

**PEMANFAATAN PELEPAH ABU PISANG SEBAGAI FILLER
LAPISAN ASPAL AC-WC TERHADAP NILAI MARSHALL**

SKRIPSI

Diajukan sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh

Gelar Sarjana di Fakultas Teknik Sipil

Universitas Medan Area

OLEH :

LAMHOT FERI SIAGIAN

NPM : 15.811.0006



**FAKULTAS TEKNIK SIPIL
UNIVERSITAS MEDAN AREA
MEDAN
2020**

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

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

Document Accepted 2/11/20

Access From (repository.uma.ac.id)2/11/20

**PEMANFAATAN PELEPAH ABU PISANG SEBAGAI
FILLER LAPISAN ASPAL AC-WC TERHADAP NILAI
MARSHALL
(PENELITIAN)**



Oleh:

LAMHOT FERI SIAGIAN

NPM : 15 811 0006

Disetujui Oleh:

Pembimbing I

Pembimbing II

Handwritten signature of Pembimbing I, Ir. Nuril Mahda Rangkuti, MT.

Handwritten signature of Pembimbing II, Ir. Amsuardiman, MT.

(Ir. Nuril Mahda Rangkuti, MT)

(Ir. Amsuardiman, MT)

Mengetahui :

Dekan



(Dr. Grace Yuswita Harahap, ST, MT)

Program Studi



(Ir. Nurul Huda, MT)

SURAT PERNYATAAN

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama Mahasiswa : Lamhot Feri Siagian
NIM : 15 811 0006
Jurusan : Teknik Sipil
Program Studi : Teknik sipil
Judul Skripsi : Pemanfaatan Pelepah Abu Pisang Sebagai Filler Lapisan Aspal AC-WC Terhadap Nilai Marshall (Penelitian).

Dengan ini menyatakan bahwa Skripsi ini merupakan hasil karya sendiri dan belum pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi, dan dalam skripsi ini tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan orang lain, kecuali secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan penuh kesadaran, dan apabila kelak dikemudian hari ternyata pernyataan ini tidak benar (skripsi plagiat), maka saya bersedia menerima sanksi pencabutan gelar kesarjanaan dan atau sanksi lain sesuai dengan peraturan yang berlaku.

- Medan, Oktober 2020
Yang membuat pernyataan,



Lamhot Feri Siagian
NIM. 15 811 0006

**HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
TUGAS AKHIR/SKRIPSI/TESIS UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai sivitas akademik Universitas Medan Area, saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Lamhot Feri Siagian
NPM : 15.811.0006
Program Studi : Teknk Sipil
Fakultas : Teknik
Jenis Karya : Tugas Akhir/Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui memberikan kepada Universitas Medan Area Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*Non-exclusive Royalty-Free Right*) atas karya saya yang berjudul **Pengaruh Pemanfaatan Pelepah Abu Pisang Sebagai Filler Lapisan Aspal AC-WC Terhadap Nilai Marshall.**

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Medan Area berhak menyimpan, mengalihmedia/format-kan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database) merawat dan mempublikasikan tugas akhir/skripsi/Tesis saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Medan

Pada Tanggal : Agustus 2020



(Lamhot Feri Siagian)

ABSTRAK

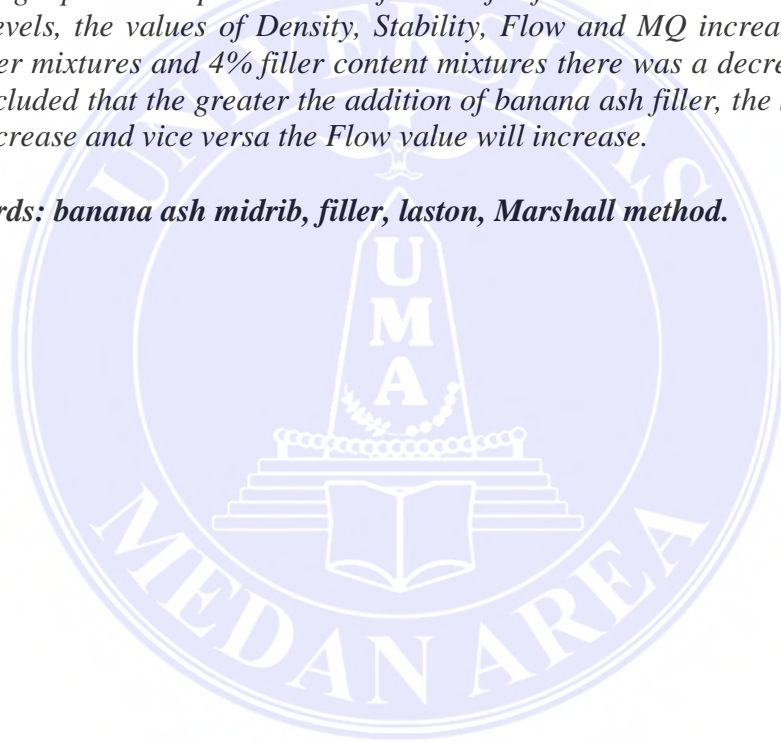
Pembangunan yang semakin meningkat menuntut adanya penambahan infrastuktur, diantaranya adalah fasilitas jalan raya. Pelepah abu pisang merupakan polimer alam dapat dijadikan alternatif bahan pengisi (filler) pada aspal. Pertimbangan penggunaan pelepah abu pisang ini dikarenakan mudah didapatkan dan dapat mengurangi limbah pelepah pisang dan menjadi bahan yang bermanfaat. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis : 1) Bagaimana pengaruh penambahan kadar filler pelepah abu pisang pada aspal AC-WC. 2) Untuk mengetahui bagaimana hasil stabilitas aspal dengan menggunakan alat tes Uji Marshall beserta nilai KA0 (Kadar Aspal Optimum) dari penggunaan pelepah abu pisang. Penelitian ini menggunakan metode eksperimental yang dilakukan di Laboratorium dengan variasi kadar aspal rencana 4,5%; 5%; 5,5%; 6%; 6,5%; 7%. Sampel yang digunakan masing-masing 3 buah pada setiap variasi kadar aspal rencana. Dari campuran aspal AC-WC dengan filler 2 % mempunyai nilai stabilitas sebesar 1051 kg dan filler 4% sebesar 1022 kg. Dan di dapat Kadar Aspal Optimum sebesar 6,10 % untuk kadar filler 4 % dan 6,04 % pada kadar filler 2 %, nilai Density, Stabilitas, Flow dan MQ meningkat lebih besar pada campuran filler 2% dan pada campuran kadar filler 4 % terjadi penurunan. Jadi dapat di simpulkan bahwa semakin besar penambahan filler pelepah abu pisang, maka nilai Stabilitas akan menurun dan sebaliknya nilai Flow akan meningkat.

Kata Kunci: filler, pelepah abu pisang, metode Marshall, laston.

Abstract

The increasing development demands additional infrastructure, including road facilities. Banana ash fronds are natural polymers that can be used as an alternative filler in asphalt. The consideration of using banana ash stalk is because it is easy to obtain and can reduce banana frond waste and become a useful material. This study aims to analyze: 1) How is the effect of adding banana ash filler content to the AC-WC asphalt. 2) To find out the results of the stability of the asphalt using the Marshall Test and the value of K_{A0} (Optimum Asphalt Content) from the use of banana ash midribs. This study used an experimental method which was carried out in the laboratory with a variation of the asphalt content plan 4.5%; 5%; 5.5%; 6%; 6.5%; 7%. Three samples were used for each variation of the asphalt content of the plan. From the AC-WC asphalt mixture with filler 2% has a stability value of 1051 kg and filler 4% of 1022 kg. And in obtaining Optimum Asphalt Levels of 6.10% for filler levels 4% and 6.04% at 2% filler levels, the values of Density, Stability, Flow and MQ increased greater in 2% filler mixtures and 4% filler content mixtures there was a decrease. So it can be concluded that the greater the addition of banana ash filler, the Stability value will decrease and vice versa the Flow value will increase.

Keywords: *banana ash midrib, filler, laston, Marshall method.*



KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa atas rahmat dan karunia penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “ Pemanfaatan Pelepah abu Pisang Sebagai Filler Lapisan Aspal AC-WC Terhadap Nilai Marshall ”. Dalam proses penyelesaian skripsi ini, penulis banyak menemukan kendala, namun berkat bantuan dan dukungan berupa petunjuk, bimbingan, dan saran- saran dari berbagai pihak sehingga semua dapat terselesaikan dengan baik.

Pada kesempatan ini, penulis ingin mengucapkan terimakasih yang tak terhingga kepada Ibu Ir. Nuril Mahda Rangkuti, M.T. selaku dosen pembimbing yang telah rela memberikan waktunya dan membantu proses penyelesaian skripsi ini. Teristimewa untuk orangtua penulis Ayahanda tercinta Jonni Siagian dan Ibunda tercinta Dormawati Sibarani yang memberikan kasih sayangnya, bantuan moril dan materil serta doa yang tak pernah henti diberikan untuk penulis. Penulis juga mengucapkan terimakasih yang sebesar- besarnya kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Dadan Ramadan, M.Eng, Sc., selaku Rektor Universitas Medan Area.
2. Ibu Dr. Grace Yuswita Harahap, ST, M.T., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Medan Area.
3. Ibu Ir. Nurmaidah, M.T., selaku Kepala Prodi Teknik Sipil Universitas Medan Area.

4. Ibu Ir. Nuril Mahda Rangkuti, M.T., selaku dosen pembimbing yang telah memberikan banyak ilmu dan motivasi terkait penelitian ini.
5. Bapak Ir. Amsuardiman, M.T., selaku dosen pembimbing yang telah memberikan banyak ilmu dan motivasi untuk penelitian ini.
6. Kepada seluruh Dosen dan Staf di Universitas Medan Area.
7. Kepada Universitas Medan Area yang telah memberikan ijin penelitian di Labolatorium teknik sipil sehingga penelitian ini dapat terlaksana dengan baik.
8. Terimakasih kepada Kakak, Abang dan Adik, sahabat, teman-teman Teknik Sipil Reguler 2015.

Penulis juga memohon maaf atas keterbatasan yang ada dan semoga penelitian ini bermanfaat bagi perkembangan pengetahuan dan kemajuan dalam dunia pendidikan. Demikian yang dapat penulis sampaikan atas segala perhatiannya penulis mengucapkan terimakasih.

Medan, Oktober 2019

Penulis,

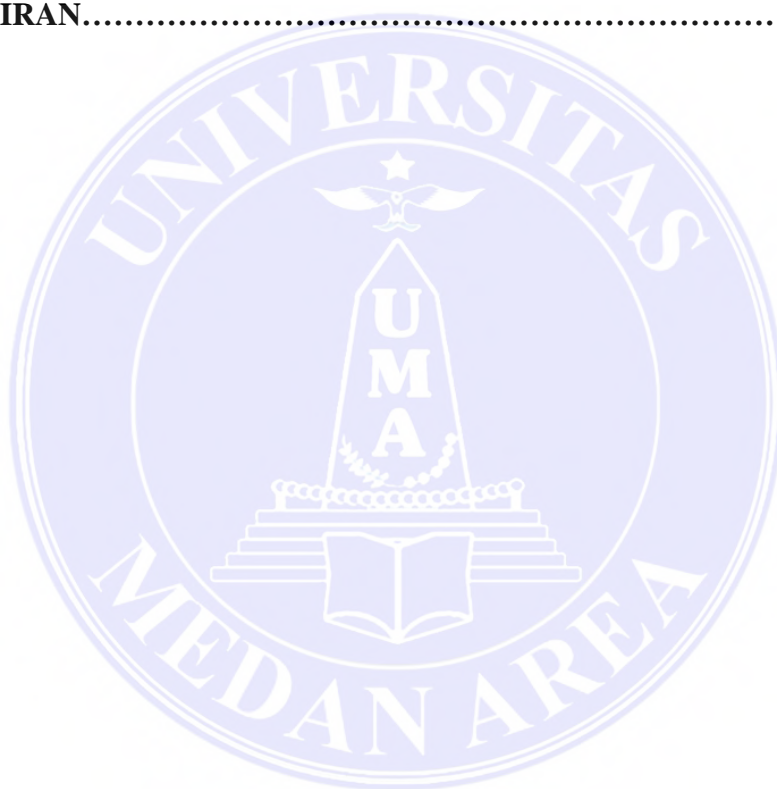
Lamhot Feri Siagian

NPM. 15.811.0006

DAFTAR ISI

ABSTRAK.....	i
ABSTRACT.....	ii
KATA PENGANTAR.....	iii
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR TABEL.....	vii
DAFTAR GAMBAR.....	viii
DAFTAR LAMPIRAN.....	ix
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar belakang.....	2
1.2 Maksud dan Tujuan.....	2
1.3 Rumusan Masalah.....	2
1.4 Manfaat Penelitian.....	3
1.5 Ruang lingkup penelitian.....	3
1.6 Metode Pengumpulan Data.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Pohon Pisang.....	5
2.2 Aspal (Bitumen).....	7
2.3 Sifat Fisik Aspal.....	8
2.4 Komposisi Aspal.....	11
2.5 Klasifikasi Agregat.....	12
2.6 Persyaratan Bahan Campuran Beraspal Panas.....	20
2.7 Karakteristik Marshall.....	27
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	34
3.1 Lokasi Penelitian.....	34
3.2 Persiapan Bahan Penelitian.....	34
3.3 Pengujian dan Persyaratan Bahan.....	35
3.4 Pengujian Campuran Beraspal.....	40
3.5 Penentuan Kadar Aspal Optimum.....	43

3.6 Flow Chat Penelitian.....	44
BAB IV PENGOLAHAN DATA.....	45
4.1 Hasil Pengujian Material.....	45
4.2 Analisa Hasil Pengujian.....	56
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	73
5.1 Kesimpulan.....	73
5.2 Saran.....	74
DAFTAR PUSTAKA.....	75
LAMPIRAN.....	76



DAFTAR TABEL

	Halaman
1. Jenis Pengujian dan Persyaratan Agregat Kasar	21
2. Jenis Pengujian dan Persyaratan Agregat Halus.....	21
3. Persyaratan gradasi agregat untuk campuran aspal	22
4. Contoh Batas-batas Bahan Bergradasi Senjang	23
5. Ketentuan sifat-sifat campuran latsir untuk lalu lintas	24
6. Ketentuan sifat-sifat campuran lataston untuk lalu lintas	25
7. Ketentuan sifat-sifat campuran laston.....	26
8. Flow Chat Penelitian.....	44
9. Hasil pemeriksaan analisa saringan kerikil ¾’’ (CA).....	46
10. Hasil pemeriksaan analisa saringan kerikil ½’’ (M.AGG).....	47
11. Hasil pemeriksaan analisa saringan abu batang pisang.....	48
12. Hasil pemeriksaan analisa saringan Natural Sand.....	49
13. Gradasi agregat.....	50
14. Berat jenis dan penyerapan batu ¾’’ (CA).....	51
15. Berat jenis dan penyerapan medium agregat (MA)	52
16. Berat jenis dan penyerapan abu batang pisang (FA).....	53
17. Berat jenis dan penyerapan pasir (sand).....	53
18. Proporsi (komposisi) agregat.....	54
19. Perencanaan komposisi campuran aspal untuk kadar aspal.....	54
20. Kepadatan mutlak (PRD).....	56

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
1. Komposisi dari aspal	12
2. Grafik hubungan antara kadar aspal dengan stabilitas aspal	56
3. Grafik hubungan antara kadar aspal dengan stabilitas aspal	57
4. Grafik hubungan antara kadar aspal dengan flow aspal	58
5. Grafik hubungan antara kadar aspal dengan flow aspal	59
6. Grafik hubungan antara kadar aspal dengan (VIM).....	60
7. Grafik hubungan antara kadar aspal dengan (VFB).....	61
8. Grafik hubungan antara kadar aspal dengan (VFB).....	62
9. Grafik hubungan antara kadar aspal dengan (MQ).....	63
10. Grafik hubungan antara kadar aspal dengan (MQ).....	64
11. Grafik hubungan antara kadar aspal dengan (VMA).....	65
12. Grafik hubungan antara kadar aspal dengan (VMA).....	66
13. Grafik hubungan antara kadar aspal dengan kepadatan aspal.....	67
14. Grafik hubungan antara kadar aspal dengan kepadatan aspal.....	68
15. Kadar aspal optimum (KAO).....	69
16. Kadar aspal optimum (KAO).....	71

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran A Dokumentasi

Lampiran B Data Penelitian



BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Pembangunan yang semakin meningkat menuntut adanya penambahan infrastruktur, diantaranya adalah fasilitas jalan raya. Pembangunan jalan raya di berbagai tempat memang menguntungkan bagi masyarakat karena mempermudah mobilisasi. Dalam upaya mencegah kerusakan dini dari perkerasan jalan, maka pemilihan material bahan jalan sangat mempengaruhi kualitas perkerasan jalan tersebut. Kualitas material yang tinggi atau baik akan menghasilkan perkerasan jalan yang awet dan tahan lama. Aspal sebagai material bahan jalan harus memiliki kemampuan dalam mempertahankan sifat fisiknya terhadap kelenturan dan kekekatannya. Bahan aditif dapat digunakan sebagai bahan pengisi (filler) pada aspal untuk meningkatkan kualitas dari aspal.

Abu pelepah pisang merupakan polimer alam dapat dijadikan alternatif bahan pengisi (filler) pada aspal. Pertimbangan penggunaan abu pelepah pisang ini dikarenakan mudah didapatkan dan dapat mengurangi limbah pelepah pisang dan menjadi bahan yang bermanfaat. Tanaman pisang merupakan tanaman yang banyak tumbuh di daerah tropis. Indonesia menjadi salah satu negara di daerah tropis yang memiliki keragaman jenis tanaman pisang. Tanaman ini termasuk dalam jenis *annual crops*, yaitu kelompok tanaman yang siklus hidupnya hanya semusim sekali berbuah. Buah dari tanaman pisang ini memiliki kandungan vitamin A, B dan unsur karbohidrat yang tinggi. Besarnya manfaat dan nilai guna dari buah pisang ini sehingga permintaan serta tingkat konsumsi masyarakat

sangat tinggi. Selain buahnya, daun menjadi bagian tanaman pisang yang belum dimanfaatkan oleh masyarakat. Namun dari keseluruhan sebuah tanaman pisang, pelepah tanaman menjadi bagian yang belum dimanfaatkan dengan baik. Pelepah tanaman pisang yang tidak terpakai menjadi sampah dan hingga kini belum dapat penanganan dan teknologi sederhana yang digunakan mendaur ulang bahan ini. Batang pisang memiliki susunan yang berlapis dari bagian muda di dalam hingga bagian yang tua di bagian luar.

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pemanfaatan pengganti bahan kadar abu pelepah pisang yang dapat meningkatkan sifat fisik aspal. Serta mengetahui perubahan sifat fisik aspal akibat penambahan abu pelepah pisang, dan meneliti karakteristik daripada kuat tekan aspal pen 60/70 dengan menggunakan filler abu pelepah pisang. Dan seberapa besar kekuatan daya dukung benda uji tersebut terhadap deformasi atau tekanan jika diaplikasikan di lapangan.

1.2. Maksud dan Tujuan

Maksud dari penelitian ini adalah untuk menganalisis pengaruh penambahan kadar filler abu pelepah pisang pada aspal AC-WC.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui stabilitas aspal dengan menggunakan alat tes Uji Marshall beserta nilai KAO (Kadar Aspal Optimum) dari penggunaan filler abu pelepah pisang.

1.3. Rumusan masalah

Dengan ini maka penulis merumuskan permasalahan sebagai berikut:

1. Bagaimana pengaruh nilai uji stabilitas Marshall campuran aspal dengan menggunakan filler abu pelepah pisang?
2. Apakah campuran perkerasan aspal dengan menggunakan filler abu pelepah pisang memenuhi persyaratan karakteristik marshall?
3. Untuk mengetahui kadar filler yang optimal pada campuran aspal ac-wc dengan variasi filler abu pelepah pisang 2% dan 4%.

1.4. Manfaat penelitian

Dengan adanya kajian ini, diharapkan dapat memberikan pemahaman dan menambah wawasan mengenai pemanfaatan abu pelepah pisang sebagai bahan alternatif filler dalam campuran aspal panas, khususnya AC-WC sebagai lapis permukaan perkerasan lentur ditinjau terhadap sifat marshall { stability, flow, void in mineral agregat (VMA), void in the mix (VIM), void filled with asfalt (VFA) dan Marshall Quotient}.

1.5. Ruang lingkup penelitian

Pada penelitian ini masalah yang ditinjau dibatasi hanya pada penggunaan filler abu pelepah pisang terhadap campuran aspal ac-wc.

1. Gradasi agregat yang digunakan untuk perencanaan campuran adalah gradasi dari Laston Lapis Aus (AC-WC)
2. Bahan aspal yang digunakan adalah jenis aspal penetrasi 60/70 AC-WC.

3. Agregat sebagai bahan dasar untuk percampuran dengan aspal penetrasi 60/70 seperti : CA (batu pecah), MA (medium agregat), Pasir, dan Filler abu pelepas pisang.
4. Hanya meneliti berdasarkan sifat-sifat fisik saja.

1.6. Metode Pengumpulan Data

Dalam penulisan skripsi ini dilakukan beberapa cara untuk dapat mengumpulkan data yang mendukung agar penelitian ini terselesaikan dengan baik.

Beberapa cara yang dilakukan antara lain :

1. Data Primer

Data primer adalah pengumpulan dan klasifikasi data yang diperoleh dari pengujian sampel dilaboratorium sehingga dapat memberikan suatu keadaan, diantaranya pengadaan / pengumpulan bahan, dan pengujian yang dilakukan alat yang dipakai.

2. Data Sekunder

Data sekunder yaitu data ilmiah berdasarkan studi pustaka atau literature dari bahan-bahan kuliah, buku-buku laporan hasil praktikum dan konsultasi langsung dengan asisten laboratorium di tempat penelitian.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Pohon Pisang

Pisang merupakan salah satu tanaman buah yang telah lama dikenal oleh masyarakat. Tanaman ini cukup mudah untuk dibudidayakan dan sangat cocok dengan iklim di Indonesia. Terdapat varietas pisang yang dibudidayakan di Indonesia yaitu Dwarf cavendish, Grand nain, dan William.

Bagian - bagian pisang selain dikonsumsi, ada juga yang dapat dimanfaatkan yaitu pelepah pisang, karena mengandung serat sehingga dapat dimanfaatkan sebagai pembuat kertas, tissue, kain, dan tali kapal. Selain itu tanaman pisang masih kurang banyak dimanfaatkan oleh masyarakat terutama bagian pelepahnya yang dibuang dan menjadi limbah.

Melihat dari kondisi di lapangan terutama limbah pelepah pisang, maka peneliti memperhitungkan untuk perlunya memanfaatkan hal ini agar dapat dimanfaatkan sebagai bahan pengganti untuk campuran aspal. Disini jenis pelepah pisang yang dipakai untuk penelitian yaitu Pisang emas karena pelepah pisang banyak memiliki serat yang cukup tinggi. Menurut hasil penelitian menunjukkan bahwa rendemen serat pelepah dalam satu batang diambil 5 – 9 pelepah dengan berat serat antara 0,24 - 0,7 kg. Komponen kimia yang sangat menonjol adalah kadar heloselulosa sebesar 78% - 81%, sedangkan rendemen pulp yang berasal dari serat 53% - 65%, rendemen pulp yang bersal dari pelepah (tanpa dibuat serat) 43% - 46%,apla selulosa 31% dan pontose 25%. (Sipon Muladi dan Suriansyah, 2002).

Penggunaan pelepah pisang emas ini sangat memungkinkan karena selain memiliki kadar SiO₂ yang cukup tinggi yaitu 57,22%, pelepah pisang ini juga banyak tersedia, serta proses pembuatan yang mudah dilakukan dan juga bersifat mempertinggi mutu aspal.

Keuntungan

1. Dapat menutupi pori - pori pada aspal.
2. Meningkatkan kekuatan pada stabilitas pada aspal.
3. Mudah di dapatkan.

Proses Pembakaran

Dalam proses pembakaran dilakukan hal - hal sebagai berikut :

1. Sebelum dibakar batang pisang diolah menjadi pelepah – pelepah pisang.
2. Pelepah pisang dijemur selama 7 hari - 12 hari, agar mendapatkan abu pelepah pisang yang berkualitas baik.
3. Pelepah pisang dimasukan ke drum lalu dibakar selama 30 menit, terus didiamkan didalam wadah tahan panas selama 6 jam biar abunya merata dan benar - benar menjadi abu berkualitas baik.

Penggunaan bahan pengganti dalam sebuah campuran aspal harus dikonfirmasi dengan standar yang berlaku seperti SNI, ASTM atau ACI. Penelitian tentang abu pelepah pisang ini belum begitu luas apalagi dalam bidang jalan raya. Maka dari saya mencoba untuk melakukan penelitian menggunakan abu pelepah pisang sebagai bahan pengisi (filler) campuran aspal ac-wc.

2.1. Aspal (Bitumen)

Aspal di defenisikan sebagai material berwarna hitam atau coklat tua, pada temperatur suhu ruang berbentuk padat sampai agak padat. Jika dipanaskan sampai suatu temperatur tertentu aspal dapat menjadi lunak/cair sehingga dapat membungkus partikel agregat pada waktu pembuatan aspal beton atau dapat masuk kedalam pori-pori yang ada pada penyemprotan atau penyiraman perkerasan. Jika temperatur mulai turun, aspal akan mengeras dan mengikat agregat pada tempatnya (sifat termoplastis). Sebagai salah satu material konstruksi perkerasan, aspal merupakan salah satu komponen kecil, umumnya hanya 4-10% berdasarkan berat atau 10-15% berdasarkan volume, tetapi merupakan komponen yang relatif mahal.

Hydrocarbon adalah bahan dasar utama dari aspal yang umum disebut dengan bitumen, sehingga aspal sering juga disebut dengan bitumen. Istilah Aspal umumnya digunakan di Amerika Serikat, sedangkan bitumen umumnya digunakan di negara-negara Eropa terutama Inggris. Aspal yang umum digunakan saat ini berasal dari salah satu proses destilasi minyak bumi dan disamping itu mulai banyak pula dipergunakan aspal alam yang berasal dari pulau Buton. Aspal minyak yang digunakan untuk konstruksi perkerasan jalan merupakan 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. Ini berarti jika dibuatkan lapisan dengan mempergunakan aspal sebagai pengikat dengan mutu yang baik dapat memberikan lapisan kedap air dan tahan terhadap pengaruh cuaca dan reaksi kimia yang lain. 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.

2.2. Sifat Fisik Aspal

Aspal yang dipergunakan pada konstruksi perkerasan jalan berfungsi sebagai:

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

Berarti aspal haruslah mempunyai daya tahan (tidak cepat rapuh) terhadap cuaca, mempunyai adhesi dan kohesi yang baik dan memberikan sifat elastis yang baik.

Sifat-sifat aspal antara lain:

a. 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 dan lain sebagainya.

b. *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.

c. 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. Kepekaan terhadap temperatur dari setiap hasil produksi aspal berbeda-beda tergantung dari asalnya walaupun aspal tersebut mempunyai jenis yang sama.

2.3.1. Sifat-sifat Kimia Aspal

Aspal keras dihasilkan melalui proses destilasi minyak bumi. Minyak bumi yang digunakan terbentuk secara alami dari senyawa-senyawa organik yang telah berumur ribuan tahun di bawah tekanan dan variasi temperatur yang tinggi. Karena susunan kimia aspal yang sangat kompleks, maka analisa kimia aspal sangat sulit dilakukan dan memerlukan peralatan laboratorium yang sangat canggih, dan data yang dihasilkan pun belum tentu memiliki hubungan dengan sifat rheologi aspal.

Analisa kimia yang dilakukan biasanya hanya dapat memisahkan molekul aspal dalam dua group yaitu, asphaltens dan maltens. Selanjutnya maltens dapat dibagi menjadi saturated, aromatik dan resin.

Walaupun begitu, pembagian ini tidak dapat didefinisikan secara jelas karena adanya sifat yang saling tumpang tindih antara kelompok-kelompok tersebut.

a. Asphaltenes

Asphaltenes berwarna coklat sampai hitam yang mengandung karbon dan hidrogen dengan perbandingan 1:1, dan kadang-kadang juga mengandung nitrogen, sulfur dan oksigen. Asphaltenes biasanya dianggap sebagai material yang bersifat polar dan memiliki bau yang khas dengan berat molekul yang cukup berat. Molekul asphaltenes ini memiliki ukuran antara 5-30 nano meter.

Besar kecilnya kandungan asphaltenes dalam aspal sangat mempengaruhi sifat rheologi aspal tersebut. Peningkatan kandungan asphaltenes dalam aspal akan menghasilkan aspal yang lebih keras dengan nilai penetrasi yang rendah, titik lembek yang tinggi dan tingkat kekentalan aspal yang tinggi pula.

b. Malten

Malten adalah unsur kimia lainnya yang terdapat di dalam aspal selain asphaltenes. Unsur malten ini dapat dibagi menjadi resin, aromatik dan saturated.

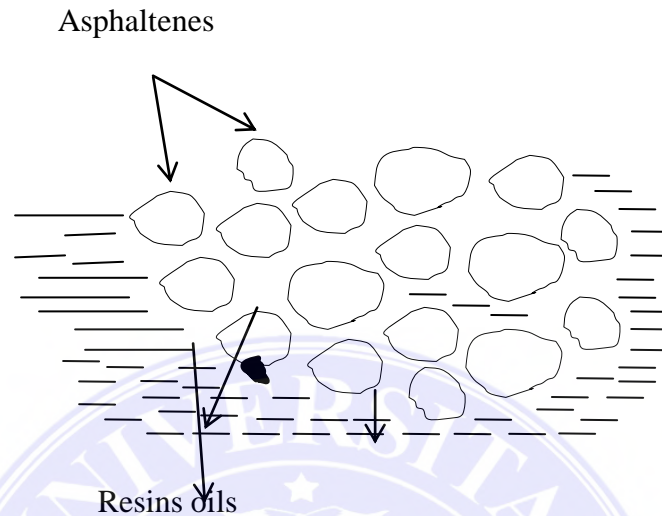
1. Resin, secara dominan terdiri dari hidrogen dan karbon, dan sedikit mengandung goksigen, sulfur dan nitrogen. Rasio kandungan unsur hidrogen terhadap karbon di dalam resin berkisar antara 1,3 sampai 1,4. Resin memiliki ukuran antara 1-5 nanometer, berwarna coklat, berbentuk semi padat, bersifat sangat polar dan memberikan sifat adhesif pada aspal. Di dalam aspal resin berperan sebagai zat pendispersi asphaltenes. Sifat aspal, SOL (larutan) atau GEL (jelli), sangat ditentukan oleh proporsi kandungan resin terhadap kandungan asphaltenes yang terdapat dalam aspal tersebut.

2. Aromatik, adalah unsur pelarut asphaltenes yang paling dominan di dalam aspal. Aromatik berbentuk cairan kental yang berwarna coklat tua dan kandungannya di dalam aspal berkisar antara 40% - 60% terhadap berat aspal. Aromatik terdiri dari rantai karbon yang bersifat non-polar yang di dominasi oleh unsur tak jenuh (*unsaturated*) dan memiliki daya larut yang tinggi terhadap molekul hidrokarbon.
3. Saturated, adalah bagian dari molekul maltn yang berupa minyak kental yang berwarna putih atau kekuning-kuningan dan bersifat non-polar. Saturated terdiri dari parafin (*wax*) dan non-parafin, kandungannya di dalam aspal berkisar antara 5% - 20% terhadap berat aspal.

2.4. Komposisi Aspal

Aspal merupakan unsur *hydrocarbon* yang sangat kompleks, sangat sukar untuk memisahkan molekul-molekul yang membentuk aspal tersebut. Disamping itu setiap sumber dari minyak bumi menghasilkan komposisi molekul yang berbeda-beda. Komposisi aspal terdiri dari Asphaltenes dan Maltenes. Asphaltenes merupakan material berwarna hitam atau coklat tua yang tidak larut dalam heptane. Maltenes larut dalam heptane, merupakan cairan kental yang terdiri dari resins dan oils. Resins merupakan cairan berwarna kuning atau coklat tua yang memberikan sifat adhesi dari aspal, merupakan bagian yang mudah hilang atau berkurang selama masa pelayanan jalan. Sedangkan oils yang berwarna lebih muda merupakan medoa dari asphaltenes dan resin. Proporsi dari asphaltenes, resins dan oil berbeda beda tergantung dari banyak faktor seperti

kemungkinan beroksidasi, proses pembuatannya, dan ketebalan lapisan aspal dalam campuran.



Gambar 2.1 Komposisi dari aspal

Sumber : Sylvia Sukirman, Perkerasan lentur jalan raya (2016)

2.5 Klasifikasi Agregat

Berdasarkan ukuran butir agregat dapat diklasifikasikan menjadi tiga kelompok yaitu :

a) Agregat kasar

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

Fungsi agregat kasar dalam campuran aspal beton adalah :

1. Memberikan stabilitas campuran dari kondisi saling mengunci dari masing – masing agregat kasar dan tertahan suatu aksi perpindahan .
2. Stabilitas ditentukan oleh bentuk dan tekstur permukaan agregat kasar (kubus dan kasar)

b) Agregat Halus

Agregat halus adalah butiran yang lolos saringan No.4 (4,75 mm) dan tertahan No.4 (4,75 mm). Fungsi agregat halus dalam campuran aspal beton adalah :

1. Menambah stabilitas dari campuran dengan memperkokoh sifat saling mengunci dari agregat kasar dan untuk mengurangi rongga udara agregat kasar .
2. Semakin besar tekstur permukaan agregat halus akan semakin permukaan perkerasan jalan.
3. Agregat halus pada saringan No.8 sampai dengan saringan No.30 penting dalam memberikan kekasaran yang baik untuk kendaraan.
4. Pada gap graded, agregat halus saringan No.8 sampai dengan saringan No.30 dikurangi agar diperoleh rongga udara yang memadai untuk jumlah aspal tertentu sehingga permukaan gap graded cenderung halus.
5. Agregat halus pada saringan No.30 sampai dengan saringan No.200 penting untuk menaikkan kadar aspal, sehingga akan bertambah awet.
6. Keseimbangan proporsi penggunaan agregat kasar dan halus penting agar diperoleh permukaan yang tidak licin dengan jumlah kadar aspal yang di inginkan.

b) Filler

Filler adalah bahan berbutir halus yang mempunyai fungsi sebagai pengisi pada pembuatan campuran aspal. Filler didefinisikan sebagai fraksi debu

mineral lolos saringan No. 200 (0,75 mm) bias berupa semen atau abu, dan harus dalam keadaan kering (kadar air maksimal 1 %).

2.5.1 Sifat-sifat Fisik Agregat Dan Hubungannya Dengan Kinerja Campuran Beraspal.

Proses pembuatan aspal juga sangat berkaitan erat dengan agregat yang nantinya akan mempengaruhi sifat dan kinerja dari campuran beraspal, karena pada campuran beraspal, agregat memberikan kontribusi sampai 90-95% terhadap berat campuran, sehingga sifat-sifat agregat merupakan salah satu faktor penentu dari kinerja campuran tersebut.

Sifat agregat yang dapat menentukan kualitas sebagai bahan campuran adalah:

1. Ukuran butir
2. Gradasi
3. Kebersihan
4. Kekerasan
5. Bentuk partikel
6. Tekstur permukaan
7. Penyerapan
8. Kelekatan terhadap aspal

2.5.2 Ukuran Butir

Ukuran agregat dalam suatu campuran beraspal terdistribusi dari yang berukuran besar sampai yang kecil. Semakin besar ukuran maksimum agregat yang dipakai semakin banyak variasi ukurannya dalam campuran tersebut.

Ada dua istilah yang biasanya digunakan berkenaan dengan ukuran butir agregat, yaitu:

- a. Ukuran maksimum, yang didefinisikan sebagai ukuran saringan terkecil yang meloloskan 100% agregat.
- b. Ukuran nominal maksimum, yang didefinisikan sebagai ukuran saringan terbesar yang masih bisa menahan maksimum dari 10% agregat.

Istilah lainnya yang biasa digunakan sehubungan dengan ukuran agregat, yaitu:

- a. Agregat kasar, Agregat yang tertahan saringan No. 8 (2,36mm)
- b. Agregat halus, Agregat yang lolos saringan No. 8 (2,36mm)
- c. Mineral pengisi, Fraksi dari agregat halus yang lolos saringan No. 200 minimum 75% terhadap berat total agregat.
- d. Mineral abu, Fraksi dari agregat halus yang 100% lolos saringan No. 200 (0,075 mm)

2.5.3. Gradasi

Gradasi agregat adalah pembagian ukuran butiran yang dinyatakan dalam persen dari berat total. Batas gradasi diperlukan sebagai batas toleransi dan merupakan suatu cara untuk menyatakan bahwa agregat yang terdiri atas fraksi

kasar, sedang dan halus dengan suatu perbandingan tertentu secara teknis masih diijinkan untuk digunakan.

Gradasi agregat ditentukan oleh analisa saringan, dimana contoh agregat harus melalui satu set saringan. Ukuran saringan menyatakan ukuran bukaan jaringan kawatnya dan nomor saringan menyatakan banyaknya bukaan jaringan kawat per inchi persegi dari saringan tersebut. Gradasi agregat dinyatakan dalam persentase berat masing-masing contoh yang lolos pada saringan tertentu. Persentase ini ditentukan dengan menimbang agregat yang lolos atau tertahan pada masing-masing saringan.

Gradasi agregat dapat dibedakan atas:

1. Gradasi seragam (*uniform graded*) / gradasi terbuka, adalah gradasi agregat dengan ukuran yang hampir sama. Gradasi seragam disebut juga gradasi terbuka karena hanya mengandung sedikit agregat halus sehingga terdapat banyak rongga/ruang kosong antar agregat. Campuran beraspal yang dibuat dengan gradasi ini bersifat porus atau memiliki permeabilitas yang tinggi, stabilitas rendah dan memiliki berat isi yang kecil (aspal berongga).
2. Gradasi rapat (*Dense Graded*), adalah gradasi agregat dimana terdapat butiran dari agregat kasar dan halus dalam porsi berimbang sehingga dinamakan juga agregat bergradasi baik (*well graded*). Campuran dengan gradasi ini memiliki stabilitas tinggi, agak kedap terhadap air dan memiliki berat isi yang besar (aspal normal).
3. Gradasi buruk/jelek (*Poorly Graded*), adalah campuran agregat yang tidak memenuhi 2 kategori diatas. Agregat bergradasi buruk yang umum digunakan untuk lapisan perkerasan lentur yaitu gradasi celah (*gap graded*). merupakan

campuran agregat dengan 1 fraksi hilang atau 1 fraksi sedikit sekali. Sering disebut juga gradasi senjang. Agregat dengan gradasi senjang akan menghasilkan lapisan perkerasan yang mutunya terletak antara kedua jenis diatas.

2.5.4. Kebersihan Agregat

Dalam spesifikasi biasanya memasukkan syarat kebersihan agregat, yaitu dengan memberikan suatu batasan jenis dan jumlah material yang tidak diinginkan (seperti tanaman, partikel lunak, lumpur dan sebagainya) berada dalam atau melekat pada agregat. Agregat yang kotor akan memberikan pengaruh yang jelek pada kinerja perkerasan, seperti berkurangnya ikatan antara aspal dengan agregat yang disebabkan karena banyaknya kandungan lempung pada agregat tersebut. Di lapangan, kebersihan agregat sering ditentukan secara visual. Kebersihan agregat dapat diuji di laboratorium dengan analisa saringan basah, yaitu dengan menimbang agregat sebelum dan sesudah dicuci lalu membandingkannya. Sehingga akan memberikan persentase agregat yang lebih halus dari 0,075 mm (No. 200).

Pengujian setara pasir (*sand equivalent test*) adalah satu metoda lainnya yang biasanya digunakan untuk mengetahui proporsi relatif dari material lempung yang terdapat dalam agregat yang lolos saringan No. 4,75 mm (No.4).

2.5.5. Kekerasan (*Toughness*)

Semua agregat yang digunakan harus kuat, mampu menahan abrasi dan degradasi selama proses produksi dan operasionalnya dilapangan. Agregat yang

akan digunakan sebagai lapis permukaan perkerasan harus lebih keras (lebih tahan) dari pada agregat yang digunakan untuk lapis bawahnya. Hal ini disebabkan karena lapisan permukaan perkerasan akan menerima dan menahan tekanan dan benturan akibat beban lalu lintas paling besar. Untuk itu kekuatan agregat terhadap beban merupakan suatu persyaratan yang mutlak harus dipenuhi oleh agregat yang akan digunakan sebagai bahan jalan.

Uji kekuatan agregat di laboratorium biasanya dilakukan dengan menggunakan uji abrasi dengan mesin Los Angeles (*Los Angeles Abrasion Test*), uji beban kejut (*Impact Test*) dan uji ketahanan terhadap pecah (*crushing test*).

2.5.6. Bentuk Butir Agregat

Agregat memiliki bentukbutir dari bulat (*rounded*) sampai bersudut (*angular*). Bentuk butir agregat ini dapat mempengaruhi workabilitas campuran perkerasan selama penghamparan, yaitu dalam hal energi pemadatan yang dibutuhkan untuk memadatkan campuran, dan kekuatan struktur perkerasan selama umur pelayanannya. Bentuk butir agregat yang bersudut memberikan ikatan antara agregat yang baik dan dapat menahan perpindahan agregat yang mungkin terjadi. Agregat yang bersudut tajam, berbentuk kubikal dan agregat yang memiliki lebih dari satu bidang pecah akan menghasilkan ikatan antar agregat yang paling baik. Dalam campuran beraspal, penggunaan agregat yang bersudut saja atau bulat saja tidak akan menghasilkan campuran beraspal yang baik. Kombinasi penggunaan kedua bentuk partikel agregat ini sangatlah dibutuhkan untuk menjamin kekuatan pada struktur perkerasan dan workabilitas yang baik dari campuran tersebut.

2.5.7. Tekstur Permukaan Agregat

Selain memberikan sifat ketahanan terhadap gelincir pada permukaan perkerasan, tekstur permukaan agregat (baik makro maupun mikro) juga merupakan faktor lainnya yang menentukan kekuatan, workabilitas dan durabilitas campuran beraspal. Permukaan agregat yang kasar akan memberikan kekuatan pada campuran beraspal karena kekasaran permukaan agregat dapat menahan agregat tersebut dari pergeseran atau perpindahan.

Kekasaran permukaan agregat juga akan memberikan tahanan gesek yang kuat pada roda kendaraan sehingga akan meningkatkan keamanan kendaraan terhadap slip. Agregat dengan tekstur permukaan yang sangat kasar memiliki koefisien gesek yang tinggi yang membuat agregat tersebut sulit untuk berpindah tempat sehingga akan menurunkan workabilitasnya. Oleh sebab itu penggunaan agregat bertekstur halus dengan proporsi tertentu kadang-kadang dibutuhkan untuk membantu meningkatkan workabilitasnya.

2.5.8. Daya Serap Agregat

Keporusan agregat menentukan banyaknya zat cair yang dapat diserap agregat. Kemampuan agregat untuk menyerap air dan aspal adalah suatu informasi penting yang harus diketahui dalam pembuatan campuran beraspal. Jika daya serap agregat sangat tinggi, agregat ini akan terus menyerap aspal baik pada saat maupun setelah proses pencampuran agregat dengan aspal di unit pencampur aspal (AMP).

Hal ini akan menyebabkan aspal yang berada pada permukaan agregat yang berguna untuk mengikat partikel agregat menjadi lebih sedikit sehingga akan

menghasilkan film aspal yang tipis. Oleh karena itu, agar campuran yang dihasilkan tetap baik agregat porus memerlukan aspal yang lebih banyak dibandingkan dengan yang kurang porus. Agregat dengan keporusan atau daya serap yang tinggi biasanya tidak digunakan, tetapi untuk tujuan tertentu pemakaian agregat ini masih dapat dibenarkan asalkan sifat lainnya terpenuhi. Contoh-contoh material seperti batu apung yang memiliki keporusan tinggi digunakan karena ringan dan tahan terhadap abrasi.

Meskipun demikian perbedaan berat jenis harus dikoreksi mengingat semua perhitungan didasarkan pada persentase bukan berat volume.

2.5.9. Kelekatan Terhadap Aspal

Kelekatan agregat terhadap aspal adalah kecenderungan agregat untuk menerima, menyerap dan menahan film aspal. Agregat hidropobik (tidak menyukai air) adalah agregat yang memiliki sifat kelekatan terhadap aspal yang tinggi, contoh dari agregat ini adalah batu gamping dan dolomit. Sebaliknya agregat hidrophilik (suka air) adalah agregat yang memiliki kelekatan terhadap aspal yang rendah. Sehingga agregat ini cenderung terpisah dari film aspal bila terkena air. Kuarsit dan beberapa jenis granit adalah contoh agregat hidrophilik.

2.6. Persyaratan Bahan Campuran Beraspal Panas.

2.6.1. Agregat

Agregat terdiri dari beberapa fraksi, berdasarkan ukuran butirnya terdiri dari:

1. Fraksi agregat kasar, agregat yang tertahan diatas # 2,36 mm dapat berupa batu pecah atau kerikil pecah.

2. Fraksi agregat halus, adalah agregat yang lolos # 2,36mm dapat berupa pasir alam atau hasil pemecah batu.
3. Bahan pengisi, agregat yang lolos # 0,28 mm (No.50) sebanyak paling sedikit 95%. Dapat berupa debu batu kapur, semen portland, abu batu.

Tabel 2.6.1.a. Jenis Pengujian dan Persyaratan Agregat kasar

Pengujian Standar Nilai	Standar	Nilai
Kekekalan bentuk agregat terhadap larutan natrium dan magnesium sulfat	SNI 03-3407-1994	Maks. 12%
Abrasi dengan mesin Los Angeles	SNI 03-2417-1991	Maks. 40%
Kelekatan agregat terhadap aspal	SNI 03-2439-1991	Min. 95%
Angularitas (kedalaman permukaan < 10cm)	DoT's Pennysylvania test	95/90
Angularitas (kedalaman dari permukaan ≥ 10 cm)	method, PTM No.621	80/75
Agregat kasar bentuk pipih,lonjong atau pipih dan lonjong	RSNI T-01-2005	Maks. 10%
Material lolos saringan No. 200	SNI 03-4142-1996	Maks 1%
Analisa saringan agregat kasar dan halus	SNI 03-1968-1990	

Sumber : spesifikasi seksi 6.3 campuran beraspal panas 2005 Departemen Pekerjaan Umum

Tabel 2.6.1.b. Jenis Pengujian dan Persyaratan Agregat Halus

Pengujian	Standar	Nilai
Nilai setara pasir	SNI 03-4428-1997	Min. 50 %
Material lolos saringan No. 200	SNI 03-4428-1997	Maks. 8 %

Sumber : spesifikasi seksi 6.3 campuran beraspal panas,2005 Departemen Pekerjaan Umum.

2.6.2. Gradasi Agregat

Persyaratan gradasi agregat gabungan untuk masing-masing jenis campuran beraspal, sebagaimana diperlihatkan pada tabel dibawah ini.

Tabel 2.6.2.a. Persyaratan gradasi agregat untuk campuran aspal

Ukuran	% Berat yang lolos							
	Ayakan	Latasir (SS)		Lataston (HRS)		Laston (AC)		
AS	(mm)	Kelas A	Kelas B	WC	Base	WC	BC	Base
TM								
1 ½ “	37,5							100
1”	25						100	90-100
¾ “	19	100	100	100	100	100	90-100	Maks. 90
½ “	12,5		90-100	90-100	90-100	Maks.90		
3/8”	9,5	90-100		75-85	65-100	Maks.90		
No.8	2,36		75-100	50-72 ¹	35-55 ¹	28-58	23-49	19-45
No.16	1,18							
No.30	0,600			35-60	15-35			
No.200	0,075	10-15	8-13	6-12	2-9	4-10	4-8	3-7
DAERAH LARANGAN								
No.4	4,75					-	-	39,5
No.8	2,36					39,1	34,6	26,8-30,8
No.16	1,18					25,6-31,6	22,3-28,3	18,1-24,1
No.30	0,600					19,1-23,1	16,7-20,7	13,6-17,6
No.50	0,075					15,5	13,7	11,4

Sumber : spesifikasi seksi 6.3 campuran beraspal panas, 2005 Departemen Pekerjaan Umum

Sebagai acuan untuk memperoleh gradasi senjang (*gap graded*) bagi jenis lataston, dapat digunakan contoh tabel 2.6.2 (b) berikut ini:

Tabel 2.6.2.b. Contoh Batas-batas “Bahan Bergradasi Senjang”

% Lolos No.8	40	50	60	70
% Lolos No. 30	Paling sedikit 32	Paling sedikit 40	Paling sedikit 48	Paling sedikit 56

Sumber : spesifikasi seksi 6.3 campuran beraspal panas, 2005 Departemen Pekerjaan Umum

2.6.3. Campuran Beraspal Panas

Dalam spesifikasi terdapat beberapa jenis campuran beraspal, yaitu:

1. Latasir (Lapis tipis aspal pasir)
2. Lataston (Lapis tipis aspal beton), dan
3. Laston (Lapis aspal beton)

2.6.3.1. Lapis Tipis Aspal Pasir (Latasir, HRSS) Kelas A dan B

Campuran ini dimaksudkan untuk jalan dengan lalu lintas ringan (< 0,5 juta ESA/tahun) terutama di daerah-daerah dimana batu pecah sulit diperoleh, biasa digunakan untuk lapis permukaan.

Pemilihan latasir kelas A dan B tergantung pada gradasi pasir yang digunakan. Campuran jenis ini umumnya mempunyai daya tahan yang relatif rendah terhadap terjadinya alur, karena tidak dibenarkan dipasang dengan lapisan yang tebal, pada jalan dengan lalu lintas berat atau pada daerah tanjakan.

Spesifikasi untuk latasir yang akan digunakan, diperlihatkan pada tabel dibawah ini:

Tabel 2.6.3.1. Ketentuan sifat campuran latasir untuk lalu lintas

Sifat – Sifat Campuran		Latasir
Kelas A dan B		
Penyerapan Aspal	Max	2,0
Jumlah tumbukan perbidang		50
Rongga dalam campuran (%)	Min	3,0
	Max	6,0
Rongga dalam agregat (VMA) (%)	Min	20
Rongga terisi aspal (%)	Min	75
Stabilitas marshall (%)	Min	200
Pelelehan (mm)	Min	2
	Max	3
Marshal Quotient (kg/mm)	Min	80
Stabilitas sisa marshall sisa (%) setelah perendaman selama 24 jam, 60 ° C	Min	75

Sumber : spesifikasi seksi 6.3 campuran beraspal panas,2005 Departemen Pekerjaan Umum

2.6.3.2. Lapis Tipis Aspal Beton (Lataston, HRS)

Terdapat dua jenis campuran lataston yaitu untuk lapisan permukaan (HRS-wearing course) dan lataston untuk lapis pondasi (HRS-base). Ukuran maksimum untuk masing-masing jenis campuran lataston adalah 19 mm (3/4 inci). Perbedaan keduanya adalah gradasi lataston untuk lapis permukaan lebih halus dibandingkan gradasi lataston untuk lapis pondasi, yang akan menghasilkan lataston untuk lapis permukaan mempunyai tekstur yang lebih halus dibandingkan

untuk lapis pondasi. Lataston sebaiknya digunakan pada jalan dengan lalu-lintas ringan sampai sedang (<1.000.000 ESA). Gradasi agregat harus benar-benar senjang. Untuk memperolehnya hampir selalu diperlukan gabungan antara pasir halus dengan batu pecah.

Spesifikasi untuk lataston yang akan digunakan, diperlihatkan pada tabel dibawah ini:

Tabel 2.6.3.2. Ketentuan sifat-sifat campuran lataston untuk lalu lintas

Sifat-sifat campuran		Lataston	
		WC	BC
Penyerapan Aspal (%)	Max	1,7	
Jumlah tumbukan perbidang		7,5	
Rongga dalam campuran (%)	Min	3,0	
	Max	6,0	
Rongga dalam agregat (VMA)(%)	Min	18	17
Rongga terisi aspal (%)	Min	68	
Stabilitas marshall (%)	Min	800	
Pelelehan (mm)	Min	3	
Marshall Quotitinent (kg/mm)	Min	250	
Stabilitas marshall sisa (%)			
setelah perendaman setelah	Min	75	
24 jam, 60 °C			
Rongga dalam campuran (%) pada	Min	2	
kepadatan membal (resfusul)			

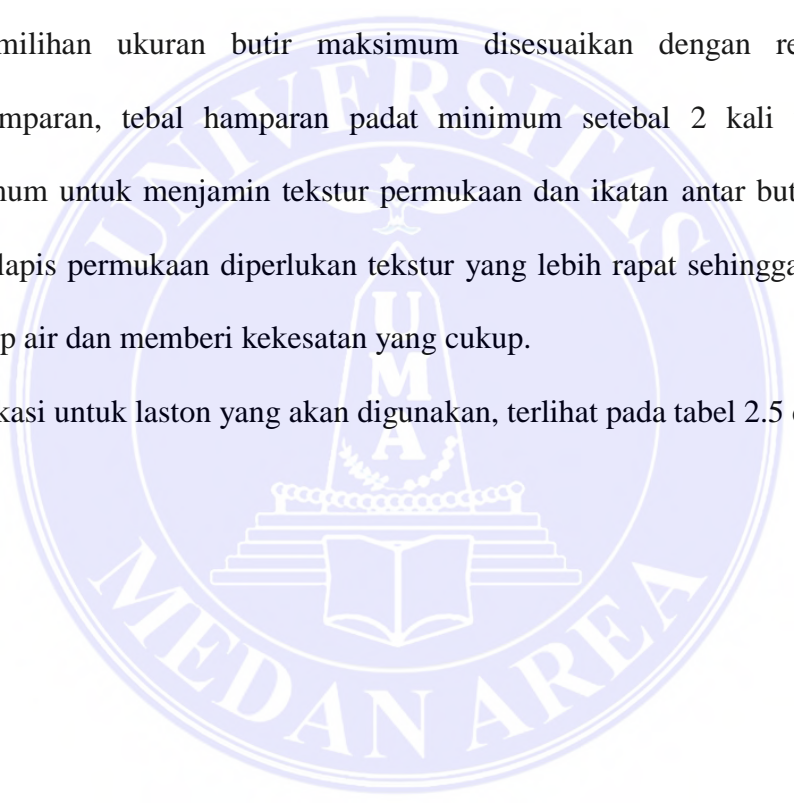
Sumber : spesifikasi seksi 6.3 campuran beraspal panas,2005 Departemen Pekerjaan Umum

2.6.3.3. Lapis Aspal Beton (Laston, AC)

Laston (AC) yang umum dikenal terdiri dari tiga, yaitu AC-base, AC-WC1 (AC-binder), dan AC-WC2 (AC-WC). Ukuran butir maksimum ketiganya adalah berturut-turut, 1 1/2 inchi, 1 inchi, dan 3/4 inchi. Laston dapat digunakan untuk lapis permukaan, lapis antara dan lapisan pondasi pada jalan dengan lalu lintas ringan sampai lalu lintas berat. Perbedaan utama dari masing-masing peruntukan tersebut adalah pada ukuran butir maksimum yang digunakan.

Pemilihan ukuran butir maksimum disesuaikan dengan rencana tebal penghamparan, tebal hamparan padat minimum setebal 2 kali ukuran butir maksimum untuk menjamin tekstur permukaan dan ikatan antar butir yang baik. Untuk lapis permukaan diperlukan tekstur yang lebih rapat sehingga lebih kedap terhadap air dan memberi kekesatan yang cukup.

Spesifikasi untuk laston yang akan digunakan, terlihat pada tabel 2.5 dibawah ini:



Tabel 2.6.3.3. Ketentuan Sifat-sifat Campuran Laston

Sifat-sifat campuran		Laston		
		WC	BC	Base
Penyerapan Aspal (%)	Max		1,2	
Jumlah tumbukan perbidang		75		112 (*)
Rongga dalam campuran (%)	Min		3,5	
	Max		5,5	
Rongga dalam agregat (VMA) (%)	Min	15	14	13
Rongga terisi aspal (%)	Min	65	63	60
Stabilitas marshall (%)	Min	800		1500 (*)
	Max	-		-
Pelelehan (mm)	Min	3		5 (*)
Marshall Quotitinent (kg/mm)	Min	250		300
Stabilitas marshall sisa (%) setelah perendaman setelah 24 jam, 60 °C	Min		75	
Rongga dalam campuran (%) pada kepadatan membal (resfusal)	Min		2,5	

Sumber : spesifikasi seksi 6.3 campuran beraspal panas,2005 Departemen Pekerjaan Umum

2.7. Karakteristik Marshall

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

2.7.1. Stabilitas (stability)

Stabilitas adalah beban yang dapat ditahan campuran aspal sampai terjadi kelelahan plastis atau dengan arti lain yaitu kemampuan lapis keras untuk menahan deformasi akibat beban lalu lintas yang bekerja di atasnya tanpa mengalami perubahan bentuk tetap seperti gelombang (washboarding) dan alur (rutting). Nilai stabilitas dipengaruhi oleh bentuk, kualitas, tekstur permukaan dan gradasi agregat yaitu gesekan antar butiran agregat (internal friction) dan penguncian antar agregat (interlocking), daya lekat (cohesion), dan kadar aspal dalam campuran.

Pemakaian aspal dalam campuran akan menentukan nilai stabilitas campuran tersebut. Seiring dengan penambahan aspal, nilai stabilitas akan meningkat hingga batas maksimum. Penambahan aspal di atas batas maksimum justru akan menurunkan stabilitas campuran itu sendiri sehingga lapis perkerasan menjadi kaku dan bersifat getas.

Nilai stabilitas berpengaruh pada fleksibilitas lapis perkerasan yang dihasilkan. Syarat nilai stabilitas disyaratkan minimal 800 kg. Untuk mencari nilai stabilitas terlebih dahulu benda uji direndam didalam Water Bath dengan suhu 60° selama 30 menit, lalu dilakukan pengujian marshall test.

Nilai stabilitas benda uji diperoleh dari pembacaan arloji stabilitas pada saat pengujian Marshall. Hasil tersebut dicocokkan dengan angka kalibrasi proving ring dengan satuan lbs atau kilogram, dan masih harus dikoreksi dengan faktor koreksi yang dipengaruhi oleh tebal benda uji.

Nilai stabilitas sesungguhnya diperoleh dengan rumus dibawah ini:

$$S = p \times q \dots\dots\dots (pers. 1)$$

Keterangan :

S = angka stabilitas sesungguhnya

p = pembacaan arloji stabilitas x kalibrasi alat

q = angka koreksi benda uji

2.7.2. Kelelehan (Flow)

Flow adalah besarnya penurunan atau deformasi vertikal benda uji yang terjadi pada awal pembebanan sehingga stabilitas menurun, yang menunjukkan besarnya deformasi yang terjadi pada lapis perkerasan akibat menahan beban yang diterima. Deformasi yang terjadi erat kaitannya dengan sifat-sifat Marshall yang lain seperti stabilitas, VITM dan VFWA. Nilai VITM yang besar menyebabkan berkurangnya interlocking resistance campuran dan dapat berakibat timbulnya deformasi. Nilai VFWA yang berlebihan juga menyebabkan aspal dalam campuran berubah konsistensinya menjadi pelicin antar batuan. Nilai flow dipengaruhi oleh kadar dan viskositas aspal, gradasi agregat, jumlah dan temperatur pemadatan.

Akan tetapi campuran yang memiliki angka kelelehan rendah dengan stabilitas tinggi cenderung menjadi kaku dan getas. Sedangkan campuran yang memiliki angka kelelehan tinggi dan stabilitas rendah cenderung plastis dan mudah berubah bentuk apabila mendapat beban lalu lintas. Kerapatan campuran yang baik, aspal yang cukup dan stabilitas yang baik akan memberikan pengaruh penurunan nilai flow.

Syarat nilai flow dibatasi minimal 3 mm. Nilai flow yang rendah akan mengakibatkan campuran menjadi kaku sehingga lapis perkerasan menjadi mudah

retak. Sedangkan campuran dengan nilai flow tinggi akan menghasilkan lapis perkerasan yang plastis sehingga perkerasan akan mudah mengalami perubahan bentuk seperti gelombang (washboarding) dan alur (rutting).

2.7.3. Kerapatan (density)

Density merupakan tingkat kerapatan campuran setelah campuran dipadatkan. Semakin tinggi nilai density suatu campuran menunjukkan bahwa kerapatannya semakin baik. Nilai density dipengaruhi oleh beberapa factor seperti gradasi campuran, jenis dan kualitas bahan susun, faktor pemadatan dan jumlah pemadatan maupun temperatur pemadatan, penggunaan kadar aspal dan penambahan bahan additive dalam campuran. Campuran dengan nilai density yang tinggi akan mampu menahan beban yang lebih besar dibanding dengan campuran yang dimiliki nilai density yang rendah, karena butiran agregat mempunyai bidang kontak yang luas sehingga gaya gesek (friction) antara butiran agregat menjadi besar. Selain itu density juga mempengaruhi kekedapan campuran, semakin besar nilai density campuran, maka campuran tersebut akan semakin kedap terhadap air dan udara.

Nilai kepadatan / density dihitung dengan rumus dibawah ini:

$$q = c / h \quad \dots\dots\dots (pers. 2)$$

$$f = d - e \quad \dots\dots\dots (pers. 3)$$

Keterangan :

q = Nilai kepadatan (gr/cc)

d = Berat benda uji jenuh air (gr)

e = Berat benda uji dalam air (gr)

f = Volume benda uji (cc)

c = Berat kering / sebelum direndam (gr)

2.7.4. VITM (Void In The Mix)

Void In The Mix (VITM) merupakan persentase rongga yang terdapat dalam total campuran. Nilai VITM berpengaruh terhadap keawetan lapis perkerasan, semakin tinggi nilai VITM menunjukkan semakin besar rongga dalam campuran sehingga campuran bersifat porous. Hal ini mengakibatkan campuran menjadi kurang rapat sehingga air dan udara mudah memasuki rongga-rongga dalam campuran yang menyebabkan aspal mudah teroksidasi.

Air akan melarutkan komponen-komponen yang akan teroksidasi sehingga mengakibatkan terus berkurangnya kadar aspal dalam campuran. Penurunan kadar aspal dalam campuran menyebabkan lekatan antara butiran agregat berkurang sehingga terjadi pelepasan butiran (reveling) dan pengelupasan permukaan (stripping) pada lapis perkerasan.

Syarat dari nilai VITM adalah 3% - 5%. Nilai VITM yang terlalu rendah akan menyebabkan bleeding karena pada suhu yang tinggi viskositas aspal menurun sesuai sifat termoplastisnya. Pada saat itu apabila lapis perkerasan menerima beban lalu lintas maka aspal akan terdesak keluar permukaan karena tidak cukupnya rongga bagi aspal untuk melakukan penetrasi dalam lapis perkerasan. Nilai VITM yang lebih dari 5% akan mengakibatkan berkurangnya keawetan lapis perkerasan, karena rongga yang terlalu besar akan mudah terjadi oksidasi.

VITM adalah persentase antara rongga udara dengan volume total campuran setelah dipadatkan. Nilai VITM akan semakin kecil apabila kadar aspal semakin besar. VITM yang semakin tinggi akan menyebabkan kelelahan yang semakin cepat, berupa alur dan retak.

2.7.5. VFWA (Void Filled With Asphalt)

Void Filled With Asphalt (VFWA) merupakan persentase rongga terisi aspal pada campuran setelah mengalami proses pemadatan. Nilai VFWA dipengaruhi oleh faktor pemadatan, yaitu jumlah dan temperatur pemadatan, gradasi agregat dan kadar aspal. Nilai VFWA berpengaruh pada sifat kekedapan campuran terhadap air dan udara serta sifat elastisitas campuran. Dengan kata lain VFWA menentukan stabilitas, fleksibilitas dan durabilitas.

Semakin tinggi nilai VFWA berarti semakin banyak rongga dalam campuran yang terisi aspal sehingga kekedapan campuran terhadap air dan udara juga akan semakin tinggi, tetapi nilai VFWA yang terlalu kecil akan menyebabkan campuran kurang kedap terhadap air dan udara karena lapisan film aspal akan menjadi tipis dan akan mudah retak bila menerima penambahan beban sehingga campuran aspal mudah teroksidasi yang akhirnya menyebabkan lapis perkerasan tidak tahan lama. Nilai VFWA yang disyaratkan minimal 65%. Nilai ini menunjukkan persentase rongga campuran yang berisi aspal, nilainya akan naik berdasarkan naiknya kadar aspal sampai batas tertentu, dimana rongga telah penuh.

2.7.6. VMA (Void In The Mineral Agregate)

Void In The Mineral Agregate (VMA) adalah rongga udara antar butir agregat aspal padat, termasuk rongga udara dan kadar aspal efektif, yang dinyatakan dalam persen terhadap total volume. Kuantitas terhadap rongga udara berpengaruh terhadap kinerja suatu campuran karena jika VMA terlalu kecil maka campuran bisa mengalami masalah durabilitas, dan jika VMA terlalu besar maka campuran bisa memperlihatkan masalah stabilitas dan tidak ekonomis untuk diproduksi.

Nilai VMA dipengaruhi oleh faktor pemadatan, yaitu jumlah dan temperatur pemadatan, gradasi agregat, dan kadar aspal. Nilai VMA ini berpengaruh pada sifat kekedapan campuran terhadap air dan udara serta sifat elastis campuran. Dapat juga dikatakan bahwa nilai VMA menentukan nilai stabilitas, fleksibilitas dan durabilitas. Nilai VMA yang disarankan dibatasi minimal sebesar 15%.

2.7.7. Marshall Quotient

Marshall Quotient adalah hasil bagi antara stabilitas dengan flow. Nilai Marshall Quotient akan memberikan nilai fleksibilitas campuran. Semakin besar nilai Marshall Quotient berarti campuran semakin kaku, sebaliknya bila semakin kecil nilainya maka campuran semakin lentur. Nilai Marshall Quotient dipengaruhi oleh nilai stabilitas dan flow.

Nilai Marshall Quotient yang disarankan adalah antara 250 kg/mm sampai 350 kg/mm. Nilai Marshall quotient dibawah 250 kg/mm mengakibatkan perkerasan mudah mengalami washboarding, rutting dan bleeding. Sedangkan

nilai Marshall Quotient 350 kg/mm mengakibatkan perkerasan menjadi kaku dan mudah mengalami retak.

Nilai dari Marshall Quotient diperoleh dengan rumus dibawah ini:

$$MQ = S / R \quad \dots\dots\dots (pers. 4)$$

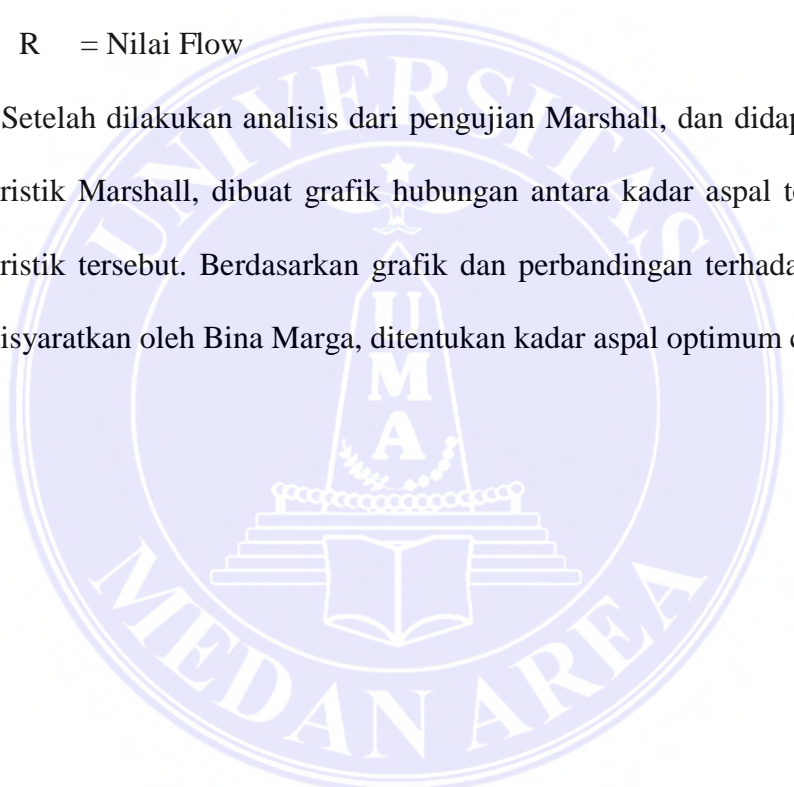
Keterangan :

MQ = Nilai Marshall Quotient (kg/mm)

S = Nilai stabilitas

R = Nilai Flow

Setelah dilakukan analisis dari pengujian Marshall, dan didapat nilai-nilai karakteristik Marshall, dibuat grafik hubungan antara kadar aspal terhadap nilai karakteristik tersebut. Berdasarkan grafik dan perbandingan terhadap spesifikasi yang diisyaratkan oleh Bina Marga, ditentukan kadar aspal optimum campuran.



BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Lokasi penelitian

Penelitian ini dilakukan di laboratorium bahan perkerasan Teknik Sipil Universitas Medan Area.

Seperti telah disampaikan di Bab 1 bahwa jenis campuran beraspal panas yang dipilih untuk penelitian ini adalah *Asphalt Concrete Wearing Course* (AC-WC). Pengujian-pengujian yang dilakukan meliputi :

- a. Pengujian agregat meliputi : Gradasi agregat batu pecah, pasir, filler abu pelepah pisang dan berat jenis.
- b. Selanjutnya mempersiapkan bahan, yaitu menyaring agregat untuk kebutuhan perencanaan campuran rencana JMF (*Job Mix Formula*).
- c. Membuat benda uji Marshall.
- d. Pengujian benda uji Marshall dengan tujuan mendapatkan sifat-sifat seperti: Stabilitas, Flow, VIM (Void In The Mix), VFA (Void Filled With Asphalt), VMA (Void Mix Aggregate) dan Marshall Quotient (MQ).

3.2. Persiapan Bahan Penelitian

Bahan untuk campuran beraspal panas yang dipakai dalam penelitian ini adalah :

- a. Aspal minyak pen 60/70
- b. Agregat : Batu pecah ukuran $\frac{3}{4}$ " (CA), $\frac{1}{2}$ " (MA), pasir.
- c. Bahan pengisi (filler) yang digunakan adalah abu pelepah pisang.

3.3. Pengujian dan Persyaratan Bahan

Pengujian dan persyaratan bahan yang digunakan dalam penelitian ini sesuai dengan Spesifikasi Umum Bidang Jalan dan Jembatan Tahun 2010, Departemen Pekerjaan Umum.

3.3.1. Perencanaan Gradasi

Jenis campuran aspal yang digunakan dalam penelitian ini adalah Asphalt Concrete Wearing Course (AC-WC). Dan spesifikasi gradasi agregat dengan besar butir maksimum 19 mm ($\frac{3}{4}$ ").

Jumlah campuran rencana yang digunakan dalam penelitian ini adalah kadar aspal 4,5%, 5%, 5,5%, 6%, 6,5%, 7%. Terdiri dari :

- a. Campuran kadar filler abu pelepah pisang 2% dan 4%.

3.3.2. Berat Jenis Dan Penyerapan

Setelah semua penyaringan dilakukan maka langkah selanjutnya adalah mencari berat jenis dan penyerapan dari semua material yang telah dipersiapkan. Dengan cara mencuci terlebih dahulu masing-masing material, kemudian agregat direndam didalam air selama 24 jam. Setelah perendaman selesai masing-masing agregat kasar ditimbang dalam air dengan menggunakan pan saringan yang digantung pada timbangan (neraca).

Setelah penimbangan batu selesai, material-material tersebut kemudian dilap, kemudian ditimbang lagi untuk menentukan berat basah jenuhnya. Sementara abu pelepah pisang dan pasir di timbang dengan menggunakan labu ukur dengan cara :

1. Timbang labu berisi air hingga batas kalibrasi.
2. Tuang air yang ada di dalam labu dan keringkan hingga kering total.
3. Masukkan material sebanyak 500 gr ke dalam labu dan isi kembali labu dengan air.
4. Panaskan labu yang berisi air dan material diatas alat pendidih hingga mendidih.
5. Setelah mendidih kurang lebih sepuluh detik kemudian matikan alat.
6. Dinginkan hingga dingin total.
7. Isi air dengan batas kalibrasi kemudian ditimbang.
8. Tuang dan keringkan material hingga basah jenuh.
9. Timbang material untuk mendapat berat basah jenuh.
10. Setelah berat basah jenuh dari masing-masing material didapat, keringkan kembali material dengan menggunakan oven selama kurang lebih 24 jam supaya material tersebut kering total.

3. 3. 3 Peralatan Untuk Pembuatan Sampel

Peralatan yang diperlukan untuk pembuatan sampel benda uji adalah sebagai berikut :

1. Thermometer berlapis baja 10°C - 205°C , untuk menentukan temperatur agregat, asphalt dan campuran asphalt.
2. Neraca kapasitas 7 Kg dengan nilai akurasi sampai 1 Gr untuk menimbang agregat dan asphalt. Neraca kapasitas 1,6 Kg dengan nilai akurasi sampai 0,1 Gr untuk menimbang campuratan padat.
3. Neraca elektrik dengan akurasi 0,0001Gr untuk menimbang zat additive.

4. Pan dengan permukaan rata yang dipergunakan untuk menimbang agregat sebelum dilakukan pencampuran.
5. Wajan yang digunakan untuk tempat pencampuran agregat dengan asphalt cair.
6. Cetakan (mold) Dengan kapasitas 1200 Gr yang digunakan untuk cetakan dari campuran asphalt waktu penumbukan.
7. Kompor yang digunakan untuk memanaskan agregat dan asphalt sebelum dilakukan pencampuran dan untuk memanaskan campuran supaya suhu tetap terjaga sebelum dilakukan penumbukan.
8. Tandem elektrik yang digunakan untuk menumbuk campuran yang dilengkapi dengan beban seberat 4,5 kg dan dirancang sedemikian rupa supaya dapat memberikan beban tumbukan setinggi 457 mm.
9. Extruder yang digunakan untuk mengeluarkan benda uji dari cetakan (mold).
10. Kain lap yang digunakan untuk membersihkan wajan yang telah dipakai untuk pencampuran.
11. Sendok pencampur yang digunakan untuk mencampur agregat dan asphalt panas sebelum dilakukan pencampuran.
12. Spatula terbuat dari stainless yang digunakan untuk membersihkan sendok dan mold dari sisa-sisa campuran asphalt yang tertinggal.
13. Cat dan kuas yang digunakan untuk menandai sampel percobaan

3.3.4. Tahap Pembuatan benda uji

Berikut langkah-langkah untuk proses pembuatan/penyiapan benda uji:

1. Agregat dikeringkan pada suhu 105 - 110°C sekurang kurangnya selama 4 jam di dalam oven. keluarkan dari alat pengering (oven) dan tunggu sampai beratnya tetap.
2. Agregat dipisahkan kedalam fraksi-fraksi yang dikehendaki (sesuai spek) dengan cara penyaringan.
3. Bahan disiapkan untuk benda uji yang diperlukan yaitu agregat sebanyak \pm 1200 gram sehingga menghasilkan tinggi benda uji kira-kira 6,25 cm.
4. Pencampuran agregat agar sesuai dengan gradasi yang diinginkan dilakukan dengan cara mengambil nilai tengah dari batas spek. Untuk memperoleh berat agregat yang diperlukan dari masing-masing fraksi untuk membuat satu benda uji adalah dengan mengalikan nilai tengah tersebut terhadap total berat agregat.
5. Panci pencampur beserta agregat dipanaskan kira-kira 28°C diatas suhu pencampuran untuk aspal padat, bila menggunakan aspal cair pemanasan sampai 14°C diatas suhu pencampuran.
6. Aspal yang sudah mencapai tingkat kekentalan dituangkan sebanyak yang dibutuhkan kedalam agregat yang sudah dipanaskan tersebut, kemudian aduklah dengan cepat, dengan tetap mempertahankan masih didalam rentang suhu pemadatan, sampai agregat terselimuti aspal secara merata.
7. Persiapkan alat untuk memadatkan dengan cara membersihkan perlengkapan cetakan benda uji serta bagian muka penumbuk dengan seksama dan panaskan cetakan sampai suhu antara 140-150°C.

8. Cetakan diletakkan diatas landasan pematat dan tahan dengan pemegang cetakan.
9. Letakkan kertas saring atau kertas penghisap yang sudah digunting menurut ukuran cetakan kedalam dasar dan atas cetakan.
10. Seluruh campuran dimasukkan kedalam cetakan dan tusuk-tusuk campuran 15 kali di sekeliling pinggiran cetakan (mold) dan 10 kali dibagian tengah.
11. Alat pematat disiapkan dan dilakukan pemadatan dengan menumbuk spesimen dengan jumlah tumbukan sebanyak 75 kali untuk satu sisi cetakan (mold). untuk kepadatan mutlak dilakukan 400 tumbukan untuk satu sisi cetakan (mold).
12. Tumbukan dilakukan dengan tinggi jatuh 457,2 mm dan selama pemadatan harus diperhatikan agar kedudukan sumbu palu pematat selalu tegak lurus pada alas cetakan.
13. Keping alas dilepaskan dan dinginkan sampai diperkirakan tidak akan terjadi perubahan bentuk jika benda uji dikeluarkan dari cetakan (mold). Proses pendinginan biasanya dilakukan sekitar 2-3 jam.
14. Keluarkan benda uji dengan menggunakan alat pengeluar (*extruder*).
15. Kemudian letakkan benda uji di atas permukaan yang rata dan di beri tanda pengenal serta biarkan selama kira-kira 24 jam pada temperatur ruang dan seterusnya dibuat sebanyak 12 benda uji dengan variasi kadar aspal : 4,5,5%, 5,5%, 6%, 6,5%, 7% yang masing-masing variasi kadar aspal dibuat 2 buah.

3.3.5. Kadar Aspal Rencana (Pb)

- a. Perkiraan pertama kadar aspal rencana (Pb) dari rumus :

$$Pb = 0,035 (\%CA) + 0,045 (\%FA) + 0,18 (\%FF) + K$$

Dimana :

Pb = Kadar aspal rencana awal.

CA = Agregat kasar tertahan saringan No.8.

FA = Agregat halus lolos saringan No.8 dan tertahan No.200.

FF = Bahan pengisi (filler).

K = Nilai konstanta sekitar 0,50-1,0.

- b. Bulat kan nilai Pb ke 0,5 % terdekat.
- c. Buat benda uji dengan 3 kadar aspal diatas Pb dan 2 kadar aspal di bawah Pb dan dibuat contoh benda uji dengan kadar aspal 5,5%, 6%, 6,5%.

3.4. Pengujian Campuran Beraspal

3.4.1. Uji Rendaman Marshall

Pengujian ini dilakukan untuk melihat ketahanan campuran terhadap pengaruh kerusakan air. Air pada campuran beraspal dapat mengakibatkan berkurangnya daya lekat aspal terhadap agregat sehingga dapat melemahkan ikatan antar agregat.

Pengujian dilakukan dengan membuat 24 sampel benda uji untuk campuran aspal dengan kadar aspal 4,5%, 5%, 5,5%, 6%, 6,5, 7%. Perendaman sampel dilakukan selama 30 menit dengan suhu 60°C didalam penangas air (Waterbath). Selanjutnya membuat 6 benda uji PRD untuk campuran aspal dengan kadar aspal 5,5%, 6%, 6,5%. Perendaman sampel dilakukan selama 24

jam dengan suhu 60°C didalam penangas air (Waterbath) dan lakukan pengujian Marshall.

3.4.2. Pengujian Marshall

Pengujian ini dimaksudkan untuk menentukan ketahanan (stabilitas) terhadap kelelahan plastis (flow) dari campuran beraspal.

3.4.3. Pengujian sampel

3.4.3.1. Alat-alat yang digunakan untuk pengujian sampel

1. Neraca dengan kapasitas 1600 gr yang digunakan untuk menimbang sampel kering, dalam air, dan dalam basah jenuh.
2. Bak berisi air untuk merendam sampel selama 24 jam sebelum dilakukan perendaman di dalam waterbath.
3. Waterbath yang digunakan untuk merendam sampel selama 30 menit setelah dilakukan perendaman selama 24 jam.
4. Alat uji Marshall yang digunakan untuk menentukan stabilitas (stability) terhadap kelelahan plastis (flow) dari masing-masing sampel.

3.4.3.2. Metode Pengujian Sampel

1. Setelah sampel dikeluarkan dari mold, sampel ditimbang dalam keadaan kering udara.
2. Rendam sampel di dalam bak berisi air selama 24 jam.
3. Timbang sampel di dalam air untuk mendapat kan isi.

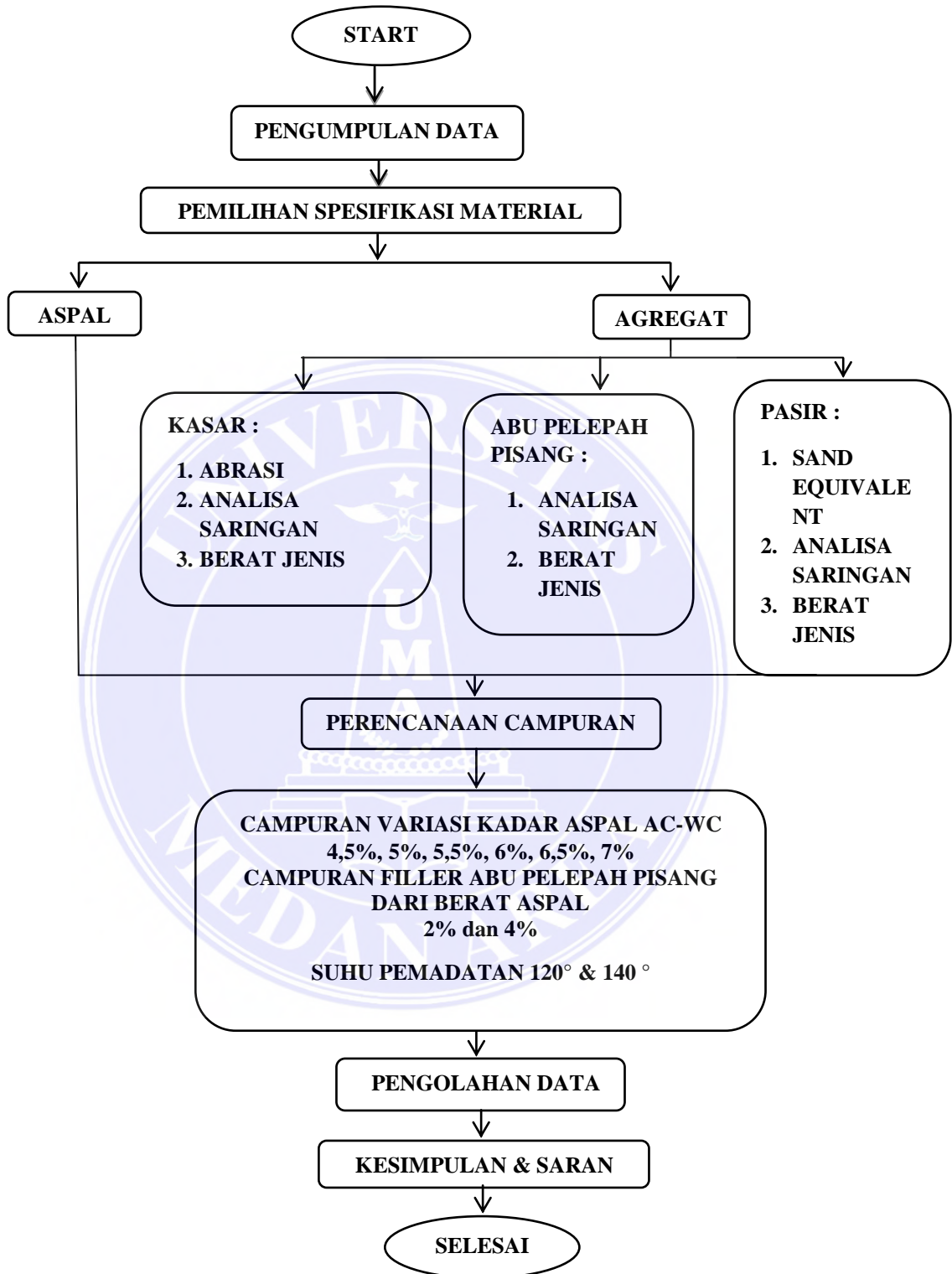
4. Keringkan sampel dengan menggunakan kain lap hingga mencapai kering jenuh.
5. Timbang kembali sampel.
6. Setelah semua penimbangan selesai, sampel direndam di dalam alat pemanas air (waterbath) dengan suhu 60°C selama 30 menit. Sebelum melakukan pengujian bersihkan batang penuntun (guide rod) dan permukaan dalam dari batang penekan (test heads). Keluarkan benda uji dari pemanas air (waterbath) dan letakkan kedalam segmen bawah kepala penekan, pasang segmen atas diatas benda uji, dan letakkan keseluruhannya dalam mesin penguji.
7. Sebelum pembebanan diberikan, kepala penekan beserta benda uji dinaikkan hingga menyentuh alas cincin penguji. Atur kedudukan jarum arloji agar berada pada angka nol. Berikan pembebanan kepada benda uji dengan kecepatan tetap sebesar 50 mm permenit sampai pembebanan maksimum tercapai dan catat pembebanan maksimum yang dicapai. Lepaskan selubung tangkai arloji kelelahan (sleeve) pada saat pembebanan maksimum tercapai dan catat nilai kelelahan yang ditunjukkan oleh jarum arloji.
8. Setelah nilai stabilitas dan flow didapat, kemudian dihitung besarnya Hasil Bagi Marshall (Marshall Quotient), rongga diantara mineral agregat (VMA), rongga dalam campuran (VIM), dan rongga terisi aspal (VFB). Selanjutnya digambarkan grafik hubungan antara kadar aspal (%) dengan masing-masing parameter Marshall yang telah dihitung sebelumnya. Selanjutnya adalah persiapan sampel untuk kondisi kepadatan mutlak, dengan membuat 2 benda uji tambahan untuk mendapat nilai VIM refusal.

3.5. Penentuan Kadar Aspal Optimum

Nilai kadar aspal optimum yang akan digunakan diperoleh dari hasil grafik hubungan antara bulk density, stability, air void, void filled, void mix in aggregate, flow, marshall quotient, dan kepadatan mutlak sehingga diketahui koridor grafik. Koridor tersebut dibagi menjadi dua sehingga diperoleh kadar aspal optimumnya.



3.6. Flow Chat Penelitian



Gambar 3.6. Flow Chat Penelitian

BAB V

KESIMPULAN & SARAN

5.1. Kesimpulan

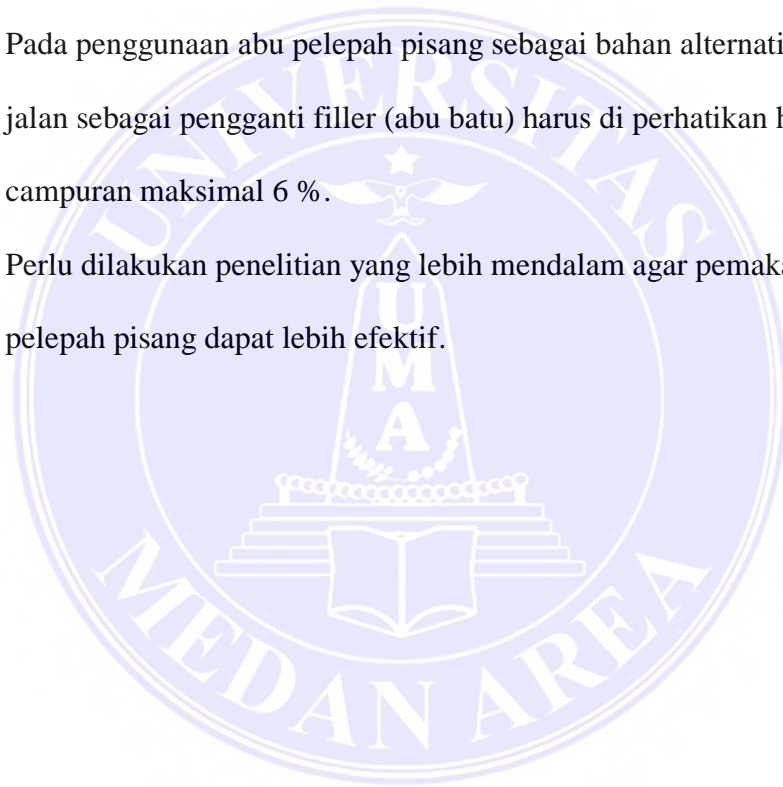
Adapun kesimpulan yang diperoleh dari campuran aspal AC-WC dengan menggunakan filler abu pelepah pisang adalah :

1. Dari data hasil pengujian tes uji Marshall terhadap campuran aspal AC WC stabilitas yang memenuhi karakteristik Marshall campuran perkerasan aspal disyaratkan minimum 800 kg. Campuran aspal dengan menggunakan filler abu pelepah pisang 2 % mempunyai nilai stabilitas mampu menahan beban roda lalu lintas sebesar 1051 kg dan filler abu pelepah pisang 4 % mempunyai nilai stabilitas 1022 kg, dan di dapat Kadar Aspal Optimum sebesar 6,10 % untuk kadar filler 4 % dan 6,04 % pada kadar filler 2 %.
2. Dapat dilihat bahwa nilai stabilitas naik dengan bertambahnya kadar aspal dan mencapai puncaknya pada kadar aspal 6,0 %, Setelah itu penambahan kadar aspal akan menurunkan stabilitas yang disebabkan karena ikatan campuran antara agregat yang sudah terselimuti aspal akan merenggang oleh desakan jumlah aspal yang berlebihan.
3. Nilai Density, Stabilitas, Flow dan MQ meningkat lebih besar pada campuran filler 2% dan pada campuran kadar filler 4 % terjadi penurunan. Jadi dapat di simpulkan bahwa semakin besar penambahan filler abu pelepah pisang, maka nilai Stabilitas akan menurun dan sebaliknya nilai Flow akan meningkat.

5.2. Saran

Dari hasil penelitian terhadap penggunaan abu pelepah pisang sebagai pengganti filler dapat di berikan saran-saran sebagai berikut:

1. Pada lalu lintas dengan kendaraan berat sebaiknya menggunakan campuran aspal beton dengan filler abu batu ataupun semen, yang mana lebih bisa menahan stabilitas yang tinggi di bandingkan dengan filler abu pelepah pisang.
2. Pada penggunaan abu pelepah pisang sebagai bahan alternative material jalan sebagai pengganti filler (abu batu) harus di perhatikan hanya pada campuran maksimal 6 %.
3. Perlu dilakukan penelitian yang lebih mendalam agar pemakaian abu pelepah pisang dapat lebih efektif.



DAFTAR PUSTAKA

- Ator Christien Praesillia. Waani, J. E dan Kaseke H. O. (2015) “*Jurnal Pengaruh Variasi Kandungan Bahan Pengisi Terhadap Kriteria Marshall Pada Campuran Lapis Aspal Beton-Lapis Antara Bergradasi Halus, Universitas Sam Ratulangi: Fakultas Teknik Jurusan Teknik Sipil.*”
- Afifi Rahmi. Alfian Malik dan Gunawan Wibisono. (2018), “*Jurnal Pengaruh Penggantian Bahan Pengisi Semen Dengan Kombinasi Abu Bata Dan Abu Sekam Padi Pada Campuran Aspal AC-WC “ Universitas Riau: Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil.*”
- Firdaus. Yuhanis Yunus dan M. Isya. (2018), “*Karakteristik Campuran AC-WC Menggunakan Agregat Simeulue Dengan Variasi Aspal Retona Blend 55 dan Aspal Penetrasi 60/70 “ Universitas Syiah Kuala: Mahasiswa Magister Teknik Sipil.*”
- Jansen Freddy. Joice E, Waani. (2019), “*Jurnal Kinerja Campuran AC-WC Dengan Menggunakan Agregat Dari Batu Kapur “ Universitas Sam Ratulangi Manado: Fakultas Teknik Jurusan Teknik Sipil.*”
- Junaidi A. (2015), “*Jurnal Pemanfaatan Abu Batang Pisang Sebagai Bahan Tambah Untuk Meningkatkan Kuat Tekan Beton” Universitas Muhammadiyah Palembang: Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik.*”
- Laboratorium UPTD. (2009). “*Pengujian dan Pengendalian Mutu Dinas Bina Marga Provinsi Sumatera Utara*”.
- Nurmaidah. (2016),”*Jurnal Pengaruh Penggunaan Abu Vulkanik Sebagai Bahan Pengisi (filler) Campuran AC – WC Terhadap Karakteristik Marshall” Universitas Medan Area: Dosen Fakultas Teknik Sipil.*”
- Siregar Fadholi Imam. M., Marwan Lubis, (2018), “*Jurnal Analisa Pengaruh Penambahan Belerang Pada Aspal AC-WC Terhadap Nilai Stabilitas dan Kelelahan Marshall” Universitas Islam Sumatera Utara: Program Studi Teknik Sipil.*”
- Sukirman Silvia. (2007). *Beton Aspal Campuran Panas. Bandung: Nova.*
- Widianty Desi. IDM Alit Karyawan dan Ratna Yuniarti, (2018), “*Jurnal Pengaruh Serbuk Pelepeh Batang Pisang Terhadap Karakteristik Sifat Fisik Aspal “ Universitas Mataram: Jurusan Teknik Sipil.*”
- Widianty Desi. Mudji wahyudi dan Agustono Setiawan. (2018), “*Jurnal Kinerja Campuran Beton Aspal Wearing Course Denga Tambahan Serbuk Serat Pelepeh Batang Pisang “ Universitas Mataram: Jurusan Teknik Sipil.*”

LAMPIRAN A
DOKUMENTASI



UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 2/11/20

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)2/11/20



Gambar 1. Agregat kasar ukuran $\frac{3}{4}$ '' (CA)



Gambar 2. Pencucian agregat untuk mencari berat jenis



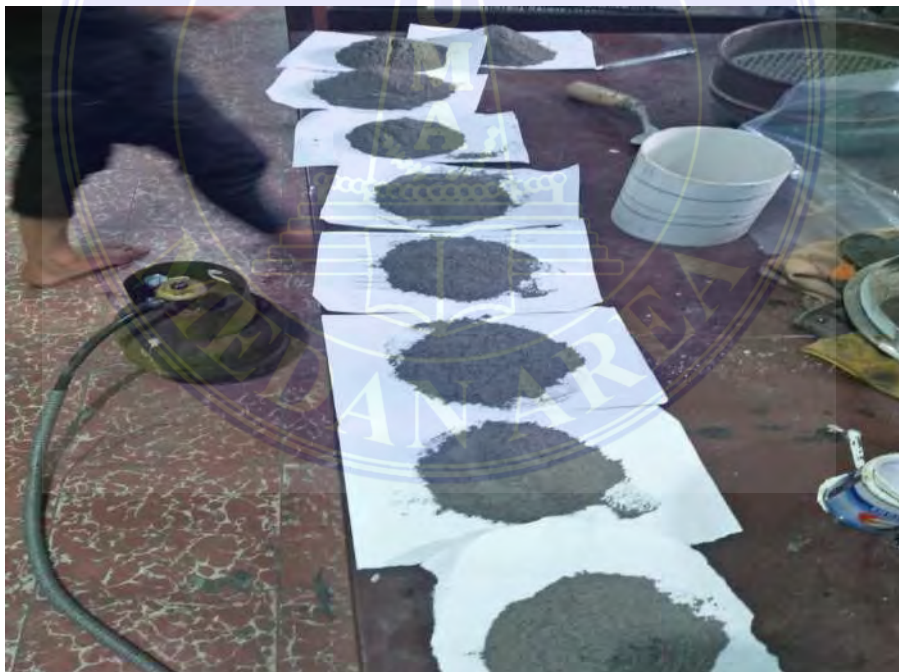
Gambar 3. Pengeringan agregat kasar (CA)



Gambar 4. Penimbangan agregat kasar (CA)



Gambar 5. Agregat halus (filler)



Gambar 6. Pembagian agregat halus 2 % dan 4 %



Gambar 7. Aspal 60/70



Gambar 8. Pengukuran suhu pada aspal



Gambar 9. Proses penumbukan aspal



Gambar 10. Proses mengeluarkan aspal dari Extunder



Gambar 11. Pengukuran aspal



Gambar 12. Penimbangan aspal



Gambar 13. Aspal di masukkan kedalam panci untuk di rendam



Gambar 14. Perendaman aspal



Gambar 15. Aspal di masukan ke Waterbath



Gambar 16. Pengukuran suhu aspal di waterbath



Gambar 17. Aspal yang sudah di panaskan



Gambar 18. Aspal diangkat untuk di lap



Gambar 19. Aspal di lap pakai kain



Gambar 20. Pemasangan alat Marshall Test



Gambar 21. Alat marshall test



Gambar 22. Aspal yang sudah siap di uji



Gambar 23. Pengeluaran aspal yang sudah di uji alat marshall



Gambar 24. Aspal yang sudah siap di uji Test Marshall

LAMPIRAN B

DATA PENELITIAN



UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 2/11/20

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)2/11/20

HASIL MARSHALL ASPAL

Contoh
AC - WC
Aspal
60 / 70
Kalibrasi Prov.
4.54

No.	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p	q
1 a	-	4.5	1188.3	1192.6	666.2	526.4	2.257					185	840	819	3.20		
b	-	4.5	1190.0	1194.5	667.1	527.4	2.256					190	863	915	3.20		
							2.257	2.462	17.48	7.64	56.27			867	3.20	271	3.97
2 a	-	5.0	1188.3	1192.6	666.2	526.4	2.257					155	704	940	4.00		
b	-	5.0	1190.0	1194.5	667.1	527.4	2.256					158	717	980	3.80		
							2.257	2.444	17.48	7.64	56.27			960	3.90	246	4.47
3 a	-	5.5	1185.3	1189.2	670.2	519.0	2.284					158	717	953	3.10		
b	-	5.5	1188.3	1192.3	671.7	520.6	2.283					160	726	1012	3.20		
							2.283	2.426	16.96	5.89	65.29			983	3.15	310	4.97
4 a	-	6.0	1189.3	1193.6	675.8	517.8	2.297					150	681	1081	3.20		
b	-	6.0	1185.3	1189.6	673.2	516.4	2.295					146	663	1022	3.25		
							2.296	2.409	16.93	4.67	72.42			1051	3.23	326	5.47
5 a	-	6.5	1186.7	1190.1	673.6	516.5	2.298					145	658	1035	3.25		
b	-	6.5	1186.3	1188.8	672.4	516.4	2.297					148	672	1008	3.20		
							2.297	2.391	17.33	3.93	77.33			1022	3.23	317	5.98
6 a	-	7.0	1185.5	1190.7	672.6	518.1	2.288					158	717	976	3.30		
b	-	7.0	1186.3	1192.3	673.3	519.0	2.286					160	726	931	3.35		
							2.287	2.374	18.14	3.68	79.70			953	3.33	287	6.48

Ka
6.0%

BJ. Bulk Agg.	2.598	BJ. Aspal	1.0243	GMM	2.409	BJ. Eff. Agg.	2.636	Abs. Asp.	0.56
---------------	-------	-----------	--------	-----	-------	---------------	-------	-----------	------

Keterangan

- a = % Aspal terhadap batuan
- b = % Aspal terhadap campuran
- c = Berat Contoh Kering (gr)
- d = Berat Contoh dalam keadaan jenuh (gr)
- e = Berat Contoh dalam air (gr)
- f = Berat Isi (e / f) = Gmb (AASHTO T - 166)
- g = GMM ditentukan dengan cara AASHTO T-209 pada kadar aspal optimum perkaratan

** BJ. Eff. Agg.
$$G_{mb} = \frac{100 \cdot \% \text{ aspal}}{G_{mm} - \% \text{ aspal}}$$

h = BJ. Maksimum campuran
$$G_{mm} = \frac{100}{\% \text{ aspal} + \frac{\% \text{ aspal}}{G_{mb}}}$$

i = % Konten gantara agregat
$$FM = 100 - \frac{G_{mb} \cdot \% \text{ agregat}}{G_b}$$

j = Persen rongga terhadap campuran 100 - (i - j) / i
$$FVM = 100 - \frac{100 \cdot G_{mb}}{G_{mm}}$$

k = Persen rongga terisi aspal 100 (i - j) / i
$$FTR = \frac{100(FM - FVM)}{FM}$$

- l = Pembacaan arloji stabilitas
- m = Stabilitas (1 x kalibrasi proving ring)
- n = stabilitas (n x kalibrasi bend uji), (kg)
- o = kelebihan (mm)
- p = Hasil bagi Marshall (Kg / mm)

*** Absorpsi aspal terhadap total agregat

$$P_{ba} = 100 \frac{G_{mb} - G_b}{G_b \cdot G_{mb}}$$

q = Kadar aspal efektif
$$P_{ke} = \% \text{ aspal} - \frac{P_{ba}}{100} \% \text{ Agg.}$$

KEPADATAN MUTLAK (PRD)

No. : 60 / 70
 Aspal : 60 / 70
 Agregat : 4,54
 Kalibrasi Pirov : 4,54 kg

No.	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k
1 a	-	5.50	1190.7	1191.9	680.8	511.1	2.330				
b	-										
2 a	-	6.00	1178.5	1180.6	678.2	502.4	2.346	2.426	15.27	3.97	74.00
b	-										
3 a	-	6.50	1186.8	1188.9	683.2	505.7	2.347	2.409	15.13	2.61	82.77
b	-										
							2.347	2.391	15.55	1.86	88.03

Ka	6.0%										
BJ Bulb Agg.	2.598	BJ Aspal	1.0243	GMM	2.409	BJ Eff Agg	2.696	Abu. Asp.			0.56

Keterangan

- a = % Aspal terhadap balutan
- b = % Aspal terhadap campuran
- c = Berat Contoh Kering (gr)
- d = Berat Contoh dalam keadaan jenuh (gr)
- e = Berat Contoh dalam air (gr)
- f = Isi Contoh (d - e)
- g = Berat Isi (c / f) = Gmb (AASHTO T - 165)
- h = GMM dilakukan dengan cara AASHTO T-209 pada korat aspal optimum perataan
- Pb = 0.035 (% CA) + 0.045 (% FA) + 0.18 (% FF) + K

$$C_{mix} = \frac{100 \cdot n_{aspal} + n_{agregat} \cdot G_b}{G_{mb}}$$

$$n = \frac{100 \cdot w_{maksimum\ campuran}}{G_{mb}}$$

$$G_{mb} = \frac{100}{\frac{100}{G_{mb}} + \frac{w_{aspal}}{G_b}}$$

$$PMA = 100 - \frac{C_{mb} \cdot n_{aspal}}{G_b}$$

$$G_b = \text{Berat Jenis Bulk Agregat}$$

$$I = \text{Persen rongga terhadap campuran } 100 - (100 \cdot g/n)$$

$$I' = 100 - \frac{100 \cdot G_{mb}}{C_{mb}}$$

$$k = \text{Persen rongga lerisi aspal } 100 (1 - I) / I'$$

$$PFR = \frac{100(I' \cdot MA - I' \cdot MA')}{I' \cdot MA}$$

BERAT JENIS

1. AGREGAT KASAR (TERTAHAN No. 4) / SNI 03 - 1969 - 1990				C. AGG.	
BERAT CONTOH DI DALAM AIR		(Gr)	3220		
BERAT JENIS (BULK)	2.528	BERAT JENIS SSD		2.569	
BERAT JENIS SEMU (APPARENT)	2.636	PENYERAPAN % (ABSORPTION)		1.619	

2. AGREGAT HALUS (LOLOS No. 4) / SNI 03 - 1970 - 1990					
BERAT CONTOH KERING PERMUKAAN JENUH SSD		(Gr)	-	-	
BERAT CONTOH KERING		(Gr)	-	-	
BERAT PIKNOMETER DI ISI AIR (25°C)		(Gr)	-	-	
BERAT PIKNOMETER + CONTOH + AIR (25°C)		(Gr)	-	-	
BERAT JENIS (BULK)	-	-	BERAT JENIS SSD	-	-
BERAT JENIS SEMU (APPARENT)	-	-	PENYERAPAN % (ABSORPTION)	-	-

3. BERAT JENIS RATA - RATA					
PERSEN CONTOH TERTAHAN No. 4		= -			
PERSEN CONTOH LOLOS		= -			
BERAT JENIS (BULK)	-	BERAT JENIS SSD	-		
BERAT JENIS SEMU (APPARENT)	-	PENYERAPAN % (ABSORPTION)	-		
BERAT JENIS EFFECTIVE					

BERAT JENIS

1. AGREGAT KASAR (TERTAHAN No. 4) / SNI 03 - 1969 - 1990

C. AGG.

BERAT CONTOH DI DALAM AIR		(Gr)	3220	
BERAT JENIS (BULK)		2.528	BERAT JENIS SSD	2.569
BERAT JENIS SEMU (APPARENT)		2.636	PENYERAPAN % (ABSORPTION)	1.619

BERAT JENIS

1. AGREGAT KASAR (TERTAHAN No. 4) / SNI 03 - 1969 - 1990

M. AGG.

BERAT CONTOH KERING OVEN		(Gr)	3133	
BERAT CONTOH KERING PERMUKAAN JENUH (SSD)		(Gr)	3175	
BERAT CONTOH DI DALAM AIR		(Gr)	1940	
BERAT JENIS (BULK)		2.537	BERAT JENIS SSD	2.571
BERAT JENIS SEMU (APPARENT)		2.626	PENYERAPAN % (ABSORPTION)	1.341

2. AGREGAT HALUS (LOLOS No. 4) / SNI 03 - 1970 - 1990

BERAT CONTOH KERING PERMUKAAN JENUH SSD		(Gr)	500.0	500.0	
BERAT CONTOH KERING		(Gr)	493.6	494.7	
BERAT PIKNOMETER DI ISI AIR (25°C)		(Gr)	658.8	655.0	
BERAT PIKNOMETER + CONTOH + AIR (25°C)		(Gr)	970.9	968.0	
BERAT JENIS (BULK)	2.627	2.636	BERAT JENIS SSD	2.661	2.667
	2.645			2.674	
BERAT JENIS SEMU (APPARENT)	2.720	2.721	PENYERAPAN % (ABSORPTION)	1.297	1.184
	2.723			1.071	

3. BERAT JENIS RATA - RATA

PERSEN CONTOH TERTAHAN No. 4	=	65.29%		
PERSEN CONTOH LOLOS	=	34.71%		
BERAT JENIS (BULK)	=	2.571	BERAT JENIS SSD	2.604
BERAT JENIS SEMU (APPARENT)	=	2.659	PENYERAPAN % (ABSORPTION)	1.286
BERAT JENIS EFFECTIVE				

BERAT JENIS

1. AGREGAT KASAR (TERTAHAN No. 4) / SNI 03 - 1969 - 1990				C. AGG.	
BERAT CONTOH DI DALAM AIR		(Gr)	3220		
BERAT JENIS (BULK)		2.528	BERAT JENIS SSD		2.569
BERAT JENIS SEMU (APPARENT)		2.636	PENYERAPAN % (ABSORPTION)		1.619

BERAT JENIS

1. AGREGAT KASAR (TERTAHAN No. 4) / SNI 03 - 1969 - 1990				Natural Sand	
BERAT CONTOH KERING OVEN		(Gr)			
BERAT CONTOH KERING PERMUKAAN JENUH (SSD)		(Gr)			
BERAT CONTOH DI DALAM AIR		(Gr)			
BERAT JENIS (BULK)			BERAT JENIS SSD		
BERAT JENIS SEMU (APPARENT)			PENYERAPAN % (ABSORPTION)		

2. AGREGAT HALUS (LOLOS No. 4) / SNI 03 - 1970 - 1990					
BERAT CONTOH KERING PERMUKAAN JENUH SSD		(Gr)	500.0	500.0	
BERAT CONTOH KERING		(Gr)	493.8	493.9	
BERAT PIKNOMETER DI ISI AIR (25°C)		(Gr)	657.1	656.0	
BERAT PIKNOMETER + CONTOH + AIR (25°C)		(Gr)	970.8	968.8	
BERAT JENIS (BULK)	2.651	2.644	BERAT JENIS SSD	2.684	2.677
	2.638			2.671	
BERAT JENIS SEMU (APPARENT)	2.742	2.735	PENYERAPAN % (ABSORPTION)	1.256	1.245
	2.727			1.235	

3. BERAT JENIS RATA - RATA			
PERSEN CONTOH TERTAHAN No. 4		=	
PERSEN CONTOH LOLOS		=	
BERAT JENIS (BULK)		BERAT JENIS SSD	
BERAT JENIS SEMU (APPARENT)		PENYERAPAN % (ABSORPTION)	
BERAT JENIS EFFECTIVE			

BERAT JENIS

1. AGREGAT KASAR (TERTAHAN No. 4) / SNI 03 - 1969 - 1990

C. AGG.

BERAT CONTOH DI DALAM AIR		(Gr)	3220		
BERAT JENIS (BULK)		2.528	BERAT JENIS SSD		2.569
BERAT JENIS SEMU (APPARENT)		2.636	PENYERAPAN % (ABSORPTION)		1.619

BERAT JENIS

1. AGREGAT KASAR (TERTAHAN No. 4) / SNI 03 - 1969 - 1990

Abu btg pisang

BERAT CONTOH KERING OVEN		(Gr)	-		-
BERAT CONTOH KERING PERMUKAAN JENUH (SSD)		(Gr)	-		-
BERAT CONTOH DI DALAM AIR		(Gr)	-		-
BERAT JENIS (BULK)		-	BERAT JENIS SSD		-
BERAT JENIS SEMU (APPARENT)		-	PENYERAPAN % (ABSORPTION)		-

2. AGREGAT HALUS (LOLOS No. 4) / SNI 03 - 1970 - 1990

BERAT CONTOH KERING PERMUKAAN JENUH SSD		(Gr)	500.0		500.0
BERAT CONTOH KERING		(Gr)	493.6		494.7
BERAT PIKNOMETER DI ISI AIR (25°C)		(Gr)	658.8		655.0
BERAT PIKNOMETER + CONTOH + AIR (25°C)		(Gr)	970.9		968.0
BERAT JENIS (BULK)	2.627	2.636	BERAT JENIS SSD	2.661	2.667
	2.645			2.674	
BERAT JENIS SEMU (APPARENT)	2.720	2.721	PENYERAPAN % (ABSORPTION)	1.297	1.184
	2.723			1.071	

3. BERAT JENIS RATA - RATA

PERSEN CONTOH TERTAHAN No. 4		=	-		
PERSEN CONTOH LOLOS		=	-		
BERAT JENIS (BULK)		-	BERAT JENIS SSD		-
BERAT JENIS SEMU (APPARENT)		-	PENYERAPAN % (ABSORPTION)		-
BERAT JENIS EFFECTIVE					

PENGUJIAN BERAT JENIS MAKSIMUM (GMM)

CAMPURAN BERASPAL

AC - WC

No.	No. Pengujian		1	2
1	Berat Piknometer + Contoh Uji (G)	Gr	2610	-
2	Berat Piknometer (B)	Gr	1425	-
3	Suhu Pengujian (C)		25.0	-
4	Berat Contoh Uji (G - B) (A)	Gr	1185	-
5	Berat Piknometer + Air (D)	Gr	3745	-
6	Berat Piknometer + Air + Contoh Uji (E)	Gr	4438	-
7	Koreksi Suhu Pengujian (H)		1.0	-
8	Berat Jenis Maksimum $\{ A / (A + D - E) \times H \}$		2.409	-
9	Berat Jenis Maksimum Rata-rata			-

PENGUJIAN AGREGAT PIPIH DAN AGREGAT LONJONG
(ASTM D - 4791)

Berat Contoh Uji (w_t) = 5004,00 gr

Ukuran Saringan	Gradasi Agregat	% Tertahan (P_i)	Berat Tertahan (w_i) gram	Berat Tertahan Setelah Pengurangan $\geq 10\%$	Butiran yang Pipih (f_i)		Butiran yang Lonjong (e_i)		Tidak Pipih & Tdk Lonjong (NFNE _i)	
					gram ¹⁾	%	gram ¹⁾	%	gram ¹⁾	%
a	b	c	$d = c \cdot w_t / P_i$	e	$g = f/e \cdot 100$	h	$i = h/e \cdot 100$	j	$k = j/e \cdot 100$	
1"										
3/4"	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,000
1/2"	2548,00	50,92	3075,30	315,50	0,00	0,00	0,00	816,50	100,000	100,000
3/8"	1588,00	31,93	1928,70	372,60	0,00	0,00	0,00	874,60	100,000	100,000
Total % tertahan ($P_1 + P_2 + P_3 + \dots$) =			82,85 %							100,00

catatan :

- 1) selain dalam berat (gram) dapat juga dinyatakan dalam jumlah butir
- 2) Nilai rata-rata (%)

$$F = \frac{(P_1 \cdot x \cdot f_1 + P_2 \cdot x \cdot f_2 + \dots + P_n \cdot x \cdot f_n)}{P_i}$$

- Keipihan

$$E = \frac{(P_1 \cdot x \cdot e_1 + P_2 \cdot x \cdot e_2 + \dots + P_n \cdot x \cdot e_n)}{P_i}$$

- Kelonjongan

$$NFNE = \frac{(P_1 \cdot x \cdot NFNE_1 + P_2 \cdot x \cdot NFNE_2 + \dots + P_n \cdot x \cdot NFNE_n)}{P_i}$$

- Tidak pipih dan tidak lonjong

PERCOBAAN ANGULARITAS AGG. KASAR (DoT's Pennsylvania Test Method, PTM No. 621)		
Percobaan No.	I	II
Berat mula-mula (gr)	960.2	955.4
Agg. Pecah 1 atau lebih (gr)	950.0	944.5
Agg. Pecah 2 atau lebih (gr)	937.3	930.6
Angularitas (%)	100 / 100	

PERCOBAAN ANGULARITAS AGG. HALUS (AASHTO TP-33, ASTM Standard Method Of Test C 1252)				
Percobaan No.	Abu Batu		Pasir	
	I	II	I	II
Berat Contoh + Tabung (gr)	455.1	454.6	446.9	447.2
Berat Tabung (gr)	320.0	320.0	320.0	320.0
Berat Contoh (w) (gr)	135.1	134.6	126.9	127.2
Volume Tabung (cc)	99.0	99.0	99.0	99.0
Berat Jenis Kering Oven (Gsb)	2.636	2.636	2.644	2.644
Angularitas (%)	48.23	48.43	51.53	51.41
$\frac{V - (W / Gsb)}{V} \times 100$				
Rata - rata (%)	48.33		51.47	

ABRASION TEST
(SNI 03 - 2417 - 2008)

GRADASI YANG DIUJI		B	-	+ -
BERAT CONTOH YANG (Gr)	A	5000	5000	-
BERAT CONTOH TETAP SARINGAN No. 12 (Gr)	B	3790	3762	-
KEAUSAN CONTOH (%)	$\frac{A-B}{A} \times 100$	24.20	24.76	24.48

SAND EQUIVALENT TEST
(SNI 03 - 4428 - 1997)

TEST NO.		I	II	Rata - Rata
CLAY READING	A	3.70	3.70	-
SAND READING	B	3.50	3.45	-
SAND EQUIVALENT	$\frac{B}{A} \times 100$	94.59	93.24	93.92

KELEKATAN ASPAL TERHADAP AGREGAT
(SNI 03-2439 - 1991)

Berat Contoh Kering Oven (Lolos 3/8 " terhadap 1/4") (Gr)	100
Berat Aspal (Gr)	5.00
Kelekatan (%)	95 +

$$\frac{B}{A} \times 100 \quad \frac{A-B}{A} \times 100$$

PENGUJIAN JUMLAH BAHAN DALAM AGREGAT KASAR

YANG LOLOS SARINGAN No. 200 (0.075 mm)

(SNI 03-4142-1996)

NO. CONTOH	UKURAN MAKS. AGREGAT NO. 4 (4,75 mm)		SATUAN
	I	II	
	BERAT KERING BENDA UJI + WADAH (W ₁)	815.2	
BERAT WADAH (W ₂)	120.0	124.1	Gram
BERAT KERING BENDA UJI AWAL W ₃ = (W ₁ - W ₂)	695.2	693.5	Gram
BERAT KERING BENDA UJI SESUDAH PENCUCIAN + WADAH (W ₄)	805.1	806.2	Gram
BERAT KERING BENDA UJI SESUDAH PENCUCIAN W ₅ = (W ₄ - W ₂)	685.1	682.1	Gram
PERSEN BAHAN LOLOS SARINGAN NOMOR 200 (0.075 mm) $W_6 = \frac{(W_3 - W_5)}{W_3} \times 100\%$	1.45	1.64	%
RATA-RATA = $\frac{I + II}{2}$	1.55		%