Jurnal Ilmiah Universitas Batanghari Jambi e-ISSN: 2549-4236, p-ISSN: 1411-8939
Lembaga Penellitian dan Pengabdian kepada Masyarakat
Vol 24, No 1 (2024): Februari, 564-570
DOI: 10.33087/jiubj.v24i1.4734

Pengaruh Variasi Pemadatan Terhadap Karakteristik Marshall dengan Menggunakan Wood Ash Sebagai Filler pada Campuran Laston

Alik Ansyori Alamsyah*, Azhar Adi Darmawan
Universitas Muhammadiyah Malang
*Correspondence: alik.syah@yahoo.com

Abstrak. Jumlah penduduk Indonesia yang meningkat secara eksponensial menyebabkan peningkatan mobilitas. Oleh karena itu, diperlukan peningkatan baik kuantitas maupun kualitas jalan untuk memenuhi kebutuhan masyarakat. Di Indonesia, campuran aspal panas, juga dikenal sebagai hotmix, adalah jenis campuran yang paling umum. Asphalt Concrete (AC) terdiri dari aspal sebagai bahan perekat, agregat kasar dan agregat halus, dan filler sebagai bahan pengisi, menurut spesifikasi BM 2010. Semua bahan yang digunakan dalam penelitian ini mengacu pada spesifikasi umum yang dikeluarkan oleh Direktorat Jenderal Bina Marga tahun 2010 Revisi 3, dan tes Marshall akan dilakukan dengan penggantian filler semen Portland dengan Wood Ash pada campuran Laston. Aspal yang digunakan memiliki penetrasi 60/70 dan digunakan dengan variasi pemadatan 40, 50, 60, dan 80 tumbukan. Hasil penelitian untuk penggunaan aspal kayu sebagai filler menunjukkan stabilitas Marshall 840,72 kg, koefisien Marshall 3,49 kN/mm, ketebalan film 6,64 μm, dan volume kabut udara 4,59 %.

Kata kunci : Laston; Variasi pemadatan; Wood Ash

Abstract. *Indonesia's population is increasing exponentially, causing increased mobility. Therefore, it is necessary to increase the quantity and quality of roads to meet community needs. In Indonesia, hot mix asphalt, also known as hot mix, is the most common type of mix. Asphalt Concrete (AC) consists of asphalt as an adhesive, coarse aggregate and fine aggregate, and filler as a filling material, according to the 2010 BM specifications. All materials used in this research refer to the general specifications issued by the Directorate General of Highways in 2010 Revision 3, and the Marshall test will be carried out by replacing the Portland cement filler with Wood Ash in the Laston mixture. The asphalt used has a penetration of 60/70 and is used with compaction variations of 40, 50, 60 and 80 impacts. The research using wood asphalt as a filler showed a Marshall stability of 840.72 kg, a Marshall coefficient of 3.49 kN/mm, a film thickness of 6.64 μm, and an air mist volume of 4.59%.*

Keywords **:** *Laston; Variation of compaction; Wood Ash*

PENDAHULUAN

Penduduk Indonesia tumbuh dengan sangat cepat. Dengan demikian, mobilitas penduduk meningkat. Karena itu, banyak kendaraan berat muncul di jalan raya. Jalan adalah sarana transportasi yang sangat penting untuk kegiatan masyarakat dan sangat diperlukan mengingat peningkatan mobilitas penduduk. Campuran aspal panas, juga dikenal sebagai hotmix, adalah jenis campuran yang sering digunakan yang dihamparkan dan dipadatkan dengan panas (Ansyori, 2015). Menurut Spesifikasi Kementerian Pekerjaan Umum Dirjen Bina Marga (2010) revisi 3 (BM 2010), beton asfalt (AC) adalah salah satu jenis hotmix yang paling umum digunakan di Indonesia. AC/aspal beton terdiri dari agregat kasar dan agregat halus, aspal sebagai bahan pelapis, dan filler sebagai bahan pengisi. Mengganti beberapa bagian semen saat membuat perkerasan jalan, atau menggantinya secara keseluruhan dengan bahan lain yang lebih ramah lingkungan, tampaknya menjadi pilihan yang bagus. Salah satunya adalah dengan menggunakan abu kayu yang dihasilkan dari pembakaran limbah industri potongan kayu, yang banyak didapat di Kota Malang. Untuk mengeringkan kayu papan, sisa potongan kayu jati yang tidak terpakai digunakan sebagai bahan bakar, yang menghasilkan abu kayu. Semua perusahaan dapat menghasilkan sepuluh kilogram abu kayu yang tidak termanfaatkan. Kota Malang menghasilkan sekitar 1500 ton abu kayu setiap tahunnya. Meskipun demikian, limbah abu kayu selama ini hanya dibuang sia-sia.

Menurut Sukirman (2003) kontruksi perkerasan lentur merupakan lapisan-lapisan yang diletakkan diatas tanah dasar yang telah dipadatkan. Lapisan-lapisan tersebut berfungsi menerima beban lalu lintas dan menyebarkan ke lapisan bawahnya. Lapis permukaan yang umum dipergunakan antara lain lapisan bersifat struktural dan nonstruktural. Bersifat struktural antara lain Lapen (Penetrasi Macadam), Lasbutag, Laston (Lapisan Aspal Beton). Bersifat nonstruktural antara lain Burtu (Laburan Aspal Satu Lapis), Burda (Laburan Aspal Dua Lapis), Buras (Leburan Aspal), Latasbum (Lapis Beton Asbuton Murni), Lataston (Lapisan Tipis Aspal Beton) dan Latasir (Lapisan Tipis Aspal Pasir).

Menurut Sukirman (2003), Latasir (Lapisan Tipis Aspal Pasir) merupakan jenis beton aspal untuk jalan-jalan dengan lalu lintas ringan.Spesifikasi bahan lapis tipis aspal pasir (latasir), yang mengacu pada The Aspalt Institute, Specification Series-1 (SS-1). Spesifikasi ini menetapkan persyaratan aspal, agregat dan sifat-sifat campuran aspalpasir yang di gunakan sebagai lapis aspal pasir (latasir) untuk permukaan kekerasan. Jenis campuran latasir terdiri atas dua kelas, yaitu latasir kelas A atau SS-A (Sand sheat-A) dengan ukuran nominal butir agregal atau pasir 9,5 mm (3/8 inci), dan LASTON atau SS-B (Sand sheet-B) dengan ukuran nominal butir agregat atau pasir 2,36 mm (No.8). LASTON memiliki tebal nominal minimum adalah 2 cm, material penyusun campuran LASTON adalah agregat kasar (batu pecah), filler (pasir alam dan abu batu), filler, dan aspal. Filler adalah agregat dengan ukuran butir lebih halus dari saringan No 4 (=4,75 mm). Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh variasi pemadatan terhadap karakteristik marshall dengan menggunakan wood ash sebagai filler pada campuran laston.

METODE

Lapisan Perkerasan Laston

Laston, juga disebut AC (Asphalt Concrete), adalah jenis beton aspal bergradasi menerus yang biasa digunakan di jalan dengan banyak kendaraan. Stabilitas adalah karakteristik beton aspal utama campuran ini (Waani, 2013). Asphalt Concrete Laston/AC digunakan untuk membuat lapisan permukaan atau lapis antara pada perkerasan jalan raya (Ansyori, 2005). Ini harus memberikan kenyamanan dan keamanan yang tinggi sebagai lapisan permukaan dan juga berfungsi sebagai lapisan kedap air yang dapat melindungi konstruksi di bawahnya (Petunjuk Pelaksanaan Lapis Aspal Beton untuk Jalan Raya, SKBI-2.4.26.1987). Asphalt Concrete terdiri dari tiga jenis campuran berdasarkan fungsinya; Kelas Asphalt Concrete-Binder (AC-BC), yang berfungsi sebagai lapisan pengikat, adalah salah satunya. Berdasarkan Dirjen Bina Marga (2010) Revisi 3, setiap jenis lapisan memiliki ketebalan tersendiri seperti pada Tabel 1

Tabel 1
Tebal Nominal Minimum Campuran beraspal

Jenis Campuran		Simbol	Tebal Nominal Minimum (cm)
Laston	Lapis Aus	LASTON	4,0
	Lapis Antara	AC-BC	6,0
	Lapis Pondasi	AC-Base	7,5

Sumber: Kementerian Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Bina Marga, 2010 Revisi 3 Divisi 6

Selain itu, untuk lapis perkerasan, Bina Marga 2010 menetapkan persyaratan Laston. Ini didasarkan pada tingkat kekerasannya yang umum di Indonesia, di mana aspal penetrasi 60 hingga 70 digunakan, yang juga akan digunakan dalam penelitian ini, sesuai dengan ketentuan yang ditetapkan oleh Kementerian Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Bina Marga (2010) Revisi 3.

Spesifikasi Laston

Agregat kasar harus terdiri dari material yang bersih, keras, awet, dan bebas dari kotoran atau bahan yang tidak dikehendaki, menurut SNI 03-1737-1989 dan SNI 03-6819-2002. Agregat kasar untuk rancangan Laston harus tertahan saringan #8 (2,36 mm). Umumnya dipersyaratkan sebagai berikut: (1) Keausan agregat yang diperiksa dengan mesin Los Angeles pada 500 putaran (PB 0206-76) harus mempunyai nilai maksimum 40%; (2) Kelekatan terhadap aspal (PB 0205-76) harus lebih besar dari- 95%; (3) Indeks kepipihan agregat, maksimum 25% (BS); (4) Peresapan agregat terhadap air (PB 0202-76), maksimum 3%; (4) Berat jenis semu/apparent agregat (PB 0202-76)

minimum 2,50; dan (5) Bagian-bagian batu yang lunak dari agregat, maksimum 5%.

Filler

Filler biasanya harus lebih kurang sesuai dengan gradasi di bawah dan terdiri dari satu atau lebih pasir alam, hasil pengayakan batu pecahan, atau kombinasi dari keduanya. Partikel harus bersih, keras, dan bebas dari gumpalan lempung atau mineral lain yang tidak diinginkan. Pada umumnya dipersyaratkan sebagai berikut: (1) Nilai Sand Equivalent (AASHTO T-76), minimum 50; (2) Berat Jenis semu/apparent (PB 0203-76). minimum 2,50; (3) Pemeriksaan atterberg (PB 0109-76), agregat haruslah non plastis; dan (4) Peresapan agregat terhadap air (PB 0202-76), maksimum 3%.

Aspal

Menurut Sukirman (2003), Aspal adalah bahan utama untuk membangun lapis perkerasan lentur (fleksibel gerakan) jalan raya. Aspal adalah campuran bahan pengikat agregat dengan daya lekat yang kuat, kedap air, dan mudah dikerjakan. Aspal, bahan plastis yang mudah diawasi, dapat dicampur dengan agregat. Menurut Sukirman (2003), aspal yang digunakan sebagai material perkerasaan jalan berfungsi sebagai: (a) Bahan pengikat, memberikan ikatan yang kuat antara aspal dan agregat dan antara sesama aspal; (b) Bahan pengisi, mengisi rongga antar butir agregat dan pori-pori yang ada di dalam butir agregat itu sendiri.

Wood Ash

Abu adalah tanda bahwa ada bahan in organik di dalam kayu. Abu kayu berkisar antara 0,2 hingga 1%, tetapi kayu tropis dapat mencapai 5%. Untuk membuat serbuk kayu jati menjadi filler, sisa kayu dapat dibakar pada tungku pembakaran yang digunakan untuk mengeringkan kayu papan. Tungku ini diisi dengan potongan sisa bagian kayu, yang kemudian dibakar dengan termometer di dalamnya pada suhu 50-99 derajat Celcius. Setelah dibakar, potongan kayu yang sudah dibakar kemudian disaring kembali menggunakan analisis saringan bertulang. Sisa kayu yang digunakan berasal dari komponen kerajinan yang dibuat oleh perusahaan yang mengeringkan kayu papan dan mebel di kota Malang. Abu kayu dibuat dari sisa kayu dari bagian oven yang tidak digunakan.

Menurut Abdullah (2006) penelitian tentang abu kayu pernah dilakukan, dalam penelitian ini, kandungan kimia abu kayu, analisis ayakan (sieve analysis), spesifisitas gravitasi abu kayu dan agregat, waktu penempatan, dan tes lump menentukan sifat abu kayu terhadap campuran beton. Dengan menggunakan komposisi mix design 1PC: 2PS: 4KR, persentase penggantian semen dengan abu kayu adalah 0, 10, 20, 30, dan 40%. Hasil analisis menunjukkan bahwa kandungan kimia abu kayu memiliki komposisi (SiO2 + Al2O3 + Fe2O3) sebesar 62,14%, yang lebih rendah dari nilai 70% yang diperlukan oleh ASTM C-618. Uji kuat tekan (Compressive Strength Test) dilakukan pada umur 28 dan 60 hari dengan benda uji kubus 150 mm x 150 mm. Hasil menunjukkan bahwa abu kayu sedikit pozzolanic, bahwa lebih banyak air dibutuhkan dengan lebih banyak abu kayu, bahwa waktu setting meningkat dengan lebih banyak abu kayu, dan bahwa kuat tekan meningkat pada umur 60 hari dengan penggantian optimal semen dengan abu kayu 20%.

HASIL

Hasil penelitian pemerikasaan agregat kasar dilakukan jenis pemerikasaan yang beragam. Secara jelas hasil pemeriksaan agregat kasar dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2
Hasil Pemeriksaan Agregat Kasar Campuran Lapis Perata

Jenis Pemeriksaan	Hasil	Syarat Maks/Min
Keausan agregat kasar	12,18%	Max 40%
Berat jenis bulk (atas dasar kering oven)	2,63 gr/cm^3	Min 2.5 gr/cm^3
Berat jenis bulk (atas dasar kering permukaan)	2,67 gr/cm^3	Min 2.5 gr/cm
Berat jenis semu	2,74 gr/cm^3	Min 2.5 gr/cm^3
Penyerapan air	1,65 %	Max 3%
Analisa saringan		
Gradasi lolos no.½	95,74 %	95-100
Gradasi lolos no.⅜	61,04 %	50-100
Gradasi lolos no.8	5,76 %	0-50
Gradasi lolos no.200	0,72 %	0-5

Sumber: data olahan

Hasil pemeriksaan filler untuk Laston standart, variasi 1 (pasir alam : Wood Ash), variasi 2 (abu batu: Wood Ash), variasi 3 (pasir alam : Wood Ash : abu batu), sebagaimana dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3
Hasil Pemeriksaan Filler Laston

Jenis Pemeriksaan	Abu Batu	Pasir Alam	Wood Ash	Syarat
Nilai Sand Equivalent (SE)	78.26,74%	85,71%	93,34%	Min 50%
Berat jenis bulk (atas dasar kering oven)	2,66 gr/cm^3	2,73 gr/cm^3	2,54 gr/cm^3	Min 2.5gr/cm^3
Berat jenis bulk (atas dasar kering permukaan)	2,72 gr/cm3	2,75 gr/cm^3	2,60 gr/cm^3	Min 2.5gr/cm
Berat jenis semu	2,84 gr/cm^3	2,81 gr/cm^3	2,71 gr/cm^3	Min2.5gr/cm^3
Penyerapan air	2,36 %	1,01 %	2,36 %	Max 3%
Analisa saringan				
□ Gradasi lolos #4	98.70%	99.63%	99.60%	72%-100%
□ Gradasi lolos #8	94.07%	95.37%	94,76%	72%-100%
□ Gradasi lolos #30	59.20%	64.30%	26,30%	25%-100%
□ Gradasi lolos #200	5.67%	4.83%	1,87%	0%-8%

Sumber: data olahan

Dengan merek Semen Gresik yang lolos saringan no.200, kualitas filler yang menggunakan Portland Cement (PC) adalah seratus persen, atau lebih dari 75%. Aspal penetrasi 60/70 dari pertamina digunakan sebagai pengikat. Hasil pemeriksaan sebagaimana dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4
Hasil Pemeriksaan Aspal Panas Pen.60/ 70

Jenis Pemeriksaan	Cara Pemeriksaan	Hasil Pemeriksaan	Satuan	Pen. 60/ 70	
				Min	Max
Penetrasi	PA 0301-76	90,50	0,1 mm	59	69
Titik Lembek	PA 0302-76	47,80	°C	46	64
Titik Bakar	PA 0303-76	297	°C	225	-
Titik Nyala	PA 0303-76	300	°C	225	-
Daktilitas	PA 0306-76	110,48	cm	100	-

Sumber: data olahan

Dalam penelitian ini dibuat empat campuran Laston yakni campuran filler standart (pasir alam: abu batu), campuran filler variasi 1 (pasir alam : Wood Ash), campuran filler variasi 2 (abu batu: Wood Ash) dan campuran filler variasi 3 (pasir alam : Wood Ash : abu batu).

1. Campuran Nominal Laston Filler Standart. Campuran nominal Laston filler standar (pasir alam: abu batu) adalah batas komposisi fraksi rencana campuran. Dengan mempertimbangkan variasi kadar aspal campuran nominal yang dihasilkan dari perencanaan sebesar 8,90%, yang merupakan syarat minimum, campuran nominal dirancang berdasarkan variasi kadar aspal campuran nominal dengan menambah dan mengurangi 0,5%, 1,0%, dan 1,5%. Proporsi agregat kasar (15,38%) dan bahan pengisi (9,41%) tetap, sedangkan proporsi pasir alam (33,15%) dan abu batu (33,15%) perlu disesuaikan agar nilai total tetap 100%.
2. Campuran Nominal Laston Filler Variasi 1. Rencana campuran nominal Laston filler variasi 1 (pasir alam: Wood Ash) mengacu pada batas-batas komposisi fraksi. Kadar aspal campuran nominal yang diperoleh dari perencanaan sebesar 8,90%, yang merupakan syarat minimum, campuran nominal dirancang berdasarkan variasi kadar aspal nominal sebesar 8,90% dengan menambahkan dan mengurangi 0,5%, 1,0%, dan 1,5%. Proporsi agregat kasar (15,71%) dan bahan pengisi (10,78%) tetap, sedangkan proporsi pasir alam (30,37%) dan Wood Ash (34,25%) harus disesuaikan untuk menjaga nilai total 100%.
3. Campuran Nominal Laston Filler Variasi 2. Rencana campuran nominal Laston filler variasi 2 (abu batu: Wood Ash) mengacu pada batas-batas komposisi fraksi. Berdasarkan variasi kadar aspal nominal yang dihasilkan dari perencanaan sebesar 8,90%, yang merupakan syarat minimum,

campuran nominal dirancang berdasarkan variasi kadar aspal nominal dengan ditambah dan dikurangi 0,5%, 1,0%, dan 1,5%. Proporsi agregat kasar (15,24%) dan bahan pengisi (10,50%) tetap, sedangkan proporsi abu batu (30,72%) dan kayu jati (34,64%) perlu disesuaikan agar nilai total tetap 100%.

4. Campuran Nominal Laston Filler Variasi 3. Untuk Laston filler variasi 3, campuran nominal (pasir alam: Wood Ash: abu batu) mengacu pada batas komposisi fraksi rencana campuran. Berdasarkan variasi kadar aspal nominal yang dihasilkan dari perencanaan sebesar 8,90%, yang merupakan syarat minimum, campuran nominal dirancang berdasarkan variasi kadar aspal nominal dengan ditambah dan dikurangi 0,5%, 1,0%, dan 1,5%. Proporsi agregat kasar (15,68%) dan bahan pengisi (10,69%) tetap, sedangkan proporsi pasir alam (30,42%), kayu jati (32,10%) dan abu batu (2,20%) perlu disesuaikan agar nilai total tetap 100%.

Hasil pemeriksaan campuran aspal dengan alat Marshall menghasilkan stabilitas dan flow (kelelehan) seperti yang disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5
Hasil Pembacaan Alat Marshall Campuran Laston

No Benda Uji	Campuran Standart Filler (Pasir Alam : Abu Batu)		Campuran Variasi 1 Filler (Pasir Alam : Wood Ash)		Campuran Variasi 2 Filler (Abu Batu : Wood Ash)		Campuran Variasi 3 Filler (Pasir Alam : Wood Ash : Abu Batu)	
	Stabilitas	Flow	Stabilitas	Flow	Stabilitas	Flow	Stabilitas	Flow
A1	30	318	97	517	67	373	108	227
A2	32	337	54	296	58	388	101	438
A3	28	208	81	377	84	356	103	357
B1	34	329	98	408	97	433	107	336
B2	37	322	58	478	119	367	97	460
B3	32	285	87	454	103	393	101	394
C1	43	266	84	392	93	386	81	522
C2	50	286	82	267	68	397	94	565
C3	45	320	79	372	59	388	79	496
D1	51	271	92	557	94	376	93	595
D2	58	320	85	709	66	458	74	563
D3	60	297	94	642	81	382	94	574
E1	41	348	81	544	84	402	77	646
E2	44	395	89	620	73	424	65	524
E3	45	386	87	571	78	417	71	607
F1	35	430	91	696	53	704	58	742
F2	30	490	98	930	62	627	55	650
F3	29	533	89	724	57	655	56	637
G1	28	480	95	724	51	752	48	887
G2	33	544	50	668	48	793	49	778
G3	24	530	63	637	51	747	51	685

Sumber: data olahan

Hasil test Marshall pada benda uji, dapat diketahui hasil campuran aspal dengan Variasi campuran I (Pasir Alam : Wood Ash) terhadap nilai Stabilitas, Marshall Quotient, Flow, Air Void sebagai berikut.

1. Stabilitas. Hasil penelitian nilai Stabilitas diperoleh bahwa dengan pemakaian Wood Ash sebagai filler mengalami kenaikan, untuk pasir alam 31,12 % dan Wood Ash 35,00 pada campuran Laston menghasilkan stabilitas 674,23 Kg, untuk pasir alam 30,87 % dan Kayu Jati 34,75 %, nilai stabilitas menjadi 651,98 Kg, untuk pasir alam 30,62 % dan Kayu Jati 34,50 % menghasilkan stabilitas 721,20 Kg, untuk pasir alam 30,37 % dan Kayu Jati 34,25 % stabilitas mengalami penurunan menjadi 736,58 Kg, untuk pasir alam 30,12 % dan Kayu Jati 34,00 % menghasilkan 862,05 Kg, untuk pasir alam 29,87 % dan Kayu Jati 33,75 % menghasilkan 698,34 Kg dan untuk pasir alam 29,62 % dan Kayu Jati 33,50 stabilitas mengalami penuruna menjadi 684,93 Kg.
2. Marshall Quotient. Hasil penelitian diperoleh bahwa Marshall Quotient dengan memakai Filler pasir dan Kayu Jati mengalamai kenaikan dengan hasil sebagai berikut : pasir alam 31,12 % + Kayu Jati 35,00 % menghasilkan Marshall Quotient 3,22 Kn/mm, untuk pasir alam 30,87 % dan Kayu

Jati 34,75 % nilai Marshall Quotient menjadi 4,05 Kn/mm, untuk pasir alam 30,62 % dan Kayu Jati 34,50 % nilai Marshall Quotient 4,47 Kn/mm, untuk pasir alam 30,37 % dan Kayu Jati 34,25 % nilai Marshall Quotient 3,38 Kn/mm, untuk pasir alam 30,12 % dan Kayu Jati 34,00 % nilai Marshall Quotient 2,60 Kn/mm, untuk pasir alam 29,87 % dan Kayu Jati 33,75 % besarnya nilai Marshall Quotient 2,16, dan untuk pasir alam 29,62 % dan Kayu Jati 33,50 % . Nilai Marshall Quotient merupakan indikator kelenturan yang potensial terhadap retakan.

3. Air Void. Hasil penelitian diperoleh bahwa rongga dalam campuran Laston setelah memakai Kayu Jati sebagai filler mengalami penurunan, rongga udara pada campuran pasir alam 31,12 % + Kayu Jati 35,00 % nilai air void sebesar 9,51%, untuk pasir alam 30,87 % dan Kayu Jati 34,75 % nilai air void sebesar 8,43 %, untuk pasir alam 30,62 % dan Kayu Jati 34,50 % nilai air void sebesar 6,13 %, untuk pasir alam 30,37 % dan Kayu Jati 34,25 % nilai air void sebesar 3,18 %, untuk pasir alam 30,12 % dan Kayu Jati 34,00 % nilai air void 3,20 %, untuk pasir alam 29,87 % dan Kayu Jati 33,75 % besarnya nilai air void sebesar 3,29 %, dan untuk pasir alam 29,62 % dan Kayu Jati 33,50 % nilai air void 3,47 %. Hal ini dikarenakan "Kayu Jati'' memiliki kandungan silika yang kecenderungan memperbaiki dan mengurangi rongga udara, sehingga didapat campuran yang kedap air dan tidak mudah rapuh.
4. Film Thickness. Hasil penelitian diperoleh nilai Film Thickness Cenderung mengalami kenaikan, untuk campuran pasir alam 31,12 % + Kayu Jati 35,00 % nilai Film Thickness sebesar 7,03, untuk pasir alam 30,87 % dan Kayu Jati 34,75 % nilai Film Thickness 7,49 mm, untuk pasir alam 30,62 % dan Kayu Jati 34,50 % nilai Film Thickness 7,94 mm, untuk pasir alam 30,37 % dan Kayu Jati 34,25 % nilai Film Thickness sebesar 8,40 mm, untuk pasir alam 30,12 % dan Kayu Jati 34,00 % nilai Film Thickness sebesar 8,87 mm, untuk pasir alam 29,87 % dan Kayu Jati 33,75 % besarnya nilai Film Thickness sebesar 9,33 mm, dan untuk pasir alam 29,62 % dan Kayu Jati 33,50 % nilai Film Thickness sebesar 9,80 mm.

Hasil test Marshall pada benda uji menunjukkan kadar aspal campuran 8,48 persen, dengan filler pasir alam 33,45 persen dan kayu jati 37,68 persen. Hasil ini dapat diamati dengan variasi tumbukan terhadap nilai Stabilitas, Marshall Quotient, Aliran, dan Air Void sebagai berikut.

1. Stabilitas. Hasil penelitian menunjukkan bahwa variasi tumbukan dengan filler abu kayu meningkatkan stabilitas. Untuk 40 tumbukan dengan campuran Laston, stabilitas mencapai 833,80 kilogram, untuk 50 tumbukan mencapai 847,64 kilogram, untuk 60 tumbukan mencapai 668,31 kilogram, dan untuk 70 tumbukan mencapai 756,39 kilogram, dan untuk 80 tumbukan mencapai 687,56 kilogram.
2. Flow. Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai aliran turun: untuk empat puluh tumbukan nilai aliran menjadi 2,13 mm, untuk lima puluh tumbukan menjadi 2,63 mm, untuk enam puluh tumbukan menjadi 2,91 mm, dan untuk tujuh puluh tumbukan menjadi 1,54 mm. Nilai aliran turun pada tujuh puluh tumbukan menjadi 2,02 mm, dan pada delapan puluh tumbukan menjadi 1,54 mm.
3. Marshall Quotient. Hasil penelitian menunjukkan bahwa dengan menggunakan Filler Wood Ash dengan variasi tumbukan, nilai Marshall Quotient meningkat. Dengan 40 tumbukan pada campuran Laston, nilai Marshall Quotient menjadi 3,84 Kn/mm lebih dari 0,8 Kn/mm, dengan 50 tumbukan, nilainya menjadi 3,16 Kn/mm lebih dari 0,8 Kn/mm, dengan 60 tumbukan, nilainya menjadi 2,25 Kn/mm lebih dari 5 Kn/mm, dengan 70 tumbukan, nilainya menjadi 3,6.
4. Air Void. Hasil penelitian menunjukkan bahwa setelah menggunakan filler kayu jati dengan berbagai variasi tumbukan, rongga dalam campuran Laston menurun. Rongga pada tumbukan empat puluh adalah 5,13 persen, tumbukan lima puluh adalah 4,05 persen, tumbukan enam puluh adalah 4,19 persen, tumbukan tujuh puluh adalah 4,03 persen, dan tumbukan delapan puluh adalah -5,76 persen. Ini menunjukkan bahwa kelipatan tumbukan meningkatkan dan mengurangi rongga udara, sehingga didapat campuran yang kedap air dan tidak mudah rapuh.
5. Film Thickness. Hasil penelitian menunjukkan nilai ketebalan film stabil sebesar 6,64 mm untuk 40 tumbukan, 50 tumbukan sebesar 6,64 mm, 60 tumbukan sebesar 6,64 mm, dan 80 tumbukan sebesar 6,64 mm.

6. Tumbukan Optimum. Variasi tumbukan terbaik dengan menggunakan wood ash sebagai penutup untuk campuran laston, Anda dapat mencapai tumbukan terbaik 45 kali, yang menghasilkan campuran aspal seperti berikut:
   a. Nilai Stabilitas pada tumbukan optimum 45 kali adalah 840,72 Kg. Adapun persyaratan sifat campuran Laston Minimum 800 Kg.
   b. Marshall Quotient pada tumbukan optimum 45 sebesar 3,49 Kn/mm. Adapun persyaratan sifat campuran Marshall Quotient Laston minimum 2,50 Kn/mm.
   c. Untuk Air Void pada tumbukan optimum 45 sebesar 4,59%. Adapun persyaratan sifat campuran Air Void Laston 3 % - 5 %.
   d. Dan Film Thickness pada tumbukan optimum 45 sebesar 6,64 mm.

SIMPULAN

Hasil penelitian ini menemukan bahwa dengan adanya pemakaian filler dari Wood Ash dan variasi tumbukan sangat berpengaruh nyata terhadap sifat campuran Laston seperti Stabilitas (Stability), Kelelehan Plastis (Flow), Rongga Udara (AirVoid) dan Hasil Bagi Marshall (Marshall Quontient). Hal tersebut dibuktikan dengan adanya pengujian Marshall. Hasil penelitian dan perhitungan Wood Ash sebagai bahan subtitusi filler menggunakan variasi tumbukan di laboratorium didapatkan hasil campuran Laston dengan menggunakan campuran variasi I (pasir alam 33,45 % + Wood Ash 37,68) didapat kadar aspal optimum 8,48% menghasilkan kualitas campuran aspal sebagai berikut: Nilai Marshall Stability = 840,72 kg; Nilai Marshall Quotient = 3,49 kN/mm; Nilai Marshall Air Voids = 4,59%; dan Nilai Bitumen film thickness = 6,64 µm.

DAFTAR PUSTAKA

Anonim, 1987, *Petunjuk Pelaksanaan Lapis Aspal Beton (ATB) SKBI – 2.4.26*, Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Bina Marga, Jakarta.

Abdullah, I. 2006. *Konstruksi dan Reproduksi Kebudayaan*. Yogyakarta: Pustaka Pelajar

Ansyori Al., Alik, 2015, *Korelasi Antara Temperatur Pemadatan pada Campuran Aspal Beton Hasil Daur Ulang Terhadap Stabilitas Marshall*, DPPM-UMM, Malang

Ansyori Al, Alik, 2005, *Rekayasa Jalan Raya*, UMM Press.

Direktorat Jenderal Bina Marga. 1999, *Pedoman Perencanaan Campuran Beraspal Dengan Pendekatan Kepadatan Mutlak*, Jakarta: Departemen Pekerjaan Umum

Direktorat Jenderal Bina Marga, 2010. *Perkerasan Aspal. Spesifikasi Umum Bina Marga 2010*, Divisi 6, Jakarta: Departemen Pekerjaan Umum

Sukirman, Silvia, 2003, *Beton Aspal Campuran Panas*. Granit, Jakarta.

SNI 06-2456-1991, *Metode Pengujian Penetrasi Bahan-Bahan Bitumen.*

SNI 06-2434-1991, *Metode Pengujian Titik Lembek Aspal Dan Ter.*

SNI 06-2433-1991, *Metode Pengujian Titik Nyala dan Titik Bakar dengan Cleveland Open Cup.*

SNI 06-2440-1991, *Metode Pengujian Kehilangan Berat Minyak dan Aspal.*

SNI 06-2432-1991, *Metode Pengujian Daktilitas Bahan-Bahan Aspal.*

SNI 06-2441-1991, *Metode Pengujian Berat Jenis Aspal Padat.*

SNI 03-1737-1989, *Pelaksanaan Lapis Campuran Beraspal Panas.*

Waani, J.E., 2013. Evaluasi Volumetrik Marshall Campuran AC-BC. Manado: Universitas Sam Ratulangi.