

**PENGGUNAAN ABU AMPAS TEBU (*BAGASSE ASH OF SUGAR CANE*)
SEBAGAI BAHAN PENGGANTI FILLER PADA CAMPURAN ASPAL PANAS
(*HOT MIX*) LATASIR B**

***Use of Bagasse Ash of Sugarcane as Filler Substitute Material in
Mixed Asphalt Hot Mix Latasir B***

Alik Ansyori Alamsyah¹, Hari Eko Meiyanto²

^{1,2}. Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Malang
Jl. Raya Tlogomas No.246, Malang (0341) 464318
Email: alik.syah@yahoo.com

Abstract

The Portland Cement (PC) is used as a filler for asphalt mix is very limited , so it sought an alternative to the use of filler. Specimens are made comprised of three major groups , namely : cement and bitumen of penetration 80/100 (PC) , bagasse ash and bitumen of penetration 80/100 with (U.S.) and the ash residue cane with a variation of the collision and penetration bitumen 80/100 with (U.S.) . Filler levels for each mixtures was 8.13% and 7.40% OBC generated. For (AT) levels filler used is 5.00 % , 10.00 % , 15.00 % , 20.00 % , and 25.00 % OBC for each mixture was 7.40% and the resulting levels of filler optimum bagasse ash of 7.10 % . Carrying capacity of filler cement (PC) in a mixture of filler OBC 7.40% 8.13% yield and stability of the value of 720 kg , the carrying capacity of bagasse ash (AT) in a mixture of 7.40% OBC and filler 7.10% yield stability values 823.35 kg , while carrying a mixed impact on OBC 45 7.40% 7.10 % filler and produce value stability 840.66 kg.

Keyword: *Bagasse Ash of Sugar Cane, Hot Mix Asphalt, Latasir B*

Abstrak

Semen Portland (PC) digunakan sebagai filler untuk campuran aspal sangatlah terbatas, sehingga diupayakan penggunaan alternatif pengganti filler. Benda uji yang dibuat terdiri dari tiga kelompok besar yaitu : semen dan aspal penetrasi 80/100 (PC), abu ampas tebu dan aspal penetrasi 80/100 dengan (AS) dan abu ampas tebu dengan variasi tumbukan dan aspal penetrasi 80/100 dengan (AS). Kadar filler untuk masing-masing campuran adalah 8,13% dan dihasilkan KAO 7,40%. Untuk (AT) Kadar filler yang digunakan adalah sebesar 5,00%, 10,00%, 15,00%, 20,00%, dan 25,00% KAO untuk masing – masing campuran adalah 7,40% dan dihasilkan kadar filler abu ampas tebu optimum sebesar 7,10%. Daya dukung filler semen (PC) pada campuran KAO 7,40% dan filler 8,13% menghasilkan nilai stabilitas 720 kg, daya dukung abu ampas tebu (AT) pada campuran KAO 7,40% dan filler 7,10% menghasilkan nilai stabilitas 823,35 kg.

Kata Kunci : Abu Ampas Tebu, Campuran Aspal Panas, Latasir B

PENDAHULUAN

Campuran aspal panas disebut juga *hot mix* karena dicampurkan dalam keadaan panas. Lapisan atas tipis pasir (latasir) merupakan salah satu konstruksi perkerasan yang di pakai di Indonesia yang ditujukan untuk jalan dengan lalu lintas ringan. Jenis campuran beraspal ini merupakan campuran yang terdiri dari aspal dan agregat dengan gradasi menerus. Dalam beberapa hal diperlukan bahan pengisi (filler) tambahan

untuk menjamin tercapainya sifat-sifat campuran, tetapi pada umumnya penggunaan mineral bahan pengisi dibatasi. Campuran ini dihampar lalu dipadatkan dalam keadaan panas.

Limbah hasil industry gula yang kebanyakan belum dimanfaatkan, merupakan salah satu alternatif yang memungkinkan untuk digunakan sebagai bahan campuran aspal terutama bahan pengisi (*filler*). Keberadaan abu ampas tebu yang melimpah di Indonesia masih tidak dimanfaatkan dengan

baik. Diantara sekian banyak kegunaan sekam padi, sebagian besar digunakan sebagai bahan pupuk tanaman tebu. Dibandingkan dengan potensinya, pemanfaatan abu ampas tebu ini tampak monoton dan juga bernilai guna rendah.

Dengan demikian, abu ampas tebu yang diperoleh melalui sisa – sisa proses pembakaran dari pabrik PT. Rajawali 1 PG. Kerebet Baru kecamatan bululawang kabupaten Malang diharapkan mempunyai sifat – sifat yang sesuai jika digunakan sebagai *filler* adalah salah satu upaya mencari alternatif lain bahan *filler* sebagai abu batu, kapur dan semen yang sudah biasa digunakan. Abu ampas tebu pada pabrik PT. Rajawali 1 PG. Kerebet Baru dapat menghasilkan ± 70 ton pertahun. Berdasarkan hasil dari prapenelitian yang dilakukan di Laboratorium Jalan Raya Universitas Muhammadiyah Malang, dari 1000 gram abu ampas tebu yang lolos pada saringan #200 = 810 gram abu ampas tebu. Hal inilah yang menjadi landasan dasar untuk melanjutkan penelitian ini selain abu ampas tebu tersebut memiliki kandungan silica yang cukup tinggi.

Penelitian Terdahulu

H. Muchtar Syarkawi, meneliti pemanfaatan abu ampas tebu sebagai bahan substitusi filler terhadap karakteristik campuran aspal beton. Penelitian ini dilakukan untuk menganalisis pengaruh pemanfaatan Abu Ampas tebu dari Pabrik Gula Takalar dengan variasi filler terhadap nilai karakteristik campuran aspal beton. Filler yang digunakan adalah Abu Ampas Tebu dan abu batu dari PT. Bumi Karsa Sulawesi Selatan. Karakteristik campuran meliputi nilai VIM, VMA, stabilitas, flow dan Marshall Quotien. Percobaan pertama dilakukan untuk menganalisis karakteristik campuran akibat pengaruh variasi filler dan kadar aspal, sekaligus penentuan kadar aspal optimum dengan variasi kadar aspal 4,5%, 5%, 5,5%, 6% dan 6,5%. Percobaan kedua dengan kadar aspal optimum untuk menganalisis nilai stabilitas sisa dari uji Marshall *Immersion*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai uji karakteristik Abu Ampas Tebu memenuhi syarat jika digunakan sebagai bahan campuran aspal beton. Secara umum nilai stabilitas tertinggi pada penambahan abu ampas tebu 9 % dengan nilai stabilitas (1640,72 kg). Pada

campuran dengan Abu ampas tebu, diperoleh kadar aspal optimum (5,00%), nilai flow tertinggi 9 % (3,76 mm), VIM 18 % (4,07 %), VMA 18 % (9,71 %), dan uji Marshall *Immersion* (81,90 %). Campuran yang menggunakan abu ampas tebu sebagai filler dengan penambahan laston mampu bersaing dengan campuran yang menggunakan abu batu atau portland cement (PC).

Pengertian perkerasan

Menurut Silvia Sukirman (2003), Perkerasan jalan merupakan lapisan perkerasan yang terletak di antara lapisan tanah dasar dan roda kendaraan, yang berfungsi memberikan pelayanan kepada sarana transportasi, dan selama masa pelayanannya diharapkan tidak terjadi kerusakan yang berarti. Agar perkerasan jalan yang sesuai dengan mutu yang diharapkan, maka pengetahuan tentang sifat, pengadaan dan pengolahan dari bahan penyusun perkerasan jalan sangat diperlukan.

Aspal Beton

Beton aspal adalah tipe campuran pada lapisan penutup konstruksi perkerasan jalan yang mempunyai nilai struktural dengan kualitas yang tinggi, terdiri atas agregat yang berkualitas yang dicampur dengan aspal sebagai bahan pengikatnya. Material-material pembentuk beton aspal dicampur di instalasi pencampur pada suhu tertentu, kemudian diangkut ke lokasi, dihamparkan, dan dipadatkan.

Dalam pencampuran aspal harus dipanaskan untuk memperoleh tingkat kecairan (viskositas) yang tinggi agar dapat mendapatkan mutu campuran yang baik dan kemudahan dalam pelaksanaan. Pemilihan jenis aspal yang akan digunakan ditentukan atas dasar iklim, kepadatan lalu lintas dan jenis konstruksi yang akan digunakan.

Bahan Penyusun Lapisan Perkerasan LATASIR-B (Lapisan Atas Tipis Pasir)

Menurut Silvia Sukirman 2003, Aspal di definisikan sebagai material perekat (*cementitious*), berwarna hitam atau coklat tua, dengan unsur utama bitumen. Aspal adalah material yang pada temperatur ruang berbentuk padat sampai agak padat, dan

bersifat termoplastis. Jadi, aspal akan mencair jika dipanaskan sampai temperatur tertentu, dan kembali membeku jika temperatur turun.

Sifat Aspal

Menurut Silvia Sukirman (2003), aspal memiliki 2 fungsi sebagai material perkerasan jalan, yaitu :

- Bahan pengikat, memberikan ikatan yang kuat antara aspal dan agregat dan antara sesama aspal.
- Bahan pengisi, mengisi rongga antar butir agregat dan pori-pori yang ada di dalam butir agregat itu sendiri.

Agregat Kasar

Agregat bergradasi baik adalah agregat yang ukuran butirannya terdistribusi merata dalam satu rentang ukuran butir. Fungsi agregat kasar dalam campuran panas aspal adalah selain memberikan stabilitas dalam campuran juga sebagai pengisi mortar sehingga campuran menjadi ekonomis. Fraksi agregat kasar yaitu tertahan pada saringan #8 (2,36mm), fungsi agregat kasar adalah sebagai berikut :

- Memberikan stabilitas campuran dari kondisi saling mengunci dari masing-masing agregat kasar dan dari tahanan gesek terhadap suatu aksi perpindahan.
- Stabilitas ditentukan oleh bentuk dan tekstur permukaan agregat kasar (kubus dan kasar).

Menurut Sukiman (1999) agregat kasar harus terdiri dari material yang bersih, keras, awet dan bebas dari kotoran atau bahan yang tidak dikehendaki. Umumnya dipersyaratkan sebagai berikut:

- Keausan agregat yang diperiksa dengan mesin Los Angeles pada 500 putaran (PB 0206-76) harus mempunyai nilai maksimum 40%.
- Kelekatan terhadap aspal (PB 0205-76) harus lebih besar dari 95%.
- Indeks kepipihan agregat, maksimum 25%(BS).
- Peresapan agregat terhadap air (PB 0202-76), maksimum 3%.
- Berat jenis semu/ apparent agregat (PB 0202-76), minimum 2,50.

- Guplan lempung agregat, maksimum 0,25%.
- Bagian-bagian batu yang lunak dari agregat, maksimum 5%.

Tabel 1. Gradasi Agregat Kasar

UKURAN SARINGAN		PERSEN BERAT YANG LOLOS	
Mm	ASTM	Camp. normal	Camp. lapis perata
19,10	3 / 4	100	100
12,7	1 / 2	30-100	95-100
9,5	3 / 8	0-55	50-100
4,75	# 4	0-10	0-50
0,075	# 200	0-1	0-5

Sumber : petunjuk praktikum pemeriksaan bahan dan campuran Aspal panas

Agregat Halus

Agregat halus yaitu terdiri dari pasir atau pengayakan batu pecah lolos saringan #8 dan tertahan #200, fungsi agregat halus adalah sebagai berikut :

- Menambah stabilitas dari campuran dengan memperkokoh sifat saling mengunci dari agregat kasar dan juga untuk mengurangi rongga udara agregat kasar.
- Semakin kasar tekstur permukaan agregat halus akan menambah stabilitas campuran dan menambah kekasaran permukaan.
- Agregat halus pada #8 sampai dengan #30 penting dalam memberikan kekasaran yang baik untuk kendaraan pada permukaan aspal.
- Pada *Gap Graded*, agregat halus pada #8 sampai dengan #30 dikurangi agar diperoleh rongga udara yang memadai untuk jumlah aspal tertentu, sehingga permukaan *Gap Graded* cenderung halus.
- Agregat halus pada #30 sampai dengan #200 penting untuk menaikkan kadar aspal, akibatnya campuran akan lebih awet.
- Keseimbangan proporsi penggunaan agregat kasar dan halus penting agar diperoleh permukaan yang tidak licin dengan jumlah kadar aspal yang diinginkan.

Persyaratan gradasi agregat halus di lampirkan pada tabel :

Tabel 2. Gradasi agregat halus

UKURAN SARINGAN		PERSEN BERAT YANG LOLOS		
Mm	ASTM	LATASIR KELAS A	LATASIR KELAS B	LATASTON, LASTON, ATB
9,5	3/8"	100	100	100
4,75	# 4	98 – 100	72 – 100	100
2,36	# 8	95 – 100	72 – 100	95 – 100
600 μ	# 30	76 – 100	25 – 100	75 – 100
75 μ	# 200	0 – 8	0 – 8	0 – 5

Sumber : Panduan Praktikum Jalan Raya (2011).

Bahan Pengisi *Filler*

Bahan Pengisi (*filler*) adalah suatu bahan berbutir halus yang lewat ayakan No. #200 tidak kurang dari 75% berat awal. Bahan filler berupa : debu batu, kapur, portland cement, atau bahan lain. (Suprpto TM, 2000)

Abu Ampas Tebu

Abu ampas tebu merupakan hasil pembakaran dari limbah ampas tebu. Abu ampas tebu mempunyai sifat khusus yaitu mengandung senyawa kimia yang bersifat pozzolan, yaitu mengandung silika (SiO₂), suatu senyawa yang bila dicampur dengan semen dan air dapat dimanfaatkan untuk meningkatkan kuat tekan dan kuat tarik beton pada aspal. H. Muchtar Syarkawi (2011).

Abu ampas tebu diyakini memiliki sifat-sifat yang baik sebagai *filler* pematat karena memiliki sifat sementasi disamping ukuran butirannya yang relatif kecil (lolos saringan No. #200) yang mempermudah dalam menyusup kedalam pori-pori agregat.

Penentuan Campuran Nominal

Rencana campuran nominal diperlukan sebagai resep awal untuk campuran percobaan di laboratorium yang

memenuhi persyaratan gradasi dan kadar aspal seperti diberikan pada spesifikasi. Adapun hal yang diperhatikan dalam campuran nominal ini sebagai berikut :

- Saringan tingkat pertama, apakah agregat yang tersedia layak dipergunakan atau tidak.
- Resep awal untuk campuran percobaan di laboratorium yang memenuhi persyaratan gradasi campuran dan kadar aspal seperti yang diberikan pada spesifikasi.

Komponen-komponen campuran agregat untuk campuran dinyatakan dalam fraksi rencana sebagai berikut:

- CA (Fraksi agregat kasar) : Persen berat material yang tertahan saringan no.8 terhadap berat total campuran.
- FA (Fraksi agregat halus) : Persen berat material yang lolos saringan no.8 dan tertahan saringan no.200 terhadap berat total campuran.
- FF (Fraksi bahan pengisi) : Persen berat material yang lolos saringan no.200 terhadap berat total campuran.

Batas-batas komposisi fraksi rencana campuran pada komponen campuran dapat dilihat pada tabel 3.

Tabel 3. Batas-Batas Komposisi Fraksi Rencana Campuran

Komponen campuran	Persen berat total campuran				
	LATASIR A	LATASIR B	LATASTON N	LASTON	ATB
Fraksi agregat kasar (CA) > saringan # 8	0 – 10	5 – 23	20 – 40	30 – 50	40 – 60
Fraksi agregat halus (FA) # 8 - # 200	64.3 – 78.3	53.6 - 72.6	47 – 67	39 – 59	26 - 49.5
Fraksi filler (FF) < saringan # 200	12 – 15	8 – 13	5 – 9	4.5 - 7.5	4.5 - 7.5

Sumber : Panduan Praktikum Jalan Raya (2011).

METODE PENELITIAN

Tempat Penelitian

Proses penelitian dilakukan di Laboratorium Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Malang, yang berlokasi di Kampus III UMM. Bahan abu ampas tebu akan diambil pada buangan dari limbah pabrik PT. RAJAWALI 1 PG. Kreet Baru, Kecamatan Bululawang Kabupaten Malang.

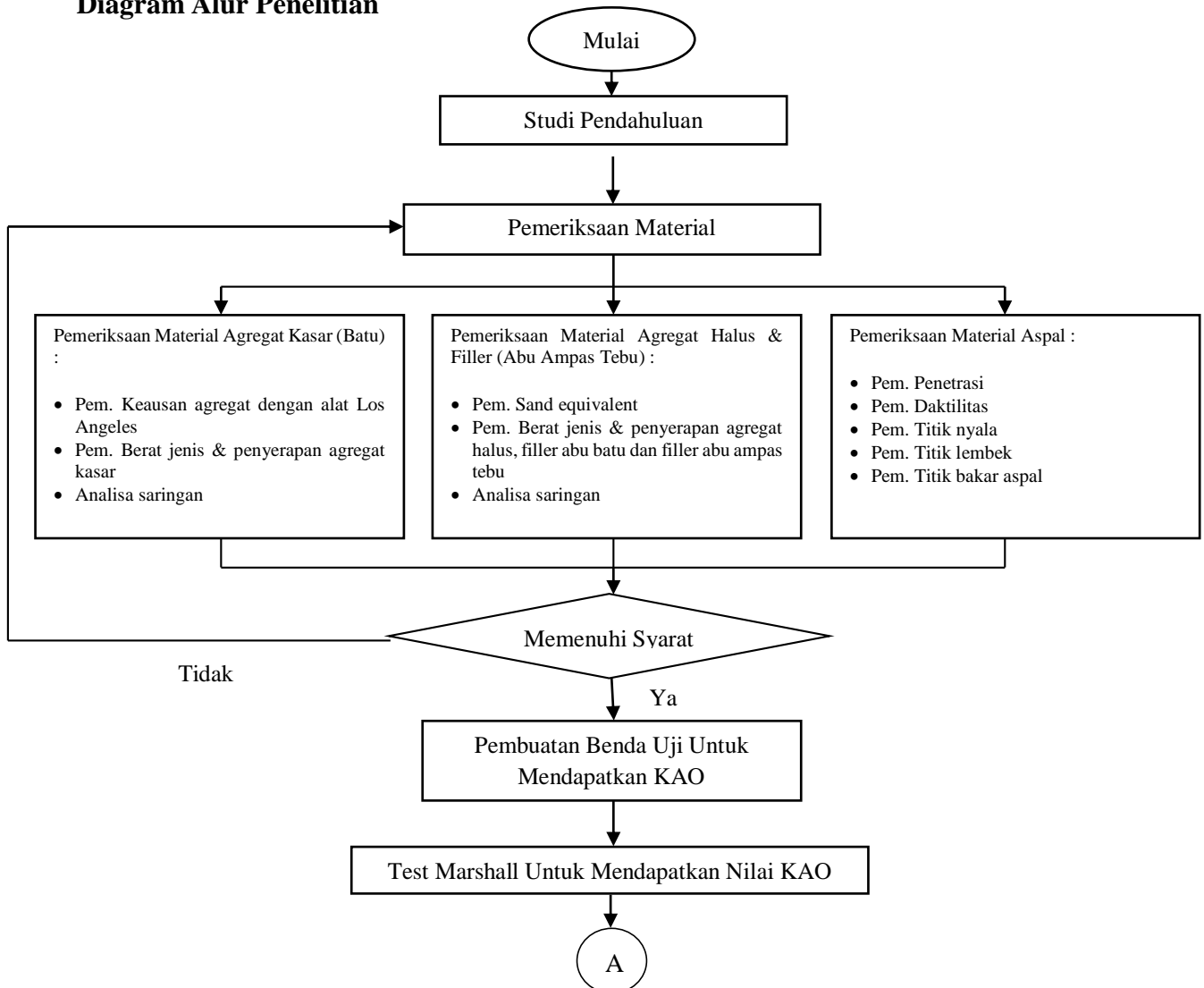
Peralatan dan Bahan Penelitian

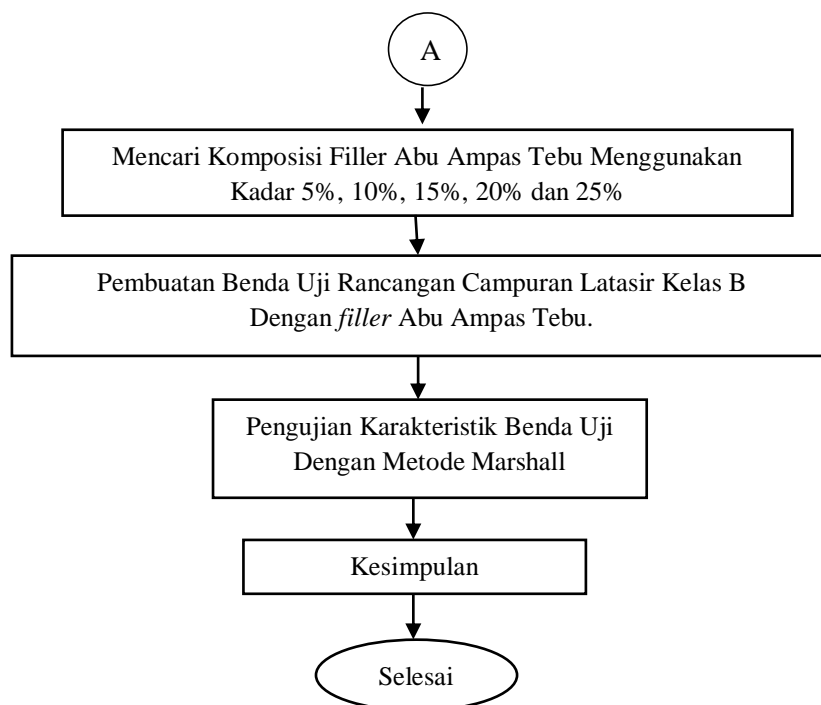
- Peralatan yang digunakan dalam pengujian adalah peralatan yang tersedia di laboratorium jalan raya Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Malang.
 - Timbangan, oven digital, ayakan, mesin penggetar ayakan, mesin *Los Angeles*,

Angeles, cawan perendam agregat, mesin dan alat pemeriksaan daktilitas, alat pemeriksaan titik lembek aspal, cawan pemeriksaan penetrasi, tabung *Sand Equivalent*, piknometer 500ml, alat *Flow*, alat penetrasi aspal, alat pemeriksaan titik nyala dan titik bakar, alat manual pedestal, alat ejector, alat uji *Marshall*, *Water Bath*, alat goreng bahan set dan temperature suhu.

- Bahan yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah :
 - Agregat kasar (batu pecah), agregat halus (pasir, abu batu), air, semen *Portland* (PC) merek Gresik tipe I, Abu ampas tebu, aspal penetrasi 80/100.

Diagram Alur Penelitian





HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pemeriksaan bahan

Proses awal dalam penelitian ini yaitu melakukan pemeriksaan material sebagai bahan penyusun beton yang terdiri dari agregat kasar, agregat halus (pasir, abu batu) dan aspal.

Agregat Kasar

Hasil pemeriksaan tersaji pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil pemeriksaan abrasi (PB – 0206-76)

JUMLAH BERAT (a)	5000	5000
BERAT TERT.SARINGAN NO. 12 (b)	3191	3134
Keausan = $\frac{a - b}{a} \times 100\%$	36.24%	37.36%
KEAUSAN RATA-RATA	36.80%	

Tabel 5. Pemeriksaan berat jenis agregat kasar PB – 0202 – 76 & PB – 0203 – 76 14910. Berat agregat kasar = 5000 gram

PARAMETER		BENDA UJI I	BENDA UJI II
Berat contoh kering oven	A	4979	4880
Berat contoh kering permukaan	B	5095	5004
Berat contoh dalam air	C	3170	3189
Berat jenis kering oven (bulk specific gravity)	$\frac{A}{B - C}$	2,59 Rerata :	2,69 2,66
Berat jenis kering permukaan jenuh (SSD)	$\frac{B}{B - C}$	2,65 Rerata :	2,76 2,73
Berat jenis semu (apparent specific gravity)	$\frac{A}{A - C}$	2,75 Rerata :	2,89 2,85
Penyerapan air	$\frac{B - A}{A} \times 100\%$	2,33 Rerata :	2,54 2,43

Agregat halus

halus yang akan digunakan sebagai bahan campuran aspal akan disajikan pada tabel 6.

Pemeriksaan sand equivalent pasir alam dan abu batu untuk mengetahui tingkat kebersihan agregat

Tabel 6. Hasil pemeriksaan sand equivalent (ASTM D – 249 & AASHTO T - 176)

Uraian		Nomor Contoh			
		Pasir (gr)		Abu Batu (gr)	
		a	b	a	b
Peneraan tinggi tangkai penunjuk beban	A	11,10	11,30	11,20	11,00
		Rata-rata = 11,20		Rata-rata = 11,10	
Pembacaan skala lumpur	B	4,40	4,60	4,90	5,10
		Rata-rata = 4,50		Rata-rata = 5,00	
Pembacaan skala beban pada tangkai penunjuk	C	14,90	15,10	14,70	14,90
		Rata-rata = 15,00		Rata-rata = 14,80	
Nilai Sand Equivalent	$\frac{C-A}{B} \times 100\%$	84,45%		74,00%	

Pemeriksaan berat jenis dan penyerapan agregat halus untuk mengetahui bulk specific gravity,

SSD, apparent specific gravity, penyerapan air, akan disajikan pada tabel 7.

Tabel 7. Pemeriksaan berat jenis agregat halus (pasir & abu batu) (PB 0203 – 76)

PARAMETER		Pasir Alam		Abu Batu	
		I	II	I	II
Berat contoh kering oven	A	487	489	488	486
Berat botol + air (25°C)	B	646	660	665	650
Berat botol + contoh + air	C	957	963	980	974
Berat jenis kering oven	A	2,58	2,48	2,64	2,76
(bulk specific gravity)	$\frac{B + 500 - C}{500}$	Rerata :	2,53	Rerata :	2,70
Berat jenis kering permukaan jenuh (SSD)	$\frac{B + 500 - C}{A}$	Rerata :	2,59	Rerata :	2,70
Berat jenis semu	A	2,77	2,63	2,82	3,00
(apparent specific gravity)	$\frac{B + A - C}{A}$	Rerata :	2,70	Rerata :	2,78
Penyerapan air	$\frac{500 - A}{A} \times 100\%$	2,67	2,25	2,46	2,88
		Rerata :	2,46	Rerata :	2,67

Pemeriksaan Penetrasi aspal

Pemeriksaan untuk menentukan penetrasi bitumen keras atau lembek (solid atau semi solid) dengan memasukkan jarum penetrasi ukuran tertentu, beban dan waktu tertentu ke dalam bitumen dengan suhu tertentu, dapat dilihat pada tabel 8.

Pemeriksaan untuk mengukur jarak terpanjang yang dapat ditarik dua cetakan yang berisi bitumen keras sebelum putus, pada suhu dan kecepatan tarik tertentu.

Hasil pemeriksaan I = 105 cm > 100cm
 Hasil pemeriksaan II = 135 cm > 100cm
 Rata – rata = 120 cm > 100cm

Tabel 8. Hasil pemeriksaan penetrasi aspal.

No.	Hasil Pemeriksaan
1.	102.00 mm
2.	98.00 mm
3.	93.00 mm
Rata-rata	97.00 mm

Pemeriksaan titik lembek aspal

Pemeriksaan dimaksudkan untuk menentukan titik lembek aspal yang berkisar antara 30°C - 200°C.

Pemeriksaan daktilitas

Tabel 9. Hasil pemeriksaan titik lembek aspal

NO	Hasil Pemeriksaan
1	45 ⁰ C
2	49 ⁰ C
Rata-rata	47 ⁰ C

Pemeriksaan titik nyala dan titik bakar dengan Cleveland open cup

Tabel 10. Hasil pemeriksaan titik nyala dan titik bakar dengan cleveland open cup

Jenis Pemeriksaan	Hasil Pemeriksaan
Titik Nyala	310 ⁰ C
Titik Bakar	332 ⁰ C

Penyesuaian campuran nominal

Variasi kadar aspal yang dicoba adalah $\pm 1\%$ dan $\pm 2\%$ dari kadar aspal nominal yaitu 6.90 %. Supaya campuran total tetap 100 %, maka proporsi abu batu dan pasir perlu disesuaikan.

Tabel 11. Penyesuaian Proporsi Campuran Nominal

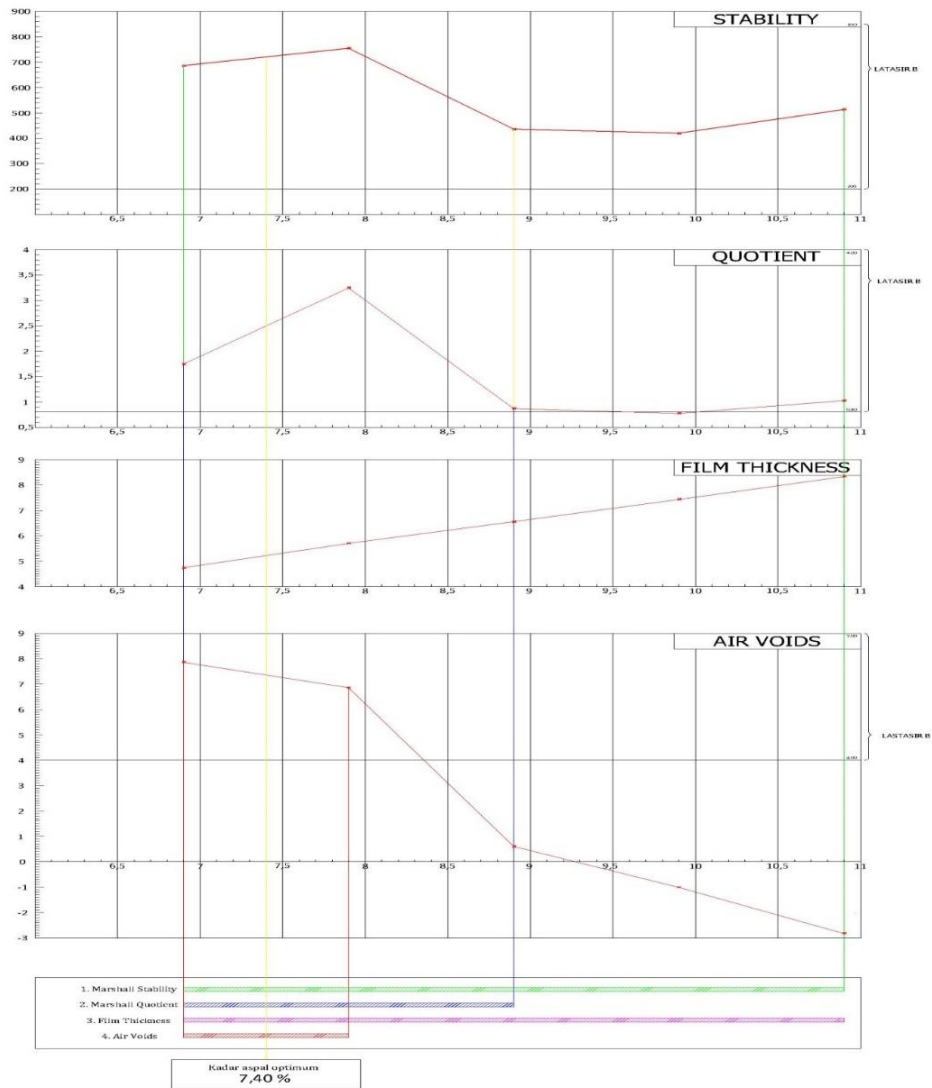
MATERIAL	Campuran Nominal Perhitungan	Campuran Nominal Disesuaikan				
		1	2	3	4	5
Batu Pecah	12,90%	12,90%	12,90%	12,90%	12,90%	12,90%
Abu Batu	35,03%	36,03%	35,53%	35,03%	34,53%	34,03%
Pasir Alam	35,03%	36,03%	35,53%	35,03%	34,53%	34,03%
Bahan Pengisi	8,13%	8,13%	8,13%	8,13%	8,13%	8,13%
Aspal (A)	8,90%	6,90%	7,90%	8,90%	9,90%	10,9%
TOTAL	100%	100%	100%	100%	100%	100%

Tabel 12. Hasil pemeriksaan campuran aspal normal dengan alat Marshall

No Benda Uji	Tinggi (cm)	Berat Benda Uji			Diameter Benda Uji (cm)	Volume Benda Uji (cm ³)	Bacaan Alat Marshal		Angka Korelasi	Angka Kalibrasi	Stabilitas Disesuaikan
		BKU	BDA	BKP			Stabilitas	Flow			
1A	7,05	1164	657	1173	10,17	572,4	52,9	340	0,93	33,18	740,42
1B	6,69	1166	665	1181	10,23	549,6	42,5	350	0,93	33,01	591,78
1C	6,69	1171	667	1186	10,20	546,4	51,6	460	0,93	33,16	721,76
2A	6,62	1168	653	1184	10,20	540,7	45,2	235	0,96	33,05	650,56
2B	6,56	1127,5	640	1145	10,20	535,8	52	160	1,00	33,16	782,25
2C	6,44	1165,5	673	1177	10,18	523,9	58	290	0,96	33,29	840,72
3A	6,15	1160	674	1164	10,20	502,3	33,5	410	0,93	32,93	465,31
3B	6,27	1157	670	1163	10,20	512,1	31,5	410	0,96	32,90	451,25
3C	6,05	1166	678	1168	10,25	499,0	27,6	660	0,96	32,84	394,69
4A	6,00	1146	665	1149	10,25	494,8	25,2	590	0,96	32,80	359,98
4B	5,90	1094,5	637	1100	10,20	481,9	32,0	590	0,96	33,17	462,18
4C	5,70	1138,5	660	1139	10,10	456,4	31,2	470	1,04	32,89	484,13
5A	5,90	1147,5	665	1150	10,10	472,5	33,0	410	1,04	32,92	512,47
5B	5,70	1106	648	1108	10,00	447,5	31,0	420	1,19	32,89	550,35
5C	5,80	1148	662	1148	10,10	464,5	27,7	660	1,14	32,84	470,59

Untuk campuran Latasir-B normal, selanjutnya dibuat grafik hubungan antara Marshall Stability, Quotient, Air Void dan Film Thickness, sebagaimana gambar 1. Gabungan dari grafik – grafik tersebut, kemudian ditarik garis tengah

mendapat KAO sebesar 7,40%, dan menghasilkan kualitas campuran aspal nilai Marshall Stability = 720 kg, nilai Marshall Quotient = 2,49 kN/mm, nilai Air Voids = 7,37 %, Nilai Bitumen film thickness = 5,42 mm.



Gambar : Grafik Penentuan Kadar Aspal Optimum

Gambar 1. Grafik penentuan kadar aspal optimum

**Campuran Kadar Aspal Optimum
 LATASIR-B Standart Dengan Filler Abu
 Ampas Tebu**

Dari perhitungan penentuan kadar aspal di atas, maka kadar aspal campuran yang dipilih adalah

7,40 % agar campuran aspal tetap 100% maka proporsi pasir alam dan abu batu pada campuran nominal perlu disesuaikan, maka proporsi campurannya sebagai berikut seperti pada tabel 13.

Tabel 13. Penyesuaian Proporsi Campuran Nominal

MATERIAL	Campuran Nominal Perhitungan Variasi	Campuran Nominal Disesuaikan				
		1	2	3	4	5
Batu Pecah	14,27%	14,27%	14,27%	14,27%	14,27%	14,27%
Abu Batu	35,10%	35,10%	35,10%	35,10%	35,10%	35,10%
Pasir Alam	35,10%	35,10%	35,10%	35,10%	35,10%	35,10%
Abu Ampas Tebu	0,00%	0,41%	0,81%	1,22%	1,63%	2,03%
Bahan Pengisi	8,13%	7,72%	7,32%	6,91%	6,50%	6,10%
Aspal (A)	7,40%	7,40%	7,40%	7,40%	7,40%	7,40%
TOTAL	100%	100,00%	100%	100%	100%	100%

Setelah membuat benda uji, dilanjutkan dengan pengujian Marshall. Pengujian dilakukan sama dengan pengujian campuran latasir-b standart untuk mendapatkan nilai stabilitas dan kelelahan (*flow*) benda uji sebagai parameter kualitas suatu campuran. Bedanya hasil pemeriksaan marshall

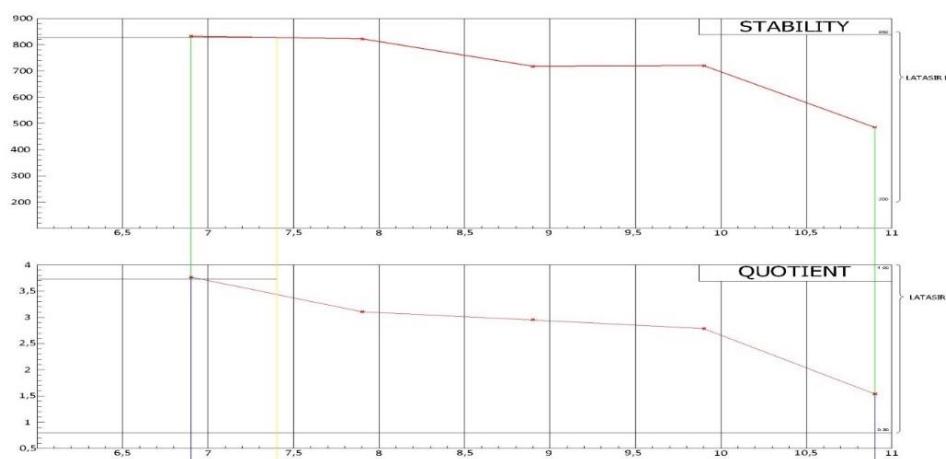
pada campuran aspal jenis Latasir-B dengan menggunakan campuran standart (agregat halus : pasir alam + abu batu, semen) dan filler abu ampas tebu dengan variasi 5,00%, 10,00%, 15,00%, 20,00% dan 25,00% pada komposisi campuran aspal. dapat dilihat pada tabel 14.

Tabel 14. Hasil pemeriksaan campuran aspal filler abu ampas tebu dengan alat Marshall

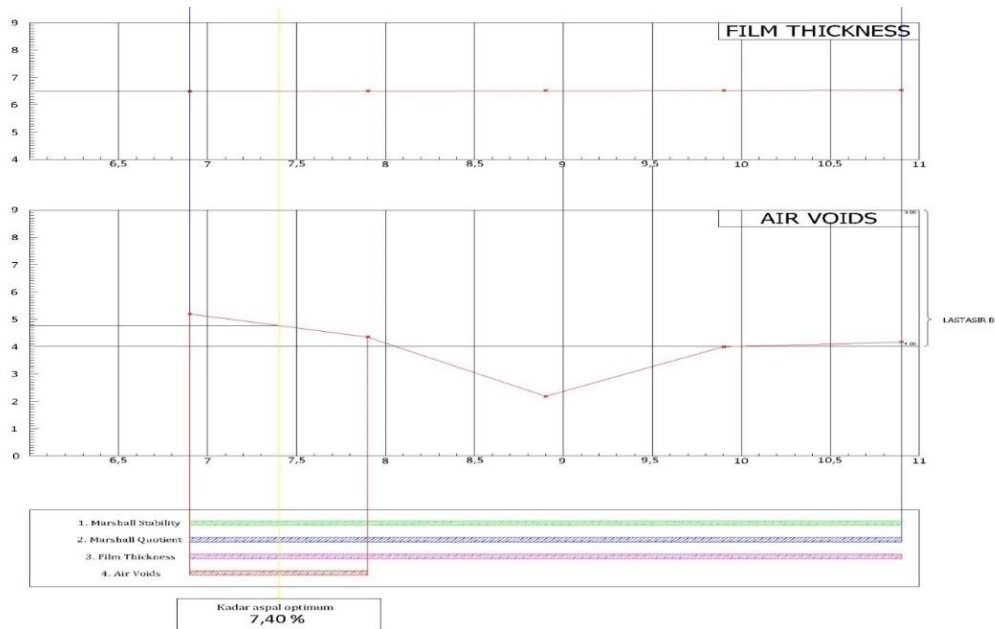
No Benda Uji	Tinggi (cm)	Berat Benda Uji			Diameter Benda Uji (cm)	Volume Benda Uji (cm ³)	Bacaan Alat Marshal		Angka Korelasi	Angka Kalibrasi	Stabilitas Disesu-aikan
		BKU	BDA	BKP			Stabilitas	Flow			
1A	7,18	1198	640	1220	10,30	598,0	78,0	123	0,83	36,51	1072,09
1B	6,77	1165	653	1173	10,20	552,9	42,5	156	0,86	40,43	670,33
1C	6,97	1171	634	1174	10,10	558,1	51,6	370	0,83	38,81	753,96
2A	6,76	1222	676	1234	10,30	563,0	52,9	211	0,86	38,61	796,79
2B	6,83	1211	675	1235	10,30	568,8	68,4	202	0,86	36,69	979,09
2C	6,87	1179	640	1181	10,10	550,1	44,0	340	0,86	40,07	687,68
3A	7,05	1210	691	1219	10,20	575,8	45,2	94	0,83	39,79	677,11
3B	6,83	1203	687	1228	10,10	546,9	56,2	142	0,86	38,11	835,42
3C	6,72	1169	631	1171	10,10	538,1	40,0	480	0,86	41,05	640,46
4A	6,81	1201	667	1210	10,10	545,3	52,4	74	0,86	38,69	790,82
4B	6,86	1215	680	1240	10,10	549,3	58,5	218	0,86	37,75	861,58
4C	6,94	1166	633	1169	10,00	544,8	31,2	470	0,83	43,20	507,46
5A	6,92	1178	660	1186	10,00	543,2	33,5	124	0,83	42,64	537,76
5B	6,96	1218	679	1249	10,10	557,3	25,2	141	0,83	46,44	440,58
5C	6,81	1171	635	1175	10,20	556,2	27,7	660	0,86	44,06	476,23

Untuk campuran Latasir-B dengan filler abu ampas tebu, selanjutnya dibuat grafik hubungan antara Marshal Stability, Quotient, Air Void dan Film Thickness, sebagaimana gambar 2. Gabungan dari grafik – grafik tersebut, kemudian ditarik garis tengah mendapat kadar aspal optimum sebesar 7,40%

dengan kadar variasi filler optimum 7,10%, dan menghasilkan kualitas campuran aspal nilai Marshall Stability = 823,35 kg, nilai Marshall Quotient = 3,73 kN/mm, nilai Air Voids = 4,77 %, Nilai Bitumen film thickness = 6,49 mm.



Gambar 2. Grafik Penentuan Kadar Filler Optimum



Gambar : Grafik Uji Marshall Variasi Abu Ampas Tebu

Lanjutan Gambar 2. Grafik Penentuan Kadar Filler Optimum

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Dengan adanya penambahan variasi filler abu ampas tebu dan variasi tumbukan sangat berpengaruh nyata terhadap sifat campuran Latasir-B seperti Stabilitas (*Stability*), Kelelahan Plastis (*Flow*), Rongga Udara (*Air Void*) dan Hasil Bagi Marshall (*Marshall Quotient*). Hal tersebut dibuktikan dengan adanya pengujian Marshall.

Dari hasil penelitian dan perhitungan abu ampas tebu sebagai bahan substitusi filler menggunakan variasi tumbukan di laboratorium didapatkan hasil sebagai berikut: Untuk campuran Latasir-B dengan penambahan abu ampas tebu sebagai filler di dapat kadar filler optimum 7,10 %. Menghasilkan kualitas campuran aspal sebagai berikut:

- Nilai Marshall Stability = 823,35 kg
- Nilai Marshall Quotient = 3,73 kN/mm
- Nilai Marshall Air Voids = 4,77 %
- Nilai Bitumen film thickness = 6,49 cm

Saran

- Pengontrolan terhadap pelaksanaan pembuatan campuran harus dilaksanakan dengan baik dan teliti serta pengadukan campuran dilakukan dengan mixer supaya agregat, aspal, dan bahan campuran lainnya bisa tercampur dengan rata.
- Ketelitian dalam perhitungan, pembacaan angka pada timbangan dan alat uji (misalnya dalam pembulatan bilangan) sangat diperlukan untuk mendapatkan hasil yang maksimal.
- Dalam penelitian, kondisi, mutu dan ketelitian peralatan yang digunakan mutlak diperlukan untuk menghasilkan data-data yang benar-benar akurat. Oleh karena itu dalam penelitian selanjutnya kondisi alat harus benar-benar diperhatikan.
- Faktor kalibrasi alat hendaknya diperhatikan karena sangat menentukan kesalahan pembacaan data yang sebenarnya, sehingga didapat hasil yang benar-benar akurat.

DAFTAR PUSTAKA

- Asparini, Ani dan Djoko Sulistiono, *Pemanfaatan Bahan Limbah Untuk Perkerasan Lentur*. Jurnal Purifikasi, Institut Teknologi Surabaya, 2008.
- Ansyori Al, Alik, Rekayasa Jalan Raya, UMM Press., 2005.
- Fannisa, Henny dan Moh. Wahyudi, *Perencanaan Campuran Aspal Beton Dengan Menggunakan Filler Kapur Padam*. Tugas Akhir. Program Diploma III Teknik Sipil Universitas Diponegoro, Semarang, 2010.
- Mashuri dan Joy Fredy Batti, *Pemanfaatan Material Limbah Pada Campuran Beton Aspal Campuran Panas*. Majalah Ilmiah Teknik, Universitas Tadulako, Palu, 2010.
- Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jendral Bina Marga. *Pedoman Perencanaan Campuran Beraspal Dengan Pendekatan Kepadatan Mutlak*, Jakarta, 1999.
- Buku Panduan Praktikum Jalan Raya, *Pemeriksaan Bahan Aspal Beton Campuran Panas (Hot-Mix)*, Fakultas Teknik, Jurusan Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Malang, 2011.
- Silvia Sukirman, *Perkerasan Lentur Jalan Raya*, Penerbit Nova Bandung, 1992.
- Departemen PU, *Petunjuk Pelaksanaan Lapis Aspal Beton (LASTON) Untuk Jalan Raya*, Penerbit Yayasan Badan Penerbit PU, 1987.
- H. Muchtar Syarkawi, *Pemanfaatan Abu Ampas Tebu Sebagai Bahan Substitusi Filler Terhadap Karakteristik Campuran Aspal Beton*, 2011.
- Silvia Sukirman, *Beton Aspal Campuran Panas*, Penerbit Granit Jakarta, 2003.