

ANALISIS KARAKTERISTIK CAMPURAN *STONE MATRIX ASPHALT* DENGAN ABU AMPAS TEBU SEBAGAI *FILLER* PENGGANTI

Rachmad Hidayat¹, Berlian Kushari²

¹ Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia

Email : rchmdhdyt@gmail.com

² Dosen Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia

Email : bkushari@uii.ac.id

Abstract: *The increasing development of infrastructure today demands developments in the field of transportation. Roads as vital infrastructure in the field of transportation require new innovations in improving the quality and service. The filler material in asphalt concrete mixture can be one way to modify asphalt concrete to support the strength of the mixture. The alternative substitute for filler is bagasse ash which has a silica content of 70.97%. The content in bagasse ash has the ability to bind the mixture and fill cavities between aggregate grains. The purpose of this study was to determine the effect of bagasse ash as a substitute filler on the characteristics of a 12.5 mm SMA mixture using the Marshall, IRS, ITS, and Cantabro tests. The study began with an examination of the physical properties of the material, then determined the optimum asphalt value for each variation of bagasse ash by 0%, 25%, 50%, and 75%, and continued with VCA, Marshall, IRS, ITS, and Cantabro tests. Standards used in examining the physical properties of materials refer to Bina Marga (2010), and mixed testing standards refer to the AASHTO M325 specifications. From the results of this study found an increase in the stability value of the SMA mixture with increasing levels of filler substitute bagasse ash to 25% by 39.73% which is 1199.484 kg, then decreased starting at 50% and 75% bagasse ash content stability of 901.116 kg. An increase in the flow rate occurs at 50% and 75% sugarcane ash content. MQ values tend to be the same as stability. IRS values at substitute filler levels of 0%, 25%, and 50%, namely 95.051%, 97.318%, and 97.794% have met the specifications of Bina Marga (2010) by more than 90%, whereas at 75% bagasse ash content of 88.280% have not meet the standards of Bina Marga. The value of ITS has increased to 50% with a result of 16,877 kg / cm². Cantabro's value in the filler content of substitute bagasse ash increased with the addition of filler content with the greatest value in the bagasse ash content of 75% by 14.280%, but still fulfilling the Bina Marga requirements of <20%.*

Key Words : *Stone Matrix Asphalt, Asphalt, Bagasse Ash, Filler*

PENDAHULUAN

Jalan merupakan sarana yang sangat vital dalam melakukan pergerakan baik orang maupun barang. Beberapa tahun terakhir pemerintah sedang gencarnya melakukan pembangunan infrastruktur jalan, pemeliharaan jalan juga sedang ditingkatkan. Akibatnya permintaan terhadap material juga meningkat, termasuk *filler* atau bahan pengisi dalam campuran aspal. Untuk mengimbangi kebutuhan *filler*

di lapangan di carilah alternatif selain penggunaan abu batu yang jumlahnya tidak mampu mencukupi kebutuhan karena hasil pemecahan batu di *quarry* yang bergantung pada alat pemecah batu dan kekerasan batu itu sendiri. Penulis memilih abu ampas tebu karena pemanfaatannya masih sangat kurang dan jumlahnya yang cukup melimpah. Abu ampas tebu dapat diperoleh dari Pabrik Gula Madukismo yang terletak di Bantul dan Pabrik Gula Gondang

Winangun di Klaten. Letak pabrik yang tidak jauh dari lokasi proyek juga dapat menghemat waktu dan biaya dalam proyek pembangunan jalan di sekitar Yogyakarta.

Abu ampas tebu adalah abu yang diperoleh dari ampas tebu yang telah diperas sarinya, ampas ini kemudian dijadikan bahan bakar di pabrik tebu, sisa pembakaran inilah yang akhirnya menjadi abu. Kandungan utama dari abu ampas tebu adalah silika (SiO_2 70,97%) dan Na_2O sebesar 22,27%, dan sedikit unsur-unsur lain antara lain K_2O (4,82%), $\text{C}_5\text{H}_8\text{O}_4$ (0,9%), Magnesium (MgO) sebesar 0,82%, dan Al_2O_3 sebesar 0,36% (Hermawati dan Indarto (2010). Ukuran partikel silika yang sangat halus memiliki luas permukaan interaksi tinggi dan akan mengisi rongga-rongga kosong pada campuran aspal.

Stone matrix asphalt (SMA) merupakan jenis campuran beraspal panas yang dapat digunakan sebagai lapis permukaan dengan kandungan agregat kasar yang besar dan kadar aspal yang tinggi. Kelebihan dari *stone matrix asphalt* yaitu mempunyai ketahanan gelincir (*skid resistant*) yang cukup tinggi dan ketahanan terhadap deformasi (*rutting*) dan juga keretakan (*cracking*). Campuran aspal ini cocok untuk menahan beban berat kendaraan, seperti di daerah industri pabrik, maupun perkebunan. Berdasarkan hal di atas penulis ingin mencoba meneliti kelayakan abu ampas tebu sebagai filler atau bahan pengisi pada campuran *stone matrix asphalt* (SMA).

Pemanfaatan abu ampas tebu telah banyak diteliti antara lain pada pembuatan beton busa ringan (Triastuti dan Ananto, 2017), paving blok (Pangestuti, 2016), dan keramik (Hanafi dan Nandang, 2010). Sedangkan sebagai filler campuran beton aspal antara lain Nugroho (2018) sebagai filler campuran *Hot Rolled Asphalt* (HRA), Muchtar (2011) sebagai substitusi campuran aspal beton, dan Fauzan (2017) untuk campuran AC-WC. Hasil studi yang telah dilakukan menunjukkan penambahan abu ampas tebu mempunyai pengaruh yang baik bagi karakteristik campuran. Perbedaan penelitian ini dengan penelitian yang telah

dilakukan sebelumnya adalah penelitian ini menggunakan campuran aspal yang berbeda yaitu *Stone Matrix Asphalt* dan parameter yang diukur tidak hanya karakteristik Marshall saja namun juga nilai *Indirect Tensile Strength*, *Index of Retained Strength* dan nilai *Cantabro*.

METODE PENELITIAN

Penelitian tugas akhir ini menggunakan metode eksperimental, yaitu metode yang menggunakan percobaan untuk memperoleh data. Data hasil percobaan ini kemudian dibandingkan dengan persyaratan atau standar spesifikasi yang ada. Standar spesifikasi dan prosedur penelitian yang digunakan yaitu peraturan *American Association of State Highway and Transport* (AASHTO), Standar Nasional Indonesia (SNI) dan Spesifikasi Umum Bina Marga 2010.

Abu Ampas Tebu yang digunakan berasal dari Pabrik Gula Madukismo, Yogyakarta. Aspal yang digunakan adalah Pertamina Pen 60/70. Pemeriksaan diawali dengan persiapan bahan lalu pengujian bahan, dilanjutkan pembuatan benda uji setiap variasi filler pengganti abu ampas tebu untuk pengujian kadar aspal optimum. Tahap selanjutnya adalah pembuatan benda uji sesuai kadar aspal optimum untuk dilakukan pengujian *Marshall*, *IRS*, *ITS*, dan *Cantabro*.

Tabel 1. Spesifikasi Gradasi Stone Matrix Asphalt 12,5 mm

Ukuran Saringan	Spesifikasi Gradasi (%)	
	Min	Maks
3/4"	100	100
1/2"	90	100
3/8"	50	80
No. 4	20	35
No. 8	16	24
No. 200	8	11

Sumber : AASHTO dalam NCAT (2009)

Gradasi rencana menggunakan *Stone Matrix Asphalt* 12,5 mm seperti pada Tabel 1, proporsi filler pengganti abu ampas tebu yaitu sebesar 0%, 25%, 50%, dan 75% dari

jumlah kebutuhan filler debu batu. Pada pengujian untuk mencari kadar aspal optimum (KAO), kadar aspal yang digunakan adalah 5%, 5,5%, 6%, 6,5%, dan 7% terhadap berat total campuran. Kadar aspal 5% dan 5,5% tetap digunakan bertujuan untuk melihat perilaku campuran apabila berada di bawah syarat minimum yang ditentukan AASHTO yaitu 6%. Berikut merupakan persyaratan campuran SMA dalam mencari nilai kadar aspal optimum.

Tabel 2. Spesifikasi Stone Matrix Asphalt

Karakteristik Campuran	Spesifikasi Campuran
Kadar aspal (%)	Min. 6,0
VIM (%)	4,0
VMA (%)	>17,0
VCA _{mix} (%)	<VCA _{drc}
Draindown aspal (%)	Maks. 0,3
TSR (%)	Min. 0,80

Sumber : AASHTO (2008)

Untuk mempelajari karakteristik campuran beton aspal dilakukan pengujian antara lain uji *Marshall*, pengujian ini guna mendapatkan nilai stabilitas yang menunjukkan ketahanan benda uji terhadap beban yang diberikan dan nilai flow yang menunjukkan besarnya deformasi yang terjadi. Dari uji *Marshall* dapat diperoleh nilai *Marshall Quotient (MQ)* yaitu nilai perbandingan antara stabilitas dan *flow*,

kemudian didapat juga nilai porositas campuran seperti *VITM (Void in Total Mix)*, *VMA (Void in Mineral Aggregate)*, *VFWA (Void Filled with Asphalt)*, dan *Density (kepadatan)*.

Pengujian selanjutnya yaitu *Immersion Test*, merupakan metode yang digunakan untuk mengevaluasi pengaruh air terhadap campuran perkerasan aspal. Hasil perhitungan indeks tahanan campuran aspal (*Index of Retained Strength*) adalah persentase nilai stabilitas campuran yang direndam selama 24 jam yang dibandingkan dengan stabilitas campuran biasa.

Pengujian *Indirect Tensile Strength Test* adalah suatu metode untuk mengetahui nilai gaya tarik dari campuran beton aspal. Gaya tarik terkadang digunakan untuk mengevaluasi potensi retakan pada campuran beton aspal.

Uji *Cantabro* Pengujian ini dimaksudkan untuk mengetahui kehilangan berat dari benda uji setelah dilakukan tes abrasi dengan mesin *Los Angeles*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Sifat Fisik Material

Pengujian sifat fisik material terdiri dari pengujian karakteristik agregat kasar dan agregat halus, pengujian aspal dan pengujian berat jenis *filler* dapat dilihat pada Tabel 3., Tabel 4., Tabel 5., dan Tabel 6. berikut.

Tabel 3. Hasil Pengujian Aspal Pertamina Pen 60/70

	Jenis Pengujian	Nilai Persyaratan	Hasil	Keterangan
1.	Berat Jenis	$\geq 1,0$	1,08	Memenuhi
2.	Penetrasi (0,1 mm)	60 – 70	62,9	Memenuhi
3.	Daktalitas (cm)	≥ 100	165	Memenuhi
4.	Titik Nyala (°C)	≥ 232	309	Memenuhi
5.	Kelarutan TCE (%)	≥ 99	99,67	Memenuhi
6.	Titik Lembek (°C)	≥ 48	50,5	Memenuhi

Tabel 4. Hasil Pengujian Agregat Kasar

No	Pengujian	Hasil	Spesifikasi	Keterangan
1.	Berat Jenis	2,6	Min. 2,5	Memenuhi
2.	Penyerapan Agregat Terhadap Air (%)	2,41	Maks. 3	Memenuhi
3.	Kelekatan Agregat Terhadap Aspal (%)	98	Min. 95	Memenuhi
4.	Keausan dengan mesin <i>Los Angeles</i> (%)	26,04	Maks. 40	Memenuhi

Tabel 5. Hasil Pengujian Agregat Halus

No	Pengujian	Hasil	Spesifikasi	Keterangan
1.	Berat Jenis	2,60	Min. 2,5	Memenuhi
2.	Penyerapan Agregat Terhadap Air (%)	2,341	Maks. 3	Memenuhi
3.	<i>Sand Equivalent</i> (%)	79,93	Min. 50	Memenuhi

Tabel 6. Hasil Pengujian Filler

No	Pengujian	Jenis	Hasil
1.	Berat Jenis gr/cm ³	Debu Batu	2,64
2.	Berat Jenis gr/cm ³	Abu Ampas Tebu	1,42

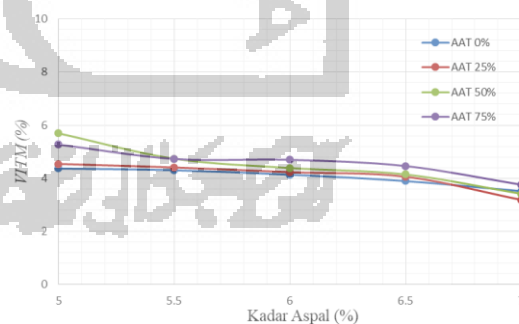
Pemeriksaan Karakteristik Marshall untuk Menentukan Kadar Aspal Optimum

Parameter untuk menentukan Kadar Aspal Optimum (KAO) pada campuran *Stone Matrix Asphalt* 12,5 mm adalah berdasarkan nilai *VIM* 4%, nilai *VMA* minimum 17%, dan minimum kadar aspal 6%. Pembahasan dari hasil *VIM* dan *VMA* pengujian *Marshall* untuk mencari KAO pada campuran *SMA* 12,5 mm adalah sebagai berikut.

1. Nilai *VIM* (Void In Mix)

VIM adalah rongga yang tersisa setelah campuran beton aspal dipadatkan. Syarat spesifikasi *AASHTO* untuk *VIM* untuk campuran *SMA* 12,5 mm adalah sebesar 4%. Namun, nilai *VIM* ± 0,5% diizinkan karena kemungkinan terjadinya kesalahan pada pengujian volumetrik (TRB, 2011).

Grafik nilai *VIM* untuk setiap variasi kadar *filler* Abu Ampas Tebu terdapat pada Gambar 1. berikut.

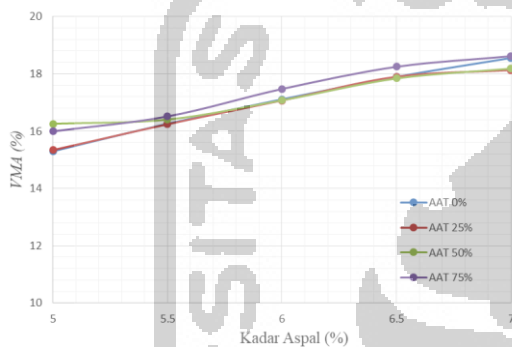


Gambar 1. Grafik Nilai *VIM* dalam Menentukan KAO

Dapat dilihat pada gambar grafik di atas bahwa nilai *VIM* cenderung mengalami penurunan seiring meningkatnya kadar *filler* pengganti AAT dan bertambahnya kadar aspal. Hal ini disebabkan semakin terisinya rongga yang tersisa pada campuran setelah dipadatkan oleh *filler*

pengganti AAT dan juga bertambahnya kadar aspal.

2. Nilai *VMA* (*Void in Mineral Aggregate*) *VMA* adalah persentase banyaknya rongga/pori antar butiran agregat dalam campuran. Nilai *VMA* disyaratkan >17% pada *AASHTO*. Grafik nilai *VMA* untuk setiap variasi kadar *filler* pengganti abu ampas tebu terdapat pada Gambar 2. berikut.



Gambar 2. Grafik Nilai *VMA* dalam Menentukan KAO

Pada Gambar 2. dapat dilihat bahwa grafik *VMA* mengalami kenaikan seiring bertambahnya kadar aspal karena semakin tebal aspal menyelimuti agregat. Persyaratan *AASHTO* yaitu nilai *VMA* minimal 17%, pada kadar aspal 6%, 6,5% dan 7% telah memenuhi syarat karena Nilai *VMA* akan naik berdasarkan naiknya kadar aspal, dan semakin tinggi nilai *VMA* maka kekedapan campuran terhadap air dan udara semakin tinggi. Namun nilai *VMA* yang tinggi akan menyebabkan campuran akan mudah mengalami *bleeding*, sebaliknya jika nilai *VMA* rendah maka lapisan kurang dapat mengikat aspal sehingga lapisan akan mudah retak.

Tabel 7. Rekapitulasi Kadar Aspal

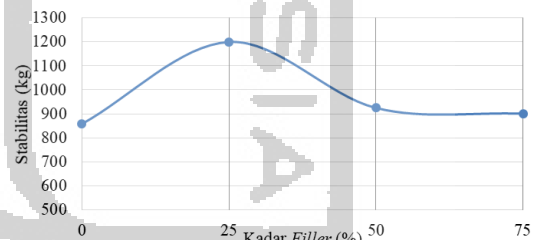
Kadar <i>Filler</i> Pengganti AAT (%)	Kadar Aspal Optimum (%)	Kadar Aspal Riil (%)
0	6,25	6,2
25	6,5	6,25
50	6,6	6,3
75	6,8	6,4

Dapat dilihat bahwa nilai KAO terbesar berada pada kadar AAT 75% sebesar 6,8%

dan KAO terendah pada kadar AAT 0% sebesar 6,25%. Penambahan aspal menyebabkan menurunnya nilai *VITM* dan naiknya nilai *VFWA* Hal ini disebabkan oleh fungsi aspal selain sebagai bahan ikat, juga sekaligus sebagai pengisi rongga dalam campuran, sehingga campuran semakin rapat dan rongga terisi aspal semakin tinggi. *AASHTO* mensyaratkan *VITM* campuran SMA 12,5 mm adalah sebesar 4%, namun nilai *VITM* $\pm 0,5\%$ diizinkan karena kemungkinan terjadi kesalahan pada pengujian volumetrik. Karena adanya kesalahan saat perhitungan kadar aspal optimum, maka kadar aspal yang digunakan lebih kecil dari kadar aspal yang seharusnya.

Pengaruh *Filler* Pengganti AAT Pada Pengujian Marshall

1. Analisis Pengaruh *Filler* Pengganti Abu Ampas Tebu Pada Nilai Stabilitas
Grafik hasil nilai stabilitas akibat pengaruh *filler* pengganti AAT dapat dilihat pada Gambar 3. berikut.



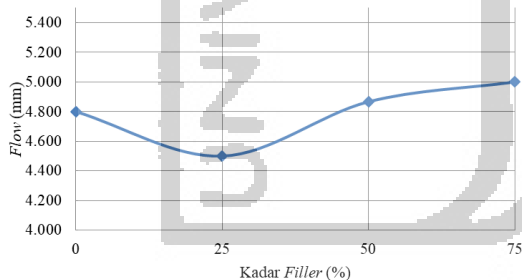
Gambar 3. Grafik Pengaruh *Filler* Pengganti AAT Terhadap Nilai Stabilitas

Pada Gambar 3. dapat dilihat bahwa terjadi peningkatan nilai stabilitas pada kadar *filler* pengganti AAT 25% dan mulai mengalami penurunan pada kadar *filler* pengganti AAT 50% dan 75%. Hal ini sejalan dengan penelitian Muchtar (2011) bahwa campuran aspal beton dengan substitusi *filler* AAT 3%, 6%, 9%, 12% dan seterusnya sampai 30% mengalami kenaikan nilai stabilitas sampai kadar AAT 9%, kemudian menurun pada kadar AAT selanjutnya. Hubungan antara penambahan kadar *filler* AAT dengan nilai

stabilitas yaitu pada campuran dengan *filler* pengganti AAT 25% nilai stabilitas naik karena diindikasikan daya absorpsi *filler* AAT menyebabkan kohesi campuran bertambah, kerapatan campuran meningkat sehingga meningkatkan bidang kontak antar agregat dan meningkatnya *interlocking* antar agregat yang pada akhirnya meningkatkan nilai stabilitas. Sedangkan penurunan stabilitas pada kadar *filler* pengganti AAT 50% dan 75% karena AAT mempunyai butiran yang lebih halus mengakibatkan mudah bercampur dengan aspal membentuk mastik yang mempunyai viskositas lebih rendah. Akibat bertambahnya abu ampas tebu, yang pada awalnya turut membantu menaikkan stabilitas, tetapi karena mastiknya terus bertambah dan mulai berlebih, hal ini akan mengakibatkan ikatan antar butiran menjadi lemah, akhirnya menurunkan nilai stabilitas.

2. Analisis Pengaruh *Filler* Pengganti Abu Ampas Tebu Pada Nilai *Flow*

Grafik hasil nilai *flow* akibat pengaruh *filler* pengganti AAT dapat dilihat pada Gambar 4. berikut.



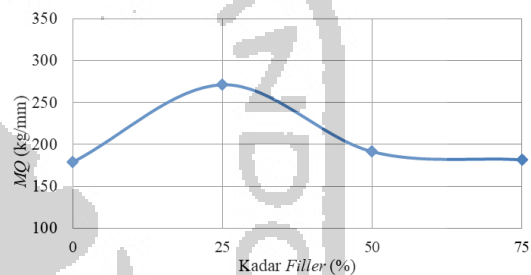
Gambar 4. Grafik Pengaruh *Filler* Pengganti AAT Terhadap Nilai *Flow*

Pada Gambar 4. dapat dilihat bahwa nilai cenderung mengalami kenaikan seiring dengan peningkatan kadar *filler* pengganti AAT. Kenaikan nilai *flow* ini diindikasikan karena penambahan AAT membuat campuran lebih plastis dan tidak tahan terhadap pembebanan yang tinggi. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian Muchtar (2011) yang mana peningkatan nilai *flow* ini disebabkan akibat bertambahnya jumlah *filler* AAT dalam campuran, jumlah

mastik semakin bertambah dengan viskositas semakin rendah. Bertambahnya mastik dalam campuran menyebabkan campuran menjadi lebih plastis dan jika menerima beban mengalami deformasi plastis yang lebih besar.

3. Analisis Pengaruh *Filler* Pengganti Abu Ampas Tebu Pada Nilai *MQ*

Grafik hasil nilai *MQ* akibat pengaruh *filler* pengganti AAT dapat dilihat pada Gambar 5. berikut.

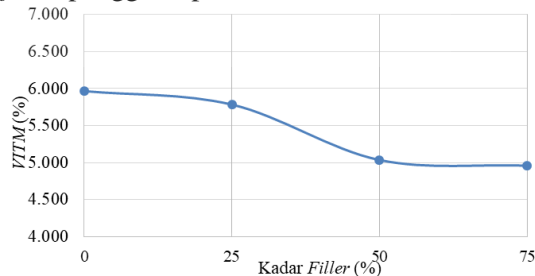


Gambar 5. Grafik Pengaruh *Filler* Pengganti AAT Terhadap Nilai *MQ*

Nilai *MQ* mengindikasikan sifat kekakuan atau kelenturan perkerasan dalam menerima beban lalu lintas. Dapat dilihat pada Gambar 5.9 terjadi peningkatan nilai *MQ* pada kadar *filler* 25% dan mulai menurun pada *filler* 50% dan 75%. Kondisi nilai *MQ* cenderung sama dengan kondisi stabilitasnya dengan titik optimum berada di kadar 25%, menunjukkan semakin bertambah kadar AAT campuran semakin turun kekauannya dan campuran lebih *flexible* dalam menerima beban.

4. Analisis Pengaruh *Filler* Pengganti Abu Ampas Tebu Pada Nilai *VITM*

Grafik hasil nilai *VITM* akibat pengaruh *filler* pengganti pada Gambar 6.

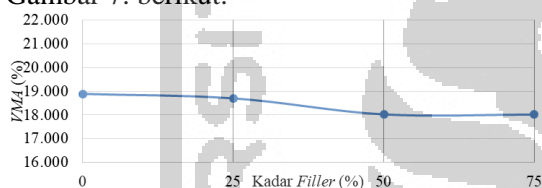


Gambar 6. Grafik Pengaruh *Filler* Pengganti AAT Terhadap Nilai *VITM*

Pada Gambar 6. dapat dilihat bahwa nilai *VITM* pada campuran SMA 12,5 mm mengalami penurunan seiring bertambahnya kadar *filler* pengganti AAT kadar 0% hingga 75%. Hal ini diasumsikan karena rongga pada campuran semakin terisi oleh *filler* pengganti AAT. Karena kadar aspal yang digunakan dibawah kadar aspal optimum, mengakibatkan campuran sedikit kekurangan aspal dan nilai *VITM* menjadi lebih besar dari yang disyaratkan AASHTO yaitu 4%.

5. Analisis Pengaruh *Filler* Pengganti Abu Ampas Tebu Pada Nilai *VMA*

Grafik hasil nilai *VMA* akibat pengaruh *filler* pengganti AAT dapat dilihat pada Gambar 7. berikut.

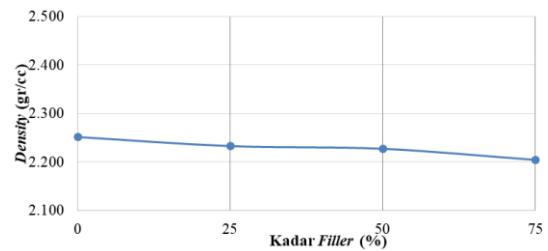


Gambar 7. Grafik Pengaruh *Filler* Pengganti AAT Terhadap Nilai *VMA*

Pada Gambar 7. dapat dilihat bahwa nilai *VMA* pada campuran SMA 12,5 mm cenderung mengalami penurunan seiring meningkatnya kadar *filler* pengganti AAT dari kadar AAT 0% hingga 75%. Penurunan nilai *VMA* diindikasikan disebabkan oleh kadar *filler* pengganti AAT yang semakin mengisi pori pada agregat yang menjadikan pori semakin kecil. Sesuai dengan pernyataan Alamsyah (2016) Penggunaan Abu Ampas Tebu (*Bagasse Ash of Sugar Cane*) sebagai Bahan Pengganti *Filler* pada Campuran Aspal Panas (*Hot Mix*) Latasir B, bahwa ukuran abu ampas tebu yang kecil mempermudah dalam menyusup kedalam pori-pori agregat.

6. Analisis Pengaruh *Filler* Pengganti Abu Ampas Tebu Pada Nilai *Density*

Grafik hasil nilai *Density* akibat pengaruh *filler* pengganti AAT dapat dilihat pada Gambar 8. berikut.



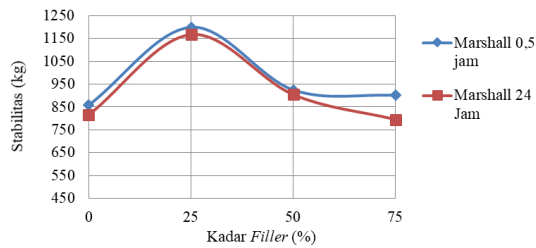
Gambar 8. Grafik Pengaruh *Filler* Pengganti AAT Terhadap Nilai *Density*

Pada Gambar 5.13 dapat dilihat bahwa nilai *density* semakin turun seiring dengan penambahan *filler* AAT, nilai *density* pada *filler* AAT 0% didapatkan sebesar 2,251 gr/cc kemudian turun sampai 2,204 gr/cc pada penambahan *filler* AAT 75%. Penurunan nilai *density* ini sejalan dengan penurunan nilai stabilitas seiring penambahan *filler* AAT, umumnya nilai stabilitas yang tinggi nilai kepadatannya juga tinggi. Tidak ada persyaratan khusus nilai *density* pada Bina Marga, namun biasanya nilai *density* pengujian di laboratorium nilainya lebih dari 2.

Pengaruh *Filler* Pengganti AAT Pada Pengujian *IRS*

Pengujian *Index of Retained Strength (IRS)* bertujuan untuk mengetahui durabilitas suatu campuran. Durabilitas adalah kemampuan beton aspal menerima beban lalu lintas seperti berat kendaraan dan gesekan antara roda kendaraan dan permukaan jalan, serta menahan keausan akibat pengaruh cuaca dan iklim, seperti udara, air, atau perubahan temperatur (Sukirman, 2003). Metode pengujian *Index of Retained Strength (IRS)* yaitu membandingkan nilai stabilitas benda uji yang telah direndam dalam *waterbath* dengan suhu 60° C selama 30 menit dan 24 jam.

1. Analisis Pengaruh Kadar *Filler* Pengganti Abu Ampas Tebu terhadap Nilai Stabilitas Rendaman 0,5 Jam dengan Rendaman 24 Jam

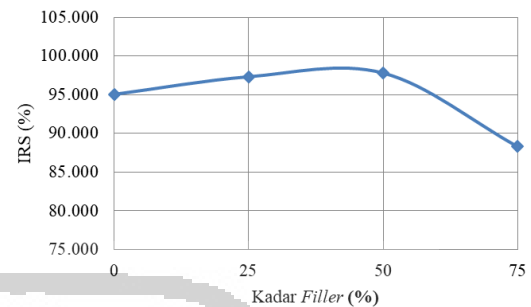


Gambar 9. Grafik Pengaruh Filler Pengganti AAT Terhadap Nilai Stabilitas Perendaman

Pengujian perendaman dalam *waterbath* bertujuan untuk mengetahui daya tahan campuran terhadap pengaruh temperatur, cuaca, dan air. Pada Gambar 9. dapat dilihat bahwa nilai stabilitas tiap variasi kadar *filler* pengganti AAT pada pengujian *Marshall* 24 jam terjadi penurunan nilai stabilitas dari nilai stabilitas perendaman 0,5 jam. Perubahan temperatur yang tinggi menyebabkan campuran aspal menjadi lembek sehingga nilai stabilitasnya menurun. Selain itu, penurunan nilai stabilitas terjadi karena air yang masuk dalam rongga campuran pada suhu yang tinggi akan mengurangi kelekatan aspal atau adhesi terhadap agregat.

2. Analisis Pengaruh Kadar Abu Ampas Tebu terhadap Nilai *Index of Retained Strength (IRS)*

Proses perendaman pada pengujian *Index of Retained Strength (IRS)* bertujuan mengetahui durabilitas campuran aspal, untuk mengevaluasi keawetan campuran setelah mengalami proses perendaman dalam *waterbath* selama 24 jam pada suhu 60°C terhadap perendaman selama 0,5 jam pada suhu 60°C. Grafik hasil nilai *IRS* akibat pengaruh *filler* pengganti AAT dapat dilihat pada Gambar 10. berikut.

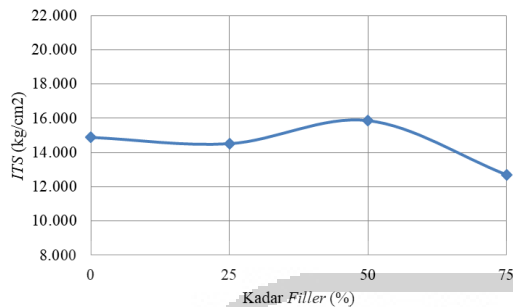


Gambar 10. Grafik Pengaruh Filler Pengganti AAT Terhadap Nilai *Index of Retained Strength (IRS)*

Pada Gambar 10. dapat dilihat bahwa nilai *IRS* pada kadar *filler* pengganti AAT cenderung meningkat sampai kadar filler AAT 50%. Meningkatnya nilai *IRS* sejalan dengan penelitian Febrina (2018) dalam Pengaruh *Filler* Abu Ampas Tebu dengan Bahan Pengikat Aspal Pen 60/70 pada Campuran Laston AC-WC bahwa silika dalam campuran aspal dapat meningkatkan nilai durabilitas campuran. Pada Nilai *IRS* pada kadar AAT 0%, 25%, sampai 50% telah memenuhi spesifikasi Bina Marga 2010 yaitu diatas 90%. Pada kadar *filler* pengganti AAT 75% terjadi penurunan nilai *IRS* sebesar 88,280% dibawah spesifikasi Bina Marga yang ditentukan, namun nilai *IRS* tersebut masih berada di atas batas minimum yang direkomendasikan oleh *Asphalt Institute* yaitu >75.

Pengaruh *Filler* Pengganti AAT Pada Pengujian *ITS*

Indirect Tensile Strength (ITS) adalah pengujian yang berguna untuk mengetahui nilai gaya tarik tidak langsung pada campuran aspal akibat beban lalu lintas. Grafik hasil nilai *ITS* akibat pengaruh *filler* pengganti AAT dapat dilihat pada Gambar 11. berikut.

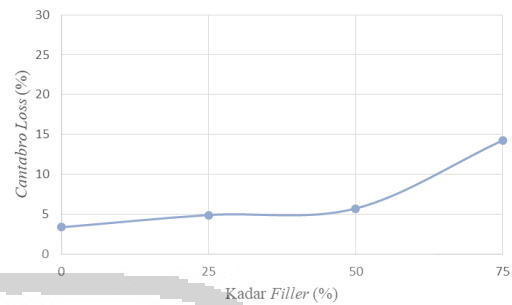


Gambar 11. Grafik Pengaruh Filler Pengganti AAT Terhadap Nilai Indirect Tensile Strength (ITS)

Pada Gambar 11. dapat dilihat bahwa nilai ITS campuran SMA 12,5 mm dengan variasi penambahan kadar filler AAT cenderung menurun walau terdapat kenaikan pada saat penambahan kadar AAT 50%. Hal ini karena lebar retak yang terjadi pada campuran SMA 12,5 mm lebih besar seiring bertambahnya kadar filler pengganti AAT. Hasil yang sama juga terdapat pada penelitian Nugroho (2018) bahwa nilai ITS pada campuran HRA menggunakan persentase filler yang semakin banyak menyebabkan kuat tarik cenderung menurun dan menggambarkan bahwa potensi terjadi retakan semakin besar. Karena rongga telah terisi oleh filler AAT, namun aspal yang berada dalam campuran tidak seluruhnya menyelimuti agregat.

Pengaruh Filler Pengganti AAT Pada Pengujian Cantabro

Uji *Cantabro* dimaksudkan untuk mengetahui ketahanan benda uji terhadap keausan dengan menggunakan mesin *Los Angeles*. Pelaksanaan pengujian ini benda uji dimasukkan ke dalam mesin *Los Angeles* untuk mengetahui tingkat keausannya. *Cantabro test* memberikan gambaran sejauh mana ketahanan perkerasan aspal menahan gesekan antara roda kendaraan dengan permukaan jalan. Nilai *Cantabro* pada campuran SMA 12,5 mm dengan berbagai variasi kadar abu ampas tebu sebagai filler pengganti dapat dilihat pada grafik dalam Gambar 12. berikut.



Gambar 12. Grafik Pengaruh Filler Pengganti AAT Terhadap Nilai Cantabro

Berdasarkan Gambar 12. dapat dilihat bahwa nilai *Cantabro* mengalami kenaikan seiring bertambahnya kadar filler pengganti AAT. Nilai *Cantabro* pada kadar filler pengganti AAT 0%, 25% dan 50% adalah sebesar 3,364%, 4,897% dan 5,715%. Pada kadar filler pengganti AAT 75% didapatkan persentase kehilangan berat paling besar yaitu 14,280%, namun tetap memenuhi persyaratan Bina Marga memenuhi syarat spesifikasi Bina Marga 2010 yaitu $\leq 20\%$. Peningkatan nilai *Cantabro* yang signifikan ini diindikasikan disebabkan karena pada saat kadar filler AAT 0%, 25% dan 50% campuran masih dominan menggunakan filler debu batu, sedangkan pada saat kadar filler 75%, abu ampas tebu yang memiliki daya serap tinggi dengan kadar berlebih mengakibatkan penyerapan aspal yang tinggi membuat campuran butiran agregat kurang berikatan dengan baik. Hal ini sesuai dengan penelitian Fauziah, dkk (2014) bahwa abu ampas tebu memiliki penyerapan yang lebih besar dibandingkan debu batu sehingga semakin banyak aspal yang diserap menyebabkan sisa aspal yang dapat menyelimuti semakin rendah.

KESIMPULAN

Berdasarkan Kesimpulan yang didapatkan berdasarkan hasil analisis dari karakteristik campuran *stone matrix asphalt* dengan menggunakan berbagai variasi kadar abu ampas tebu sebagai filler pengganti adalah sebagai berikut.

1. Dapat ditarik kesimpulan bahwa penambahan kadar AAT yang sedikit

- akan menambah stabilitas yang signifikan dari perkerasan tersebut, tapi nilai flow menjadi turun, hal ini akan menyebabkan perkerasan menjadi kaku dan tahan terhadap beban yang berat tapi mudah retak (*cracking*). Pada saat kadar AAT 50% nilai stabilitas mulai menurun, namun stabilitasnya masih lebih tinggi dibandingkan kadar AAT 0%, nilai flow lebih tinggi dibanding saat penambahan kadar 25%, menyebabkan perkerasan menjadi lebih lentur dan fleksibel, membuat perkerasan memiliki tahanan geser yang baik, tahan terhadap *crack*, namun dapat berpotensi mengalami deformasi permanen seperti *rutting*.
2. Durabilitas campuran SMA berdasarkan nilai IRS sudah sesuai standar Bina Marga 2010, hanya pada penambahan kadar AAT 75% yang dibawah standar Bina Marga 2010 yaitu sebesar 88,28%.
 3. Nilai kuat tarik tidak langsung (ITS) cenderung mengalami penurunan seiring bertambahnya kadar AAT. Semakin besar kadar *filler* pengganti AAT, besarnya rongga pada campuran semakin kecil namun campuran semakin getas, sehingga lebar retak yang terjadi pada campuran SMA lebih besar.
 4. Ketahanan campuran aspal menahan gesekan pada uji *Cantabro* menunjukkan persentasi kehilangan berat pada kadar AAT 0%, 25%, dan 50% sebesar 3,364%, 4,897% dan 5,715%. Sedangkan pada penambahan kadar AAT 75% persen kehilangan beratnya mencapai 14,28%, hal ini karena campuran pada kadar AAT 75% menjadi kurang berikatan dengan baik akibat kadar AAT lebih dominan dibanding kadar abu batu.

SARAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan penulis dapat memberikan saran sebagai berikut.

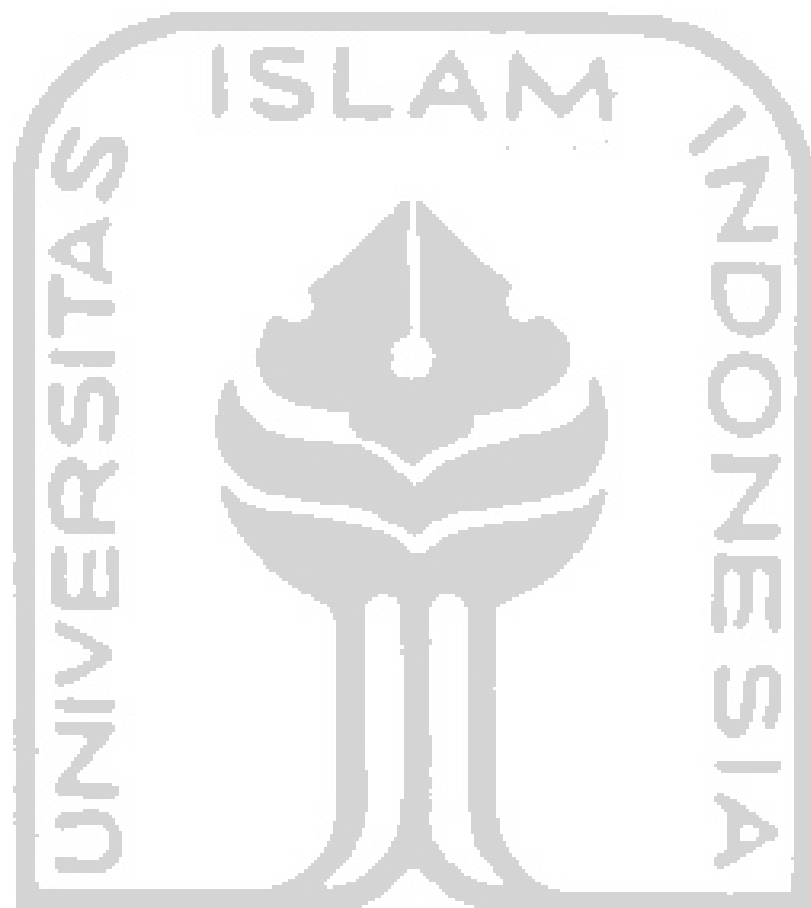
1. Adanya penelitian terlebih dahulu terhadap kandungan dari *filler* abu ampas tebu yang digunakan. Agar dapat dipastikan kandungan apa saja yang berpengaruh terhadap karakteristik campuran beton aspal.
2. Adanya pengujian nilai *draindown* aspal
3. Indonesia kiranya dapat memanfaatkan abu ampas tebu sebagai bahan tambah pengisi campuran aspal, sehingga abu ampas tebu tidak hanya sebagai limbah pabrik.
4. Apabila akan dilakukan pekerjaan di lapangan menggunakan abu ampas tebu sebagai *filler*, jika ingin nilai stabilitas tinggi yang diutamakan maka substitusi *filler* abu ampas tebu sampai 25%, tetapi perkerasan akan mudah retak. Baiknya mensubstitusi *filler* abu ampas tebu sampai kadar 50% saja agar didapat hasil yang baik. Karena pada kadar *filler* abu ampas tebu 50% sudah didapat peningkatan nilai stabilitas lebih tinggi daripada campuran tanpa *filler* abu ampas tebu, nilai *flow* juga meningkat menjadikan campuran seimbang tahanan terhadap beban berat namun tidak mudah retak. Selain itu nilai *IRS* dan *ITS* pada persen abu ampas tebu 50% juga yang paling tinggi, ini menggambarkan bahwa campuran ini memiliki durabilitaas yang lebih tinggi cocok untuk kondisi daerah dengan curah hujan tinggi.

DAFTAR PUSTAKA

- AASHTO, 2008. *Standard Specifications for Transportation Materials and Methods of Sampling and testing, Part 1 Specification, 28th Edition*, AASHTO Publication, Washington USA.
- Alamsyah, Meiyanto. 2016. Penggunaan Abu Ampas Tebu (*Bagasse Ash of Sugar Cane*) Sebagai Bahan Pengganti *Filler* pada Campuran Aspal Panas (*Hot Mix*) Latasir B. *Jurnal Media Teknik Sipil*. Vol.14 No

1. Universitas Muhammadiyah Malang. Malang.
- Direktorat Jenderal Bina Marga, 2010, *Spesifikasi Umum*, Edisi 2010 (Rev. 3).
- Fauziah, Kushari, dan Ranski. 2014. Pengaruh Abu Ampas Tebu Sebagai *Filler* Pengganti Terhadap Karakteristik *Marshall* Campuran *Superpave*. *Jurnal The 17th FSTPT of International Symposium*. Vol.2 No 1. Universitas Jember. Jember.
- Febriana, Sofyan, dan Sugiarto. 2018. Pengaruh *Filler* Abu Ampas Tebu (AAT) dengan Bahan Pengikat Aspal Pen 60/70 pada Campuran Laston AC-WC. *Jurnal Arsip Rekayasa Sipil dan Perencanaan*. E-ISSN: 2615-1340. Banda Aceh.
- Muchtar, 2011. Pemanfaatan Abu Ampas Tebu sebagai Bahan *Filler* terhadap Karakteristik Campuran Aspal. *Majalah Ilmiah AI-Jibra*. Vol. 12, No 39. Makasar.
- National Center for Asphalt Technology, 2009, *Evaluation of Stone Matrix Asphalt (SMA) for Airfield Pavement*. Auburn University. Alabama.
- Nugroho. 2018. Perbandingan Karakteristik Campuran *Hot Rolled Asphalt (HRA)* Berbahan Ikat Aspal Pertamina Pen 60/70 dan Starbit E-55 Dengan Substitusi *Filler* Abu Ampas Tebu. *Tugas Akhir*. (Tidak Diterbitkan). Universitas Islam Indonesia. Yogyakarta.
- Suaryana, N. 2012. *Kajian Material Stone Matrix Asphalt Asbuton Berdasarkan Kriteria Deformasi Permanen*. Pusat Litbang Jalan dan Jembatan. Bandung.
- Sukirman, S., 2003. *Beton Aspal Campuran Panas*. Yayasan Obor Indonesia. Jakarta.





جامعة الإسلام في إندونيسيا