

**CANGKANG SAWIT SEBAGAI BAHAN
PENGANTI FINE AGREGAT PADA
CAMPURAN PERKERASAN JALAN
(Penelitian)**

SKRIPSI

**Diajukan Untuk Memenuhi Persyaratan
Ujian Sarjana**

oleh:

**VIVI SEFRANI
10.811.0031**



**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MEDAN AREA
MEDAN
2013**

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 5/9/23

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)5/9/23

**CANGKANG SAWIT SEBAGAI BAHAN
PENGANTI FINE AGREGAT PADA
CAMPURAN PERKERASAN JALAN
(Penelitian)**

SKRIPSI


OLEH

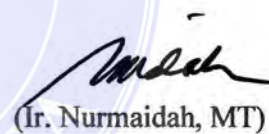
VIVI SEFRANI
10.811.0031

Disetujui:

Pembimbing I,

Pembimbing II,


(Ir. Kamaluddin Lubis, MT)


(Ir. Nurmaidah, MT)

Mengetahui:


(Ir. Hj. Haniza, MT)

Ka. Program Studi


(Ir. Kamaluddin Lubis, MT)

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 5/9/23

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)5/9/23

ABSTRAK

Konstruksi jalan raya merupakan salah satu sarana penting sebagai pendukung perkembangan dan peningkatan perekonomian suatu wilayah.

Penelitian ini meneliti pengaruh penggunaan serbuk cangkang sawit sebagai pengganti agregat halus terhadap parameter lapis aspal, seperti berat isi, stabilitas, kelelahan, marshall quotient, rongga dalam campuran, rongga dalam agregat, dan rongga terisi aspal, pada pengujian marshall dari campuran aspal tersebut. Benda uji yang dicetak ada 30 buah, yakni mulai dari agregat halus seutuhnya, agregat halus ditambah dengan serbuk cangkang sawit dengan kadar 10% dari jumlah agregat halus, 30% dari jumlah agregat halus, 50% dari jumlah agregat halus, 70% dari jumlah agregat halus.

Adapun uji coba diadakan untuk mengetahui seberapa besar pengaruh serbuk cangkang sawit sebagai pengganti agregat halus pada campuran perkerasan jalan.

Dari penelitian ini diperoleh kesimpulan bahwa: 1) Semakin banyak kadar serbuk cangkang sawit di dalam campuran dengan kadar aspal yang sama maka nilai berat isi semakin kecil, pada serbuk cangkang sawit 10% (2,287 gram/mm); 2) Campuran dengan variasi kadar serbuk cangkang sawit 10% (845,83%) dapat membantu menaikkan nilai stabilitas dari lapisan perkerasan tersebut; 3) Semakin bertambah kadar serbuk cangkang sawit yang digunakan, maka nilai kelelehannya akan semakin turun hingga 70% (2,55 mm); 4) Semakin banyak serbuk cangkang sawit dalam campuran dengan kadar aspal yang sama, maka nilai rongga terhadap campurannya semakin besar, pada variasi serbuk cangkang sawit yang memenuhi nilai 10% (5,34%); 5) Semakin banyak campuran serbuk cangkang sawit dalam campuran dengan kadar aspal yang sama, maka nilai rongga terisi aspal semakin kecil variasi kadar serbuk cangkang sawit yang sesuai dengan spesifikasi 10% (68,90%); 6) Semakin banyak serbuk cangkang sawit yang digunakan dalam campuran dengan kadar aspal yang sama, maka nilai rongga terhadap agregat semakin besar 70 % (23,33%); 7) Semakin banyak kadar serbuk cangkang sawit di dalam campuran dengan kadar aspal yang sama, maka nilai Marshall Quotient (MQ) semakin kecil variasi kadar serbuk cangkang sawit yang sesuai dengan spesifikasi 10% (203 kg/mm)

Kata Kunci: Aspal, Cangkang Sawit, Marshall.

ABSTRACT

Highway construction is one of the important means to support the development and improvement of the economy of a region.

This study examines the effect of using palm shell powder as a substitute for fine aggregate for asphalt layer parameters such as those in bulk density, stability, flow, marshall quotient, voids in the mix, voids in the aggregate, and voids filled with asphalt, the marshall testing of the asphalt mixture. Printed specimen there are 30 pieces, ranging from completely fine aggregate, fine aggregate coupled with palm shell powder with high levels of 10% of the amount of fine aggregate, 30% of the amount of fine aggregate, 50% of the amount of fine aggregate, 70% of the aggregate amount smooth. As for trials conducted to find out how big the influence of palm shell powder as a substitute for fine aggregate in the mix of street pavement.

Conclusions derived from this study that: 1) The rate of many palm shell powder in asphalt mixture with the same rate then the contents of the smaller weight, on palm shell powder 10% (2,287 grams / mm), 2) Mix the powder rate variations palm shell 10% (845.83%) to help raise the stability of the pavement layer, 3) the increased rate of palm shell powder is used, then the value will kekehannya getting down to 70% (2.55 mm), 4) more many palm shell powder in asphalt mixture with the same rate, then the cavity of the larger coalition, on palm shell powder variations that meet the 10% (5.34%); 5) A growing number of palm shell powder mixture in a mixture with asphalt the same rate, then the value of the smaller cavity filled asphalt performing variations palm shell powder rate according to the specifications of 10% (68.90%); 6) A growing number of palm shell powder used in the mix with asphalt the same rate, then the cavity of the greater aggregate of 70% (23.33%); 7) the rate of many palm shell powder in asphalt mixture with the same rate, then the Marshall Quotient (MQ) the smaller the rate of three variations palm shell powder according to the specifications of 10% (203 kg / mm)

Keywords: Asphalt, Shell Oil, Marshall.

DAFTAR ISI

	Halaman
ABSTRAK	i
ABSTRACT	ii
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI	v
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR.....	x
DAFTAR NOTASI	xi
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Maksud dan Tujuan	2
1.3 Perumusan Masalah	3
1.4 Pembatasan Masalah	3
1.5 Metodologi Penelitian.....	4
1.6 Kerangka Berfikir	4
BAB 2. TINJAUAN KEPUSTAKAAN	5
2.1 Lapisan Permukaan	6
2.1.1 Fungsi Lapisan Permukaan.....	7
2.1.2 Jenis Lapisan Permukaan.....	8
2.2 Bahan-bahan Lapisan Permukaan	9
2.4.1. Agregat	9
a. Sifat Agregat	9

b. Gradasi	12
c. Daya Tahan Agregat	13
2.4.2. Agregat Halus	14
2.4.3. Cangkang Kelapa Sawit.....	14
2.4.4. Bahan Pengisi	15
2.4.5. Aspal	15
2.3 Pembuatan Campuran Beraspal Panas.....	18
2.3.1. Teori Umum.....	18
2.3.2 Penggabungan Agregat.....	19
2.3.3 Perhitungan Kadar Aspal Rencana Campuran.....	20
2.3.4 Perencanaan Kebutuhan Bahan Campuran.....	20
2.3.5 Pembuatan Benda Uji Marshall	21
2.3.6 Pemeriksaan Volumetrik	25
2.3.7 Penujian Marshall	26
2.4 Berat isi atau Kepadatan	28
2.5 Stabilitas	28
2.6 Kelelehan.....	29
2.7 Rongga Terhadap Campuran	29
2.8 Rongga Terisi Aspal	29
2.9 Rongga Terisi Agregat	30
2.10 Marshall Quotient	30

BAB 3. METODE PENELITIAN 31

3.1 Metode Penelitian

 31

3.2 Metode Penelitian

 31

3.3	Teknik Pengumpulan Data	31
3.3.1	Data Primer	31
3.3.2	Data Sekunder.....	32
3.4	Bahan Dan Peralatan Penelitian	32
3.4.1	Pemeriksaan Berat Jenis Agregat Kasar.....	32
3.4.2	Pemeriksaan Berat Jenis Agregat Halus.....	33
3.4.3	Pemeriksaan Analisa Agregat Kasar, Sedang dan Halus	35
3.4.4	Pengujian Serbuk Cangkang Sawit.....	35
3.4.5	Perencanaan Campuran Beraspal	36
3.5	Pembuatan Benda Uji Marshall.....	38
3.5.1	Peralatan Pembuatan Uji Marshall.....	38
3.5.2	Bahan Pembuat Benda Uji	38
3.5.3	Pelaksanaan Pembuatan Benda Uji.....	39
3.6	Pemeriksaan Volumetrik.....	41
3.6.1	Peralatan Analisis Volumetrik.....	41
3.6.2	Bahan Analisis Volumetrik.....	41
3.6.3	Pelaksanaan Analisis Volumetrik.....	41
3.7	Pengujian Marshall	42
3.7.1	Peralatan Uji Marshall	42
3.7.2	Bahan Uji Marshall	42
3.7.3	Pelaksanaan Penhujian Marshall	42
BAB 4. ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN.....		44
4.1	Data Hasil Penelitian Agregat.....	44
UNIVERSITAS MEDAN AREA Pemeriksaan Agregat Kasar		44

4.1.2	Hasil Pemeriksaan Agregat Halus	44
4.1.3	Hasil Pemeriksaan Serbuk Cangkang Sawit	44
4.1.4	Perhitungan Kebutuhan Material	44
4.1.5	Data Dan Grafik Penggabungan Agregat	47
4.1.6	Persentase Agregat Dalam Setiap Variasi	48
4.2	Data dan Perhitungan Berat Jenis Campuran.....	48
4.2.1	Data Parameter Penentuan Pemeriksaan Agregat	48
4.2.2	Data Berat Jenis Efektif FA Dan CS Terhadap Campuran	49
4.2.3	Data Berat Jenis Bulk FA Dan CS Terhadap Campuran	49
4.2.4	Data Berat Jenis Efektif Gabungan	49
4.2.5	Data Berat Jenis Bulk Gabungan	51
4.2.6	Data Hasil Volumetrik	53
4.2.7	Analisa Hasil Volumetrik	54
4.4	Data Pengujian dengan Alat Marshall.....	57
4.5	Pembahasan	58
4.5.1	Pengaruh Penggunaan Bahan Cangkang Sawit Sebagai Pengganti Agregat Halus Pada Campuran	58
4.5.2	Kelayakan penggunaan limbah cangkang sawit dalam campura AC-WC yang digunakan sebagai pengganti agregat halus	62
BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN		64
5.1	Kesimpulan	64
5.2	Saran	66

DAFTAR PUSTAKA

UNIVERSITAS MEDAN AREA
LAMPIRAN-LAMPIRAN

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 5/9/23

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)5/9/23

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 LATAR BELAKANG

Masalah transportasi saat ini merupakan masalah yang sering dihadapi oleh berbagai negara, baik negara yang sudah maju maupun negara berkembang seperti Indonesia, maka setiap negara ingin menciptakan transportasi yang dapat menjamin pergerakan manusia atau barang secara lancar, aman, teratur, mudah, cepat dan nyaman

Konstruksi jalan raya merupakan salah satu sarana penting sebagai pendukung perkembangan dan peningkatan perekonomian suatu wilayah. Salah satu indikasi berkembang dan meningkatnya perekonomian suatu wilayah adalah semakin tersedianya sarana dan prasarana yang mampu melayani kebutuhan penduduknya sehingga mampu menjalankan kegiatan ekonominya secara aman, nyaman, mudah dan lancar. Sesuai dengan perkembangan suatu wilayah, konstruksi jalan raya juga terus mengalami peningkatan baik dari segi kualitas pelayanan maupun dari jumlah pelaksanaan proyek konstruksinya.

Secara umum dapat di ambil suatu pendekatan dengan memberikan kriteria-kriteria sederhana terhadap bahan-bahan lapisan permukaan antara lain : Memiliki stabilitas yang tinggi, tidak mudah aus dan retak, penurunan sekecil mungkin, dalam usaha untuk mendapatkan lapisan perkerasan yang memiliki nilai stabilitas yang tinggi, banyak usaha yang dilakukan. Susunan konstruksi perkerasan lentur jalan raya terdiri dari lapisan permukaan, pondasi atas, pondasi bawah, yang langsung diletakkan diatas tanah dasar yang telah dipadatkan.

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 5/9/23

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

langsung menerima dan menyalurkan beban lalu lintas kelapisan bawahnya dan berhubungan langsung dengan pengaruh luar seperti cuaca, panas matahari, hujan dan sebagainya. Dalam hal ini lapisan permukaan tersebut atau dikenal sebagai Laston merupakan salah satu campuran agregat dan aspal, dimana stabilitasnya dikembangkan berdasarkan variasi ukuran butiran agregat yang saling mengunci dan secara umum telah digunakan di Indonesia sebagai lapisan permukaan, khususnya lapisan aus.

Dalam penelitian akan diteliti penggunaan cangkang sawit sebagai bahan pengganti agregat halus pada campuran perkerasan jalan dan membandingkannya dengan bahan standar terhadap kadar aspal, apakah cangkang sawit sebagai limbah pabrik kelapa sawit dapat digunakan sebagai bahan material jalan raya. Cangkang sawit yang digunakan yang saat ini banyak di produksi. Perkembangan jaringan jalan pada suatu daerah umumnya terlahir dan berkembang seiring dengan arus perkembangan segala sisi aspek kehidupan.

1.2 Maksud Dan Tujuan Penelitian

1. Adapun maksud dari penelitian untuk menambah pilihan penggunaan bahan perkerasan yang lebih ekonomis dan ramah lingkungan, usaha pemanfaatan bahan yang terbuang seperti cangkang sawit menjadi bahan yang berguna sehingga dapat memberi kontribusi dalam bidang jalan raya.
2. Adapun tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh penggunaan cangkang sawit sebagai pengganti agregat halus terhadap parameter-parameter seperti stabilitas, berat isi, kelelehan, rongga terhadap campuran, rongga terisi aspal, rongga terhadap agregat, marshall quotient dalam campuran AC-WC, dan untuk mengetahui limbah cangkang sawit

campuran, rongga terisi aspal, rongga terhadap agregat, marshall quotient dalam campuran AC-WC, dan untuk mengetahui limbah cangkang sawit dapat digunakan sebagai pengganti agregat halus dalam campuran AC-WC.

1.3 PERUMUSAN MASALAH

Dalam penelitian ada permasalahan yang akan dilihat antara lain:

1. Bagaimanakah pengaruh penggunaan serbuk cangkang sawit sebagai bahan pengganti agregat halus bila digunakan sebagai campuran perkerasan jalan?
2. Apakah campuran serbuk cangkang sawit dengan aggregate halus halus dapat meningkatkan nilai stabilitas pada lapisan jalan?

1.4 PEMBATAAN MASALAH

Dengan adanya permasalahan-permasalahan yang muncul di atas maka dapat dibatasi masalah tersebut yaitu persentase penggunaan serbuk cangkang sawit dengan agregat halus adalah 10%; 30%; 50%; 70% dari berat agregat halus, dan 100% tanpa serbuk cangkang sawit. Setelah itu di lakukan pemeriksaan campuran agregat halus dengan serbuk cangkang sawit yang di ketahui setelah di lakukan pengujian terhadap percobaan marshall yang terdiri dari stabilitas, berat isi, kelelahan, rongga terhadap campuran, rongga terisi aspal, rongga terhadap agregat, marshall quotient.

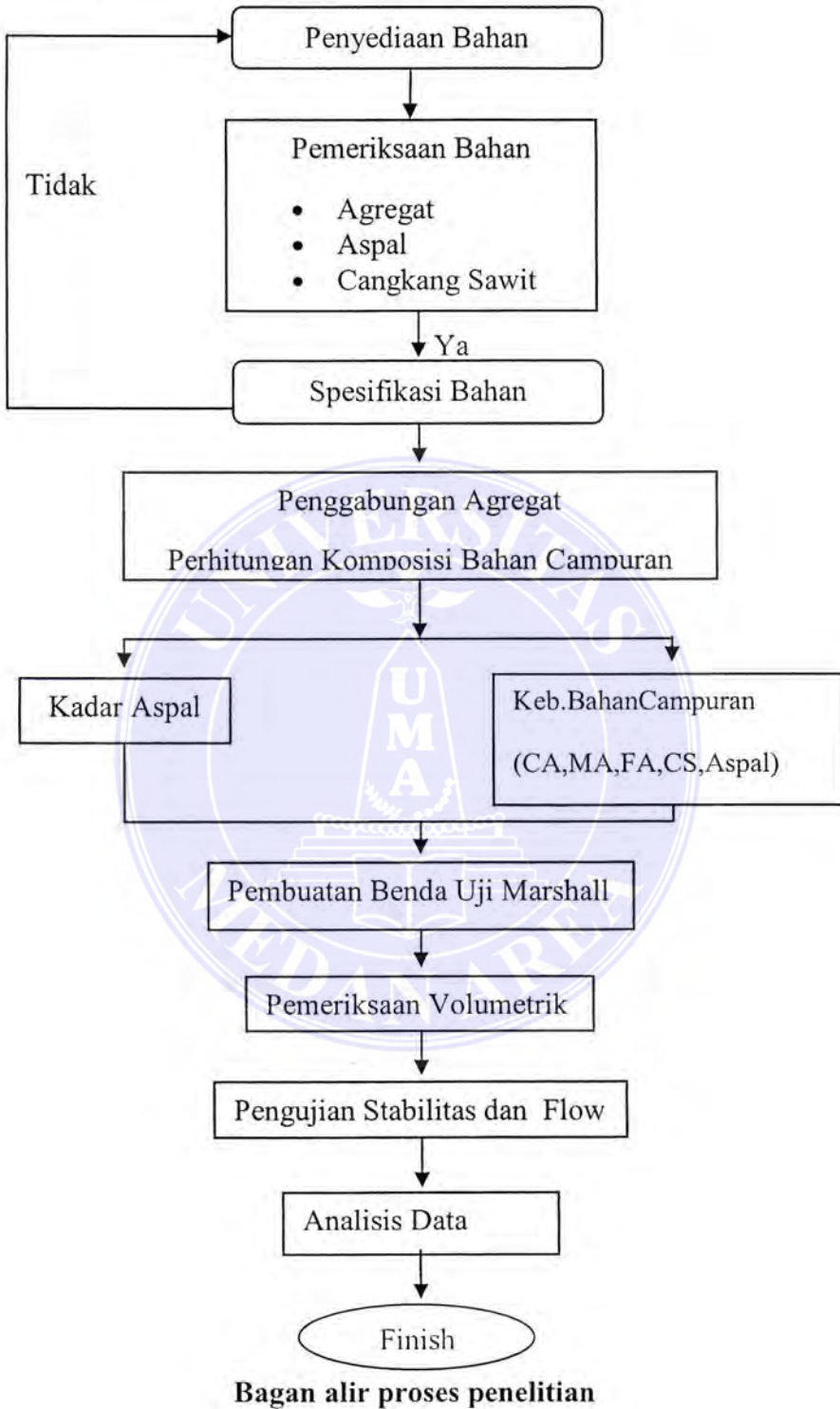
1.5. METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian dilakukan di Laboratorium Jalan Raya PT. Adhi Karya (Persero) Tbk Base Camp Pasar V Petumbak, Medan.

Metode pengumpulan data ini dilakukan dengan cara sekunder (literatur, jurnal-jurnal dan lainnya) dan primer (pengumpulan data dilakukan di Laboratorium). Pengolahan data, sebelum pengujian dilakukan terlebih dahulu pemeriksaan data-data seperti berat kering, berat dalam air dan berat kering permukaan jenuh dari benda uji Marshall. Pengujian benda uji dengan metode Marshall untuk mengetahui parameter-parameter campuran AC-WC tersebut.



1.6 KERANGKA BERFIKIR



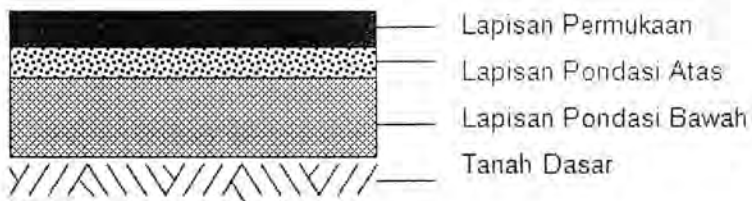
BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Lapisan Permukaan

Konstruksi perkerasan lentur terdiri dari lapisan–lapisan yang diletakkan di atas tanah dasar yang telah dipadatkan. Lapisan–lapisan tersebut berfungsi untuk menerima beban lalu lintas dan menyebarkannya ke lapisan di bawahnya. Perkerasan modern pada umumnya terdiri dari beberapa lapis bahan dengan kualitas yang berbeda-beda dimana lapisan yang paling kuat diletakan paling atas. Menurut sifat perekat yang digunakan, konstruksi perkerasan dapat dibedakan atas :

1. Perkerasan lentur yaitu perkerasan yang menggunakan lapisan aspal sebagai bahan pengikat. Lapisan-lapisannya bersifat memikul dan menyebarkan beban lalu lintas ke tanah dasar yang telah dipadatkan. Lapisan-lapisan tersebut adalah:
 - a. Lapisan permukaan
 - b. Lapisan pondasi atas
 - c. Lapisan pondasi bawah
 - d. Lapisan tanah dasar



Gambar 2.1 Susunan Lapis Perkerasan lentur

2. Perkerasan Kaku yaitu konstruksi perkerasan jalan raya yang menggunakan campuran beton semen sebagai bahan perkerasannya,
3. Perkerasan komposit, yaitu perkerasan yang bahan lapis perkerasannya merupakan kombinasi bahan aspal dan campuran beton.

Perbedaan antara lapisan perkerasan lentur dengan perkerasan kaku ditunjukkan dalam

Tabel 2.1 Perbedaan perkerasan lentur dengan perkerasan kaku.

PERKERASAN LENTUR	PERKERASAN KAKU
a. Jika ada beban permukaan perkerasan akan melendut dan jika hilang akan kembali ke bentuk semula.	a. Jika ada beban yang diberikan pada lapisan permukaan, lapisan permukaan akan tetap kaku.
b. Kekuatannya tergantung dari kemampuan penyebaran tegangan lapisan perkerasan. Jadi sangat dipengaruhi oleh kekuatan tanah dasar.	b. Kekuatannya lebih dominan tergantung atas kekuatan lapisan betonnya dan tidak terlalu dipengaruhi oleh kekuatan tanah dasar.
c. Karakteristik Perkerasan Lentur antara lain: <ol style="list-style-type: none"> 1. Bersifat elastis jika menerima beban, sehingga dapat memberi kenyamanan bagi pengguna jalan. 2. Seluruh lapisan ikut menanggung beban. 3. Penyebaran tegangan kelapisan tanah dasar sedemikian sehingga tidak merusak lapisan tanah dasar. 4. Pada umumnya menggunakan bagen pengikat aspal. 5. Usia rencana maksimum 20 tahun. 	c. Karakteristik Perkerasan Kaku antara lain: <ol style="list-style-type: none"> 1. Bersifat kaku karena yang digunakan sebagai perkerasan dari beton. 2. Digunakan pada jalan yang mempunyai lalu lintas dan beban muatan tinggi. 3. Kekuatan beton sebagai dasar perhitungan tebal perkerasan. 4. Usia rencana bisa lebih 20 tahun.

Sumber: Silvia Sukirman, 1994.

2.1.1 Fungsi Lapisan Permukaan

Lapisan permukaan adalah lapisan yang terletak paling atas, yang berfungsi sebagai berikut :

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 5/9/23

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)5/9/23

- a. Lapis perkerasan penahan beban roda, lapisan yang mempunyai Stabilitas tinggi untuk menahan beban roda selama masa pelayanan.
- b. Lapis kedap air, sehingga air hujan dan air lainnya yang jatuh di atasnya tidak meresap ke lapisan di bawahnya dan melemahkan lapisan–lapisan tersebut.
- c. Lapis aus , 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 yang lebih jelek.

Untuk dapat memenuhi fungsi–fungsi diatas maka pada umumnya lapisan permukaan dibuat dengan menggunakan bahan pengikat aspal sehingga menghasilkan lapisan yang kedap air dengan Stabilitas tinggi dan daya tahan yang lama.

2.1.2 Jenis Lapisan Permukaan

Jenis lapisan permukaan yang umum dipergunakan di Indonesia antara lain :

1. Lapisan bersifat non struktural, lapisan ini berfungsi sebagai lapisan aus dan kedap air, antara lain :
 - a. Burtu (Leburan aspal satu lapis), merupakan lapis penutup yang terdiri dari lapisan aspal yang ditaburi dengan satu lapis agregat bergradasi seragam dengan tebal maksimum 2 cm.



- b. Burda (Lapisan aspal dua lapis), merupakan lapis penutup yang terdiri dari lapisan aspal ditaburi agregat yang dikerjakan dua kali secara berurutan dengan tebal padat maksimum 3,5 cm.
 - c. Latasir (Lapis tipis aspal pasir), merupakan lapis penutup yang terdiri dari lapisan aspal dan pasir alam bergradasi menerus dicampur, dihampar dan dipadatkan pada suhu tertentu dengan tebal 1-2 cm.
 - d. Buras (Leburan aspal), merupakan lapis penutup terdiri dari lapisan aspal taburan pasir dengan ukuran butir maksimum 3/8 inci.
 - e. Latasbun (Lapis tipis asbuton murni), merupakan lapis penutup yang terdiri dari campuran asbuton dan bahan pelunak dengan perbandingan tertentu yang dicampur secara dingin dengan tebal padat maksimum 1 cm.
 - f. Lataston (Lapis tipis aspal beton), merupakan lapis penutup yang terdiri dari campuran antara agregat bergradasi timpang, mineral pengisi (filler) dan aspal keras dengan perbandingan tertentu, yang dicampur dan dipadatkan dalam keadaan panas, tebal padat antara 2,5 – 3 cm.
2. Lapisan bersifat struktural, berfungsi sebagai lapisan yang menahan dan menyebarkan beban roda, antara lain :
- a. Penetrasi McAdam (Lapen), merupakan lapis perkerasan yang terdiri dari agregat pokok dan agregat pengunci bergradasi terbuka dan seragam yang diikat oleh aspal dengan cara disemprotkan di atasnya dan dipadatkan lapis demi lapis. Di atas lapen ini, biasanya diberi

laburan aspal dengan agregat penutup. Tebal lapisan satu lapis dapat bervariasi dari 4 – 10 cm.

- b. Lasbutag, merupakan suatu lapisan pada konstruksi jalan yang terdiri dari campuran antara agregat, asbuton dan bahan pelunak yang diaduk, dihampar dan dipadatkan secara dingin. Tebal padat tiap lapisannya antara 3 – 5 cm.
- c. Laston (Lapisan aspal beton), merupakan suatu lapisan pada konstruksi jalan yang terdiri dari campuran aspal keras dan agregat yang mempunyai gradasi menerus, dicampur dan dipadatkan pada suhu tertentu.

2.2 Bahan-Bahan Lapisan Permukaan

2.2.1 Agregat

Agregat adalah suatu bahan yang terdiri dari mineral padat, berupa masa berukuran besar ataupun berupa fragmen-fragment. Agregat atau batuan merupakan komponen utama dari lapisan perkerasan jalan yaitu mengandung 90-95% agregat berdasarkan persentase berat atau 25-85% agregat berdasarkan persentase volume. Dengan demikian daya dukung, keawetan dan mutu perkerasan jalan ditentukan juga dari sifat agregat dan hasil campuran agregat dengan material lain. Agregat yang digunakan untuk lapisan permukaan adalah agregat alam yang telah dipecah dengan menggunakan mesin pemecah batu sehingga ukuran partikel yang dihasilkan dapat terkontrol dan gradasi yang diharapkan dapat dicapai sesuai dengan spesifikasi yang ditetapkan.

a. Sifat Agregat

Sifat dan kualitas agregat menentukan kemampuannya dalam memikul beban lalu lintas. Agregat dengan kualitas dan sifat yang baik dibutuhkan untuk lapisan permukaan yang langsung memikul beban lalu lintas dan menyebarkannya ke lapisan dibawahnya. Sifat agregat yang menentukan kualitasnya sebagai bahan konstruksi perkerasan jalan dapat dikelompokkan menjadi 3 kelompok yaitu :

1. Kekuatan dan keawetan dipengaruhi oleh :
 - a. Gradasi
 - b. Ukuran Maksimum
 - c. Kadar Lempung
 - d. Kekerasan dan Ketahanan
 - e. Bentuk Butir
 - f. Tekstur Permukaan
2. Kemampuan dilapisi aspal dengan baik, dipengaruhi oleh :
 - a. Porositas
 - b. Kemungkinan Basah
 - c. Jenis Agregat
3. Kemudahan dalam pelaksanaan dan menghasilkan lapisan yang nyaman dan aman, dipengaruhi oleh :
 - a. Tahanan Geser
 - b. Campuran yang memberikan kemudahan dalam pelaksanaan.

b. Gradasi

Gradasi atau distribusi partikel-partikel berdasarkan ukuran agregat merupakan hal yang penting dalam menentukan Stabilitas Perkerasan. Gradasi agregat mempengaruhi besarnya rongga antar butir yang akan menentukan stabilitas dan kemudahan dalam proses pelaksanaan.

Gradasi agregat diperoleh dari hasil analisa saringan saringan dengan menggunakan 1 (satu) set saringan dimana saringan yang paling kasar diletakkan diatas dan yang paling halus terletak paling bawah 1 set saringan dimulai dari pan dan diakhiri dengan tutup.

Dalam melaksanakan gradasi dapat dilakukan dengan menggunakan alat mesin getar selama 15 menit ataupun dengan cara manual digoyang hingga sampel tanah yang ada sampai di pan yang berada dibawah.

Gradasi agregat dapat dibedakan atas :

1. Gradasi Seragam adalah Agregat dengan ukuran yang hampir sama/sejenis. Gradasi seragam disebut juga gradasi terbuka, agregat dengan gradasi seragam akan menghasilkan lapisan permukaan dengan sifat Permeabilitas tinggi, Stabilitas kurang, berat volume kecil.
2. Gradasi Rapat merupakan campuran agregat kasar dan halus dalam porsi yang berimbang, sehingga dinamakan juga agregat bergradasi baik. Agregat dengan gradasi rapat akan menghasilkan lapisan perkerasan dengan Stabilitas tinggi, kurang kedap air, sifat drainase jelek dan berat volume besar.

3. Gradasi Buruk merupakan campuran agregat yang tidak memenuhi 2 kategori diatas. Agregat bergradasi buruk yang umum digunakan untuk lapisan perkerasan lentur yaitu Gradasi Celah 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.

c. Daya Tahan Agregat

Daya Tahan Agregat adalah ketahanan agregat untuk tidak hancur/pecah oleh pengaruh mekanis ataupun kimia. Degradasi didefinisikan sebagai kehancuran agregat menjadi partikel-partikel yang lebih kecil akibat gaya yang diberikan pada waktu penimbunan, pemadatan ataupun oleh beban lalu lintas. Disintegrasi didefinisikan sebagai pelapukan pada agregat menjadi butir-butir halus akibat pengaruh kimiawi seperti kelembaban, kepanasan ataupun perbedaan temperatur sehari-hari.

Agregat yang digunakan untuk lapisan perkerasan haruslah mempunyai daya tahan terhadap pemecahan yang mungkin timbul selama proses pencampuran, pemadatan, repetisi beban lalu lintas dan penghancur yang terjadi selama masa pelayanan jalan tersebut. Ketahanan agregat terhadap penghancuran diperiksa dengan menggunakan percobaan Abrasi Los Angeles. Agregat yang telah disiapkan sesuai gradasi dan berat yang ditentukan, dimasukkan bersama bola-bola baja kedalam mesin Los Angeles, lalu diputar dengan kecepatan 30/33 rpm selama 500 putaran. Nilai

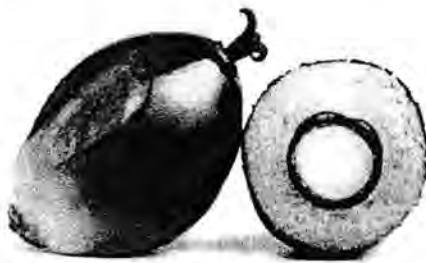
akhir dinyatakan dalam persen (%) yang merupakan hasil perbandingan antara berat benda uji semula dikurang berat benda uji tertahan saringan dibandingkan dengan berat benda uji semula.

2.2.2 Agregat Halus

Agregat halus harus terdiri dari partikel- partikel yang bersih, keras, tidak mengandung lempung atau bahan organik lainnya. Butiran pasir alam mempunyai bentuk partikel bulat dan tekstur permukaan yang licin, berbeda dengan agregat halus batu pecah yang mempunyai bentuk bersudut dan kasar. Bentuk dan tekstur permukaan agregat halus ini akan memberikan sumbangan yang besar terhadap kinerja campuran. fungsi utama dari agregat halus adalah untuk mendukung stabilitas dan mengurangi deformasi permanen.

2.2.3 Cangkang kelapa sawit

Cangkang sawit mempunyai struktur kulit yang sangat tebal dan keras serta banyak mengandung zat kersik (SiO_2). Silika dioksida ini dapat meningkatkan kekuatan tekan campuran beraspal karena dapat mengurangi susut dan me-ningkatkan daya tahan terhadap keretakan. Selain itu pori-pori cangkang kelapa sawit lebih rapat sehingga lebih kaku dan padat



Gambar 2.2 Buah Sawit

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 5/9/23

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)5/9/23

2.2.4 Bahan Pengisi

Bahan pengisi dapat terdiri atas debu batu kapur, debu dolomite, semen Portland, abu terbang, debu tanur tinggi pembuat semen atau bahan mineral tidak plastis lainnya. Bahan pengisi harus bebas dari semua bahan yang tidak dikehendaki. Bahan pengisi harus terdiri dari bahanyang lolos saringan ukuran 0.28 mm atau No. 50 paling sedikit 95 %. Bahan pengisi harus kering dan bebas gumpalan-gumpalan dan bila diuji menggunakan analisis saringan dengan cara pencucian sesuai dengan SNI 03-4142-1996 harus minimum 75% (dianjurkan minimum 85%) lolos saringan 0.0075 mm. Kapur tohor dapat digunakan sebagai bahan pengisi dengan proporsi maksimum 1 % terhadap berat total campuran.

Filler adalah agregat mikro yang pada prinsipnya lolos saringan No. 200 (0.075 mm). Biasanya filler yang digunakan adalah abu batu atau batu kapur karena umumnya lebih ekonomis. Fungsi filler adalah untuk meningkatkan viskositas dari bitumen dan mengurangi kepekaan terhadap temperature, serta memberikan keuntungan bahwa sebagian besar filler diserap oleh bitumen sehingga meningkatkan volumenya. Tetapi bila terlalu banyak filler, cenderung menghasilkan campuran yang getas dan mudah retak, bila terlalu rendah akan menghasilkan campuran yang terlalu lunak pada cuaca panas.

2.2.5 Aspal

Aspal didefenisikan sebagai material berwarna hitam atau coklat tua, pada temperatur 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

UNIVERSITAS MEDAN AREA

masuk ke dalam pori-pori yang ada pada saat penyemprotan/penyiraman pada

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 5/9/23

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

perkerasan macadam ataupun pelaburan. Jika temperatur mulai turun, aspal akan mengeras dan mengikat agregat pada tempatnya, sebagai salah satu material konstruksi perkerasan lentur, aspal merupakan salah satu komponen kecil, umumnya hanya 4 - 10% berdasarkan berat atau 10 - 15% berdasarkan volume, tetapi merupakan komponen yang relatif mahal.

Aspal yang umum digunakan berasal dari salah satu hasil 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 proses hasil residu dari destilasi minyak bumi, sering disebut sebagai aspal semen. Aspal semen bersifat mengikat agregat pada campuran aspal beton dan memberikan lapisan kedap air, serta tahan terhadap pengaruh asam, basa dan garam. Ini berarti jika dibuatkan lapisan dengan mempergunakan aspal sebagai bahan dengan mutu yang baik dapat memberikan lapisan kedap air dan tahan terhadap pengaruh cuaca dan reaksi kimia yang lain.

a. Jenis Aspal

Berdasarkan cara diperolehnya aspal dapat dibedakan atas :

1. Aspal Alam, dibedakan atas :
 - a. Aspal Gunung contohnya aspal dari Pulau Buton.
 - b. Aspal Danau contohnya aspal dari Bermudez, Trinidat.
2. Aspal Buatan, dibedakan atas:
 - a. Aspal Minyak, merupakan hasil penyulingan minyak bumi
 - b. Tar, merupakan hasil penyulingan batu bara.

b. Aspal Minyak

Aspal minyak dengan bahan dasar aspal dapat dibedakan atas :

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 5/9/23

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)5/9/23

1. Aspal keras/panas adalah aspal yang digunakan dalam keadaan cair dan panas. Aspal ini berbentuk padat pada keadaan penyimpanan (temperatur ruang). Aspal semen pada temperatur ruang ($25^{\circ} - 30^{\circ}\text{C}$) berbentuk padat, aspal semen terdiri dari beberapa jenis tergantung dari proses pembuatannya dan jenis minyak bumi asalnya. Pengelompokkan aspal semen dapat dilakukan berdasarkan nilai penetrasi pada temperatur 25°C ataupun berdasarkan nilai Viskositasnya.

Di Indonesia aspal semen biasanya dibedakan berdasarkan nilai penetrasinya, yaitu :

1. AC pen 40/50, yaitu AC dengan penetrasi antara 40 – 50
 2. AC pen 60/70, yaitu AC dengan penetrasi antara 60 – 70
 3. AC pen 85/100, yaitu AC dgn penetrasi antara 85 – 100
 4. AC pen 120/150, yaitu AC dgn penetrasi antara 120 – 150
 5. AC pen 200/300, yaitu AC dgn penetrasi antara 200 – 300
2. Aspal Dingin/Cair adalah aspal yang digunakan dalam keadaan cair dan dingin. Aspal cair merupakan campuran antara aspal semen dengan bahan pencair dari hasil penyulingan minyak bumi, dengan demikian aspal dingin berbentuk cair dalam temperatur ruang.
 3. Aspal Emulsi adalah aspal yang disediakan dalam bentuk Emulsi .dapat digunakan dalam keadaan dingin ataupun panas. Aspal ini merupakan campuran aspal dengan air dan bahan pengemulsi, berdasarkan muatan listrik yang dikandung, aspal emulsi dapat dibagi :
 - a. Kationik disebut juga Aspal Emulsi Asam, merupakan aspal emulsi yang bermuatan arus listrik positif.

- b. Anioinik disebut juga Aspal Emulsi Alkali, merupakan aspal emulsi yang bermuatan negatif.
- c. Nonionik merupakan Aspal Emulsi yang tidak mengalami ionisasi.

c. Sifat Aspal

Aspal yang dipergunakan pada konstruksi perkerasan jalan berfungsi sebagai :

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

2.3. Pembuatan Campuran Beraspal Panas

2.3.1 Teori Umum

Pembuatan rancangan campuran harus mengikuti ketentuan spesifikasi untuk menjamin agar kadar aspal, rongga udara, stabilitas, kelenturan, dan keawetan dapat dipenuhi. Perlu diperhatikan bahwa metode perencanaan campuran beraspal yang direncanakan pada ketentuan kepadatan agregat maksimum umumnya tidak akan menghasilkan campuran yang memenuhi persyaratan dalam spesifikasi. Pengujian campuran di laboratorium harus dilaksanakan dalam tiga (3) langkah dasar yaitu:

1. Memperoleh gradasi agregat yang sesuai;
2. Membuat campuran rencana;
3. Memperoleh persetujuan campuran rencana sebagai rencana campuran kerja.

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 5/9/23

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)5/9/23

Beberapa hal yang harus dipersiapkan untuk memenuhi proses perencanaan campuran beraspal panas adalah sebagai berikut:

1. Data-data hasil pengujian;
2. Spesifikasi campuran;
3. Penyesuaian gradasi campuran dengan spesifikasi;
4. Penentuan Gradasi agregat gabungan;
5. Perkiraan kadar aspal rencana.

2.3.2 Penggabungan Agregat

Penggabungan agregat adalah pencampuran dari agregat halus dan kasar yang mempunyai sifat berbeda sehingga menjadi suatu campuran homogen dan mempunyai susunan butir sesuai yang kita rencanakan ataupun sesuai dengan standar yang kita inginkan. Penggabungan agregat yang digunakan dalam percobaan penelitian ini adalah dengan cara penggabungan diagonal.

Cara diagonal bukan satu-satunya cara dalam penyelesaian untuk penggabungan agregat. Masih banyak cara atau alternative yang dipilih antara lain cara matriks ataupun cara grafis. Cara-cara tersebut hanyalah merupakan alat bantu dan untuk penyesuaiannya dilakukan dengan cara *Trial and Error*. Tujuan dari penggabungan ini adalah untuk mencampur semua bahan agregat dan aspal yang mempunyai sifat-sifat berbeda menjadi satu campuran yang homogen dan susunan butirannya sesuai dengan spesifikasi campuran.

2.3.3 Perhitungan Kadar Aspal Rencana Campuran

Kadar aspal total dalam campuran adalah kadar aspal efektif untuk melapisi butir-butir agregat, mengisi pori antara agregat serta ditambah aspal yang akan terserap masuk kedalam pori masing-masing butir agregat.

$$P_b = 0.035 (\% CA) + 0.045 (\% FA) + 0.18 (\% FF) + k$$

Dimana: P_b = Kadar aspal rencana, adalah % terhadap berat campuran

CA = Agregat kasar, % terhadap agregat kasar

FA = Agregat Halus, % terhadap agregat halus

FF = Bahan pengisi (Filler)

k = Konstanta, untuk laston 0.5-1.0 dan lataston 2.0-3.0

2.3.4 Perencanaan Kebutuhan Bahan Campuran

Perencanaan campuran adalah prosedur kegiatan untuk menentukan proporsi (dalam batas-batas spesifikasi) material yang merupakan toleransi campuran agar tercapai kinerja campuran yang optimum. Prosedur *mix design* termasuk mempertimbangkan faktor ekonomi dan lingkungan. Metode rancangan yang paling banyak digunakan di Indonesia adalah metode rancang campuran berdasarkan pengujian empiris dengan menggunakan alat uji Marshall. Sasaran dan tujuan dari perencanaan campuran aspal adalah :

1. Kandungan aspal cukup, untuk menjamin tahan terhadap durabilitas;
2. Stabilitas cukup, untuk menjamin ketahanan terhadap deformasi akibat beban kendaraan;
3. kandungan rongga cukup, untuk memberi kesempatan pemadatan akibat beban kendaraan;
4. Cukup mudah dikerjakan, sehingga efektif saat dihamparkan tanpa terjadi segregasi.

Perencanaan campuran dilakukan setelah penggabungan agregat baik secara diagonal, cara matriks ataupun dengan cara *Trial and Error*, maka komposisi bahan campuran seperti CA, MA, FA, cangkang sawit dan aspal yang akan digunakan dapat dihitung dengan menggunakan rumus:

1. Berat Aspal Terhadap Campuran

Kadar aspal total = % Aspal terhadap campuran x berat sampel

2. Berat Agregat = $\frac{(100\% - \% \text{ Kadar Aspal})}{\text{BJ Agregat}}$ x berat agregate

Rumus untuk mencari berat agregat dalam campuran dihitung berdasarkan persentase masing-masing agregat dalam campuran tersebut berdasarkan penggabungan agregat baik secara diagonal, matriks atau cara *trial and error*.

3. Berat aspal terhadap agregat = Berat kering x $\frac{\text{BJ Aspal}}{\text{Berat agregat}}$

2.3.5 Pembuatan Benda Uji Marshall

a. Peralatan Pembuatan Benda Uji Marshall

1. Dua buah cetakan benda uji dari logam yang berdiameter 10,16 cm dan tinggi 7,62 cm lengkap dengan plat alas;
2. Mesin penumbuk manual atau otomatis lengkap dengan :
 - a. Penumbuk yang mempunyai permukaan tumbuk rata yang berbentuk silinder, dengan berat 4,536 kg dan tinggi jatuh bebas 45,7 cm;
 - b. Landasan pemadat terdiri dari balok kayu (Jati atau yang sejenis) berukuran 20,32 x 20,32 x 45,72 cm dilapisi dengan pelat baja berukuran 30,48 x 30,48 x 2,54 cm dan dijangkarkan pada lantai

UNIVERSITAS MEDAN AREA
beton di keempat bagian sudutnya;

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 5/9/23

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)5/9/23

3. Alat pengeluaran benda uji:

Untuk mengeluarkan benda uji yang sudah dipadatkan dari dalam cetakan benda uji dipakai sebuah alat ekstruder yang berdiameter 10 cm;

a. Alat marshall lengkap dengan:

1. Kepala penekan berbentuk lengkung;
2. Cincin penguji kapasitas 2500 kg dan atau 5000 kg, dilengkapi arloji tekan dengan ketelitian 0,0025 mm;
3. Arloji pengukur alir dengan ketelitian 0,25 mm beserta perlengkapannya;

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

c. Bak perendam dilengkapi dengan pengatur suhu mulai 20 – 60°C ($\pm 1^\circ\text{C}$);

d. Timbangan yang dilengkapi dengan penggantung benda uji berkapasitas 2 Kg dengan ketelitian 0,1 gram dan timbangan berkapasitas 5 kg dengan ketelitian 1 gram;

e. Pengukur suhu dari logam (metal thermometer) berkapasitas 250°C dan 100°C dengan ketelitian 1% dari kapasitas;

f. Perlengkapan lain:

1. Panci-panci untuk memanaskan agregat, aspal dan campuran aspal;
2. Sendok pengaduk dan spatula;
3. Kompor atau pemanas;

4. Sarung tangan dari asbes; sarung tangan dari karet dan pelindung pernapasan

b. Bahan Pembuatan Benda Uji

1. Aspal Penetrasi 60/70
2. Agregat CA, MA, FA
3. Cangkang sawit
4. Gas elpiji atau minyak tanah
5. Filter yang terbuat dari kertas dengan ukuran diameter dalam cetakan

c. Persiapan Benda Uji

Persiapan benda uji meliputi :

1. Keringkan agregat pada suhu $105^{\circ}\text{C} - 110^{\circ}\text{C}$ minimum selama 4 jam, keluarkan dari alat pengering dan tunggu sampai beratnya tetap;
2. Pisah-pisahkan agregat ke dalam fraksi-fraksi yang dikehendaki dengan cara penyaringan;
3. Panaskan aspal sampai mencapai tingkat kekentalan yang disyaratkan baik untuk pekerjaan pencampuran maupun pemadatan seperti tabel berikut;

d. Pencampuran dilakukan sebagai berikut :

1. Untuk setiap benda uji diperlukan agregat sebanyak ± 1200 gram sehingga menghasilkan tinggi benda uji kira-kira $63,5 \text{ mm} \pm 1,27 \text{ mm}$.
2. Panaskan panci pencampur beserta agregat kira-kira 28°C di atas suhu pencampuran untuk aspal padat; bila menggunakan aspal cair pemanasansampai 14°C di atas suhu pencampuran.

3. Tuangkan aspal yang sudah mencapai tingkat kekentalan seperti sebanyak yang dibutuhkan ke dalam agregat yang sudah dipanaskan tersebut kemudian aduklah dengan cepat pada suhu sesuai sampai agregat terselimuti aspal secara merata.
- e. Pemasatan, dilakukan sebagai berikut :
 1. Bersihkan perlengkapan cetakan benda uji serta bagian muka penumbuk dengan seksama dan panaskan sampai suhu antara $93,3^{\circ}\text{C}$ – $148,9^{\circ}\text{C}$.
 2. Letakkan cetakan di atas landasan pematat tahan dengan pemegang cetakan.
 3. Letakkan selembar kertas saring atau kertas penghisap yang sudah digunting menurut ukuran cetakan ke dalam dasar cetakan.
 4. Masukkan seluruh campuran ke dalam cetakan dan tusuk-tusuk campuran keras-keras dengan spatula yang dipanaskan sebanyak 15 kali keliling pinggirannya dan 10 kali di bagian tengahnya.
 5. Lakukan pematatan dengan alat penumbuk sebanyak:
 - a. 75 Kali tumbukkan untuk Lalu lintas Berat
 - b. 50 Kali tumbukkan untuk Lalu lintas Sedang
 - c. 35 Kali tumbukkan untuk Lalu lintas Ringan
 6. Tinggi jatuh 457,2 mm selama pematatan harus diperhatikan agar sumbu palu pematat selalu tegak lurus pada alas cetakan.
 7. Pelat alas berikut leher sambung dilepas dari cetakan benda uji, kemudian cetakan yang berisi benda uji dibalikkan dan pasang kembali pelat alas berikut leher sambung pada cetakan yang dibalikkan tadi

terhadap permukaan benda uji yang sudah dibalikkan ini tumbulah dengan jumlah tumbukkan yang sama, sesuai.

8. Sesudah pemadatan, lepaskan keping alas dan pasanglah alat pengeluar benda uji pada permukaan ujung ini.
9. Kemudian dengan hati-hati keluarkan dan letakan benda uji di atas permukaan yang rata dan biarkan selama kira-kira 24 jam pada suhu ruang.
10. Bila diperlukan pendinginan yang lebih cepat dapat dipergunakan kipas angin ataupun meja.

2.3.6 Pemeriksaan Volumetrik

1. Peralatan Analisis Volumetrik
 - a. Jangka sorong untuk mengukur tebal benda uji
 - b. Timbangan digital yang dilengkapi dengan penggantung benda uji kapasitas 2kg
 - c. Keranjang kawat dan wadah untuk menampung air
 - d. Kian Lap
2. Bahan Analisis Volumetrik
 - a. Benda uji yang telah didinginkan pada suhu ruang selama ± 24 jam
 - b. Air
3. Pelaksanaan Analisis Volumetrik
 - a. Benda uji dibersihkan dari kotoran yang menempel dengan kuas

- b. Tebal benda uji diukur dengan menggunakan jangka sorong, minimal pengukuran adalah dengan melakukan pengukuran dengan 3 titik pengukuran kemudian diambil rata-ratanya
- c. Benda uji ditimbang dengan menggunakan timbangan digital untuk mendapatkan berat kering benda uji
- d. Benda uji direndam dengan menggunakan wadah air selama kira-kira 24 jam pada suhu ruang
- e. Benda uji diangkat dari dalam wadah perendaman
- f. Benda uji ditimbang dalam air dengan menggunakan timbangan digital yang dilengkapi dengan penggantung, keranjang kawat dan wadah penampungan. Tujuan dari penimbangan ini adalah untuk mendapatkan berat benda uji dalam air
- g. Permukaan benda uji di Lap dengan kain sampai permukaannya jenuh
- h. Benda uji ditimbang, untuk memperoleh berat benda uji kering jenuh dari benda uji
- i. Benda uji yang sudah dianalisis volumetriknya diletakan pada permukaan yang rata.

2.3.7 Pengujian Marshall

- a. Peralatan Uji Marshall
 1. Satu set alat Uji Marshall
 2. Pemanas air yang dilengkapi dengan pengatur temperatur, temperatur pemanasan pemanasan adalah $60^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$

- b. Benda Uji Marshall

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 5/9/23

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)5/9/23

1. Benda uji Marshall

2. Oli

c. Pelaksanaan pengujian Marshall

1. Pemanas air dihidupkan kemudian atur temperatur pemanasan pada pemanas air dengan suhu tetap 60°C;

2. Masukkan benda uji secara berurutan sesuai dengan kadar aspal ataupun variasi bahan tambah campuran kedalam pemanas air kira-kira selama 30 menit.

Catatan: Sebaiknya sewaktu memasukan benda uji kedalam pemanas air tidak dilakukan secara serentak / bersamaan, melainkan diberi selang waktu antara 3 – 5 menit untuk lebih memudahkan dan koreksi terhadap lamanya proses perendaman

3. Benda uji dikeluarkan dari pemanas air, kemudian dilap dengan kain;

4. Oleskan oli pada permukaan alat penekan uji marshall dengan menggunakan kuas;

5. Letakan benda uji tersebut pada bagian bawah alat penekan Uji Marshall;

6. Pasang bagian atas alat penekan marshall diatas benda uji dan letakan seluruh alat uji marshall beserta benda uji yang akan di Tes Marshall pada mesin uji marshall;

7. Pasang arloji pengukur kelelahan pada kedudukannya diatas salah satu batang penuntun;

8. Kepala penekan bersama benda uji dinaikan hingga menyentuh alas cincin penguji;

9. Atur kedudukan jarum arloji stabilitas dan arloji kelelahan ke posisi angka nol;
10. Berikan pembebanan hingga jarum jam stabilitas berputar searah jarum jam;
11. Pembacaan stabilitas dan kelelahan dibaca secara bersamaan saat jarum stabilitas mulai bergerak melawan arah jarum jam;
12. Catatlah hasil pembacaan stabilitas dan kelelehannya;
13. Kemudian turunkan dongkrak pembebanan, benda uji yang sudah diuji dengan alat marshall dikeluarkan.:

2.4 Berat isi atau kepadatan

Nilai berat isi diperoleh dengan rumus yaitu:

$$\text{Berat isi atau kepadatan} = \frac{\text{berat sampel kering}}{\text{Volume sampel}}$$

2.5 Stabilitas

Stabilitas adalah kemampuan lapis perkerasan menerima beban lalu lintas tanpa terjadi perubahan bentuk. Nilai stabilitas menggambarkan kemampuan dari lapisan perkerasan meneruma beban lalu lintas tanpa terjadi perubahan tetap seperti gelombang, alur dan *bleeding*. Dalam pengujian stabilitas, benda uji dikondisikan dalam keadaan panas $\pm 60^{\circ}\text{C}$, pembacaan dinyatakan dalam satuan (Kg). Untuk campuran lapis aspal dengan beban lalu lintas berat, stabilitas dibatasi minimal 800 kg.

2.6 Kelelehan

Kelelehan plastis menunjukkan tingkat kelenturan plastis lapisan perkerasan. Nilai kelelehan plastis besar, akibatnya apabila pada konstruksi terjadi pembebanan lalu lintas maka badan jalan akan melendut. Nilai kelelehan dinyatakan dalam millimeter (mm), berdasarkan hasil pembacaan dari jarum arloji pembaca nilai kelelehan pada saat pengujian Marshall.

2.7 Rongga terhadap campuran

Volume total udara yang berada diantara partikel agregat yang terselimuti aspal dalam suatu campuran yang telah dipadatkan. Rongga terhadap campuran dinyatakan dalam persen (%). Nilai rongga terhadap campuran dipengaruhi oleh berat jenis bahan agregat (Agregat kasar, agregat sedang, agregat halus) yang digunakan dalam campuran tersebut. Nilai rongga terhadap campuran diperoleh :

$$\text{Rongga terhadap campuran} = 100 - \frac{\% \text{ aspal} \times \text{berat isi sampel}}{\text{BJ agregat}}$$

2.8 Rongga terisi Aspal

Bagian dari rongga yang berada diantara mineral agregat yang terisi kandungan aspal efektif dan dinyatakan dalam persen terhadap rongga terisi aspal. rongga terisi aspal tidak termasuk aspal yang terserap agregat. Nilai rongga terisi aspal dipengaruhi oleh bentuk butiran agregat yang digunakan, karena akan mempengaruhi jumlah rongga yang akan diisi oleh aspal. Nilai rongga terisi aspal diperoleh dengan:

$$\text{Rongga terisi aspal} = \frac{100 \times \text{volume aspal}}{\text{VMA}}$$

2.9 Rongga terhadap Agregat

Rongga antara partikel agregat pada campuran padat beraspal yang telah dipadatkan. Rongga terhadap agregat dinyatakan dalam persen terhadap volume total. Rongga terhadap agregat dihitung berdasarkan berat jenis agregat curah dan dinyatakan dalam persentase dari volume curah campuran padat. Nilai VMA dapat dihitung dari persamaan: **Rongga terisi agregat = 100 – Volume agregat**

3.0 Marshall Quotient

Marshall Quotient merupakan hasil bagi stabilitas dengan kelelahan yang menunjukkan kekakuan campuran. Untuk campuran AC-WC dengan lalu lintas padat, marshall quotient dibatasi dari 800 kg/mm. Nilai MQ diperoleh

berdasarkan persamaan berikut: **Marshall Quotient = $\frac{\text{Stabilitas}}{\text{Kelelahan}}$**

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Metode 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 eksperimen dapat dilaksanakan didalam ataupun diluar laboratorium. Dalam penelitian ini akan dilakukan di laboratorium. Tujuan penelitian ini adalah mengetahui pengaruh penggunaan cangkang sawit sebagai pengganti fine agregat pada campuran perkerasan jalan.

3.2 Tempat Penelitian

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Jalan Raya PT. Adhi Karya (Persero) Tbk Base Camp Pasar V Patumbak, Medan Sumatera Utara.

3.3 Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data dilaksanakan dengan metode eksperimen terhadap beberapa benda uji dari berbagai kondisi perlakuan yang diuji di laboratorium. 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.

3.3.1. Data Primer

UNIVERSITAS MEDAN AREA data yang dikumpulkan secara langsung melalui

Document Accepted 5/9/23

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

serangkaian kegiatan percobaan yang dilakukan sendiri dengan mengacu pada

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)5/9/23

petunjuk manual yang ada, misalnya dengan mengadakan penelitian atau pengujian secara langsung. Dalam penelitian ini data primer adalah hasil penelitian uji Marshall

3.3.2. Data Sekunder

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

3.4. Bahan dan Peralatan Penelitian

Sebelum pembuatan benda uji untuk pengujian dengan alat Marshall, maka terlebih dahulu perencanaan campuran. Perencanaan campuran ini meliputi persiapan bahan, pemeriksaan bahan, sampai perhitungan komposisi bahan yang digunakan dalam setiap benda uji.

3.4.1 Pemeriksaan Berat Jenis Agregat Kasar

1. Persiapan sampel/bahan:

A). Agregat yang tertahan saringan no.4 diperoleh dari alat pemisah contoh atau cara perempat, sebanyak kira-kira 5 kg.

2. Prosedur Pemeriksaan:

- a) Cuci sampel untuk menghilangkan debu atau bahan-bahan lain yang melekat pada permukaan agregat
- b) Keringkan sampel dalam oven pada suhu 110°C sampel berat tetap
- c) Keringkan sampel pada suhu kamar selama 1-3 jam kemudian timbang dengan ketelitian 0.1 gram (BK)

UNIVERSITAS MEDAN AREA dalam air pada suhu kamar selama 24 jam

- e) Keluarkan sampel dari air, lap dengan kain penyerap samapi selaput air pada permukaan hilang (SSD) untuk butiran yang besar pengeringan harus satu persatu
- f) Timbang sampel kering permukaan jenuh (BJ)
- g) Timbang sampel dari dalam keranjang, guncangkan agregat untuk mengeluarkan udara yang tersekap dan tentukan beratnya di dalam air (Ba), ukur suhu air untuk penyesuaian perhitungan kepada suhu standart 25⁰C

3. Perhitungan

- a. BJ (*bulkspecific gravity*) = $\frac{BK}{BJ - Ba}$
- b. SSD (*saturated Surface Dry*) = $\frac{BJ}{BJ - Ba}$
- c. Ba (*apparent specific gravity*) = $\frac{BK}{BK - Ba}$
- d. Penyerapan = $\frac{BJ - BK}{BK} \times 100\%$

Dimana:

BK= berat sampel kering oven (gr)

BJ= berat sampel kering permukaan jenuh (gr)

Ba= berat uji kering permukaan jenuh didalam air (gr)

3.4.2 Pemeriksaan Berat Jenis Agregat Halus

1. Persiapan sampel/bahan

Agregat yang lolos saringan no. 4 diperoleh dari alat pemisah contoh atau cara perempat sebanyak kira-kira 1 kg

2. Prosedur Pemeriksaan:

- a. Keringkan benda uji dalam oven pada suhu (110±5)⁰C sampai berat

- b. Dinginkan pada suhu ruang, kemudian rendam dalam air selama 24 jam
- c. Buang air rendaman hati-hati jangan ada butiran yang hilang. Tebarkan agregat di atas talam, keringkan diudara panas dengan cara membalik-balikan benda uji
- d. Periksa keadaan kering permukaan jenuh dengan mengisikan benda uji kedalam kerucut terpancung, padatkan dengan batang penumbuk sebanyak 25 kali dengan 3 lapis pemadatan, kemudian angkat kerucut terpancung tersebut
- e. Segera setelah tercapai keadaan kering permukaan jenuh 500 gram benda uji kedalam piknometer
- f. Masukkan air suling hingga mencapai 90% isi piknometer putar sambil diguncang sampai tidak terlihat gelembung udara didalamnya
- g. Untuk mempercepat proses ini dapat dilakukan dengan menggunakan alat vacum atau pompa hampa udara
- h. Rendam piknometer dalam air hingga mencapai suhu standart 25°C
- i. Tambahkan air sampai tanda batas
- j. Timbang piknometer berisi air dengan benda uji sampai ketelitian 0.1 gram (Bt)
- k. Keluarkan benda uji, keringkan dalam oven dengan suhu $(110\pm 5)^{\circ}\text{C}$ sampai berat tetap, kemudian dinginkan benda uji tersebut dalam desikator
- l. Setelah dingin lalu timbang benda uji tersebut (BK)
- m. Tentukan berat piknometer berisi air penuh dan ukur suhu air

UNIVERSITAS MEDAN AREA

3. Perhitungan

- BJ (*bulkspecific gravity*) = $\frac{BK}{B+500-Bt}$
- SSD (*saturated Surface Dry*) = $\frac{500}{B+500-Bt}$
- Ba (*apparent specific gravity*) = $\frac{BK}{B+BK-Bt}$
- Penyerapan = $\frac{500-BK}{BK} \times 100\%$
- e.

3.4.3 Pemeriksaan Analisa Agregat Kasar, Sedang dan Halus

1. Persiapan sampel/bahan:

- Agregat halus sebanyak 1000 gram
- Agregat sedang sebanyak 1500 gram
- Agregat kasar sebanyak 2000 gram

2. Prosedur Pemeriksaan:

- Sampel dikeringkan dalam oven pada suhu $(110 \pm 5)^{\circ}\text{C}$ sampai berat tetap
- Saring sampel lewat susunan saringan dengan ukuran saringan paling besar ditempatkan paling atas
- Saringan diguncang dengan mesin selama 15 menit atau secara manual menggunakan tangan.

3. Perhitungan

Hitunglah persentase berat sampel yang tertahan diatas masing-masing saringan terhadap berat total sampel.

3.4.4 Pengujian serbuk cangkang sawit

Prosedur yang digunakan dalam pengujian serbuk cangkang sawit adalah

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 5/9/23

dengan cara SNI yang dapat dilihat dalam tabel 3.1

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)5/9/23

Tabel 3.1 Metode pengujian serbuk cangkang sawit

No	Pengujian	Metode	Spesifikasi
1	Analisa saringan	SNI 03-1968-1990	
2	Berat jenis serbuk cangkang sawit	SNI 03-1969-1990	Min 2.5
3	Daya serap serbuk cangkang sawit	SNI 03-1969-1990	Maks. 3

3.4.5 Perencanaan Campuran Beraspal

1. Data-data hasil pengujian

- Mengumpulkan data-data hasil pengujian bahan, yaitu agregat kasar, sedang, halus, cangkang sawit dan aspal.
- Menyiapkan data gradasi agregat kasar, sedang, halus dan cangkang sawit.

1. Penentuan Proporsi serbuk cangkang sawit terhadap agregat halus

Sampel dibuat dengan kadar aspal yang telah dihitung dengan rumus untuk variasi cangkang sawit dalam campuran AC-WC dengan rincian sebagai berikut:

- Dengan 10 % Serbuk cangkang sawit = 6 buah
- Dengan 30 % Serbuk cangkang sawit = 6 buah
- Dengan 50% Serbuk cangkang sawit = 6 buah
- Dengan 70% Serbuk cangkang sawit = 6 buah
- Dengan 100% tanpa Serbuk cangkang sawit = 6 buah

Sehingga total sampel 30 buah.

2. Penggabungan Agregat

Pembuatan rencana campuran dimulai dari penggabungan agregat,

penggabungan gradasi agregat dalam campuran rencana menggunakan gradasi

Universitas Medan Area

Document Accepted 5/9/23

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)5/9/23

Cara penggabungannya dilakukan dalam penelitian ini adalah dengan cara diagonal dan cara *trial and error*. Adapun hasil akhir yang diperoleh dari penggabungan agregat ini adalah persentase masing-masing dalam menentukan jumlah kebutuhan bahan campuran dalam pembuatan benda uji Marshall.

3. Menghitung perkiraan kadar aspal rencana

Kadar aspal tengah dapat dihitung dengan persamaan perkiraan kadar aspal rencana (P_b) dari persamaan :

$$P_b = 0.035 (\% CA) + 0.045 (\%FA) + 0.18 (\%FF)+k$$

Dimana: P_b = Kadar aspal rencana aspal, adalah % terhadap berat campuran

CA = Agregat kasar, adalah % terhadap agregat kasar

FA = Agregat halus, adalah % terhadap agregat halus

FF = Baha pengisi (filler)

k = Konstanta untuk laston 0.5-1.0 dan lataston 2.0-3.0

4. Perhitungan Kebutuhan Bahan Campuran Berdasarkan Kadar Aspal Rencana

1. Kadar aspal rencana = % aspal terhadap campuran x berat sampel
2. Kebutuhan agregat = (100% -% aspal) x berat sampel

Rumus untuk mencari berat agregat dalam campuran dihitung berdasarkan persentase masing-masing agregat dalam campuran tersebut berdasarkan penggabungan agregat baik secara diagonal, matriks atau cara *trial and error*.

3.5 Pembuatan Benda Uji Marshall

3.5.1 Peralatan Pembuatan Benda Uji Marshall

- a. 2 buah cetakan benda uji dari logam yang berdiameter 10.16 cm dan tinggi 7.62 cm, lengkap dengan plat alas dan leher sambung
- b. Mesin penumbuk manual atau otomatis
- c. Alat pengeluar benda uji untuk mengeluarkan benda uji dari cetakan yang sudah dipadatkan.
- d. Oven, yang dilengkapi dengan pengatur temperatur yang mampu memanaskan campuran samapi $200^{\circ}\text{C} (\pm 3^{\circ}\text{C})$
- e. Timbangan digital yang dilengkapi dengan penggantung benda uji berkapasitas 2 kg dengan ketelitian 0.1 gram dan timbangan 5 kg dengan ketelitian 1 gram.
- f. Pengukur suhu dari logam (metal thermometer) berkapasitas 10°C sampai 200°C
- g. Wadah untuk memanaskan agregat, aspal, dan campuran beraspal
- h. Sendok pengaduk dan pemanas aspal
- i. Kompor
- j. Sarung tangan untuk pelindung pernapasan atau masker
- k. Kantong plastik

3.5.2 Bahan Pembuatan Benda Uji

- a. Aspal penetrasi 60/70
- b. Agregat CA, MA, FA
- c. Serbuk cangkang sawit

UNIVERSITAS MEDAN AREA
 d. Gas epiji atau minyak tanah

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 5/9/23

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh isi dokumen ini tanpa izin tertulis dari Universitas Medan Area

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)5/9/23



3.5.3 Pelaksanaan Pembuatan Benda Uji

- a. Persiapan penggabungan agregat, hal-hal yang perlu dipersiapkan meliputi:
 - o Kantong plastic diberi nama atau label sebagai tempat dari agregat yang akan dicampur
 - o Material (agregat dan serbuk cangkang sawit) diayak kemudian hasil ayakan dimasukkan dalam kantong plastik sesuai dengan proporsi masing-masing.
- b. Persiapan alat-alat, yang harus dilakukan meliputi:
 - o Wajan dibersihkan dan ditimbang berat kering wajan
 - o Cetakan dipanaskan kedalam oven pemanas dengan suhu 90°C - 150°C
- c. Material yang sudah diayak digabungkan kedalam wajan sesuai dengan berat yang tertahan saringan yang didapat melalui kepadatan mutlak dan ditimbang berat agregat. Hal ini dapat dilakukan untuk setiap variasi.
- d. Agregat yang sudah digabung, dipanaskan pada kompor gas dengan suhu antara 105°C - 110°C
- e. Pencampuran agregat, hal-hal yang perlu diperhatikan adalah sebagai berikut:
 - o Memanaskan aspal sampai cair
 - o Aspal yang sudah cair ditimbang dalam cawan yang kering sesuai dengan kadar aspal rencana
 - o Setelah agregat mencapai suhu pemanasan, agregat tersebut dimasukkan kedalam cawan yang berisi aspal cair
 - o Panaskan campuran dengan api kecil sampai temperatur rata, dengan suhu pencampuran tidak boleh melebihi 160°C
- f. Persiapan alat pemadatan:

- o Cetakan dikeluarkan dari dalam oven, gunakan sarung tangan atau kain pada saat mengangkat cetakan untuk mengantisipasi luka bakar. Cetakan diletakkan diatas pelat landasan pematat, kemudian letakkan filler pada landasan dalam cetakan.

g. Pematatan campuran beraspal

- o Pada saat suhu campuran sudah mencapai $155 \pm 5^{\circ}\text{C}$, lalu campuran tersebut diangkat dan dituang dalam cetakan menggunakan sendok pengaduk dan spatula, pada saat penuangan perlu diperhatikan bahwa material halusnya harus berada dibawah dan diatas campuran, sedangkan material kasarnya berada ditengah campuran
- o Campuran dirojok atau ditusuk-tusuk sebanyak 10 kali dibagian tengah dan 15 kali dibagian sisi dalam cetakan dengan menggunakan spatula. Setelah ditusuk-tusuk kemudian letakkan filler diatas campuran.
- o Pematatan campuran dengan cara ditumbuk dengan alat penumbuk. Penumbukan dilakukan sebanyak 75 kali untuk lalu lintas berat, penumbukan dilakukan dengan cara menjatuhkan alat penumbuk ke atas permukaan campuran.
- o Setelah satu sisi dipadatkan kemudian lepaskan leher sambung dari cetakan yang berisi benda uji dibalikkan dan pasang kembali leher sambung cetakan tersebut.
- o Setelah dibalikkan kemudian sisi campuran tersebut ditumbuk kembali dengan alat penumbuk manual sebanyak 75 kali tumbukan.

h. Sesudah dilakukan pematatan campuran, lepasakan pelat atas dan leher

UNIVERSITAS MEDAN AREA ~~ERSTAS MEDAN AREA~~ benda uji pada tempat yang rata dan diamankan selama \pm

Document Accepted 5/9/23

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

10 menit untuk mengurangi suhu benda uji. Karena jika benda uji langsung

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)5/9/23

- d. Benda uji direndam dengan menggunakan wadah air selama kira-kira ± 24 jam dengan suhu ruangan.
- e. Benda uji diangkat dari dalam wadah perendaman
- f. Benda uji ditimbang dalam air, dengan menggunakan timbangan digital yang dilengkapi dengan penggantung, keranjang kawat, dan wadah penampungan. Untuk memperoleh berat benda uji dalam air.
- g. Permukaan benda uji dilap dengan kain sampai permukaannya jenuh
- h. Benda uji di timbang untuk memperoleh berat SSD dari benda uji
- i. Benda uji yang sudah di analisis volumetriknya diletakkan pada permukaan yang rata.

3.7 Pengujian Marshall

3.7.1 Peralatan Uji Marshall

- a. Satu set alat uji marshall
- b. Pemanas air yang dilengkapi dengan pengatur temperatur, temperatur pemanasan $60^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$

3.7.2 Bahan Uji Marshall

- a. Benda uji marshall
- b. Oli

3.7.3 Pelaksanaan pengujian marshall

- a. Pemanas air dihidupkan temperturnya diatur tetap 60°C , tunggu beberapa sat sampai lampu indikator mati (berarti air sudah mencapai suhu yang

- b. Masukkan benda uji satu persatu ke dalam waterbath, benda uji dibiarkan dalam waterbath kira-kira 30-40 menit;
Catatan: selang waktu dalam memasukkan benda uji kedalam pemanas air diberi rentang 3-4 menit, selain itu untuk persiapan pengujian juga untuk mengurangi kekeliruan.
- c. Benda uji dikeluarkan dari dalam pemanas air, kemudian dilap dengan kain;
- d. Oleskan oli pada permukaan alat penekan uji marshall, dengan menggunakan kuas;
- e. Letakkan benda uji tersebut dibagian bawah alat penekan uji marshall;
- f. Pasang bagian atas alat penekan marshall diatas benda uji dan letakkan seluruh alat uji marshall beserta benda uji yang akan ditest marshall ke mesin uji marshall;
- g. Pasang arloji pengukur kelelahan pada kedudukannya diatas salah satu batang penuntun;
- h. Kepala penekan bersama benda uji dinaikkan hingga menyentuh alas cincin penguji;
- i. Atur kedudukan jarum arloji stabilitas dan arloji kelelahan keposisi angka nol;
- j. Berikan pembebanan hingga jarum jam stabilitas berputar searah jam;
- k. Pembacaan stabilitas dan kelelahan dibaca secara bersamaan saat jarum stabilitas bergerak melawan arah jarum jam;
- l. Catatlah hasil pembacaan stabilitas dan kelelehannya;
- m. Kemudian turunkan dongkrak pembebanan, benda uji yang ditest dikeluarkan.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari hasil penelitian di laboratorium dengan penggunaan serbuk cangkang sawit sebagai pengganti agregat halus dalam campuran AC-WC dapat disimpulkan bahwa penggunaan serbuk cangkang sawit sebagai pengganti agregat halus dalam campuran AC-WC mempengaruhi beberapa parameter dalam campuran sebagai berikut:

1. Berat isi

Nilai berat isi menurun seiring bertambahnya jumlah penggunaan serbuk cangkang sawit dalam campuran tersebut. Nilai puncak berat isi terjadi pada kadar serbuk cangkang sawit 10%.

2. Stabilitas

Nilai stabilitas semakin turun seiring bertambahnya jumlah penggunaan serbuk cangkang sawit yang digunakan dalam campuran tersebut.

3. Kelelehan

Nilai kelelehan semakin turun seiring pertambahan jumlah penggunaan serbuk cangkang sawit

4. Rongga terhadap campuran

Nilai rongga terhadap campuran pada penelitian ini dengan penambahan persentase serbuk cangkang sawit, maka nilai rongga terhadap campurannya naik. Sampai mencapai nilai maksimum pada 50% serbuk cangkang sawit.

5. Rongga terisi aspal

Nilai rongga terisi aspal semakin kecil seiring dengan pertambahan jumlah serbuk cangkang sawit dalam campuran tersebut.

6. Rongga terhadap agregat

Nilai rongga terhadap agregat naik seiring pertambahan jumlah serbuk cangkang sawit yang digunakan dalam campuran tersebut.

7. Marshall Quotient

Nilai Marshall quotient semakin turun seiring pertambahan jumlah cangkang sawit yang digunakan dalam campuran tersebut.

8. Dari hasil penelitian penggunaan serbuk cangkang sawit sebagai agregat halus dalam campuran AC-WC, kadar serbuk cangkang sawit yang layak digunakan sebagai pengganti agregat halus dengan persentase penggunaannya adalah 10% cangkang sawit.

5.2 Saran

1. Nilai yang diperoleh dalam penelitian ini tidaklah merupakan nilai yang mutlak, untuk itu perlu dilakukan penelitian dengan kadar aspal yang berbeda;
2. Perlu juga dilakukan penelitian dengan menggunakan rencana lalu lintas (rencana campuran) yang berbeda;
3. Perlu juga dilakukan penelitian dengan menggunakan jenis cangkang sawit yang lain untuk memperoleh variasi yang berbeda.



DAFTAR PUSTAKA

- Departemen Pekerjaan Umum, 1999. *Pedoman Perencanaan Campuran Beraspal Panas Dengan Pendekatan Kepadatan Mutlak*. Jakarta : PT. Adhi Karya (Persero) Tbk.
- Departemen PU, 1999. *Pedoman Teknik "Perencanaan Campuran Beraspal Dengan Pendekatan Kepadatan Mutlak"*.
- Departemen PU, 1989. *Petunjuk Pelaksanaan Lapis Aspal Beton (LASTON) Untuk Jalan Raya*, Penerbit Yayasan Badan Penerbit PU.
- Pusjatan - Balitbang PU, 2003. *Metode Pengujian Campuran Beraspal Panas Dengan Alat Marshall*. <http://www.pu.go.id/satminkal/itjen/peraturan/sni/RSNI%20M-01-2003.pdf>.
- Sukirman, Silvia. 1995. *Perkerasan Lentur Jalan Raya*. Bandung: Nova.
- Sukirman, Silvia, 2003. *Beton Aspal Campuran Panas*, Penerbit Granit, Jakarta
- SNI 06-2441-1991. *Metode Pengujian Berat Jenis Aspal*: Pustran Balitbang Pekerjaan Umum
- SNI 03-6388-2000. *Spesifikasi Agregat Lapis Pondasi Bawah, Lapis Pondasi Atas dan lapis Pondasi Permukaan*: Pusjatan - Balitbang PU.