanpa tekanan.
4. Setelah 30 menit isilah botol dengan air suling pada suhu ruang sehingga benda uji terendam seluruhnya. Kemudian letakkan botol ini dalam oven pada suhu 40°C.
5. Setelah 3 jam ambillah botol tersebut dari oven dan kemudian perkirakan luas permukaan batuan yang masih diselaputi aspal.

Dari percobaan yang dilakukan diperoleh kelekatan aspal Minyak pada batuan sekitar > 97%, sedangkan aspal + Gilsonite > 98%.

F. Pemeriksaan Titik Lembek Aspal (PA.0302-76/SNI 06-2434-1991)

Pemeriksaan titik lembek aspal ini dimaksudkan untuk menentukan titik lembek aspal yang berkisar antara 30 °C sampai 200 °C. Titik lembek adalah suhu pada saat bola baja, dengan berat tertentu, mendesak turun suatu lapisan aspal yang tertahan di dalam cincin berukuran tertentu sehingga aspal atau ter tersebut menyentuh pelat dasar yang terletak pada tinggi tertentu sebagai akibat kecepatan pemanasan.

Jadi titik lembek adalah besarnya suhu dimana aspal mencapai derajat kelembekan (mulai meleleh) di bawah kondisi spesifik dari tes.

Prosedur dari percobaan ini adalah sebagai berikut:

1. Panaskan contoh aspal perlahan-lahan sambil diaduk terus-menerus hingga cair merata. Pemanasan dan pengadukan

dilakukan perlahan-lahan agar gelembung-gelembung udara cepat keluar.

2. Setelah cair merata tuanglah contoh ke dalam dua buah cincin. Suhu pemanasan aspal tidak melebihi $56\text{ }^{\circ}\text{C}$ di atas titik lembeknya.
3. Panaskan dua buah cincin sampai mencapai suhu tuang contoh dan letakkan kedua cincin di atas pelat kuningan yang telah diberi lapisan dari campuran talk dan sabun.
4. Tuang contoh ke dalam dua buah cincin, diamkan pada suhu sekurang-kurangnya $8\text{ }^{\circ}\text{C}$ di bawah titik lembeknya sekurang-kurangnya 30 menit.
5. Setelah dingin, ratakan permukaan contoh dalam cincin dengan pisau yang telah dipanaskan.
6. Benda uji adalah aspal atau ter sebanyak $\pm 25\text{ gr}$,
7. Pasang dan aturlah kedua benda uji di atas kedudukan dan letakkan pengarah bola di atasnya. Kemudian masukkan seluruh peralatan tersebut ke dalam bejana gelas,
8. Isilah bejana dengan air suling baru, dengan suhu $(25 \pm 1)\text{ }^{\circ}\text{C}$ sehingga tinggi permukaan air berkisar antara 101,6 sampai 108 mm,
9. Letakkan termometer yang sesuai untuk pekerjaan ini diantara kedua benda uji (kurang lebih dari 12,7 mm dari tiap cincin),
10. Periksa dan aturlah jarak antara permukaan pelat dasar benda uji sehingga menjadi 25,4 mm,
11. Letakkan bola baja yang bersuhu $25\text{ }^{\circ}\text{C}$ di atas dan di tengah permukaan masing-masing benda uji yang bersuhu $25\text{ }^{\circ}\text{C}$

menggunakan penjepit dengan memasang kembali pengarah bola,

12. Panaskan bejana sehingga kenaikan suhu menjadi 5 °C per menit. Kecepatan pemanasan rata-rata dari awal dan akhir pekerjaan ini. Untuk 3 menit pertama perbedaan kecepatan pemanasan tidak boleh melebihi 0,5 °C.

Pemeriksaan titik lembek aspal dapat dilihat dari tabel 4.11, 4.12, 4.13, 4.14 dan dibawah ini :

Suhu yang diamati (°C)	Waktu	
	A	B
25	0	0
30	03°02'26"	03°11'45"
35	05°30'34"	05°54'63"
40	08°18'93"	07°59'12"
45	12°16'22"	12°03'71"
50	13°50'28"	13°43'81"
Rata-rata	13°47'24,5"	

Tabel 4.11 Pemeriksaan Titik Lembek Aspal Murni

Hasil yang didapat dari 2 pemeriksaan titik lembek pada aspal murni, bola baja mendesak turun pada suhu 50 °C dengan waktu 13°50'28" dan pada suhu 50 °C dengan waktu 13°43'81" dan sesuai dalam kisaran SNI.

Suhu yang diamati (°C)	Waktu	
	A	B
25	0	0
30	02°47'35"	03°02'85"
35	06°15'77"	06°47'34"
40	09°12'41"	09°21'51"
45	10°27'16"	10°18'43"
48	12°25'96"	11°57'46"
Rata-rata	12°12'11"	

Tabel 4.12 Pemeriksaan Titik Lembek Aspal + 6% Gilsonite

Hasil yang didapat dari 2 pemeriksaan titik lembek pada aspal + 6% Gilsonite, bola baja mendesak turun pada suhu 48 °C dengan waktu 12°25'96" dan pada suhu 48 °C dengan suhu 11°57'46".

Suhu yang diamati (°C)	Waktu	
	A	B
25	0	0
30	03°20'83"	02°54'32"
35	06°16'48"	05°24'87"
40	09°54'40"	07°58'12"
45	10°18'36"	10°01'95"
50	11°39'52"	11°11'67"
Rata-rata	11°25'59,5"	

Tabel 4.13 Pemeriksaan Titik Lembek Aspal + 8% Gilsonite

Hasil yang didapat dari 2 pemeriksaan titik lembek pada aspal + 8% Gilsonite, bola baja mendesak turun pada suhu 50 °C dengan waktu 11°39'52" dan pada suhu 50 °C dengan suhu 11°11'67".

Suhu yang diamati (°C)	Waktu	
	A	B
25	0	0
30	02°45'83"	02°20'51"
35	05°16'21"	05°03'95"
40	07°48'65"	07°33'21"
45	10°37'55"	10°14'75"
50	11°12'49"	11°03'81"
51	12°45'38"	12°25'88"
Rata-rata	12°36'03"	

Tabel 4.14 Pemeriksaan Titik Lembek Aspal + 10% Gilsonite

Hasil yang didapat dari 2 pemeriksaan titik lembek pada aspal + 10% Gilsonite, bola baja mendesak turun pada suhu 51 °C dengan waktu 12°45'38" dan pada suhu 51 °C dengan waktu 12°25'88".

4.3 KOMBINASI CAMPURAN MATERIAL UNTUK BENDA UJI

Untuk mendapatkan hasil yang baik pada penelitian ini maka dilakukan kombinasi campuran pada aspal dan agregat. Untuk kombinasi campuran ini gradasi agregat didapatkan dari batas tengah spesifikasi Lapisan Tipis Aspal Beton (*HRS - WC*).

Kombinasi campuran material untuk benda uji :

1. Campuran Pembanding
Campuran ini menggunakan batu pecah sebagai agregat kasar, dan pasir sebagai agregat halus dan aspal murni.
2. Variasi 1

Campuran ini menggunakan batu pecah sebagai agregat kasar, pasir sebagai agregat halus, dan aspal murni ditambah 6% Gilsonite sebagai zat tambahannya.

3. Variasi 2

Campuran ini menggunakan batu pecah sebagai agregat kasar, pasir sebagai agregat halus, dan aspal murni ditambah 8% Gilsonite sebagai zat tambahannya.

4. Variasi 3

Campuran ini menggunakan batu pecah sebagai agregat kasar, pasir sebagai agregat halus dan aspal murni ditambah 10% Gilsonite sebagai zat tambahannya.

4.4 PENENTUAN PROPORSI MATERIAL PENYUSUN CAMPURAN DAN PEMBUATAN BENDA UJI

Pada penelitian ini, metoda yang dipakai dalam *Mix Design* adalah metoda *Marshall*. Beberapa hal yang harus diperhatikan dalam pemakaian metoda ini adalah :

1. Menggunakan material yang sesuai dengan spesifikasi yang dipakai.
2. Gradasi agregat campuran harus sesuai dengan spesifikasi
3. Berat jenis material harus diketahui.

Sedangkan *mix design* dengan metoda *Marshall* terdiri atas :

1. Persiapan pengujian benda uji.
2. Penentuan berat jenis *bulk* benda uji.
3. Pengujian stabilitas dan kelelahan.

4. Analisis rongga dalam benda uji

Prosedur pembuatan benda uji menurut metoda *Marshall* terdiri atas:

1. Jumlah benda uji

Untuk menentukan kadar aspal optimum, pertama kali kadar aspal tersebut harus diperkirakan. Nilai kadar aspal teoritis yang didapat harus divariasikan sebesar 1 % lebih besar dan 1 % lebih kecil. Agar diperoleh data yang lebih baik, masing-masing variasi dipakai tiga benda uji.

2. Persiapan agregat

Sebelum digunakan, agregat harus dipanaskan sampai berat tetap pada suhu 105°C sampai 110°C.

3. Penentuan suhu pencampuran dan pemadatan

Suhu pencampuran dan pemadatan yang dipilih haruslah sesuai dengan kekentalan aspal.

4. Persiapan *mold* dan penumbuk

Mold dan penumbuk yang dipakai harus bersih. Pada proses pemadatan, bagian atas dan bawah *mold* harus dilapisi dengan kertas saring.

5. Persiapan campuran

Agregat ditimbang dan ditempatkan dalam wadah yang berbeda. Agregat dipanaskan pada suhu 28°C dibawah suhu pencampuran. Kemudian dilakukan pencampuran sampai aspal dan agregat tercampur rata.

6. Pemadatan benda uji

Sebelum campuran dimasukkan ke dalam *mold*, *mold* harus dilapisi dengan kertas saring pada bagian bawah dan atasnya.

Setelah itu campuran dimasukkan dengan bantuan spatula. Jumlah pemadatan harus sesuai dengan ketentuan yang ada.

7. Pendinginan dan pengeluaran benda uji dari mold

Setelah pemadatan, benda uji didiamkan sampai mencapai kondisi dimana tidak rusak apabila dikeluarkan dari *mold*.

4.4.1 Penentuan Proporsi Material Penyusun Campuran

A. Penentuan Kadar Agregat

Penentuan kadar agregat dilakukan dengan pengambilan berat masing-masing fraksi saringan sesuai dengan spesifikasi campuran *Hot Rolled Sheet - Wearing Course (HRS - WC)* dan jenis variasi campuran yang digunakan. Namun berat agregat sesungguhnya baru dapat diketahui apabila kadar agregat telah diketahui. Sebab berat akhir benda uji sebanyak 1200 gram yang dikehendaki merupakan berat agregat dan aspal.

B. Penentuan Kadar Aspal Teoritis

Pada penelitian ini, kadar aspal teoritis ditentukan dengan metoda luas permukaan. Metoda ini berdasarkan pada prinsip bahwa hampir seluruh jumlah aspal akan digunakan untuk menyelubungi luas permukaan yang sebenarnya dari butir-butir agregat. Dengan kata lain pada pengaspalan yang baik, setiap butir harus diselubungi oleh aspal secara sempurna. Metode ini cukup luwes dan dapat dipakai pada bahan yang mempunyai gradasi jenis apapun.

Luas permukaan dari suatu fraksi bahan yang berada antara dua saringan ada pada tabel Luas Permukaan Agregat.. Perhitungan luas

permukaan agregat ini hanya menggunakan satu variasi gradasi agregat, yaitu menggunakan gradasi agregat batas tengah.

Tabel luas permukaan gradasi agregat batas tengah dapat dilihat pada tabel 4.15 dibawah ini :

Saringan	% Lolos	% Tertahan	% Fraksi	Luas Permukaan
3/4"	100	0	0	0
1/2"	95	5	5	7
3/8"	80	20	15	48
#8	61	39	19	154
#30	47,5	42,5	13,5	491,5
#200	8	92	39,5	7189
#Filler		100	8	
Total Luas Permukaan				7889,5

Tabel 4.15 Pemeriksaan Luas Permukaan Gradasi Agregat Batas Tengah

Dari hasil tersebut maka untuk jumlah aspal yang diperlukan, digunakan tabel Perkiraan Persentase Aspal untuk Variasi Luas Permukaan (Lampiran C). Maka dari tabel tersebut didapatkan nilai kadar aspal teoritisnya 7%.

Dari nilai kadar aspal teoritis maka didapatkan komposisi dari masing-masing campuran, seperti pada tabel 4.16 dibawah ini :

Sampel	S1	S2	S3	S4	S5
kadar aspal	5,5%	6,5%	7,5%	8,5%	9,5%
berat aspal (gram)	66	78	90	102	114
berat agregat (gram)	1134	1122	1110	1098	1086

kasar (39%) (gram)	442,26	437,58	432,90	428,22	423,54
halus (53%) (gram)	601,02	594,66	588,30	581,94	575,58
filler (8%) (gram)	90,72	89,76	88,80	87,84	86,88

Tabel 4.16 Komposisi dari Masing-Masing Campuran

Untuk variasi pada penelitian ini terletak pada komposisi kadar aspal. Variasi dari komposisi aspal ini terbagi dalam 4 variasi, yaitu variasi pembanding, variasi 1, variasi 2, dan variasi 3.

- Variasi Pembanding, pada variasi ini komposisi aspal tidak dicampur dengan Gilsonite
- Variasi 1, pada variasi 1 ini aspal dicampur dengan 6% Gilsonite dari berat aspal
- Variasi 2, pada variasi 2 ini aspal dicampur dengan 8% Gilsonite dari berat aspal
- Variasi 3, pada variasi 3 ini aspal dicampur dengan 10% Gilsonite dari berat aspal

Pembagian kadar aspal pada 5 variasi di atas dapat kita lihat pada tabel 4.17, 4.18, 4.19, dan 4.20 dibawah ini :

Sampel	S1	S2	S3	S4	S5
kadar aspal	5,5%	6,5%	7,5%	8,5%	9,5%
berat total aspal (gram)	66	78	90	102	114
berat Gilsonite (gram)	0	0	0	0	0

berat aspal (gram)	66	78	90	102	114
--------------------	----	----	----	-----	-----

Tabel 4.17 Variasi Pembeding

Sampel	S1	S2	S3	S4	S5
kadar aspal	5,5%	6,5%	7,5%	8,5%	9,5%
berat total aspal (gram)	66	78	90	102	114
berat Gilsonite (gram)	4,0	4,7	5,4	6,1	6,8
berat aspal (gram)	62	73,3	84,6	95,9	107,2

Tabel 4.18 Variasi 1 (6% Gilsonite)

Sampel	S1	S2	S3	S4	S5
kadar aspal	5,5%	6,5%	7,5%	8,5%	9,5%
berat total aspal (gram)	66	78	90	102	114
berat Gilsonite (gram)	5,3	6,2	7,2	8,2	9,1
berat aspal (gram)	60,7	71,8	82,8	93,8	104,9

Tabel 4.19 Variasi 2 (8% Gilsonite)

Sampel	S1	S2	S3	S4	S5
kadar aspal	5,5%	6,5%	7,5%	8,5%	9,5%
berat total aspal (gram)	66	78	90	102	114
berat Gilsonite (gram)	6,6	7,8	9,0	10,2	11,4

berat aspal (gram)	59,4	70,2	81	91,8	102,6
-----------------------	------	------	----	------	-------

Tabel 4.20 Variasi 3 (10% Gilsonite)

Namun jumlah aspal yang terbaca dalam tabel tersebut belum merupakan jumlah aspal yang sebenarnya diperlukan dalam campuran. Selain luas permukaan dari bahan masih ada faktor-faktor lain yang mempengaruhi, diantaranya bentuk butir-butir yang tidak teratur dan kasar serta adanya debu yang menyelubungi butir-butir.

Pengaruh-pengaruh tersebut dapat dikoreksi dengan faktor kekasaran permukaan (K), yang tercantum dalam tabel Faktor Kekasaran Permukaan. Faktor lain yang mempengaruhi kadar aspal adalah berat jenis agregat.

Sebagai lapisan penutup disyaratkan mempunyai ruang kosong antara 3% - 5%, untuk mencegah mengalir aspal akibat beban atau pemanasan. Usaha untuk mendapatkan ruang kosong tersebut adalah dengan mereduksi jumlah kadar aspal yang telah didapat. Ruang kosong yang disyaratkan antara lain:

- a. 0,5% untuk pasir aspal (*asphalt sheet*)
- b. 0,4% untuk aspal beton yang padat dan ketat.
- c. 0,3% untuk aspal beton yang padat renggang.

Aspal padat ketat adalah suatu campuran yang mempunyai gradasi butir menerus, hingga mencapai titik dimana bahan pengisi ruang kosong antara butir pasir yang terhalus.

Secara empiris, penentuan kadar aspal dengan metode luas permukaan dirumuskan pada persamaan 4.1.

$$P = S \times K \times T \dots\dots\dots(4.1)$$

$$S = 2,65/B_j \text{ Agg} \dots\dots\dots(4.2)$$

Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada perhitungan dibawah ini:

- Luas permukaan agregat didapatkan dari tabel luas permukaan agregat (Lampiran C) dengan nilai total luas permukaan 3390 cm²
- Dengan menggunakan tabel Persentase Aspal (Lampiran D) Maka didapatkan nilai T (jumlah aspal) = 7,389 %
- Nilai K didapatkan dari tabel nilai faktor kekasaran permukaan (Lampiran E)
- Perhitungan selanjutnya adalah $P = S \times K \times T$
- Nilai P sesuai dengan kombinasi campuran yang digunakan. Perhitungan kadar aspal teoritis masing-masing variasi campuran dapat dilihat pada lampiran A.

4.4.2 Pembuatan Benda Uji

Pembuatan benda uji dilakukan dengan mencampur agregat dan aspal pada suhu 160°C sampai semua permukaan agregat ditutupi oleh aspal. Setelah itu dimasukkan kedalam cetakan untuk dipadatkan sebanyak 75 kali untuk masing-masing sisi.

Setelah dikeluarkan dari cetakan, timbang berat awal benda uji dan tingginya sebelum dilakukan perendaman selama 24 jam untuk mendapatkan kondisi jenuh. Setelah itu dilakukan penimbangan dalam air untuk mendapatkan volume benda uji.

4.5 PROSEDUR PENGUJIAN *MARSHALL TEST*

Tiap benda uji yang telah dipadatkan harus mengikuti prosedur pengujian yang terdiri atas :

1. Berat benda uji.

Berat benda uji tersebut ditimbang dalam keadaan kering, kering permukaan jenuh, dan berat dalam air.

2. Pengujian stabilitas dan kelelahan.

Peralatan yang diperlukan dalam pengujian stabilitas dan kelelahan adalah apparatus *Marshall Test* dan bak perendam dengan prosedur pengujian sebagai berikut :

- a. Benda uji dipanaskan dalam bak perendam pada suhu 60°C selama 30 sampai 40 menit.
- b. Alat dibersihkan dari kotoran dan kemudian diolesi dengan oli agar benda uji tidak lengket.
- c. Benda uji diangkat dari bak perendam dan dikeringkan dengan hati-hati sebelum diletakkan dalam apparatus *Marshall*. Dial stabilitas dan kelelahan ditempatkan dengan baik.
- d. Pembebanan dilakukan dengan konstan dengan kecepatan 51 mm per menit. Titik runtuh dicapai pada saat jarum stabilitas membalik. Pada saat itu dilakukan pembacaan nilai stabilitas dan kelelahan.

3. Analisis rongga dalam benda uji.

Analisis rongga dalam benda uji berkaitan dengan berat benda uji dalam berbagai kondisi (berat kering, berat kering permukaan jenuh, dan berat dalam air)

Hasil dari perhitungan *Marshall* dapat dilihat pada lampiran B.

BAB V

ANALISIS DAN PEMBAHASAN

5.1 Pemeriksaan Material

5.1.1 Pemeriksaan Agregat

1. Berat Jenis (SNI 1969:2008 / SNI 1970:2008)

Pada pemeriksaan berat jenis ini didapatkan berat jenis agregat kasar sebesar 2,54 dengan penyerapan sebesar 1,954 % dan untuk pemeriksaan agregat halus didapatkan berat jenis agregat halus sebesar 2,66 dengan penyerapan sebesar 2,480 %. Sedangkan berat jenis agregat kasar minimal 2,5 dan penyerapan agregat maksimal 3%.

Berdasarkan spesifikasi yang disyaratkan, berat jenis agregat kasar, agregat halus dan penyerapan masing - masingnya memenuhi spesifikasi. Agregat yang mempunyai pori yang kecil cukup baik digunakan dalam perkerasan jalan, karena agregat tersebut akan membutuhkan jumlah aspal yang lebih sedikit dibandingkan dengan agregat yang memiliki pori yang besar.

2. Pemeriksaan Berat Volume (PB-0204-76/ SNI 03-1970-1990)

Pemeriksaan terhadap berat volume agregat dilakukan dengan 3 metode yaitu penggoyangan, penusukan, dan berat isi lepas. Pada 3 pemeriksaan ini diperoleh berat volume agregat sebagai berikut :

1. Dengan cara penggoyangan $= 1,567 \text{ Kg/dm}^3$

2. Dengan cara penusukan = 1,567 Kg/dm³

3. Dengan cara berat isi lepas = 1,383 Kg/dm³

Dari hasil pemeriksaan berat volume ini kita dapat menentukan jumlah agregat yang akan digunakan persatuan volume. Dengan diketahuinya panjang jalan, lebar jalan dan tebalnya perkerasan akan diperoleh jumlah agregat yang akan digunakan. Dan dengan diketahuinya berat volume ini maka dapat diketahui cara pemadatan yang optimum pada lapisan jalan.

3. Pemeriksaan Kelekatan Agregat Terhadap Aspal (PB-0205-76 / SNI 03-2439-1991)

Pada pemeriksaan ini diperoleh nilai kelekatan agregat terhadap aspal minyak sebesar 98%. Dan kelekatan agregat terhadap aspal + Gilsonite sebesar 97%. Hal ini menunjukkan bahwa agregat yang diperiksa baik untuk bahan perkerasan jalan. Agregat dengan permukaan yang kasar dan berpori lebih baik daya lekatnya terhadap aspal dibandingkan dengan agregat yang permukaannya licin.

4. Pemeriksaan Keausan dengan Mesin *Los Angeles* (SNI 2417 : 2008)

Nilai keausan maksimum yang sesuai dengan spesifikasi dan diizinkan oleh Bina Marga adalah 40%. Sedangkan nilai keausan agregat yang didapatkan adalah 30,28%. Hal ini menunjukkan agregat yang diperiksa masih cukup kuat untuk menahan gaya gesek yang

diberikan terhadap agregat tersebut karena lebih kecil dari keausan yg diizinkan.

5. Pemeriksaan Kekuatan Agregat Terhadap Tumbukan (*Aggregat Impact Value*)

(SNI 03-4426-1997)

Nilai standar maksimum *Aggregat Impact Value* adalah 30%. Sedangkan nilai *Aggregat Impact Value* yang didapatkan adalah 10,344%. Hal ini menunjukkan agregat yang diperiksa masih cukup kuat untuk menahan tumbukan yang diberikan terhadap agregat tersebut.

5.1. Pemeriksaan Aspal

1. Kehilangan Berat Aspal

(SNI 06-2440-1991)

Pada percobaan yang dilakukan diperoleh kehilangan berat aspal rata-rata dari 2 sampel sebesar 0,2865 %, kehilangan berat aspal + 6% Gilsonite sebesar 0,40%, kehilangan berat aspal + 8% Gilsonite sebesar 0,70% , kehilangan berat aspal + 10% Gilsonite sebesar 0,20%. Persentase ini menunjukkan besarnya kehilangan berat aspal akibat penguapan yang terjadi. Sedangkan standar kehilangan berat menurut SNI 06-2440-1991 maksimum 0,8 %. Dari percobaan ini dapat disimpulkan bahwa terjadi peningkatan nilai kehilangan berat aspal setiap kali ditambahkan Gilsonite kecuali pada penambahan 10% Gilsonite. Berkurangnya berat aspal yang besar akan menyebabkan aspal menjadi getas dan rapuh namun pada percobaan ini semua sampel masih termasuk dalam spesifikasi.

2. Titik Nyala dan Titik Bakar

(PA.0303-76 / SNI 06-2433-1991)

Pada pemeriksaan yang dilakukan terhadap aspal minyak dan aspal + Gilsonite. Untuk aspal minyak didapatkan nilai titik nyala 259 °C dan titik bakar 324 °C. Sedangkan untuk aspal + Gilsonite didapatkan nilai titik nyala 227 °C dan titik bakar 316 °C. Menurut SNI 06-2433-1991, nilai titik nyala > 232 °C. Jadi, kedua titik nyala yang didapatkan sesuai dengan standar SNI. Namun, pada pemeriksaan ini nilai titik nyala dan titik bakar mengalami penurunan suhu ketika penambahan Gilsonite. Pemeriksaan titik nyala dan titik bakar ini perlu diketahui untuk mengetahui suhu maksimum yang diperbolehkan pada aspal sehingga aspal tidak terbakar. Jika melebihi suhu pada saat aspal terbakar maka hal ini akan mempengaruhi struktur dan sifat kimia dari aspal itu sendiri. Maka dari itu suhu pencampuran harus berada dibawah suhu titik nyala.

3. Pemeriksaan Daktilitas

(PA-0306-76 / SNI 06-2432-1991)

Pada pengamatan yang dilakukan, didapatkan nilai daktilitas dari aspal minyak dan aspal + Gilsonite sebesar > 1000 mm. Berdasarkan SNI 03-2432-1991 tentang metode penelitian Daktilitas Bahan-bahan Aspal adalah > 1000 mm. Hal ini menunjukkan bahwa aspal minyak dan aspal + gilsonite mempunyai mutu yang baik, sifat elastisitas yang tinggi dan mampu mengikat butir-butir agregat dengan baik, tetapi peka terhadap perubahan temperatur. Semakin baik kohesinya maka kekuatan

untuk mempertahankan ikatan antara agregat dan aspal juga semakin baik.

4. Berat Jenis

(PA-0307-76 / SNI 06-2441-1991)

Pada pemeriksaan yang dilakukan diperoleh nilai berat jenis dari masing-masing variasi aspal. Hasil dari pemeriksaan yang dilakukan didapatkan berat jenis aspal murni sebesar 1,035, aspal + 6% Gilsonite sebesar 1,036, aspal + 8% Gilsonite sebesar 1,026, dan aspal + 10% Gilsonite sebesar 1,050.

Menurut spesifikasi SNI 06-2441-1991 Berat jenis aspal yang disyaratkan ≥ 1 . Jadi berat jenis aspal murni dan aspal + masing-masing variasi Gilsonite yang digunakan sesuai dengan spesifikasi. Penentuan berat jenis ini bertujuan untuk membuat perencanaan campuran untuk suatu lapisan perkerasan lentur, dengan berat jenis aspal ini kita dapat menentukan persentase aspal atau besar kecilnya volume dari aspal.

5. Pemeriksaan Kelekatan Aspal Terhadap Agregat

(PA 0312- 76/SNI 06-2439-1991)

Kelekatan aspal minyak terhadap agregat besar dari 97% sedangkan kelekatan aspal + Gilsonite terhadap agregat besar dari 98%. Dengan diperoleh hasil dari pengamatan yang dilakukan berarti hasilnya sesuai dalam spesifikasi SNI 06-2439-1991 dengan nilai > 90 %, ini berarti aspal memiliki daya lekat yang cukup tinggi terhadap agregat, dan aspal ini baik digunakan untuk campuran perkerasan.

**6. Pemeriksaan Titik Lembek Aspal
(PA.0302-76/SNI 06-2434-1991)**

Hasil yang diperoleh dari pemeriksaan titik lembek pada aspal minyak ini, bola baja mendesak turun pada suhu 50 °C dengan rata-rata waktu 13°47'24,5". Untuk pemeriksaan aspal + 6% Gilsonite diperoleh nilai titik lembek pada suhu 48 °C dengan rata-rata waktu 12°12'11". Untuk pemeriksaan aspal + 8% Gilsonite diperoleh nilai titik lembek pada suhu 50 °C dengan rata-rata waktu 11°25'59,5". Dan untuk pemeriksaan aspal + 10% Gilsonite diperoleh nilai titik lembek pada suhu 51 °C dengan rata-rata waktu 12°36'03". Sehingga titik lembek yang diperoleh masuk dalam kisaran SNI.

7. Analisis Hubungan Parameter Marshall dan Penggunaan Aspal + Gilsonite Pada Kombinasi Campuran

Macam-macam kombinasi yang dibandingkan yaitu :

1. Campuran Standar (Sebagai Pembanding)

Campuran ini menggunakan batu pecah sebagai agregat kasar, pasir sebagai agregat halus, dan aspal sebagai bahan pengikat, berdasarkan batas tengah spesifikasi *Hot Rolled Sheet – Wearing Course* (HRS - WC).

2. Variasi 1 (V1)

Campuran ini menggunakan batu pecah sebagai agregat kasar, pasir sebagai agregat halus, dan aspal + 6% Gilsonite sebagai bahan pengikat, berdasarkan batas tengah spesifikasi *Hot Rolled Sheet – Wearing Course* (HRS - WC).

3. Variasi 2 (V2)

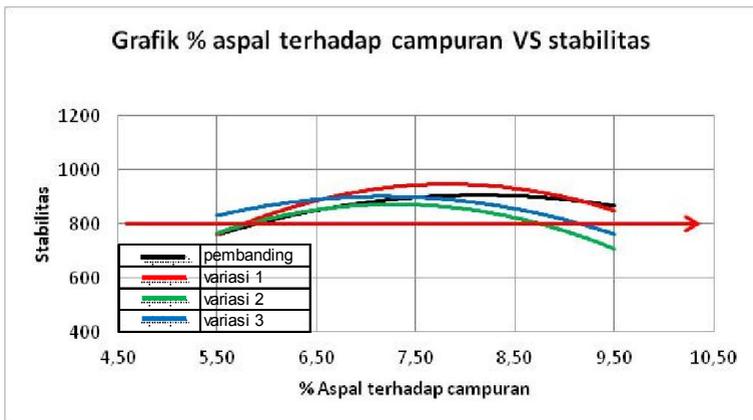
Campuran ini menggunakan batu pecah sebagai agregat kasar, pasir sebagai agregat halus, dan aspal + 8% Gilsonite sebagai bahan pengikat, berdasarkan batas tengah spesifikasi *Hot Rolled Sheet – Wearing Course* (HRS - WC).

4. Variasi 3 (V3)

Campuran ini menggunakan batu pecah sebagai agregat kasar, pasir sebagai agregat halus, dan aspal + 10% Gilsonite sebagai bahan pengikat, berdasarkan batas tengah spesifikasi *Hot Rolled Sheet – Wearing Course* (HRS - WC).

A. Stabilitas

Perbandingan hasil pengujian stabilitas benda uji campuran standar dengan variasi campuran yang menggunakan aspal + Gilsonite sebagai bahan pengikat dapat dilihat pada **Gambar 5.1**

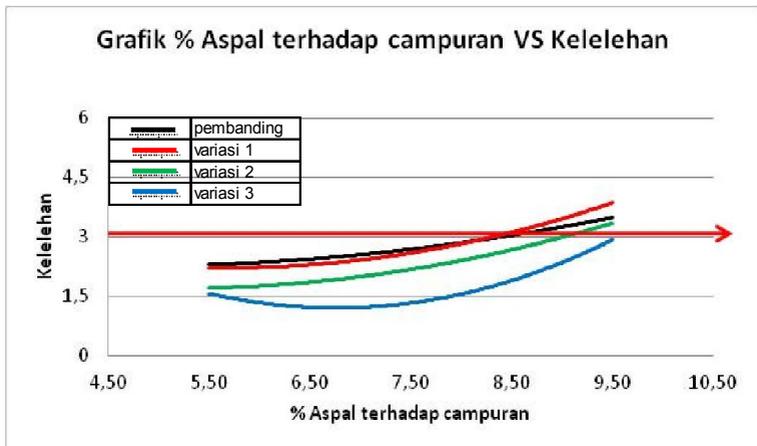


Gambar 5.1 Kadar Aspal Campuran vs Stabilitas

Hasil pengujian menunjukkan bahwa semua variasi campuran memenuhi spesifikasi dimana % aspal terhadap campuran vs stabilitas memiliki nilai stabilitas minimum ≥ 800 kg. Dari gambar diatas dapat kita lihat bahwa nilai stabilitas campuran perbandingan memenuhi spesifikasi pada kadar aspal 6% - 9,5%. Sementara nilai stabilitas campuran aspal + Gilsonite sebanyak 6% lebih tinggi dari campuran perbandingan dan memenuhi spesifikasi pada kadar aspal 5,58% - 9,5%.

B. Kelelahan

Dari hasil pengujian terhadap campuran standar dengan variasi campuran yang menggunakan aspal + Gilsonite diperoleh perbandingan nilai kelelahan seperti pada **Gambar 5.2**



Gambar 5.2 Kadar Aspal Campuran vs kelelahan

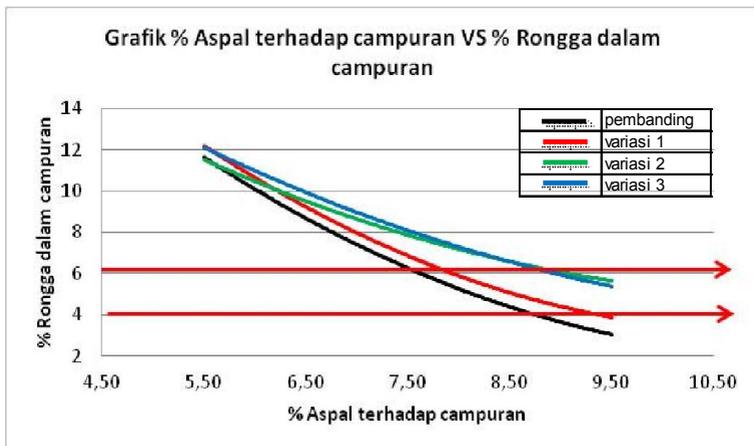
Dari gambar diatas dapat kita simpulkan bahwa variasi campuran aspal + Gilsonite 10% tidak memenuhi spesifikasi karena

tidak memenuhi nilai kelelahan minimum 3 mm. Sedangkan untuk campuran aspal + Gilsonite sebanyak 6% memiliki nilai kelelahan lebih tinggi dari campuran perbandingan dan memenuhi spesifikasi pada kadar aspal 8,5% - 9,5%.

Sedangkan campuran aspal + Gilsonite 8% memenuhi spesifikasi pada kadar aspal 9% - 9,5%.

C. VIM (*Void In Mix*)

Hasil penelitian terhadap rongga dalam campuran (VIM) berbagai kombinasi campuran standar dan campuran variasi dapat dilihat pada **Gambar 5.3**



Gambar 5.3 Kadar Aspal Campuran vs % Rongga Dalam Campuran

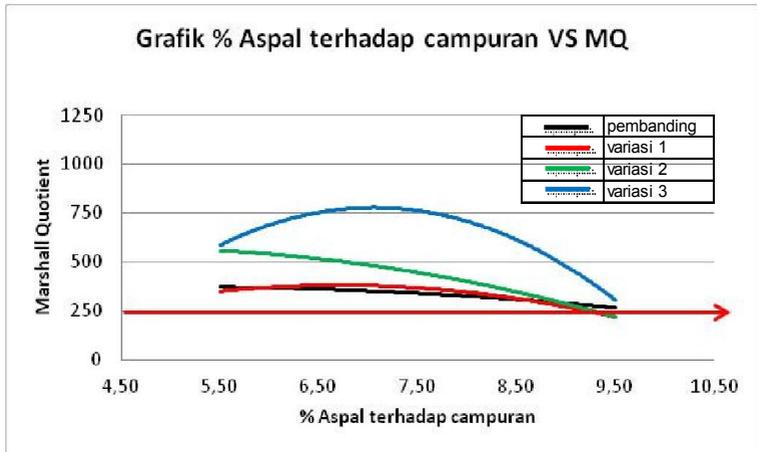
Dari gambar diatas terlihat bahwa tidak semua nilai VIM untuk tiap campuran memenuhi spesifikasi (minimal 4% dan maksimal 6%). Berdasarkan grafik diatas variasi perbandingan memenuhi spesifikasi

pada kadar aspal 5,50% - 8,52% dan variasi 1 memenuhi spesifikasi pada kadar aspal 5,50% - 9,48%. Variasi pembanding dan variasi 1 memiliki nilai yang melewati batas spesifikasi yang sudah ditentukan. Sedangkan untuk variasi 2 dan variasi 3 garis grafiknya terletak diantara batas maksimal dan minimal dari nilai VIM.

Nilai VIM merupakan indikator dari durabilitas, VIM yang terlalu besar akan mengakibatkan aspal beton padat berkurang kededapan airnya, sehingga berakibat meningkatnya proses oksidasi aspal dan mempercepat penuaan aspal dan menurunkan sifat durabilitas aspal. VIM yang terlalu kecil akan mengakibatkan perkerasan mengalami *bleeding* jika temperatur meningkat.

D. Marshall Quotient (MQ)

Hasil pengujian MQ terhadap berbagai kombinasi campuran standar dan campuran variasi penambahan Gilsonite dapat dilihat pada **Gambar 5.4**



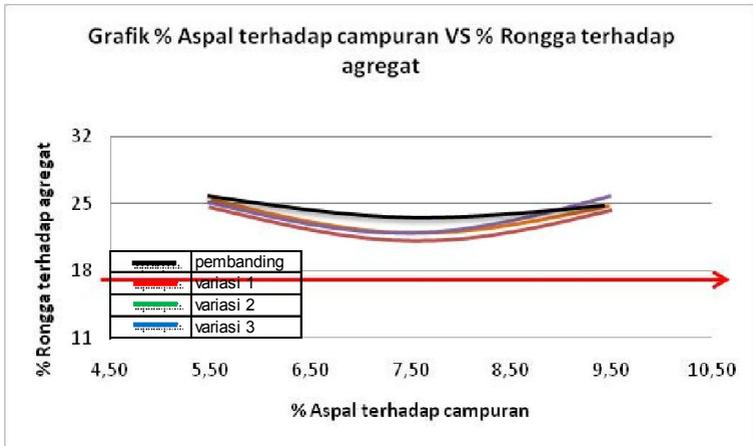
Gambar 5.4 Kadar Aspal Campuran vs MQ (*Marshall Quotient*)

Dari gambar diatas terlihat bahwa semua nilai MQ untuk tiap campuran kadar aspal memenuhi spesifikasi. Berdasarkan grafik diatas, semua variasi garis grafiknya terletak diatas batas maksimal dari nilai MQ.

Campuran *Hot Rolled Sheet – Wearing Course* (HRS - WC) mensyaratkan bahwa nilai *Marshall Quotient* (MQ) minimum 250 Kg/mm. Sedangkan pada grafik diatas semua variasi memiliki nilai MQ diatas batas nilai minimum MQ.

E. VMA (Void in the Mineral Agregat)

Hasil penelitian terhadap rongga dalam agregat (VMA) berbagai kombinasi campuran standar dan campuran variasi aspal + Gilsonite dapat dilihat pada **Gambar 5.5**

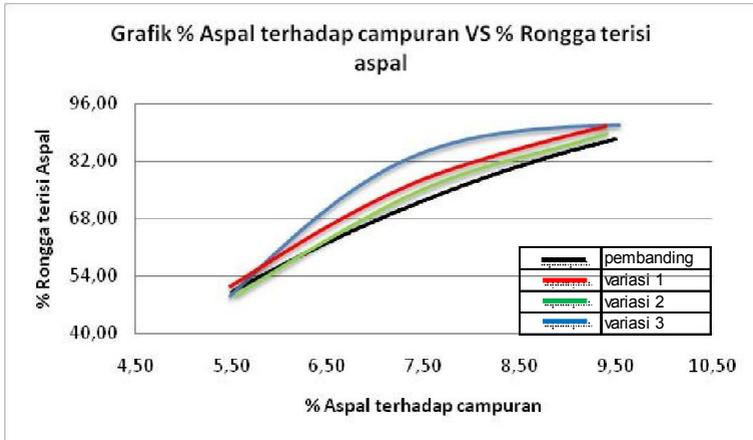


Gambar 5.5 Kadar Aspal Campuran vs Rongga Terhadap Agregat

Dari gambar diatas terlihat bahwa semua variasi campuran memenuhi spesifikasi pada kadar aspal 5,5% - 9,5%. Semua pengujian diatas menunjukkan nilai VMA dari semua variasi campuran masuk ke dalam spesifikasi dimana nilai VMA > 18%.

F. VFA (% Rongga Terisi Aspal)

Hasil penelitian terhadap Rongga terisi aspal (VFA) berbagai kombinasi campuran standard an variasi campuran aspal + Gilsonite dapat dilihat pada **Gambar 5.6**



Gambar 5.6 Kadar Aspal Campuran vs Rongga Terisi Aspal

Dari gambar diatas terlihat bahwa semua variasi campuran masuk kedalam spesifikasi nilai VFA. Untuk campuran pbanding memenuhi spesifikasi pada kadar aspal 7% - 9,5%. Untuk variasi campuran aspal + 6% Gilsonite memenuhi spesifikasi pada kadar aspal 6,55% - 9,5%. Untuk variasi campuran aspal + 8% Gilsonite memenuhi spesifikasi pada kadar aspal 6,75% - 9,5%. dan variasi campuran aspal + 10% Gilsonite memenuhi spesifikasi pada kadar aspal 6,45% - 9,5%.

Untuk Campuran *Hot Rolled Sheet – Wearing Course* (HRS – WC) nilai Rongga terisi aspal memiliki nilai spesifikasi minimumnya 68 %.

5.3 Kadar Aspal Optimum

Nilai kadar aspal optimum diperoleh dari hasil pemeriksaan campuran baik campuran pbanding maupun campuran variasi. Dari

hasil pemeriksaan campuran ini juga akan diperoleh nilai masing-masing parameter *Marshall*, yang nantinya akan menghasilkan kadar aspal optimum yang digunakan dalam campuran.

Nilai kadar aspal optimum dari masing-masing variasi dapat dilihat dibawah ini :

Pembanding	=	8,45 %
Variasi 1	=	8,70 %
Variasi 2	=	9,10 %
Variasi 3	=	9,40 %

Dari data diatas dapat disimpulkan bahwa penggunaan kadar aspal yang paling efektif dalam variasi atau penambahan campuran Gilsonite adalah variasi 1, yaitu penambahan aspal + 6% Gilsonite. Variasi campuran tersebut dipilih menjadi kadar aspal yang paling optimum karena penggunaan aspal untuk campuran ini tidak terlalu banyak yaitu sebanyak 8,70 %. Variasi 1 memiliki nilai stabilitas yang tinggi, nilai MQ dan VMA yang memenuhi spesifikasi. Dan nilai kadar aspal optimum pada variasi 1 ini mendekati nilai kadar aspal optimum dari campuran pembanding dibandingkan campuran variasi lainnya.

BAB VI

PENUTUP

6.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa penambahan Gilsonite sebanyak 6% dari berat aspal sebagai bahan pengikat pada campuran Lapisan Tipis Aspal Beton (Lataston) perkerasan lentur mempunyai kualitas yang lebih baik dari campuran pembanding yang tidak menggunakan Gilsonite.

Pada nilai Stabilitas, variasi 1 memiliki nilai yang lebih tinggi dari campuran pembanding dan variasi lainnya. Hal ini membuktikan bahwa penambahan Gilsonite dapat meningkatkan nilai stabilitas. Sedangkan pada nilai Kelelahan, rata-rata nilai campuran variasi ada dibawah campuran pembanding karena pengaruh penambahan Gilsonite yang mempunyai sifat mengurangi kelelahan campuran.

Untuk nilai VFA, penambahan Gilsonite dsapat meningkatkan tebal selimut aspal pada agregat sehingga pada variasi 3 nilai VFA lebih tinggi dan nilai VIM pada campuran variasi 1,2 dan 3 turun dan berada dibawah campuran pembanding, begitu juga dengan nilai VMA pada variasi 1,2 dan 3 berada dibawah campuran pembanding, karena apabila nilai VFA naik maka nilai VIM akan turun.

Variasi campuran aspal + 6% Gilsonite dipilih menjadi kadar aspal yang paling optimum karena penggunaan aspal untuk campuran ini sebanyak 8,70%. Variasi 1 memiliki nilai stabilitas yang tinggi, nilai MQ dan VMA yang memenuhi spesifikasi. Dan nilai kadar aspal

optimum pada variasi 1 ini memiliki nilai kadar aspal optimum yang tinggi dari campuran pembanding. Penggunaan aspal ditambah 6% Gilsonite sebagai pengikat berdasarkan batas tengah spesifikasi Lapisan Tipis Aspal Beton Lapis Aus mempunyai nilai Parameter *Marshall* yang tinggi dari nilai Parameter *Marshall* campuran pembanding, dibandingkan dengan variasi lainnya. Sehingga campuran dengan penambahan Gilsonite sebanyak 6% dapat diusulkan sebagai campuran hot mix pada perkerasan lentur jalan raya.

6.2 Saran

Ada beberapa hal yang harus diperhatikan agar penelitian ini berjalan dengan lancar dan sesuai tujuan yang akan dicapai, diantaranya yaitu lebih memahami prosedur dari setiap objek yang akan diamati sehingga tidak terjadi kesalahan. Selanjutnya dalam menimbang benda uji harus hati-hati dan perhatikan satuan waktu penimbangan. Selain itu juga diperlukan keseriusan, konsentrasi dan kecermatan dalam melakukan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

1. Bina Marga. *Spesifikasi Umum 2010*. Direktorat Jendral Bina Marga. Departemen Pekerjaan Umum.
2. Laboratorium Transportasi dan Perkerasan Jalan Raya. 2009. *Buku Penuntun Praktikum Bahan Perkerasan Jalan Raya*. Jurusan Teknik Sipil Universitas Andalas Padang.
3. Sukirman, Silvia. 1993. *Perkerasan Lentur Jalan Raya*. NOVA. Bandung.
4. Sukirman, Silvia. 2003. *Beton Aspal Campuran Panas*. Granit. Jakarta. 2003.
5. Wikipedia. 2007. *Gilsonite*. (<http://id.wikipedia.org/wiki/Gilsonite>) di akses tanggal 2 November 2013