

Pengaruh Variasi Lama Perendaman Terhadap Durabilitas Campuran Aspal dengan Abu Sekam Kayu pada Perkerasan Asphalt Concrete – Wearing course

**Mustika Sari¹, Winda Montolalu², Winarno Arifin³, Mukhtar Thahir Syarkawi⁴,
Muh. Kasim Anies⁵**

^{1,2,3,4,5}Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muslim Indonesia
Jl. Urip Sumoharjo Km 05 Panaikang, Kec. Panakkukang, Kota Makassar, Sulawesi Selatan 90231
Email: ¹windaam36@gmail.com, ²mustikasarii1995@gmail.com; ³winarno.arifin@umi.ac.id;
⁴mukhtartahir.sarkawi@umi.aci.id; ⁵muhkasim.anies@umi.ac.id

ABSTRAK

Faktor yang mempengaruhi durabilitas pada campuran aspal adalah faktor genangan air yang menyebabkan hilangnya daya lekat aspal terhadap agregat sehingga campuran harus memiliki sifat durable. Penelitian ini dimaksudkan untuk menganalisis durabilitas campuran aspal beton dengan abu sekam kayu dengan melakukan modifikasi rendaman selama 1, 2, 3, 4, dan 5 hari. Kadar aspal yang digunakan mulai 4,5%, 5,0%, 5,5%, 6,0%, sampai 6,5% dengan hasil Marshall menunjukkan nilai KAO 5,7%. Pengujian selanjutnya yaitu penambahan abu sekam kayu dengan kadar filler dari kadar 0,2%, 0,4%, 0,6%, 0,8%, sampai 1%. Kemudian pembuatan benda uji normal dan benda uji dengan abu sekam kayu untuk pengujian durabilitas pada suhu tetap $\pm 60^{\circ}\text{C}$. Berdasarkan hasil penelitian, benda uji normal maupun dengan bahan tambah mengalami kehilangan kekuatan seiring bertambahnya waktu perendaman menghasilkan nilai indeks kekuatan sisa pada perendaman 1,2 dan 3 hari dengan hasil $\geq 75\%$ diatas batas minimal yang disyaratkan Bina Marga, (2010). Namun, pada perendaman 4 dan 5 hari sudah tidak memenuhi spesifikasi. Untuk benda uji normal penurunan stabilitasnya lebih landai dibanding benda uji dengan abu sekam kayu, dan total kehilangan kekuatan lebih besar dialami oleh benda uji dengan bahan tambah abu sekam kayu sehingga lebih tidak durable.

Kata Kunci: Campuran beraspal, marshall, lama perendaman, durabilitas, abu sekam kayu

ABSTRACT

The factor that affects the durability of the asphalt mixture is the waterlogging factor which causes the loss of the adhesion of the asphalt to the aggregate so that the mixture must have a durable nature. This study aims to analyze the mixture of asphalt concrete with wood husk ash on the durability performance of the asphalt mixture by modifying immersion for 1, 2, 3, 4, and 5 days. The planned asphalt content used was 4.5%, 5.0%, 5.5%, 6.0%, 6.5% with Marshall results showing a KAO value of 5.7%. The next test is the addition of wood husk ash with filler content of 0.2%, 0.4%, 0.6%, 0.8%, and 1%. Then making normal test objects and test objects with wood husk ash for durability testing at a constant temperature of $\pm 60^{\circ}\text{C}$. Based on the results of the study, normal specimens with added materials experience a loss of strength with increasing immersion time resulting in the residual strength index value for 1,2 and 3 days of immersion which is still above the minimum limit required by Bina Marga, (2010), which is $\geq 75\%$. However, the 4 and 5 days immersion did not meet the specifications. The decrease in stability for normal specimens is more sloping than for specimens with wood husk ash, and the total loss of strength is greater for specimens with added material of wood husk ash, making them less durable.

Keywords: AC-WC, Marshall, Long soaking, Durability, wood husk ash

1. Pendahuluan

1.1 Latar Belakang

Jalan raya adalah suatu sarana transportasi yang terpenting dalam menunjang kegiatan perekonomian setempat. Olehnya itu, bahan yang terkandung pada jalan dengan perkerasan aspal harus awet dan tahan terhadap kondisi dan perubahan cuaca. Semakin lama permukaan jalan tergenangi oleh air, akan berdampak air mudah masuk ke dalam rongga perkerasan jalan dan berinfiltrasi yang dapat mereduksi kekuatan antar ikatan agregat dan aspal yang selanjutnya dapat membuat lapisan perkerasan jalan menjadi rapuh, getas dan dapat kehilangan sifat durabilitas.

Untuk itu, perlu ada upaya untuk meningkatkan durabilitas perkerasan dengan melakukan modifikasi-modifikasi campuran menggunakan beberapa material bahan pengisi yang biasa dipakai adalah abu batu kapur, abu batu, atau bahan non-plastis lainnya. Kami menggunakan abu sekam kayu pada penelitian ini karena merupakan salah satu jenis material yang dalam keadaan kering sangat ringan dan mudah diterbangkan oleh angin yang sifat fisiknya hampir sama dengan *fly ash* yang diharapkan dapat menggantikan peran filler sebagai pengikat aspal beton dan pengisi rongga.

Selain itu, pada penelitian sebelumnya dikatakan bahwa hasil pembakaran serbuk kayu ini mengandung unsur silica yang dapat menjadi pengikat untuk aspal beton. (Andarini et al., 2018) Dalam penelitian ini kami sangat mengharapkan abu sekam kayu dapat memperkaya varian pencampuran dan menjadi bagian material pengisi untuk lapisan aus (*wearing course*) yang tahan terhadap kerusakan, pengaruh cuaca yang diharapkan berfungsi sebagai pelindung dari konstruksi yang dibawahnya dari kontak langsung kendaraan yang melintas.

1.2 Rumusan Masalah

Permasalahan yang ditimbulkan berkaitan dengan judul skripsi ini sebagai berikut:

- 1) Seperti apa karakteristik campuran aspal dengan abu sekam kayu untuk perkerasan AC-WC?
- 2) Bagaimana pengaruh durabilitas campuran akibat variasi waktu perendaman dengan menggunakan campuran abu sekam kayu pada perkerasan AC-WC?

1.3 Tujuan Penelitian

Untuk menganalisis tingkat durabilitas campuran aspal dengan abu sekam kayu untuk perkerasan AC-WC (*Asphalt Concrete Wearing Course*) terhadap variasi lama perendaman.

Tujuan yang diharapkan antara lain:

- 1) Menelaah karakteristik campuran aspal dengan abu sekam kayu untuk perkerasan AC-WC.
- 2) Mengkaji pengaruh durabilitas campuran AC-WC akibat variasi lama perendaman.

2. Metode Penelitian

Kami melakukan penelitian pada Laboratorium Jalan Raya Dan Transportasi Fakultas Teknik Universitas Muslim Indonesia.

2.1 Bahan dan Alat Penelitian

Bahan-bahan yang digunakan adalah Aspal Minyak penetrasi 60/70 (AC 60/70) dari PU Bina Marga produksi pertamina, dimana Agregat halus dan agregat kasar adalah agregat dengan pengambilan secara acak di Samata Kab. Gowa dan Abu sekam kayu diambil dari limbah beberapa pengrajin kayu di Kota Makassar. Alat penelitian adalah alat-alat yang tersedia pada Laboratorium Jalan Raya Dan Transportasi Fakultas Teknik Sipil Universitas Muslim Indonesia

2.2 Tahapan Penelitian

- 1) Persiapan dan pemeriksaan aspal

dan agregat dilakukan di Laboratorium yang tersedia. bahan serbuk kayu dijemur sampai kering kemudian dimasukkan kedalam wadah sampai terisi penuh kemudian di bakar hingga menjadi abu sekam kayu untuk dapat digunakan sebagai filler.

- 2) Benda Uji dibuat setelah pengujian bahan-bahan penyusun aspal beton yang memenuhi syarat sesuai dengan ketentuan. Pembuatan sampelnya di laksanakan di Laboratorium Jalan Raya dan Transportasi Universitas Muslim Indonesia.

2.3 Sampel Pengujian

Adapun pengujian yang di lakukan seperti di bawah in adalah :

- 1) Pengujian Aspal meliputi: Titik lembek, Penetrasi Aspal keras, Titik nyala dan Titik bakar . Beratjenis, Daktilitas
- 2) Pengujian Agregat: Analisa Saringan, Berat isi, Soundness Test, Sand Equivalent, Berat jenis dan penyerapan, dan kelekatan agregat pada aspal

2.4 Metode Analisis Data

Pengelolaan data dilakukan dengan metode analisis regresi. Beberapa analisis bertujuan untuk mengetahui apakah ada hubungan antara dua atau lebih variabel. Peramalan digunakan jika hubungan demikian dapat dinyatakan dalam bentuk rumus matematik. Variable-variabel yang saling berhubungan erat dalam rumus tersebut menentukan ramalan tersebut dapat dipercaya atau tidak. (Walpole,1995).

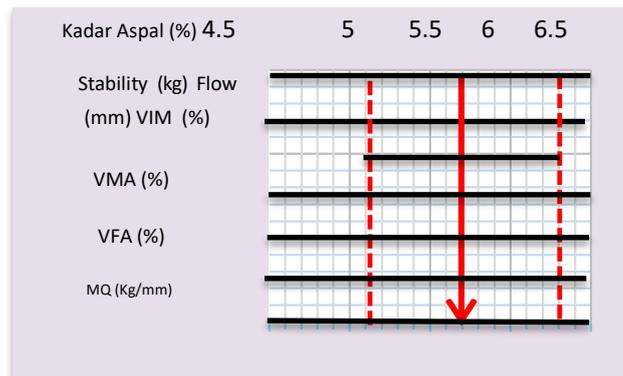
3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Analisa dan Hasil Pengujian Marshall Test untuk penentuan Kadar Aspal Optimum (KAO)

Untuk mengetahui hasil pengujian maka terlebih dahulu kita dapat mengetahui karakteristik campuran aspal berupa *Flow*, stabilitas, *Void in Mineral Aggregates (VMA)*, *Void in Mixture (VIM)*, *Density*, *Void Filled with Asphalt (VFA)*, dan *Marshall Quotient* dengan menggunakan Metode *Marshall Test* pada pengujian laboratorium (Badaron et al., 2019) Kemudian pengujian dilakukan mulai dengan kadar aspal 4,5%, 5,0%, 5,5%, 6,0%, sampai 6,5% akan didapatkan hasil perhitungan karakteristik *Marshall*. ditunjukkan tabel 1 berikut.

Tabel 1. Hasil pengujian *marshall* campuran AC-WC pen 60/70 untuk Kadar Aspal Optimum (KAO)

Sifat-sifat campuran	Hasil Pengujian					Spesifikasi
	4,5	5	5,5	6	6,5	
Kadar Aspal; %	4,5	5	5,5	6	6,5	
Density	2.470	2.452	2.435	2.417	2.401	≥2.2 kg/mm ³
VIM; %	6.524	5.331	4.233	3.436	2.709	≥ 3%
VMA; %	15.049	15.027	15.102	15.449	15.860	≥ 15%
VFA; %	57.375	64.626	72.012	78.237	84.234	≥ 63%
Stabilitas; kg	911.46	999.73	1061.108	1016.06	878.08	800-1800 kg
Flow; mm	3.37	2.87	2.39	2.69	3.25	Min 2 mm
Hasil bagi marshall; kg/mm	270.266	353	443.319	374.017	300.80	Min 180



Gambar 1 Penentuan nilai KAO aspal pertamina pen 60/70

Dari hasil analisa gambar 1 Barchat di gunakan nilai tengah pada grafik yang menunjukkan hubungan kadar aspal dengan karakteristik campuran, sehingga diperoleh KAO sebesar 5,7% yang memenuhi karakteristik Marshal Test

$$KAO = \frac{5,1\% + 6,3\%}{2} = 5,7\%$$

3.2 Hasil Pengujian Marshall Test terhadap Penggunaan Bahan Tambah Abu Sekam kayu Berdasarkan KAO

Hubungan Kadar Abu Sekam Kayu terhadap Stabilitas

Pada penambahan 0,2% hingga 0,4% abu sekam kayu pada campuran nilai stabilitas mengalami peningkatan sampai batas optimum kemudian mengalami penurunan pada penambahan 0,6% hingga 1%, hal ini disebabkan karena kandungan abu sekam kayu terlalu tinggi sehingga menyebabkan abu sekam kayu mengalami penyerapan yang cukup tinggi terhadap aspal. Penyerapan yang terjadi mengakibatkan aspal tidak efektif lagi menyelimuti agregat. Semakin bertambah penambahan abu sekam kayu, sifat saling kunci antar agregat menjadi semakin berkurang. (Haris, 2019)

Hubungan Kadar Abu Sekam Kayu terhadap Flow

Semakin tinggi kadar penambahan abu sekam kayu maka semakin tinggi nilai kelelahan/keruntuhan (*flow*) campuran. Pada penambahan kadar abu sekam kayu

0,2% nilai kelelahan (*flow*) campuran menurun sampai kadar filler 0,6% yang mengindikasikan bertambahnya kadar filler sampai 0,6% menunjukkan semakin kecilnya nilai kelelahan (*flow*), yang membuat lebih rapatnya campuran diikuti dengan deformasi yang kecil akibat beban. Namun kemudian meningkat lagi hingga kadar abu sekam kayu 1%. Besarnya nilai *flow* pada campuran dapat menggambarkan bahwa campuran tersebut lebih rentan terhadap perubahan bentuk yang terjadi. Nilai *flow* yang semakin kecil maka menunjukkan campuran tersebut lebih tahan terhadap kelelahan yang akan terjadi pada campuran. (Pangemanan et al., 2015)

Hubungan Kadar Abu Sekam Kayu terhadap Void in Mixture (VIM)

Nilai VIM menurun seiring bertambahnya kadar filler dari 0,2% sampai 1%. Semakin meningkatnya kadar abu sekam kayu dalam komposisinya maka semakin rendah nilai rongga dalam campuran. Ini disebabkan besarnya penambahan volume abu sekam kayu dalam campuran menyebabkan mengecilnya volume rongga dalam campuran karena filler mengisi rongga yang ada dan berpengaruh terhadap ketahanan pada campuran aspal.

Hubungan Kadar Abu Sekam Kayu terhadap Void in Mineral Aggregates (VMA)

Pengaruh Variasi Lama Perendaman Terhadap Durabilitas Campuran Aspal dengan Abu Sekam Kayu pada Perkerasan Asphalt Concrete – Wearing course

Pada penambahan abu sekam kayu 0,2% hingga 1 % nilai VMA semakin kecil. Hal ini menunjukkan semakin tinggi persentase penambahan abu sekam kayu maka nilai *Void in Mixture* (VMA) semakin rendah. Hal ini akan mempengaruhi bertambahnya volume aspal yang mengikat pada permukaan agregat dan terserap oleh abu sekam kayu. Nilai VMA minimum yaitu ada penambahan filler 0,6%. Kemudian pada penambahan abu sekam kayu dari 0,8% dan 1 % nilai VMA tidak memenuhi spesifikasi yang ditetapkan yaitu kurang dari 15 %.

Hubungan Kadar Abu Sekam Kayu terhadap Void Filled in Asphalt (VFA)

Semakin besar penambahan kadar abu sekam kayu maka nilai Void Filled with Asphalt (VFA) semakin mengalami kenaikan karena takaran filler dari abu sekam kayu tersebut mengisi rongga lebih banyak dan menyerap aspal. Nilai VFA tertinggi terjadi pada penambahan filler 1%.

Hubungan Kadar Abu Sekam Kayu terhadap Density

Nilai density atau kepadatan pada kadar abu sekam kayu 0,2% nilai density mengalami peningkatan hingga kadar

abu sekam kayu 1% dan memenuhi spesifikasi yaitu min 2,2 kg/mm³ yang menunjukkan semakin besar penambahan penggunaan abu sekam kayu pada komposisi maka semakin tinggi pula kepadatan atau nilai density yang diperoleh.

Hubungan Kadar Abu Sekam Kayu terhadap Marshall Quotient

Terjadi peningkatan nilai MQ mulai dari kadar abu sekam kayu 0,2% hingga kadar abu sekam kayu 0,6% . Akan tetapi, terjadi penurunan mulai pada penambahan kadar abu sekam kayu 0,8% hingga 1%. Fleksibilitas campuran menunjukkan Nilai dari MQ yaitu jika suatu campuran memiliki nilai MQ yang besar maka akan semakin kaku yang menandakan akan mudah retak, dan apabila nilai MQ yang semakin kecil berarti tingkat kelenturan dan plastisitas campuran semakin besar yang apabila terlalu lentur cenderung kurang stabil.(Badaron et al., 2019)

3.3 Pengaruh Variasi Perendaman terhadap Campuran Aspal AC-WC dengan Abu Sekam Kayu Indeks Kekuatan Sisa

Hasil pengujian Marshall dengan KAO untuk benda uji normal dan benda uji dengan abu sekam kayu 0,36% ditunjukkan oleh tabel 2 berikut ini:

Tabel 2. Nilai indeks kekuatan sisa

SUHU 60° C	Stabilitas Awal So	Perendaman									
		1 hari		2 hari		3 hari		4 hari		5 hari	
		Stabilitas	IKS								
kg	kg	%	kg	%	kg	%	kg	%	kg	%	
Normal	1037,02	951,28	91,73	882,76	85,12	825,52	79,60	766,67	73,93	706,49	68,13
Sekam kayu	1084,30	935,32	86,26	884,53	81,58	831,28	76,67	770,98	71,10	706,49	65,16

Nilai IKS untuk benda uji normal (tanpa bahan tambah) sebesar 91,73% pada hari pertama, 85,12 % pada perendaman hari kedua dan 79,60% pada hari ketiga

menunjukkan tingkat IKS $\geq 75\%$ diatas batas minimal yang ditetapkan bina marga, (2010). Hasil ini menunjukkan pada keadaan normal bahwa campuran

AC-WC dapat dianggap cukup tahan terhadap kerusakan yang diakibatkan oleh pengaruh suhu dan air. Nilai IKS cenderung mengalami penurunan hingga perendaman hari ke 3 tetapi pada hari ke 4 dan ke 5 sudah tidak memenuhi syarat dengan nilai IKS sebesar 73,93% dan 68,13%. Begitupula dengan benda uji dengan penambahan abu sekam kayu

yaitu nilai IKS sebesar 86,26% diatas batal minimal IKS, hingga pada perendaman hari ke 3 dengan nilai IKS sebesar 76,67%, tetapi pada perendaman hari ke 4 dan ke 5 sudah tidak memenuhi syarat yang mengindikasikan bahwa benda uji direndami air semakin lama maka keawetannya semakin menurun.

Indeks Durabilitas Pertama

Tabel 3. Nilai indeks durabilitas pertama

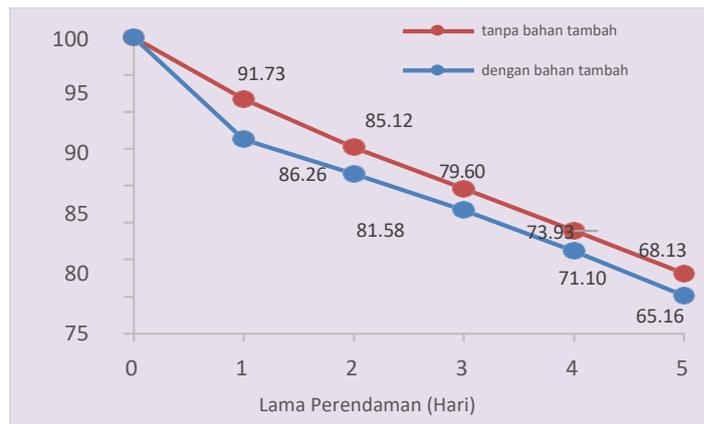
Jenis Campuran	Stabilitas Awal (So) Kg	Waktu Perendaman (Hari)									
		1		2		3		4		5	
		r	R	r	R	r	R	r	R	r	R
		%	kg	%	Kg	%	kg	%	kg	%	kg
Normal	1037,02	0,344	3,57	0,275	3,214	0,230	2,938	0,236	2,816	0,242	2,754
Abu Sekam Kayu	1084,30	0,585	6,20	0,195	4,162	0,205	3,514	0,232	3,264	0,248	3,148

kelandai penurunan nilai IDP, ditndai dengan kecil nilai kehilangan kekuatannya dan curamnya penurunan nilai IDP menunjukkan kehilangan kekuatannya semakin besar atau akan semakin sensitif terhadap perendaman.(Tahir & Setiawan, 2009) Pada tabel 4.20 untuk benda uji tanpa bahan tambah rendaman 1 hari mengalami kehilangan kekuatan dengan nilai 'r' adalah 0,344% yaitu hilangnya kekuatan sebesar 3,572kg, dan begitupun pada perendaman 2 hari, 3 hari, 4 hari dan 5 hari terjadi kehilangan kekuatan yang ditunjukkan oleh nilai 'r' pada rendaman hari kedua sebesar 0,275% yaitu kekuatan berkurang sebesar 3,214kg, rendaman 3 hari sebesar 0,230% kehilangan kekuatan 2,938kg, rendaman hari ke 4 sebesar 0,236% terjadi kehilangan kekuatan sebesar 2,816kg, hingga pada hari ke 5 terus mengalami kehilangan kekuatan sebesar 0,242% yaitu 2,754kg. Begitupun untuk benda uji dengan bahan tambah dari perendaman 1, 2, 3, 4, dan 5 hari mengindikasikan adanya kehilangan kekuatan/keawetan.

Indeks Durabilitas Kedua

Peninjauan hari pertama terjadi kehilangan kekuatan yang ditunjukkan dengan nilai 'A' sebesar 7,42% atau kekurangan stabilitas menjadi 92,58%. Untuk variasi rendaman yang bernilai positif berarti campuran beton aspal mengalami kehilangan kekuatannya. Seiring berjalannya waktu yang dimulai pada hari pertama sampai dengan hari kelima selalu mengalami kekurangan stabilitas, hingga pada hari kelima terus mengalami banyak kehilangan kekuatan yaitu sebesar 0,58% atau kekurangan stabilitas sebesar 82,91%. Begitupula untuk benda uji dengan penambahan abu sekam kayu cenderung mengalami kehilangan kekuatan seiring semakin lamanya hari perendaman. Hal ini menunjukkan bahwa campuran AC-WC pada kondisi normal dibanding dengan campuran AC- WC dengan penambahan abu sekam kayu dianggap cukup tahan terhadap kerusakan yang diakibatkan oleh pengaruh suhu dan air. semakin lama benda uji terendam air maka semakin kehilangan kekuatan.

Pengaruh Variasi Lama Perendaman Terhadap Durabilitas Campuran Aspal dengan Abu Sekam Kayu pada Perkerasan Asphalt Concrete – Wearing course



Gambar 2 Skema Kurva Keawetan

Semakin besarnya nilai IKS menunjukkan keawetan dari campuran atau bersifat *durable* . Batas minimum IKS yang disyaratkan Bina Marga adalah sebesar 75 %, suatu campuran beraspal dianggap cukup awet jika nilai IKS di atas 75 %. Dari gambar 8 dapat dilihat kelandaian penurunan stabilitas dan kehilangan kekuatan dari benda uji dengan abu sekam kayu dan tanpa bahan tambah (normal) yang menunjukkan nilai durabilitas suatu campuran.

4. Penutup

4.1 Kesimpulan

Penggunaan komposisi aspal dengan abu sekam kayu ini kita dapat menyimpulkan bahwa:

- 1) Dari hasil penelitian, campuran aspal dengan abu sekam kayu rata-rata memenuhi spesifikasi karakteristik marshall
- 2) Dari pengujian durabilitas campuran aspal dengan abu sekam kayu menilai bahwa campuran aspal dengan abu sekam kayu lebih tidak *durable* (awet,tahan) di banding dengan campuran tanpa bahan tambah.

4.2 Saran

Berdasarkan kesimpulan penelitian, direkomendasikan hal-hal berikut:

- 1) Merekomendasikan agar penelitian selanjutnya digunakan berbagai variasi aspal. agar bisa mengetahui

apakah filler abu sekamkayu baik dengan jenis aspal yang berbeda atau tidak.

- 2) Agar kiranya penelitian ini dikembangkan dengan penambahan bahan kimia yang dapat memberi kekuatan pada daya rekat aspal.
- 3) Perlu adanya pengujian reaksi kimia yang terjadi pada campuran aspal dengan penambahan abu sekam kayu
- 4) Selanjutnya dapat mengembangkan penelitian ini dengan penambahan komposisi filler atau mengganti bahan pengisi

Daftar Pustaka

- Andarini, N., Haryati, T., & Yulianti, R. (2018). Pemurnian Silikon (Si) Hasil Reduksi Silika dari Fly Ash Batubara. *BERKALA SAINSTEK*, 6(1). <https://doi.org/10.19184/bst.v6i1.7933>
- Badaron, S. F., Gecong, A., Anies, M. K., Achmad, W. M., & Setiani, E. P. (2019). Studi Perbandingan Kuat Tarik Tidak Langsung terhadap Campuran Aspal Beton dengan menggunakan Limbah Marmer dan Abu Sekam Padi sebagai Filler. *PENA TEKNIK: Jurnal Ilmiah Ilmu-Ilmu Teknik*, 4(2). https://doi.org/10.51557/pt_jiit.v4i2.593
- Haris, H. (2019). Analisis Pengujian

- Stabilitas dan Durabilitas Campuran Aspal dengan Tes Perendaman. *Jurnal Linears*, 2(1). <https://doi.org/10.26618/j-linears.v2i1.3026>
- Pangemanan, V. C., Kaseke, O. H., & Manoppo, M. R. E. (2015). Pengaruh Suhu dan Durasi Terendamnya Perkerasan Beraspal Panas Terhadap Stabilitas Dan Kelelahan (Flow). *Sipil Statik*, 3(2), 85–90. <https://ejournal.unsrat.ac.id/index.php/jss/article/view/6862>
- Tahir, A., & Setiawan, A. (2009). Kinerja durabilitas campuran beton aspal ditinjau dari faktor variasi suhu pemadatan dan lama perendaman. *SMARTek*, 7(1).