

**PENGGUNAAN KULIT KERANG SEBAGAI PENGGANTI
AGREGAT HALUS PADA CAMPURAN ASPHALT
CONCRETE BINDER COURSE (AC-BC) DENGAN
METODE MARSHALL
(Studi Penelitian)**

SKRIPSI

**Diajukan Untuk Memenuhi Persyaratan
Ujian Sarjana**

Oleh :

SANTY MASNAULI SILAEN
11.811.0030



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

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 11/12/23

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)11/12/23

ABSTRAK

Kita mengetahui bahwa kulit kerang tidak dimanfaatkan dalam kehidupan sehari-hari, kulit kerang biasanya dibuang dan menjadi tumpukan sampah di pantai atau di berbagai tempat. Oleh karena itu dilakukan penelitian apakah kulit kerang dapat digunakan sebagai pengganti agregat halus dalam campuran AC-BC. Pemanfaatan kulit kerang sebagai bahan pengganti agregat halus pada material jalan dapat mengatasi masalah limbah kulit kerang tersebut. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penggunaan kulit kerang sebagai pengganti agregat halus terhadap stabilitas, berat isi sampel, kelelahan, rongga dalam campuran, rongga terisi aspal, rongga dalam agregat dan Marshall Quotient, serta mengetahui apakah kulit kerang tersebut layak dijadikan sebagai pengganti agregat halus dalam campuran AC-BC.

Penelitian ini menggunakan metode pengujian Marshall. Penelitian ini terdiri dari 5 variasi, masing-masing variasi menggunakan kadar serbuk kerang yang berbeda yaitu: FA (100%), SK 15%, SK 30%, SK 50% dan SK 75%. Dengan masing-masing variasi dibuat 6 benda uji. Pelaksanaan penelitian dilakukan di Laboratorium Jalan Raya PT. Adhi Karya (Persero) Tbk. Tahapan pelaksanaan meliputi pemeriksaan agregat (agregat kasar, sedang, kasar dan kulit kerang), pembuatan benda uji campuran AC-BC dan pengujian Marshall.

Dari penelitian ini dapat disimpulkan pengaruh penggunaan serbuk kerang sebagai pengganti agregat halus dalam campuran AC-BC. Pengaruh terhadap berat isi sampel adalah semakin banyak persentase penggunaan serbuk kerangnya berat isi sampel semakin kecil. Pengaruh terhadap stabilitas adalah semakin banyak persentase penggunaan serbuk kerangnya stabilitas semakin kecil. Pengaruh terhadap kelelahan adalah semakin banyak persentase penggunaan serbuk kerangnya maka nilai kelelahan semakin naik. Pada rongga dalam campuran dan rongga dalam agregat semakin banyak kadar serbuk kerangnya, maka nilai rongga dalam campuran dan rongga dalam agregat semakin naik. Sedangkan nilai rongga terisi aspal nilainya semakin kecil seiring dengan pertambahan jumlah kadar serbuk kerang yang digunakan. Berdasarkan pengaruhnya terhadap parameter campuran, penggunaan serbuk kerang sebagai pengganti agregat halus dalam campuran AC-BC adalah layak digunakan dengan persentase penggunaannya 15% dan 30% serbuk kerang.

Kata Kunci : AC-BC, Serbuk Kerang, Marshall.

ABSTRACT

We know that the shells are not used in everyday life, and the shells are usually discarded into a pile of rubbish on the beach or in different places. Therefore, research whether shells can be used as a substitute for fine aggregate in the mix AC-BC. Utilization of shells as fine aggregate replacement material in the material can overcome the problem of waste shells.

This study aimed to determine the effect of the use of shells as a substitute for fine aggregate on stability, density, flow, void in mix, void filled with bitumen, void in aggregates and Marshall quotient, and to know whether these shells serve as a viable replacement for fine aggregate in the mix AC-BC.

This study uses the Marshall test. This study consists of five variations, each variation using powdered shells of different levels, namely: FA (100%), SK 15%, SK 30%, 50% and SK SK 75%. With each variation made 6 specimens. Implementation of the research carried out at the Laboratory of Highway PT. Adhi Karya (Persero) Tbk. Stages of implementation includes examining aggregate (coarse aggregate, medium, coarse and shells), making specimen mix-BC and AC Marshall testing.

As a substitute for fine aggregate in the mix AC-BC. The effect on density is more density conch powder usage percentage is getting smaller. The effect on stability is more stability conch powder usage percentage is getting smaller. The influence of the flow is more and more the percentage of the value of the flow of powder conch getting up. In void in mix and void in aggregates levels more conch powder, then the value of In void in mix and void in aggregates getting up. Meanwhile, the smaller the value of void filled with bitumen value along with the number of shells used pollen levels. Under its influence on mixture parameters, the use of shell powder as a substitute for fine aggregate in the mix AC-BC is feasible to use the percentage of use is 15% and 30% powder shells.

Key Words: AC-BC, Powder shell!, Marshall.

DAFTAR ISI

	Halaman
ABSTRAK	i
ABSTRACT.....	ii
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI	v
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xii
DAFTAR NOTASI	xiv
BAB I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Pemilihan Judul	1
1.2 Tujuan dan Manfaat Penelitian	3
1.2.1 Tujuan Penelitian.....	3
1.2.2 Manfaat Penelitian.....	3
1.3 Perumusan Masalah	4
1.4 Batasan Masalah	4
1.5 Metodologi Penelitian	5
1.6 Kerangka Berpikir	6
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1 Konstruksi Jalan Raya	7
2.2 Lapisan Aspal Beton/Laston	8
2.3 Bahan campuran Asphalt Concrete Binder Course (AC-BC).....	11
2.3.1 Agregat	12

2.3.2 Bahan Pengisi (Filler).....	22
2.3.3 Serbuk kerang	22
2.3.4 Bahan Pengikat (aspal).....	23
2.4 Pembuatan Campuran Beraspal Panas.....	29
2.4.1 Teori Umum	29
2.4.2 Penggabungan Agregat	30
2.4.3 Perencanaanan Kebutuhan Bahan Campuran	31
2.5 Metode Marshall	33
2.5.1 Peralatan Pembuatan Benda Uji Marshall	33
2.5.2 Bahan Pembuatan Benda Uji	33
2.5.3 Pelaksanaan Pembuatan Benda Uji	34
2.6 Pemeriksaan Volumetrik.....	36
2.6.1 Peralatan Analisis Volumetrik.....	36
2.6.2 Bahan Analisis Volumetrik	37
2.6.3 Pelaksanaan Analisis Volumetrik	37
2.7 Pengujian Marshall.....	37
2.7.1 Peralatan Uji Marshall	37
2.7.2 Bahan Uji Marshall	38
2.7.3 Pelaksanaan Pengujian Marshall	38
2.8 Analisis Parameter Campuran AC-BC	39
BAB III. METODE PENELITIAN	42
3.1 Metode Penelitian.....	42
3.2 Tempat Penelitian	42
3.3 Teknik Pengumpulan Data	42



3.4 Bahan dan Peralatan Penelitian.....	43
3.4.1 Pemeriksaan Berat Jenis Agregat Kasar	43
3.4.2 Pemeriksaan Berat Jenis Agregat Halus.....	45
3.4.3 Pemeriksaan Analisa Agregat Kasar, Sedang dan Halus	46
3.4.4 Pengujian Serbuk Kerang	47
3.4.5 Perencanaan Campuran Beraspal	47
3.5 Pembuatan Benda Uji Marshall	49
3.5.1 Peralatan Pembuatan Benda Uji Marshall	49
3.5.2 Bahan Pembuatan Benda Uji	50
3.5.3 Pelaksanaan Pembuatan Benda Uji	50
3.6 Pemeriksaan Volumetrik	53
3.6.1 Peralatan Analisis Volumetrik	53
3.6.2 Bahan Analisis Volumetrik	53
3.6.3 Pelaksanaan Analisis Volumetrik	53
3.7 Pengujian Marshall	54
3.7.1 Peralatan Uji Marshall	54
3.7.2 Bahan Uji Marshall	54
3.7.3 Pelaksanaan Pengujian Marshall	54
BAB IV. ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN	56
4.1 Data Hasil Penelitian Material	56
4.1.1 Hasil Pemeriksaan Agregat Kasar	56
4.1.2 Hasil Pemeriksaan Agregat Halus	56
4.1.3 Hasil Pemeriksaan Serbuk Kerang	57
4.1.4 Perhitungan Kebutuhan Material	57

4.1.5 Data Penggabungan Agregat	59
4.1.6 Persentase Agregat Dalam Setiap Variasi	59
4.2 Data Dan Perhitungan Berat jenis Campuran	59
4.2.1 Data Parameter Penentuan Pemeriksaan Agregat	59
4.2.2 Data Berat Jenis Efektif FA dan SK Terhadap Campuran.....	60
4.2.3 Data Berat Jenis Bulk FA dan SK Terhadap Campuran	61
4.2.4 Data Berat Jenis Efektif Gabungan	61
4.2.5 Data Berat Jenis Bulk Gabungan	62
4.2.6 Data Hasil Volumetrik	63
4.2.7 Analisis Hasil Volumetrik	65
4.3 Data Pengujian Marshall Dengan Alat Marshall	68
4.4 Pembahasan	70
4.4.1 Pengaruh Penggunaan Bahan Serbuk Kerang Sebagai Peng- ganti Agregat Halus Pada Campuran AC-BC	70
A. Berat Isi atau Kepadatan	70
B. Stabilitas	71
C. Kelelahan	71
D. Rongga dalam campuran	72
E. Rongga terisi aspal.....	72
F. Rongga dalam agregat.....	72
G. Marshall Quotient (MQ)	73
4.4.2 Kelayakan Penggunaan Limbah Serbuk Kerang Dalam Campuran AC-BC.....	74

BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN	76
5.1 Kesimpulan.....	76
5.2 Saran	77

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN-LAMPIRAN



BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

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 suatu komponen yang mempunyai peranan penting terhadap perkembangan pembangunan suatu wilayah, satu diantara indikasi suatu kota sudah maju adalah adanya pembangunan yang mampu melayani kebutuhan penduduknya dengan aman, nyaman dan lancar. Sesuai dengan perkembangan suatu wilayah, konstruksi jalan raya terus mengalami peningkatan baik dari segi kualitas pelayanan maupun jumlahnya.

Lapis aspal beton adalah campuran dari agregat bergradasi menerus dengan bahan bitumen. Aspal beton dengan campuran bergradasi menerus memiliki komposisi yang terdiri dari agregat kasar, agregat halus, mineral pengisi (*filler*) dan aspal (bitumen) sebagai pengikat.

Pada penelitian ini spesifikasi lapis perkerasan yang diteliti adalah lapis *Asphalt Concrete Binder Course (AC-BC)*. Alasan penggunaan *Asphalt Concrete Binder Course (AC-BC)* adalah karena penelitian ini masih baru atau dalam arti masih pemula oleh karena itu diharapkan penggunaannya bukan untuk lalu lintas yang menahan beban yang berat seperti lapisan aspal beton *Asphalt Concrete*



Wearing Course (AC-WC), sehingga menggunakan spesifikasi dari lapis aus *Asphalt Concrete Binder Course* (AC-BC) karena kekuatannya rendah dibandingkan lapis aus *Asphalt Concrete Wearing Course* (AC-WC).

Lapis *Asphalt Concrete Binder Course* (AC-BC) difungsikan menahan beban maksimum akibat beban lalu lintas sehingga harus mempunyai kekuatan yang cukup. Untuk mendapatkan campuran *Asphalt Concrete Binder Course* (AC-BC) yang memenuhi mutu yang diharapkan, maka diperlukan suatu pengetahuan tentang sifat, pengadaan, dan pengolahan bahan yang diperlukan. Secara umum bahan perkerasan campuran *Asphalt Concrete Binder Course* (AC-BC) terdiri dari agregat kasar, agregat sedang, agregat halus, bahan pengisi (*filler*) dan aspal. Agregat kasar yang digunakan berupa batu pecah dengan spesifikasi tertentu yang merupakan hasil dari pemecahan batu. Agregat halus terdiri dari pasir atau pengayakan batu pecah yang memenuhi spesifikasi sebagai bahan campuran *Asphalt Concrete Binder Course* (AC-BC).

Seperti kita ketahui bahwa kulit kerang kurang dimanfaatkan dalam kehidupan sehari-hari, kulit kerang biasanya dibuang dan menjadi tumpukan sampah di pantai atau di berbagai tempat. Oleh karena itu saya mengambil kulit kerang tersebut untuk dijadikan sebagai bahan material perkerasan jalan. Kerang adalah mineral yang terdiri dari *Chromium* (Cr), *Calcium* (Ca), *Magnesium* (Mg). Kulit kerang tersebut terlebih dahulu dihaluskan dalam bentuk serbuk.

Penelitian ini bertujuan untuk meneliti pengaruh penggunaan kulit kerang sebagai pengganti agregat halus (FA) terhadap stabilitas, kelelahan, rongga udara, rongga terisi aspal dari campuran tersebut dan jika di dalam penelitian ini memenuhi persyaratan yang telah ditetapkan, dengan hasil yang layak dipakai,

maka kulit kerang dapat dibuat menjadi bahan campuran aspal khususnya pada daerah yang banyak terdapat sampah kulit kerang terutama daerah pantai.

Dalam tugas akhir ini akan memaparkan proses pembuatan benda uji Marshall dengan penggunaan kulit kerang sebagai pengganti agregat halus, sekaligus kebaikan dan kekurangan hasil pemeriksaan, penentuan komposisi bahan, perhitungan, dan penyimpangan pelaksanaan/prosedur lainnya pada penelitian ini.

1.2 Tujuan dan Manfaat Penelitian

1.2.1 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Untuk mengetahui pengaruh penggunaan serbuk kerang sebagai pengganti agregat halus (FA) terhadap parameter-parameter seperti stabilitas, berat isi atau kepadatan, kelelahan, rongga dalam campuran, rongga terisi aspal, rongga dalam agregat, Marshall quotient dalam campuran *Asphalt Concrete Binder Course (AC-BC)*;
2. Untuk mengetahui limbah kulit kerang dapat digunakan sebagai pengganti agregat halus (FA) dalam campuran *Asphalt Concrete Binder Course (AC-BC)*

1.2.2 Manfaat Penelitian

1. Usaha pemanfaatan bahan yang terbuang seperti kulit kerang menjadi bahan yang berguna sehingga dapat memberikan kontribusi ilmiah pengembangan ilmu dalam bidang Kontruksi Jalan Raya;

2. Menambah alternatif pilihan penggunaan bahan perkerasan yang lebih ekonomis dan ramah lingkungan:
3. Untuk mengatasi masalah limbah terhadap lingkungan.

1.3 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, maka dapat dirumuskan permasalahan yang akan diteliti adalah apakah limbah kulit kerang dapat digunakan sebagai pengganti agregat halus (FA) dan bagaimanakah pengaruh penggunaan serbuk kerang sebagai pengganti agregat halus (FA) terhadap parameter-parameter seperti: stabilitas, berat isi atau kepadatan, kelelehan, rongga dalam campuran, rongga terisi aspal, rongga dalam agregat, Marshall quotient dalam campuran *Asphalt Concrete Binder Course (AC-BC)*.

1.4 Batasan Masalah

Penelitian hanya mencakup tentang penggunaan kulit kerang sebagai pengganti agregat halus pada campuran *Asphalt Concrete Binder Course (AC-BC)* sehingga pengujian-pengujian hanya meliputi adalah:

1. Penelitian dilakukan di Laboratorium Jalan Raya PT. Adhi Karya (Persero) Tbk Base Camp Pasar V Petumbak, Medan;
2. Jenis campuran aspal beton yang akan di uji adalah untuk lapis permukaan pada lapis antara *Asphalt Concrete Binder Course (AC-BC)* dengan menggunakan kulit kerang dari Percut sebagai pengganti agregat halus;
3. Proporsi spesifikasi Serbuk Kerang dibuat dalam 5 variasi sebagai berikut:
 - a. Dengan FA (100%) : 6 Buah

- b. Dengan 75% Serbuk Kerang : 6 Buah
 - c. Dengan 50% Serbuk Kerang : 6 Buah
 - d. Dengan 30% Serbuk Kerang : 6 Buah
 - e. Dengan 15% Serbuk Kerang : 6 Buah
4. Aspal yang digunakan adalah jenis aspal penetrasi 60/70 pertamina;
 5. Standart pengujian karakteristik material agregat dan aspal yang digunakan adalah SNI (Standart Nasional Indonesia), ASTM (*American society for Testing Materials*), AASHTO (*American Association State Of Higway and Transportation Officials*).

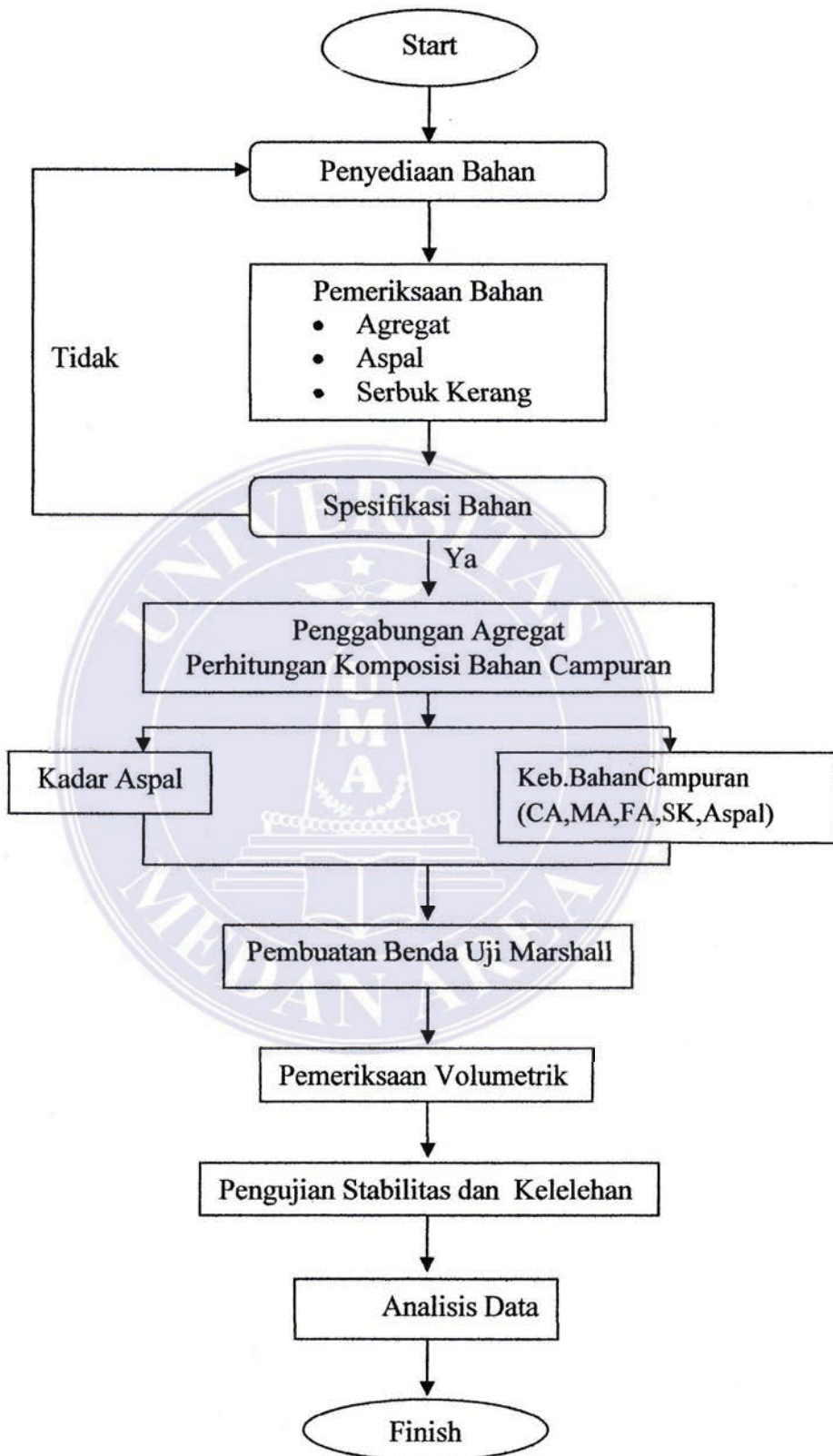
1.5 Metodologi Penelitian

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 SSD dari benda uji Marshall. Pengujian benda uji dengan metode Marshall untuk mengetahui parameter-parameter campuran *Asphalt Concrete Binder Course* (AC-BC) tersebut.

1.6 Kerangka Berpikir



Gambar 1.1 Diagram alir penelitian

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Konstruksi Jalan Raya

Jalan adalah prasarana transportasi darat yang meliputi segala bagian jalan, termasuk bangunan pelengkap dan perlengkapannya yang diperuntukkan bagi lalu lintas, yang berada pada permukaan tanah, di atas permukaan tanah, di bawah permukaan tanah dan atau air, serta di atas permukaan air, kecuali jalan kereta api, jalan lori, dan jalan kabel.

Perkerasan jalan merupakan lapisan konstruksi yang diletakkan diatas tanah dasar (*subgrade*) yang telah mengalami pemadatan dan mempunyai fungsi untuk mendukung beban lalu lintas yang kemudian menyebarkannya ke badan jalan supaya tanah dasar tidak menerima beban yang lebih besar dari daya dukung tanah yang diijinkan. Tujuan dari pembuatan lapis perkerasan jalan adalah agar dicapai suatu kekuatan tertentu sehingga mampu mendukung beban lalu lintas dan dapat menyalurkan serta menyebarkan beban roda – roda kendaraan yang diterima ke tanah dasar (Silvia Sukirman, 1994).

Berdasarkan sifat bahan yang digunakan, konstruksi perkerasan dapat dibedakan atas 3 bagian:

- a. Konstruksi perkerasan lentur (*flexible pavement*), yaitu perkerasan yang menggunakan aspal sebagai bahan pengikat. Lapisan-lapisan perkerasannya bersifat memikul dan menyebarkan beban lalu lintas ke tanah dasar.
- b. Konstruksi perkerasan kaku (*rigid pavement*), yaitu perkerasan yang menggunakan semen portland (*portland cement*) sebagai bahan pengikat.

- c. Konstruksi perkerasan komposit (*composite pavement*), yaitu perkerasan kaku yang dikombinasikan dengan perkerasan lentur dapat berupa perkerasan lentur diatas perkerasan kaku, atau perkerasan kaku diatas perkerasan lentur.

Perbedaan antar lapisan perkerasan kaku dan perkerasan lentur ditunjukkan dalam tabel 2.1 (Silvia Sukirman, 1994).

Tabel 2.1 Perbedaan antar lapisan perkerasan kaku dan perkerasan lentur

	Perkerasan Kaku	Perkerasan Lentur
1. Bahan pengikat	- Aspal	- Semen
2. Repetisi beban	- Akan timbul lendutan pada jalur roda	- Timbul retak retak pada permukaan
3. Penurunan tanah	- Jalan bergelombang mengikuti tanah dasar	- Bersifat sebagai balok diatas perletakan
4. Perubahan tempatur	- Modulus kekekalan berubah - Timbul tegangan dalam yang kecil	- Modulus kekkalan tidak berubah - Timbul tegangan dalam yang besar.

Sumber: (Silvia Sukirman, 1994).

2.2 Lapis Aspal Beton (Laston)

Lapis Aspal Beton (Laston) atau dikenal dengan nama *Asphalt concrete* (AC) salah satu jenis perkerasan lentur yang umum digunakan di Indonesia, merupakan suatu lapisan pada jalan raya yang terdiri dari campuran aspal keras dan agregat yang bergradasi menerus dicampur, dihamparkan dan dipadatkan dalam keadaan panas pada suhu tertentu.

Pembuatan lapis aspal beton dimaksudkan untuk mendapatkan suatu lapisan permukaan atau lapis antara (*binder*) pada perkerasan jalan yang mampu memberikan sumbangan daya dukung yang terukur serta berfungsi sebagai lapisan

kedap air yang dapat melindungi konstruksi dibawahnya (Departemen PU, 1989).

Lapisan aspal beton dapat digunakan untuk lapis permukaan, lapis antara, lapis pondasi pada jalan dengan lalu lintas ringan sampai lalu lintas berat. Perbedaan masing-masing adalah pada ukuran butir yang digunakan. Pemilihan ukuran butiran maksimum disesuaikan dengan rencana tebal penghamparan, tebal hamparan padat minimal 2 kali ukuran butir maksimum untuk menjamin tekstur permukaan dan ikatan antar butiran yang baik.

Campuran beraspal panas jenis *Asphalt Concrete* (AC) terdiri atas kombinasi agregat, bahan pengisi (*filler*) dan aspal (*bitumen*) yang dicampur secara panas pada temperatur tertentu. Komposisi bahan dalam campuran beraspal panas terlebih dahulu harus direncanakan sehingga setelah terpasang diperoleh perkerasan beraspal yang memenuhi kriteria:

1. Stabilitas yang cukup, yaitu lapisan campuran beraspal harus mampu mendukung beban lalu lintas yang melewatinya tanpa mengalami deformasi permanen dan deformasi plastis selama umur rencana.
2. Durabilitas atau keawetan yang cukup, yaitu lapisan campuran beraspal harus mampu menahan keausan akibat pengaruh cuaca dan iklim, serta gesekan antara roda kendaraan dengan permukaan perkerasan jalan.
3. Kelenturan atau fleksibilitas yang cukup, yaitu lapisan campuran beraspal harus mampu menahan lendutan akibat beban lalu lintas dan pergerakan dari pondasi atau tanah dasar tanpa mengalami retak.
4. Cukup kedap air, yaitu lapisan campuran beraspal cukup kedap air sehingga tidak ada rembesan air yang masuk ke lapis pondasi di bawahnya.

5. Kekesatan yang cukup, yaitu campuran beraspal untuk lapis permukaan harus cukup kesat terutama pada kondisi basah, sehingga tidak membahayakan pemakai jalan (kendaraan tidak tergelincir atau selip).
6. Ketahanan terhadap kelelahan, yaitu lapisan campuran beraspal harus mampu menahan beban berulang dari beban lalu lintas tanpa terjadi kelelahan retak dan alur selama umur rencana.
7. Kemudahan kerja, yaitu lapisan campuran beraspal harus mudah dilaksanakan, mudah dihamparkan dan dipadatkan.

Lapisan aspal beton (Laston) terdiri dari tiga (3) macam yaitu:

- a. Lapisan aspal beton sebagai lapisan aus, dikenal dengan nama AC-WC (*Asphalt Concrete – Wearing Course*) dengan tebal minimumnya 4 cm;
- b. Lapisan aspal beton sebagai lapisan permukaan antara, dikenal dengan nama AC-BC (*Asphalt Concrete – Binder Course*) dengan tebal minimumnya 5 cm;
- c. Lapisan aspal beton sebagai lapisan pondasi, dikenal dengan nama AC-Base (*Asphalt Concrete – Base*) dengan tebal minimumnya 6 cm.

Setiap jenis campuran *Asphalt Concrete* (AC) yang menggunakan bahan aspal polimer atau aspal dimodifikasi dengan Asbuton atau Aspal *Multigrade* disebut masing-masing sebagai *AC-WC Modified*, *AC-BC Modified* dan *AC Base Modified*).

Asphalt Concrete Binder Course (AC-BC) merupakan lapisan aspal beton sebagai lapisan antara dengan tebal perkerasan minimum 5 cm. Bahan campuran *Asphalt Concrete Binder Course* (AC-BC) terdiri dari agregat kasar, agregat sedang, agregat halus, bahan pengisi (*filler*) dan aspal. Fungsi dari lapis *Asphalt Concrete Binder Course* (AC-BC) adalah mengurangi tegangan dan menahan

beban paling tinggi akibat beban lalu lintas sehingga harus mempunyai kekuatan yang cukup untuk memikul beban tersebut. Bahan-bahan tersebut sebelum digunakan dalam campuran lapisan aspal beton harus diuji terlebih dahulu untuk mengetahui sifat-sifatnya seperti tabel dibawah ini.

Tabel 2.2 Ketentuan Sifat-Sifat Campuran Laston

Sifat-sifat campuran		Laston		
		WC	BC	Base
Jumlah tumbukan per bidang	Mak.	75		112
Penyerapan aspal (%)	Min.		1,2	
Rongga dalam campuran (VIM) %	Mak.	4,9 – 5,9		
Rongga dalam agregat (VMA) %	Min.	15	14	13
Rongga terisi aspal (VFB) %	Min.	65	63	60
Stabilitas Marshall (kg)	Min.	800		800
Kelelehan (mm)	Min.	2		2
Marhall quotient (kg/mm)	Min.	200		200
Stabilitas Marshall sisa (%) setelah perendaman selama 24 jam, 60 ⁰ C pada VIM ±7 %	Min.		80	
Rongga dalam campuran pada kepadatan membal (<i>refusal</i>), %	Min.		1	

Sumber : Depkimpraswil, 2002

2.3 Bahan Campuran Asphalt Concrete Binder Course (AC-BC)

Bahan campuran beraspal terdiri dari agregat kasar, agregat halus, bahan pengisi (*filler*) dan bahan pengikat berupa aspal. Semua komponen tersebut dicampurkan terlebih dahulu dengan cara panas atau dingin, dengan proporsi dan cara atau metode pencampuran tertentu sebelum dihampar. Untuk dapat memenuhi kekuatan agar mampu menerima beban yang akan diterima baik secara pelaksanaan maupun selama umur rencana bahan pembentuk campuran tersebut

dan harus memenuhi persyaratan yang telah ditentukan termasuk persyaratan gradasi.

Tabel 2.3 Persyaratan Gradasi Aspal Beton

Ukuran Ayakan	% Berat yang lolos							
		Latasir (SS)		Lataston (HRS)		Laston (AC)		
ASTM (mm)	Kelas A	Kelas B	WC	Base	WC	BC	Base	
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	35-55	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	0.300					15.5	13.7	11.4

Sumber: RSNI, 2005

2.3.1 Agregat

Seluruh lapis perkerasan jalan beraspal tersusun dari agregat, yang diperoleh dari batu pecah, kerikil dengan pasir atau batu berbutir halus. Agregat mempunyai peranan yang penting dalam mempengaruhi perilaku perkerasan jalan. Pada umumnya agregat mempunyai kekuatan mekanik untuk pembuatan jalan, demikian pula umumnya pada lapis perkerasan (paling atas) yang akan langsung menahan beban lalu lintas, tetapi bagian ini makin lama makin aus karena beban lalu lintas yang tinggi yang menyebabkan permukaan menjadi licin dan tidak layak lagi dilalui kendaraan.

Menurut ASTM D-8, agregat adalah adalah suatu butiran material dari komposisi mineral seperti pasir, gravel, terak atau batu pecah yang dapat digunakan dengan medium semen membentuk mortar atau beton, atau dalam bentuk agregat yang digunakan sebagai alapisan perkerasan jalan. Bentuk dan ukuran partikel agregat sangat berpengaruh pada fungsi agregat tersebut untuk pembentukan jalan. Fungsi dari agregat dalam campuran aspal adalah sebagai kerangka yang memberikan stabilitas campuran jika dilakukan dengan alat pemadat yang tepat. Agregat sebagai komponen utama atau kerangka dari lapisan perkerasan jalan yaitu mengandung 90% – 95% agregat berdasarkan persentase berat atau 75% – 85% agregat berdasarkan persentase volume (Silvia Sukirman, 2003).

Sifat dan kualitas agregat sangat menentukan kemampuannya dalam memikul beban lalu lintas karena dibutuhkan untuk lapisan permukaan yang langsung memikul beban di atasnya dan meyebarkannya ke lapisan dibawahnya. Kualitas suatu agregat sangat dipengaruhi oleh sifat-sifat yang dikandungnya. Diantaranya sifat-sifat yang ada yaitu kekuatan, keawetan, daya rekat terhadap aspal dan kemudahan dalam pelaksanaan.

a) Klasifikasi Agregat

Ada tiga golongan umum batuan yang umumnya digunakan untuk agregat yaitu:

1) Batuan Beku

Batuan beku yang terjadi akibat pendinginan dan pembekuan dari bahan-bahan yang meleleh akibat panas (magma bumi).

2) Batuan Endapan

Batuan endapan yang terjadi dari hasil endapan halus dari hasil proses pelapukan batuan bebas, tumbuh-tumbuhan dan kulit binatang.

3) Batuan Methamorphik atau Malihan

Batuan yang terjadi akibat modifikasi (perubahan yang termasuk perubahan fisik/kimia dari batuan endapan dan beku sebagai hasil dari tekanan yang kuat akibat gesekan bumi dan panas yang berlebih-lebihan).

b) Jenis-jenis Agregat

Batuan atau agregat untuk campuran beraspal umumnya diklasifikasikan berdasarkan sumbernya, seperti contohnya agregat alam dan agregat hasil pemrosesan agregat batuan.

1) Agregat alam

Agregat alam adalah agregat yang digunakan dalam bentuk alamiahnya dengan sedikit atau tanpa pemrosesan sama sekali. Dua jenis utama yang digunakan dalam konstruksi jalan adalah pasir dan kerikil. Berdasarkan ukuran butir, dapat dibedakan atas;

- a. Kerikil, biasanya didefinisikan sebagai agregat yang berukuran lebih besar 6.35 mm.
- b. Pasir adalah agregat dengan ukuran partikel yang lebih kecil dari 6.35 mm dan lebih besar dari 0.075 mm (saringan no. 200).
- c. Mineral pengisi (filler), partikel yang lebih dari 0.075 mm

Pasir dan kerikil selanjutnya diklasifikasikan menurut sumbernya, yaitu mineral yang diambil dari tambang terbuka dan digunakan tanpa

proses lebih lanjut disebut material dari tambang terbuka. Sedangkan bila diambil dari sungai disebut material sungai.

Agregat yang diproses adalah batuan yang telah dipecah dan disaring sebelum digunakan. Pemecahan agregat ini dilakukan karena alasan:

- a. Untuk mengubah tekstur permukaan partikel dari licin hingga kasar
- b. Untuk mengubah bentuk agregat dari bulat ke angular
- c. Untuk mengurangi serta meningkatkan distribusi dan rentang ukuran partikel.

Untuk batu kerikil yang besar, tujuan pemecahan adalah untuk mendapatkan ukuran batu yang dapat dipakai dan untuk mengubah bentuk dan teksturnya.

2) Agregat Buatan

Agregat ini didapatkan dari proses kimia atau fisika dari beberapa material baru yang sifatnya menyerupai agregat. Beberapa jenis dari agregat ini merupakan hasil sampingan dari proses industri dan proses material yang sengaja diproses agar dapat digunakan sebagai agregat atau mineral pengisi (filler).

c) Sifat-sifat fisik Agregat dan Hubungannya dengan Kinerja Beraspal

Pada campuran beraspal, agregat memberikan kontribusi 90-95% terhadap berat campuran, sehingga sifat-sifat agregat merupakan salah satu faktor penentu dari kinerja campuran tersebut. Untuk tujuan ini, sifat agregat yang harus diperiksa antara lain:

1) Ukuran butir

Ukuran agregat dalam suatu campuran beraspal terdistribusi dari yang berukuran besar sampai ke 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:

- 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 menahan maksimum dari 10 % agregat.

Istilah-istilah lainnya yang sering digunakan sehubungan dengan ukuran agregat:

- a. Agregat kasar: Agregat yang tertahan disaringan No. 8 (2.36 mm)
- b. Agregat halus: Agregat yang lolos saringan No. 8 (2.36 mm)
- 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 dari saringan No. 200 (0.075 mm) mineral pengisi dan mineral abu dapat terjadi secara alamiah atau dapat juga dihasilkan dari proses pemecahan batuan atau dari proses buatan. Mineral ini penting artinya mendapatkan campuran yang padat, berdaya tahan dan kedap air. Walaupun demikian kelebihan atau kekurangan sedikitpun dari mineral ini akan menyebabkan campuran terlalu

kering atau basah. Oleh karena itu, jenis dan jumlah mineral pengisi atau debu yang digunakan dalam campuran haruslah dikontrol dengan seksama.

2) 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. Seluruh spesifikasi perkerasan mensyaratkan bahwa partikel agregat harus berada dalam rentang ukuran tertentu dan untuk masing-masing ukuran partikel harus dalam proporsi tertentu.

Gradasi agregat diperoleh dari hasil analisa saringan dengan menggunakan 1 set saringan dimana saringan yang paling kasar diletakkan di atas dan yang paling halus terletak paling bawah. Gradasi agregat dapat dibedakan atas:

- a. Gradasi Seragam adalah agregat dengan ukuran yang hampir sama/sejenis atau mengandung agregat halus yang sedikit jumlahnya sehingga tidak dapat mengisi rongga antar agregat. Gradasi seragam disebut juga gradasi terbuka karena hanya mempunyai sedikit agregat halus sehingga terdapat banyak rongga/ruang yang kosong antar agregat. Campuran aspal yang dibuat dari gradasi agregat seperti ini bersifat poros atau memiliki permeabilitas yang tinggi, stabilitas yang rendah dan memiliki berat isi yang kecil.

- b. Gradasi rapat adalah merupakan campuran agregat kasar dan halus dalam porsi yang berimbang, sehingga dinamakan juga agregat bergradasi baik. Campuran dengan gradasi ini memiliki stabilitas yang tinggi, agak kedap terhadap air dan memiliki berat isi yang besar.
- c. Gradasi senjang, adalah gradasi agregat dimana ukuran agregat yang ada tidak lengkap atau ada fraksi yang tidak atau jumlahnya sedikit sekali. Campuran agregat dengan gradasi ini memiliki kulaitas peralihan dari kedua gradasi yang disebut diatas.

3) Kebersihan

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 lainnya).

Agregat yang kotor akan memberikan pengaruh yang jelek pada kinerja perkerasan seperti berkurangnya ikatan antar aspal dengan agregat. Di lapangan, kebersihan agregat sering ditentukan secara visual. Kebersihan agregat dapat diuji di Laboratorium dengan analisa saringan basah.

4) Kekerasan

Semua agregat yang digunakan harus kuat, mampu menahan abrasi dan degradasi selama proses produksi dan operasionalnya di lapangan. Agregat yang akan digunakan sebagai lapis permukaan perkerasan harus lebih keras dan lebih tahan dari pada agregat yang digunakan pada lapisan di bawahnya. Hal ini disebabkan karena lapisan permukaan perkerasan akan menerima dan menahan tekanan dan benturan akibat beban lalu lintas

yang 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 uji abrasi dengan mesin Los Angeles (*Los Angeles Abrasion Test*), uji beban kejut (*Impact Test*) dan uji ketahanan terhadap pecah (*Crushing Test*).

5) Bentuk butir agregat

Agregat memiliki bentuk dari bulat sampai bersudut. Bentuk butir agregat ini dapat mempengaruhi campuran perkerasan selama penghamparan, yaitu dalam hal ernegi pemadatan yang dibutuhkan untuk memadatkan campuran dan kekuatan struktur perkerasan selama umur pelayanannya.

Bentuk partikel agregat yang bersudut memberikan ikatan antar agregat yang baik yang dapat menahan perpindahan agregat yang mungkin terjadi. Agregat yang bersudut tajam, berbentuk kubikal dan agregat yang memiliki lebih dari satu sisi menghasilkan ikatan yang baik antara 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 kemudahan dalam pelaksanaan.

6) Tekstur permukaan agregat

Selain memberikan sifat ketahanan terhadap gelincir pada permukaan perkerasan, tekstur permukaan agregat juga merupakan faktor lain yang menentukan kemudahan dalam pelaksanaan dan keawetan terhadap campuran beraspal.

Agregat dengan tekstur permukaan yang sangat kasar memberikan kekuatan pada campuran beraspal karena memiliki koefisien gesek yang tinggi yang membuat agregat tersebut sulit untuk berpindah tempat namun akan menurunkan kemudahan dalam pelaksanaan. Oleh karena itu, penggunaan agregat dengan tekstur permukaan halus dengan proporsi tertentu kadang-kadang dibutuhkan untuk membantu meningkatkan kemudahan dalam pelaksanaan. Aspal akan lebih mudah melekat pada permukaan yang kasar sehingga akan menghasilkan ikatan yang baik antara aspal dan agregat yang pada akhirnya akan memberikan campuran beraspal yang kuat. Kekasaran permukaan agregat juga akan memberikan tahanan gesek yang kuat pada roda kendaraan sehingga akan menimbulkan keamanan kendaraan terhadap slip/licin.

7) Daya serap agregat

Kemampuan agregat untuk menyerap zat cair 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 hal ini akan menyebabkan aspal yang ada pada permukaan agregat yang akan berguna untuk mengikat pertikel agregat menjadi lebih sedikit sehingga ikatannya akan lemah.

8) Kelekatan agregat terhadap aspal

Kelekatan aspal terhadap agregat adalah kecenderungan agregat untuk menerima, menyerap dan menahan aspal. Salah satu cara untuk menguji kelekatan agregat terhadap aspal adalah dengan cara merendam agregat yang telah terselimuti aspal ke dalam air. Test lain adalah perendaman mekanik.

d) Spesifikasi Agregat

Sebelum digunakan untuk pembuatan campuran, bahan agregat terlebih dahulu harus dilakukan pengujian di laboratorium untuk kesesuaian mutunya dengan spesifikasi campuran beraspal panas yang diunjukkan sebagai berikut:

Tabel 2.4 Spesifikasi Agregat Kasar

No	Pegujian	Standar	Nilai
1	Analisa saringan	SNI 03-1968-1990	
2	Berat jenis semu	SNI 03-1969-1990	Min 2.5
3	Daya serap (Absorpsi air)	SNI 03-1969-1990	Maks. 3
4	Abrasi dengan mesin Los Angeles	SNI 03-2417-1991	Maks.90%
5	Kelekatan agregat terhadap aspal	SNI 03-2439-1991	Min 95%

Sumber: RSNI, 2005

Tabel 2.5 Spesifikasi Agregat Halus

No	Pegujian	Standar	Nilai
1	Analisa saringan	SNI 03-1968-1990	
2	Berat jenis semu	SNI 03-1970-1990	Min 2.5
3	Daya serap (Absorpsi air)	SNI 03-1970-1990	Maks. 3
4	Nilai setara pasir	SNI 03-4428-1997	Min 50%
5	Material lolos saringan no. 200	SNI 03-4142-1996	Maks 8%

Sumber: RSNI, 2005

2.3.2 Bahan Pengisi (*Filler*)

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 temperatur, 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.

2.3.3 Serbuk Kerang

Aspal campuran panas merupakan salah satu jenis lapisan konstruksi perkerasan dengan gradasi agregat menerus. Jenis perkerasan ini merupakan campuran antara agregat dan aspal sebagai bahan pengikat pada suhu tertentu. Pada penelitian ini yang digunakan adalah serbuk kerang yang merupakan hasil

penggilingan kulit kerang yang merupakan sisi/limbah di daerah pantai. Kebutuhan akan material jalan pada saat ini semakin meningkat seiring dengan meningkatnya laju pembangunan konstruksi jalan.

Pemanfaatan serbuk kerang sebagai bahan pengganti agregat halus pada material jalan merupakan salah satu alternatif mengatasi hal tersebut. Serbuk kerang dapat digunakan sebagai bahan baku untuk pembuatan agregat buatan dari campuran aspal. Kerang adalah mineral yang terdiri dari *Calcium* (Ca), *Chrorum* (Cr), dan *Magnesium* (Mg).

2.3.4 Bahan Pengikat (aspal)

a) Teori dan Konsep Dasar

Aspal adalah sejenis mineral yang banyak digunakan untuk konstruksi jalan, khusus pekerasan lentur. Aspal merupakan material organik yang kompleks yang dapat diperoleh langsung dari alam atau proses tertentu. Umumnya aspal terbagi atas bentuk cair, semi padat, dan padat pada suhu ruang 25⁰C.

Beberapa literatur di USA mendefinisikan aspal adalah material yang larut dalam karbon disulfide (CS₂) tetapi di Inggris menggunakan trichlororthene (CCl₃) sebagai pelarut. Defenisi ini tentu sangat luas artinya. Biasanya aspal dijelaskan viscoelastis pada suhu kamar, dan berwarna coklat gelap sampai hitam. Aspal adalah material penting dalam perkerasan lentur karena dapat merekatkan (bersifat sebagai perekat), mengisi rongga (sebagai filler), dan memiliki sifat kedap air.

Penggunaan aspal sebagai material perkerasan cukup luas, mulai dari lapis permukaan, lapis pondasi, lapis aus, maupun lapis penutup. Konsentrasi jaian yang dibangun dengan aspal dapat digunakan untuk segala jenis lalu lintas, seperti lalu lintas ringan, sedang, berat bahkan untuk perkerasan landasan pacu.

b) Jenis-jenis Aspal

Berdasarkan cara memperolehnya aspal dibagi atas dua bagian:

1. Aspal Alam

Aspal alam adalah aspal yang didapat di suatu tempat di alam, dan dapat digunakan sebagaimana diperolehnya atau dengan sedikit pengolahan. Aspal alam ada yang diperoleh di gunung-gunung seperti aspal di Pulau Buton yang disebut dengan Asbuton. Asbuton merupakan batu yang mengandung aspal. Asbuton merupakan campuran antara bitumen dengan bahan mineral lainnya dalam bentuk batuan. Karena asbuton merupakan material yang ditemukan begitu saja di alam, maka kadar bitumen yang dikandungnya sangat bervariasi dari rendah sampai tinggi. Untuk mengatasi hal ini, maka asbuton mulai diproduksi dalam berbagai bentuk di pabrik pengolahan asbuton.

2. Aspal Buatan

Sebagaimana proses terjadinya aspal alam, maka aspal buatan pun merupakan residu dari proses destilasi minyak bumi. Karena destilasinya tidak secara alamiah, maka sering aspal buatan ini disebut aspal minyak. Selain itu karena aspal jenis ini keras pada suhu ruang maka sering disebut aspal keras dan untuk mengolahnya perlu pemanasan terlebih dahulu,

maka sering juga disebut aspal panas. Dalam banyak literatur asing, khususnya yang berasal dari Amerika Utara aspal ini disebut juga dengan AC (*Asphalt Cement*) karena sifatnya seperti semen pada konstruksi beton, yaitu berfungsi sebagai perekat dan pengisi.

Bahan baku minyak bumi yang baik untuk pembuatan aspal adalah minyak bumi yang banyak mengandung *asphaltene* dan hanya sedikit mengandung parafin. Untuk bahan aspal paraffin kurang disukai karena mengakibatkan aspal bersifat getas, mudah terbakar dan memiliki daya lekat yang buruk dengan agregat. Akan tetapi sifat parafin pada minyak bumi sangat baik untuk bahan bakar minyak.

Aspal minyak adalah aspal yang merupakan residu destilasi minyak bumi. Setiap minyak bumi dapat menghasilkan residu jenis *asphaltic base crude oil* yang banyak mengandung aspal, *paraffin base crude oil* yang banyak mengandung parafin, atau *mixed base crude oil* yang mengandung campuran antara parafin dan aspal.

Untuk perkerasan jalan umumnya digunakan aspal minyak jenis *asphaltic base crude oil*. Berikut adalah klasifikasi dari aspal buatan:

1. Menurut Bahan Dasar Aspal.

- a. Dari bahan hewani yaitu diperoleh dari pengolahan *crude oils*.

Dari proses pengolahan *crude oils* akan diperoleh bahan bakar dan residu, yang jika diproses lanjut akan diperoleh aspal/bitumen.

- b. Dari bahan nabati yaitu diperoleh dari pengolahan batu bara/*coal*, dalam hal ini akan diperoleh tar.

2. Menurut Tingkat Kekerasannya, aspal minyak/ aspal murni/ *petroleum asphalt* , diklasifikasikan menjadi :

a. Aspal Keras/ Aspal Panas/ Aspal Semen (*Asphalt Cement*), merupakan aspal yang digunakan dalam keadaan panas. Aspal ini berbentuk padat pada keadaan penyimpanan dalam temperatur ruang (25^0-30^0C). Merupakan jenis aspal buatan yang langsung diperoleh dari penyaringan minyak dan merupakan aspal yang terkeras. Berdasarkan tingkat kekerasan/kekentalannya, maka aspal semen dibedakan menjadi :

1) AC 40-50

Aspal penetrasi rendah 40/50, digunakan untuk kasus: jalan dengan volume lalu lintas tinggi dan daerah dengan cuaca iklim panas.

2) AC 60-70

Aspal penetrasi rendah 60/70, digunakan untuk kasus: jalan dengan volume lalu lintas sedang atau tinggi dan daerah dengan cuaca iklim panas.

3) AC 80-100

Aspal penetrasi tinggi 80/100, digunakan untuk kasus: jalan dengan volume lalu lintas sedang / rendah dan daerah dengan cuaca iklim dingin.

4) AC 100-110

Aspal penetrasi tinggi 100/110, digunakan untuk kasus: jalan dengan volume lalu lintas rendah dan daerah dengan cuaca iklim dingin.

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

b. Aspal cair

Aspal cair bukan merupakan produksi langsung dari penyaringan minyak kasar (*crude oil*), melainkan produksi tambahan, karena harus melalui proses lanjutan terlebih dahulu. Aspal cair adalah campuran antara aspal semen dengan bahan pencair dari hasil penyulingan minyak bumi.

c. Aspal Emulsi

Aspal emulsi suatu campuran aspal dengan air dan bahan pengemulsi.

c) Komposisi Aspal

Aspal merupakan unsur hydrocarbon yang sangat kompleks, sangat sukar untuk memisahkan molekul-molekul dari minyak bumi menghasilkan komposisi molekul yang berbeda.

Komposisi aspal terdiri dari asphaltenes dan maltenes. Asphaltenes merupakan material berwarna hitam atau coklat tua yang tidak larut dalam

heptanes. Maltenes larut dalam heptanes, merupakan cairan yang kental yang terdiri dari resins dan oils. Resins adalah cairan bewarna kuning atau coklat tua yang memberikan sifat adhesi dari aspal, merupakan bagian yang mudah hilang atau berkurang selama masa pelayanan jalan. Sedangkan oils yang bewarna lebih muda merupakan media dari asphaltenes dan resin. Proporsi dari asphaltenes, resins dan oils berbeda-beda tergantung dari banyak faktor seperti kemungkinan beroksidasi, proses pembuatannya dan ketebalan lapisan aspal dalam campuran.

d) Sifat-sifat Aspal

Aspal yang dipakai harus memiliki syarat – syarat sebagai berikut:

1. Daya tahan aspal adalah kemampuan aspal untuk mempertahankan sifat asalnya akibat pengaruh cuaca selama masa umur pelayanan jalan.

2. Adhesi dan kohesi

Adhesi adalah kemampuan aspal untuk mengikat agregat sehingga dihasilkan ikatan yang baik antara agregat dan aspal. Kohesi adalah ikatan didalam molekul aspal untuk tetap mempertahankan agregat tetap di tempatnya setelah terjadi pengikatan.

3. Tahan terhadap air

Salah satu sifat adalah tahan terhadap air karena bahan dasar aspal adalah minyak, oleh karena itu aspal memiliki sifat tahan terhadap air.

4. Kepekaan terhadap temperatur

Aspal adalah material yang bersifat termoplastis, berarti akan menjadi keras atau lebih kental jika temperatur berkurang dan akan melunak atau mencair jika temperatur bertambah. Sifat ini diperlukan agar

aspal memiliki ketahanan terhadap perubahan temperatur, misalnya aspal tidak banyak berubah akibat perubahan cuaca, sehingga kondisi permukaan jalan dapat memenuhi kebutuhan lalu lintas serta tahan lama

5. Kekerasan aspal

Pada proses pencampuran aspal dengan agregat dan penyemprotan aspal ke permukaan agregat terjadi oksidasi yang menyebabkan aspal menjadi getas atau viskositas bertambah tinggi. Peristiwa perapuhan terus terjadi setelah masa pelaksanaan selesai. Selama masa pelayanan, aspal mengalami oksidasi dan polimerasi yang besarnya dipengaruhi oleh aspal yang menyelimuti agregat. Semakin tipis lapisan aspal, semakin besar tingkat kerapuhan aspal yang terjadi dan demikian juga sebaliknya.

2.4 Pembuatan Campuran Beraspal Panas

2.4.1 Teori Umum

Campuran beraspal panas adalah campuran yang terdiri dari kombinasi agregat yang dicampur dengan aspal. Pencampuran dilakukan di unit produksi campuran beraspal (AMP) sedemikian rupa sehingga permukaan agregat terselimuti aspal dengan seragam. Untuk mengeringkan agregat dan memperoleh kekentalan aspal yang mencukupi dalam mencampur dan mengerjakannya, maka kedua-duanya dipanaskan masing-masing pada temperatur tertentu.

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 didasarkan pada ketentuan kepadatan agregat maksimum (pada

lengkung fuller), umumnya tidak akan menghasilkan campuran yang memenuhi persyaratan dalam spesifikasi. Pengujian campuran di Laboratorium harus dilaksanakan dalam tiga langkah dasar yaitu:

- a. Memperoleh gradasi agregat yang sesuai;
- b. Membuat campuran rencana;
- c. Memperoleh persetujuan campuran rencana sebagai rencana campuran kerja.

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

- a. Data-data hasil pengujian;
- b. Spesifikasi campuran;
- c. Penyesuaian gradasi campuran dengan spesifikasi;
- d. Penentuan gradasi agregat gabungan;
- e. Perkiraan kadar aspal rencana.

2.4.2 Penggabungan Agregat

Penggabungan agregat adalah pencampuran dari agregat halus dan kasar yang mempunyai sifat yang berbeda sehingga menjadi suatu campuran yang homogen dan mempunyai susunan butir yang kita rencanakan/sesuai standart. Penggabungan dalam penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah cara diagonal.

Cara diagonal bukanlah satu-satunya cara dalam penyelesaian untuk penggabungan agregat. Masih banyak cara atau alternatif yang bisa dipilih antara

lain cara matriks, cara grafis. Cara-cara tersebut hanyalah alat bantu untuk mempermudah perhitungan selanjutnya diteruskan dengan cara coba-coba

Demikian halnya cara diagonal hanyalah merupakan alat bantu untuk penyesuaian dilakukan dengan cara coba-coba. Tujuan dari penggabungan ini adalah untuk mencampur semua bahan seperti agregat (CA,MA,FA) yang mempunyai sifat-sifat yang berbeda menjadi suatu campuran yang homogen dan susunan butirannya sesuai dengan spesifikasi campuran.

2.4.3 Perencanaan Kebutuhan Bahan Campuran

1. Teknik Sampling

Sampel dibuat dengan kadar aspal yang telah dihitung dengan perkiraan kadar aspal rencana, sampel dibuat dalam 5 variasi sebagai berikut:

- | | |
|----------------------|----------|
| a. Dengan FA (100 %) | = 6 buah |
| b. Dengan 75% SK | = 6 buah |
| c. Dengan 50% SK | = 6 buah |
| d. Dengan 30% SK | = 6 buah |
| e. Dengan 15% SK | = 6 buah |

Sehingga total sampel 30 buah.

2. Perencanaan Kebutuhan Bahan Campuran

Perencanaan campuran adalah prosedur kegiatan untuk menentukan proporsi (dalam batas-batas spesifikasi) material yang merupakan kompromi campuran supaya tercapai kinerja 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. Target perencanaan campuran aspal adalah:

- a. Kandungan aspal yang cukup untuk menjamin campuran terhadap keawetan;
Stabilitas yang cukup, untuk menjamin ketahanan terhadap deformasi akibat beban kendaraan;
- b. Kandungan rongga cukup, untuk memberi kesempatan pemadatan akibat beban kendaraan;
- c. Cukup mudah dikerjakan, sehingga efektif saat dihamparkan tanpa terjadi segregasi.

Perencanaan campuran dilakukan setelah penggabungan agregat baik secara diaogonal, cara matriks atau coba-coba, maka komposisi bahan campuran seperti CA, MA, FA, serbuk kerang dan aspal yang akan digunakan dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

1. Berat aspal terhadap campuran
Kadar aspal total = % terhadap campuran x berat sampel
2. Berat agregat = $(100\% - \% \text{ Kadar aspal}) \times \text{berat sampel}$

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 coba-coba.

3. Berat aspal terhadap agregat = $\text{Berat kering} \times (\text{BJ aspal} / \text{Berat agregat})$

2.5 Metode Marshall

2.5.1 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 (ekstruder) untuk mengeluarkan benda uji dari cetakan yang sudah dipadatkan;
- d. Oven, yang dilengkapi dengan pengatur temperatur yang mampu memanaskan campuran samapi 200°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 dari asbes, sarung tangan dari karet dan pelindung pernapasan atau masker;
- k. Kantong plastic.

2.5.2 Bahan Pembuatan Benda Uji

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

- d. Gas elpiji atau minyak tanah;
- e. Filler yang terbuat dari kertas dengan ukuran diameter dalam cetakan.

2.5.3 Pelaksanaan Pembuatan Benda Uji

- a. Persiapan penggabungan agregat, hal-hal yang perlu dipersiapkan meliputi:

1. Kantong plastik diberi nama atau label sebagai tempat dari agregat yang akan dicampur;
2. Material (agregat dan serbuk kerang) diayak kemudian hasil ayakan dimasukkan dalam kantong plastik sesuai dengan proporsi masing-masing.

- b. Persiapan alat-alat, yang harus dilakukan meliputi:

1. Wajan dibersihkan dan ditimbang berat kering wajan;
2. 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:

1. Memanaskan aspal sampai cair;
2. Aspal yang sudah cair ditimbang dalam cawan yang kering sesuai dengan kadar aspal rencana;

3. Setelah agregat mencapai suhu pemanasan, agregat tersebut dimasukkan kedalam cawan yang berisi aspal cair;
4. Panaskan campuran dengan api kecil sampai temperatur rata, dengan suhu pencampuran tidak boleh melebihi 160°C .

f. Persiapan alat pematatan:

1. Spatula dipanaskan;
2. 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

1. 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 halus nya harus berada dibawah dan diatas campuran, sedangkan material kasarnya berada ditengah campuran;
2. Campuran dirojok atau ditusuk-tusuk sebanyak 10 kalia dibagian tengah dan 15 kali dibagian sisi dalam cetakan dengan menggunakan spatula. Setelah ditusuk-tusuk kemudian letakkan filler diatas campuran;
3. 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;

4. Setelah satu sisi dipadatkan kemudian lepaskan leher sambung dari cetakan yang berisi benda uji dibalikkan dan pasang kembali leher sambung cetakan tersebut;
 5. Setelah dibalikkan kemudian sisi campuran tersebut ditumbuk kembali dengan alat penumbuk manual sebanyak 75 kali tumbukan.
- h. Sesudah dilakukan pemadatan campuran, lepasakan pelat atas dan leher sambung. Letakkan benda uji pada tempat yang rata dan diamkan selama \pm 10 menit untuk mengurangi suhu benda uji. Karena jika benda uji langsung dikeluarkan dari cetakan dengan suhu yang masih panas, campuran akan runtuh akibat belum ada ikatan antara campuran tersebut. Setelah benda uji sudah tidak terlalu panas, maka benda uji dapat dikeluarkan dengan menggunakan ekstruder;
- i. Setelah dikeluarkan letakkan benda uji pada permukaan yang rata dan biarkan selama kira-kira 24 jam pada suhu ruang.

2.6 Pemeriksaan Volumetrik

2.6.1 Peralatan Analisis Volumetrik

- a. Jangka sorong untuk mengatur tebal benda uji
- b. Timbangan digital yang dilengkapi dengan penggantung benda uji berkapasitas 2 kg
- c. Keranjang kawat dan wadah untuk untuk menampung air
- d. Kain lap

2.6.2 Bahan Analisis Volumetrik

- a. Benda uji yang sudah didinginkan selama ± 24 jam
- b. Air

2.6.3 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 3 titik 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 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.

2.7 Pengujian Marshall

2.7.1 Peralatan Uji Marshall

- a. Satu set alat uji Marshall

- b. Pemanas air (waterbath) yang dilengkapi dengan pengatur temperatur, temperatur pemanasan $60^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$

2.7.2 Bahan Uji Marshall

- a. Benda uji Marshall
- b. Oli

2.7.3 Pelaksanaan Pengujian Marshall

- a. Waterbath dihidupkan temperaturnya diatur tetap 60°C , tunggu beberapa saat sampai lampu indikator mati (berarti air sudah mencapai suhu yang diinginkan);
- 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 waterbath diberi rentang 3 - 4 menit, selain itu untuk persiapan pengujian juga untuk mengurangi kekeliruan.

- c. Benda uji dikeluarkan dari dalam waterbath, 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 plastis 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.

2.8 Analisis Parameter - parameter Campuran *Asphalt Concrete Binder Course* (AC-BC)

Ada beberapa parameter-parameter campuran yang diatur dalam spesifikasi bina marga yaitu campuran *Asphalt Concrete Binder Course* (AC-BC).

Parameter-parameter tersebut antara lain:

a. Berat isi atau kepadatan

Dalam spesifikasi nilai berat isi atau kepadatan sampel diatur. Nilai berat isi atau kepadatan diperoleh dengan rumus yaitu:

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

b. Stabilitas

Stabilitas adalah kemampuan lapis perkerasan menerima beban lalu lintas tanpa terjadi perubahan bentuk. Nilai stabilitas menggambarkan kemampuan dari lapisan perkerasan jalan menerima beban lalu lintas tanpa terjadi perubahan tetap

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

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 *Asphalt Concrete Binder Course* (AC-BC) dengan lalu lintas padat stabilitas dibatasi minimal 800 kg.

c. Kelelehan

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

d. Rongga dalam campuran

Rongga dalam campuran adalah volume total udara yang berada diantara agregat yang terselimuti aspal dalam suatu campuran yang telah dipadatkan. Rongga dalam campuran dinyatakan dalam persen (%). Nilai Rongga dalam campuran dipengaruhi oleh berat jenis bahan agregat (CA,MA,FA) yang digunakan dalam campuran tersebut. Nilai Rongga dalam campuran diperoleh melalui persamaan sebagai berikut:

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

Nilai rongga dalam campuran berbanding terbalik dengan berat jenis agregat yang digunakan dalam campuran tersebut. Jika berat jenis agregat semakin besar maka % rongga dalam campuran akan kecil.

e. Rongga terisi aspal

Rongga terisi aspal adalah bagian dari rongga yang berada diantara mineral agregat yang terisi kandungan aspal efektif dan dinyatakan dalam persen

(%) terhadap rongga terhadap agregat. Rongga terisi aspal tidak termasuk aspal yang terserap agregat yang digunakan. Nilai rongga terisi aspal dipengaruhi oleh bentuk butirannya agregat yang digunakan dan dinyatakan dalam persen (%).

Nilai rongga terisi aspal diperoleh dari persamaan berikut ini:

$$\text{Rongga terisi aspal} = \frac{100 \times \text{Volume aspal}}{\text{Rongga terhadap agregat}}$$

f. Rongga dalam agregat

Rongga dalam agregat adalah rongga antara partikel agregat pada campuran padat yang beraspal yang telah dipadatkan. Rongga dalam agregat dinyatakan dalam persen terhadap volume total. Rongga dalam agregat dihitung berdasarkan berat jenis curah (bulk) dan dinyatakan dalam persentase dari volume curah campuran padat. Nilai rongga dalam agregat dapat dihitung dari persamaan berikut ini:

$$\text{Rongga dalam agregat} = 100 - \text{Volume agregat}$$

g. Marshall Quotient (MQ)

Marshall quotient hasil bagi stabilitas dengan kelelahan yang menunjukkan kekauan campuran. Untuk campuran *Asphalt Concrete Binder Course* (AC-BC) dengan lalu lintas padat marshall quotient dibatasi minimum 200 kg/mm. nilai MQ diperoleh berdasarkan persamaan berikut ini:

$$\text{Marshall Quotient (MQ)} = \frac{\text{Stabilitas}}{\text{Kelelahan}}$$

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 serbuk kerang sebagai pengganti agregat halus terhadap campuran *Asphalt Concrete Binder Course (AC-BC)*.

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:

1. Data Primer

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

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 110⁰C sampel berat tetap.
- c) Keringkan sampel pada suhu kamar selama 1-3 jam kemudian timbang dengan ketelitian 0.1 gram (Bk).
- d) Rendam sampel dalam air pada suhu kamar selama 24 jam.
- e) Keluarkan sampel dari air, lap dengan kain penyerap sampai 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. B_j (*bulk specific gravity*) = $\left(\frac{B_k}{B_j - B_a} \right)$
- b. SSD (*saturated Surface Dry*) = $\left(\frac{B_j}{B_j - B_a} \right)$
- c. B_a (*apparent specific gravity*) = $\left(\frac{B_k}{B_k - B_a} \right)$
- d. Penyerapan = $\left(\frac{B_j - B_k}{B_k} \right) \times 100 \%$

Dimana: B_k = berat sampel kering oven (gram)

B_j = berat sampel kering permukaan jenuh (gram)

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

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 $(110 \pm 5)^{\circ}\text{C}$ sampai berat tetap.
- 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 di udara panas dengan cara membalik-balikan benda uji.
- d. Periksa keadaan kering permukaan jenuh dengan mengisikikan 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 vacuum 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 (B_i).
- 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 (B_k).
- m. Tentukan berat piknometer berisi air penuh dan ukur suhu air guna menyesuaikan suhu standart yaitu 25°C (B).

3) Perhitungan

- a. B_j (*bulk specific gravity*) = $\left(\frac{B_k}{B + 500 - B_t} \right)$
- b. SSD (*saturated Surface Dry*) = $\left(\frac{500}{B + 500 - B_t} \right)$
- c. B_a (*apparent specific gravity*) = $\left(\frac{B_k}{B + B_k - B_t} \right)$
- d. Penyerapan = $\left(\frac{500 - B_k}{B_k} \right) \times 100\%$

3.4.3 Pemeriksaan Analisa Agregat Kasar, Sedang dan Halus

1) Persiapan sampel/bahan:

- a. Agregat halus sebanyak 1000 gram
- b. Agregat sedang sebanyak 1500 gram
- c. Agregat kasar sebanyak 2000 gram

2) Prosedur Pemeriksaan:

- a. Sampel dikeringkan dalam oven pada suhu $(110 \pm 5)^{\circ}\text{C}$ sampai berat tetap.
- b. Saring sampel lewat susunan saringan dengan ukuran saringan paling besar ditempatkan paling atas.
- c. 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 kerang

Metode yang digunakan dalam pengujian serbuk kerang adalah dengan cara SNI yang dapat dilihat dalam tabel 3.1

Tabel 3.1 Metode pengujian serbuk kerang

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

Sumber : RSNI, 2005

3.4.5 Perencanaan Campuran Beraspal

1) Data-data hasil pengujian

- a. Mengumpulkan data-data hasil pengujian bahan, yaitu agregat kasar, sedang, halus, serbuk kerang dan aspal.

b. Menyiapkan data gradasi agregat kasar, sedang, halus dan serbuk kerang.

2) Penentuan Proporsi serbuk kerang terhadap agregat halus (FA)

Sampel dibuat dengan kadar aspal yang telah dihitung untuk variasi serbuk kerang dalam campuran *Asphalt Concrete Binder Course* (AC-BC) dengan rincian sebagai berikut:

- | | |
|------------------------------------|----------|
| a. Dengan 15 % Serbuk Kerang | = 6 buah |
| b. Dengan 30 % Serbuk kerang | = 6 buah |
| c. Dengan 50% Serbuk kerang | = 6 buah |
| d. Dengan 75% Serbuk kerang | = 6 buah |
| e. Dengan 100% tanpa Serbuk Kerang | = 6 buah |

Sehingga total sampel 30 buah.

3) Penggabungan Agregat

Pembuatan rencana campuran dimulai dari penggabungan agregat, penggabungan gradasi agregat dalam campuran rencana menggunakan gradasi lapisan aspal beton *Asphalt Concrete Binder Course* (AC-BC) dan harus disesuaikan dengan data hasil analisa saringan agregat. Cara penggabungannya dilakukan dalam penelitian ini adalah dengan cara diagonal dan cara coba- coba. Adapun hasil akhir yang diperoleh dari penggabungan agregat ini adalah persentase masing-masing dalam menentukan jumlah kebutuhan bahan campuran dalam pembuatan benda uji Marshall.

4) Perhitungan Kebutuhan Bahan Campuran Berdasarkan Kadar Aspal

Rencana

- a. Kadar aspal rencana = % aspal terhadap campuran x berat sampel

b. $\text{Kebutuhan agregat} = (100\% - \% \text{aspal}) \times \text{berat sampel}$

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 coba-coba.

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 (ekstruder) 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 dari asbes, sarung tangan dari karet dan pelindung pernapasan atau masker

- k. Kantong plastik

3.5.2 Bahan Pembuatan Benda Uji

- a. Aspai penetrasi 60/70
- b. Agregat CA,MA, FA
- c. Serbuk kerang
- d. Gas elpiji atau minyak tanah
- e. *Filler* yang terbuat dari kertas dengan ukuran diameter dalam cetakan.

3.5.3 Pelaksanaan Pembuatan Benda Uji

- a. Persiapan penggabungan agregat, hal-hal yang perlu dipersiapkan meliputi:
 - a) Kantong plastik diberi nama atau label sebagai tempat dari agregat yang akan dicampur
 - b) Material (agregat dan serbuk kerang) diayak kemudian hasil ayakan dimasukkan dalam kantong plastik sesuai dengan proporsi masing-masing.
- b. Persiapan alat-alat, yang harus dilakukan meliputi:
 - a) Wajan dibersihkan dan ditimbang berat kering wajan
 - b) 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:

- a) Memanaskan aspal sampai cair
- b) Aspal yang sudah cair ditimbang dalam cawan yang kering sesuai dengan kadar aspal rencana
- c) Setelah agregat mencapai suhu pemanasan, agregat tersebut dimasukkan kedalam cawan yang berisi aspal cair
- d) Panaskan campuran dengan api kecil sampai temperatur rata, dengan suhu pencampuran tidak boleh melebihi 160°C

f. Persiapan alat pemadatan:

- a) Spatula dipanaskan
- b) 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. Pemadatan campuran beraspal

- a) 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
- b) 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.

- c) Pemadatan 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.
- d) Setelah satu sisi dipadatkan kemudian lepaskan leher sambung dari cetakan yang berisi benda uji dibalikkan dan pasang kembali leher sambung cetakan tersebut.
- e) Setelah dibalikkan kemudian sisi campuran tersebut ditumbuk kembali dengan alat penumbuk manual sebanyak 75 kali tumbukan.
- h. Sesudah dilakukan pemadatan campuran, lepasakan pelat atas dan leher sambung. Letakkan benda uji pada tempat yang rata dan diamkan selama \pm 10 menit untuk mengurangi suhu benda uji. Karena jika benda uji langsung dikeluarkan dari cetakan dengan suhu yang masih panas, campuran akan runtuh akibat belum ada ikatan antara campuran tersebut. Setelah benda uji sudah tidak terlalu panas, maka benda uji dapat dikeluarkan dengan menggunakan ekstruder.
- i. Setelah dikeluarkan letakkan benda uji pada permukaan yang rata dan biarkan selama kira-kira 24 jam pada suhu ruang.

3.6 Pemeriksaan Volumetrik

3.6.1 Peralatan Analisis Volumetrik

- a. Jangka sorong untuk mengukur tebal benda uji
- b. Timbangan digital yang dilengkapi dengan penggantung benda uji berkapasitas 2 kg
- c. Keranjang kawat dan wadah untuk menampung air
- d. Kain lap

3.6.2 Bahan Analisis Volumetrik

- a. Benda uji yang sudah didinginkan selama ± 24 jam
- b. Air

3.6.3 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 3 titik 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 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 (waterbath) 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. Waterbath dihidupkan temperaturnya diatur tetap 60°C , tunggu beberapa saat sampai lampu indikator mati (berarti air sudah mencapai suhu yang diinginkan);
- 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 waterbath diberi rentang 3 - 4 menit, selain itu untuk persiapan pengujian juga untuk mengurangi kekeliruan.

- c. Benda uji dikeluarkan dari dalam waterbath, 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 Marshaii;
- g. Pasang arloji pengukur kelelahan plastis 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 plastis keposisi angka nol;
- j. Berikan pembebanan hingga jarum jam stabilitas berputar searah jam;
- k. Pembacaan stabilitas dan kelelahan plastis 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 kerang sebagai pengganti agregat halus dalam campuran *Asphalt Concrete Binder Course* (AC-BC) dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Pengaruh penggunaan serbuk kerang sebagai pengganti agregat halus terhadap parameter-parameter dalam campuran *Asphalt Concrete Binder Course* (AC-BC) yaitu:
 - a) Berat isi atau kepadatan
Nilai berat isi atau kepadatan menurun seiring bertambahnya jumlah penggunaan serbuk kerang yang digunakan dalam campuran tersebut.
 - b) Stabilitas
Nilai stabilitas semakin turun seiring bertambahnya jumlah penggunaan serbuk kerang yang digunakan dalam campuran tersebut.
 - c) Kelelahan
Nilai kelelahan semakin besar seiring pertambahan jumlah penggunaan serbuk kerang .
 - d) Rongga dalam campuran
Nilai rongga dalam campuran pada penelitian ini dengan penambahan persentase serbuk kerangnya, maka nilai rongga dalam campurannya naik sampai mencapai nilai maksimum pada 75% serbuk kerang.

e) Rongga terisi aspal

Nilai rongga terisi aspal semakin kecil seiring dengan penambahan jumlah serbuk kerang yang digunakan dalam campuran tersebut.

f) Rongga dalam agregat

Nilai rongga dalam agregat semakin naik seiring penambahan jumlah serbuk kerang yang digunakan dalam campuran tersebut.

g) Marshall Quotient (MQ)

Nilai *Marshall quotient* semakin turun seiring penambahan jumlah serbuk kerang yang digunakan dalam campuran tersebut.

2. Dari hasil penelitian penggunaan serbuk kerang sebagai agregat halus (FA) dalam campuran *Asphalt Concrete Binder Course* (AC-BC), kadar serbuk kerang yang layak digunakan sebagai pengganti agregat halus dengan persentase penggunaannya adalah 15% dan 30% serbuk kerang.

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 serbuk kerang 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.
- Departemen Kimpraswil**, (2002). *Campuran Beraspal Panas Buku V Spesifikasi Khusus*.
- 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>.
- Pustran – Balitbang PU**, (1991). *Metode Pengujian Campuran Aspal Dengan Alat Marshall*.
<http://www.pu.go.id/satminkal/itjen/peraturan/sni/RSNI%20M-01-2003.pdf>.
- RSNI 2005**. *Pedoman Pelaksanaan Lapis Cmapuran Beraspal Panas*: Badan Litbang PU.
- Sukirman, Silvia**, (1994). *Perkerasan Lentur Jalan Raya*. Bandung: Nova.
- Sukirman, Silvia**, (2003). *Beton Aspal Campuran Panas*, Penerbit Granit, Jakarta
- SNI 03-1968-1990**. *Metode Pengujian Analisa Saringan Agregat Halus dan Agregat Kasar*: Pustran Balitbang Pekerjaan Umum.
- SNI 03-1969-1990**. *Metode Pengujian Berat Jenis Agregat Halus dan Agregat Kasar*: Pustran Balitbang Pekerjaan Umum.
- SNI 03-1969-1990**. *Metode Pengujian Daya Serap Agregat Halus dan Agregat Kasar*: Pustran Balitbang Pekerjaan Umum.
- SNI 03-6388-2000**. *Spesifikasi Agregat Lapis Pondasi Bawah, Lapis Pondasi Atas dan lapis Pondasi Permukaan*: Pusjatan - Balitbang PU.
- SNI 06-2441-1991**. *Metode Pengujian Berat Jenis Aspal*: Pustran Balitbang Pekerjaan Umum

Yamin, R.A., (2002). *Penentuan Gradasi Agregat Berdasarkan Spesifikasi Baru, Desiminasi Spesifikasi Baru Campuran Beraspal dengan Alat PRD : Puslitbang Prasarana.*

_____**Monika D.M Palinggi**, (2011). *Pengaruh Lama Perendaman Terhadap Karakteristik Marshall Campuran Beton AC-WC.* Jurnal. Makassar.

