

STUDI PENGGUNAAN PASIR LAUT SEBAGAI *FILLER* PADA CAMPURAN *ASPHALT CONCRETE BINDER COURSE (AC-BC)*

Trio Mareta Jaya¹⁾, Samsul Bahri²⁾, Makmun Reza Razali³⁾

¹⁾²⁾³⁾Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik UNIB, Jl. W. R. Supratman,
Kandang Limun, Bengkulu 38371, Telp. (0736)344087
email: inersia@unib.ac.id

Abstrak

Penelitian ini merupakan inovasi baru untuk menemukan bahan alternatif pengganti *filler* semen Portland dengan menggunakan pasir laut. Penelitian ini menguji pengaruh penggunaan pasir laut pada campuran *Asphalt Concrete Binder Course (AC-BC)* dengan variasi pergantian pasir laut sebesar 25%; 50%; 75%, dan 100 %. Penelitian ini merupakan studi eksperimen di laboratorium dengan menggunakan metode pengujian Marshall *test* berupa stabilitas, kelelahan, Marshall *quotient* (MQ), VMA, VFA, dan VIM. Untuk mendukung hasil pengujian dilakukan penelitian di laboratorium meliputi pengujian fisis aspal, agregat, dan *filler*. Hasil dari penelitian ini diperoleh nilai karakteristik Marshall untuk VMA yang terbaik berada pada variasi 100% sebesar 16,89% ; nilai VFA tertinggi pada variasi 100% sebesar 81,78% ; nilai VIM yang terbaik berada pada kondisi normal sebesar 4,10% ; nilai kepadatan terbaik pada kondisi normal sebesar 2,35 T/m³ ; nilai stabilitas tertinggi pada kondisi normal sebesar 1519,23 kg ; nilai *flow* yang terbaik berada di variasi 25% sebesar 4,52 mm ; nilai MQ yang tertinggi berada di kondisi normal sebesar 453,21 kg/mm. Penggunaan pasir laut sebagai *filler* pada semua variasi dapat digunakan walaupun tidak semua variabel karakteristik Marshall yang nilainya tinggi dibandingkan dengan kondisi normal tanpa penggantian. Semakin banyak pasir laut yang digunakan sebagai *filler*, maka semakin banyak kadar aspal yang dibutuhkan dalam suatu campuran, pada penelitian ini kadar aspal variasi 100% meningkat 2% jika dibandingkan dengan kondisi tanpa penggantian.

Kata kunci: AC-BC, pasir laut, *filler*

Abstract

This research is a new innovation to find alternative material to replace Portland cement filler by using sea sand. This study examined the effect of sea sand usage on Asphalt Concrete Binder Course (AC-BC) mixture with sea shifting variation of 25%; 50%; 75%, and 100%. This research is an experimental study in laboratory by using Marshall test method in the form of stability, melting, Marshall quotient (MQ), VMA, VFA, and VIM. To support the test results conducted in the laboratory research including physical examination of asphalt, aggregate, and filler. The results of this study obtained the value of Marshall characteristics for the best VMA is at 100% variation of 16.89%; The highest VFA value at 100% variation of 81,78%; The best VIM values are at normal conditions of 4.10%; The best density value in normal condition is 2.35 T/m³; The highest stability value under normal conditions of 1519.23 kg; The best flow rate is in the 25% variation of 4.52 mm; The highest MQ values are in normal condition of 453.21 kg/mm. The use of sea sand as filler in all variations can be used although not all Marshall characteristic variables are high in value compared with normal conditions without

replacement. The more sea sand used as filler, the more asphalt content needed in a mixture, in this study the asphalt content increased 2% when compared with the condition without change

Keywords: AC-BC, sea sand, filler

PENDAHULUAN

Provinsi Bengkulu merupakan wilayah yang sebagian besar menghadap ke Samudera Hindia dengan panjang pantai mencapai 525 km dan memiliki luas laut teritorial sebesar 53.000 km². Lingkungan geografis tersebut menjadikan ketersediaan pasir laut di Provinsi Bengkulu sangat berlimpah. Butiran pasir laut umumnya berukuran antara 0,0625 sampai 2 milimeter. Materi pembentuk pasir laut adalah silika, tetapi di beberapa pantai tropis dan subtropis umumnya dibentuk dari batu kapur.

Aspal beton (*Asphalt Concrete*) di Indonesia dikenal dengan Laston (Lapisan Aspal Beton) yaitu lapis permukaan struktural atau lapis pondasi atas. Aspal beton terdiri atas 3 (tiga) macam lapisan, yaitu Laston Lapis Aus (*Asphalt Concrete-Wearing Course* atau AC-WC), Laston Lapis Permukaan Antara (*Asphalt Concrete-Binder Course* atau AC-BC) dan Laston Lapis Pondasi (*Asphalt Concrete-Base* atau AC-Base). Ketebalan nominal minimum masing-masing 4 Cm, 6 Cm, dan 7,5 Cm.

Aspal beton

Menurut Bina Marga (2007), Aspal beton merupakan campuran yang homogen antara agregat (agregat kasar, agregat halus dan bahan pengisi atau filler) dan aspal sebagai bahan pengikat yang mempunyai gradasi tertentu. Proses pembuatannya dilakukan dengan cara dicampur, dihamparkan dan dipadatkan pada suhu tertentu untuk menerima beban lalu lintas yang tinggi.

Material penyusun perkerasan

Perkerasan jalan merupakan campuran dari agregat kasar, agregat halus, aspal dan *filler* (bahan pengisi), dengan nilai perbandingan

yang telah direncanakan. Bahan-bahan campuran aspal harus memenuhi ketentuan yang disyaratkan dalam spesifikasi umum yang dikeluarkan oleh Kementerian Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Bina Marga 2010 Revisi 3 Divisi 6.

Agregat

Menurut Kementerian Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Bina Marga 2010 Revisi 3 Divisi 6 agregat secara umum harus memenuhi spesifikasi:

- 1) Agregat yang digunakan harus sedemikian rupa agar campuran beraspal, yang proporsinya dibuat sesuai dengan rumusan campuran.
- 2) Pada pemilihan sumber agregat, harus memperhitungkan penyerapan aspal oleh agregat.
- 3) Penyerapan air oleh agregat maksimum 3%.
- 4) Berat jenis (*specific gravity*) agregat kasar dan halus tidak boleh berbeda lebih dari 0,2.

Bahan pengisi (*filler*)

Menurut Kementerian Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Bina Marga 2010 Revisi 3 Divisi 6 bahan pengisi (*filler*) harus memenuhi spesifikasi:

- 1) Bahan pengisi (*filler*) yang ditambahkan terdiri dari debu batu kapur, debu kapur padam, semen, atau mineral.
- 2) Bahan pengisi (*filler*) yang ditambahkan harus kering dan bebas dari gumpalan-gumpalan dan bila diuji dengan pengayakan harus mengandung bahan yang lolos ayakan No.200 (75 micron) tidak kurang dari 75 % terhadap beratnya kecuali untuk mineral Asbuton.

- 3) Kapur yang tidak terhidrasi maupun hanya terhidrasi sebagian, tidak dapat digunakan sebagai bahan pengisi (*filler*).
- 4) Semua campuran beraspal harus mengandung bahan pengisi (*filler*) minimal 1 % dari berat total agregat.

Aspal

Menurut Sukirman (1999) aspal didefinisikan 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. Jika temperatur mulai turun, aspal akan mengeras dan mengikat agregat pada tempatnya.

Pasir laut

Pasir laut merupakan salah satu jenis material agregat yang memiliki ketersediaan dalam jumlah berlimpah. Berdasarkan pengertian geologi, yang dimaksud dengan pasir laut adalah segala material (sedimen) yang berukuran pasir yang karena proses transportasi akhirnya terendapkan dan terakumulasi dalam sedimen di dasar laut.

Sifat volumetrik campuran aspal beton

Secara analitis dapat ditentukan sifat volumetrik dari beton aspal padat, baik yang dipadatkan di laboratorium, maupun di lapangan (Tenriajeng, 2007).

- 1) VIM (*Voids In Mixture*) adalah volume pori/rongga di antara partikel agregat yang diselubungi aspal dalam campuran yang telah dipadatkan, yang dinyatakan dalam (%) terhadap volume total campuran.
- 2) VMA (*Voids In Mineral Agregat*) adalah volume pori di antara partikel agregat dalam campuran yang telah dipadatkan, termasuk pori yang terisi oleh aspal, yang dinyatakan dalam (%) terhadap volume total campuran.

- 3) VFA (*Voids Filled By Asphalt*) pori beton aspal padat yang terisi oleh aspal atau selimut aspal. Banyaknya pori-pori antara butir agregat(VMA) didalam beton aspal padat, yang terisi oleh aspal dinyatakan sebagai VMA. Persentase pori antara butir agregat yang terisi aspal dinamakan VFA. Jadi, VFA adalah bagian dari VMA yang terisi aspal, tidak termasuk di dalamnya aspal yang terabsorpsi oleh masing-masing butir agregat.

Pengujian Marshall

Pemeriksaan *Marshall* digunakan untuk menentukan ketahanan terhadap kelelahan dari campuran aspal dan agregat. Kelelahan plastis adalah keadaan perubahan bentuk campuran yang terjadi akibat beban sampai batas runtuh yang dinyatakan dalam “mm atau 0,01”. Ketentuan sifat-sifat campuran aspal beton (laston) menurut spesifikasi BM.2010 dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Ketentuan sifat-sifat laston

Sifat-sifat campuran		Laston		
		WC	BC	Base
Penyerapan Aspal (%)	Max	1,2		
Jumlah tumbukan per bidang		75		112
VIM (%)	Min	3,5		
	Max	5,5		
VFA (%)	Min	15	14	13
VMA (%)	Min	65	63	60
Stabilitas Marshall (kg)	Min	800		1500
	Max	-		-
Flow (mm)	Min	3		5
MQ (kg/mm)	Min	250		300
Stabilitas Marshall sisa (%) setelah perendaman 24 jam, 60°C	Min	75		
Refusal	Min	2,5		

Sumber: Departemen Pekerjaan Umum, 2005

METODE PENELITIAN

Penelitian ini berupa pembuatan benda uji, perawatan dan pengujian benda uji dilakukan di Laboratorium Transportasi Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Bengkulu. Penelitian ini menggunakan campuran *Asphalt Concrete Binder Course (AC-BC)* yang terdiri dari agregat kasar, agregat halus, aspal, *filler*, dan pasir laut dengan pengujian *Marshall test*. Variasi penggantian *filler* dengan pasir laut sebesar 25%, 50%, 75% dan 100%. Aspal yang digunakan aspal penetrasi 60/70.

Rancangan campuran aspal

Rancangan campuran aspal menggunakan metode *Marshall*. Metode ini lebih mudah untuk diaplikasikan untuk rancangan campuran aspal beton bergradasi baik. Langkah-langkah rancangan untuk menggunakan metode ini adalah sebagai berikut:

1. Mempelajari spesifikasi gradasi agregat campuran yang diinginkan dari Spesifikasi Bina Marga 2010 Revisi 3 Divisi 6.
2. Merancang proporsi agregat, proporsi ini ditentukan secara analitis dimana proporsi agregat tersebut dipilih dari gradasi yang sesuai Spesifikasi Bina Marga 2010. Prinsip kerja metode analitis ini adalah tentukan gradasi agregat yang dipilih kemudian menghitung jumlah butiran yang lolos dan tertahan saringan no.4.
3. Mendapatkan kadar aspal total dalam campuran menggunakan rumus $P = 0,035 (\%CA) + 0,045 (\%FA) + 0,18 (filler) + 1$. Dari perhitungan diperoleh kadar aspal rencana P dengan dua variasi kadar aspal diatas P dan dua variasi kadar aspal dibawah P (-1,0%; -0,5%; P; +0,5%; +1%).
4. Menggambarkan hasil uji *Marshall* untuk mendapatkan kadar aspal optimum.

5. Membuat benda uji dengan komposisi penggantian *filler* dengan pasir laut yaitu sebesar 25%, 50%, 75%, 100% dan aspal normal tanpa penggantian agregat untuk mendapatkan kadar aspal optimum (KAO).
6. Hubungan nilai karakteristik *Marshall* dengan variasi bahan tambahan tersebut, dilakukan perendaman benda uji selama 24 jam dan selanjutnya melakukan pengujian dengan alat uji *Marshall Test*.

Pembuatan benda uji

Terdapat tiga bahan campuran yang akan digunakan dalam campuran benda uji, yaitu agregat kasar, agregat halus, dan *filler* terdiri dari pergantian pasir laut. Agregat dan *filler* ditimbang sesuai fraksi ukurannya berdasarkan gradasi yang diinginkan. Berat total agregat campuran adalah berat agregat yang dapat menghasilkan satu benda uji padat setinggi 6,35 cm dengan diameter 10,2 cm. Umumnya berat agregat campuran adalah 1200 gram. Prosedur pembuatan benda uji untuk campuran aspal adalah:

1. Komposisi pergantian *filler*
Filler merupakan agregat yang lolos ayakan no.200 dilakukan penggantian perfraksi saringan sebesar variasi yang direncanakan yaitu 25%, 50%, 75% dan 100%. Jadi nanti setiap satu sampel benda uji akan terdiri dari agregat kasar, agregat halus, dan *filler* dilakukan penggantian sebesar variasi yang ditentukan. Sampel benda uji dibuat sebanyak 3 buah sampel per variasi pergantian *filler* menggunakan pasir laut.
2. Persiapan benda uji
Bersihkan bahan untuk benda uji, kemudian keringkan dalam oven pada suhu 110° C selama 24 jam. Setelah itu, pisahkan agregat kasar, agregat halus, dan *filler* ke dalam wadah berupa nampan/loyang agar mudah pada saat pengambilan. Bersihkan cetakan benda uji lalu buat alas benda uji sesuai dengan

diameter cetakan. Sebelum penuangan, bagian dalam cetakan dilapisi oli agar benda uji tidak melekat dengan cetakan dan mempermudah pengeluaran benda uji dari cetakan.

3. Pembuatan campuran

Panaskan agregat dan *filler* yang diperlukan dengan cara disangrai hingga dengan suhu 110° C. Panaskan juga aspal dengan kadar aspal yang diperlukan dari komposisi campuran yang telah didapat dengan suhu 110° C, setelah itu tuangkan aspal sesuai jumlah yang dibutuhkan ke dalam agregat dan *filler*. Aduk campuran hingga merata.

4. Pematatan campuran

Setelah campuran aspal mencapai suhu 160° C, pindahkan kedalam cetakan yang telah dilapisi kertas saring yang bagian dasarnya telah dilapisi kertas dan ditusuk-tusuk pada pinggir cetakan dan bagian tengah cetakan yang telah terisi campuran. Lepaskan leher cetakan, ratakan permukaan campuran dengan sedok semen sehingga menjadi sedikit cembung. Letakan cetakan diatas alat pemadat kemudian ditumbuk sebanyak 75 kali. Setelah selesai cetakan dibalik dan dilakukan penumbukan kembali sebanyak 75 kali.

5. Perawatan benda uji

Benda uji yang telah dipadatkan dikeluarkan dari cetakan dengan dongkrak hidrolik (*extruder*) dengan meletakkan pelat pengeluar benda uji pada bagian atas cetakan dan lepaskan pelat dasar cetakan. Keluarkan benda uji dengan hati-hati dan letakkan pada permukaan yang rata untuk dibiarkan selama 1 hari pada suhu ruang hingga mengeras.

Pengujian campuran

Benda uji yang telah dicetak selanjutnya ditimbang dan diletakkan diatas permukaan yang rata selama kira-kira 24 jam pada temperatur ruangan, selanjutnya

ditimbang lagi dalam keadaan kering permukaan jenuh. Kemudian benda uji direndam dalam *waterbath* pada suhu 60° C selama 30 menit. Benda uji segera mungkin dilakukan pengujian dengan alat *Marshall* dan harus dalam waktu tidak lebih dari 30 detik sejak diambil dari *waterbath*. Pembacaan untuk stabilitas dilakukan pada pembebanan tertinggi dalam kg pada arloji dan *flow* dicatat pada pembebanan puncak tersebut dalam satuan 0,1 mm.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengujian karakteristik Marshall mencari KAO

Berdasarkan dari hasil pengujian karakteristik Marshall didapat bahwa semua variasi yang memenuhi persyaratan dari Kementerian Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Bina Marga 2010 Revisi 3 dengan kadar aspal yang berbeda-beda. Kadar Aspal Optimum (KAO) yang didapat yaitu P-1 (4,775%) untuk aspal kondisi normal dan variasi 25%, P (5,775%) untuk variasi 50%, P+0,5 (6,275%) untuk variasi 75%, dan P+1 (6,775%) untuk variasi 100%.

Hasil pengujian karakteristik Marshall kondisi KAO

Nilai untuk hasil pengujian karakteristik Marshall pada kondisi KAO dapat dilihat sebagai berikut:

- a. Nilai VMA yang didapat yaitu 14,16 % untuk kondisi normal, 14,05 % untuk variasi 25 %, 15,13 untuk variasi 50 %, 16,03 untuk variasi 75 %, 16,89 % untuk variasi 100 %.
- b. Nilai VFA yang didapat sebesar 71,12 % untuk kondisi normal, 71,69 % untuk variasi 25 %, 79,49 % untuk variasi 50 %, 80,66 % untuk variasi 75 %, 81,78 % untuk variasi 100 %.
- c. Nilai VIM yang didapat sebesar 4,10 % untuk kondisi normal, 3,98 % untuk variasi 25 %, 3,10 untuk variasi 50 %, 3,10 untuk variasi 75 %, 3,08 % untuk variasi 100 %.

- d. Nilai *Density* yang didapat sebesar 2,35 T/m³ untuk kondisi normal, 2,35 T/m³ untuk variasi 25 %, 2,34 T/m³ untuk variasi 50 %, 2,33 T/m³ untuk variasi 75 %, 2,32 T/m³ untuk variasi 100 %.
- e. Nilai *Flow* yang didapat sebesar 3,36 mm untuk kondisi normal, 4,52 mm untuk variasi 25 %, 3,57 mm untuk variasi 50 %, 3,73 mm untuk variasi 75 %, 3,60 mm untuk variasi 100 %.
- f. Nilai Stabilitas yang didapat sebesar 1519,23 kg untuk kondisi normal, 1191,95 kg untuk variasi 25 %, 1050,89 kg untuk variasi 50 %, 1052,84 kg untuk variasi 75 %, 949,65 untuk variasi 100 %.
- g. Nilai *Marshall Quotient* yang didapat sebesar 453,21 kg/mm untuk kondisi normal, 264,37 kg/mm untuk variasi 25 %, 296,98 kg/mm untuk variasi 50 %, 282,33 kg/mm untuk variasi 75 %, 265,93 kg/mm untuk variasi 100 %.

Berdasarkan hasil pengujian nilai-nilai karakteristik Marshall semuanya masih memenuhi batas minimum dan maksimum dari spesifikasi Kementerian Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Bina Marga 2010 Revisi 3.

KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dengan pergantian filler dengan pasir laut, dapat disimpulkan:

1. Hasil pengujian pada pergantian *filler* dengan pasir laut pada campuran AC-BC, didapat semua hasil dengan benda

uji KAO terpilih telah memenuhi syarat Spesifikasi Umum Bina Marga 2010 Revisi 3.

2. Hasil pengujian pada pergantian *filler* dengan pasir laut pada campuran AC-BC, mengalami penurunan nilai terhadap Karakteristik Marshall. Hal tersebut dapat dilihat dari nilai karakteristik Marshall untuk variasi pergantian tidak lebih unggul dari nilai karakteristik Marshall dengan *filler* normal, tetapi pada campuran variasi pergantian 100% beberapa hasil lebih unggul dibandingkan dengan kondisi normal. Nilai VMA dan VFA terbaik berada pada variasi 100 %, nilai VIM, *Density*, Stabilitas, dan *Marshall Quotient* terbaik berada pada kondisi normal, nilai *flow* terbaik berada pada variasi 25 %.
3. Semakin banyak kadar pasir laut yang digunakan, maka semakin banyak kadar aspal yang dibutuhkan dalam suatu campuran

DAFTAR PUSTAKA

- Kementerian Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Bina Marga, 2010, *Spesifikasi Umum Bidang Jalan dan Jembatan*, Revisi 3, Divisi VI, Jakarta.
- Sukirman, S., 1999, *Perkerasan Lentur Jalan Raya*, Nova, Bandung.
- Suprpto, T., 2004, *Bahan dan Struktur Jalan Raya*, KMTS FT UGM, Yogyakarta.
- Tenriajeng, A.T., 2007, *Rekayasa Jalan Raya-2*, Gunadarma, Jakarta.