

**PEMANFAATAN ASPAL SINTETIS UNTUK MATERIAL
PERKERASAN JALAN**

(Penelitian)

SKRIPSI

**Diajukan Untuk Memenuhi Persyaratan
Ujian Sarjana**

Oleh:

**PANGAMUDI LASROHA DONGORAN
09.811.0018**



PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MEDAN AREA

MEDAN

2016

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 24/7/24

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
 2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
 3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area
- Access From (repository.uma.ac.id)24/7/24

PEMANFAATAN ASPAL SINTETIS UNTUK MATERIAL PERKERASAN JALAN

(Penelitian)

SKRIPSI

Disusun Oleh:

PANGAMUDI LASROHA DONGORAN
09.811.0018

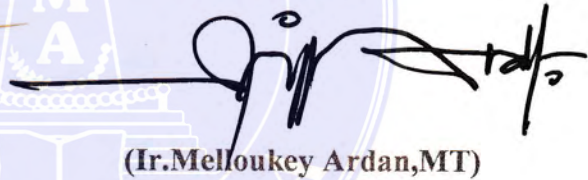
Disetujui:

Pembimbing I



(Ir.H.Edy Hermanto,MT)

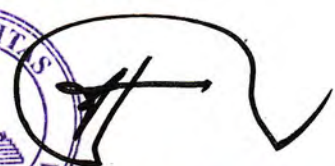
Pembimbing II



(Ir.Melloukey Ardan,MT)


Mengetahui:

Dekan



(Prof. Dr. Radan Ramdan, M.Eng, M.Sc)

Ketua Program Studi



(Ir.Kamaluddin Lubis,MT)

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 24/7/24

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
 2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
 3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area
- Access From (repository.uma.ac.id)24/7/24

PERNYATAAN

Saya menyatakan bahwa skripsi yang saya susun, sebagai syarat memperoleh gelar sarjana merupakan hasil karya tulis saya sendiri. Adapun bagian-bagian tertentu dalam penulisan skripsi ini yang saya kutip dari hasil karya orang lain telah dituliskan sumbernya secara jelas sesuai dengan norma, kaidah dan etika penulisan ilmiah.

Saya bersedia menerima sanksi pencabutan gelar akademik yang saya peroleh dan sanksi-sanksi lainnya dengan peraturan yang berlaku, apabila dikemudian hari ditemukan adanya plagiat dalam skripsi ini.



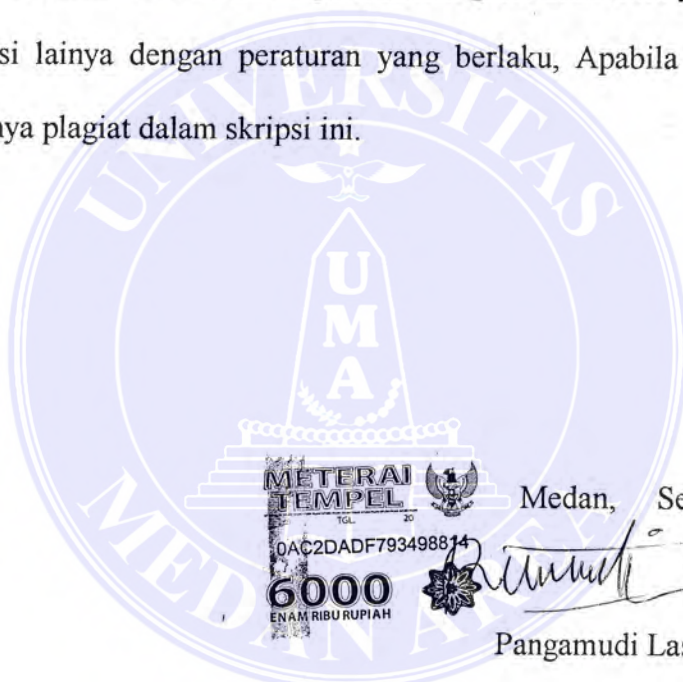
Medan, September 2016

Pangamudi Lasroha Dongoran

PERNYATAAN

Saya menyatakan bahwa skripsi yang saya susun, sebagai syarat memperoleh gelar sarjana merupakan hasil karya tulis saya sendiri. Adapun bagian-bagian tertentu dalam penulisan skripsi ini yang saya kutip dari hasil karya orang lain telah dituliskan sumbernya secara jelas sesuai dengan norma, kaidah dan etika penulisan ilmiah.

Saya bersedia menerima sanksi pencabutan gelar akademik yang saya peroleh dan sanksi-sanksi lainnya dengan peraturan yang berlaku, apabila dikemudian hari ditemukan adanya plagiat dalam skripsi ini.



Medan, September 2016

Pangamudi Lasroha Dongoran

ABSTRAK

Aspal alam yang dimiliki Indonesia berasal dari gunung yaitu aspal Buton dan aspal buatan (aspal minyak) yang merupakan hasil dari penyulingan minyak bumi. Limbah/sampah plastik di Indonesia sangat banyak dan tidak dapat di daur ulang, karena berbahan baku polypropylen. Melalui penelitian ini akan dibuat suatu jenis aspal dengan menggunakan sampah plastik sebagai salah satu materialnya sehingga dapat bermanfaat untuk perkerasan jalan. Bahan baku yang ramah lingkungan sehingga menghasilkan produk yang bermanfaat, dan perlu diteliti lebih lanjut.

Aspal yang akan diteliti adalah aspal sintetis, bahan bakunya berasal dari residu oli sintetis. Aspal sintetis ini terbuat Residu oli sintetis, sampah plastik, getah pinus, batu kapur. Perbandingan yang digunakan antara residu oli, getah pinus dan batu kapur adalah terhadap volume perbandingan 1;2;2 dan sampah plastik digunakan sebanyak 15% dari total aspal yang diinginkan.

Dari hasil penelitian diperoleh titik lembek aspal sintetis; 67-69, lebih tinggi dari standar yang ditetapkan; 51-63, hal ini menunjukkan bahwa aspal sintetis tidak mudah melentur apabila digunakan sebagai perkerasan. Dengan nilai stabilitas yang cukup besar, Kadar Aspal Optimum 6,5% dengan hasil: nilai rerata Stabilitas Marshall sebesar 1216.33kg. Berdasarkan Revisi SNI 03-1737-1989 tentang ketentuan sifat-sifat campuran laston nilai stabilitas minimum untuk lalu lintas berat yaitu 800 kg dapat dikatakan bahwa aspal sintetis jauh lebih kuat menahan beban vertikal dibandingkan aspal biasa.

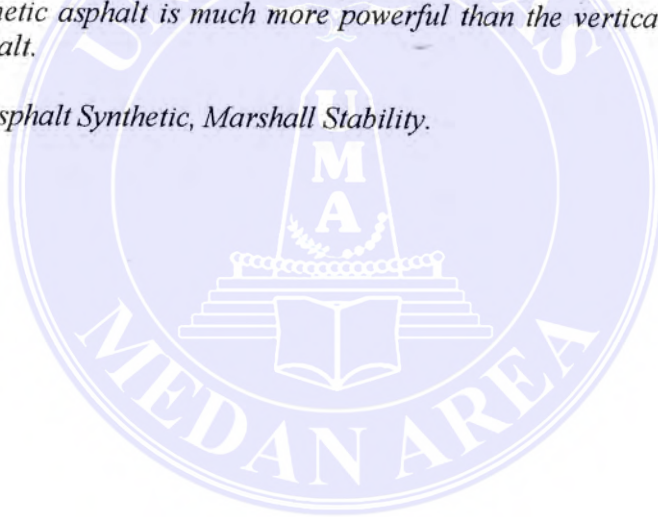
Kata-kata kunci: Aspal Sintetis, Marshall Stability.

ABSTRACT

Indonesia's natural asphalt comes from the mountain that is home-made Buton asphalt and bitumen (asphalt) which is the result of petroleum refining. Waste / waste plastic in Indonesia very much and can not be recycled as raw material polypropylen. Through this study will be made of a kind of asphalt using plastic waste as a material to be useful to the pavement. Environmentally friendly raw materials to produce products that are useful and should be further investigated. Asphalt that will be examined is the synthetic asphalt, raw materials derived from synthetic oil residue. It is made of synthetic asphalt synthetic oil residues, waste plastic, pine resin, limestone. Comparisons are used between the residual oil, pine resin and limestone are to volume ratio of 1; 2; 2 and the plastic waste used as much as 15% of total asphalt desired.

The results were obtained synthetic asphalt softening point; 67-69, higher than the standards set; 51-63, this suggests that the synthetic bitumen is not easily bend when used as a pavement. With a large enough value stability, Optimum Asphalt Content 6.5% with the results: the average value of Marshall Stability of 1216.33kg. Based on SNI 03-1737-1989 Revision of the terms of the properties of the mixture laston minimum value stability for heavy traffic of 800 kg can be said that the synthetic asphalt is much more powerful than the vertical load bearing ordinary asphalt.

Key words: Asphalt Synthetic, Marshall Stability.



DAFTAR ISI

ABSTRAK.....	i
<i>ABSTRACT</i>	<i>ii</i>
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR TABEL.....	viii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR NOTASI.....	x
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Maksud Dan Tujuan.....	2
1.3. Permasalahan	2
1.4. Batasan Masalah	2
1.5. Kerangka Berpikir.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1. Konstruksi Perkerasan	5
2.2. Aspal Sintetis	7
2.2.1. Plastik.....	8
2.2.2. Rasido Oli Bekas.....	10
2.2.3. Gondrukem.....	11
2.2.4. Batu Kapur	12
2.3. Aspal	13
2.3.1. Aspal Keras	15
2.4. Pemeriksaan Aspal.....	16
2.5. Agregat.....	17

2.5.1. Gradasi Agregat Gabungan.....	19
2.6. Metode Marshall.....	19
2.7. Sifat Volumetrik Dari Campuran Aspal Beton.....	21
2.8. Parameter Dan formula Perhitungan.....	22
BAB III METODE PENELITIAN.....	31
3.1. Deskripsi Lokasi, Dan Waktu Penelitian.....	31
3.1.1. Waktu Dan Tempat Penelitian.....	34
3.2. Teknik Pengumpulan Data.....	34
3.2.1. Data Primer.....	34
3.2.1 Data Sekunder.....	34
3.3. Persiapan Alat Dan Bahan.....	34
3.3.1. Peralatan Penelitian.....	40
3.4. Prosedur pengujian Material.....	48
3.5. Pengujian Marshall.....	50
BAB IV PENELITIAN DAN PEMBAHASAN.....	53
4.1. Hasil Penelitian.....	53
4.1.1. Pemeriksaan Aspal.....	53
4.1.2. Hasil Pengujian Marshall.....	53
4.2. Pembahasan.....	54
4.2.1. Pemeriksaan Aspal sintetis’.....	54
4.2.2. Pengujian Marshall.....	57

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	73
5.1. Kesimpulan.....	73
5.2. Saran.....	73
DAFTAR PUSTAKA	74
LAMPIRAN	



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar belakang

Jalan merupakan infrastruktur dasar dan utama dalam menggerakkan roda perekonomian nasional dan daerah, mengingat penting dan strategisnya fungsi jalan untuk mendorong distribusi barang dan jasa sekaligus mobilitas penduduk. Ketersediaan jalan adalah prasyarat mutlak bagimasuknya investasi kesuatu wilayah. Jalan memungkinkan seluruh masyarakat mendapatkan akses pelayanan pendidikan, kesehatan dan pekerjaan. Untuk itu diperlukan perencanaan struktur perkerasan yang kuat, tahan lama dan mempunyai daya tahan tinggi terhadap deformasi plastis yang terjadi.

Faktor yang mempengaruhi umur dari perkerasan jalan adalah: mutu aspal tidak sesuai dengan persyaratan serta aspal yang digunakan secara fisik tidak sesuai dengan kondisi struktur dan cara penanganan pada pelaksanaan tidak sesuai dengan perencanaan sehingga menyebabkan penurunan mutu campuran aspal.

Kerusakan jalan yang umum terja di Indonesia yang beriklim tropis adalah deformasi dan retak, kedua kerusakan ini harus mendapat perhatian dalam memilih aspal untuk perencanaan campuran beraspal, guna mendapatkan perkerasan yang awet. Pemanfaatan limbah produk hidrokarbon ternyata menghasilkan inspirasi yang dapat menghasilkan senyawa kimia dan dapat digunakan untuk mengaspal jalan raya, disamping aspal buatan lokal yang dibuat dari ampas hasil penyulingan minyak bumi yang selama ini dibuat oleh Pertamina di Cilacap, serta beberapa produk aspal impor yang beredar di pasaran dalam negeri. Disamping itu karena aspal sintetis ini dalam proses pembuatannya

menggunakan sisa/limbah proses hidrokarbon maka produksi pada skala industri dapat membantu usaha untuk mencapai kebersihan lingkungan, terutama pencemaran lingkungan yang diakibatkan oleh limbah plastik. Limbah/sampah plastik di Indonesia sangat banyak dan tidak dapat di daur ulang, hal tersebut perlu dimanfaatkan. Limbah plastik yang ada tidak sulit untuk dikumpulkan karena pada tempat pembuangan sampah, dan plastik tersebut sudah dipisahkan oleh para pemulung. Berdasarkan permasalahan tersebut diatas penulis melakukan penelitian sejenis aspal sintesis' dengan menggunakan limbah plastik, Rasido oli, Getah Pohon pinus, batu Kapur sebagai bahan campuran sehingga dapat bermanfaat untuk perkerasan jalan, Penelitian ini dilakukan di Laboratorium

1.2 Maksud Dan Tujuan

Maksud dari penelitian ini adalah untuk menganalisa pergantian aspal AC 60/70 dengan aspal sintesis' sebagai pengikat bahan-bahan/agregat dalam perkerasan jalan.

Tujuan penelitian ini adalah untuk mendapatkan perbandingan hasil karakteristiknya dengan menggunakan metode pengujian Marshall sesuai syarat RSNI M-01-2003

1.3 Permasalahan

Masalah dalam Penelitian ini adalah:

1. Bagaimana pengaruh nilai uji marshall Antara campuran Aspal Sintesis' denagan dengan Aspal AC 60/70
2. Apakah campuran Perkersan Aspal Sintesis' memenuhi persyaratan Karakteristik Marshall sesuai syarat RSNI M-01-2003

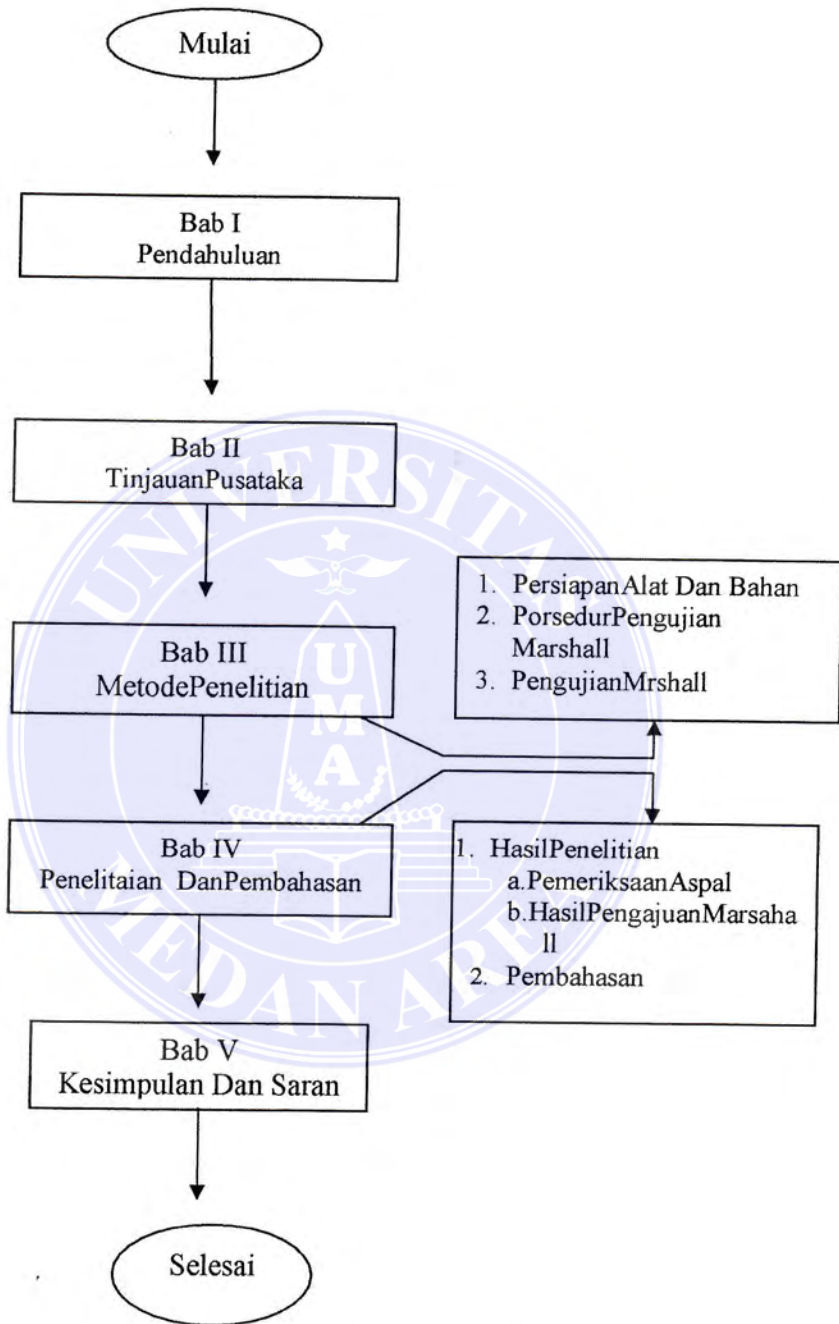
1.4 Batasan Masalah

Batasan masalah dalam skripsi ini adalah :

1. Tinjauan terhadap karakteristik campuran terbatas pada pengamatan terhadap hasil pengujian marshall
2. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode pengujian Marshall.
3. Tidak melakukan penelitian reaksi kimia untuk senyawa, hanya meneliti berdasarkan sifat-sifat fisiknya saja.



1.5 Kerangka Berfikir



Gambar 1.1 gambar kerangka berfikir

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Konstruksi Perkerasan

Perkerasan jalan merupakan lapisan konstruksi yang diletakkan diatas tanah dasar yang telah mengalami pemadatan dan mempunyai fungsi untuk mendukung beban lalu lintas yang kemudian menyebarkannya ke badan jalan supaya tanah dasar tidak menerima beban yang lebih besar dari daya dukung tanah yang diijinkan. Tujuan dari pembuatan lapis perkerasan jalan adalah agar dicapai suatu kekuatan tertentu sehingga mampu mendukung beban lalu lintas dan dapat menyalurkan serta menyebarkan beban roda-roda kendaraan yang diterima ke tanah dasar (Silvia Sukirman, 1992).

Konstruksi perkerasan terdiri dari:

1. Lapisan permukaan (*surface course*). Lapisan yang terletak paling atas disebut lapis permukaan, dan berfungsi sebagai :
 - a. Lapis perkerasan penahan beban roda, lapisan mempunyai stabilitas tinggi untuk menahan beban roda selama masa pelayanan.
 - b. Lapis kedap air, sehingga air hujan yang jatuh diatasnya tidak meresap kelapisan dibawahnya dan melemahkan lapisan-lapisan tersebut.
 - c. Lapis aus (*wearing course*), lapisan yang langsung menderita gesekan akibat rem kendaraan sehingga mudah menjadi aus.

- d. Lapis yang menyebarkan beban ke lapisan bawah, sehingga dapat dipikul oleh lapisan lain yang mempunyai daya dukung lebih buruk.
 - e. Lapisan pondasi atas (*base course*). Fungsi lapisan pondasi atas ini antara lain :
 - menyebarkan beban ke lapisan dibawahnya.
 - Lapisan peresapan untuk lapisan pondasi bawah.
 - Bagian perkerasan yang menahan gaya lintang dari beban roda
 - Bantalan terhadap lapisan permukaan.
2. Lapisan pondasi bawah (*sub base course*).
- Fungsi lapisan pondasi bawah ini antara lain :
- a. Bagian konstruksi perkerasan untuk menyebarkan beban roda ke tanah dasar.
 - b. Efisiensi penggunaan material.
 - c. Material pondasi bawah relatif murah dibandingkan dengan lapisan perkerasan diatasnya.
 - d. Mengurangi tebal lapisan diatasnya yang lebih mahal.
 - e. Lapis peresapan, agar air tanah tidak berkumpul di pondasi.
3. Lapisan tanah dasar (*subgrade*), adalah lapisan tanah yang terletak di atas lapisan pondasi bawah. Lapisan tanah dasar dapat berupa tanah asli yang dipadatkan, jika tanah aslinya baik, atau tanah yang didatangkan dari tempat lain dan dipadatkan.

2.2 Aspal sintetis

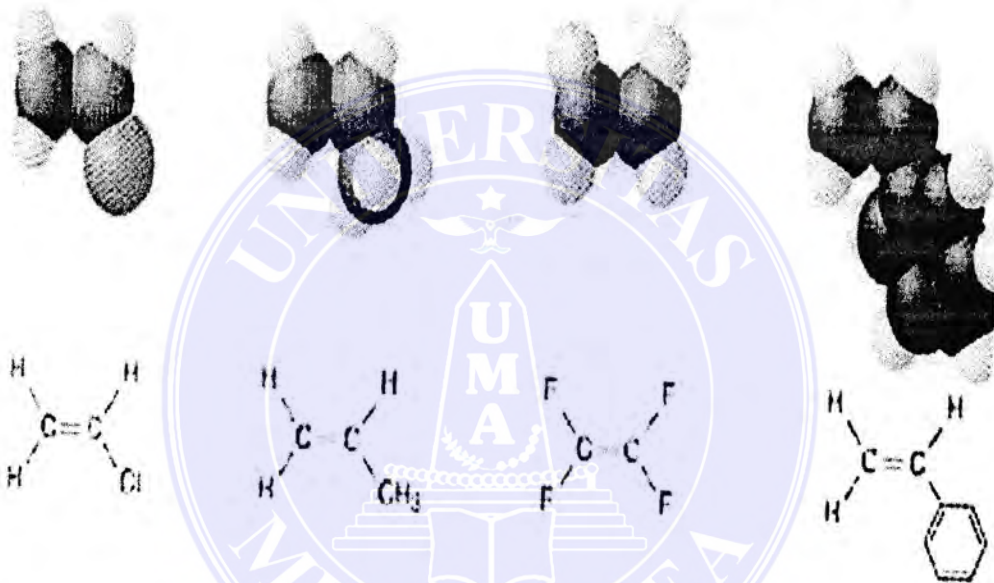
Untuk membuat Aspal sintetis di penelitian ini adalah: Residu oli sintetis, sampah plastik, getah pinus, batu kapur. Perbandingan yang digunakan antara residu oli, getah pinus dan batu kapur adalah terhadap volume perbandingan 1;2;2 dan sampah plastik digunakan sebanyak 15% dari total aspal yang diinginkan. Hasil dari pemeriksaan aspal sintetis dapat dilihat pada Tabel 2.1, berikut dengan persyaratan dari Bina Marga.

Tabel 2.1 Persyaratan dari Bina Marga.

no	Jenis Perkerasaan	Cara Pemeriksaan (BMN)	Persyaratan Bina Marga	Pengukuran Aspal Sintetis
1	Penetrasi 150°C-5detik	SNI 06-2456-1991	40-59	37,92
2	TitikLembek	SNI 06-2434-1991	51-63	67-69
3	Titik Nyala	SNI 06-2433-1991	200	140
4	Penurunan berat (denganTFOT)	SNI 06-2441-1991	0,8	0.76
5	Penetrasi setelah kehilangan berat pada 250°C, 5 detik	SNI 06-2432-1991	50	17,5
6	Berat Jenis 250 C	SNI 06-2488-1991	1	1,2

2.2.1 Plastik

Polimer atau dalam perdagangan dikenal dengan nama plastik adalah gugusan molekul yang terdiri dari banyak monomer seperti terlihat pada Gambar 1. Polimer didefinisikan sebagai molekul panjang yang mengandung rantai dari atom yang disatukan dengan ikatan kovalen.



Gambar 2. 1 Contoh monomer (<http://www.wikipedia.com>)

Polimer umumnya diklasifikasikan menjadi beberapa kelompok antara lain atas dasar jenis monomer, asal, sifat termal, dan reaksi pembentukannya.

A. Klasifikasi Polimer Berdasarkan Jenis Monomernya Homopolimer dan Kopolimer

B. Polimer Berdasarkan Asalnya Polimer alam dan Polimer Sintetis

C. Polimer Berdasarkan Sifat Thermalnya

1. Thermoplas Plastik adalah salah satu bentuk polimer yang sangat berguna dalam kehidupan sehari-hari. Beberapa plastik memiliki sifat-sifat khusus, antara lain lebih mudah larut pada pelarut yang sesuai, pada suhu tinggi akan lunak, tetapi akan mengeras kembali jika didinginkan dan struktur molekulnya linier atau bercabang tanpa ikatan silang antar rantai. Proses melunak dan mengeras ini dapat terjadi berulang kali.
2. Thermoset Plastik-plastik thermosetting biasanya bersifat keras karena mereka mempunyai ikatan-ikatan silang. Plastik termoset menjadi lebih keras ketika dipanaskan karena panas itu menyebabkan ikatan-ikatan silang lebih mudah terbentuk.

Perbedaan sifat-sifat plastik termoplas dan termoset disimpulkan pada Tabel 2.2

Tabel 2.2 Perbedaan plastik termoplas dan plastik termoset

Plastik termoplas	Plastik termoset
Mudah diregangkan	Keras
Fleksibel	Tidak fleksibel
Melunak jika dipanaskan	Mengeras jika dipanaskan
Titik leleh rendah	Tidak meleleh jika dipanaskan
Dapat dibentuk ulang	Tidak dapat dibentuk ulang

Sumber: Utiya Azizah 18-04-2009

Tas plastik atau kantong plastik yang sering kita jumpai dipasaran biasanya tergolong jenis HDPE. HDPE adalah biji plastik yang termasuk dalam kelompok *thermoplastik*, dimana biji plastik ini merupakan polymer, yaitu reaksi

kimia dimana massa molekulnya terbentuk dari monomer atau biasa dikenal dengan polymerization. Sifat-sifat dari plastik jenis HDPE adalah sebagai berikut:

1. *High Density*, dimana berat jenis HDPE adalah tertinggi dikelompokkan polyethylene yaitu $0,96 \text{ g/cm}^3$ dan *melt flow* yang dihasilkan juga besar yaitu $0,28 \text{ g/10 mnt}$.
2. *High Temperatur Resistance*, karena temperatur leleh dari HDPE cukup tinggi, yaitu 130°C sehingga tahan terhadap panas.
3. *Chemical Resistance*, HDPE termasuk plastik yang tahan terhadap berbagai macam zat kimia, sehingga banyak sekali dalam pembuatan kemasan untuk bahan kimia atau yang mengandung unsur kimia menggunakan HDPE. Salah satu contohnya adalah pail cat.
4. *Excellent Dimensional Stability*, yaitu mampu dibentuk dan tidak akan mengalami perubahan setelah selesai dibentuk.
5. *High Gloss or Matte*, memiliki permukaan yang halus sehingga tidak perlu adanya finising pada permukaan setelah dibuat untuk suatu produk.

Sedangkan sifat mekanik dari HDPE adalah *High Yield Strength*, HDPE termasuk bahan yang memiliki *yield strength* yang tinggi, mampu menahan beban yang berat namun tetap elastis.

2.2.2 Residu Oli Bekas (ROB)

Residu oli yang digunakan dalam penelitian ini adalah oli bekas yang bersal dari sepeda motor, oli bekas baik yang berasal dari sepeda motor maupun

mobil hanya menjadi limbah bagi lingkungan dan bahkan dapat mencemari perairan di sekitarnya. Oli bekas pada umumnya hanya digunakan untuk melumasi rantai motor dan tentu saja hal ini tidak efektif untuk memanfaatkan oli bekas yang memiliki kandungan hidrokarbon yang cukup tinggi. Oleh karena itu, solusi yang tepat untuk pemanfaatan limbah oli bekas adalah sebagai bahan campuran aspal sintetis' Menurut Boentarto (2003), berdasarkan jenis base oilnya minyak pelumas diklasifikasikan menjadi 2, yaitu :

1. Oli mineral

Oli mineral terbuat dari *crude oil* yang mengandung bahan hidrokarbon dan paraffin yang cukup tinggi.

2. Oli Sintetis

Oli sintetis merupakan hasil dari perpaduan beberapa senyawa kimia. Oli sintetis lebih baik daripada oli mineral karena bisa tahan bekerja pada suhu rendah dan suhu tinggi.

2.2.3 Gondorukem' (Getah Pinus)

Gondorukem adalah istilah yang digunakan sebagai sebutan umum untuk produk pengolahan getah dari pohon jenis pinus. Sebutan Gondorukem ini berawal dari penggunaan getah sebagai penambal kapal kayu yang bocor. Industri Gondorukem dunia dimulai sekitar 100 tahun yang lalu. Di Amerika sudah ada industrinya pada tahun 1830. Di Indonesia industri Gondorukem dimulai sekitar tahun 1938, dengan pabrik pertamanya di Takengon (Aceh).

Gondorukem bahan yang berharga murah dan mudah merupakan resin natural didapat dan hasil destilasi/ penyulingan dari getah pinus dan berupa padatan berwarna kuning jernih sampai kuning tua. Kualitas getah akan menentukan kualitas dan rendemen Gondorukem yang dihasilkan.

Tabel 2.3 Kualitas Mutu Gondorukem

No	Jenis Uji	satuan	Persyaratan mutu			
			U	P	D	T
1	Warna metode Lovibond comparator		X	WW	WG	N
2	Titik lunak	C	≥78	≥78	≥76	≥74
3	Kadar kotoran	%	≤0,02	≤0,05	≤0.07	≤0.1
4	Kadar abu	%	≤0.01	≤0.04	≤0.05	≤0.08
5	Komponen menguap	%	≤2	≤2	≤2,5	≤3

Sumber : SNI 01-5009.12.2001

Gondorukem merupakan bahan padat dan mudah terbakar jika dicairkan.

Bahan ini merupakan bahan yang sangat cepat menyerap panas atapun api.

2.2.3 Batu Kapur.

Batu kapur merupakan mineral batuan yang terbawa mengalir bersamaan dengan air gunung merapi, batu kapur memiliki sifat sangat keras dan tidak larut didalam air. batu kapur memiliki kandungan senyawa silika sebesar 53,80% dan alumina sebesar 18,26%, oleh sebab itu material batu kapur dari gunung merapi merupakan pendukung yang potensial untuk sintesis material campuran aspal karena kandungan alumina dan silika sangat dominan pada batu kapur.

2.3 Aspal

Aspal merupakan campuran dari bitumen dan mineral, yang sering juga disebut bitumen. Hal tersebut disebabkan karena bahan dasar utama dari aspal adalah bitumen merupakan material yang bersifat thermoplastis. Bersama dengan agregat, aspal merupakan material pembentuk lapisan perkerasan. Aspal digunakan sebagai bahan pengikat agregat dan bahan penutup lapisan permukaan supaya kedap air. Aspal merupakan unsur hidrokarbon yang sangat kompleks, sangat sukar untuk memisahkan molekul-molekul yang membentuk aspal tersebut. Aspal dapat pula diartikan sebagai bahan pengikat pada campuran beraspal yang terbentuk dari senyawa yang kompleks seperti *Asphaltenes*, *resin* dan *oil*. *Asphaltenes* material susunan pembentuk dari aspal dan *resin* mempengaruhi dari sifat-sifat adesi dan daktilitas, *oils* berpengaruh terhadap viskositas dan *flow* (Hunter RN, 1994) Soeprapto Totomihardjo (1994), aspal merupakan senyawa hidrogen (H) dan carbon (C) yang terdiri dari *paraffins*, *naphtene* dan *aromatics*, bahan-bahan tersebut membentuk :

1. *Asphaltenese* : Kelompok ini membentuk butiran halus, berdasarkan *aromatics/ benzene structure* serta berat molekul tinggi.
2. *Oils* : Kelompok ini berbentuk cairan yang melarutkan dan mempunyai berat molekul rendah.
3. *Resin* : Kelompok ini membentuk cairan penghubung *asphaltenese* dan mempunyai berat molekul sedang.

Dewasa ini kebanyakan aspal dipandang sebagai sebuah sistem koloidal yang

terdiri dari komponen molekul berat yang disebut *Asphaltenes*, dispersi/ hamburan didalam minyak perantara disebut *maltenes*. Bagian dari *maltenes* terdiri dari molekul perantara yang disebut *resins* yang dipercaya menjadi instrumen di dalam menjaga dispersi *asphaltenes*. (Koninklijke/Shell-laboratorium-1987) Fungsi kandungan aspal dalam campuran juga berperan sebagai selimut agregat dalam bentuk *film* aspal yang berperan menahan gaya gesek permukaan dan mengurangi kandungan pori udara yang juga berarti mengurangi penetrasi air ke dalam campuran (Crauss, Jetal, 1981). Anang Priambodo (2003) di dalam tesisnya mendefinisikan aspal juga merupakan material yang bersifat *visco-elastis* dan mempunyai ciri-ciri beragam mulai dari yang bersifat sangat melekat sampai dengan yang bersifat elastis.

Diantara sifat- sifat aspal yang lain adalah :

- a. Aspal mempunyai sifat *Thrixotropy*, yaitu dibiarkan tanpa mengalami tegangan - tegangan aspal akan menjadi keras sesuai dengan jalannya waktu.
- b. Aspal mempunyai sifat *Rheologic*, yaitu hubungan antara tegangan (*stress*) dan regangan (*strain*) yang dipengaruhi oleh waktu. Apabila mengalami pembebanan dengan jangka waktu yang sangat cepat, maka aspal akan bersifat elastis, namun pembebanan yang terjadi cukup lama sifat aspal menjadi plastis (*viscous*).
- c. Aspal adalah bahan yang *Thermoplastis*, yaitu konsistensi atau viskositasnya akan berubah sesuai dengan perubahan temperatur yang terjadi. Semakin tinggi temperatur maka viskositasnya semakin rendah atau aspal

akan semakin encer, demikian pula sebaliknya.

Tabel 2.4 Pengujian dan persyaratan untuk aspal penetrasi 60/70

Karakteristik	Standar Pengujian	Persyaratan
1 Penetrasi; 25°C; 100gr.; 5detik; 0,1mm	SNI 06-2456-1991	60 – 79
2 Titik lembek; °C	SNI 06-2434-1991	48 – 58
3 Titik nyala; °C	SNI 06-2433-1991	min. 200
4 Penurunan Berat (dg. TFOT); %berat	SNI 06-2440-1991	maks. 0,8
5 Penetrasi setelah kehilangan berat pada 25oC, 5 detik	SNI 06-2432-1991	min. 50
6 Berat jenis	SNI 06-2441-1991	min. 1,0

Sumber : Departemen pekerjaan umum direktorat jendral bina Marga 2009

2.3.1 Aspal Keras/Padat (*Asphalt Cement, AC*)

Aspal yang berbentuk padat pada suhu ruang (25°C–30°C). Jika aspal ini akan digunakan maka terlebih dahulu harus dipanaskan sampai mencapai suhu tertentu agar menjadi cair. Aspal padat dapat dibedakan berdasarkan kekerasannya yang dinyatakan dengan nilai penetrasi pada suhu 25 °C atau berdasarkan nilai viskositasnya.

Di Indonesia aspal padat umumnya dikelompokkan berdasarkan nilai penetrasinya, yaitu :

- a. Asphalt Cement pen 40/50, yaitu aspal dengan penetrasi antara 40 – 50.
- b. Asphalt Cement pen 60/70, yaitu aspal dengan penetrasi antara 60 – 70.
- c. Asphalt Cement pen 85/100, yaitu aspal dengan penetrasi antara 85 – 100.

d. Asphalt Cement pen 120/150, yaitu aspal dengan penetrasi antara 120 – 150.

e. Asphalt Cement pen 200/300, yaitu aspal dengan penetrasi antara 200 – 300.

Aspal semen dengan penetrasi rendah digunakan di daerah bercuaca panas atau lalu lintas dengan volume tinggi, sedangkan aspal semen dengan penetrasi tinggi digunakan untuk daerah bercuaca dingin atau lalu lintas dengan volume rendah. Di Indonesia pada umumnya dipergunakan aspal semen dengan penetrasi 60/70 dan 80/100.

2.4 Pemeriksaan Aspal

Jenis pemeriksaan dari aspal adalah sebagai berikut:

1. Penetrasi, yaitu merupakan kedalaman yang dapat dicapai oleh suatu jarum standar (diameter 1 mm) pada suhu 25°C , beban 50 gram, selama 5 detik dan dinyatakan dalam 0,1 mm.
2. Titik Lembek, yaitu suhu pada saat bola baja dengan berat tertentu mendesak suatu lapisan aspal yang bertahan pada cincin berukuran tertentu hingga aspal menyentuh pelat dasar yang terletak 25,4 mm dibawah cincin.
3. Titik Nyala, dimana suhu pada saat terlihat nyala api secara singkat kurang dari 5 detik pada permukaan aspal.
4. Titik Bakar, dimana suhu pada saat terlihat nyala api sekurang-kurangnya 5 detik pada permukaan aspal.
5. Pengujian daktilitas, dilakukan untuk mengetahui sifat kohesi aspal dengan mengukur jarak terpanjang yang dapat ditarik antara dua cetakan yang terisi aspal keras sebelum putus, pada suhu tertentu.

6. Berat Jenis, perbandingan antara berat aspal dan berat air yang sama pada suhu tertentu (25^0C).



2.5 Agregat.

Yang dimaksud agregat dalam hal ini adalah berupa batu pecah, krikil, pasir ataupun komposisi lainnya, baik hasil alam (*natural aggregate*), hasil pengolahan (*manufactured aggregate*) maupun agregat buatan (*syntetic aggregate*) yang digunakan sebagai bahan utama penyusun perkerasan jalan, agregat dibedakan dalam beberapa kelompok yaitu :

- a. Agregat kasar, yaitu batuan yang tertahan saringan No. 8 (2,36 mm) terdiri atas batu pecah atau kerikil pecah. Agregat kasar dalam campuran beraspal panas untuk mengembangkan volume mortar dengan demikian membuat campuran lebih ekonomis dan meningkatkan ketahanan terhadap kelelahan.
- b. 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. Fungsi utama dari agregat halus adalah untuk mendukung stabilitas dan mengurangi deformasi permanen dari campuran melalui ikatan dan gesekan antar partikel, berkenaan dengan itu agregat halus harus memiliki kekerasan yang cukup dan mempunyai sudut, mempunyai bidang pecah permukaan, bersih dan bukan bahan organik.
- c. Agregat pengisi (*filler*), terdiri atas bahan yang lolos saringan No.200 (0,075 mm) tidak kurang dari 75% terhadap beratnya.(SK. SNI M-02-1994-03). Fungsi dari *Filler* adalah untuk meningkatkan viskositas aspal dan

untuk mengurangi kepekaan terhadap temperatur. Hasil penelitian umumnya menunjukkan bahwa meningkatnya jumlah bahan pengisi (*filler*) cenderung akan meningkatkan stabilitas dan mengurangi rongga dalam campuran.

d. Gradasi agregat gabungan adalah gradasi agregat gabungan untuk campuran beraspal, ditunjukkan dalam persen terhadap berat agregat, harus memenuhi batas – batas dan harus berada diluar daerah larangan (*Restriction Zone*), yang diberikan pada Tabel 6. Gradasi agregat gabungan juga harus mempunyai jarak terhadap batas - batas toleransi yang diberikan dalam Tabel 2.5

Adapun persyaratan untuk agregat dan standar uji serta batasan tercantum dalam Tabel 2.5

Tabel 2.5 Ketentuan Agregat

N	Karakteristik	Standar Pengujian	Persyaratan
A. Agregat Kasar			
1	Abrasi dengan mesin Los Angeles	SNI03-2417-1991	Maks. 40 %
2	Kelekatan agregat terhadap aspal	SNI03-2439-1991	Min. 95 %
3	Angularitas(kedalaman dari permukaan < 10 cm	SNI03-6877-2002	95/90(*)
4	Angularitas(kedalaman dari permukaan < 10 cm		80/75(*)
5	Partikel pipih dan lonjong	ASTM D-4791	Maks. 10 %
6	Matrial lolos saringan No.200	SNI 03-4142-1996	Maks. 1 %
B. Agregat Halus			
1	Matrial lolos saringan No.200	SNI 03-4142-1996	min. 2.5 gr/cc
2	Nilai setara pasir	SNI-03-4428-1997	min. 50%

3	Angularitas(kedalaman dari permukaan < 10 cm	SNI-03-6877-2002	min 45
4	Angularitas(kedalaman dari permukaan < 10 cm		min 40
C. Filler			
1	Material lolos saringan no.200	SNI -03-4142-1996	min. 75%

Sumber : Departemen Perkerasan umum Direktorat Jendral Bina Marga 2009

2.5.1 Gradasi Agregat Gabungan

Gradasi agregat gabungan untuk Campuran Lapis Pondasi Pasir Aspal, ditunjukkan dalam Tabel 2.5 Gradasi agregat gabungan tersebut merupakan gradasi gabungan antara agregat kasar dan pasir.

Tabel 2.6 Gradasi Agregat Gabungan

ASTM	(mm)	% Berat Yang Lolos	
		LPPA	
%"	19	100	
3/8"	9,5	85 - 100	
No.4	4,75	-	
No.8	2,36	60 - 85	
No.16	1,18	-	
No.30	0,600	25 - 50	
No.50	0,300	-	
No.100	0,150	-	
No.200	0,075	0-20	

Sumber : Departemen Perkerasan umum Direktorat Jendral Bina Marga 2009

2.6 Metode Marshall

Rancangan campuran berdasarkan metode Marshall ditemukan oleh Bruce Marshall, dan telah distandarisasi oleh ASTM ataupun AASHTO melalui beberapa modifikasi, yaitu ASTM D 1559-76, atau AASHTO T-245-90. Prinsip dasar

metode Marshall adalah pemeriksaan stabilitas dan kelelahan (*flow*), serta analisis kepadatan dan pori dari campuran padat yang terbentuk.

Alat Marshall merupakan alat tekan yang dilengkapi dengan *proving ring* (cincin penguji) berkapasitas 22,2 KN (5000 lbs) dan *flowmeter*. *Proving ring* digunakan untuk mengukur nilai stabilitas, dan *flowmeter* untuk mengukur kelelahan plastis atau *flow*. Benda uji Marshall berbentuk silinder berdiameter 4 inchi (10,2 cm) dan tinggi 2,5 inchi (6,35 cm). Prosedur pengujian Marshall mengikuti SNI 06-2489-1991.

Secara garis besar pengujian Marshall meliputi: persiapan benda uji, penentuan berat dari benda uji, pemeriksaan nilai stabilitas dan flow, dan perhitungan sifat volumetric benda uji. Pada persiapan benda uji, ada beberapa hal yang perlu diperhatikan antara lain:

- a. Jumlah benda uji yang disiapkan.
- b. Persiapan agregat yang akan digunakan.
- c. Penentuan temperatur pencampuran dan pemadatan.
- d. Persiapan campuran aspal sintetis .
- e. Pemadatan benda uji.
- f. Persiapan untuk pengujian Marshall.

Jumlah benda uji yang disiapkan ditentukan dari tujuan dilakukannya uji

Marshall tersebut. AASHTO menetapkan minimal 3 buah benda uji untuk setiap kadar aspal yang digunakan. Agregat yang akan digunakan dalam campuran dikeringkan di dalam oven pada temperatur 105-110°C. Setelah dikeringkan agregat dipisah-pisahkan sesuai fraksi ukurannya dengan mempergunakan saringan. Temperatur pencampuran bahan aspal dengan agregat adalah temperatur pada saat aspal mempunyai viskositas kinematis sebesar 170 ± 20 centistokes, dan temperatur pemadatan adalah temperatur pada saat aspal mempunyai nilai viskositas kinematis sebesar 280 ± 30 centistokes. Karena tidak diadakan pengujian viskositas kinematik aspal maka secara umum ditentukan suhu pencampuran berkisar antara 145 °C-155 °C, sedangkan suhu pemadatan antara 110 °C-135 °C. Di bawah ini terdapat komposisi *Marshall*:

Tabel 2.7 Komposisi campuran Marshall

Jenis Agregat	Lolos	Tertahan	Jumlah (gr)
Agregat kasar	¾"	½"	120
	½"	3/8"	120
	3/8"	#4	192
	#4	#8	198
Agregat Halus	#8	#30	270
	#30	#100	132
	#100	#200	84
<i>Filler</i>	#200	pan	84
Jumlah total			1200

Sumber: *simposium FI FSTPT, UHM, 4-5 september 2003*

2.7 Sifat Volumetrik Dari Campuran Aspal beton

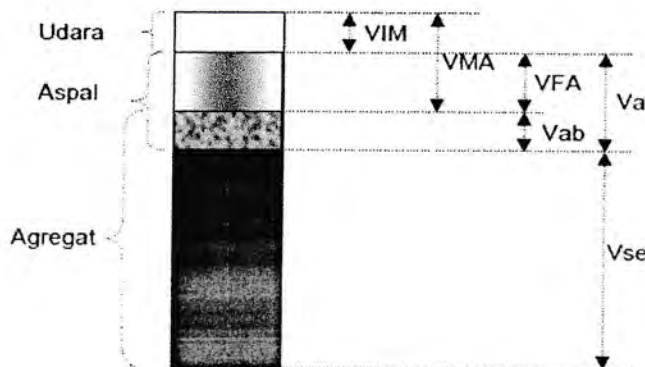
Aspal beton dibentuk dari agregat, aspal, dan atau tanpa bahan tambahan, yang dicampur secara merata atau homogen di instalasi pencampuran pada suhu tertentu. Campuran kemudian dihamparkan dan

dipadatkan, sehingga berbentuk beton aspal padat.

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

Parameter yang biasa digunakan adalah:

1. V_{mb} : Volume bulk dsri beton padat
2. V_{sb} : Volume agregat, adalah volume bulk dari agregat (volume bagian massif + pori yang ada di dalam masing-masing butir agregat).
3. V_{se} : Volume agregat, adalah volume efektif dari akregat (volume bagian massif + pori yang tidak terisi aspal didalam masing-masing butir agregat).
4. VMA : Volume pori diantara butir agregat campuran,dalam beton aspal padat, termasuk yang terisi oleh aspal.
5. V_{mm} : Volume tanpa pori dari beton aspal padat
6. VIM : Volume beton aspal padat
7. VFA : Volume aspal yang terabsorsi kedalam agregat dari beton aspal padat
8. Tebal *film* aspal : Tebal *film* aspal atau selimut aspal.



Gambar 2.2. Skematis berbagai jenis volume beton aspal (Sumber: Sukirman, 2003)

2.8 Parameter dan Formula Perhitungan

Parameter dan formula untuk menganalisa campuran aspal panas (menurut Sukirman 2007) adalah sebagai berikut :

1. Berat Jenis Bulk dan *Apparent* Total Agregat

Agregat total terdiri atas fraksi-fraksi agregat kasar, agregat halus dan bahan pengisi/*filler* yang masing-masing mempunyai berat jenis yang berbeda, baik berat jenis kering (*bulk specific gravity*) dan berat jenis semu (*apparent gravity*). Setelah didapatkan Kedua macam berat jenis pada masing-masing agregat pada pengujian material agregat maka berat jenis dari total agregat tersebut dapat dihitung dalam persamaan berikut :

a. Berat jenis kering (*bulk specific gravity*) dari total agregat

$$G_{sbtotagregat} = \frac{P_1 + P_2 + P_3 + P_n}{\frac{P_1}{G_{sb1}} + \frac{P_2}{G_{sb2}} + \frac{P_3}{G_{sb3}} + \frac{P_n}{G_{sbn}}} \dots\dots\dots (1)$$

Keterangan:

$G_{sbtot\ agregat}$: Berat jenis kering agregat gabungan, (gr/cc)

$G_{sb1}, G_{sb2} \dots G_{sbn}$: Berat jenis kering dari masing-masing agregat 1,2,3..n, (gr/cc)

P_1, P_2, P_3, \dots : Prosentase berat dari masing-masing agregat.

b. Berat jenis kering (*bulk specific gravity*) dari total agregat

$$G_{sbtotagregat} = \frac{P_1 + P_2 + P_3 + P_n}{\frac{P_1}{G_{sa1}} + \frac{P_2}{G_{sa2}} + \frac{P_3}{G_{sa3}} + \frac{P_n}{G_{san}}} \dots\dots\dots (2)$$

Keterangan:

Gsatot agregat : Berat jenis semu agregat gabungan, (gr/cc)

Gsb1, Gsb2... Gsbn : Berat jenis semu dari masing-masing agregat
1,2,3..n, (gr/cc)

P1, P2, P3, ... : Prosentase berat dari masing-masing agregat.

2. Berat Jenis Efektif Agregat

Berat jenis maksimum campuran (Gmm) diukur dengan AASHTO T.209-90, maka berat jenis efektif campuran (Gse), kecuali rongga udara dalam partikel agregat yang menyerap aspal dapat dihitung dengan rumus berikut yang biasanya digunakan berdasarkan hasil pengujian kepadatan maksimum teoritis.

$$Gse = \frac{Pmm - Pb}{\frac{Pmm}{Pmm} \frac{Pb}{Gb}} \dots\dots\dots(3)$$

Keterangan:

Gse : Berat jenis efektif/ *efektive spesific gravity*, (gr/cc)

Gmm : Berat jenis campuran maksimum teoritis setelah pemadatan (gr/cc)

Pmm : Persen berat total campuran (=100)

Pb : Prosentase kadar aspal terhadap total campuran, (%)

Ps : Kadar agregat, persen terhadap berat total campuran, (%)

Gb : Berat jenis aspal

Berat jenis efektif total agregat dapat ditentukan juga dengan menggunakan persamaan dibawah ini :

$$Gse = \frac{Gsa+Gsa}{2} \dots\dots\dots (4)$$

Keterangan:

Gse : Berat jenis efektif/ *efektive spesific gravity*, (gr/cc)

Gsb : Berat jenis kering agregat / *bulk spesific gravity*, (gr/cc)

Gsa : Berat jenis semu agregat / *apparent spesific gravity*, (gr/cc)

3. Berat Jenis Maksimum Campuran

Berat jenis maksimum campuran, Gmm pada masing-masing kadar aspal diperlukan untuk menghitung kadar rongga masing-masing kadar aspal. Berat jenis maksimum dapat ditentukan dengan AASHTO T.209-90. Ketelitian hasil uji terbaik adalah bila kadar aspal campuran mendekati kadar aspal optimum. Sebaliknya pengujian berat jenis maksimum dilakukan dengan benda uji sebanyak minimum dua buah (duplikat) atau tiga buah (triplikat). Selanjutnya Berat Jenis Maksimum (Gmm) campuran untuk masing-masing kadar aspal dapat dihitung menggunakan berat jenis efektif (Gse) rata-rata sebagai berikut:

$$Gmm = \frac{Pmm}{\frac{Ps}{Pse} - \frac{Pb}{Gb}} \dots\dots\dots (5)$$

Gmm : Berat jenis maksimum campuran,(gr/cc)

Pmm : Persen berat total campuran (=100)

Ps : Kadar agregat, persen terhadap berat total campuran, (%)

Pb : Prosentase kadar aspal terhadap total campuran, (%)

Gse : Berat jenis efektif/ *efektive spesific gravity*, (gr/cc)

Gb : Berat jenis aspal, (gr/cc)

4. Berat Jenis Campuran Padat

Perhitungan berat jenis campuran setelah pemadatan (G_{mb}) dinyatakan dalam gram/cc dengan rumus sebagai berikut :

$$G_{mb} = \frac{W_a}{V_{buluk}} \dots\dots\dots(6)$$

Keterangan:

G_{mb} : Berat jenis campuran setelah pemadatan, (gr/cc)

V_{buluk} : Volume campuran setelah pemadatan, (cc)

W_a : Berat di udara, (gr)

5. Penyerapan Aspal

Penyerapan aspal dinyatakan dalam persen terhadap berat agregat total, tidak terhadap berat campuran. Perhitungan penyerapan aspal (P_{ba}) adalah sebagai berikut:

$$P_{ba} = 100 \frac{G_{se} - G_{sb}}{G_{se} \times G_{sb}} \dots\dots\dots(7)$$

Keterangan:

Pba : Penyerapan aspal, persen total agregat (%)

Gsb : Berat jenis *bulk* agregat, (gr/cc)

Gse : Berat jenis efektif agregat, (gr/cc)

Gb : Berat jenis aspal, (gr/cc)

6. Kadar Aspal Efektif

Kadar aspal efektif (Pbe) campuran beraspal adalah kadar aspal total dikurangi jumlah aspal yang terserap oleh partikel agregat. Kadar aspal efektif ini akan menyelimuti permukaan agregat bagian luar yang pada akhirnya akan menentukan kinerja perkerasan beraspal.

Rumus Kadar aspal efektif adalah :

$$Pba = Pb - \frac{Pba}{100} P_s \dots\dots\dots(8)$$

Keterangan :

Pbe : Kadar aspal efektif, persen total campuran, (%)

Pb : Kadar aspal, persen total campuran, (%)

Pba : Penyerapan aspal, persen total agregat, (%)

Ps : Kadar agregat, persen terhadap berat total campuran, (%)

7. Rongga di antara mineral agregat (*Void in the Mineral Agregat/VMA*)

Rongga antar mineral agregat (VMA) adalah ruang rongga diantara partikel agregat pada suatu perkerasan, termasuk rongga udara dan volume aspal efektif (tidak termasuk volume aspal yang diserap agregat). VMA dihitung berdasarkan berat jenis

8. Rongga di dalam campuran (*Void In The Compacted Mixture/ VIM*)

Rongga udara dalam campuran (V_a) atau VIM dalam campuran perkerasan beraspal terdiri atas ruang udara diantara partikel agregat yang terselimuti aspal. Volume rongga udara dalam campuran dapat ditentukan dengan rumus berikut

$$VIM = 100 \left(\frac{G_{mm} \times G_{mb}}{G_{mm}} \right) \dots \dots \dots (11)$$

Keterangan:

- VIM : Rongga udara pada campuran setelah pemadatan, prosentase dari volume total, (%)
- G_{mb} : Berat jenis campuran setelah pemadatan (gr/cc)
- G_{mm} : Berat jenis campuran maksimum teoritis setelah pemadatan (gr/cc).

9. Rongga udara yang terisi aspal (*Voids Filled with Bitumen/ VFB*)

Rongga terisi aspal (VFB) adalah persen rongga yang terdapat diantara partikel agregat (VMA) yang terisi oleh aspal, tidak termasuk aspal yang diserap oleh agregat. Rumus adalah sebagai berikut:

$$VFB = \frac{100(VMA - VIM)}{VMA} \dots \dots \dots (12)$$

Keterangan:

- VFB : Rongga udara yang terisi aspal, prosentase dari VMA, (%)
- VMA : Rongga udara pada mineral agregat, prosentase dari volume total(%)

bulk (*Gsb*) agregat dan dinyatakan sebagai persen volume *bulk* campuran yang dipadatkan. VMA dapat dihitung pula terhadap berat campuran total atau terhadap berat agregat total.

Perhitungan VMA terhadap campuran adalah dengan rumus berikut :

a. Terhadap Berat Campuran Total

$$VMA = 100 \frac{Gmb+Ps}{Gsm} \dots\dots\dots(9)$$

Keterangan:

VMA : Rongga udara pada mineral agregat, prosentase dari volume total, (%)

Gmb : Berat jenis campuran setelah pemadatan (gr/cc)

Gsb : Berat jenis *bulk* agregat, (gr/cc)

Ps : Kadar agregat, persen terhadap berat total campuran, (%)

b. Terhadap Berat Agregat Total

$$VMA = 100 - \left(\frac{Gmb}{gsb} \times \frac{100}{100+Pb} \times 100 \right) \dots\dots\dots(10)$$

Keterangan:

VMA : Rongga udara pada mineral agregat, prosentase dari volume total, (%)

Gmb : Berat jenis campuran setelah pemadatan (gr/cc)

Gsb : Berat jenis *bulk* agregat, (gr/cc)

Pb : Kadar aspal, persen total campuran, (%)

VIM : Rongga udara pada campuran setelah pemadatan, prosentase dari volume total, (%)

10. Stabilitas

Nilai stabilitas diperoleh berdasarkan nilai masing-masing yang ditunjukkan oleh jarum dial. Untuk nilai stabilitas, nilai yang ditunjukkan pada jarum dial perlu dikonversikan terhadap alat *Marshall*. Selain itu pada umumnya alat *Marshall* yang digunakan bersatuan Lbf (pound force), sehingga harus disesuaikan satuannya terhadap satuan kilogram. Selanjutnya nilai tersebut juga harus disesuaikan dengan angka koreksi terhadap ketebalan atau volume benda uji.

11. Flow

Seperti halnya cara memperoleh nilai stabilitas seperti di atas Nilai *flow* berdasarkan nilai masing-masing yang ditunjukkan oleh jarum dial. Hanya saja untuk alat uji jarum dial *flow* biasanya sudah dalam satuan mm (milimeter), sehingga tidak perlu dikonversikan lebih lanjut.

12. Hasil Bagi Marshall

Hasil bagi Marshall/ *Marshall Quotient (MQ)* merupakan hasil pembagian dari stabilitas dengan kelelehan. Sifat Marshall tersebut dapat dihitung dengan menggunakan rumus berikut:

$$MQ = \frac{Ms}{Mf} \dots\dots\dots(13)$$

Keterangan:

MQ : *Marshall Quotient, (kg/mm)*

MS : *Marshall Stabilit,y (kg)*

MF : *Flow Marshall, (mm)*

Selanjutnya nilai tersebut juga harus disesuaikan dengan angka koreksi terhadap ketebalan atau volume benda uji.



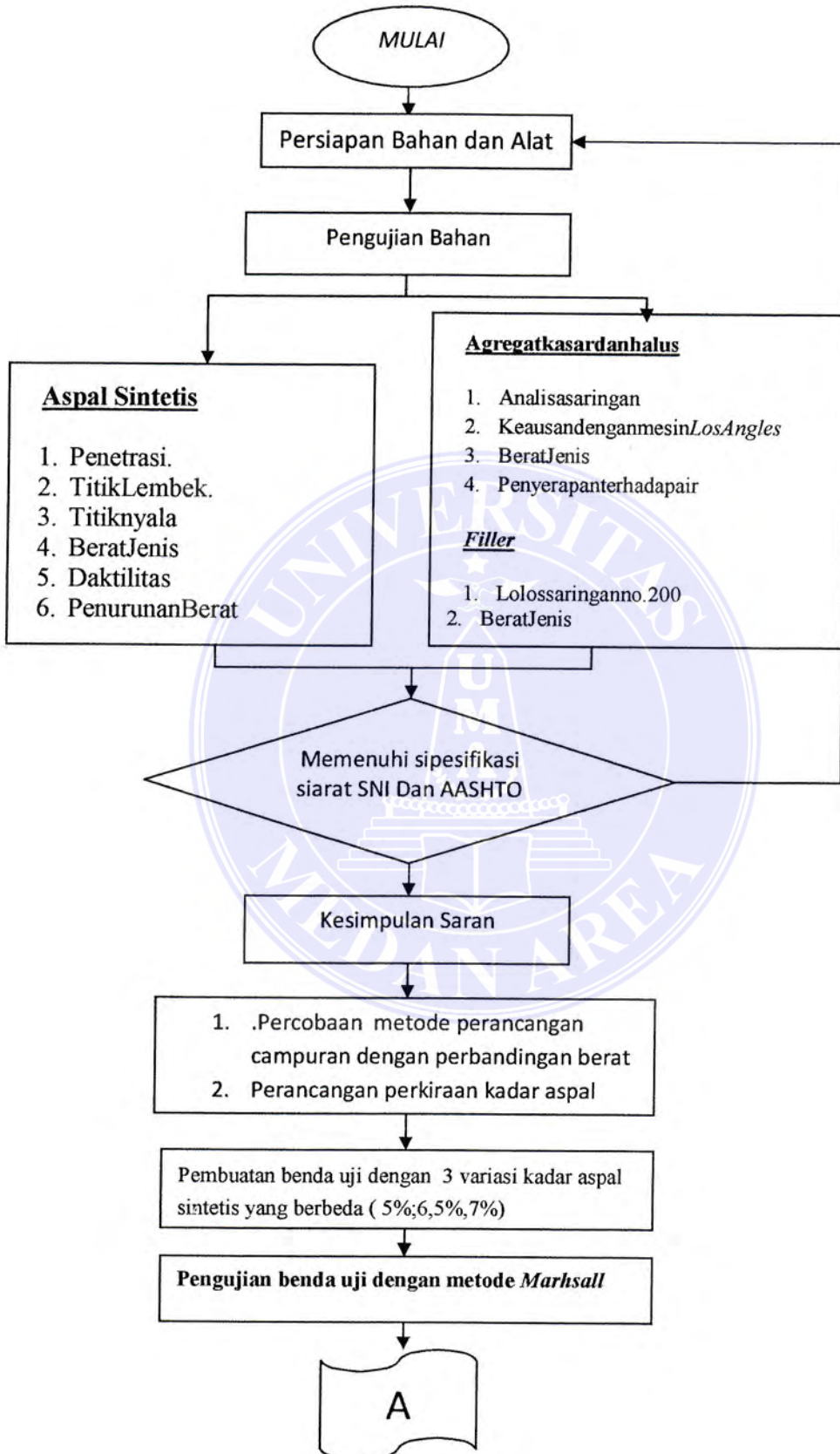
BAB III

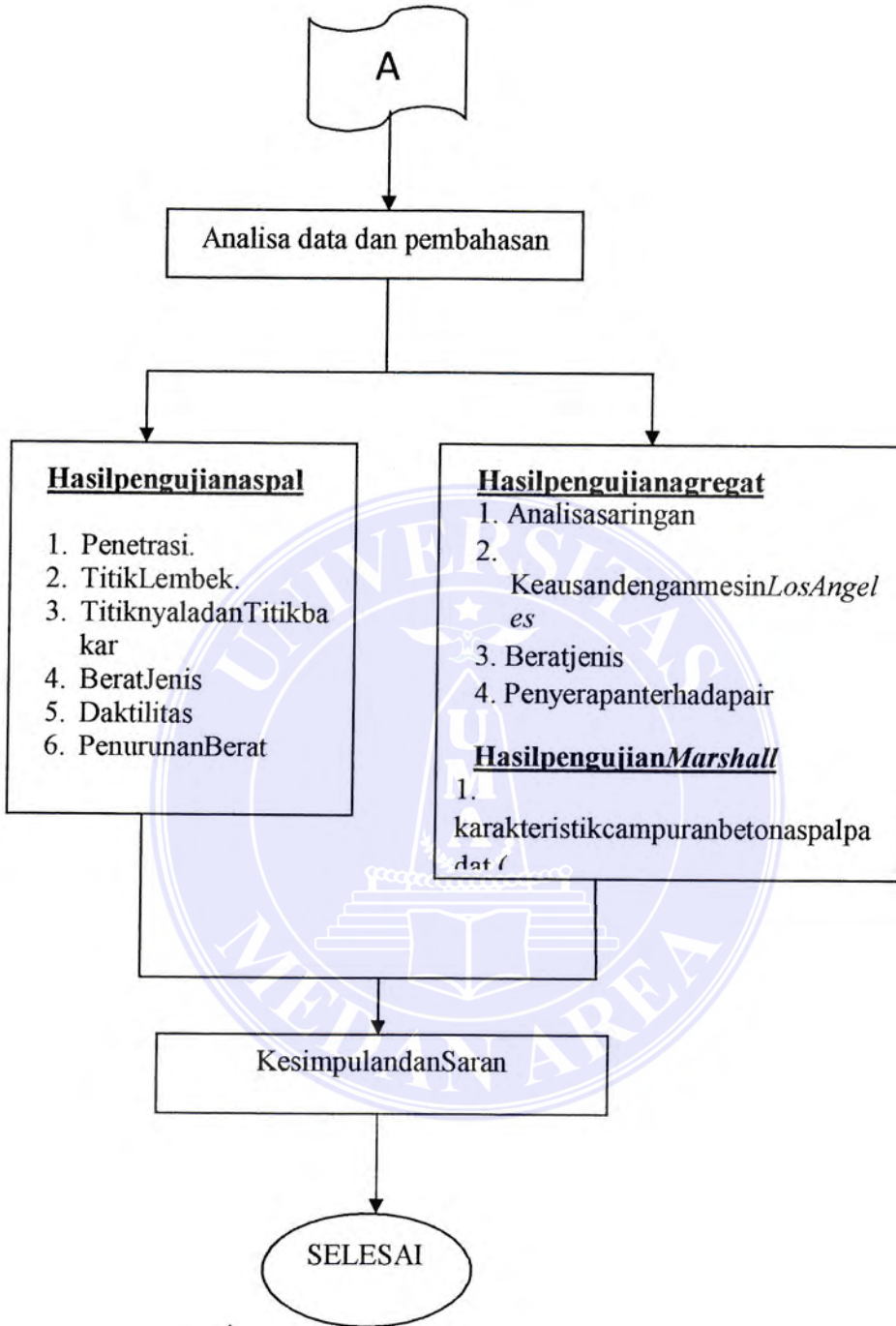
METODE PENELITIAN

3.1 Deskripsi Lokasi, Dan Waktu penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimen, yaitu metode yang dilakukan dengan mengadakan kegiatan percobaan untuk mendapatkan data. Data tersebut diolah untuk mendapatkan suatu hasil perbandingan dengan syarat-syarat yang ada. Penyelidikan eksperimental dapat dilaksanakan didalam ataupun diluar laboratorium. Dalam penelitian ini akan dilakukan dilaboratorium.

Di dalam penelitian ini pengujian dilakukan secara bertahap, yaitu terdiri atas pengujian agregat (kasar, halus dan *filler*), aspal dan pengujian terhadap campuran (uji Marshall). Pengujian terhadap agregat termasuk analisa saringan, pemeriksaan berat jenis, pengujian abrasi dengan mesin Los Angeles, dan penyerapan air. Untuk pengujian aspal sintesis, termasuk juga pengujian penetrasi, titik nyala, Penurunan Berat, titik lembek, Daktilitas, dan berat jenis. Sedangkan metode yang digunakan sebagai pengujian campuran adalah metode Marshall, dimana dari pengujian Marshall tersebut didapatkan hasil-hasil yang berupa komponen-komponen Marshall, yaitu stabilitas, VIM, VMA, *flow*, Hasil bagi Marshall/*Marshall Quotient (MQ)*. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat secara skematis pada Gambar 5 dibawah ini.





3.1.1 Waktu Dan Tempat Penelitian

Penelitian mulai tanggal 31 Oktober 2014 sampai tanggal 25 November 2014. Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Jalan Raya Departemen Teknik Sipil – Fakultas Teknik Universitas Sumatra Utara



3.2 Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data dilaksanakan dengan metode eksperimen terhadap beberapa benda uji dari berbagai kondisi perlakuan yang. Untuk beberapa hal pada pengujian bahan, digunakan data sekunder yang dikarenakan penggunaan bahan dan sumber yang sama. Jenis data pada penelitian ini dikelompokkan menjadi 2 yaitu data primer dan sekunder.

3.2.1. Data Primer

Data primer adalah data yang dikumpulkan secara langsung melalui serangkaian kegiatan percobaan yang dilakukan sendiri dengan mengacu pada petunjuk manual yang ada, misalnya dengan mengadakan penelitian atau pengujian secara langsung.

3.2.1 Data sekunder

Data sekunder adalah data yang diperoleh secara tidak langsung (dapat dari penelitian lain) untuk bahan / jenis yang sama dan masih berhubungan dengan penelitian.

3.3 Persiapan Alat dan Bahan

Persiapan alat dan bahan adalah penyiapan / pengadaan bahan, peralatan dan peralatan pelengkap untuk pengujian, adapun bahan dan peralatan tersebut :

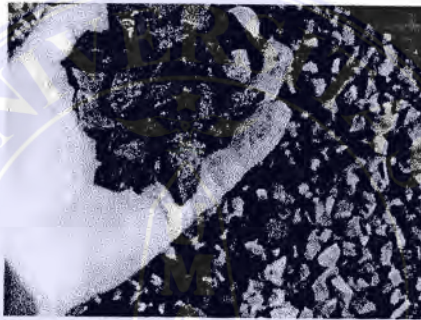
A. Bahan material yang digunakan:

1. Agregat kasar

Agregat kasar, diperoleh dari hasil pemecahan batu (*stone crusher*) dari

Laboratorium Jalan Raya Departemen Teknik Sipil – Fakultas Teknik

Universitas Sumatra Utara



Gambar3.1 Agregat kasar pemecahan batu

2. Agregat halus

Agregat halus (pasir kali) menggunakan pasir kali dari Laboratorium

Jalan Raya Departemen Teknik Sipil – Fakultas Teknik Universitas Sumatra

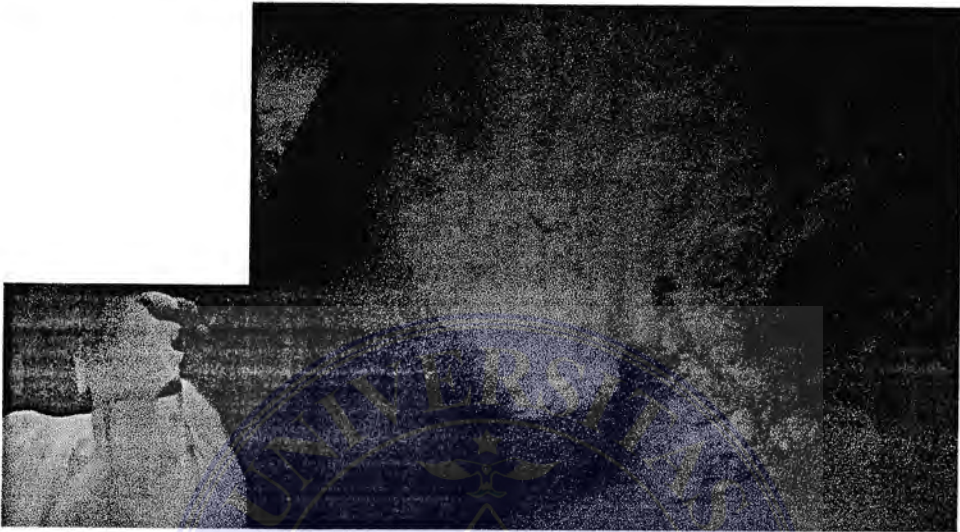
Utara



Gambar3.2 Agregat halus (pasir kali)

3. Agregat pengisi (*filler*)

Agregat pengisi (*filler*) yang digunakan adalah abu batu dari hasil pemecahan dan penumbukan batu kapur dari gunung merapi sipaholon tarutung.

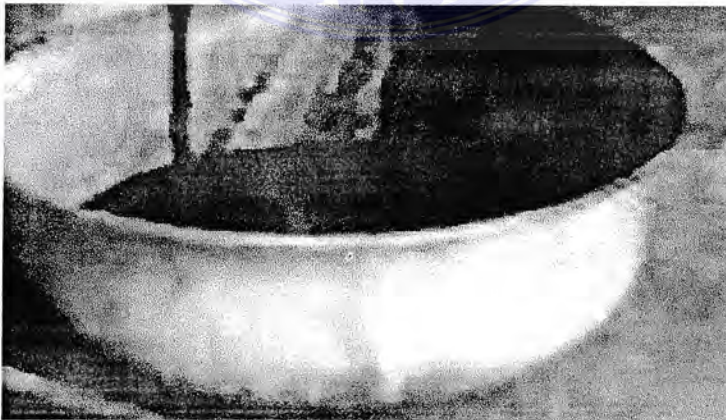


Gambar 3.3 Agregat pengisi (*filler*) batu kapur

4. Bahan pengikat (aspal sintesis)

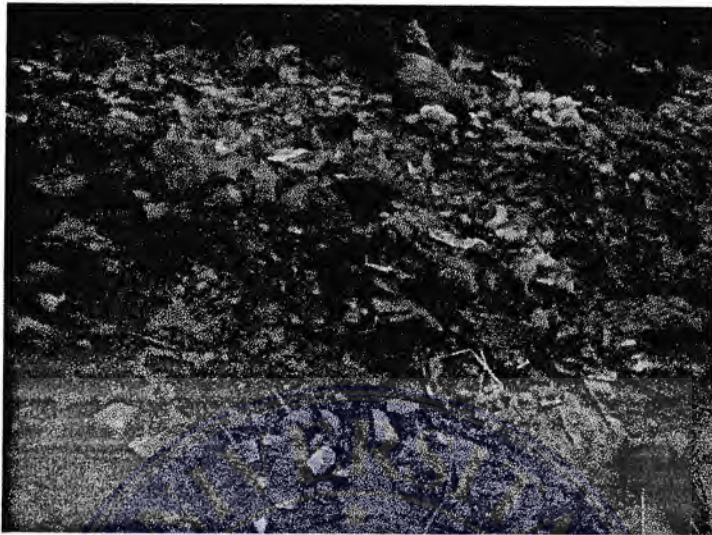
Untuk bahan aspal menggunakan aspal sintesis dan bahan aspal sintesis diantaranya : Residu oli sintesis, sampah plastik, getah pinus, batu kapur.

- Residu oli sintesis : dari salah satu bengkel resmi honda yang di tanjung mulia medan.



Gambar 3.4 Residu oli sintesis

- Limbahplastik : dari salah satu tempat pembungan sampah yang terletak di tanjung mulia.



Gambar3.5 Limbahplastik

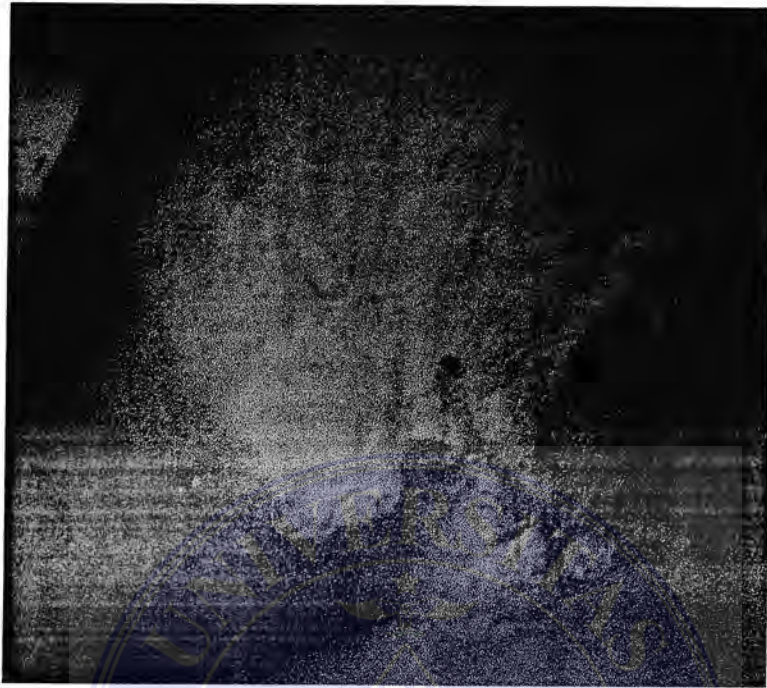
- Getahpinus : dari salah satu perkebunan pinus yang terletak di Pangaribun Tapanuli Utara.



Gambar3.6 Getahpinus

- Batu Kapur : dari gunung merapi sipaholon tarutung tapanuli

utara



Gambar3.7 Batu Kapur

Aspal sintetis : Residuoli sintetis, getahpinus, batu kapur dicampur dan di masak dengan perbandingan 1:2:2 dimana plastik 16% dari total aspal yang diinginkan



Gambar3.8 Aspal sintetis

B.PeralatanPenelitian

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 24/7/24

39

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah

3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area
Access From (repository.uma.ac.id)24/7/24

Peralatan yang digunakan untuk mendukung berjalannya penelitian proyek akhir ini antar lain:

1. Alat uji pemeriksa anaspal

Alat yang digunakan untuk pemeriksa anaspal antar lain: satu set alat uji penetrasi, satu set alat uji titik lembek, satu set alat uji titik nyala dan titik bakar, satu set alat uji berat jenis (piknometer dan timbangan). Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 9 di bawah ini:

a. Satu set alat uji penetrasi



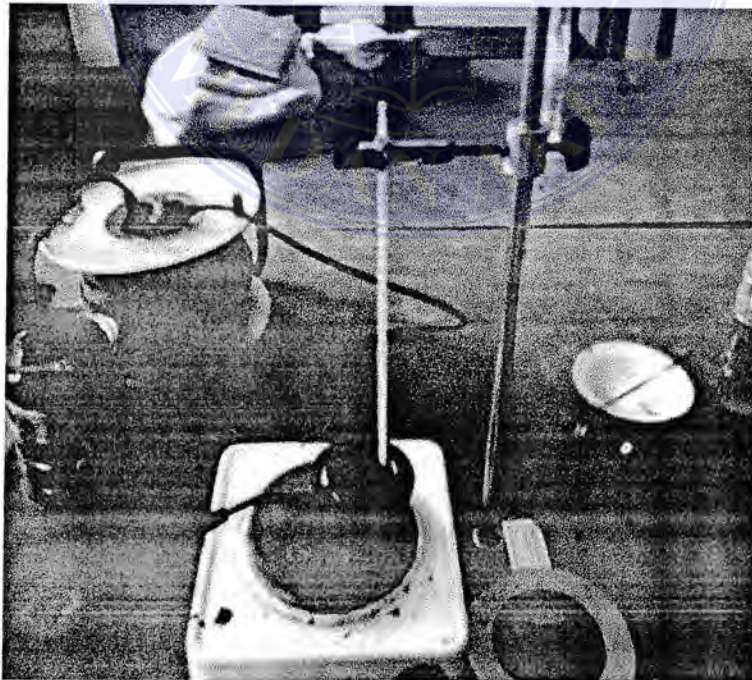
Gambar 3.9 Alat uji Penetrasi Aspal

b. Satu set alat uji titik lembek



Gambar3.10 Alat uji Titik Lembek Aspal

c. Satu set alat uji titik nyaladan titik bakar



Gambar3.11 Alat uji TitikNyaladan Titik Bakar

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

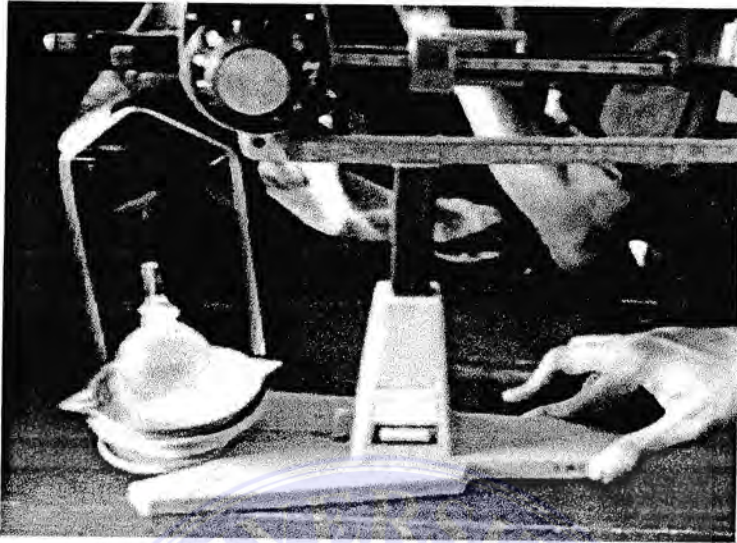
Document Accepted 24/7/24

41

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah

3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area
Access From (repository.uma.ac.id)24/7/24

d. Satu set alat uji berat jenis.

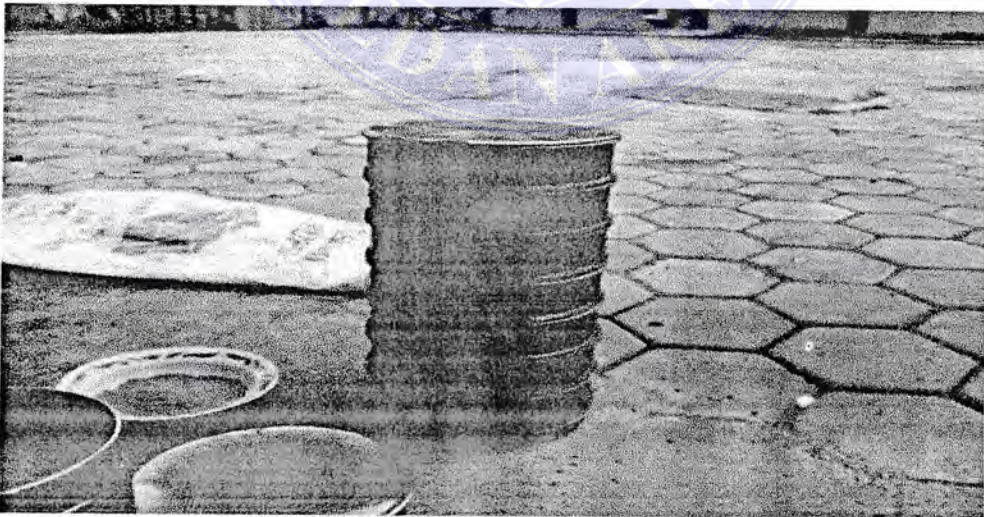


Gambar3.12 Alat uji Berat Jenis

2. Alat uji pemeriksaan agregat

Alat uji yang digunakan untuk pemeriksaan agregat antara lain :

Mesin Los Angeles (tes abrasi), satu set saringan standar (yang terdiri dari ukuran 1/2", 3/4", 3/8", #4, #8, #16, #30, #50 dan #200), alat pengering (oven), timbangan berat, alat uji berat jenis (piknometer, timbangan, pemanas), bak perendam, tempat agregat.

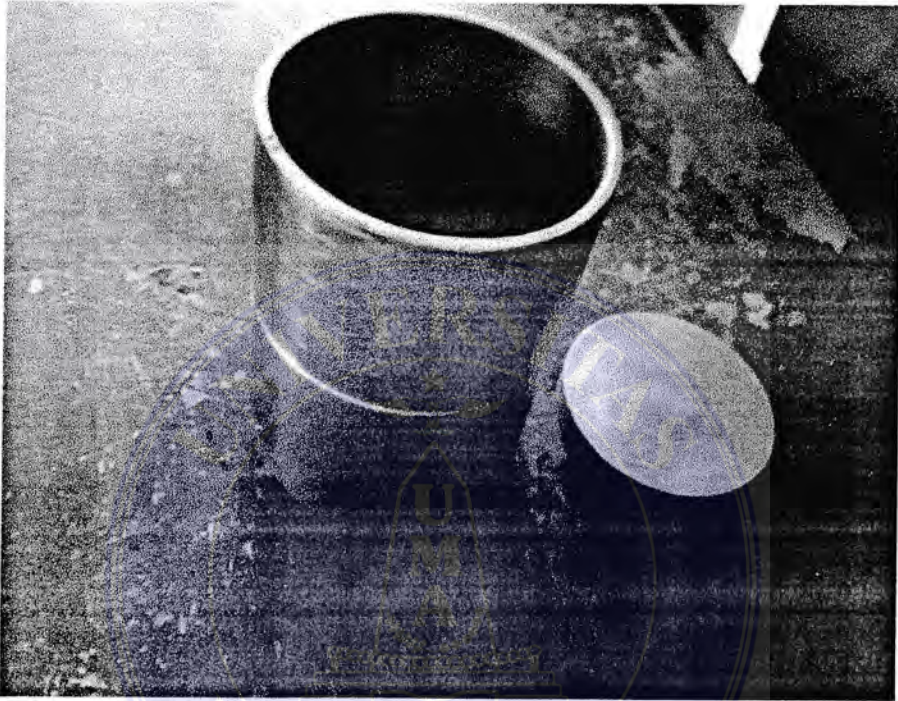


Gambar3.14 Satu set saringan pasir

3. Alat uji karakteristik campuran agregat

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

- a. Alat cetak benda uji berbentuk silinder diameter 10,2 cm (4 inch) dengan tinggi 7,5 cm (3 inch) untuk *Marshall* standar.



Gambar 3.15 Alat cetak benda uji

b. Mesin penumbuk manual atau otomatis lengkap dengan :

- 1) Penumbuk yang mempunyai permukaan tumbukratayang berbentuk silinder, dengan berat 4,536 kg dan tinggi jatuh bebas 45,7 cm.
- 2) Landasan pematik terdiri dari balok kayu (jati atau yang sejenis) berukuran 20,32 x 20,32 x 45,72 cm dilapisi dengan pelat baja berukuran 30,38 x 30,48 x 2,54 cm dan dijangkarkan pada lantai beton di

3) Pemegang cetakan benda uji.



Gambar3.16 Alat penumbuk benda uji

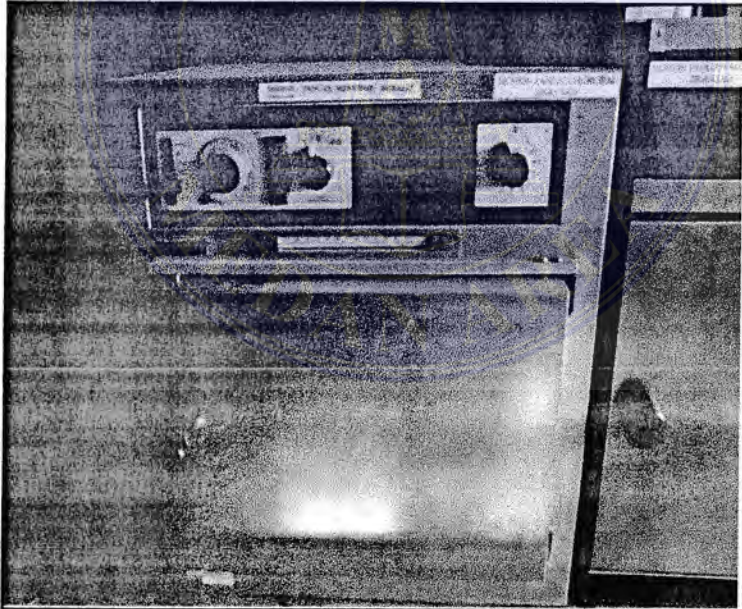
d. Alat Marshall lengkap dengan:

- 1) Kepala penekan (*Breaking Head*) berbentuk lengkung.
- 2) Cincin penguji (*proving ring*) berkapasitas 2.500kg dan atau 5000kg, dilengkapi arloji (*dial*) tekan dengan ketelitian 0,0025 mm.
- 3) Arloji pengukur pelelehan (*flow*) dengan ketelitian 0,25 mm beserta perlengkapannya.



Gambar3.17 Alat uji Marshall

- e. Oven, yang dilengkapi dengan pengatur yang mampu memanasi sampai 200°C ($\pm 3^{\circ}\text{C}$).



Gambar3.18 Oven

- f. Bakperendam (*Waterbath*) dilengkapi dengan pengatur suhu mulai $20-60^{\circ}\text{C}$ ($\pm 1^{\circ}\text{C}$).

- g. Timbangan yang dilengkapi dengan penggantung benda uji berkapasitas 2 kg dengan ketelitian 0,1 gram dan timbangan 5 kg dengan ketelitian 1 gram.
- h. Pengukur suhu (*thermometer*) berkapasitas 360°C dengan ketelitian 1% dari kapasitas sesuai dengan standart SNI 19-6421-2000.
- i. Perlengkapan lain :
- 1) Panci-panci untuk memanaskan agregat, aspal dan campuran aspal.
 - 2) Sendok pengaduk dan perlengkapan lain.
 - 3) Kompordan alat pemanas .
 - 4) Sarung tangan dari asbes dan sarung tangan dari karet dan pelindung pernafasan atau masker.
 - 5) Kantong plastik kapasitas 2 kg.
 - 6) Kompogas
 - 7) Kaliper.
 - 9) Saringan
Saringan harus mampu mengayak semua agregat menurut fraksi dan proporsi yang ditetapkan dan harus mempunyai kapasitas sedikit diatas kapasitas penuh unit pengaduk.
 - 10) Kotak penimbang atau *Hoper*
Kotak penimbang atau *hoper* harus mempunyai kapasitas yang cukup untuk menampung satu takaran penuh (*full batch*) tanpa harus diratakan dengan tangan.

D. Prosedur Pengujian Material

Pemeriksaan yang dilaksanakan pada penelitian ini, meliputi pemeriksaan terhadap agregat kasar, agregat halus dan *filler*. Tujuan pemeriksaan bahan ini adalah diharapkan salah satu faktor kestabilan konstruksi perkerasan dapat terpenuhi, disamping hal lainnya yang menyangkut pelaksanaan dilapangan. Pemeriksaan material yang meliputi agregat kasar, agregat halus maupun aspal sintetis mengacu pada standar SNI dan AASHTO. Spesifikasi pengujian dapat dilihat secara lengkap di bawah ini.

1. Pengujian Agregat Kasar

Agregat kasar untuk perencanaan ini adalah agregat yang lolos saringan 3/4" dan tertahan di atas saringan 2,36 mm atau saringan no.8. Agregat kasar untuk keperluan pengujian harus terdiri dari batu pecah atau kerikil pecah dan harus disediakan dalam ukuran-ukuran nominal. Sedangkan menurut SNI (1990,1991) dan Sukirman (2003) ketentuan pengujian bahan agregat kasar dapat dilihat pada Tabel 3.1 di bawah ini.

Tabel 3.1 Spesifikasi pengujian bahan agregat kasar

No.	Karakteristik	Standar Pengujian	Satuan	Spesifikasi	
				Min.	Maks.
Agregat Kasar					
1	Analisa saringan	SNI 03-1968-1990	-		
2	Berat jenis	SNI 03-1969-1990	gr/cc	2,5	-
3	Penyerapan air	SNI 03-1969-1990	%	-	3
4	Kadar air	SNI 03-1971-1990	%	-	-
5	Keausan agregat (<i>abrasi</i>)	SNI 03-2417-1991	%	-	40

2. Pengujian Agregat Halus

Agregat halus dari masing-masing sumber harus terdiri atas pasir

alamatauhasilpemecahbatuyang lolossaringanno.8dandanertahandi atas saringan no.200. Agregat halus hasil pemecahan dan pasiralamharus ditimbundalamcadanganterpisahdariagregatkasar diatasserta dilindungi terhadap hujan dan pengaruh air. Material tersebut harus merupakan bahan bersih, keras bebas dari lempung atau bahanyang tidak dikehendaki lainnya. Menurut SNI(1990), AASHTO (1974) dan Sukirman (2003) ketentuan tentang agregat halus terdapat padaTabel 3.2 di bawah ini.

Tabel 3.2 Spesifikasi pengujian bahan agregat halus

No.	Karakteristik	StandarPengujian	Satuan	Spesifikasi	
				Min.	Maks.
Agregat Halus					
1	Analisisaringan	SNI03-1968-1990	-		
2	Berat jenis	SNI03-1969-1990	gr/cc	2,5	-
3	Penyerapanair	SNI03-1969-1990	%	-	3
4	Kadarair	SNI03-1971-1990	%	-	-

4. Pengujian Aspal sintesis

Metode penelitian/pengujian aspal sesuai spesifikasi yang mengacu pada Persiarataan Bina Marga, bisa dilihat di Tabel 1.2

E. Pengujian Marshall

Prinsip dasar dari metode Marshall adalah pemeriksaan stabilitas dan kelelahan (*flow*), serta analisis kepadatan dan pori dari campuran padat yang terbentuk. Dalam hal ini benda uji atau briket beton aspal padat di bentuk dari gradasi agregat campuran yang telah di dapat dari hasil uji gradasi, sesuai spesifikasi campuran. Pengujian Marshall untuk mendapatkan stabilitas dan kelelahan (*flow*) mengikuti prosedur SNI06-2489-1991 / AASHTOT245-90. Dari hasil gambar hubungan antara kadar aspal dan parameter Marshall, maka akan

diketahui kadar aspal optimumnya. Pelaksanaannya adalah sebagai berikut:

1. Dilakukan penimbangan agregat sesuai dengan prosentase pada target gradasi yang diinginkan untuk masing-masing benda uji dengan berat campuran 1200 gram sehingga menghasilkan tinggi benda uji 63,5 mm. Kemudian dilakukan pengeringan campuran agregat tersebut sampai beratnya tetap pada suhu 105 °C.
2. Agregat dipanaskan dikotak *hopper* dengan suhu pencampuran 150⁰C, sedangkan aspal dipanaskan dengan suhu 120⁰C, kemudian aspal dicampur dengan agregat dengan suhu 150⁰C dan diaduk merata
3. Setelah temperatur pemadatan tercapai, maka campuran tersebut dimasukkan ke dalam cetakan dan diolesi oli terlebih dahulu, serta bagian bawah cetakan diberi sepotong kertas filter yang telah dipotong sesuai dengan diameter cetakan sambil ditusuk-tusuk dengan spatula sebanyak 15 kali di bagian tepi dan 10 kali di bagian tengah.
4. Dilakukan pemadatan bolak balik dengan menumbuk spesimen dengan jumlah tumbukan sebanyak 75 kali karena disesuaikan dengan jenis lalu lintas yang direncanakan yaitu lalulintas berat.
5. Setelah proses pemadatan selesai benda uji didiamkan agar suhunya turun, setelah dingin benda uji dikeluarkan dengan ejektordan diberi kode.
6. Benda uji dibersihkan dari kotoran yang menempel dan diukur tinggi benda uji dengan ketelitian 0,1 mm dan ditimbang berat benda uji kering
7. Benda Benda uji dimasukkan ke dalam air bersuhu 25° C selama 5 menit dan kemudian ditimbang untuk mendapatkan Berat benda uji dalam air.
8. Benda uji dikeluarkan dari bak dan dikeringkan dengan kain pada

permukaan agar kondisi kering permukaan jenuh (*saturated surfacedry*, SSD) kemudian ditimbang.

9. Benda uji direndam dalam bak perendaman pada suhu 60° C selama 30 menit. Untuk uji perendaman mendapatkan stabilitas sisa pada suhu 60°C selama 24 jam.
10. Bagian dalam permukaan kepala penekan dibersihkan dan dilumasi agar bend uji mudah dilepaskan setelah pengujian.
11. Benda uji di keluarkan dari bak perendam, lalu diletakkan tepat ditengah pada bagian bawah kepala penekan kemudian bagian atas kepala diletakkan dengan memasukkan lewat batang penuntun. Setelah pemasangan sudah lengkap maka diletakkan tepat ditengah alat pembebanan. Kemudian arloji kelelahan (*flowmeter*) dipasang pada dudukan diatas salah satu batang penuntun. Sementara selubung tangkai arloji (*sleeve*) dipegang teguh terhadap segmen atas kepala penekan.
12. Kepala penekan dinaikkan hingga menyentuh atas cincin penguji, kemudian diatur kedudukan jarum arloji penekan dan arloji kelelahan pada angkanol.
13. Pembebanan diberikan pada benda uji dengan kecepatan tetap 50,8 mm (2in) permenit sampai pembebanan maksimum tercapai, atau pembebanan menurun seperti yang ditunjukkan oleh jarum arloji tekan dan dicatat pembebanan maksimum.
14. Nilai pelelehan (*flow*) yang ditunjukkan oleh jarum arloji pengukur pelelehan dicatat pada saat pembebanan maksimum tercapai.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 KESIMPULAN

Hasil penelitian yang dilakukan terhadap aspal sintetis' menyimpulkan sebagai berikut:

1. Nilai Penetrasi yang cukup rendah, sehingga baik digunakan untuk daerah bersuhu tinggi dan volume lalu lintas yang besar.
2. Titik Lembek aspal sintetis yaitu 67-69 lebih tinggi dari standar yang ditetapkan Bina Marga yaitu 51-63, menunjukkan bahwa aspal sintetis tidak mudah melentur apabila digunakan sebagai perkerasan.
3. Nilai VIB, VMA, dan Flow lebih besar, menunjukkan bila campuran tersebut berkadar pori tinggi sehingga sangat mudah menyerap air. Meninjau dari bahan material aspal sintetis yang terbuat dari bahan yang mengandung plastik maka faktor air berpengaruh sangat kecil pada ketahanan campuran aspal.
4. Dengan nilai stabilitas yang cukup besar yaitu diatas 800 kg, dapat dikatakan bahwa aspal sintetis jauh lebih kuat menahan beban vertikal dibandingkan aspal biasa.

B. Saran

1. Masih perlu dilakukan penelitian lebih lanjut tentang "Optimasi Kadar Aspal sintetis Terhadap Karakteristik Marshall Pada Lalu Lintas Berat Menggunakan Material Plastik, Rasido oli, getah pinus/(aspal sintetis)" dengan komposisi volume campuran yang berbeda.

DAFTAR PUSTAKA

- Anis Tahir dan Ariel Setiawan. pebuari 2009:45-61 *Asphalt concrete, Compacting temperature, Marshall immersion*, Jurnal smartek.vol.7
- Direktorat Jendral BinaMarga ,2009, **Manual Pemeriksaan Bahan Jalan**, Yayasan Badan Penerbit Pekerjaan Umum, Jakarta.
- Hunter,R.N.,1994,**Bituminous Mixtures in Road Construction**, Thomas,Telford, London, United Kingdom.
- RSNI M-01-2003
- Sukirman, S., 2003, **Material Perkerasan Jalan**, Nova, Bandung.
- Unty Azizah 18-04-2009 Polietilen, polimer termosetting, polivinilklorida, termoplastik
- www.dephud.go.id/uploads/INFORMASI/sni/gondorukem.htm

