

PENGARUH LIMBAH FILTER EKSTRAKSI SEBAGAI BAHAN TAMBAH *FILLER* DALAM BETON ASPAL CAMPURAN *STONE MATRIC ASPHALT (SMA)*

Sukamto Hadi Mulyono

Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta, Indonesia

*Email: 911002132@uii.ac.id.

ABSTRAK

Perkembangan pembangunan di beberapa bidang saat ini semakin meningkat. Peningkatan ini secara langsung membawa dampak pada perkembangan di bidang transportasi, khususnya transportasi darat. Dalam pembangunan transportasi darat ini membutuhkan prasarana jalan berkelanjutan yang akan membutuhkan material sebagai bahan jalan yang cukup banyak. Untuk mengatasi masalah tersebut diatas, perlu mencari alternatif bahan lain agar bisa memanfaatkan sumber daya alam yang tersedia salah satunya adalah limbah filter ekstraksi yang ada di Laboratorium Jalan Raya, Jurusan Teknik Sipil FTSP UII, limbah filter ekstraksi agar bisa digunakan untuk memenuhi kebutuhan filler tersebut, diperlukan penelitian supaya bisa bermanfaat dengan baik. Limbah filter ekstraksi akan digunakan sebagai bahan tambah pada beton aspal campuran *Stone Matrix Asphalt (SMA)*. Sebagai komponen utama dalam campuran beton aspal *SMA*, adalah porsi agregat yang paling banyak jumlahnya hampir mencapai 93 s/d 95 % terhadap satuan berat, dan sisanya jumlah berat aspal sebagai bahan pengikat. Campuran beton aspal *SMA* biasanya dipakai untuk lapis permukaan (lapis aus) yang gradasi yang digunakan gradasi kasar menerus yang memenuhi spesifikasinya Bina Marga 2010 Revisi 3. Penelitian ini bertujuan; untuk mengetahui porsi (%) limbah filter ekstraksi sebagai bahan tambah Campuran beton aspal *SMA*, dan untuk mengetahui hasil penelitian tersebut menggunakan, karakteristik *Marshal test*, sehingga akan menghasilkan kadar aspal optimal (*KAO*). Dari hasil *Job Mix Design (JMD)* yang akan dilakukan menghasilkan nilai *Stabilitas Nilai Flow, VMA ; VFWA, VITM dan kadar aspal optimum (KAO)*. maka dari *KAO* tersebut dibuat sampel yang ditambahkan dengan limbah filter ekstraksi dengan porsi 0 %, 1%, 2%, 3%, dan 4 %

Kata kunci: Agregat, Campuran beton aspal *Stone Matrix Asphalt*, Gradasi, *Marshal*, Aspal, dan limbah filter ekstraksi

ABSTRACT

Development in several sectors is currently increasing. This growth has a direct impact on developments in transportation, particularly land transportation. The development of land transportation requires sustainable road infrastructure, which requires significant amounts of road materials. To overcome the above problems, it is necessary to find alternative materials to utilize available natural resources, one of which is the waste from the extraction filter at the Highway Laboratory, Department of Civil Engineering, FTSP UII. In order to be able to use the extraction filter waste to meet the filler needs, research is needed so that it can be used properly. Extraction filter waste will be used as an additive in the asphalt concrete mixture of *Stone Matrix Asphalt (SMA)*. As the main component in the *SMA* asphalt concrete mixture, it is the largest portion of aggregate, almost reaching 93 to 95% of the weight unit, and the rest of the weight of asphalt as a binder. The *SMA* asphalt concrete mixture is usually used for the surface layer (wearing layer) with a gradation of continuous coarse gradation that meets the specifications of Bina Marga 2010 Revision 3. This study aims to determine the portion (%) of extraction filter waste as an additive in the *SMA* asphalt concrete mixture, and to determine the results of the study using the characteristics of the *Marshal test*, so that it will produce optimal asphalt content (*KAO*). The *Job Mix Design (JMD)* results will yield Flow Stability, *VMA, VFWA, VITM, and optimum asphalt content (OAC)*. Samples will then be prepared from the *OAC* and added with extraction filter waste at 0%, 1%, 2%, 3%, and 4 % concentrations.

Keywords: Aggregate, *Stone Matrix Asphalt Concrete Mix*, Gradation, *Marshal*, Asphalt, and Extraction Filter Waste

PENDAHULUAN

Sejak Perkembangan pembangunan di beberapa bidang dilaksanakan, khususnya pembangunan jalan saat ini semakin meningkat. Peningkatan ini secara langsung membawa dampak pada perkembangan di bidang transportasi, khususnya transportasi darat. Dalam pembangunan transportasi darat ini membutuhkan prasarana jalan berkelanjutan akan membutuhkan material sebagai bahan jalan yang cukup banyak (Sukirman, 1999). Material tersebut semakin lama bisa berkurang akibat banyaknya penggunaan, untuk mengantisipasi masalah tersebut perlu dibutuhkan bahan alternatif penggunaan jenis material yang bisa digunakan untuk perkerasan jalan, oleh sebab itu diperlukan adanya penelitian agar bisa menyelesaikan masalah sekaligus bisa memberikan bahan alternatif sumber daya yang tersedia bisa digunakan secara optimal, dan mengetahui berapa kebutuhan porsi (%) maksimal yang bisa digunakan untuk perkerasan Jalan (Malik, 2015).

Bahan alternatif sumber daya adalah limbah *filter ekstraksi* yang ada di Laboratorium Jalan Raya, Jurusan Teknik Sipil FTSP UII, dari limbah praktikum menghasilkan limbah *filter ekstraksi*. Limbahnya selama ini belum dimanfaatkan secara optimum, oleh sebab itu perlu diadakan penelitian pemanfaatan limbah *filter ekstraksi*, sebagai material perkerasan jalan khususnya sebagai bahan tambah *filler*, untuk perkerasan jalan campuran *Split Mastic Aspal (SMA)*

Filler filter ekstraksi ini diperoleh dengan cara *filter ekstraksi* direndam dalam air selama 2-3 minggu agar lunak, kemudian dihaluskan (digiling dengan blender), terus dijemur hingga kering kemudian diblender lagi, kemudian disaring saringan # 200, berbutir halus dan berwarna kecoklatan, untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada “Gambar 1”.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh variasi kadar limbah filter ekstraksi terhadap karakteristik campuran aspal, khususnya campuran SMA. Diharapkan hasil penelitian ini dapat memberikan kontribusi dalam optimalisasi pemanfaatan limbah Laboratorium Jalan Raya FTSP UII, serta mendukung upaya pengembangan teknologi jalan berwawasan lingkungan dan berkelanjutan.



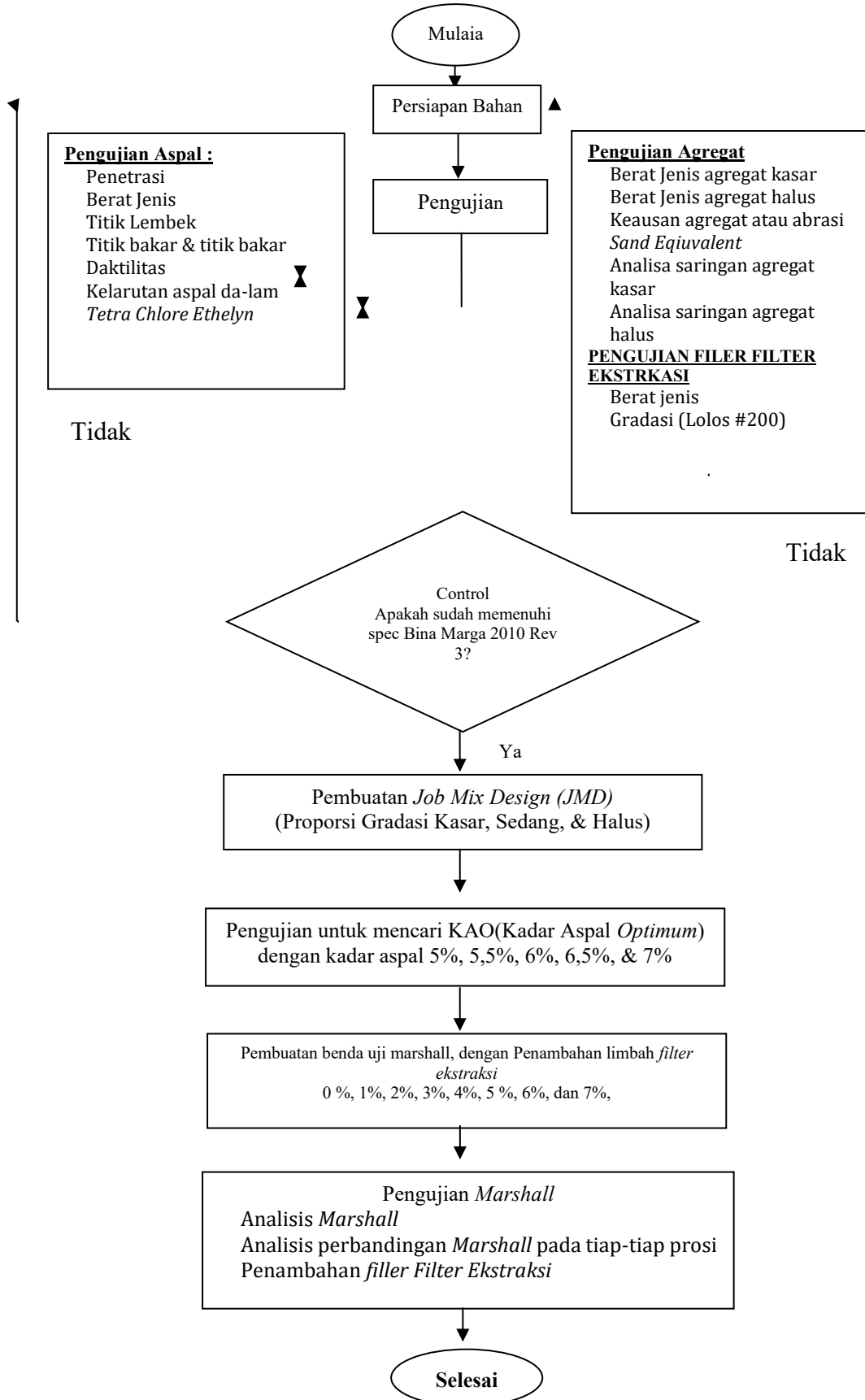
Gambar 1. Limbah *filter ekstraksi* dari hasil praktikum Ekstraksi

“Gambar 1”, limbah *filter ekstraksi*, sebagai bahan tambah *filler* perlu dilakukan penelitian untuk mengetahui apakah limbah *filter ekstraksi* bisa dipakai untuk bahan perkerasan jalan dengan campuran *SPLIT MASTIC ASPAL (SMA)*. Dengan pertimbangan diatas, maka perlu dicoba untuk penelitian tentang pengaruh limbah *filter ekstraksi* sebagai bahan tambah *filler* agregat halus dalam campuran beton aspal *SPLIT MASTIC ASPAL (SMA)*.

METODE PENELITIAN

Metode penelitian dengan melakukan pengujian propertis Material (agregat kasar, agregat sedang, agregat halus) dan pengujian Aspal, dengan menggunakan bagan alir dibawah ini

Bagan alir penelitian



Gambar 2. Bagan alir penelitian
Sumber: Subarkah (2015).

Setelah dilakukan pengujian analisa saringan agregat kasar dan halus diperoleh data pada Tabel 1, 2, 3, dan 4 berikut ini (Kementerian Pekerjaan Umum, Direktorat Jenderal Bina Marga, 2012).

Tabel 1. Hasil pengujian analisa saringan agregat kasar (*Coarse Agregate*)

No	Sieve		Berat (gram) Persen (%)			Berat (gram) Persen (%)			Rata-rata % lolos
	Inchi	mm	Tertahan	Tertata n	Lolos	Tertahan	Tertata n	Lolos	
1	1,0"	25,00 0	0,00	0,00	100,0 0	0,00	0,00	100,0 0	100,00
2	3/4"	19,00 0	116,03	5,82	94,18	116,78	5,84	94,16	94,17
3	1/2"	12,50 0	1268,78	69,42	30,58	1269,53	69,31	30,69	30,63
4	3/8"	9,500	479,70	93,47	6,53	480,45	93,34	6,66	6,60
5	# 4	4,750	109,90	98,98	1,02	110,65	98,87	1,13	1,08
6	# 8	2,360	4,16	99,19	0,81	4,91	99,11	0,89	0,85
7	# 200	0,075	7,92	99,58	0,42	8,67	99,55	0,45	0,43
8	PAN	0,000	8,31	100,00	0,00	9,06	100,00	0,00	0,00

Tabel 2. Hasil pengujian analisa saringan agregat sedang (*Medium Agregate*)

No	Sieve		Berat (gram) Persen (%)			Berat (gram) Persen (%)			Rata-rata % lolos
	Inchi	mm	Tertahan	Tertata n	Lolos	Tertahan	Tertata n	Lolos	
1	1,0"	25,00 0	0,00	0,00	100,0 0	0,00	0,00	100,0 0	100,00
2	3/4"	19,00 0	0,00	0,00	100,0 0	0,75	0,03	99,97	99,98
3	1/2"	12,50 0	152,71	6,87	93,13	153,46	6,92	93,08	93,11
4	3/8"	9,500	574,47	32,70	67,30	575,22	32,72	67,28	67,29
5	# 4	4,750	1198,74	86,59	13,41	1199,49	86,52	13,48	13,44
6	# 8	2,360	130,23	92,45	7,55	130,98	92,40	7,60	7,58
7	# 200	0,075	107,97	97,30	2,70	108,72	97,28	2,72	2,71
8	PAN	0,000	59,97	100,00	0,00	60,72	100,00	0,00	0,00

Tabel 3. Hasil pengujian analisa saringan agregat halus(*Filer Agregate*)

No	Sieve		Berat (gram) Persen (%)			Berat (gram) Persen (%)			Rata-rata % lolos
	Inchi	mm	Tertahan	Tertata n	Lolos	Tertahan	Tertata n	Lolos	
1	1,0"	25,00 0	0,00	0,00	100,0 0	0,00	0,00	100,0 0	100,00
2	3/4"	19,00 0	0,00	0,00	100,0 0	0,00	0,00	100,0 0	100,00
3	1/2"	12,50 0	0,00	0,00	100,0 0	0,00	0,00	100,0 0	100,00
4	3/8"	9,500	0,00	0,00	100,0 0	0,00	0,00	100,0 0	100,00
5	# 4	4,750	0,00	0,00	100,0 0	0,00	0,00	100,0 0	100,00
6	# 8	2,360	429,74	29,99	70,01	430,49	30,00	70,00	70,00
7	# 200	0,075	878,04	91,28	8,72	878,79	91,24	8,76	8,74
8	PAN	0,000	125,01	100,00	0,00	125,76	100,00	0,00	0,00

Tabel 4. Hasil pengujian analisa saringan Filer(*Fine Filer Agregate*)

No	Sieve		Berat (gram) Persen (%)			Berat (gram) Persen (%)			Rata-rata % lolos
	Inchi	mm	Tertahan	Tertata n	Lolos	Tertahan	Tertata n	Lolos	
1	1,0"	25,00 0	0,00	0,00	100,0 0	0,00	0,00	100,0 0	100,00
2	3/4"	19,00 0	0,00	0,00	100,0 0	0,00	0,00	100,0 0	100,00
3	1/2"	12,50 0	0,00	0,00	100,0 0	0,00	0,00	100,0 0	100,00
4	3/8"	9,500	0,00	0,00	100,0 0	0,00	0,00	100,0 0	100,00
5	# 4	4,750	0,00	0,00	100,0 0	0,00	0,00	100,0 0	100,00
6	# 8	2,360	0,00	0,00	100,0 0	0,00	0,00	100,0 0	100,00
7	# 200	0,075	89,17	4,47	95,53	89,92	4,50	95,50	95,52
8	PAN	0,000	225,71	15,79	84,21	226,46	15,82	84,18	84,20

Cara membuat Job Mix Design (JMD)

Data hasil pengujian analisa saringan agregat kasar, sedang, dan halus pada Tabel 1, 2, 3, dan 4 sebagai dasar membuat *JMD* (Sukamto, 2020). *JMD SMA* ini agregat halusnya dibandingkan dengan agregat kasar dan agregat Medium, sebab agregat halus berguna untuk mengisi rongga-rongga antar agregat. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Tabel 5 dan 6. Langkah selanjutnya adalah mencari komposisi persentase masing-masing agregat kasar, medium dan halus harus memenuhi spesifikasi campuran *SMA*, dengan cara *trial and error*

yaitu dicoba-coba sehingga hasil campuran masuk memenuhi spesifikasi *SMA*, terbaca pada Tabel 5 berikut ini.

Tabel 5. Tabel *Job Mix Design (JMD)*

Sieve	1	3/4	1/2	3/8	# 4	# 8	# 200
CA	100,000	94,172	30,633	6,598	1,077	0,850	0,435
0,4400	44,000	41,436	13,478	2,903	0,474	0,374	0,191
MA	100,000	99,983	93,108	67,292	13,441	7,576	2,710
0,3200	32,000	31,995	29,795	21,534	4,301	2,424	0,867
FA	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000	70,004	8,744
0,1800	18,000	18,000	18,000	18,000	18,000	12,601	1,574
PC	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000	95,517
0,0600	6,000	6,000	6,000	6,000	6,000	6,000	5,731
1,00	100,00	97,43	67,27	48,44	28,78	21,40	8,36
Spec Ats	100,00	100,00	88,00	60,00	28,00	24,00	11,00
Spec Bwh	100,00	90,00	50,00	25,00	20,00	16,00	8,00
Kontrol	Ok	Ok	Ok	Ok	No	Ok	Ok

Data Tabel 5, sudah didapat porsi masing-masing agregat kasar sebesar 44,00 %, agregat sedang sebesar 33,00 %, agregat halus sebesar 17,00 %, dan PC 6 %. Hasil hitungan gradasi dan berat masing-masing agregat dapat dilihat pada “Tabel 5 dan 6”

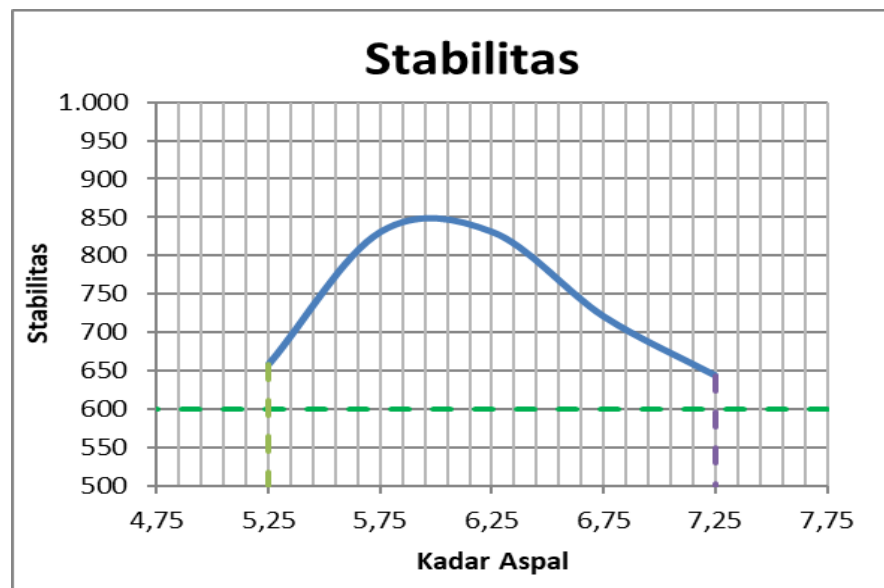
Tabel 6. Gradasi *JMD SMA*

No	Sieve		Ag. Kasar	Ag. Sedang	Ag. Halus	PC	Gradasi Campuran	Spesifikasi		Idial Spek
	Inchi	mm	% lolos	% lolos	% lolos	% lolos		Minin	Max	
1	1,0"	25,000	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
2	3/4"	19,000	94,17	99,98	100,00	100,00	97,43	90,00	100,00	95,00
3	1/2"	12,500	30,63	93,11	100,00	100,00	67,27	50,00	88,00	69,00
4	3/8"	9,500	6,60	67,29	100,00	100,00	48,44	25,00	60,00	42,50
5	# 4	4,750	1,08	13,44	100,00	100,00	28,78	20,00	28,00	24,00
6	# 8	2,360	0,85	7,58	70,00	100,00	21,40	16,00	24,00	20,00
7	# 200	0,075	0,43	2,71	8,74	95,52	8,36	8,00	11,00	9,50

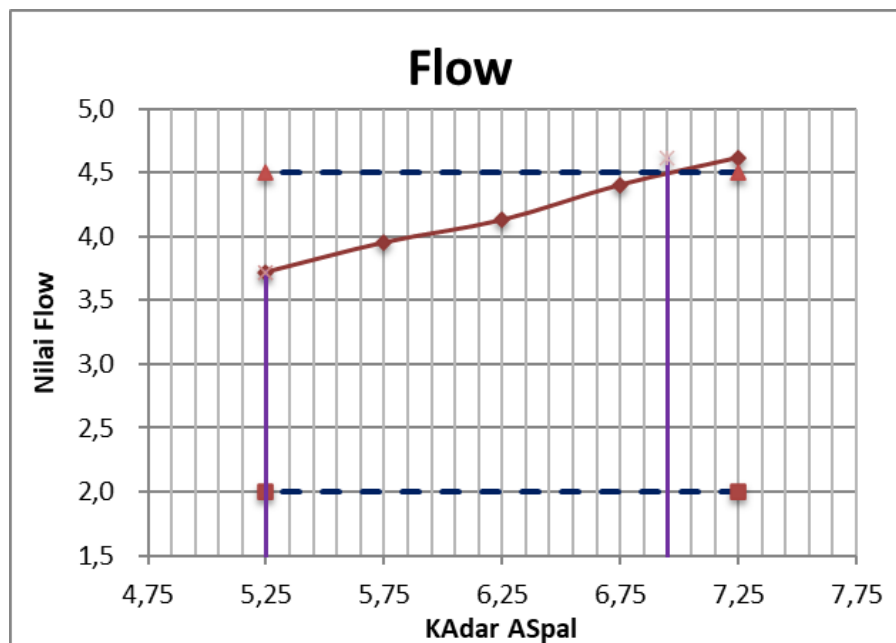
Selanjutnya pembuatan benda uji dan Pengujian *Marshal Test*, untuk mencari kadar aspal optimum (KAO) hasilnya terbaca pada berikut ini.

HASIL PENELITIAN

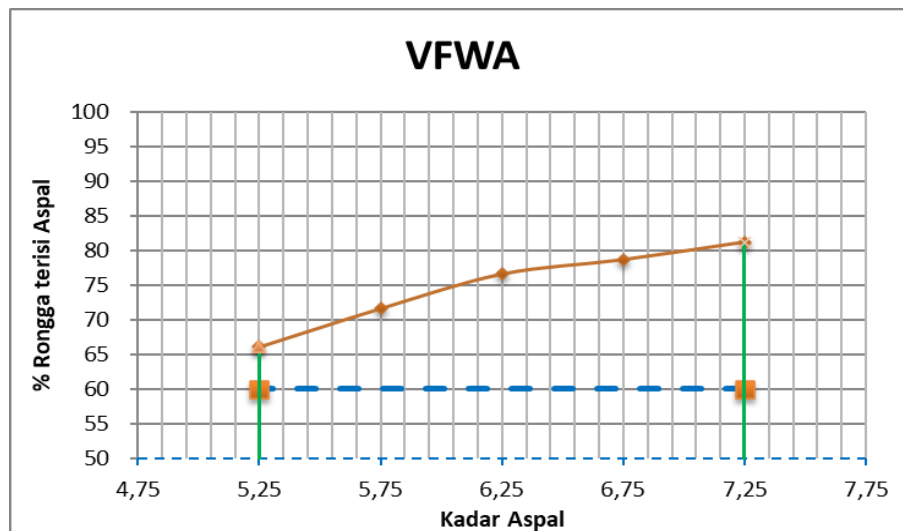
Hasil pengujian *Marshal test* dengan komposisi agregat kasar 44 %, agregat sedang 33 % dan agregat halus 17 %,filer (PC) 6%, dan bahan ikat aspal dengan porsi 5,25 % ; 5,75 % ; 6,25 % ; 6,75 % dan 7,25 % didapatkan nilai Nilai KAO pada “gambar 8” sebesar 5,65 % (Bina Marga, 1987).



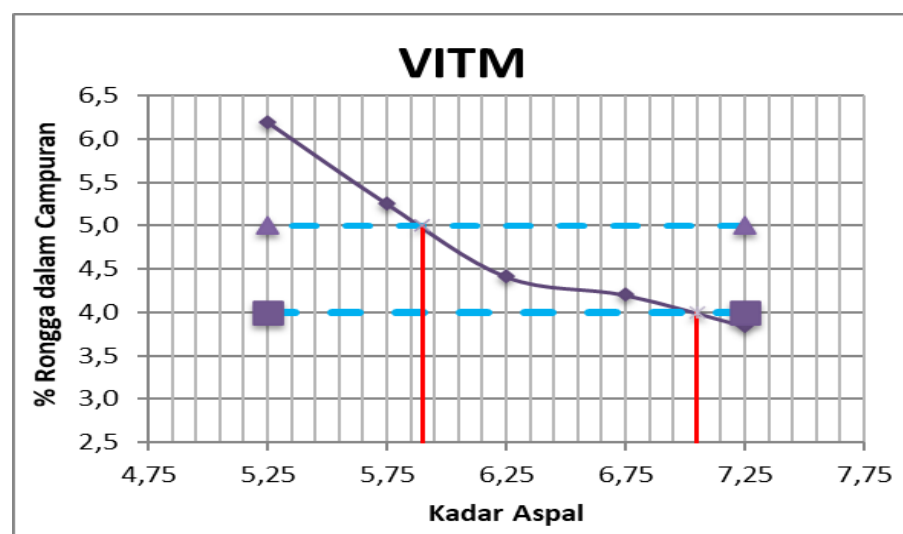
Gambar 3. Hubungan Stabilitas dan kadar Aspal



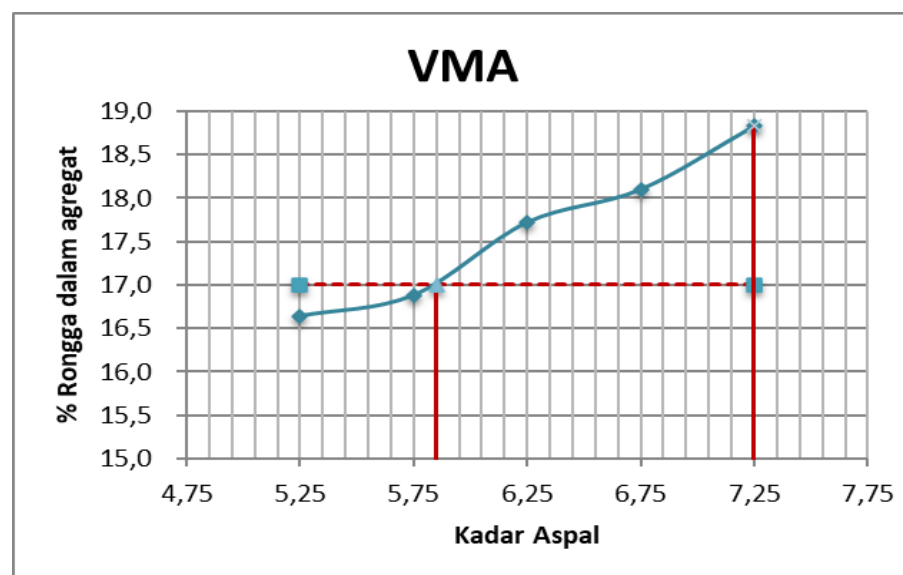
Gambar 4. Hubungan *Flow* dan kadar Aspal



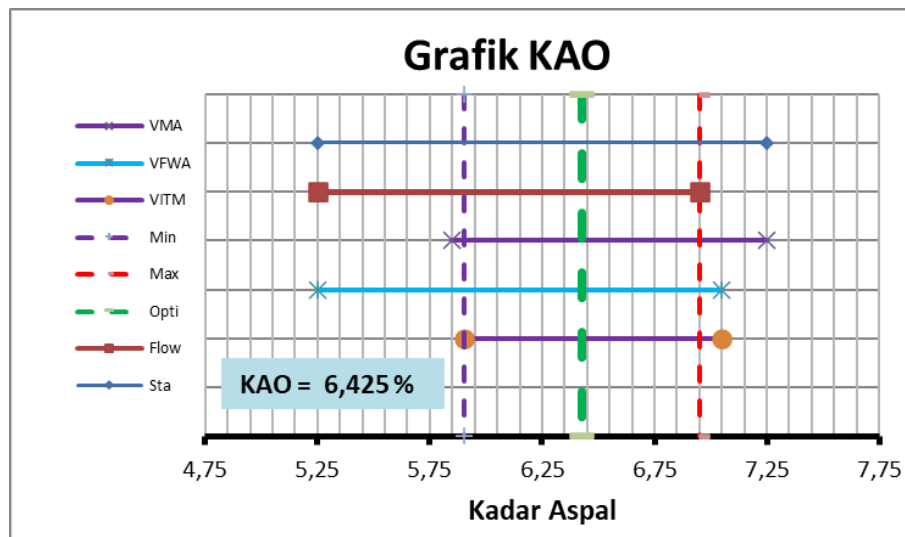
Gambar 5. Hubungan *VFWA* dan kadar Aspal



Gambar 6. Hubungan *VITM* dan kadar Aspal



Gambar 7. Hubungan *VMA* dan kadar Aspal



Gambar 8. Grafik Penentuan Kadar Aspal Optimum

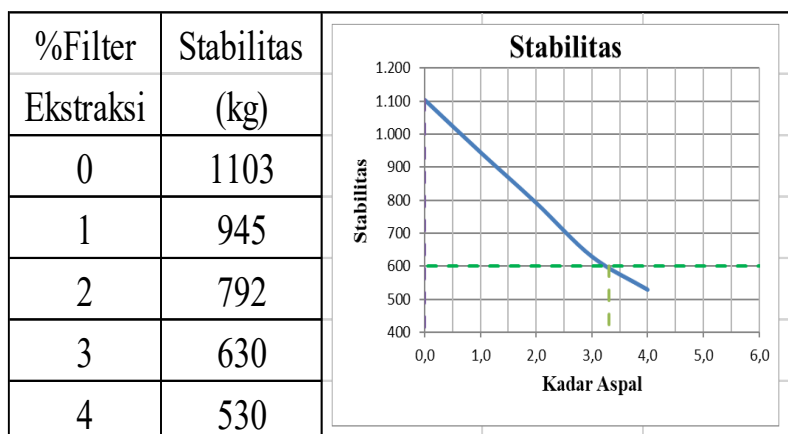
Hasil pengujian *Marshal Test* Mendapatkan nilai Kadar Aspal Optimum (KAO) sebesar 6,425% sesuai Gambar 8. Selanjutnya membuat sampel *Marshal Test Dengan* menambahkan limbah filter ekstraksi dengan variasi porsi 0%, 1%, 2%, 3% 4% dan 5%. Komposisi berat masing-masing filter filter Ekstraksi dan aspal (Abdurrozak & Azanna, 2017; Widhiarto, Andriawan, & Matulessy, 2015).

Tabel 7. Komposisi berat masing-masing *Filter Ekstraksi*

Berat Agregat (gr)		1122,90	1122,90	1122,90	1122,90
Aspal %		6,425	6,425	6,425	6,425
Berat aspal (gr)		77,1	77,1	77,1	77,1
CA (%)	44,00	494,08	494,08	494,08	494,08
MA (%)	32,00	359,33	359,33	359,33	359,33
FA (%)	18,00	202,12	202,12	202,12	202,12
PC (%)	6,00	67,37	67,37	67,37	67,37
Fil Ektrasi (%)	0,00	1,00	2,00	3,00	4,00
berat Fil ekstraksi (gr)	0,00	12,00	24,00	36,00	48,00
Berat Agregat , Aspal + Filter Ekstraksi		1212,00	1224,00	1236,00	1248,00

Data komposisi berat masing-masing filler filter ekstraksi pada “Tabel 7” setelah dicampur dengan aspal optimum dengan variasi kadar limbah filter ekstraksi yang bebed, penambahan filer filter ekstraksi mulai 0%,1% ,2%, 3%, dan 4 %, masing-masing dibuat benda uji 3 sampel, kemudian diuji *Marshall test* didapat 4 (empat) karakteristik untuk mendapatkan kadar limbah filter ekstraksi yang optimum (KLFE0)

PEMBAHASAN HASIL PENELITIAN

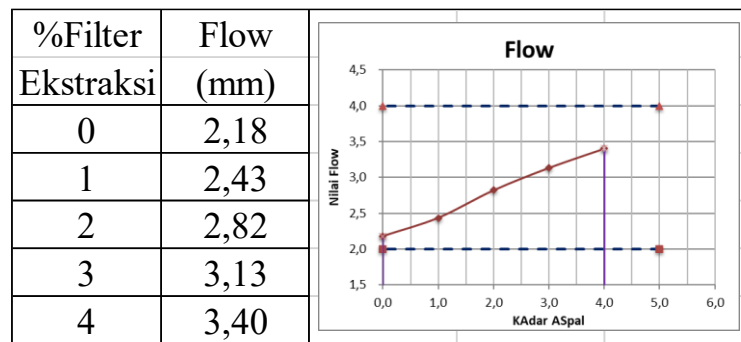


Gambar 9. Hubungan Kadar filer filter Ekstraksi dan stabilitas

Stabilitas adalah kemampuan perkerasan aspal untuk menahan deformasi akibat beban lalu lintas di atasnya tanpa menyebabkan perubahan bentuk alur gelombang atau *bleeding*. Stabilitas pada Pengujian *Marshall Test* adalah kemampuan suatu campuran untuk menerima beban sampai terjadi keruntuhan yang dinyatakan dalam satuan kilogram (kg). Nilai stabilitas tergantung pada gradasi, bentuk permukaan agregat, kualitas aspal serta kepadatan campuran beton aspal.

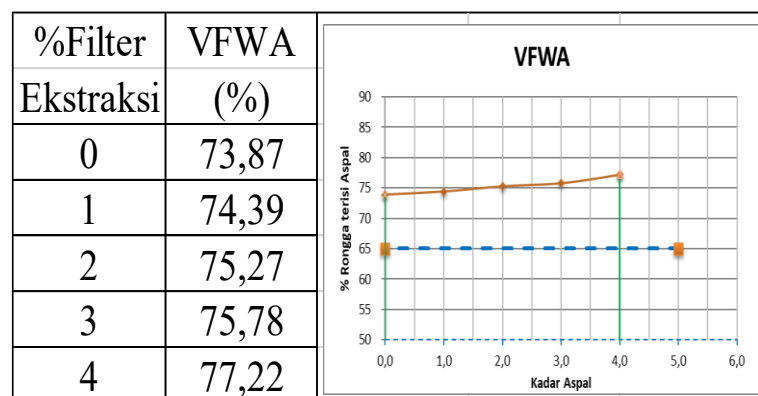
Nilai stabilitas menunjukkan besarnya kemampuan menahan beban berbanding lurus dengan naiknya kadar filer sampai batas tertentu (batas optimum). Setelah melampaui batas optimum, hal ini terjadi sebab aspal sebagai bahan ikat antara agregat, dan berfungsi sebagai pelicin setelah melewati batas optimum.

Hasil penelitian pada “Gambar 9” Menunjukkan bahwa semakin banyaknya penambahan limbah *filler* filter ekstraksi nilai stabilitas mengalami penurunan, pada kadar limbah *filler* filter ekstraksi yang masih memenuhi persyaratan spesifikasi Bina Marga 2010 Revisi 2, nilai stabilitas yang disyaratkan minimal 600 kg, sedangkan hasil pengujian *Marshall test* nilai stabilitasnya minimum 530 kg, dan nilai stabilitas maksimum 1.103 kg.



Gambar 10. Hubungan Kadar filer filter Ekstraksi dan flow

Flow adalah ketahanan dari lapis beton aspal dalam menerima beban berulang tanpa terjadinya kelelahan berupa retak dan alur, hal ini tercapai jika digunakan kadar aspal yang optimum. Beton aspal yang mempunyai *flow* rendah, beton aspal kaku dan elisitas, sedangkan bila nilai *flow*nya tinggi beton aspal akan bersifat mudah berubah bentuknya (*bleeding*) dalam spesifikasi Bina Marga 2010 revisi II, Nilai *flow* syaratnya 2-4 mm. Hasil penelitian pada “Gambar 10” menunjukkan bawah nilai *Flow* yang memenuhi spesifikasi Bina Marga 2010 Revisi III, pada limbah filter filer ekstraksi adalah 0 s/d 4 %, sedangkan hasil penelitian *Marshal* Nilai *Flow* pada “Gambar 10” Minimum 2,18 mm dan maksimum 3,40 mm

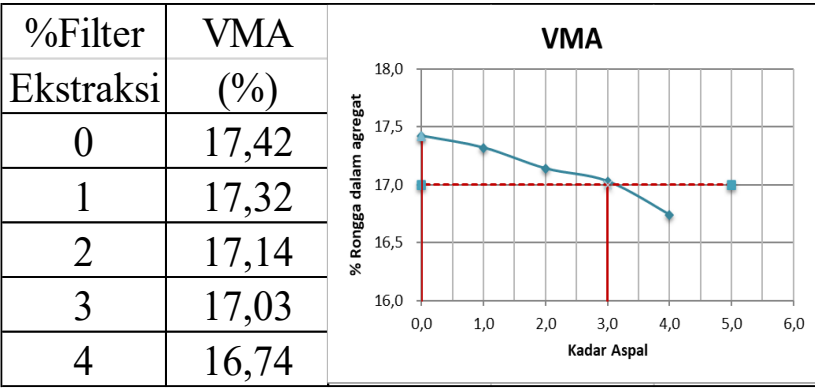


Gambar 11. Hubungan Kadar filer filter Ekstraksi dan VFWA

VFWA (Void Filled With Asphalt) adalah jumlah rongga yang terisi aspal yang dinyatakan dalam persentase aspal terhadap rongga. Nilai *VFWA* berpengaruh pada kedekatan campuran terhadap air dan udara yang akan mempengaruhi keawetan campuran beton aspal. Nilai *VFWA* yang terlalu rendah menunjukkan campuran tersebut mempunyai banyak rongga yang tidak terisi aspal. Hal ini campuran bersifat poros yang akan menyebabkan air dan udara mudah masuk dalam campuran yang akan mengakibatkan oksidasi aspal sehingga akan mempengaruhi keawetan suatu campuran. Sebaliknya semakin tinggi nilai *VFWA* menunjukkan banyaknya rongga yang terisi aspal sehingga campuran tersebut kedap air dan udara.

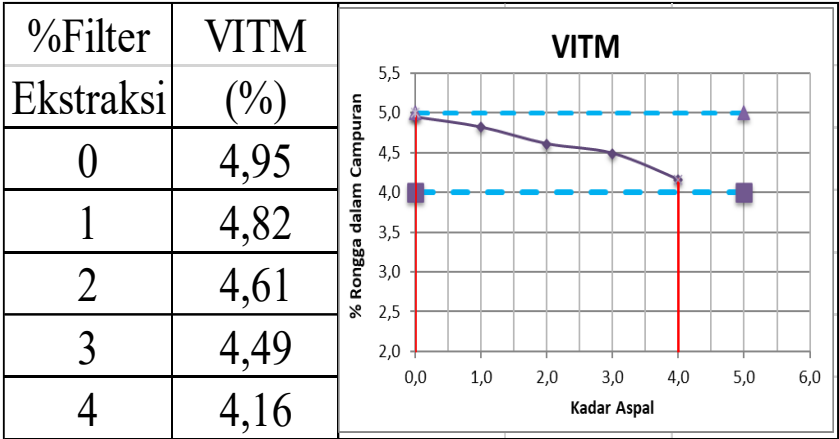
Dalam spesifikasi Bina Marga 2010 Revisi III, nilai *VFWA* yang disyaratkan minimal 65 %, hasil penelitian tanpa limbah *filer* filter ekstraksi Nilai *VFWA* pada “Gambar 11” pada kadar 0

%, nilai VFWA 73,87 %, sedangkan penambahan *filer* filter ekstraksi pada kadar 4 % Nilai VFWA 77,22 %



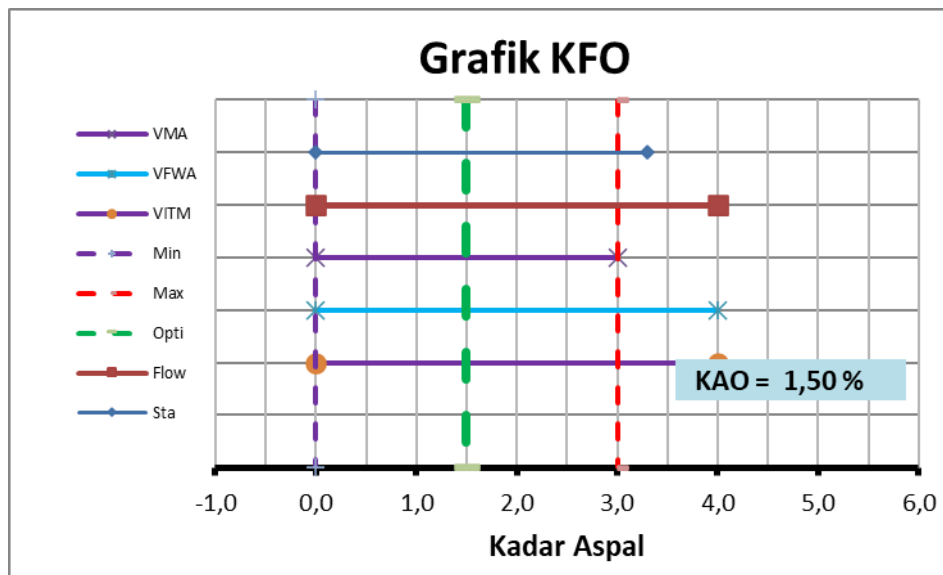
Gambar 12. Hubungan Kadar filer filter Ekstraksi dan *VMA*

VMA adalah banyaknya pori diantara butir-butir agregat didalam campuran beton aspal padat, dinyatakan dalam persentase (%). *VMA* dan *VITM* merupakan indikator durabilitas. Dalam spesifikasi Bina Marga 2018 revisi II Nilai *VMA* (*Void In the Mineral*) syaratnya adalah minimum 17 %, sedangkan hasil penelitian pada “Gambar 12” *VMA* Minimal 16,74 % dan Maksimal 17,42 %.



Gambar 13. Hubungan Kadar filer filter Ekstraksi dan *VITM*

VITM atau rongga udara dalam campuran adalah banyaknya pori diantara butir-butir agregat yang diselimuti aspal, atau jumlah rongga udara dalam beton aspal. Bentuk agregat dan nilai penyerapan agregat akan mempengaruhi pada nilai rongga udara dalam campuran. Semakin banyak kadar aspal dalam campuran nilai rongga udara dalam campuran akan semakin kecil. Nilai rongga udara dalam campuran (*VITM*) dinyatakan dalam persentase, nilai rongga udara dalam campuran (*VITM*) dalam Spesifikasi Bina Marga 2010 revisi III minimal 4-5%. Sedangkan hasil penelitian pada “Gambar 13” adalah kadar *filer* filter ekstraksi 0 s/d4 % dengan hasil minimum 4,16 % dan maksimal 4,95 %



Gambar 14. Grafik Filler filter ekstraksi optimum

Proses penentuan Kadar Limbah Filter Ekstraksi Optimum (KLFE-O), yaitu suatu campuran beton aspal yang terdiri dari agregat gabungan dengan komposisi dari hasil *Job Mix Design*, dicampur dengan kadar aspal optimum dan ditambah limbah *filer filter* Ekstraksi dengan kadar berbeda yang harus memenuhi karakteristik *Marshall Test* yaitu : *Stabilitas*, *Flow*, *VITM*, *VMA*, dan *VITM* (Sukamto, 2020). Masing-masing karakteristik mempunyai batas minimum dan maksimum. Menghitung kadar limbah filler filter ekstraksi optimum adalah hasil pengujian *Marshall test* pada “Gambar 14” didapat nilai kadar filler filter ekstraksi minimum 0, ditambah maksimum 3,0 dibagi dua (2) = 1,5 %

KESIMPULAN

Hasil penelitian Pengaruh limbah filler filter ekstraksi sebagai bahan tambah Filler dalam beton aspal campuran *SMA*, di Laboratorium Jalan Raya FTSP UII, *SMA* memiliki beberapa kesimpulan :

Pada prinsipnya limbah filter ekstraksi dapat digunakan sebagai bahan tambah filer dalam campuran beton aspal *SMA*, karena dari data pengujian *Marshall test* hasilnya masih bisa memenuhi nilai *Stabilitas*, *Flow*, *VFWA*, dan *VMA* yang ditentukan oleh spesifikasi Bina Marga 2018 revisi 2.

Penggunaan limbah filter ekstraksi masikum 3,0 hasilnya baik terhadap karakteristik *Marshall tes* yaitu *Stabilitas*, *Flow*, *VFWA*, dan *VMA*. Penambahan limbah filter ekstraksi lebih dari 3,4 % tidak bisa digunakan lagi sebab tidak memenuhi diantaranya nilai *Stabilitas*, *Flow*, *VFWA*, dan *VMA* yang ditentukan oleh spesifikasi Bina Marga 2018 revisi 2.

Penggunaan limbah filter ekstraksi ini mendukung prinsip konstruksi berkelanjutan dengan memanfaatkan limbah yang ada di Laboratorium Jalan Raya FTSP UII, menjadi material yang bernilai guna. Adapun porsi komposisi agregat campuran *SMA* adalah sebagai berikut : Agregat kasar (CA) sebesar 44,00 %, Agregat sedang (MA) sebesar 33,00 %, Agregat halus (FA) sebesar 17,00 %, Fine Filler Agregat (FFA) sebesar 6,00 % dan Aspal sebagai bahan ikat sebesar 6,425 %, serta pemakaian Limbah filter Ekstraksi sebesar 3 %.

Setelah dilakukan penelitian penggunaan limbah filter ekstraksi sebagai bahan tambah filler, dari variasi 0 – 4 %, yang memenuhi karakteristik *Marshal test* adalah 0 s/d 3,0 %, artinya penambahan filler filter ekstraksi paling banyak 3 % dari total campuran *Asphal Concrete – Binder Course (SMA)*, sehingga filler filter ekstraksi optimum adalah $\frac{(0+3)}{2} = 1,5 \% \frac{(0+3)}{2} = 1,5 \%$

DAFTAR PUSTAKA

- Abdurrozak, M. R., & Azanna, D. O. (2017). Pengaruh penambahan abu sekam padi terhadap kapasitas dukung pondasi dangkal pada tanah gambut. *Jurnal Teknisia*, 22(1), 316–322.
- Bina Marga. (1987). *Petunjuk pelaksanaan lapis aspal beton (LASTON)*. Yayasan Penerbit PU.
- Kementerian Pekerjaan Umum, Direktorat Jenderal Bina Marga. (2012). *Spesifikasi Bina Marga 2010 revisi III*. DPU RI.
- Malik, A. (2015). Pengaruh penggunaan agregat pasir alam terhadap kinerja lapisan permukaan asphalt treated base (ATB). In *Annual Civil Engineering Seminar 2015* (Pekanbaru).
- Subarkah (2015). *Modul kuliah bahan perkerasan jalan (+Pr)*. Program Studi Teknik Sipil, Universitas Islam Indonesia.
- Sukirman, S. (1999). *Perkerasan lentur jalan raya*. Nova.
- Sukanto, H. M. (2020). *Laporan penelitian: Cara membuat job mix formula (JMF) beton aspal campuran AC-BC*.
- Widhiarto, H., Andriawan, A. H., & Matulessy, A. (2015). Stabilisasi tanah lempung ekspansif dengan campuran abu sekam dan kapur. *Jurnal Pengabdian LPPM Untag, Surabaya*, 1(2), 135–140.