

## Kajian Perencanaan Efektivitas Aspal Geopori Dengan Penggunaan *Filler* Abu Sekam Padi Pada Perkerasan Jalan Raya

### *Study of the Planning Effectiveness of Geopore Asphalt Using Rice Husk Ash Filler on Road Pavements*

**Boby Alexander Simangunsong<sup>1)</sup>, Rizky Franchitika<sup>2)</sup>**

<sup>1,2)</sup>Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik dan Komputer,  
Universitas Harapan Medan, Indonesia. JL. H.M. JONI NO. 70C MEDAN  
Telp. (061) 7366804 Website: [unharharapan.ac.id](http://unharharapan.ac.id)

\*Corresponding author: [bobyalexander.bas@gmail.com](mailto:bobyalexander.bas@gmail.com), [rizky.franchitika@gmail.com](mailto:rizky.franchitika@gmail.com)

#### Abstrak

Jalan raya merupakan transportasi yang sangat penting dalam menunjang berbagai kegiatan sosial dan perekonomian. Tujuan pembangunan jalan diantaranya adalah menyelenggarakan terwujudnya lalu lintas yang aman, cepat, dan nyaman. Kondisi jalan yang sering tergenang air dengan cukup lama dapat mengakibatkan kerusakan pada jalan dan gangguan kenyamanan pengendara. Sehingga Perlu dilakukan pemodifikasian pada aspal biasa dengan aspal yang memiliki daya resap air yang cukup baik dan diharapkan dapat membantu mengatasi permasalahan yang ada. Dalam eksperimen ini, abu sekam padi digunakan sebagai bahan pengisi (*filler*) pada perkerasan jalan dengan tujuan untuk meningkatkan daya resap air dan kekuatan pada perkerasan aspal. Metode yang digunakan yaitu dengan menggunakan uji tes *Marshall* dan permeabilitasnya. Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan, di dapatkan harga dari stabilitas, *flow*, *VIM*, *VMA*, *VFB*, *MQ* dan *permeability* dengan variasi kadar aspal dan *filler* yang digunakan sebesar: 2% *filler* & 4,5% aspal; 2% *filler* & 5,9% aspal; 3,5% *filler* & 4,5% aspal; 3,5% *filler* & 5,9% aspal. Penambahan abu sekam padi pada aspal geopori memenuhi spesifikasi *Australian Asphalt Pavement Association (AAPA)*, 1997; 2004.

**Kata Kunci:** *Geopori, Marshall, Permeabilitas.*

#### Abstract

Highways are a very important form of transportation in supporting various social and economic activities. The purpose of road construction includes ensuring safe, fast and comfortable traffic. Road conditions that are often flooded for a long time can cause damage to the road and disrupt driver comfort. so it is necessary to modify ordinary asphalt with asphalt that has good water absorption capacity and is expected to help overcome existing problems. In this experiment, rice husk ash is used as a filler in road pavement with the aim of increasing water absorption and strength in asphalt pavement. The method used is by using the *Marshall* test and its permeability. Based on the test results, the values of stability, *flow*, *VIM*, *VMA*, *VFB*, *MQ*, and *permeability* were obtained with variations in asphalt and filler content used as follows; 2% filler & 4.5% asphalt; 2% filler & 5.9% asphalt; 3.5% filler & 4.5% asphalt; 3.5% filler & 5.9% asphalt. The addition of rice husk ash to geoporous asphalt meets the specifications of the *Australian asphalt pavement association (AAPA)*, 1997; 2004.

**Keywords:** *Geopori, Marshall, permeability.*

## PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi konstruksi jalan di Indonesia dari waktu ke waktu akan terus meningkat. Berhubungan dengan hal tersebut kita harus berusaha untuk bisa memecahkan masalah-masalah teknis yang dihadapi dalam pembangunan jalan, terutama untuk masalah bahan perkerasan jalan. Struktur perkerasan jalan harus direncanakan untuk dapat mendukung dengan baik perubahan-perubahan kondisi tersebut.

Disisi lain kondisi iklim di Indonesia juga sering mengalami ketidak stabilan pada suhu, Ini sangat mempengaruhi pada keawetan dan kekuatan dari lapisan perkerasan jalan. Dalam pembuatan jalan di Indonesia rata-rata masih menggunakan campuran aspal beton (*Asphalt Concrete*). Campuran dari pada aspal beton ini terdiri dari aspal, agregat, dan material pengisi. Adapun penelitian ini dilakukan karena mengetahui keadaan aspal yang sering mengalami kerusakan diakibatkan genangan air pada ruas jalan dalam situasi yang cukup lama, maka dari itu diperlukan pemodifikasian aspal biasa dengan aspal yang memiliki daya resap air yang cukup baik dan diharapkan dapat membantu dalam mengatasi permasalahan yang ada. Salah satu solusinya adalah dengan menerapkan aspal geopori.

Geopori merupakan material yang memiliki daya serap (*permeability*) yang cukup tinggi Pembuatan perkerasan aspal geopori 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 (Bambang Sunendar P, 2009).

Dalam penelitian ini aspal geopori yang dimaksud akan dimodifikasi dengan penggunaan *filler* abu sekam padi yang diterapkan pada campuran aspal berpori sebagai bahan tambah pengikatnya (*polymer*). Dalam merencanakan tebal perkerasan lentur menggunakan aspal sebagai bahan pengikat, perkerasan pada lapisan-lapisan yang bersifat memikul beban dan yang dapat menyebarkan ke *drainase* dan tanah dasar. Salah satu keefektifan polimer dalam aspal adalah untuk meningkatkan ketahanan aspal terhadap deformasi permanen pada suhu tinggi tanpa merugikan sifat aspal atau bitumen pada temperatur lainnya.

Abu sekam padi merupakan bahan limbah yang dihasilkan dari pembakaran sekam padi. Proses pembakaran sekam padi hingga menjadi abu, bertujuan untuk membantu menghilangkan kandungan kimia organik dan meninggalkan silika yang cukup banyak sehingga memiliki perilaku seperti semen. Proses pembakaran akibat panas yang terjadi akan menghasilkan perubahan struktur silika yang berpengaruh pada dua hal yaitu tingkat aktivitas *pozzolan* dan kehalusan butiran abu (Ridwan dan Nadia, 2017).

Abu sekam padi digunakan untuk mengisi rongga-rongga dalam butiran-butiran agregat pengisi campuran suatu struktur jalan termasuk 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. 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. Dari uraian di atas adalah merupakan latar belakang saya, dengan itu saya merasa

tertarik mengambil judul penelitian “Kajian Perencanaan Efektivitas Aspal Geopori Dengan Penggunaan *Filler* Abu Sekam Padi Pada Perkerasan Jalan Raya”.

## METODOLOGI PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam penelitian ini dengan uji tes *Marshall* dan permeabilitas pada aspal geopori tersebut (Eksperimen).

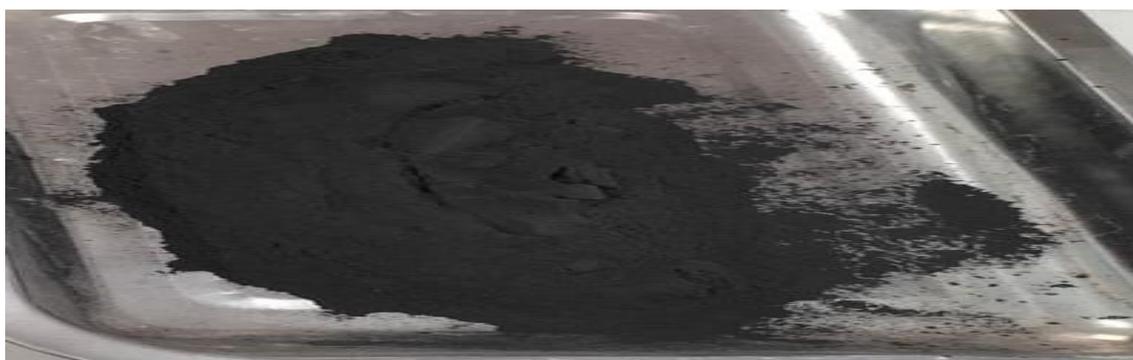
### Lokasi Penelitian

Lokasi yang dipilih sebagai tempat penelitian dilakukan di *AMP* Laboratorium PT. Hakaaston, Kwala Besilam, Kec. Tanjung pura, Kab. Langkat, Prov. Sumatera Utara, Indonesia.



**Gambar 1.** Lokasi Penelitian

*Sumber: Google Earth, 2024.*



**Gambar 2.** Abu Sekam Padi

*Sumber: Data Pribadi, 2024.*

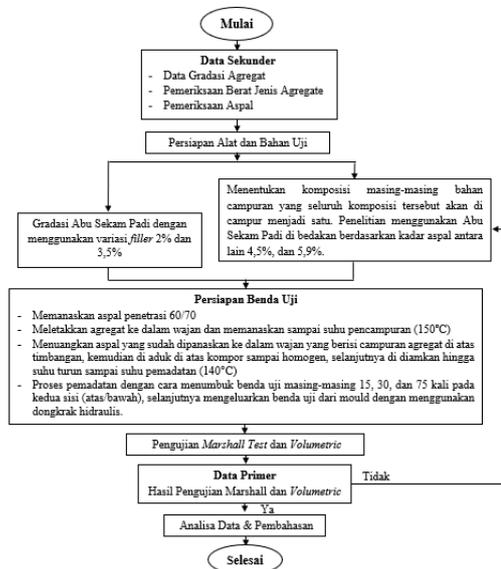
### Material

*Material* (agregat halus dan kasar) yang digunakan dalam penelitian ini berasal dari *Quari AMP*. Adapun aspal yang digunakan adalah aspal pertamina penetrasi 60/70. Selanjutnya bahan pengisi (*Filler*) yang digunakan dalam campuran aspal adalah abu sekam padi yang didapat dari pabrik/Kilang pengolahan padi ditanjung pura seperti terlihat pada Gambar 2.

## Data Yang Diperlukan

Jenis data yang digunakan adalah data primer dan data sekunder. Pada Penelitian ini data yang diperlukan adalah data permeabilitas dan *Marshall test* yang terdiri dari uji *flow*, stabilitas, *marshall quotient (MQ)*, *density*, *VIM*, *VFB*, dan *VMA*.

## Tahap Penelitian



Gambar 3. Bagan Alir Penelitian

Sumber: Data Lapangan, 2024.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Karakteristik Aspal Geopori

Geopori merupakan material yang memiliki daya serap (*permeability*) yang cukup tinggi. Pembuatan perkerasan aspal geopori 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. Sebelum melakukan percobaan pembuatan sampel dalam penelitian ini, terlebih dahulu dilakukan percobaan berat jenis agregat (*specific gravity*) serta distribusi ukuran butiran agregat atau analisa saringan, penyerapan dan sampel *filler*.

### Analisa Saringan Agregat

Bahan agregat yang digunakan pada penelitian ini, yang terdiri dari agregat kasar dan halus yang mempunyai beberapa jenis yang didefinisikan antara lain yaitu, agregat kasar, agregat medium dan agregat halus, serta abu sekam padi sebagai pengganti *filler* yang didapat dari kilang pengolahan padi di tanjung pura, dan agregat yang berasal dari laboratorium hakaaston tanjung pura. Hasil pemeriksaan karakteristik agregat sesuai dengan metode pengujian yang disyaratkan oleh Bina Marga dan (AAPA), 1997; 2004.

### Agregat Saringan Fraksi *Filler* 2%

Komposisi campuran AC-WC yang terdiri dari 4 fraksi yaitu agregat kasar (CA), medium (MA), abu batu (FA), dan pasir (FS). Persentasi pemakaian agregat dikalikan

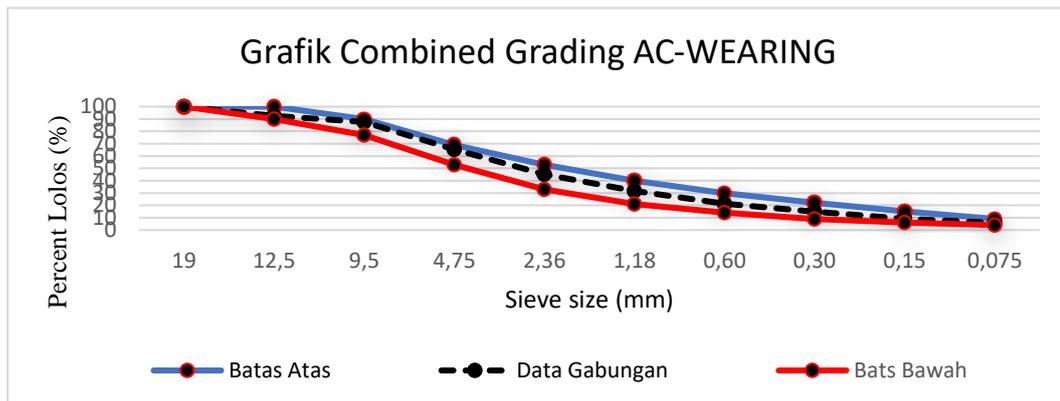
dengan % lolos masing-masing agregat, sehingga didapatkan gradasi agregat gabungan dan sesuai dengan (Spesifikasi Umum Bina Marga, 2018), seperti terlihat pada tabel 1. dibawah ini:

**Tabel 1.** Agregat Saringan Lolos Dan Persentasi Pemakaian Varian

Description	Sieve Size										
Description	Sieve Size										
Inch	3/4"	1/2"	3/8"	# 4	# 8	# 16	# 30	# 50	# 100	# 200	
Mm	19,0	12,5	9,5	4,75	2,36	1,18	0,600	0,300	0,150	0,075	
<b>Grading Material</b>											
FA NATURAL SAND	100,00	100,00	100,00	98,19	88,37	80,08	49,96	28,12	7,09	2,16	
FA ABU BATU	100,00	100,00	100,00	97,17	68,36	41,52	30,18	22,41	15,25	8,84	
MA	100,00	100,00	89,89	39,60	15,88	9,78	4,09	1,73	0,90	0,50	
CA 3/4"	100,00	41,95	31,61	2,26	1,38	0,84	0,54	0,42	0,22	0,22	
Filler	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	
<b>Combined Grading</b>											
FA NATURAL SAND	13,0%	13,00	13,00	13,00	12,77	11,49	10,41	6,49	3,66	0,92	0,28
FA ABU BATU	38,0%	38,00	38,00	38,00	36,92	25,98	15,78	11,47	8,52	5,80	3,36
MA	34,0%	34,00	34,00	30,56	13,47	5,40	3,33	1,39	0,59	0,31	0,17
CA 3/4"	13,0%	13,00	5,45	4,11	0,29	0,18	0,11	0,07	0,05	0,03	0,03
Filler	2,0%	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00
Total	100%	100,00	92,45	87,67	65,45	45,04	31,62	21,42	14,81	9,05	5,84
Spec Max	100,0	100,0	90,0	69,0	53,0	40,0	30,0	22,0	15,0	9,0	
Spec Min	100,0	90,0	77,0	53,0	33,0	21,0	14,0	9,0	6,0	4,0	

Sumber: Laboratorium, 2024.

Berdasarkan tabel 1. didapatkan % pemakaian agregat kasar (CA) sebesar 13%, agregat medium (MA) sebesar 34%, abu batu (FA) sebesar 38%, dan pasir (FS) sebesar 13%. Spesifikasi batas atas, batas tengah dan batas bawah pada tabel 1 telah memenuhi spesifikasi Umum Bina Marga. Grafik gradasi gabungan agregat dapat dilihat pada gambar 4.



**Gambar 4.** Grafik Campuran Agregat

Sumber: Data Pribadi, 2024.

Berdasarkan gambar 4 dapat dilihat bahwa gradasi gabungan agregat berada tepat diantara batas atas dan batas bawah, tidak bersinggungan dan artinya gradasi gabungan ini telah memenuhi spesifikasi Umum Bina Marga, 2018. Sehingga dapat dipergunakan sebagai bahan pembuatan benda uji.

### Agregat Saringan Fraksi Filler 3,5%

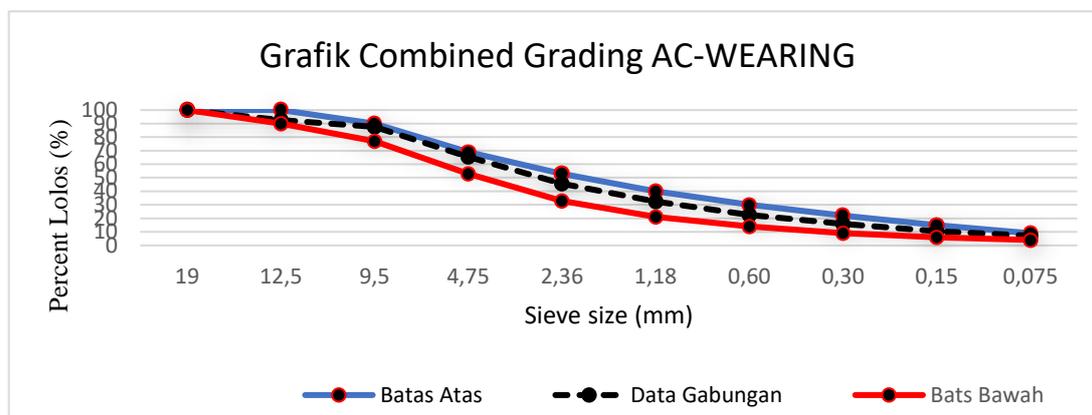
Komposisi campuran AC-WC yang terdiri dari 4 fraksi yaitu agregat kasar (CA), agregat medium/średang (MA), dan agregat halus yang dibagi jadi 2 yaitu abu batu (FA), dan pasir (FS). Persentasi pemakaian agregat dikalikan dengan % lolos masing-masing agregat, sehingga didapatkan gradasi agregat gabungan sesuai dengan tiap-tiap ukuran saringan yang digunakan dengan varian *presentase* yang ditentukan dan sesuai dengan (Spesifikasi Umum Bina Marga, 2018), seperti terlihat pada tabel 2. dibawah ini.

**Tabel 2.** Agregat Saringan Lolos Dan Persentasi Pemakaian Varian

Description	Sieve Size										
	Inch	3/4"	1/2"	3/8"	# 4	# 8	# 16	# 30	# 50	# 100	# 200
	mm	19,0	12,5	9,5	4,75	2,36	1,18	0,600	0,300	0,150	0,075
<b>Grading Material</b>											
FA NATURAL SAND	100,00	100,00	100,00	98,19	88,37	80,08	49,96	28,12	7,09	2,16	
FA ABU BATU	100,00	100,00	100,00	97,17	68,36	41,52	30,18	22,41	15,25	8,84	
Ma	100,00	100,00	89,89	39,60	15,88	9,78	4,09	1,73	0,90	0,50	
CA 3/4"	100,00	41,95	31,61	2,26	1,38	0,84	0,54	0,42	0,22	0,22	
Filler	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	
<b>Combined Grading</b>											
FA NATURAL SAND	13,0%	13,00	13,00	13,00	12,77	11,49	10,41	6,49	3,66	0,92	0,28
FA ABU BATU	36,5%	36,50	36,50	36,50	35,47	24,95	15,16	11,02	8,18	5,57	3,23
Ma	34,0%	34,00	34,00	30,56	13,47	5,40	3,33	1,39	0,59	0,31	0,17
CA 3/4"	13,0%	13,00	5,45	4,11	0,29	0,18	0,11	0,07	0,05	0,03	0,03
Filler	3,50%	3,50	3,50	3,50	3,50	3,50	3,50	3,50	3,50	3,50	3,50
Total	100%	100,00	92,45	87,67	65,49	45,52	32,50	22,47	15,98	10,32	7,20
Spec Max		100,0	100,0	90,0	69,0	53,0	40,0	30,0	22,0	15,0	9,0
Spec Min		100,0	90,0	77,0	53,0	33,0	21,0	14,0	9,0	6,0	4,0

Sumber: Laboratorium, 2024.

Berdasarkan tabel 2 didapatkan % pemakaian agregat kasar (CA) sebesar 13%, agregat *Medium* (MA) sebesar 34%, abu batu (FA) sebesar 36,5% dan pasir (FS) sebesar 13%. Spesifikasi batas atas dan batas bawah pada tabel 2 telah memenuhi (Spesifikasi Umum Bina Marga, 2018). Grafik gradasi gabungan agregat dapat dilihat pada gambar 5 dibawah ini.



**Gambar 5.** Grafik Campuran Agregat

Sumber: Data Pribadi, 2024.

Berdasarkan gambar 5 dapat dilihat bahwa gradasi gabungan agregat beada tepat diantara batas atas dan batas bawah, tidak bersinggungan dan artinya gradasi gabungan ini telah memenuhi spesifikasi Umum Bina Marga.

### Komposisi Agregat Dan Job Mix Design

Komposisi agregat yang digunakan memiliki variasi persentase sesuai dengan spesifikasi nya. Terdapat 4 Jenis variasi komposisi dalam perencanaan aspal yaitu seperti, 2% filler & 4,5% aspal, 2% filler & 5,9% aspal, 3,5% filler & 4,5% aspal, serta 3,5% filler & 5,9% aspal. Dan dalam setiap variasi penggunaannya memiliki hasil yang berbeda dengan pengolahan data yang dilakukan dengan cara yang sama.

**Tabel 3.** Komposisi 2% Filler & 4,5% Aspal

Komposisi aggregate	Persentase agregat (%)	Timbangan (gr)	Hasil (gr)
Pasir	13	1.146	148,98
Abu Batu	38	1.146	435,5
MA ( <i>Medium Aggregate</i> )	34	1.146	389,6
CA ( <i>Coarse Aggregate</i> )	13	1.146	148,98
Filler	2	1.146	22,92
Aspal	4,5	1.200	54

Sumber: Laboratorium, 2024.

Jadi, dalam Tabel ini dapat disimpulkan bahwa dengan menggunakan kadar aspal 4,5% diketahui berat dari kadar aspal tersebut ialah sebesar 54 gr, sehingga berat total dari kadar agregat dan filler diperoleh sebesar 1.146 gr.

**Tabel 4.** Job Mix Design 2% Filler & 4,5% Aspal

Gradasi	Aspal (%)	Filler (%)	Timbangan material	
			individu	Kumulatif
3/4	4,5	2	0	0
1/2	4,5	2	86,5	86,5
3/8	4,5	2	54,8	141,3
No.4	4,5	2	254,7	396
No.8	4,5	2	233,8	629,8
No.16	4,5	2	153,8	783,6
No.30	4,5	2	116,9	900,5
No.50	4,5	2	75,7	976,2
No.100	4,5	2	66,0	1.042,3
No.200	4,5	2	36,8	1.079,1
Pan	4,5	2	66,9	1.146

Sumber: Laboratorium, 2024.

Data pada tabel diatas menjelaskan mengenai *Job mix design* pada pembuatan benda uji secara komposisi keseluruhan tiap-tiap analisa saringan agregat dan memadukannya pada hasil kumulatif.

**Tabel 5.** Komposisi 2% *Filler* & 5,9% Aspal

<i>Komposisi aggregate</i>	<i>Persentase agregat (%)</i>	<i>Timbangan (gr)</i>	<i>Hasil (gr)</i>
<i>Pasir</i>	13	1.129,2	146,8
<i>Abu Batu</i>	38	1.129,2	429,1
<i>MA (Medium Aggregate)</i>	34	1.129,2	383,9
<i>CA (Coarse Aggregate)</i>	13	1.129,2	146,8
<i>Filler</i>	2	1.129,2	22,58
<i>Aspal</i>	5,9	1.200	70,8

Sumber: Laboratorium, 2024.

Jadi, dalam perhitungan ini dapat disimpulkan bahwa dengan menggunakan kadar aspal 5,9% diketahui berat dari kadar aspal tersebut ialah sebesar 70,8 gr, sehingga berat total dari kadar agregat dan *filler* diperoleh sebesar 1.129,2 gr.

**Tabel 6.** Job Mix Design 2% *Filler* & 5,9% Aspal

<i>Gradasi</i>	<i>Aspal (%)</i>	<i>Filler (%)</i>	<i>Timbangan material</i>	
			<i>individu</i>	<i>Kumulatif</i>
<i>3/4</i>	5,9	2	0	0
<i>1/2</i>	5,9	2	85,2	85,2
<i>3/8</i>	5,9	2	54,0	139,2
<i>No.4</i>	5,9	2	251,0	390,2
<i>No.8</i>	5,9	2	230,4	620,6
<i>No.16</i>	5,9	2	151,6	772,2
<i>No.30</i>	5,9	2	115,2	887,3
<i>No.50</i>	5,9	2	74,6	961,9
<i>No.100</i>	5,9	2	65,1	1.027,0
<i>No.200</i>	5,9	2	36,3	1.063,6
<i>Pan</i>	4,5	2	43,3	1.1106,6

Sumber: Laboratorium, 2024.

Data pada tabel diatas menjelaskan mengenai *Job mix design* pada pembuatan benda uji secara komposisi keseluruhan tiap-tiap analisa saringan agregat dan memadukan pada hasil kumulatif.

**Tabel 7.** Komposisi 3,5% *Filler* & 4,5% Aspal

<i>Komposisi aggregate</i>	<i>Persentase agregat (%)</i>	<i>Timbangan (gr)</i>	<i>Hasil (gr)</i>
<i>Pasir</i>	13	1.146	146,8
<i>Abu Batu</i>	36,5	1.146	418,3
<i>MA (Medium Aggregate)</i>	34	1.146	389,3
<i>CA (Coarse Aggregate)</i>	13	1.146	146,8
<i>Filler</i>	3,5	1.146	40,11
<i>Aspal</i>	4,5	1.200	54

Sumber: Laboratorium, 2024.

Jadi, dalam perhitungan ini dapat disimpulkan bahwa dengan menggunakan kadar agregat aspal 4,5% diketahui berat dari kadar aspal tersebut ialah 54 gr, sehingga berat total dari kadar agergat dan *filler* diperoleh sebesar 1.129,2 gr.

**Tabel 8.** Job Mix Design 3,5% *Filler* & 4,5% Aspal

Gradasi	Aspal (%)	Filler (%)	Timbangan material	
			individu	Kumulatif
3/4	4,5	3,5	0	0
1/2	4,5	3,5	86,5	86,5
3/8	4,5	3,5	54,8	141,3
No.4	4,5	3,5	254,2	395,5
No.8	4,5	3,5	228,9	624,4
No.16	4,5	3,5	149,2	773,6
No.30	4,5	3,5	114,9	888,5
No.50	4,5	3,5	74,4	962,9
No.100	4,5	3,5	64,8	1.027,7
No.200	4,5	3,5	35,7	1.063,4
Pan	4,5	3,5	82,51	1.146,0

Sumber: Laboratorium, 2024.

Data pada tabel diatas menjelaskan mengenai *Job mix design* pada pembuatan benda uji secara komposisi keseluruhan tiap-tiap analisa saringan agregat dan memadukan pada hasil kumulatif.

**Tabel 9.** Komposisi 3,5% *Filler* & 5,9% Aspal

Komposisi aggregate	Persentase agregat (%)	Timbangan (gr)	Hasil (gr)
Pasir	13	1.129,2	146,8
Abu Batu	36,5	1.129,2	412,2
MA (Medium Aggregate)	34	1.129,2	383,9
CA (Coarse Aggregate)	13	1.129,2	146,8
Filler	3,5	1.129,2	39,52
Aspal	5,9	1.200	70,8

Sumber: Laboratorium, 2024.

Jadi, dalam perhitungan ini dapat disimpulkan bahwa dengan menggunakan kadar aspal 5,9% diketahui berat kadar aspal tersebut ialah sebesar 70,8 gr, sehingga berat total dari kadar agregat dan *filler* diperoleh sebesar 1.129,2 gr.

**Tabel 10.** Job Mix Design 3,5% *Filler* & 4,5% Aspal

Gradasi	Aspal (%)	Filler (%)	Timbangan material	
			individu	Kumulatif
3/4	5,9	3,5	0	0
1/2	5,9	3,5	85,2	85,2
3/8	5,9	3,5	54,0	139,2
No.4	5,9	3,5	250,5	389,7
No.8	5,9	3,5	225,5	615,2
No.16	5,9	3,5	147,0	762,2
No.30	5,9	3,5	113,2	875,5
No.50	5,9	3,5	73,3	948,8
No.100	5,9	3,5	63,9	1.012,6
No.200	5,9	3,5	35,2	1.047,8
Pan	5,9	3,5	81,32	1.129,2

Sumber: Laboratorium, 2024.

Data pada tabel diatas menjelaskan mengenai *Job mix design* pada pembuatan benda uji secara komposisi keseluruhan tiap-tiap analisa saringan agregat dan memadukan pada hasil kumulatif.

### Pengujian Abu Sekam Padi

Abu sekam padi merupakan bahan limbah yang dihasilkan dari pembakaran sekam padi. Proses pembakaran sekam padi hingga menjadi abu, bertujuan untuk membantu menghilangkan kandungan kimia organik dan meninggalkan silika yang cukup banyak sehingga memiliki perilaku seperti semen (Ridwan dan Nadia, 2017). Adapun kandungan zat kimia lainnya yang dihasilkan dari ab sekam padi ini ialah seperti, Aluminium Oksida (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>), Besi III Oksida (Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>), Kalsium Oksida (CaO), Magnesium Oksida (MgO), Natrium Oksida (Na<sub>2</sub>O), Kalium Oksida (2,31) (Bustanul, 2001).

### Pengujian Aspal Pen 60/70

Aspal yang digunakan untuk bahan pengikat pada pembuatan benda uji dalam penelitian ini adalah aspal pertamina pen 60/70. Dari pemeriksaan laboratorium diperoleh hasil bahwa aspal pertamina pen 60/70 memenuhi standar pengujian sebagai bahan pengikat campuran agregat.

**Tabel 11.** Pengujian Aspal Pen 60/70

No	Pengujian	Satuan	Metode	Hasil pengujian	Spesifikasi Min-Max
1	Penetrasi pada 25°C	0,1 mm	ASTM D5	63	60-70
2	Titik lembek	°C	ASTM D36	50,0	≥ 48
3	Daktalitas pada 25°C	cm	ASTM D113	150	≥ 100
4	Titik Nyala	°C	ASTM D92	342	≥ 232
5	Bj. bitument pada 25°C	gr/cc	ASTM D70	1,035	≥ 1,0
6	Kehilangan berat	%wt	ASTM D1754	0,17	≤ 0,8
7	Penetrasi pada 25°C setelah kehilangan berat	-	ASTM D1754/D5	79,61	≥ 54
8	Daktalisa pada 25°C setelah kehilangan berat	cm	ASTM D1754/D113	150	≥ 50

Sumber: Laboratorium, 2024.



**Gambar 6.** Pengujian Aspal Pen 60/70

Sumber: Data Pribadi, 2024.

Tabel 11. menunjukkan bahwa pengujian aspal penetrasi 60/70 Meliputi penetrasi, titik lembek, daktalitas, titik nyala, berat jenis, penetrasi setelah kehilangan berat, dan daktalitas setelah kehilangan berat. Semua pengujian aspal penetrasi 60/70 menunjukkan bahwa aspal penetrasi 60/70 sudah sesuai dengan spesifikasi yang telah ditentukan pada Revisi SNI 03-1737-1989.

### Perhitungan Marshall Test

Kadar aspal yang digunakan dalam penelitian ini ialah dengan 2 varian persentase aspal, yaitu dengan kadar aspal 4,5% dan 5,9%. Dalam setiap varian aspal nya memiliki 3 buah sampel (*bricket*) dan 3 ragam jenis (*compaction*) atau pukulan dalam setiap sampel nya. Semua hasil pengujian sudah sesuai dengan spesifikasi AAPA (*Australian Asphalt Pavement Association*), 1997.

**Tabel 12.** Hasil Pengujian *Marshall Test*

MARSHALL TEST																	
No.	Aggregate	A.C mixer	Weight (gram)			Volume	Unit Weight (g/cm <sup>3</sup> )		VMA	VIM	VFB	Flow	Stability marshall & correlation			Flow	Marshall
	(%)	(%)	Dry	SSD	In Water	cc	Volume Density	AASHTO T 209-74	(%)	(%)	(%)	Dist/rajaji	Calibration	actual calibration	cor-0,96	mm	Quotient
	a	b	c	d	e	f - d - e	g - cff	h	i	j	k	l	m	n - m * l	o	p	q - mfp
7	95,50	4,50	1197,8	1205,5	633,1	572,4	2,093		22,99	17,32	24,55	40	20,5	821,2	788,4	3,80	207
8	95,50	4,50	1198,2	1206,1	635,3	570,8	2,099		22,75	17,06	24,99	40	20,5	821,2	788,4	3,80	207
9	95,50	4,50	1195,2	1203,8	618,1	585,7	2,041		24,90	19,37	22,20	38	20,5	780,1	748,9	3,60	208
<b>Rata-rata data sampel 75 compaction 2% F &amp; 4,5% A</b>							<b>2,077</b>	<b>2,531</b>	<b>23,95</b>	<b>17,92</b>	<b>23,91</b>	<b>39,2</b>			<b>775,2</b>	<b>3,73</b>	<b>208</b>
16	94,10	5,90	1196,7	1206,2	633,1	573,1	2,088		24,28	15,80	34,92	45	20,5	923,9	886,9	3,50	253
17	94,10	5,90	1197,5	1207,7	641,5	566,2	2,115		23,21	14,72	36,85	46	20,5	944,4	906,6	3,70	245
18	94,10	5,90	1196,9	1206,5	635,3	571,2	2,095		24,02	15,51	35,42	45	20,5	923,9	886,9	3,50	253
<b>Rata-rata data sampel 75 compaction 2% F &amp; 5,9% A</b>							<b>2,099</b>	<b>2,480</b>	<b>23,87</b>	<b>15,34</b>	<b>35,72</b>	<b>45,3</b>			<b>886,9</b>	<b>3,57</b>	<b>251</b>
25	95,50	4,50	1196,3	1205,9	639,8	566,1	2,113		22,56	16,51	26,83	40	20,5	821,2	788,4	3,80	207
26	95,50	4,50	1197,9	1207,2	641,4	565,8	2,117		22,08	16,35	25,97	41	20,5	841,7	808,1	3,80	213
27	95,50	4,50	1197,5	1207,5	639,5	568,0	2,108		22,74	16,70	26,55	41	20,5	841,7	808,1	3,90	207
<b>Rata-rata data sampel 75 compaction 3,5% F &amp; 4,5% A</b>							<b>2,113</b>	<b>2,531</b>	<b>22,46</b>	<b>16,52</b>	<b>26,45</b>	<b>40,7</b>			<b>801,5</b>	<b>3,83</b>	<b>209</b>
34	94,10	5,90	1197,3	1207,5	641,4	568,8	2,115		23,63	14,72	37,71	43	20,5	882,8	847,5	3,70	229
35	94,10	5,90	1196,8	1206,9	650,6	556,3	2,151		22,32	13,25	40,20	41	20,5	841,7	808,1	3,50	231
36	94,10	5,90	1196,9	1207,1	650,6	556,3	2,152		22,21	13,24	40,62	43	20,5	882,8	847,5	3,70	229
<b>Rata-rata data sampel 75 compaction 3,5% F &amp; 5,9% A</b>							<b>2,139</b>	<b>2,480</b>	<b>22,75</b>	<b>13,74</b>	<b>39,63</b>	<b>42,3</b>			<b>834,4</b>	<b>3,63</b>	<b>230</b>

Sumber: Laboratorium, 2024.

Analisa data dari Tabel 12. penelitian yang ditinjau adalah: *Density, Stability, Flow, Voids in Mixed Aggregate (VMA), Voids Filled with Bitument (VFB), Voids in Mix (VIM), Marshall quotient (MQ), dan permeability.*

### Pengujian Permeabilitas

*Permeability* adalah kemampuan media yang porous untuk mengalirkan fluida. Setiap material dengan ruang kosong diantaranya disebut porous, dan apabila ruang kosong itu saling berhubungan maka ia akan memiliki sifat permeabilitas. Material dengan ruang kosong yang lebih besar biasanya mempunyai angka pori yang besar pula (Bowles, JE 1986 dalam Sarwono, 2007). Hasil pengujian permeabilitas dengan *filler* abu sekam padi dapat dilihat pada tabel 13. Dibawah dengan rumus persamaan:

$$K = \frac{Q}{A \times h}$$

*K* = Koefisien permeabilitas

*Q* = Debit aliran air (cm<sup>3</sup>/s)

*A* = Luas penampang sampel (cm<sup>2</sup>/s)

*h* = Penurunan tinggi air (s)

**Tabel 13.** Hasil Pengujian Permeabilitas

Kadar abu sekam & aspal	No	Waktu dalam second
<i>Filler 2% &amp; aspal 4,5% Compaction 75x</i>	1	0,165
	2	0,164
	3	0,162
	Rata <sup>2</sup>	0,164
<i>Filler 2% &amp; aspal 5,9% Compaction 75x</i>	1	0,150
	2	0,149
	3	0,151
	Rata <sup>2</sup>	0,150
<i>Filler 3,5% &amp; aspal 4,5% Compaction 75x</i>	1	0,136
	2	0,134
	3	0,136
	Rata <sup>2</sup>	0,135
<i>Filler 3,5% &amp; aspal 5,9% Compaction 75x</i>	1	0,100
	2	0,107
	3	0,109
	Rata <sup>2</sup>	0,108
<i>Filler 2% &amp; aspal 4,5% Compaction 15x</i>	1	0,237
	2	0,238
	3	0,239
	Rata <sup>2</sup>	0,238
Spesifikasi permeabilitas		0,1 – 0,5 cm/s

Sumber: Laboratorium, 2024.

Berdasarkan tabel 13. dapat dilihat bahwa pengujian permeabilitas ini memenuhi syarat spesifikasi Australian *Asphalt Pavement Association* (AAPA), 2024.

Semakin besar persentase penambahan kadar abu sekam padi maka semakin rendah nilai permeabilitasnya sehingga semakin lama waktu air mengalir. Diketahui bila nilai permeabilitas semakin rendah maka semakin kecilnya rongga dalam campuran, sehingga campuran dinyatakan tidak bersifat *porous* (berpori). Nilai permeabilitas tertinggi dan memenuhi nilai *Marshall* pada tabel diatas terdapat pada variabel rata-rata *filler 2% & aspal 4,5%* sebesar  $K = 0,164$  cm/s.

Pengujian permeabilitas dimaksud untuk mengetahui kemampuan perkerasan aspal berpori untuk mengalirkan air. Pengujian aspal berpori untuk semua tahapan telah sesuai dengan spesifikasi AAPA, 2004 dengan nilai 0,1-0,5 cm/s.

## Pembahasan

Dalam hasil penelitian yang dilakukan, diketahui bahwa variabel yang memiliki permeabilitas tertinggi yang memenuhi kualifikasi pengujian pada tes *Marshall* didapat pada variabel 2% *filler* dan 4,5% aspal sebesar 0,164 cm/s. Sedangkan untuk nilai *Marshall* stabilitas tertinggi yang memenuhi kualifikasi didapat pada variabel 2% *filler* dan 5,9% aspal sebesar 893,5 kg. Namun untuk permeabilitas tertinggi yang tidak memenuhi kualifikasi tes *Marshall* terdapat pada 2% *filler* & 4,5% aspal dengan *compaction 15x* atas/bawah sebesar 0,235 cm/s.

## SIMPULAN

Dari hasil penelitian dan pembahasan yang telah dilakukan, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Berdasarkan penelitian yang dilakukan, diketahui bahwa untuk variabel *filler* yang digunakan sebanyak 2 jenis variasi. Variabel yang digunakan dalam setiap

- eksperimen benda uji ialah sebesar: 2% *filler* & 4,5% aspal; 2% *filler* & 5,9% aspal; 3,5% *filler* & 4,5% aspal; 3,5% *filler* & 5,9% aspal;
2. Diketahui bahwa variabel yang memiliki permeabilitas tertinggi didapat pada variabel 2% *filler* dan 4,5% aspal sebesar 0,164 cm/s. Sedangkan untuk nilai *Marshall* stabilitas tertingginya didapat pada variabel 2% *filler* dan 5,9% aspal sebesar 893,5 kg. Namun untuk permeabilitas tertinggi yang tidak memenuhi kualifikasi tes *Marshall* terdapat pada 2% *filler* & 4,5% aspal dengan *compaction* 15x atas/bawah sebesar 0,235 cm/s. Jadi kesimpulannya didapat bahwa "Aspal Geopori" adalah aspal yang memiliki daya serap air yang lebih baik dibandingkan dengan aspal konvensional biasanya. Dan dengan mengetahui nilai permeabilitas geopori pada penelitian ini, telah memenuhi syarat spesifikasi yang sudah ditentukan. Untuk karakteristik yang dapat digunakan dalam penelitian ini, dengan melihat nilai permeabilitas dan *Marshall* sebaiknya menggunakan nilai variabel 2% *filler* dan 4,5% aspal dengan nilai permeabilitas sebesar 0,164 cm/s dan nilai stabilitas *Marshall* sebesar 775,2 kg.

## SARAN

Berdasarkan hasil penelitian, diusulkan beberapa saran sebagai berikut:

1. Disarankan untuk melakukan penelitian yang sama dengan menggunakan satu jenis *filler* abu sekam dan dengan kadar komposisi campuran agregat, yang berbeda.
2. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk menentukan kadar optimum dari persentasi pemakaian aspal dan *filler* yang digunakan tanpa mengorbankan sifat mekanis dan permeabilitasnya.
3. Sebelum diterapkan secara luas, perlu dilakukan uji coba dilapangan pada skala yang lebih besar untuk memverifikasi hasil laboratorium dan menilai efektifitas campuran dalam kondisi nyata.
4. Dan diperlukan ketelitian lebih maksimal dalam melakukan setiap pengujian *Marsall* dan permeabilitas pada benda uji yang ada.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis ucapkan banyak terima kasih kepada setiap orang dan instansi yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan tahapan penelitian ini sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian ini dengan baik.

## DAFTAR PUSTAKA

- Australian Asphalt Pavement Association. (1997). *Asphalt Paving Technology and Practices (1sted.)*. Sydney, Australia: Australian Asphalt Pavement Association, (AAPA).
- Australian Asphalt Pavement Association. (2004). *Asphalt Paving Technology and Practices (2nd ed.)*. Sydney, Australia: Australian Asphalt Pavement Association, (AAPA).
- AASHTO. (1997). *Standard Specifications for Transportation Materials and Methods of Sampling and Testing (18th ed.)*. Washington, D.C: American Association of State Highway and Transportation Officials.
- Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat. 2018. *Spesifikasi Umum untuk Pekerjaan Konstruksi Jalan dan Jembatan Divisi 6*. Jakarta. Direktorat Jenderal Bina Marga.
- Suryamiharja, Didik. 2021. *Studi Kinerja Campuran Aspal Porus Dan Limbah Plastik*. Makasar: Cv.Tohar Media.
- Saleh, S. M., Anggraini, R., & Aquina, H. (2014). *Karakteristik Campuran Aspal Porus dengan Substitusi Styrofoam pada Aspal Penetrasi 60/70*. *Jurnal Teknik Sipil ITB*, 21(3), 241-250.

- Yuanda, G. P., Jaya, Z., & Gani, F. A. (2021). *Uji Karakteristik Aspal Geopori Dengan Penambahan Fly Ash Pltu Pangkalan Susu. Jurnal Sipil Sains Terapan*, 4(02).
- Sevtiola, N. (2014). *Peningkatan Kualitas Nilai Penetrasi Aspal Sintetis Dari Campuran Plastik (Polipropilen) Dan Ban Bekas Dengan Penambahan Sulfur (Doctoral dissertation, Politeknik Negeri Sriwijaya)*.
- Ridwan, F. S., & Nadia, N. (2017). *Analisis Pengaruh Pemanfaatan Abu Sekam Sebagai Filler Pada Campuran Aspal Beton. Konstruksia*, 8(2), 1-8.
- Silvia, Sukirman, 1999. *Perkerasan Lentur Jalan Raya, media Granit*. Jakarta.
- Sarwono, D., & Wardhani, A. K. (2007). *Pengukuran Sifat Permeabilitas Campuran Porous Asphalt. Surakarta. Media Teknik Sipil*, 7(2), 131-138.
- Pohan, S. A. (2019). *Pengaruh Penambahan Abu Arang Kayu Pada Aspal Porus Terhadap Perkerasan Jalan (Doctoral dissertation, Universitas Islam Riau)*.