

Analisis Pengaruh Penggunaan Abu Ampas Tebu Sebagai *Filler* Terhadap Stabilitas Marshall Pada Campuran Aspal Ac-Wc

Apriman Rosalvino*^{id}, Ishak^{id}, Zuheldi^{id}

Universitas Muhammadiyah Sumatera Barat
Bukittinggi, Indonesia

Abstrak *Filler* pada campuran aspal AC-WC umumnya menggunakan semen atau kapur yang mahal dan kurang ramah lingkungan. Abu ampas tebu berpotensi menjadi alternatif karena melimpah dan mengandung senyawa silika. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh abu ampas tebu (AAT) sebagai *filler* alternatif terhadap stabilitas Marshall dan karakteristik campuran aspal tipe AC-WC. Penelitian dilakukan di laboratorium menggunakan metode Marshall dengan variasi kadar AAT sebesar 0%, 15%, 30%, dan 45% dari total *filler*. Parameter yang diuji meliputi stabilitas, *flow*, kepadatan, Marshall Quotient (MQ), VIM, VMA, dan VFA. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kadar *filler* 0% memberikan nilai stabilitas tertinggi (1111,8 kg), sedangkan kadar 30% menghasilkan nilai terendah (784,8 kg). Nilai *flow* terbaik sesuai spesifikasi terdapat pada kadar 0% dan 15%, sementara 30% dan 45% tidak memenuhi syarat minimum. Nilai VIM hanya memenuhi syarat pada kadar 0% dan 15%, sementara parameter lainnya masih dalam batas standar. Berdasarkan hasil tersebut, disimpulkan bahwa abu ampas tebu memiliki potensi sebagai *filler* alternatif dalam campuran aspal AC-WC, dengan kadar optimal berada pada 15% karena memberikan performa karakteristik yang paling mendekati spesifikasi teknis yang ditetapkan.

Kata kunci: Abu Ampas Tebu; *Filler* Alternatif; Campuran Aspal AC-WC; Stabilitas Marshall; Marshall Properties.

* Penulis Korespondensi: aprimanrosalvino69@gmail.com

1. Pendahuluan

Konstruksi jalan di Indonesia terus berkembang seiring meningkatnya kebutuhan mobilitas masyarakat. Salah satu komponen utama dalam campuran perkerasan lentur (aspal) adalah *filler*, yang berfungsi mengisi rongga antar agregat dan memperkuat ikatan antara aspal dan agregat. *Filler* konvensional seperti semen atau batu kapur banyak digunakan, namun harganya relatif mahal dan

penggunaannya berdampak terhadap lingkungan. Oleh karena itu, diperlukan alternatif bahan pengisi yang ramah lingkungan dan ekonomis. Di sisi lain, limbah ampas tebu dari industri pengolahan gula merupakan limbah organik yang jumlahnya melimpah dan belum dimanfaatkan secara optimal. Ampas tebu yang dibakar menghasilkan abu ampas tebu (AAT), yang mengandung senyawa silika dan memiliki sifat pozolan, sehingga berpotensi menjadi bahan pengganti *filler* dalam campuran aspal.

Beberapa penelitian terdahulu telah membahas pemanfaatan abu ampas tebu (AAT) sebagai *filler* alternatif dalam campuran aspal. Alamsyah et al. (2016) melaporkan bahwa variasi penambahan AAT berpengaruh nyata terhadap stabilitas, *flow*, rongga udara, dan nilai Marshall Quotient pada campuran Latasir-B. Penelitian oleh Kurniasari et al. (2018) menemukan bahwa kombinasi AAT dengan semen portland menghasilkan stabilitas optimal sebesar 1342,74 kg pada kadar aspal 5,87%. Gutama et al. (2023) menyatakan bahwa penggunaan AAT hingga kadar 15% masih memenuhi persyaratan teknis minimum pada campuran AC-BC. Selanjutnya, Setiobudi et al. (2020) menunjukkan bahwa meskipun sebagian variasi belum sesuai spesifikasi, penggunaan AAT pada campuran AC-WC tetap mendekati standar yang berlaku. Sementara itu, Wijanarko et al. (2013) menyimpulkan bahwa campuran HRS-WC dengan filler AAT dapat memenuhi ketentuan Spesifikasi Umum Bina Marga 2010.

Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji pengaruh penggunaan AAT sebagai *filler* terhadap stabilitas dan karakteristik campuran aspal AC-WC. Hasil penelitian diharapkan dapat memberikan alternatif solusi terhadap penggunaan *filler* konvensional sekaligus mendorong pemanfaatan limbah pertanian yang lebih berkelanjutan di bidang teknik sipil.

2. Metode Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Barat. Bahan yang digunakan terdiri dari agregat kasar, agregat halus, *filler* (semen dan abu ampas tebu), serta aspal Penetrasi 60/70. Abu ampas tebu yang digunakan berasal dari hasil pembakaran limbah pabrik gula merah yang telah diayak lolos saringan No. 200.

Metode penelitian ini menggunakan pendekatan eksperimental dengan pengujian Marshall Test. Terdapat empat variasi kadar AAT yang digunakan sebagai *filler*: 0%, 15%, 30%, dan 45%. Masing-masing variasi diuji menggunakan 3 benda uji, dengan total 21 benda uji termasuk pengujian kadar aspal optimum. Parameter yang diuji meliputi stabilitas, *flow*, VIM, VMA, VFA, dan Marshall Quotient (MQ).

2.1 Proses Pembuatan Benda Uji

2.1.1 Pengadaan Bahan dan Material

Penelitian ini dimulai dengan pengumpulan material (*split*, *screen*, abu batu, aspal, dan abu ampas tebu), dilanjutkan dengan pengujian sifat fisik sesuai Spesifikasi Umum Bina Marga 2018 Divisi 6. Abu ampas tebu diperoleh dari pabrik di Bukik Batabuah, dibakar, lalu disaring lolos saringan no. 200 untuk digunakan sebagai pengganti *filler*.

2.1.2 Pengujian Agregat

Sebelum pembuatan benda uji aspal, dilakukan pengujian agregat untuk memastikan kesesuaian dengan standar Bina Marga. Berdasarkan (SNI 1969-2016), penyerapan air maksimum untuk agregat kasar (tertahan saringan No.8) dan agregat halus (lolos saringan No.8) adalah 3%. Nilai di atas batas tersebut menandakan kandungan air tinggi sehingga agregat tidak layak digunakan dalam campuran aspal.

2.1.3 Pengujian Aspal

Pengujian aspal dilakukan untuk mengetahui sifat fisiknya, meliputi pengujian berat jenis dengan syarat spesifikasi >1, serta pengujian penetrasi yang mengukur kedalaman penetrasi jarum standar pada waktu, suhu, dan beban tertentu untuk menentukan konsistensi atau kekentalan aspal.

2.1.4 Perkiraan Kadar Aspal Rencana

Penentuan kadar aspal dengan rumus :

$$\begin{aligned} PB &= 0.035 (\text{Ag. Kasar}) + 0.045 (\text{Ag.Halus}) + 0.18 (\text{Filler}) + K \\ &= 0.035 (62.85) + 0.045 (30.6) + 0.18 (6,55) + 0.75 \\ &= 5,5 \% \end{aligned}$$

Kadar aspal yang diperoleh dari hasil perhitungan adalah sebesar 5,5%. Untuk keperluan pengujian, digunakan variasi kadar aspal dengan interval 0,5%, yaitu masing-masing 5%, 5,5%, dan 6%.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Kadar Aspal Optimum

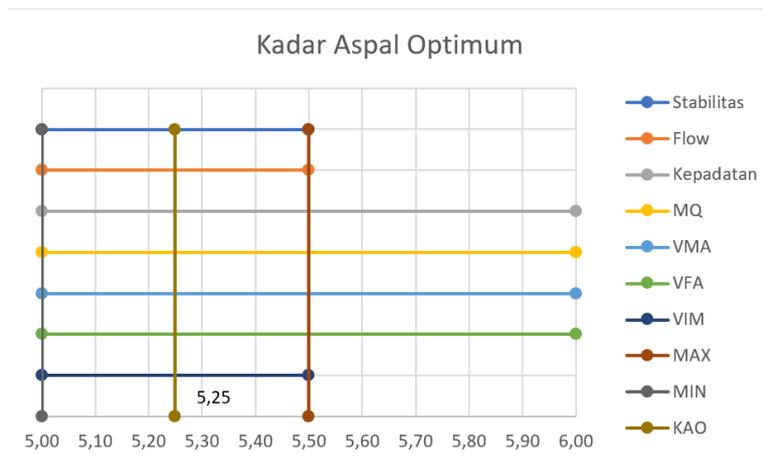
Setelah kadar aspal rencana ditetapkan pengujian dilakukan menggunakan tiga variasi kadar aspal 5%, 5,5%, dan 6%. Masing-masing kadar diuji menggunakan tiga benda uji untuk memperoleh kadar aspal optimum yang paling sesuai.

Data hasil pengujian menggunakan alat Marshall Test untuk pencarian KAO disajikan pada Tabel 1.

Table 1. Hasil Variasi Kadar Aspal

Kadar Aspal	Stabilitas	Flow	Kepadatan	Marshall Quantient	VMA	VFA	VIM
5 %	1111,8	2,88	2,31	386,04	19,16	79,33	3,96
5,5 %	828,4	2,30	2,30	360,17	20,16	80,31	3,97
6 %	763	4,40	2,32	173,41	19,73	88,61	2,25

Penentuan Kadar Aspal Optimum disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram Kadar Aspal Optimum

3.2. Berat Agregat Dan Aspal dalam Rencana

Setelah melakukan perhitungan presentase dari gabungan agregat dan aspal, maka dari itu rencangan campuran dengan menentukan dari kapasitas Mold yang ada. Hitungan campuran aspal Beton (AC-WC) dengan menggunakan penetrasi 60/70 yang ada pada Table 2 berikut :

Table 2. Data Rancangan Aspal Dan Agregat

Kadar Aspal	=	5,25	%		
Hasil Kombinasi					
Split (10-20 mm)	=	11	%	x	1100 = 121 gram
Screen (5-10 mm)	=	56	%	x	1100 = 616 gram
Abu Batu (0 - 5 mm)	=	31	%	x	1100 = 341 gram
Semen (<5 mm)	=	2	%	x	1100 = 22 gram
Aspal	=	5,25	%	x	1100 = 61 gram

Untuk campuran aspal dengan campuran abu ampas tebu adalah melakukan pencampuran substitusi yang di lakukan sebagai pengganti *Filler* dengan persenan 15%, 30%, dan 45% yang diuraikan pada tabel berikut :

Table 3. Data *Filler* Substitusi Abu Ampas Tebu

Semen (<5 mm)	=	2	%		
Hasil Kombinasi					
Abu Ampas Tebu	=	15	%	x	22 = 4 gram
Abu Ampas Tebu	=	30	%	x	22 = 7 gram
Abu Ampas Tebu	=	45	%	x	22 = 10 gram

3.3. Data Uji Karakteristik Marshall

Pengujian Marshall dilakukan untuk mengetahui pengaruh variasi kadar abu ampas tebu (AAT) terhadap kinerja campuran aspal AC-WC. Parameter utama yang diamati meliputi stabilitas, *flow*, nilai VIM (Void in Mix), VMA (Void in Mineral Aggregate), VFA (*Void Filled with Asphalt*), serta Marshall Quotient (MQ). Setiap variasi kadar AAT diuji sebanyak tiga benda uji untuk memperoleh nilai rata-rata yang akurat.

Table 4. Data Hasil Perhitungan Marshall Subsitusi Abu Ampas Tebu

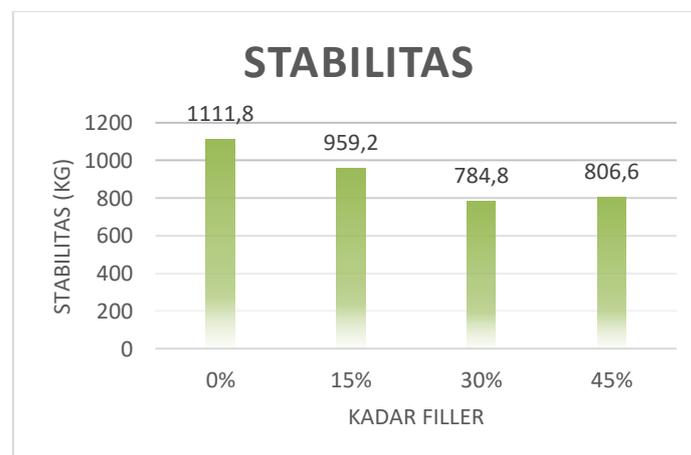
Kadar Filler Abu ampas tebu	Stabilitas	Flow	Kepadatan	Marshall Quantient	VMA	VFA	VIM
0%	1111,8	2,88	2,29	386,04	20,08	77,79	4,46
15%	959,2	2,15	2,31	446,14	19,50	80,67	3,77
30%	784,8	1,90	2,40	413,05	19,34	81,50	3,58
45%	806,6	1,70	2,34	474,47	18,48	86,20	2,55

Pengujian menunjukkan bahwa kadar AAT 0% memberikan stabilitas tertinggi (1111,8 kg) dengan daya tahan maksimum terhadap beban. Kadar 15% meskipun stabilitasnya sedikit lebih rendah, masih memenuhi seluruh parameter spesifikasi Bina Marga, sehingga dianggap sebagai kombinasi seimbang antara kekuatan dan fleksibilitas. Pada kadar 30% dan 45%, terjadi penurunan signifikan pada *flow*, VIM, dan MQ, disertai potensi bleeding akibat porositas rendah serta campuran yang kurang homogen. Dengan demikian, kadar AAT optimum sebagai *filler* dibatasi hingga 15%, selaras dengan temuan studi sebelumnya mengenai keterbatasan penggunaan limbah organik pada campuran aspal.

3.4. Pembahasan Hasil Pengujian Marshall

3.4.1 Stabilitas

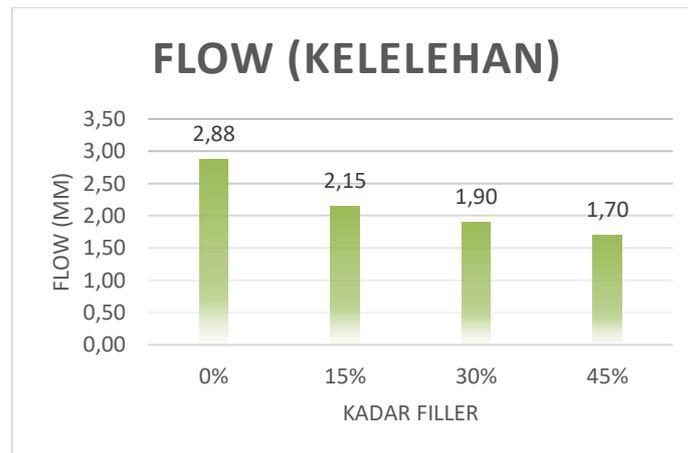
Nilai stabilitas tertinggi terdapat pada 0% AAT (1111,8 kg) dan menurun pada 15% (959,2 kg) hingga mencapai titik terendah pada 30% (784,8 kg), lalu sedikit naik pada 45% (806,6 kg). Penurunan ini disebabkan sifat ikatan AAT yang kurang optimal dibanding semen, sehingga kekuatan ikatan agregat-aspal melemah.

**Gambar 2. Grafik Nilai Stabilitas**

3.4.2 Flow

Nilai *flow* tertinggi terdapat pada 0% AAT (2,88 mm) dan menurun pada 15% (2,15 mm), keduanya masih memenuhi spesifikasi. Pada kadar 30% (1,90 mm) dan 45% (1,70 mm), nilai *flow* tidak memenuhi standar karena terlalu rendah, menandakan campuran menjadi lebih kaku dan kurang mampu mengalami deformasi plastis

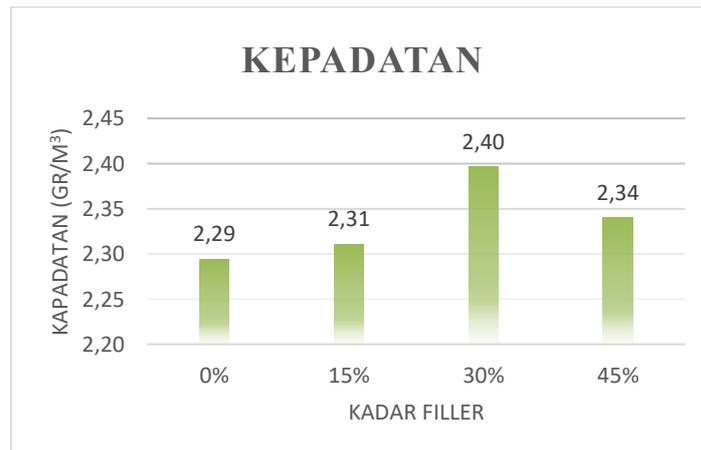
sebelum retak akibat berkurangnya kelenturan saat AAT menggantikan semen sebagai *filler*.



Gambar 3. Grafik Nilai *Flow*

3.4.3 Kepadatan

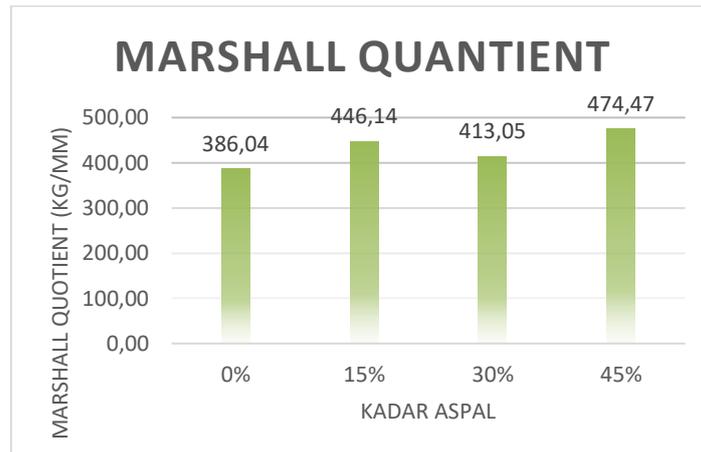
Nilai kepadatan meningkat dari 2,29 gr/cm³ pada 0% AAT menjadi 2,31 gr/cm³ pada 15% dan mencapai puncak 2,40 gr/cm³ pada 30%, lalu sedikit turun menjadi 2,34 gr/cm³ pada 45%, dengan seluruh kadar memenuhi spesifikasi. Peningkatan ini menunjukkan AAT mampu mengisi rongga antar agregat secara efektif, namun pada kadar tinggi berpotensi membuat campuran terlalu kaku sehingga memengaruhi parameter lain seperti *flow* dan VIM.



Gambar 4. Grafik Gambar Kepadatan

3.4.4 Marshall Quantient

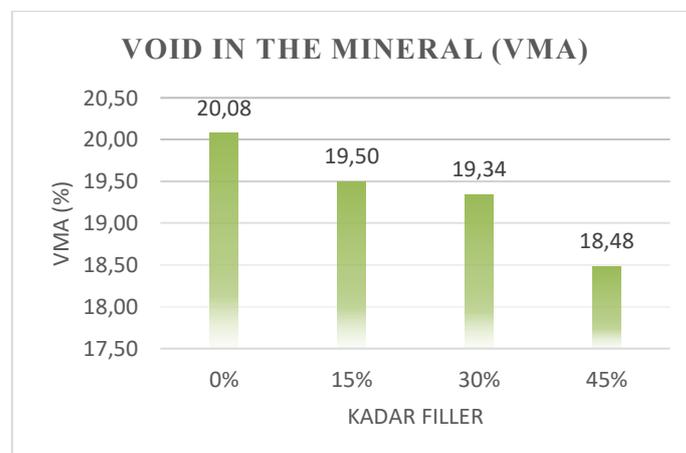
Nilai Marshall Quotient meningkat dari 386,04 kg/mm pada 0% AAT menjadi 446,14 kg/mm pada 15%, sempat turun ke 413,05 kg/mm pada 30%, lalu mencapai puncak 474,47 kg/mm pada 45%, dengan seluruh kadar memenuhi spesifikasi. Kenaikan ini menunjukkan campuran menjadi lebih kaku akibat penurunan nilai *flow*, namun kekakuan berlebih pada kadar tinggi berpotensi mengurangi fleksibilitas dan meningkatkan risiko retak.



Gambar 5. Grafik Marshall Quantient

3.4.5 VMA

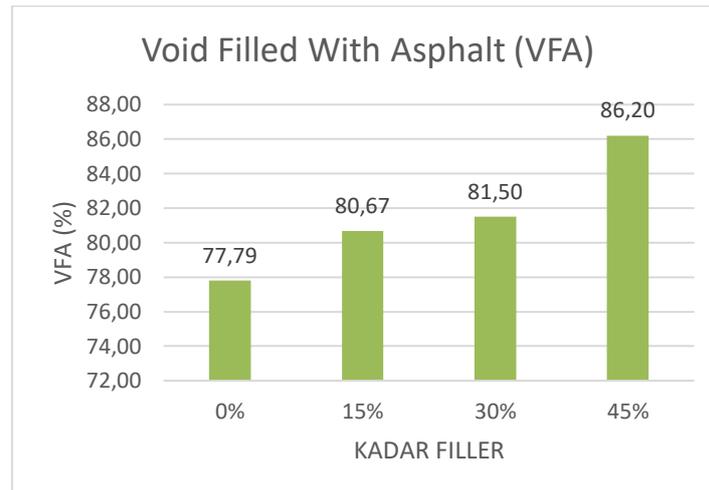
Nilai VMA menurun dari 20,08% pada 0% AAT menjadi 19,50% pada 15%, 19,34% pada 30%, dan terendah 18,48% pada 45%, dengan seluruh kadar masih memenuhi spesifikasi minimum. Penurunan ini menunjukkan rongga antar agregat semakin sedikit akibat partikel AAT mengisi celah dengan rapat, yang meningkatkan kepadatan namun berpotensi mengurangi ruang untuk aspal dan memengaruhi daya tahan jangka panjang.



Gambar 6. Grafik Nilai VMA

3.4.6 VFA

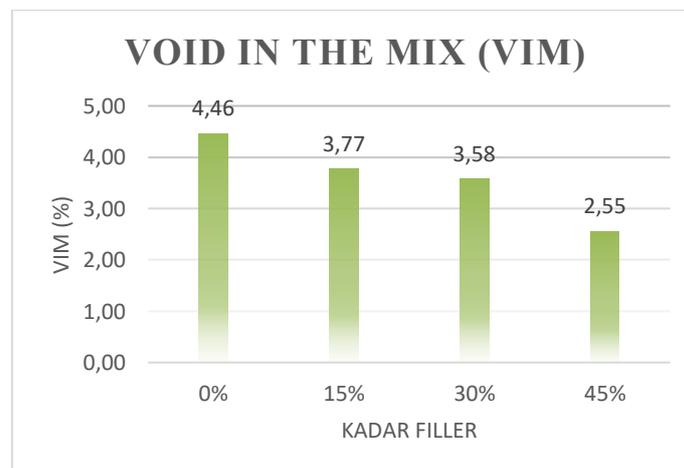
Nilai VFA meningkat dari 77,79% pada 0% AAT menjadi 80,67% pada 15%, 81,50% pada 30%, dan puncak 86,20% pada 45%, seluruhnya memenuhi spesifikasi minimum. Kenaikan ini menunjukkan semakin banyak rongga antar agregat yang terisi aspal, yang dapat meningkatkan ketahanan terhadap penetrasi air, namun pada kadar tinggi berpotensi membuat campuran terlalu padat dan meningkatkan risiko bleeding.



Gambar 7. Grafik Nilai VFA

3.4.7 VIM

Nilai VIM menurun dari 4,46% pada 0% AAT menjadi 3,77% pada 15%, 3,58% pada 30%, dan terendah 2,55% pada 45%. Kadar 0% dan 15% masih memenuhi spesifikasi (3–5%), sedangkan 30% dan 45% di bawah batas minimum. Penurunan ini menunjukkan rongga udara semakin sedikit akibat partikel AAT mengisi celah agregat dengan rapat, yang meningkatkan kepadatan namun berpotensi memicu bleeding saat suhu tinggi.



Gambar 8. Grafik Nilai VIM

4. Kesimpulan

Dari hasil penelitian, dapat disimpulkan bahwa abu ampas tebu memiliki potensi sebagai *filler* alternatif pada campuran aspal AC-WC. Kadar optimal yang direkomendasikan adalah sebesar 15% karena menghasilkan karakteristik Marshall yang memenuhi spesifikasi teknis. Penggunaan AAT juga memberikan dampak positif dalam hal pemanfaatan limbah dan pengurangan ketergantungan terhadap *filler* konvensional.

Penelitian selanjutnya disarankan untuk melakukan uji coba di lapangan guna mengetahui performa campuran terhadap lalu lintas dan cuaca secara langsung.

5. Referensi

- Alamsyah, A. A., & Meiyanto, H. E. (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*, 14(1), 15. <https://doi.org/10.22219/jmts.v14i1.3285>
- Andre, A., Ishak, I., & Yermadona, H. (2021). Evaluasi tebal perkerasan lentur pada proyek pembangunan jalan Pelabuhan Teluk Tapang - Bunga Tanjung Kabupaten Pasaman Barat. *Ensiklopedia Research and Community Service Review*, 1(1), 144-150. Retrieved from <http://jurnal.ensiklopediaku.org>
- Badan Standardisasi Nasional. (2016). SNI 1969:2016 – Metode uji berat jenis dan penyerapan air agregat kasar. Jakarta: BSN.
- Besouw, G. V., Manoppo, M. R. E., & Palenewen, S. N. (2019). Pengaruh Modulus Kehalusan Agregat Terhadap Penentuan Kadar Aspal Pada Campuran Jenis AC-WC. *Jurnal Sipil Statik*, 7(4), 481-490.
- Direktorat Jenderal Bina Marga. (2018). Spesifikasi Umum Bina Marga Tahun 2018 (Revisi 2) Untuk Pekerjaan Konstruksi Jalan Dan Jembatan. Edaran Dirjen Bina Marga Nomor 02/SE/Db/2018, Revisi 2, 1-1036.
- Febriana Dian Kurniasari., S. M. S., Sugiarto. (2018). 12457-34787-1-Pb. Pengaruh Filler Abu Ampas Tebu (Aat) Dengan Bahan Pengikat Aspal Pen 60/70 Pada Campuran Laston Ac - Wc , 1(4), 69-78. <https://doi.org/10.24815/jarsp.v1i1.12457>
- Gutama, D. S. L. W., Sulistyorini, D., Pamulatsih, W. R., & Handayani, E. F. (2023). Pengaruh Substitusi Abu Ampas Tebu Sebagai Filler Terhadap Kualitas Campuran Asphalt Concrete-Binder Course (Ac-Bc) Berdasarkan Uji Marshall. *Bangun Rekaprima*, 9(2), 247. <https://doi.org/10.32497/bangunrekaprima.v9i2.5252>
- Hamzah, R. A., Kaseke, O. H., & Manopo, M. M. (2016). "Pengaruh Variasi Kandungan Bahan Pengisi Terhadap Kriteria Marshall Pada Campuran Beraspal Panas Jenis Lapis Tipis Aspal Beton - Lapis Aus Gradasi Senjang." *Jurnal Sipil Statik*, 4(7), 447-452.
- Jannah, M. (2024). Rasionalitas Pangilang Saka dalam Aktivitas Usaha Gula Merah pada Masyarakat Nagari Bukik Batabuah Kabupaten Agam. *Aceh Anthropological Journal*, 8(1), 20. <https://doi.org/10.29103/aaj.v8i1.13307>
- Korompis, S. P. (2015). Kajian Laboratorium Penggunaan Material Agregat Campuran Beraspal Panas. *Jurnal Sipil Statik*, 3(2), 91-98.
- Lia, N., & Purwo, M. (2017). Evaluasi Kinerja Struktur Perkerasan Jalan Lentur Menggunakan Aplikasi Kenpave. 1-10.
- Mantiri, C. C., Sendow, T. K., & Manoppo, M. R. E. (2019). Analisa Tebal Perkerasan Lentur Jalan Baru Dengan Metode Bina Marga 2017 Dibandingkan Metode Aashto 1993. *Jurnal Sipil Statik*, 7(10), 1303-1216.
- Misbah, M. (2017). Pengaruh Variasi Kadar Agregat Halus Terhadap Nilai Karakteristik Campuran Panas Aspal Agregat (Ac-Bc) Dengan Pengujian *Jurnal Teknik Sipil Itp*, 1(1), 41-48. <https://ejournal.itp.ac.id/index.php/tsipil/article/view/838>
- Sukirman, S. (1999). *TI I/ ,1. Perkerasan Jalan Lentur*, 1-129.
- Widodo S. 2000, Pengaruh Berat Jenis Filler terhadap Karakteristik Campuran Split Mastic Asphalt, *Prosiding Simposium III FSTPT*, ISBN NO. 979-96241-0-X, hal. 1-9.