

PENGARUH PENAMBAHAN POLIMER PET PADA ASPAL DENGAN METODE BASAH

Kajian Penambahan Polimer PET Pada Aspal Sebanyak 5%, 10%, dan 15%.

Herlambang Pangestu Prabu^[1] Abul Fida Ismaili^[2]

Program Studi Teknik Sipil Fakultas Sains dan Teknologi

Universitas Teknologi Yogyakarta;

:^[1]herlambangp221@gmail.com, ^[2]abulfidaismaili@gmail.com

ABSTRAK

Penduduk Indonesia yang setiap tahun bertambah mengakibatkan bertambah pula kendaraan yang ada di Indonesia. Seiring bertambahnya kendaraan yang ada di Indonesia maka harus diimbangi dengan pertumbuhan infrastruktur yang baik, khususnya adalah jalan raya. Akan tetapi kondisi yang ada pada Indonesia saat ini justru sebaliknya. Pertumbuhan jalan tak seimbang dengan lonjakan pertumbuhan kendaraan pribadi, baik roda dua maupun roda empat. Salah satu inovasi yang dapat dilakukan untuk meningkatkan kualitas aspal adalah dengan menambahkan Polimer PET pada campuran aspal penetrasi 60/70. Penelitian ini dilakukan dengan tujuan mengetahui perbandingan karakteristik aspal modifikasi polimer PET dengan aspal penetrasi 60/70. Penelitian ini merupakan penelitian eksperimen. Penelitian ini menggunakan Polimer PET sebagai bahan tambah dengan variasi kadar 0%, 5%, 10%, dan 15% dari berat total campuran. Masing-masing variasi dibuat dengan 3 sampel benda, jumlah semua benda uji sejumlah 12 benda uji. Pembuatan benda uji ini menggunakan campuran Asphalt Concrete-Wearing Course (AC-WC) kemudian diuji menggunakan metode *Marshall* untuk stabilitas, VIM, VMA, VFA, *flow*, dan MQ (*Marshall Quotient*). Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa penambahan kadar bahan tambah polimer PET mempengaruhi nilai karakteristik aspal pada pengujian *marshall*. Penambahan paling mendekati efektif adalah pada kadar 10%, karena pada saat itu nilai stabilitas *marshall* mengalami kenaikan sebesar yaitu dari 1698,67 kg menjadi 1703,6 kg. Sedangkan untuk nilai kepadatannya sebesar VIM 25,13%, VMA 5,88%, *flow* 2,25 mm serta MQ 757,16 kg/mm. Secara keseluruhan, keandalan perkerasan jalan aspal modifikasi polimer PET dengan cara basah tidak lebih baik dibandingkan dengan aspal murni.

Kata kunci: AC-WC (Asphalt Concrete-Wearing Course), Aspal, Polimer PET, *Marshall*

EFFECT OF ADDING PET POLYMER ON ASPHALT WITH WET METHOD Study of Addition of PET Polymer to Asphalt 5%, 10%, and 15%.

Herlambang Pangestu Prabu^[1] Abul Fida Ismaili^[2]

Civil Engineering Study Program Faculty of Science and Technology

University of Technology Yogyakarta;

:^[1]herlambangp221@gmail.com, ^[2]abulfidaismaili@gmail.com

ABSTRACT

The population of Indonesia which is increasing every year has resulted in an increase in the number of vehicles in Indonesia. Along with the increasing number of vehicles in Indonesia, it must be balanced with the growth of good infrastructure, especially roads. However, the current condition in Indonesia is just the opposite. Road growth is not balanced with the surge in the growth of private vehicles, both two-wheeled and four-wheeled. One of the innovations that can be done to improve asphalt quality is to add PET polymer to the 60/70 penetration asphalt mixture. This research was conducted with the aim of comparing the characteristics of PET polymer modified asphalt with 60/70 penetration asphalt. This research is an experimental study. This study used PET polymer as an additive with varying levels of 0%, 5%, 10%, and 15% of the total weight of the mixture. Each variation is made with 3 samples of objects, the total of all test objects is 12 test objects. The manufacture of this specimen uses a mixture of Asphalt Concrete-Wearing Course (AC-WC) and then tested using the Marshall method for stability, VIM, VMA, VFA, flow, and MQ (Marshall Quotient). PET affects the value of asphalt characteristics in the Marshall test. The closest effective addition was at a level of 10%, because at that time the marshall stability value increased by 1698.67 kg to 1703.6 kg. As for the density value of VIM 25.13%, VMA 5.88%, flow 2.25 mm and MQ 757.16 kg/mm. Overall, the reliability of asphalt pavement modified by PET polymer with wet method is not better than asphalt pure.

Keywords: AC-WC (Asphalt Concrete-Wearing Course), Asphalt, PET Polymer, Marshall

1. Pendahuluan

1.1 Latar Belakang

Penduduk Indonesia yang setiap tahun bertambah mengakibatkan bertambah pula kendaraan yang ada di Indonesia. Seiring bertambahnya kendaraan yang ada di Indonesia maka harus diimbangi dengan pertumbuhan infrastruktur yang baik, khususnya adalah jalan raya. Akan tetapi kondisi yang ada pada Indonesia saat ini justru sebaliknya. Pertumbuhan jalan tak seimbang dengan lonjakan pertumbuhan kendaraan pribadi, baik roda dua maupun roda empat. Kendaraan roda empat pada tahun 2010 sebanyak 8,8 juta unit. Pada 2015 melonjak menjadi sebanyak 13,4 juta unit. Sedangkan, pada kendaraan roda dua pada tahun 2010 sebanyak 61 juta unit, dan pada tahun 2015 juga mengalami kenaikan menjadi sebanyak 92,3 juta unit. (Sumber: Badan Pusat Statistik)

Sesuai dengan UU No 38 Tahun 2004, jalan merupakan unsur yang paling penting dalam pengembangan kehidupan berbangsa dan bernegara, hal itu terlihat dari perannya sebagai infrastruktur publik yang memegang peranan paling penting dalam bidang ekonomi, sosial budaya, lingkungan hidup, politik, dan pertahanan keamanan suatu negara. Hal ini membuktikan bahwa salah satu faktor kemajuan dan kesejahteraan suatu negara ditentukan oleh infrastruktur jalannya yang baik. Namun yang jadi masalah adalah jalan raya yang ada saat ini tidak mampu bertahan lama, cepat mengalami kerusakan. Padahal kerusakan jalan raya dapat memberikan dampak buruk bagi masyarakat maupun pemerintah. Dilihat dari sisi masyarakat tentunya masyarakat tidak akan nyaman dengan jalan yang rusak dan berlubang. Selain itu tidak sedikit juga masyarakat yang mengalami kecelakaan di jalan raya yang disebabkan jalan rusak dan berlubang. Dilihat dari sisi pemerintah apabila jalan yang dibuat sering mengalami kerusakan maka pemerintah tidak dapat menghemat anggaran untuk pembuatan infrastruktur. Kecuali itu kerusakan pada jalan raya juga akan berdampak pada perekonomian suatu Negara, karena jalan yang rusak akan menghambat arus transportasi perdagangan suatu Negara.

Mengantisipasi semua itu pemerintah melalui Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat (PUPR) kini sedang giat melakukan pembangunan maupun perbaikan jalan- jalan yang ada di Indonesia. Usaha yang telah dilakukan untuk meningkatkan kualitas aspal yang ada saat ini adalah dengan memodifikasi sifat-sifat fisik dan kimia aspal dengan bahan tambah yang bervariasi demi mendapatkan kualitas aspal yang murah dan bagus agar pemerintah dapat menghemat pengeluaran untuk pembuatan infrastruktur jalan serta memberikan kenyamanan pada masyarakat dan Negara.

Banyak penelitian yang dilakukan terhadap aspal agar mendapatkan campuran yang ekonomis dan tahan lama. Untuk penelitian ini dicoba menggunakan limbah plastik yang berjenis PET (*Polyethylene Therephthalate*) sebagai bahan tambah dengan dibedakan kadar yang ditambahkan untuk satu buah benda uji. PET adalah salah satu dari unsur kimia Polimer Termoplastik yang berfungsi sebagai cairan kimia yang memiliki berat molekul kecil, yang bisa melunak jika dipanaskan, dan bisa mengeras jika didinginkan. Alasan peneliti menggunakan plastik jenis PET yaitu untuk mengurangi sampah atau limbah plastik agar bisa didaur ulang sebagai bahan campuran aspal yang ekonomis, selain itu jenis plastik PET juga lumayan kuat.

Atas dasar itu semua, penulis berinisiatif untuk membuat tugas akhir dengan judul “Pengaruh Penambahan Polimer PET (*Polyethylene Therephthalate*) Pada *Asphalt Concrete – Wearing Course* (AC-WC) Terhadap Karakteristik *Marshall*” yang bertujuan untuk meningkatkan perkerasan jalan.

1.2 Rumusan Masalah

Pada penelitian tugas akhir ini diambil beberapa masalah yang digunakan untuk memfokuskan penelitian, diantaranya sebagai berikut:

- Bagaimana pengaruh dari penambahan limbah plastik PET (*Polyethylene Therephthalate*) pada campuran lapis *Asphalt Concrete – Wearing Course* (AC-WC) terhadap karakteristik *marshall*?
- Bagaimana pengaruh dari prosentase penambahan limbah plastic PET (*Polyethylene Therephthalate*) yaitu sebesar 5%, 10% dan 15% pada campuran lapis *Asphalt Concrete – Wearing Course* (AC-WC) terhadap karakteristik *marshall*?

1.3 Tujuan penelitian

Tujuan utama dari penelitian ini adalah:

- a. Mengetahui pengaruh dari variasi kadar penambahan limbah plastik PET pada campuran lapis *Asphalt Concrete – Wearing Course* (AC-WC) terhadap karakteristik Marshall.
- b. Mengetahui pengaruh dari prosentase bahan penambahan limbah plastik PET (*Polyethylene Therephthalate*) yaitu sebesar 5%, 10% dan 15% pada campuran lapis *Asphalt Concrete – Wearing Course* (AC-WC) terhadap karakteristik Marshall.

1.4 Batasan Penelitian

Penelitian ini mempunyai batasan masalah, antara lain sebagai berikut :

- a. Pengujian dilakukan pada jenis aspal AC – WC penetrasi 60/70.
- b. Pengujian dilakukan berupa eksperimen di laboratorium dan tidak dilakukan pengujian di lapangan.
- c. Spesifikasi benda uji aspal menggunakan bahan campuran PET 5%, 10%, dan 15% dengan metode basah (wet process).

2. Tinjauan Pustaka

Windi Dewi Asaryanti, (2016). Pengaruh Limbah Padat *Styrofoam* Dengan Variasi 0%, 2%, 4% Dan 6% Pada Campuran AC-WC Ditinjau Dari Karakteristik Marshall. Penelitian ini dilakukan dengan metode eksperimen dengan percobaan untuk mendapatkan hasil, dengan demikian akan terlihat pemanfaatan limbah *Styrofoam* pada campuran AC-WC, dengan kadar variasi 2%, 4%, dan 6% dengan pembandingan kadar 0% terhadap total campuran.

L. Enggar Tyasta Yoga (2019). Pengaruh Bahan Tambah Limbah Logam Cor Pada *Asphalt Concrete-Wearing Course* (AC-WC) Terhadap Karakteristik *Marshall*. Pada penelitian ini dapat disimpulkan bahwa penambahan limbah logam cor (wojo) membuat campuran AC-WC menunjukkan nilai MQ mengalami kenaikan dan penurunan, Hal ini dikarenakan nilai *flow* pada benda uji yang ditambah wojo memiliki nilai rendah dan meningkatnya nilai MQ dipengaruhi oleh nilai stabilitas yang tinggi. Nilai MQ yang tinggi membuat campuran stabil dan cenderung terlalu kaku. Syarat yang ditentukan pada nilai *Marshall Quotient* (MQ) yaitu min 250 kg/mm. Nilai *Marshall Quotient* (MQ) rata-rata campuran laston AC-WC pada kadar aspal 0%, 5%, 7%, dan 9% mendapatkan nilai 453,48 kg/mm, 375,51 kg/mm, 660,64 kg/mm, dan 1158,32 kg/mm.

2.1 Aspal

Sukirman (1999), aspal merupakan material perekat berwarna hitam atau coklat tua, dengan unsur utama bitumen dan merupakan material yang pada temperatur ruang berbentuk padat sampai agak padat, dan bersifat termoplastis.

2.2 Agregat

Agregat atau batuan merupakan komponen utama dari lapisan perkerasan jalan, yaitu mengandung 90% - 95% agregat berdasarkan persentase berat atau 75% - 85% agregat berdasarkan persentase volume (Sukirman, 1999). Agregat terbagi menjadi 2 yaitu:

2.2.1 Agregat Kasar

Agregat kasar yaitu agregat yang tertahan pada saringan no.8 (2,36 mm). Agregat kasar untuk campuran aspal harus terdiri dari batu pecah yang bersih, kuat, kering, bebas dari kotoran lempung dan material asing lainnya. Agregat ini mempunyai tekstur permukaan yang kasar dan tidak bulat agar dapat memberikan sifat saling mengunci yang baik dengan material yang lain. Ukuran butiran agregat kasar antara 4,76 mm - 150 mm.

2.2.2 Agregat Halus

Agregat halus sesuai Bina Marga 2002, adalah agregat dengan ukuran butir lebih kecil dari saringan no.4 (4,75 mm). Agregat halus dapat meningkatkan stabilitas campuran dengan penguncian antara butiran dan mengisi ruang antar butir. Kandungan lumpur pada agregat halus tidak boleh lebih dari 5% berat kering. Hal ini dikarenakan berpengaruh pada kekuatan campuran material.

2.3 Bahan Pengisi (*Filler*)

Bahan pengisi adalah bahan yang lolos saringan No.200 (0,075 mm) dan tidak kurang dari 75% terhadap beratnya. Fungsi dari bahan pengisi adalah sebagai pengisi rongga udara pada material sehingga, memperkaku lapisan aspal. Filler yang dapat digunakan berupa abu batu debu atau semen Portland.

3 Metodologi Penelitian

3.1 Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian ini akan dilakukan di laboratorium PT. Selo Adikarto yang terletak di Dukuh, Donomulyo, Nanggulan, Kulon Progo DIY. PT. Selo Adikarto merupakan kontraktor Asphalt Mixing Plant di Kulon Progo yang berstatus sebagai Badan Usaha Milik Daerah. Penelitian ini dilakukan pada bulan Oktober sampai dengan Desember 2019.

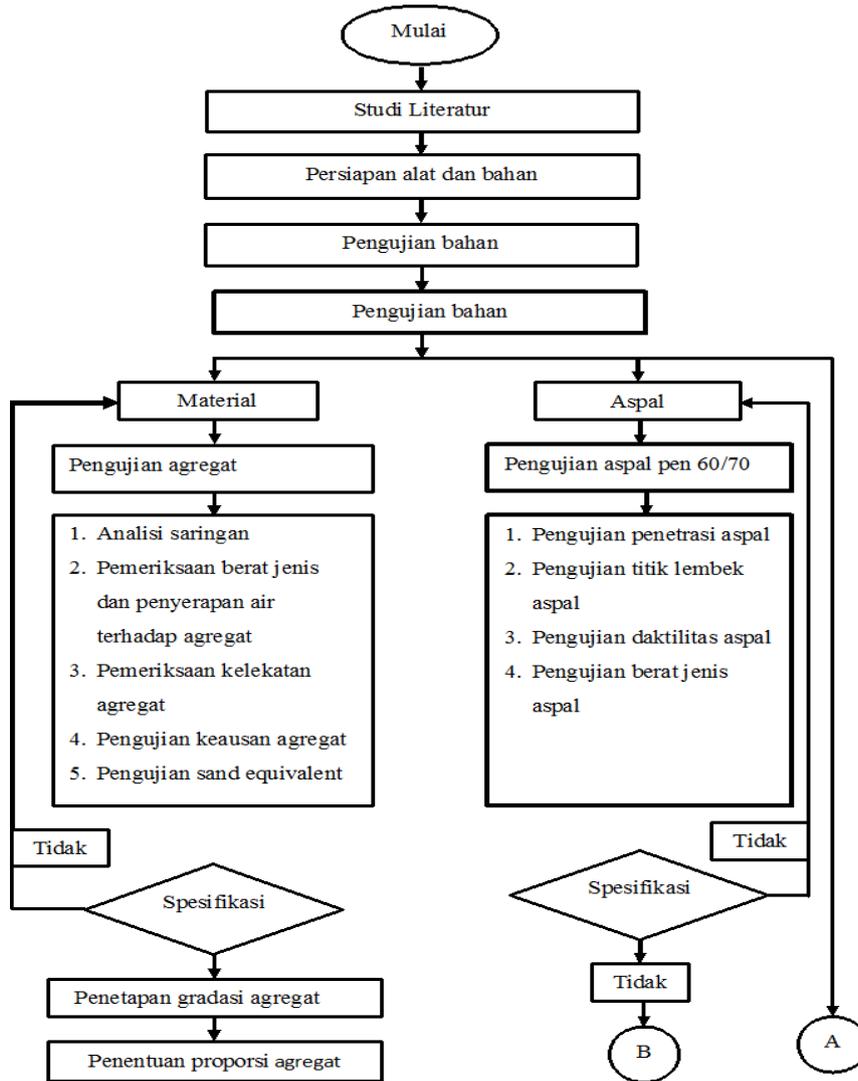
3.2 Metode Analisis Data

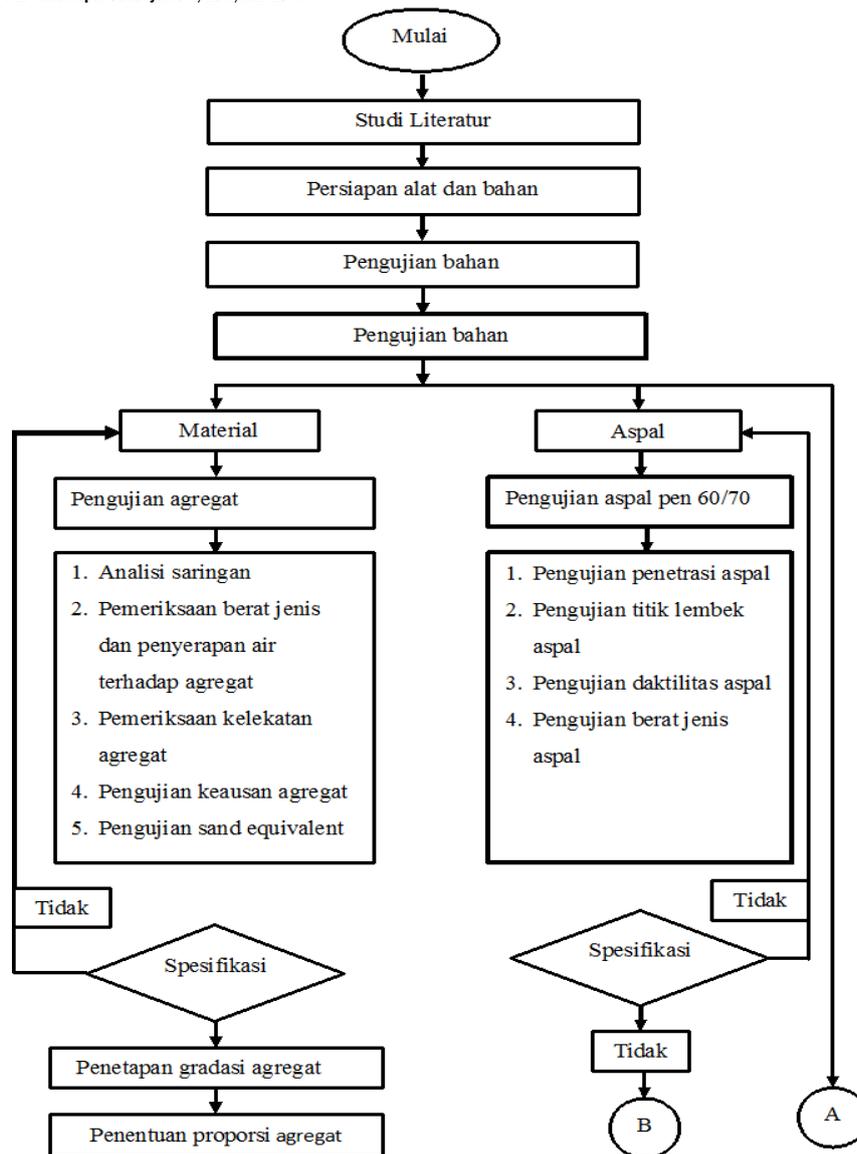
Urutan metode penelitian tersebut adalah sebagai berikut:

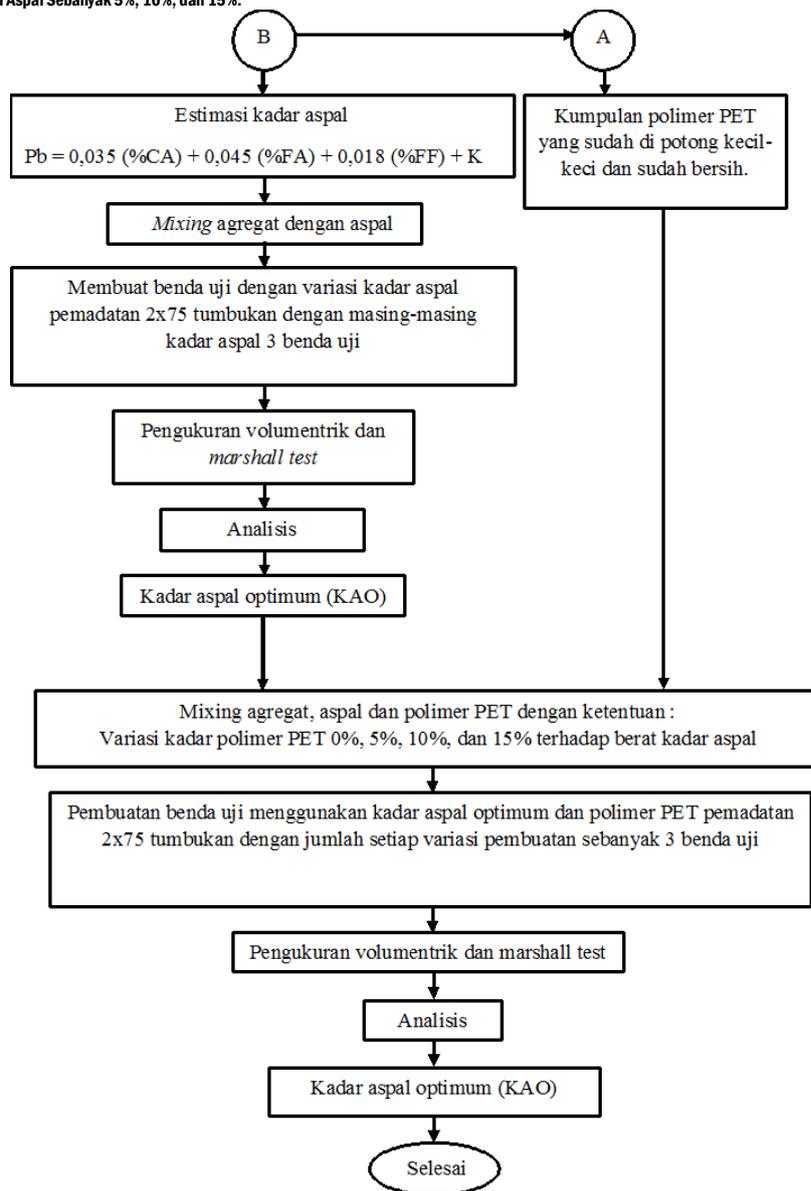
- a. Studi Pustaka
- b. Persiapan Material
- c. Pengujian bahan
- d. Pembuatan benda jui
- e. Pengujian Marshall campuran aspal murni
- f. Analisis data hasil uji marshall campuran aspal murni
- g. Pengujian Marshall campuran aspal modifikasi
- h. Analisis data hasil uji marshall campuran aspal modifikasi
- i. Selesai

3.3 Bagan Alir Penelitian

Alur penelitian dapat dilihat pada bagan alir berikut:







Gambar 1. Bagan Alir Penelitian

4 Analisis dan Pembahasan

4.1 Analisis dan Hasil Pengujian Material

Penelitian ini akan di lakukan di laboratorium PT. Selo Adikarto yang terletak di Dukuh, Donomulyo, Nanggulan, Kulon Progo DIY.

1. Hasil uji Mutu Aspal

Material aspal yang digunakan dalam penelitian ini adalah aspal AC-WC pen 60/70. Untuk mengetahui apakah mutu aspal yang akan digunakan sudah memenuhi syarat pengujian seperti standar yang ditetapkan, maka dilakukan pengujian sesuai dengan nilai-nilai karakteristik material aspal tersebut, seperti yang tercantum dalam Tabel 1.

Tabel 1. Hasil pengujian mutu aspal

Jenis Pemeriksaan (pen 60/70)	Min	Max	Hasil Uji	Unit	Status
Penetrasi aspal 25°, 100gr, 5dt	60	79	65.7	0.1 mm	OK
Titik Lembek aspal	30	200	47.5	°C	OK
Daktalitas	100	-	150	cm	OK

(Sumber: Hasil penelitian, 2019)

2. Hasil Uji Mutu Agregat

Untuk memperoleh hasil perencanaan campuran yang memiliki mutu yang baik, diperlukan pengujian mutu masing-masing komponen material penyusunnya. Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui sifat-sifat fisik atau karakteristik dasar yang dimiliki oleh komponen utama penyusun campuran, yaitu agregat kasar, medium dan halus. Agregat yang digunakan dalam perencanaan ini merupakan agregat yang berasal dari PT. SAK. Pengujian ini mengacu pada standar ASTM (American Society for Testing Material) dan SNI (Standar Nasional Indonesia), adapun hasil pengujiannya dapat dilihat pada Tabel

Tabel 2. Hasil Pemeriksaan massa jenis agregat

No	Jenis Pemeriksaan	Syarat	Hasil	Unit	Status
A Agregat Kasar					
1	Berat Jenis	> 2.5	2.574	gr/cm ³	OK
2	Berat Jenis Kering Permukaan Jenuh	> 2.6	2.604	gr/cm ³	OK
3	Berat Jenis Semu	> 2.7	2.655	gr/cm ³	OK
4	Penyerapan	<3	1.185	gr/cm ³	OK
B Agregat Halus					
1	Berat Jenis	> 2.5	2.545	gr/cm ³	OK
2	Berat Jenis Kering Permukaan Jenuh	> 2.6	2.597	gr/cm ³	OK
3	Berat Jenis Semu	> 2.7	2.685	gr/cm ³	OK
4	Penyerapan	<3	2.051	gr/cm ³	OK

(Sumber: Hasil penelitian, 2019)

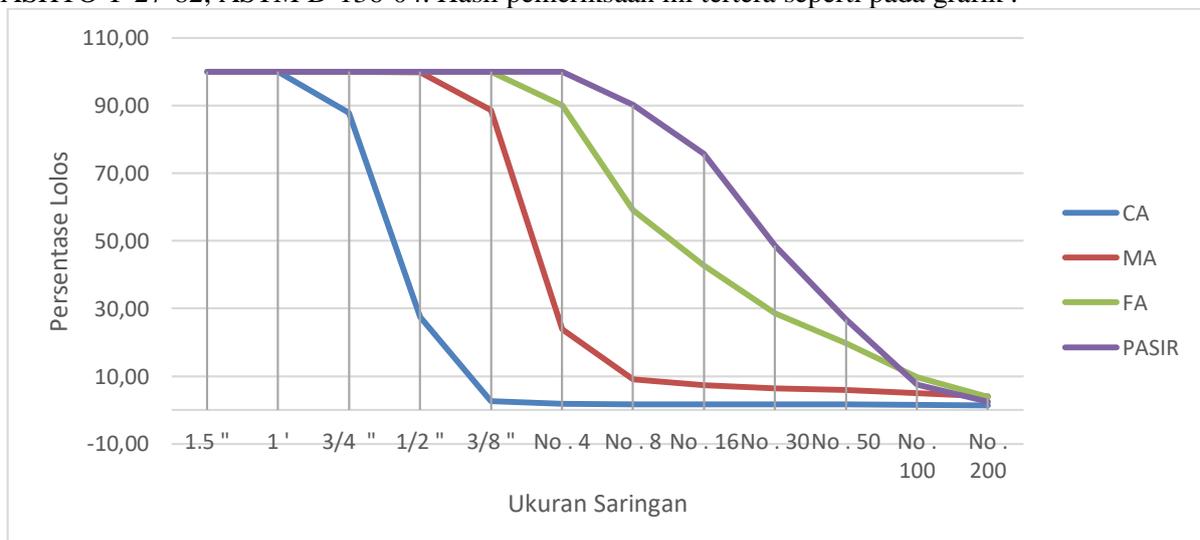
Tabel 3. Hasil pemeriksaan penyerapan air agregat

No	Jenis Material	Course Agg	Medium Agg		Fine Agg		Pasir			
			I	II	I	II	I	II		
A	Berat agregat Basah + Tempa	Gram	2076.8	1850.1	2125.9	2073.9	811.8	824.2	371.6	374.7
B	Berat agregat Kering + Temp	Gram	2060.8	1833.1	2097.9	2046.9	782.8	795.2	359.6	361.7
C	Berat Tempa	Gram	93.8	94.1	92.9	96.9	97.8	97.2	95.6	90.7
D	Berat Air	Gram	16.0	17.0	28.0	27.0	29.0	29.0	12.0	13.0
E	Berat agregat Kering	Gram	1967	1739	2005	1950	685	698	264	271
F	Kadar Air	Gram	0.813	0.978	1.397	1.385	4.234	4.155	4.545	4.797
Rata - Rata		%	0.895		1.391		4.194		4.671	

(Sumber: Hasil penelitian, 2019)

3. Analisis Saringan Agregat

Pengujian analisis saringan agregat kasar, medium dan halus ini mengacu pada PB-0201-76, AASHTO T-27-82, ASTM D-136-04. Hasil pemeriksaan ini tertera seperti pada grafik :



(Sumber: Hasil Penelitian, 2019)

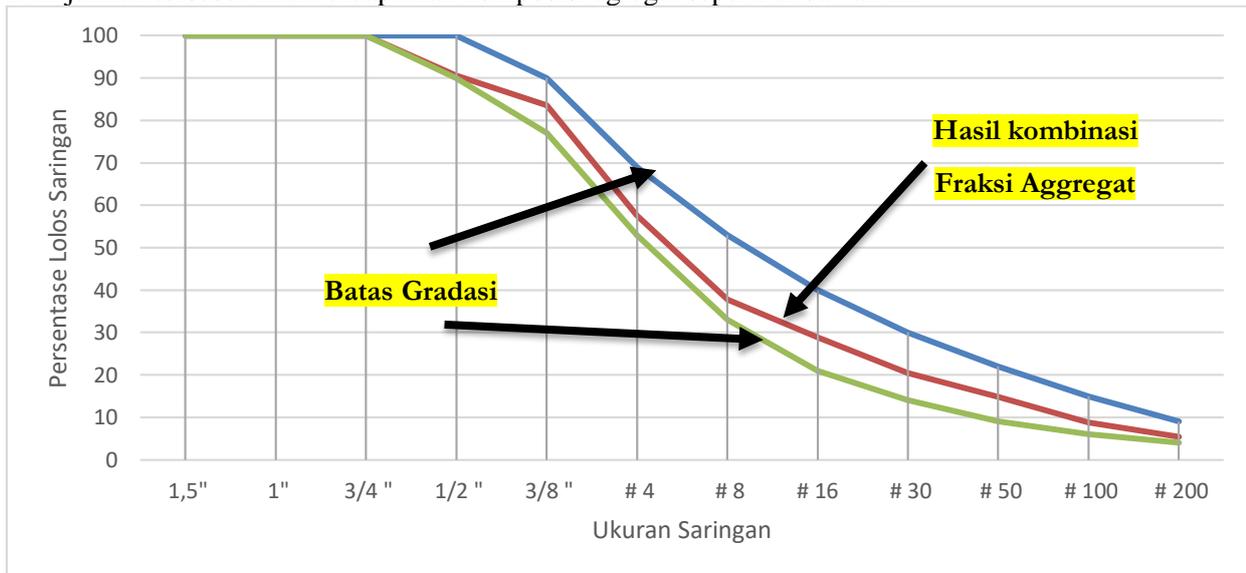
Gambar 1. Hasil Analisis Saringan

4. Rancangan komposisi Benda Uji

Rancangan komposisi penyusun campuran aspal panas yang digunakan pada penelitian ini disesuaikan dengan tipe campuran no. IV untuk lapis permukaan berdasarkan SNI 03-1737-1989. Berikut ini adalah rancangan komposisi :

- CA : 13.0%
- MA : 33.0%
- FA : 46.0%
- PASIR : 6.0%
- FILLER : 2.0%

Dari jumlah tersebut maka didapatkan komposisi agregat seperti di bawah ini



4.2 Penentuan Kadar Aspal awal

Untuk variasi kadar aspal yang digunakan dalam penelitian ini ditentukan dengan cara dapat pula ditentukan dengan mempergunakan rumus kadar aspal tengah/ideal, berdasarkan Spesifikasi Depkimpraswil/ Departemen Pemukiman dan Prasarana Wilayah (2002), yaitu:

$$P = 0,035 (\%CA) + 0,045 (\%FA) + 0,18 (\%filler) + K \tag{4.1}$$

Dengan:

K (konstanta) untuk 2,0 - 3,0 untuk lataston

$$P_b = 0,035 (13) + 0,045 (46) + 0,18 (2) + 2,5 = 5,385\% \approx 6\%$$

Diperoleh nilai "P" = 5,385 ; maka variasi kadar aspal yang akan digunakan adalah yaitu, 5% , 5,5% , 6%. Variasi kadar aspal tersebut merupakan proporsi berat aspal terhadap berat total campuran.

4.3 Karakteristik Campuran Aspal Murni

Dari hasil pengujian *marshall*, didapatkan data berupa nilai stabilitas dan *flow*. Nilai *Marshall Quotient*, VIM, VMA, dan VFA didapat dari hasil perhitungan dan dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Karakteristik campuran aspal murni

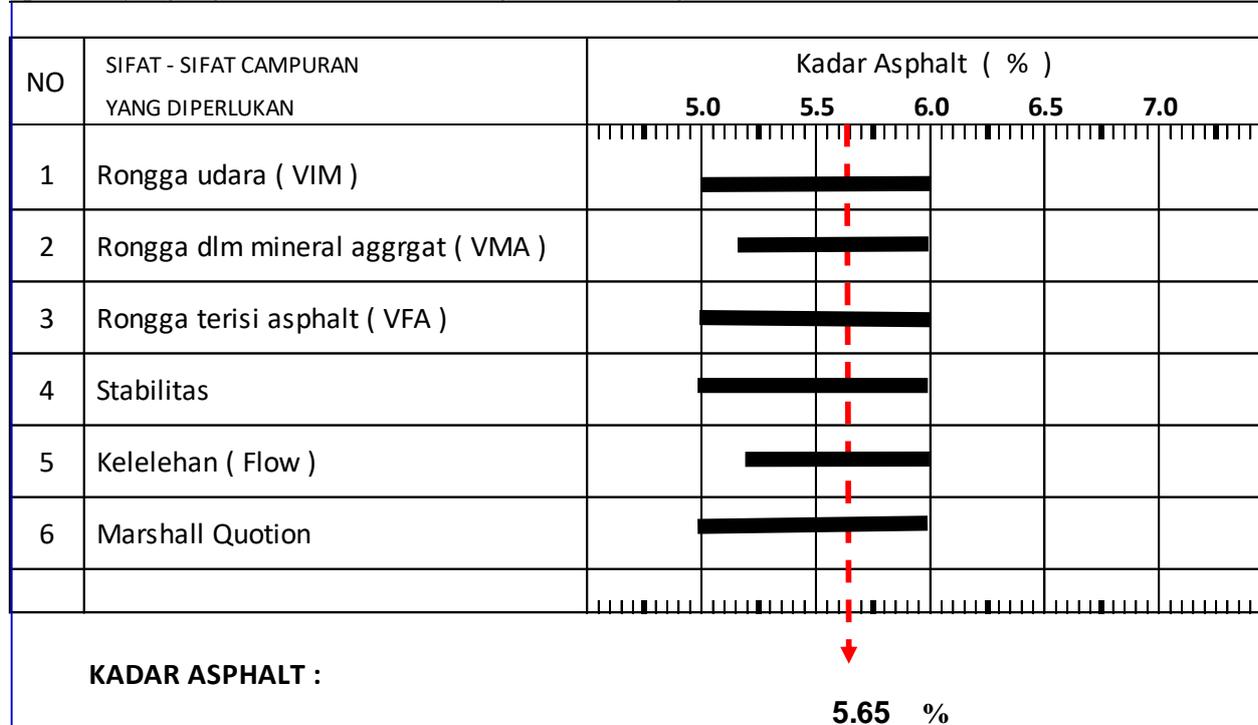
Karakteristik Marshall	Kadar Aspal			Spesifikasi	
	5,0%	5,5%	6,0%	Min	Max
Stabilitas (kg)	1817	1674	2518	800	-
Flow (mm)	1.77	2.53	3.17	2	4
VMA (%)	14.67	15.19	16.65	15	-

VIM (%)	4.35	3.75	4.22	3	5
VFA (%)	70.34	75.32	74.63	65	-
MQ (kg/mm)	1028.59	660.78	795.28	250	-

(Sumber: Hasil Penelitian, 2019)

4.4 Penentuan Nilai Kadar Aspal Optimum (KAO)

Kadar aspal optimum dapat ditentukan dengan menggunakan metode *bar-chart*. Nilai kadar aspal optimum yang digunakan adalah nilai tengah dari rentang kadar minimum dan kadar maksimum.



Gambar 3. Grafik Penentuan Karakteristik Kadar Aspal Optimum
 (Sumber: Hasil Penelitian, 2019)

Dari grafik diatas dapat di ambil rata-rata Nilai kadar aspal optimum sebesar 5,65%.

4.5 Karakteristik Campuran Aspal Modifikasi

Untuk aspal modifikasi digunakan campuran dengan komposisi ca, ma, fa, filler, dan pasir yang sama dengan uji marshall aspal murni. Jumlah kadar aspal yang digunakan adalah 5,65% sesuai dengan KAO.

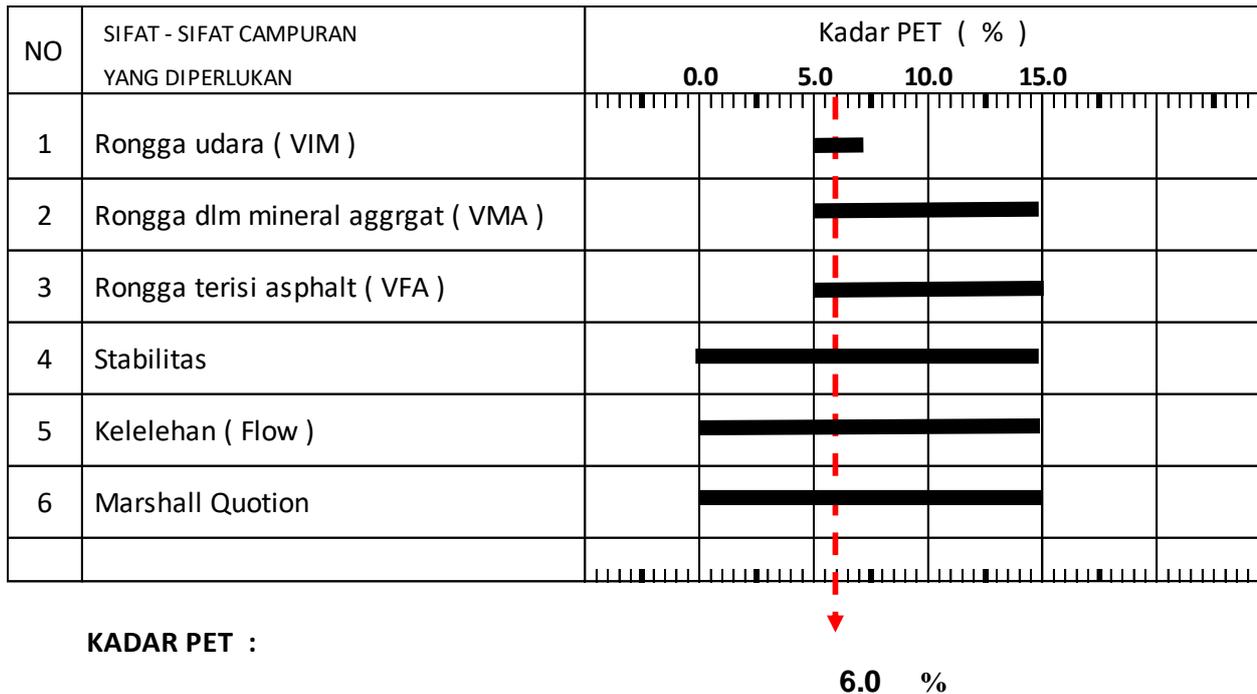
Tabel 4. Karakteristik aspal modifikasi

Karakteristik Marshall	Kadar Polimer PET			Spesifikasi	
	5%	10%	15%	Min	Max
Stabilitas (kg)	1639.4	1703.6	1925.82	1000	-
Flow (mm)	2.57	2.25	2.13	2	4
VMA (%)	15.99	16.72	17.40	15	-
VIM (%)	3.84	4.68	5.46	3	5
VFA (%)	68.00	99.02	123.09	65	-
MQ (kg/mm)	638.78	757.16	902.73	250	-

(Sumber: Hasil Penelitian, 2019)

4.6 Kadar Polimer PET Optimum

Kadar polimer optimum dapat ditentukan dengan menggunakan metode *bar-chart*. Nilai kadar aspal optimum yang digunakan adalah nilai tengah dari rentang kadar minimum dan kadar maksimum.



Gambar 2. Kadar Polimer PET Optimum

5. Kesimpulan dan Saran

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis pengujian yang telah dilakukan dengan variasi kadar aspal polimer pada campuran aspal AC-WC, dapat disimpulkan hal-hal sebagai berikut ini :
 Menurunkan nilai stabilitas marshall pada kadar polimer 5% sebesar 3,49%, namun menambah nilai stabilitas Marshall pada kadar polimer 10% dan 15% sebesar 0,29% dan 20,64.

- Menurunkan nilai kelelehan pada kadar polimer 5%, 10%, dan 15% berturut-turut sebesar 31,83%, 40,30% dan 43,50%.
- Meningkatkan nilai *Marshall Quotion* pada kadar polimer 5%, 10%, dan 15% berturut-turut sebesar 41,63%, 67,90%, dan 100,18%.
- Meningkatkan nilai VIM pada kadar polimer 5%, 10%, dan 15% berturut-turut sebesar 2,67%, 25,13%, dan 45,99%.
- Meningkatkan nilai VMA pada kadar polimer 5%, 10%, dan 15% berturut-turut sebesar 1,27%, 5,88%, dan 10,20%.
- Secara keseluruhan, keandalan perkerasan jalan aspal modifikasi polimer PET dengan cara basah tidak lebih baik dibandingkan dengan aspal murni.

5.2 Saran

Dari hasil penelitian disarankan hal-hal sebagai berikut :

- Pencampuran aspal polimer harus dilakukan menggunakan alat agar dapat tercampur dengan baik.
- Tahap-tahap penelitian harus disesuaikan dengan ketentuan dan dilakukan secara teliti. Sehingga diperoleh hasil yang optimal.
- Sebaiknya tidak dilakukan modifikasi aspal dengan polimer PET dengan cara basah. Hal ini akan membuat kualitas perkerasan lentur menurun dibandingkan dengan aspal murni.

Daftar Pustaka

[BSN] Badan Standarisasi Nasional. 1989. SNI 03-1737-1989. Tipe Campuran. Badan Standarisasi Nasional : Jakarta.

Arsayanti, W. D. (2016). *Pengaruh Limbah Padat Styrofoam Dengan Variasi 0%, 2%, 4% Dan 6% Pada Campuran AC-WC Ditinjau Dari Karakteristik Marshall*.

Yoga, L. E. (2019). *Pengaruh Bahan Tambah Limbah Logam Cor Pada Asphalt Concrete-Wearing Course (AC-WC) Terhadap Karakteristik Marshall*.

Sukirman, S., 1999. BAB II Perkerasan Jalan Raya, Penerbit NOVA, Bandung.

3. Pendahuluan

1.5 Latar Belakang

Penduduk Indonesia yang setiap tahun bertambah mengakibatkan bertambah pula kendaraan yang ada di Indonesia. Seiring bertambahnya kendaraan yang ada di Indonesia maka harus diimbangi dengan pertumbuhan infrastruktur yang baik, khususnya adalah jalan raya. Akan tetapi kondisi yang ada pada Indonesia saat ini justru sebaliknya. Pertumbuhan jalan tak seimbang dengan lonjakan pertumbuhan kendaraan pribadi, baik roda dua maupun roda empat. Kendaraan roda empat pada tahun 2010 sebanyak 8,8 juta unit. Pada 2015 melonjak menjadi sebanyak 13,4 juta unit. Sedangkan, pada kendaraan roda dua pada tahun 2010 sebanyak 61 juta unit, dan pada tahun 2015 juga mengalami kenaikan menjadi sebanyak 92,3 juta unit. (Sumber: Badan Pusat Statistik)

Sesuai dengan UU No 38 Tahun 2004, jalan merupakan unsur yang paling penting dalam pengembangan kehidupan berbangsa dan bernegara, hal itu terlihat dari perannya sebagai infrastruktur publik yang memegang peranan paling penting dalam bidang ekonomi, sosial budaya, lingkungan hidup, politik, dan pertahanan keamanan suatu negara. Hal ini membuktikan bahwa salah satu faktor kemajuan dan kesejahteraan suatu negara ditentukan oleh infrastruktur jalannya yang baik. Namun yang jadi masalah adalah jalan raya yang ada saat ini tidak mampu bertahan lama, cepat mengalami kerusakan. Padahal kerusakan jalan raya dapat memberikan dampak buruk bagi masyarakat maupun pemerintah. Dilihat dari sisi masyarakat tentunya masyarakat tidak akan nyaman dengan jalan yang rusak dan berlubang. Selain itu tidak sedikit juga masyarakat yang mengalami kecelakaan di jalan raya yang disebabkan jalan rusak dan berlubang. Dilihat dari sisi pemerintah apabila jalan yang dibuat sering mengalami kerusakan maka pemerintah tidak dapat menghemat anggaran untuk pembuatan infrastruktur. Kecuali itu kerusakan pada jalan raya juga akan berdampak pada perekonomian suatu Negara, karena jalan yang rusak akan menghambat arus transportasi perdagangan suatu Negara.

Mengantisipasi semua itu pemerintah melalui Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat (PUPR) kini sedang giat melakukan pembangunan maupun perbaikan jalan- jalan yang ada di Indonesia. Usaha yang telah dilakukan untuk meningkatkan kualitas aspal yang ada saat ini adalah dengan memodifikasi sifat-sifat fisik dan kimia aspal dengan bahan tambah yang bervariasi demi mendapatkan kualitas aspal yang murah dan bagus agar pemerintah dapat menghemat pengeluaran untuk pembuatan infrastruktur jalan serta memberikan kenyamanan pada masyarakat dan Negara.

Banyak penelitian yang dilakukan terhadap aspal agar mendapatkan campuran yang ekonomis dan tahan lama. Untuk penelitian ini dicoba menggunakan limbah plastik yang berjenis PET (*Polyethylene Terephthalate*) sebagai bahan tambah dengan dibedakan kadar yang ditambahkan untuk satu buah benda uji. PET adalah salah satu dari unsur kimia Polimer Termoplastik yang berfungsi sebagai cairan kimia yang memiliki berat molekul kecil, yang bisa melunak jika dipanaskan, dan bisa mengeras jika didinginkan. Alasan peneliti menggunakan plastik jenis PET yaitu untuk mengurangi sampah atau limbah plastik agar bisa didaur ulang sebagai bahan campuran aspal yang ekonomis, selain itu jenis plastik PET juga lumayan kuat.

Atas dasar itu semua, penulis berinisiatif untuk membuat tugas akhir dengan judul “Pengaruh Penambahan Polimer PET (*Polyethylene Terephthalate*) Pada Asphalt Concrete – Wearing Course (AC-WC) Terhadap Karakteristik Marshall” yang bertujuan untuk meningkatkan perkerasan jalan.

1.6 Rumusan Masalah

Pada penelitian tugas akhir ini diambil beberapa masalah yang digunakan untuk memfokuskan penelitian, diantaranya sebagai berikut:

- c. Bagaimana pengaruh dari penambahan limbah plastik PET (*Polyethylene Therephthalate*) pada campuran lapis *Asphalt Concrete – Wearing Course* (AC-WC) terhadap karakteristik marshall?
- d. Bagaimana pengaruh dari prosentase penambahan limbah plastic PET (*Polyethylene Therephthalate*) yaitu sebesar 5%, 10% dan 15% pada campuran lapis *Asphalt Concrete – Wearing Course* (AC-WC) terhadap karakteristik marshall?

1.7 Tujuan penelitian

Tujuan utama dari penelitian ini adalah:

- c. Mengetahui pengaruh dari variasi kadar penambahan limbah plastik PET pada campuran lapis *Asphalt Concrete – Wearing Course* (AC-WC) terhadap karakteristik Marshall.
- d. Mengetahui pengaruh dari prosentase bahan penambahan limbah plastik PET (*Polyethylene Therephthalate*) yaitu sebesar 5%, 10% dan 15% pada campuran lapis *Asphalt Concrete – Wearing Course* (AC-WC) terhadap karakteristik Marshall.

1.8 Batasan Penelitian

Penelitian ini mempunyai batasan masalah, antara lain sebagai berikut :

- d. Pengujian dilakukan pada jenis aspal AC – WC penetrasi 60/70.
- e. Pengujian dilakukan berupa eksperimen di laboratorium dan tidak dilakukan pengujian di lapangan.
- f. Spesifikasi benda uji aspal menggunakan bahan campuran PET 5%, 10%, dan 15% dengan metode basah (wet process).

4. Tinjauan Pustaka

Windi Dewi Asaryanti, (2016). Pengaruh Limbah Padat *Styrofoam* Dengan Variasi 0%, 2%, 4% Dan 6% Pada Campuran AC-WC Ditinjau Dari Karakteristik Marshall. Penelitian ini dilakukan dengan metode eksperimen dengan percobaan untuk mendapatkan hasil, dengan demikian akan terlihat pemanfaatan limbah *Styrofoam* pada campuran AC-WC, dengan kadar variasi 2%, 4%, dan 6% dengan pbanding kadar 0% terhadap total campuran.

L. Enggar Tyasta Yoga (2019). Pengaruh Bahan Tambah Limbah Logam Cor Pada *Asphalt Concrete-Wearing Course* (AC-WC) Terhadap Karakteristik *Marshall*. Pada penelitian ini dapat disimpulkan bahwa penambahan limbah logam cor (wojo) membuat campuran AC-WC menunjukkan nilai MQ mengalami kenaikan dan penurunan, Hal ini dikarenakan nilai *flow* pada benda uji yang ditambah wojo memiliki nilai rendah dan meningkatnya nilai MQ dipengaruhi oleh nilai stabilitas yang tinggi. Nilai MQ yang tinggi membuat campuran stabil dan cenderung terlalu kaku. Syarat yang ditentukan pada nilai *Marshall Quotient* (MQ) yaitu min 250 kg/mm. Nilai *Marshall Quotient* (MQ) rata-rata campuran laston AC-WC pada kadar aspal 0%, 5%, 7%, dan 9% mendapatkan nilai 453,48 kg/mm, 375,51 kg/mm, 660,64 kg/mm, dan 1158,32 kg/mm.

4.7 Aspal

Sukirman (1999), aspal merupakan material perekat berwarna hitam atau coklat tua, dengan unsur utama bitumen dan merupakan material yang pada temperatur ruang berbentuk padat sampai agak padat, dan bersifat termoplastis.

4.8 Agregat

Agregat atau batuan merupakan komponen utama dari lapisan perkerasan jalan, yaitu mengandung 90% - 95% agregat berdasarkan persentase berat atau 75% - 85% agregat berdasarkan persentase volume (Sukirman, 1999). Agregat terbagi menjadi 2 yaitu:

4.8.1 Agregat Kasar

Agregat kasar yaitu agregat yang tertahan pada saringan no.8 (2,36 mm). Agregat kasar untuk campuran aspal harus terdiri dari batu pecah yang bersih, kuat, kering, bebas dari kotoran lempung dan material asing lainnya. Agregat ini mempunyai terktstur permukaan yang kasar dan tidak bulat agar dapat memberikan sifat saling mengunci yang baik dengan material yang lain. Ukuran butiran agregat kasar antara 4,76 mm - 150 mm.

4.8.2 Agregat Halus

Agregat halus sesuai Bina Marga 2002, adalah agregat dengan ukuran butir lebih kecil dari saringan no.4 (4,75 mm). Agregat halus dapat meningkatkan stabilitas campuran dengan penguncian antara butiran dan mengisi ruang antar butir. Kandungan lumpur pada agregat halus tidak boleh lebih dari 5% berat kering. Hal ini dikarenakan berpengaruh pada kekuatan campuran material.

4.9 Bahan Pengisi (*Filler*)

Bahan pengisi adalah bahan yang lolos saringan No.200 (0,075 mm) dan tidak kurang dari 75% terhadap beratnya. Fungsi dari bahan pengisi adalah sebagai pengisi rongga udara pada material sehingga, memperkaku lapisan aspal. Filler yang dapat digunakan berupa abu batu debu atau semen Portland.

5 Metodologi Penelitian

5.1 Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian ini akan di lakukan di laboratorium PT. Selo Adikarto yang terletak di Dukuh, Donomulyo, Nanggulan, Kulon Progo DIY. PT. Selo Adikarto merupakan kontraktor Asphalt Mixing Plant di Kulon Progo yang berstatus sebagai Badan Usaha Milik Daerah. Penelitian ini dilakukan pada bulan Oktober sampai dengan Desember 2019.

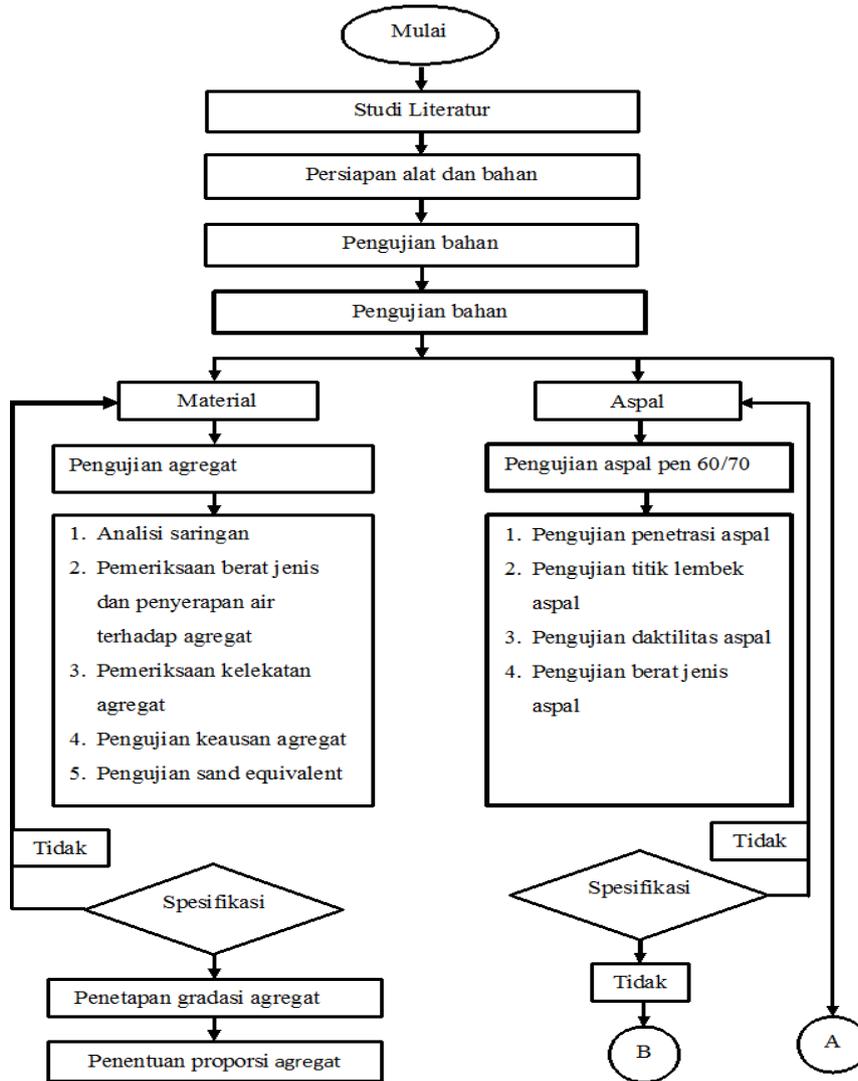
5.2 Metode Analisis Data

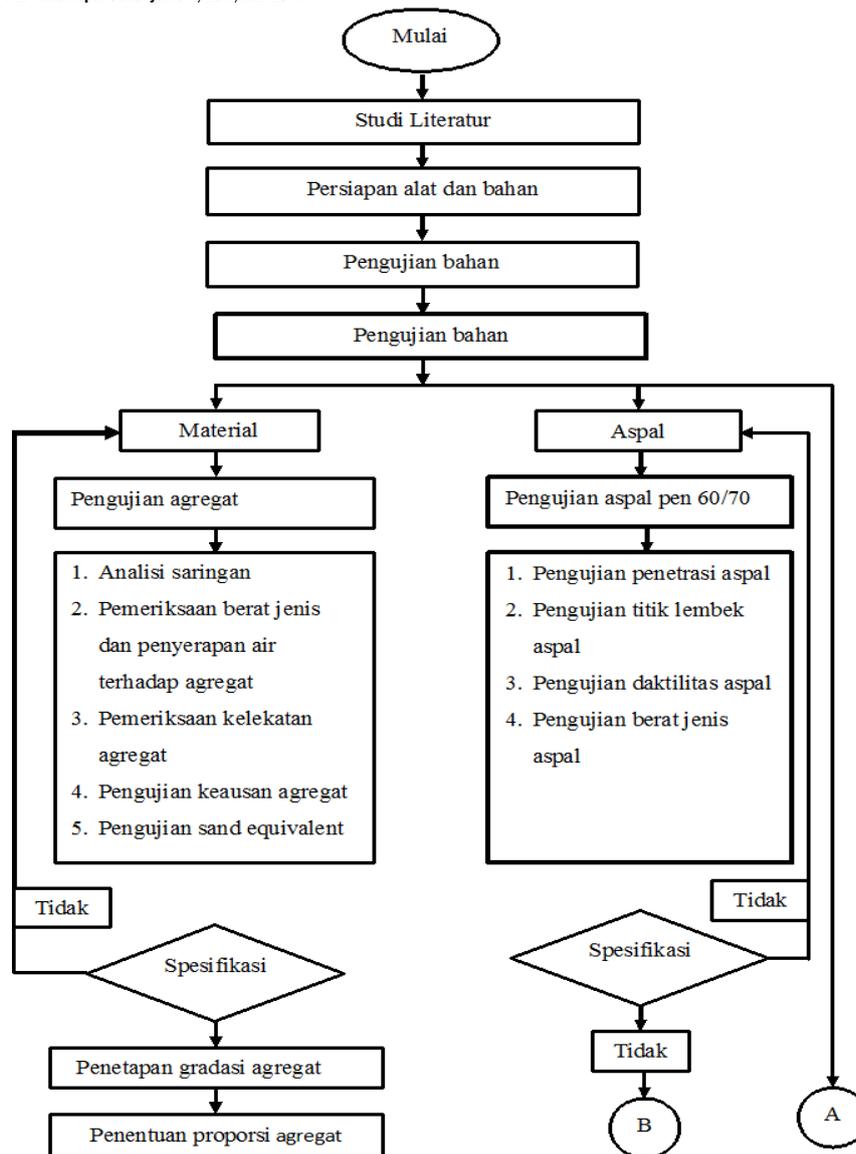
Urutan metode penelitian tersebut adalah sebagai berikut:

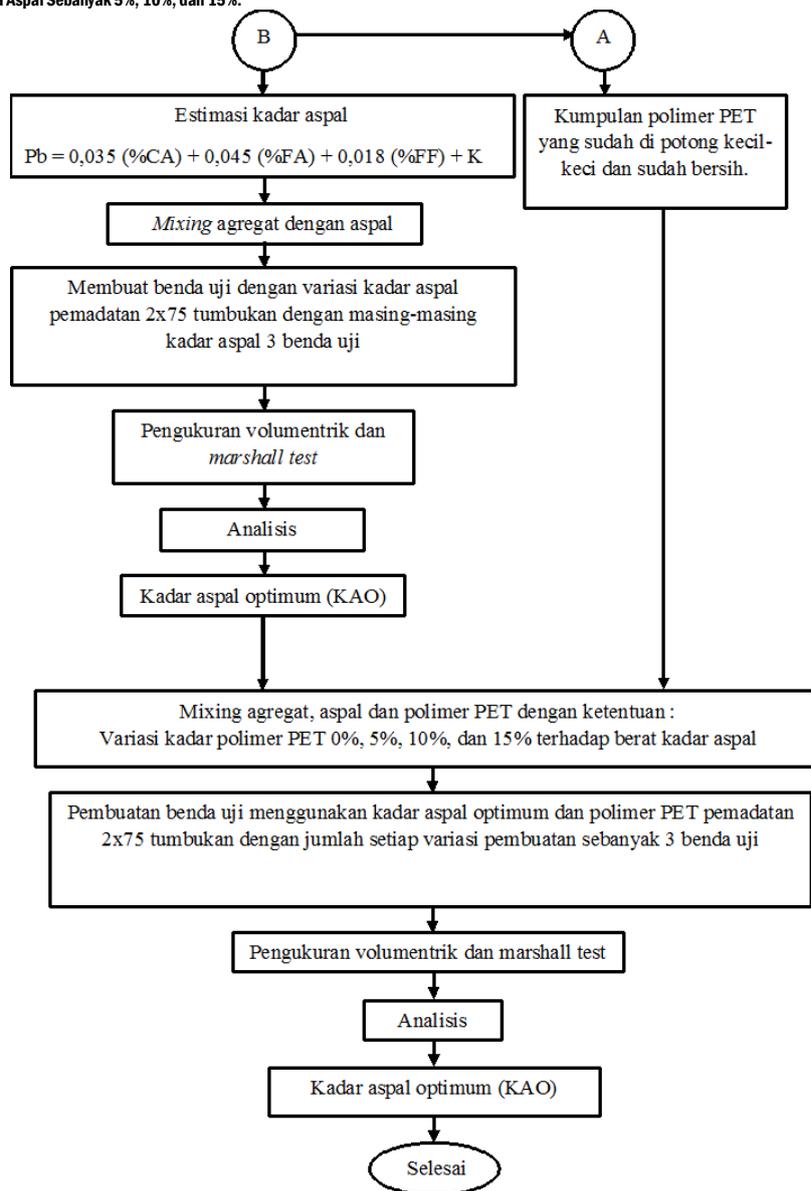
- j. Studi Pustaka
- k. Persiapan Material
- l. Pengujian bahan
- m. Pembuatan benda uji
- n. Pengujian Marshall campuran aspal murni
- o. Analisis data hasil uji marshall campuran aspal murni
- p. Pengujian Marshall campuran aspal modifikasi
- q. Analisis data hasil uji marshall campuran aspal modifikasi
- r. Selesai

5.3 Bagan Alir Penelitian

Alur penelitian dapat dilihat pada bagan alir berikut:







Gambar 1. Bagan Alir Penelitian

6 Analisis dan Pembahasan

6.1 Analisis dan Hasil Pengujian Material

Penelitian ini akan di lakukan di laboratorium PT. Selo Adikarto yang terletak di Dukuh, Donomulyo, Nanggulan, Kulon Progo DIY.

5. Hasil uji Mutu Aspal

Material aspal yang digunakan dalam penelitian ini adalah aspal AC-WC pen 60/70. Untuk mengetahui apakah mutu aspal yang akan digunakan sudah memenuhi syarat pengujian seperti standar yang ditetapkan, maka dilakukan pengujian sesuai dengan nilai-nilai karakteristik material aspal tersebut, seperti yang tercantum dalam Tabel 1.

Tabel 5. Hasil pengujian mutu aspal

Jenis Pemeriksaan (pen 60/70)	Min	Max	Hasil Uji	Unit	Status
Penetrasi aspal 25°, 100gr, 5dt	60	79	65.7	0.1 mm	OK
Titik Lembek aspal	30	200	47.5	°C	OK
Daktalitas	100	-	150	cm	OK

(Sumber: Hasil penelitian, 2019)

6. Hasil Uji Mutu Agregat

Untuk memperoleh hasil perencanaan campuran yang memiliki mutu yang baik, diperlukan pengujian mutu masing-masing komponen material penyusunnya. Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui sifat-sifat fisik atau karakteristik dasar yang dimiliki oleh komponen utama penyusun campuran, yaitu agregat kasar, medium dan halus. Agregat yang digunakan dalam perencanaan ini merupakan agregat yang berasal dari PT. SAK. Pengujian ini mengacu pada standar ASTM (American Society for Testing Material) dan SNI (Standar Nasional Indonesia), adapun hasil pengujiannya dapat dilihat pada Tabel

Tabel 6. Hasil Pemeriksaan massa jenis agregat

No	Jenis Pemeriksaan	Syarat	Hasil	Unit	Status
A Agregat Kasar					
1	Berat Jenis	> 2.5	2.574	gr/cm ³	OK
2	Berat Jenis Kering Permukaan Jenuh	> 2.6	2.604	gr/cm ³	OK
3	Berat Jenis Semu	> 2.7	2.655	gr/cm ³	OK
4	Penyerapan	<3	1.185	gr/cm ³	OK
B Agregat Halus					
1	Berat Jenis	> 2.5	2.545	gr/cm ³	OK
2	Berat Jenis Kering Permukaan Jenuh	> 2.6	2.597	gr/cm ³	OK
3	Berat Jenis Semu	> 2.7	2.685	gr/cm ³	OK
4	Penyerapan	<3	2.051	gr/cm ³	OK

(Sumber: Hasil penelitian, 2019)

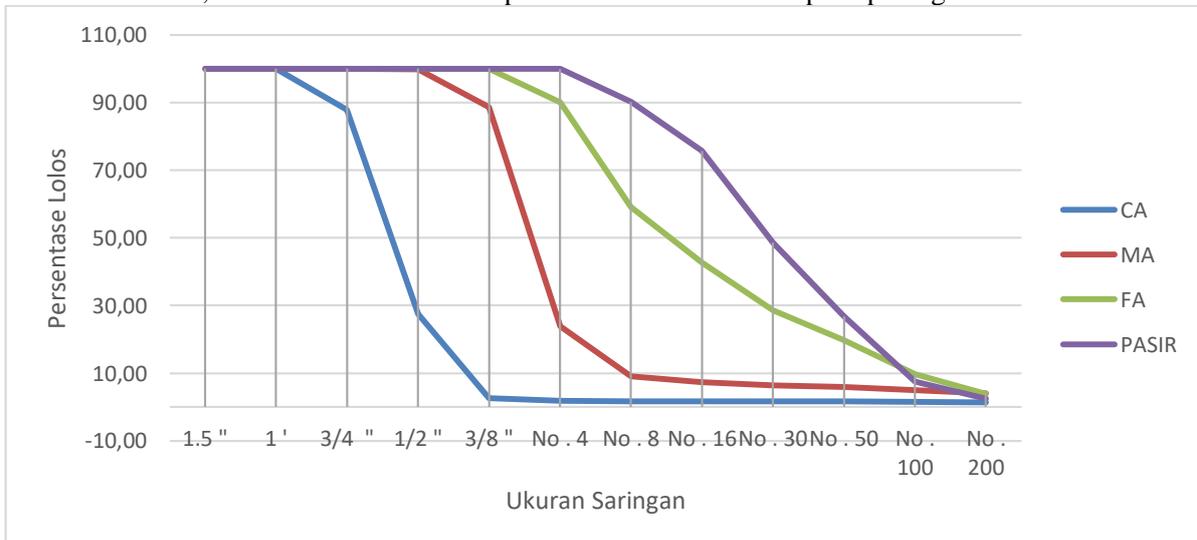
Tabel 7. Hasil pemeriksaan penyerapan air agregat

No	Jenis Material	Course Agg	Medium Agg		Fine Agg		Pasir			
			I	II	I	II	I	II		
A	Berat agregat Basah + Tempa	Gram	2076.8	1850.1	2125.9	2073.9	811.8	824.2	371.6	374.7
B	Berat agregat Kering + Temp	Gram	2060.8	1833.1	2097.9	2046.9	782.8	795.2	359.6	361.7
C	Berat Tempa	Gram	93.8	94.1	92.9	96.9	97.8	97.2	95.6	90.7
D	Berat Air	Gram	16.0	17.0	28.0	27.0	29.0	29.0	12.0	13.0
E	Berat agregat Kering	Gram	1967	1739	2005	1950	685	698	264	271
F	Kadar Air	Gram	0.813	0.978	1.397	1.385	4.234	4.155	4.545	4.797
Rata - Rata		%	0.895		1.391		4.194		4.671	

(Sumber: Hasil penelitian, 2019)

7. Analisis Saringan Agregat

Pengujian analisis saringan agregat kasar, medium dan halus ini mengacu pada PB-0201-76, AASHTO T-27-82, ASTM D-136-04. Hasil pemeriksaan ini tertera seperti pada grafik :



(Sumber: Hasil Penelitian, 2019)

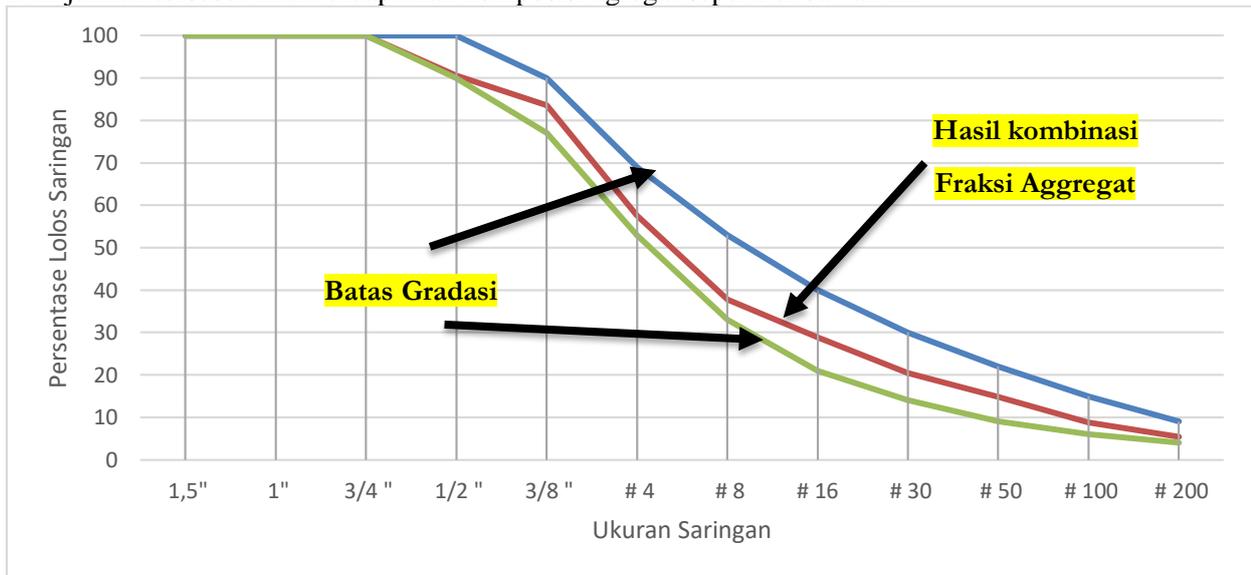
Gambar 3. Hasil Analisis Saringan

8. Rancangan komposisi Benda Uji

Rancangan komposisi penyusun campuran aspal panas yang digunakan pada penelitian ini disesuaikan dengan tipe campuran no. IV untuk lapis permukaan berdasarkan SNI 03-1737-1989. Berikut ini adalah rancangan komposisi :

- CA : 13.0%
- MA : 33.0%
- FA : 46.0%
- PASIR : 6.0%
- FILLER : 2.0%

Dari jumlah tersebut maka didapatkan komposisi agregat seperti di bawah ini



6.2 Penentuan Kadar Aspal awal

Untuk variasi kadar aspal yang digunakan dalam penelitian ini ditentukan dengan cara dapat pula ditentukan dengan mempergunakan rumus kadar aspal tengah/ideal, berdasarkan Spesifikasi Depkimpraswil/ Departemen Pemukiman dan Prasarana Wilayah (2002), yaitu:

$$P = 0,035 (\%CA) + 0,045 (\%FA) + 0,18 (\%filler) + K \tag{4.1}$$

Dengan:

K (konstanta) untuk 2,0 - 3,0 untuk lataston

$$P_b = 0,035 (13) + 0,045 (46) + 0,18 (2) + 2,5 = 5,385\% \approx 6\%$$

Diperoleh nilai "P" = 5,385 ; maka variasi kadar aspal yang akan digunakan adalah yaitu, 5% , 5,5% , 6%. Variasi kadar aspal tersebut merupakan proporsi berat aspal terhadap berat total campuran.

6.3 Karakteristik Campuran Aspal Murni

Dari hasil pengujian marshall, didapatkan data berupa nilai stabilitas dan flow. Nilai Marshall Quotient, VIM, VMA, dan VFA didapat dari hasil perhitungan dan dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Karakteristik campuran aspal murni

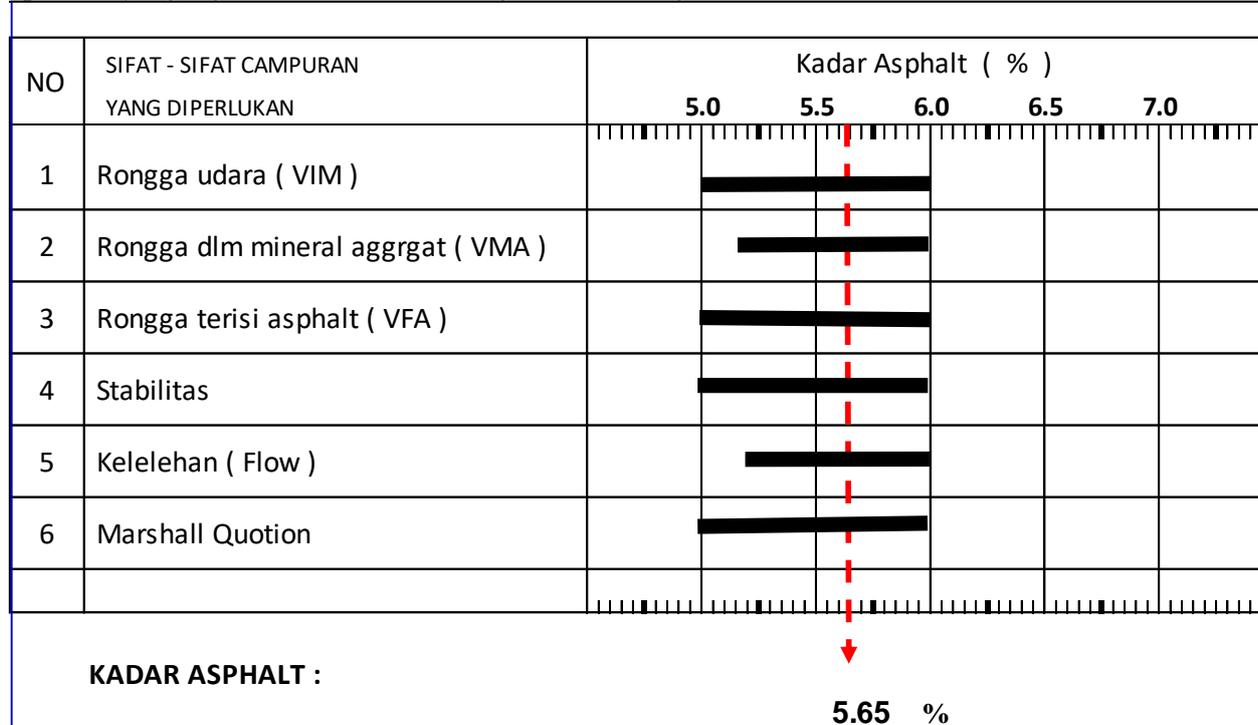
Karakteristik Marshall	Kadar Aspal			Spesifikasi	
	5,0%	5,5%	6,0%	Min	Max
Stabilitas (kg)	1817	1674	2518	800	-
Flow (mm)	1.77	2.53	3.17	2	4
VMA (%)	14.67	15.19	16.65	15	-

VIM (%)	4.35	3.75	4.22	3	5
VFA (%)	70.34	75.32	74.63	65	-
MQ (kg/mm)	1028.59	660.78	795.28	250	-

(Sumber: Hasil Penelitian, 2019)

6.4 Penentuan Nilai Kadar Aspal Optimum (KAO)

Kadar aspal optimum dapat ditentukan dengan menggunakan metode *bar-chart*. Nilai kadar aspal optimum yang digunakan adalah nilai tengah dari rentang kadar minimum dan kadar maksimum.



Gambar 3. Grafik Penentuan Karakteristik Kadar Aspal Optimum
 (Sumber: Hasil Penelitian, 2019)

Dari grafik diatas dapat di ambil rata-rata Nilai kadar aspal optimum sebesar 5,65%.

6.5 Karakteristik Campuran Aspal Modifikasi

Untuk aspal modifikasi digunakan campuran dengan komposisi ca, ma, fa, filler, dan pasir yang sama dengan uji marshall aspal murni. Jumlah kadar aspal yang digunakan adalah 5,65% sesuai dengan KAO.

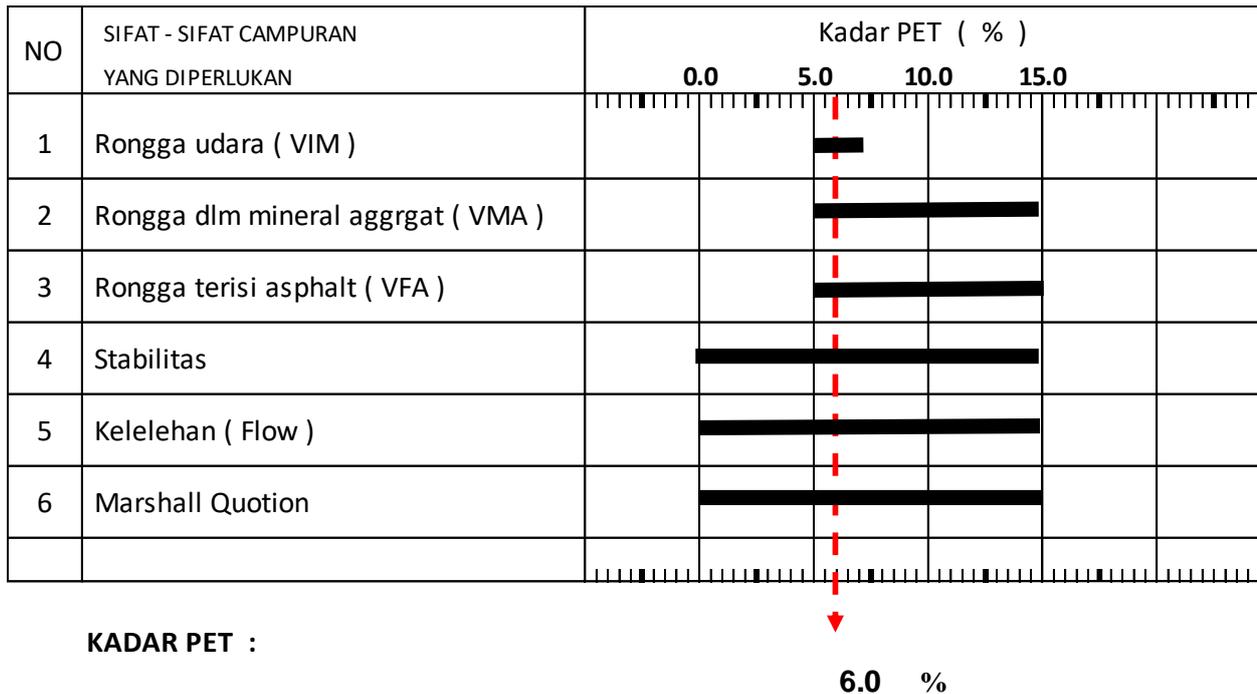
Tabel 8. Karakteristik aspal modifikasi

Karakteristik Marshall	Kadar Polimer PET			Spesifikasi	
	5%	10%	15%	Min	Max
Stabilitas (kg)	1639.4	1703.6	1925.82	1000	-
Flow (mm)	2.57	2.25	2.13	2	4
VMA (%)	15.99	16.72	17.40	15	-
VIM (%)	3.84	4.68	5.46	3	5
VFA (%)	68.00	99.02	123.09	65	-
MQ (kg/mm)	638.78	757.16	902.73	250	-

(Sumber: Hasil Penelitian, 2019)

6.6 Kadar Polimer PET Optimum

Kadar polimer optimum dapat ditentukan dengan menggunakan metode *bar-chart*. Nilai kadar aspal optimum yang digunakan adalah nilai tengah dari rentang kadar minimum dan kadar maksimum.



Gambar 4. Kadar Polimer PET Optimum

6. Kesimpulan dan Saran

5.3 Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis pengujian yang telah dilakukan dengan variasi kadar aspal polimer pada campuran aspal AC-WC, dapat disimpulkan hal-hal sebagai berikut ini :
 Menurunkan nilai stabilitas marshall pada kadar polimer 5% sebesar 3,49%, namun menambah nilai stabilitas Marshall pada kadar polimer 10% dan 15% sebesar 0,29% dan 20,64.

- f. Menurunkan nilai kelelehan pada kadar polimer 5%, 10%, dan 15% berturut-turut sebesar 31,83%, 40,30% dan 43,50%.
- g. Meningkatkan nilai *Marshall Quotient* pada kadar polimer 5%, 10%, dan 15% berturut-turut sebesar 41,63%, 67,90%, dan 100,18%.
- h. Meningkatkan nilai VIM pada kadar polimer 5%, 10%, dan 15% berturut-turut sebesar 2,67%, 25,13%, dan 45,99%.
- i. Meningkatkan nilai VMA pada kadar polimer 5%, 10%, dan 15% berturut-turut sebesar 1,27%, 5,88%, dan 10,20%.
- j. Secara keseluruhan, keandalan perkerasan jalan aspal modifikasi polimer PET dengan cara basah tidak lebih baik dibandingkan dengan aspal murni.

5.4 Saran

Dari hasil penelitian disarankan hal-hal sebagai berikut :

- d. Pencampuran aspal polimer harus dilakukan menggunakan alat agar dapat tercampur dengan baik.
- e. Tahap-tahap penelitian harus disesuaikan dengan ketentuan dan dilakukan secara teliti. Sehingga diperoleh hasil yang optimal.
- f. Sebaiknya tidak dilakukan modifikasi aspal dengan polimer PET dengan cara basah. Hal ini akan membuat kualitas perkerasan lentur menurun dibandingkan dengan aspal murni.

Daftar Pustaka

[BSN] Badan Standarisasi Nasional. 1989. SNI 03-1737-1989. Tipe Campuran. Badan Standarisasi Nasional : Jakarta.

Badan Pusat Statistik. 2018. *Perkembangan Jumlah Kendaraan Bermotor Menurut Jenis, 1945-2018*.

Arsayanti, W. D. (2016). *Pengaruh Limbah Padat Styrofoam Dengan Variasi 0%, 2%, 4% Dan 6% Pada Campuran AC-WC Ditinjau Dari Karakteristik Marshall*.

Yoga, L. E. (2019). *Pengaruh Bahan Tambah Limbah Logam Cor Pada Asphalt Concrete-Wearing Course (AC-WC) Terhadap Karakteristik Marshall*.

Sukirman, S., 1999. BAB II Perkerasan Jalan Raya, Penerbit NOVA, Bandung.