

Studi Eksperimental Aspal Geopori Dengan Penambahan Abu Sekam Padi Sebagai Polimer

Lilyan Angela¹⁾, Wesli²⁾

^{1, 2)} *Jurusan Teknik Sipil Universitas Malikussaleh*
Email: lilyangela24@gmail.com ¹⁾ wesli@unimal.ac.id²⁾,

(Received: 10 Oktober 2023 / Revised: 27 Oktober 2023 / Accepted: 01 November 2023)

Abstrak

Aspal geopori adalah campuran aspal dan agregat tertentu yang dipadatkan dan mempunyai 10%-25% pori-pori udara yang mengalirkan air lebih cepat. Karena porinya kasar maka campuran aspal geopori cenderung memiliki stabilitas yang rendah, sehingga untuk memenuhi persyaratan diperlukan modifikasi aspal geopori dengan penambahan abu sekam padi sebagai polimer untuk mengatasi kelemahan tersebut. Metode yang digunakan adalah metode eksperimental yang menggunakan perencanaan aspal geopori pada Spesifikasi Bina Marga 2018 dan Spesifikasi *Australian Asphalt pavement association* 2004 (AAPA 2004). Tujuan modifikasi aspal geopori untuk meningkatkan *marshall* dan permeabilitas. Hasil penelitian pada variasi abu sekam padi sebesar 0,5%, 01%, 1,5%, 02%, dan 2,5%. Dari persentase 0,5% yang memenuhi persyaratan Spesifikasi AAPA (2004) dengan nilai stabilitas 575,7 kg, *Marshall Quotient* 157,83 kg/mm, *flow* 3,68 mm, *Void In Mix* 19,01% dan permeabilitas 0,51 cm/det. Nilai *stability* aspal modifikasi abu sekam padi menghasilkan nilai 5% lebih besar apabila dibandingkan dengan aspal tanpa penambahan polimer abu sekam padi.

Kata kunci: *Aspal geopori, abu sekam padi, permeabilitas, parameter marshall, stabilitas.*

Abstract

The geopori asphalt is a mixture of densely packed asphalt and aggregates and has 10%-25% of the air's pores that deliver water faster. Since the pore is coarse, the mixture of geopori asphalt tends to give low stability to the mixture, so applying the ashes of rice chaff as polymer is necessary to satisfy the requirements. The methods used are experimental methods that use geopori asphalt planning on the 2018 clan building specs and the 2004 Australian geographical association association (aapa 2004) specs. The purpose of geopori asphalt modifications to increase Marshall and permeability. The results of the study on ashes of rice chaff are 0.5%, 01%, 1.5%, 02%, and 2.5%. Of the percentage of 0.5% that meet aapa specification requirements (2004) with a value of stability 575.7 kg (2004), Marshall quotient 157.83 kg/mm, flow 3.68 mm, void in mix 19.01% and permeability 0.51 cm/ SEC. The restored value of the ash ash that has been restored to rice chaff has increased 5% more than the one with no additional polymer of rice chaff.

Keywords: *Geopori Asphalt, Ashes Rice Chaff,, Permeability, Marshall Parameter, Stability*

1. Latar Belakang

Salah satu tujuan pokok pelapisan permukaan jalan adalah peningkatan tingkat keselamatan pengguna jalan. Faktor pemicu kecelakaan lalu lintas diantaranya disebabkan oleh permukaan yang tidak dapat dengan sempurna mengalirkan air di permukaan terutama pada saat musim hujan, sehingga jalan menjadi licin, (Hadiwisastra, 2009).

Salah satu solusinya adalah dengan menerapkan aspal geopori. Aspal geopori merupakan material yang memiliki daya serap yang sangat tinggi. Penggunaan aspal konvensional (dense graded) sebagai perkerasan aspal memiliki stabilitas dan kinerja cukup baik. Pembuatan perkerasan aspal porus merupakan alternatif dari perkerasan lentur (*flexible pavement*) dan bertujuan untuk memberikan keleluasaan air sehingga dapat menembus lapisan atas secara vertikal dan horizontal dan mengalir ke sistem drainase perkerasan tersebut. Aspal berpori memiliki banyak manfaat bagi penggunaan jalan dan lingkungan, antara lain memaksimalkan fungsi drainase dan pemeliharaan keselamatan (Noris, 2017).

Abu sekam padi dapat digunakan untuk mengisi rongga-rongga yang ada dalam butiran-butiran agregat pengisi campuran suatu struktur jalan termaksud struktur terbawah yaitu sub-base. Disamping kemampuan menyusup, abu sekam juga memiliki sifat sementasi yang berfungsi meningkatkan kekesatan antar butiran partikel. Dua sifat tersebut yang menyebabkan abu sekam padi layak digunakan sebagai bahan penambah kuat tekan saat jadi polimer, (Ismadarni et al., 2013).

Alasan mengapa abu sekam padi bisa digunakan sebagai polimer karena abu sekam padi memiliki kandungan silika yang tinggi, sehingga diharapkan akan menambah daya tahan lapis perkerasan aspal terhadap kerusakan yang disebabkan oleh air dan cuaca, (Putri Rahma Witri et al., 2022). Perencanaan tebal perkerasan jalan raya pada penelitian ini menggunakan metode AAPA 2004 (Asosiasi Perkerasan Aspal Australia). Metode AAPA mempunyai aturan yang lebih ketat dalam perhitungan tebal perkerasan jalan aspal porus, (Institut Teknik Pekerjaan Umum Australia).

2. Metode Penelitian

Perancangan benda uji dikelompokkan dalam 3 bagian, yaitu pertama perancangan benda uji aspal geopori harus menghasilkan campuran benda uji yang bervariasi berdasarkan kadar aspal optimum (KAO). Penentuan KAO membutuhkan benda uji sebanyak 25 buah. Kadar aspal berkisar antara 4% - 6% berdasarkan komposisi aspal geopori. Menentukan kadar aspal tengah (Pb) dapat dihitung dengan menggunakan persamaan:

$$Pb = 0,034 (\%CA) + 0,045 (\%FA) + 0,18 (\% \text{filler}) + K \quad (1)$$

Keterangan:

- Pb = Kadar aspal tengah, persen terhadap campuran
- CA = Persen agregat terhadap campuran lolos saringan No. 8
- FA = Persen agregat lolos saringan No. 8
- Filler = Persen butimen lolos saringan No. 200
- K = Konstanta 0,5 – 1 untuk lapis AC (*Asphalt Concrete*)

Jumlah benda uji abu sekam padi sebanyak 3 sampel untuk setiap variasi sebesar 0,5%, 1%, 1,5%, 2%, dan 2,5. Variasi berdasarkan kadar aspal dibuat untuk melihat potensi dari jumlah aspal terhadap tingkat stabilitas aspal geopori terhadap campuran abu sekam padi.

Pengujian *marshall* untuk menentukan kekuatan (stabilitas) dengan campuran aspal beton dapat diperiksa dengan menggunakan alat *marshall*. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui parameter Marshall yaitu stabilitas, kelelahan plastis (*Flow*), berat isi (*Density*), rongga dalam butiran (VMA), rongga dalam campuran (VIM), rongga terisi aspal (VFA) dan *Marshall Quotient*. Setelah itu benda uji dibersihkan dan diberi tanda sebagai pengenalan dan diukur tingginya dengan mistar pengukur, kemudian timbang beratnya dan dilanjutkan pengujian Marshall dengan merendam benda uji di waterbath selama 30 menit temperatur 60°C, kemudian keringkan permukaannya untuk pengujian stabilitas dan *flow*. Persyaratan campuran aspal geopori telah ditentukan oleh spesifikasi *Australian Asphalt Pavement Association 2004* yang diperlihatkan pada Tabel 1.

Tabel 1 Ketentuan Campuran Aspal Geopori

No	Kriteria Perencanaan	Nilai
1	<i>Cantabro Loss</i>	<15%
2	<i>Binder Drain Down</i>	<0,3%
3	<i>Void In Mix</i>	18% - 25%
4	<i>Stability</i>	> 500
5	<i>Flow</i>	2-6 mm
6	<i>Marshall Quotient</i>	<400 kg/mm

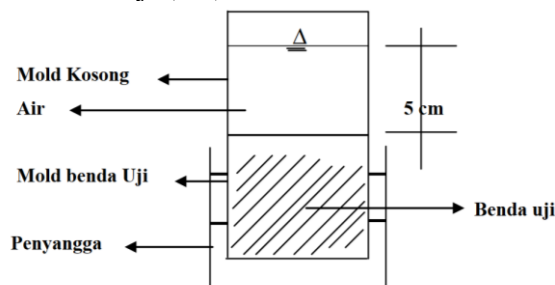
Sumber: Spesifikasi *Australian Asphalt Pavement Association 2004*

Uji permeabilitas benda uji aspal geopori didasarkan pada lamanya pelolosan vertikal air setinggi 5 cm di atas benda uji jenuh (Veranita, 2018) seperti diperlihatkan pada Gambar 2.1. Pengujian kecepatan pengaliran dilakukan pada sampel diletakkan ke dalam mold setelah itu letakkan kembali mold kosong diatas mold yang terisi benda uji. Setelah itu letakkan plastik di atas benda uji sebagai penampung air yang diisi air setinggi 5 cm dari atas permukaan sampel.

$$K=2,3 \left[\frac{d}{t} \right] \log \left[\frac{(5+d)}{d} \right] \quad (1)$$

Keterangan:

- K = Koefisien permeabilitas (cm/det)
- t = waktu pengaliran air (detik)
- d = Tebal benda uji (cm)



Gambar 1 Peralatan pengujian permeabilitas (Diana ,1995)

3. Hasil dan Pembahasan

Dari hasil pengujian *marshall* dan permeabilitas didapat kadar aspal terbaik untuk campuran aspal porous didapat kadar aspal terbaik 4,5%. Berikut adalah tabel kadar aspal terbaik dan tabel hasil pengujian Marshall pada kadar aspal terbaik untuk campuran aspal geopori.

Tabel 2 Hasil pengujian *marshall* kadar aspal optimum

Parameter <i>Marshall</i>	Kadar aspal (%)				
	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0
<i>Density</i> (gr/cm ³)	2,03	2,02	2,10	2,09	2,11
VMA (%)	2,45	25,1	22,3	23,1	22,8
VIM (%)	19,3	19,0	14,9	14,9	13,6
VFA (%)	21,3	24,3	32,9	35,6	40,5
Stability (Kg)	489,4	575,7	630,92	716,83	771,75
<i>Flow</i> (Mm)	3,12	3,68	3,23	3,44	4,83
MQ (kg/mm)	164,71	157,83	214,92	216,56	161,83
Permeabilitas	0,60	0,53	0,75	0,80	0,71

Kadar aspal optimum diperoleh dengan melakukan pengujian dengan menentukan kadar aspal tengah dan membuat benda uji sebagai dasar untuk komposisi kadar aspal, kemudian dibuat benda uji dengan kadar aspal yang dimulai 4% - 6%. Setelah itu setiap benda uji di timbang dan diuji dengan alat *marshall* untuk memperoleh parameter *marshall*. Hasil diperlihatkan pada Tabel 3.

Tabel 3 Grafik Kadar Aspal Optimum

	Kriteria	Spesifikasi	Kadar Aspal (%)				
			4.0	4.5	5.0	5.5	6.0
1	Density	-					
2	VMA	-					
3	VIM	18,0 - 25,0					
4	VFA	-					
5	Stability	min 500					
6	Flow	2,0 - 6,0					
7	MQ	< 400					
				4,5%			

Berdasarkan nilai parameter *marshall* diperoleh nilai KAO 4,5% dari berat total agregat. Nilai density, VMA, *stability*, *Flow*, VFA dan MQ terpenuhi oleh setiap kadar aspal 4% sampai 6%, sedangkan VIM dan yang paling optimum hanya terpenuhi pada kadar aspal 4,5%. Nilai interpolasi pada kadar aspal 4,5% hasilnya dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4 Hasil pengujian *marshall* dengan menggunakan abu sekam padi

Bahan Tambah ABS	Density	VMA (%)	VIM (%)	VFA (%)	<i>Stability</i> (kg)	<i>Flow</i> (mm)	MQ (kg/mm)	Permeabilitas (cm/det)
0%	2,02	25,1	19,0	24,3	575,7	3,68	157,83	0,53
0,5%	2,05	23,71	18,49	22,02	546,36	4,37	134,6	0,54
1,0%	2,067	23,06	17,50	22,83	627,79	3,81	168,1	0,52
1,5%	2,111	21,42	16,04	25,11	906,01	5,12	153,7	0,47
2,0%	2,114	21,29	15,90	25,30	957,07	5,68	176,3	0,42
2,5%	2,144	20,20	14,74	27,05	1009,08	4,39	243,3	0,52

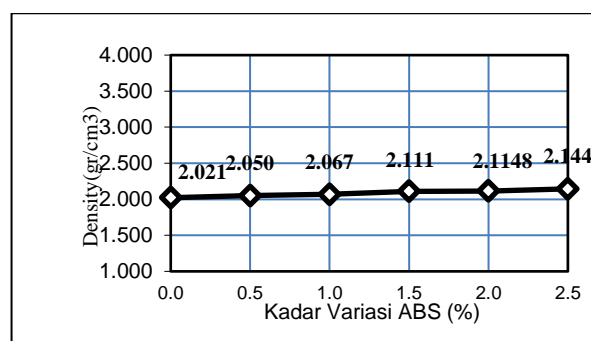
Berdasarkan hasil pengujian parameter *marshall* dilakukan analisis untuk mengetahui nilai density, kadar rongga dalam agregat (VMA), rongga terhadap campuran (VIM), rongga yang terisi aspal (VFA), stabilitas, flow, dan *marshall Quotient*. Hasil dari parameter *marshall* untuk variasi abu sekam padi dari 3 buah benda uji yang dirata-ratakan diperlihatkan Tabel 5.

Tabel 5 Indikator Perbandingan nilai *marshall* pada abu sekam padi

Indikator	Abu Sekam Padi				
	0 - 0,5%	0 - 1,0%	0 - 1,5%	0 - 2,0%	0 - 2,5%
Density	1.50%	2.00%	4.50%	4.50%	5.90%
VMA	-6%	-8%	-15%	-15%	-20%
VIM	-3%	-6%	-16%	-16%	-22%
VFA	-9%	-6%	3%	4%	11%
Stability	-5%	9%	57%	66%	75%
MQ	-15%	7%	-3%	12%	54%

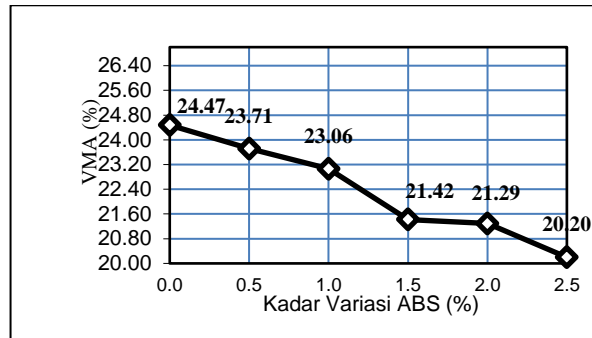
Berdasarkan indikator hasil yang diperoleh pada setiap parameter *marshall* diperlihatkan pada Tabel 7. Perbandingan nilai density pada 0,5% - 2,5% mengamali perbandingan yang lebih tinggi di setiap penambahan abu sekam padi. Perbandingan nilai VMA dan VIM pada 0,5% - 2,5% mengalami penurunan di setiap penambahan abu sekam padi. Perbandingan nilai VFA, Stabilitas, dan MQ pada 0,5% - 2,5% mengalami perbandingan yang cukup jauh disetiap penambahan abu sekam padi.

Dari hasil penelitian gambar 2 dapat dilihat bahwa untuk kinerja campuran aspal porus memiliki nilai density pada rentang kadar aspal 0,5% dan 1 adalah 2,0. Dan 1,5 - 2,5% berturut-turut yaitu 2,1. Spesifikasi khusus aspal porus memberikan syarat minimum untuk *Flow* yaitu sebesar 2-6 mm.



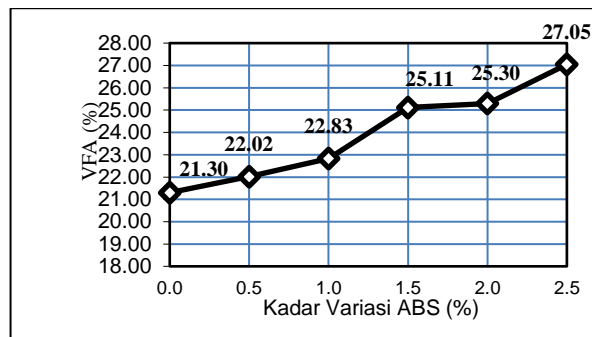
Gambar 2 Grafik variasi (Density)

Dari gambar 3 VIM tidak memiliki spesifikasi khusus sehingga hasil penelitian dapat dilihat bahwa untuk kinerja campuran aspal porus memiliki nilai nilai VMA menunjukkan penurunan yang berturut-turut.



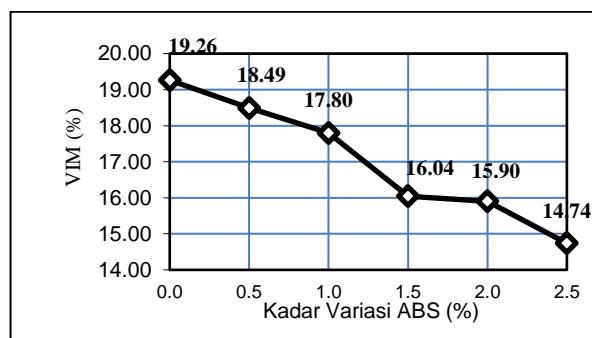
Gambar 3 Grafik variasi (VMA)

Dari hasil penelitian gambar 4 dapat dilihat bahwa untuk kinerja campuran aspal porus memiliki nilai nilai VMA pada rentang kadar aspal 0,5% - 2,5% berturut-turut mengalami kenaikan.



Gambar 4 Grafik variasi (VFA)

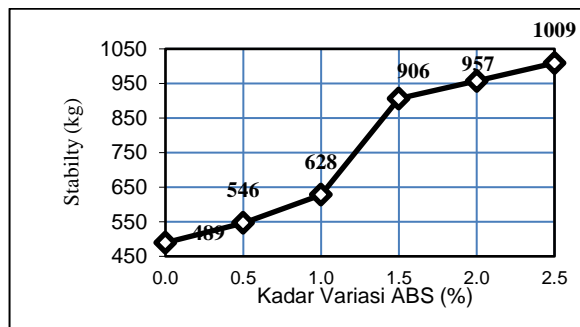
Dari hasil penelitian gambar 5 dapat dilihat bahwa untuk kinerja campuran aspal porus memiliki nilai VIM pada rentang kadar aspal 0,5% memiliki nilai vim di 18,9% di atas syarat maksimum sedangkan 1% sampai 2,5% memiliki nilai VIM yaitu; 17,80%; 16,4%; 15,90% dan 14,7%. Spesifikasi khusus aspal porus memberikan syarat yaitu sebesar 18 – 25 % untuk nilai VIM.



Gambar 5 Grafik variasi (VIM)

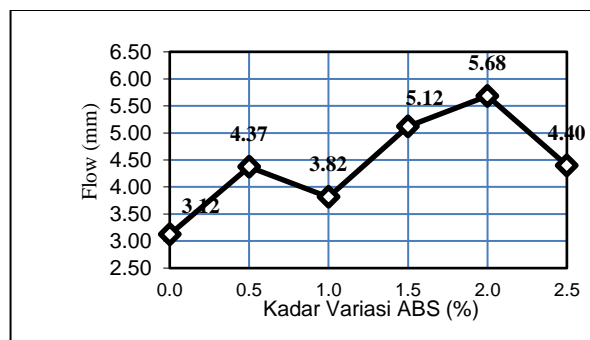
Dari hasil penelitian gambar 6 dapat dilihat kinerja aspal porus memiliki nilai stabilitas yang rendah pada kadar aspal perkiraan 0,5% yaitu sebesar 546kg kadar aspal 1% memiliki nilai stabilitas 628 kg dan pada kadar aspal 1,5% memiliki nilai stabilitas 906 kg, 2% memiliki nilai stabilitas 957 kg, dan 2,5% memiliki nilai

stabilitas 1009 kg yarat minimum yaitu 551 kg dan 585 kg dan di kadar aspal 7% nilai stabilitas turun menjadi 474 kg.



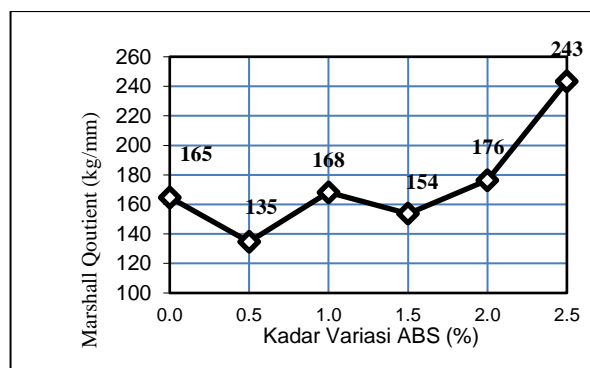
Gambar 6 Grafik variasi (Stabilitas)

Dari hasil penelitian Gambar 7 dapat dilihat bahwa untuk kinerja campuran aspal porus memiliki nilai-nilai *Flow* pada rentang kadar aspal 0,5% - 2,5% memiliki perbandingan yang tidak signifikan.



Gambar 7 Grafik variasi (*Flow*)

Dari hasil penelitian dapat dilihat bahwa untuk kinerja campuran aspal porus memiliki nilai MQ pada rentang kadar aspal 3% - 4% berturut-turut yaitu 113 kg, 147,1 kg, 163,6 kg, 163,4 kg, 133,1 kg. Spesifikasi khusus aspal porus memberikan syarat maksimum yaitu sebesar 500 untuk nilai MQ.



Gambar 8 Grafik variasi (MQ)

Hasil pengujian permeabilitas ditunjukkan dari variasi kadar aspal 0,5%, 1%, 1,5%, 2%, 2,5% dengan masing-masing variasi kadar aspal dibuat 3 benda uji dan menghasilkan nilai koefisien permeabilitas dan volume atau rembesan air yang lolos disetiap variasi yang memiliki rata-rata koefisien permeabilitas 0,54 cm/dtk; 0,52 cm/dtk; 0,47 cm/dtk; 0,42cm/dtk; dan 0,52cm/dtk. Dari hasil pengujian ini menunjukkan hubungan antara kadar aspal dengan permeabilitas dimana bertambahnya abu sekam padi maka nilai permeabilitas pada benda uji akan menurun, ini disebabkan karena bertambahnya variasi maka volume rongga yang ada pada benda uji semakin berkurang akibat tertutupnya rongga tersebut oleh film aspal sehingga waktu untuk mengalirkan air akan lebih lama.

4. Kesimpulan dan Saran

4.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil dari penelitian dan pembahasan pengaruh penambahan abu sekam padi sebagai polimer terhadap marshall dan permeabilitas diperoleh kesimpulan bahwa abu sekam padi yang digunakan penelitian ini menggunakan persentase sebesar 0,5%-2,5%. Uji marshall dan permeabilitas didapati hasil persentase terbaik yaitu pada kadar 0,5%. Penambahan abu sekam padi terhadap aspal berpori dapat meningkatkan stabilitas nilai *marshall* sebesar 546,6 kg. Hasil analisa waktu pengaliran air aspal geopori diperoleh hasil sebesar 0,5 cm/dtk. Ini menunjukkan aspal geopori menggunakan abu sekam padi sebagai bahan polimer dapat meloloskan air dengan baik karena memenuhi spesifikasi 0,1 cm/dtk – 0,5 cm/dtk

4.2 Saran

Dari hasil penelitian terhadap penggunaan abu sekam padi sebagai pengganti *filler* dapat diberikan saran-saran sebagai berikut:

1. Dalam penelitian selanjutnya disarankan dilakukan tes abrasi dengan mesin *Los Angeles*. Perlu dilakukan penelitian yang lebih lanjut dengan penambahan zat aditif lainnya yang memiliki spesifikasi khusus untuk aspal porus maupun jenis perkerasan lain yang dapat meningkatkan nilai stabilitas agar didapatkan spesifikasi yang lebih baik lagi.
2. Pada penelitian ini tidak mencari ikatan kimia, sehingga perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk mencari bagaimana pengaruh ikatan kimia pada abu sekam padi.
3. Permeabilitas dalam penelitian ini hanya melihat aliran air arah vertikal. Diharapkan pada penelitian selanjutnya dapat diperhitungkan juga arah horizontal sesuai dengan kemiringan permukaan beton aspal.

Daftar Kepustakaan

- Hadiwisastra, S., 2009. Kondisi Aspal Alam dalam Cekungan Buton. Riset Geologi dan Pertambangan 19, 49–57.
- Herman Fithra, Burhanuddin, Karmilia Biza, 2014, Karakteristik Campuran Perkerasan Semi Lentur Yang Ditinjau Dari Uji Durabilitas, Teras Jurnal, Vol.4, No.2, September 2014, pp. 50-57

- Isma, S., Sembiring, S., Simanjuntak, W., 2019. Karakteristik Fungsional Dan Sifat Fisis Aspal Akibat Penambahan Silika Sekam Padi 07, 6.
- Ismadarni, I., Risman, R., Kasan, M., 2013. Karakteristik Beton Aspal Lapis Pengikat (Ac-bc) Yang Menggunakan Bahan Pengisi Pengisi (*Filler*) Abu Sekam Padi. MEKTEK 15.
- Putri, E.E., Hermistanora, H., Adji, B.M., 2020. Studi Penggunaan Limbah Styrofoam Pada Perkerasan Aspal Geopori. Rang Teknik Journal 3, 167–172.
- Putri Rahma Witri, W., Khadavi, S.T., MT, K., Veronika, S.T., MT, V., 2022. Pengaruh Penambahan Abu Sekam Padi Sebagai Filler Pada Campuran Aspal Beton Ac-Wc (Phd Thesis). Universitas Bung Hatta.
- Ramdhani, F., Suhanggi, S., Rhoma, B.H., 2018. Kadar Optimum Filler Asbuton Butir T. 5/20 Dalam Campuran Perkerasan Asphalt Concrete-Wearing Course (Ac-Wc). Jurnal Kajian Teknik Sipil 3, 32–38.
- Rianto, R.H., 2007. Pengaruh Abu Sekam Padi sebagai *Filler* dalam Campuran Aspal Emulsi, Skripsi Universitas Parahyangan, Bandung.
- Sembung, N.T., Sendow, T.K., Palenewen, S.C., 2020. Analisa Campuran Aspal Geopori Menggunakan Material Dari Kakaskasen Kecamatan Tomohon Utara Kota Tomohon. Jurnal Sipil Statik 8.
- Spesifikasi Umum Bina Marga, 2018. Spesifikasi Umum Bina Marga. Direktorat Jendral Bina Marga. Dep. Pekerj. Umum.
- Sukirman, S., 2003. Beton Aspal Campuran Panas.
- Veranita, V., 2018. Penentuan Kadar Aspal Optimum Campuran Aspal Geopori Menggunakan Retona Blend 55 dengan Metode Australia. Jurnal Teknik Sipil dan Teknologi Konstruksi 2.
- Wayan Diana, I., 2000. Sifat-sifat teknik dan permeabilitas pada aspal geopori.
- Widhianto, B., Setyawan, A., Sarwono, D., 2013. Desain Aspal Geopori dengan Gradasi Seragam Sebagai Bahan Konstruksi Jalan yang Ramah Lingkungan. Matriks Teknik Sipil 1.
- Widyastuti, S., Setyawan, A., Sumarsono, A., 2013a. Desain Aspal Geopori Menggunakan Gravel Bergradasi Seragam yang Ramah Lingkungan. Matriks Teknik Sipil 1.
- Widyastuti, S., Setyawan, A., Sumarsono, A., 2013b. Desain Aspal Geopori Menggunakan Gravel Bergradasi Seragam yang Ramah Lingkungan. Matriks Teknik Sipil 1.