

Penggunaan Aspal Penetrasi 60/70 dan Plastik Polypropylene terhadap Campuran Beton Aspal AC-WC dengan Perendaman Produk Minyak Bumi

Aida Hanif^{1*}, Fitrika Mita Suryani², M. Isya³

^{1*} Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil, Universitas Syiah Kuala

Jalan Syech Abdurrauf No.7 Kopelma Darussalam Banda Aceh 23111, Indonesia

^{2,3} Dosen, Jurusan Teknik Sipil, Universitas Syiah Kuala

Jalan Syech Abdurrauf No.7 Kopelma Darussalam Banda Aceh 23111, Indonesia

¹Aidahaniif.hanif@gmail.com*, ²fitrika_mitasuryani@unsyiah.ac.id, ³m_isya@unsyiah.ac.id

*Corresponding author

Abstract

Along with the large number of movements that require vehicles, be it motorbikes, cars or public transportation, there is the possibility of accidental spills of petroleum products including diesel and gasoline, so as to reduce the design life of the road pavement. Therefore, there is a need for research related to the effect of the spill of petroleum products. Utilization of substitute materials (additive) from waste is one way to increase the durability and durability of roads. Therefore, this study aims to determine how the properties of the 60/70 penetration asphalt mixture with the substitution of 4% polypropylene as a binder and fly ash filler as a filler can improve the quality of the asphalt mixture (AC-WC) in immersing the surface of petroleum products. The beginning of this research is to find the value of Optimum Asphalt Levels (OAL), then a test object is made with polypropylene substitution of 4% of the asphalt content. After the KAO value was obtained, the test object was tested by immersing diesel, oil and gasoline with 3 times, namely 3 minutes, 5 minutes and 7 minutes which were tested empirically using a Marshall tool. The results of the research showed that the stability value of the normal asphalt concrete mixture test object without petroleum bath was 1288.27 kg. There was a very significant decrease in stability with the long duration of immersion and only oil with 3 minutes of immersion still met the specifications, namely ≥ 1000 kg. The durability value obtained for the penetration asphalt mixture which is substituted with 4% polypropylene and soaked in oil is 90% and this does not meet the general requirements of Bina Marga 2018 revision 2 (2020).

Abstrak

Seiring dengan banyaknya pergerakan yang membutuhkan kendaraan baik itu motor, mobil atau angkutan umum, ada kemungkinan terjadinya ketidaksengajaan pertumpahan produk minyak bumi di antara lain solar dan bensin, sehingga dapat mengurangi umur rencana dari perkerasan jalan. Karena itu, perlu adanya penelitian terkait pengaruh tumpahan produk minyak bumi tersebut. Pemanfaatan bahan substitusi (additive) dari limbah merupakan salah satu cara untuk meningkatkan daya tahan dan nilai keawetan pada jalan. Oleh karena itu, Adanya penelitian ini untuk mendapatkan pengetahuan tentang bagaimana sifat AC-WC yang aspal penetrasinya diganti dengan substitusi polypropylene 4% guna sebagai bahan pengikat dan filler fly ash sebagai bahan pengisi yang dapat meningkatkan kualitas campuran aspal (AC-WC) dalam perendaman permukaan produk minyak bumi. Permulaan dari penelitian ini yaitu mencari nilai Kadar Aspal Optimum (KAO), kemudian dibuatkan benda uji dengan substitusi polypropylene sebesar 4% terhadap kadar aspal. Setelah nilai KAO didapatkan, maka dilakukan pengujian benda uji untuk direndam perendaman minyak (oli, bensin, solar) dengan 3 lama waktu rendaman yaitu 3, 5 dan 7 menit yang diuji pengujian empiris menggunakan alat marshall. Hasil pengujian stabilitas marshall menunjukkan bahwa pada benda uji lapisan AC-WC tanpa rendaman minyak ialah 1288,27 kg. Terjadi penurunan kekuatan stabilitas yang sangat signifikan dengan lamanya durasi perendaman dan hanya oli dengan 3 menit perendaman yang masih memenuhi spesifikasi yaitu ≥ 1000 kg. Nilai durabilitas yang didapat pada campuran aspal penetrasi yang disubstitusi 4% polypropylene dan dilakukan perendaman dengan oli yaitu $\leq 90\%$ dan ini tidak tercapai persyaratan umum Bina Marga 2018 revisi 2 (2020).

Kata kunci : Polypropylene 4%, Perendaman Minyak Bumi, Aspal Penetrasi, Campuran Aspal (AC-WC).

I. Pendahuluan

Jalan merupakan bagian dari sistem transportasi yang memiliki kedudukan sangat berarti paling utama dalam menunjang bidang ekonomi, sosial serta budaya dan area serta dikembangkan lewat pendekatan pengembangan daerah supaya tercapai penyeimbang serta pemerataan pembangunan antardaerah. Pada hakikatnya pembangunan jalan yang kokoh serta sediakan susunan permukaan yang selalu rata ialah persyaratan sesuatu jalur

buat menjamin keamanan dan kenyamanan pelayanan yang lumayan lama. Salah satu pemicu utama penyusutan kekuatan serta kehancuran pada perkerasan lentur jalur raya yaitu minimnya keawetan serta kekuatan pada lapisan AC-WC.

Beban lalu lintas yang berlebihan pada jalan, kesalahan perencanaan, pergantian cuaca bisa merendahkan keawetan pembangunan jalan dan terdapat kemungkinan ketidaksengajaan tumpahan produk minyak

bumi baik itu solar, oli dan bensin dari kendaraan yang tertumpah ke lapisan muka jalan yang bisa menghancurkan serta kurangi waktu lamanya ketahanan jalan.

Minyak bumi semacam solar, oli ataupun bensin apabila bercampur ke kombinasi aspal dalam kondisi tertentu dapat berdampak hilang kelekatan agregat terhadap aspal yang bisa mengakibatkan terbentuknya proses agregat yang melepaskan diri dari aspal [1]. Hal ini bisa menurunkan kinerja perkerasan lentur serta berkurangnya nilai durabilitas. Inovasi untuk menaikkan tingginya kualitas campuran aspal beton bisa dilakukan dengan salah satu caranya adalah menggantikan substitusi (*additive*) dalam aspalnya. Penggunaan limbah *polypropylene* sebagai pengganti sebagian aspal diharapkan bisa menaikkan kekuatan lapisan AC-WC sebagaimana penelitian Samsul Arif [2], penambahan plastik PP (*Polypropylene*) 2% dan 4% menunjukkan hasil yang lebih baik dari laston normal.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui karakteristik campuran beton aspal terhadap minyak bumi (solar, oli dan bensin) dengan 3 perbedaan waktu yaitu selama 3 menit, 5 menit dan 7 menit yang penggunaannya untuk diketahui waktu maksimum rendaman terhadap campuran AC-WC pada aspal penetrasi dengan substitusi plastik *polypropylene* sebesar 4% dalam solar, oli dan bensin yang masih mencapai persyaratan standar spesifikasi.

Hasil penelitian yang didapatkan pada campuran AC-WC tanpa adanya substitusi *polypropylene*, untuk Kadar Aspal Optimum (KAO) yaitu 5,95%. Penerapan *polypropylene* 4% sebagai substitusi aspal penetrasi didapatkan nilai KAO terbaik dengan stabilitas sebagai patokan yaitu 1288,27kg di persen kadar aspal 5,95%. Hasil rendaman minyak bumi ini menampilkan kalau nilai stabilitas menyusut dari keadaan wajar, produk minyak bumi yang sangat pengaruhi penyusutan nilai stabilitas adalah perendaman bensin dengan durasi 7 menit sebesar 758,61 kg dan ini mengalami penurunan sebesar 41,11%. Hanya stabilitas dengan perendaman oli 3 menit saja yang masih memenuhi spesifikasi untuk diujikan nilai durabilitas yang diperoleh nilainya sebesar 63,72% dan tidak memenuhi Persyaratan Bina Marga 2018 revisi 2 tahun 2020 [3] yaitu $63,72\% \leq 90\%$, adapun ketentuan AASHTO [4] untuk durabilitas yaitu $\leq 75\%$.

II. Tinjauan Kepustakaan

2.1 Bahan Lapisan AC-WC

2.1.1 Aspal

Senyawa utama dari aspal berupa hidrokarbon atau disebut juga bitumen, diperoleh dari hasil olahan minyak yang melalui beberapa proses. Sifat rekat dan ketahanan yang tinggi dimiliki aspal terhadap air [5]. Pada temperatur ruang, aspal berwujud padat sampai dengan sedikit padat yang sifat termoplastis. Aspal mencair kalau temperaturnya naik. Oleh karena itu aspal memiliki sifat *thermoplastic* [6].

2.1.2 Agregat

Definisi agregat menurut *Atkins* [7] adalah butiran-butiran dari partikel mineral yang salah satu cara penggunaannya dikombinasikan dengan berbagai macam tipe mulai dari sebagai bahan material di semen untuk membentuk beton, lapis pondasi jalan, material pengisi. Agregat kasar ini berspesifikasi agregat yang di saringan tertahan pada No 4 (4,75 mm) agregat yang digunakan itu bukan dari tanah lempung dan dari bahan yang tidak diharapkan lainnya serta awet, keras, bersih [8]. Kemudian, untuk Agregat halus yang digunakan itu material yang di saringan lolos No 4 (4,75 mm) dan juga harus tertahan di saringan No 200 (0,075 mm). Agregat halus terdiri atas hasil batu ataupun pasir alam yang dipecahkan menggunakan alat *stone crusher* berdasarkan Persyaratan Umum Bina Marga 2018 Revisi 2 (2020).

2.1.3 Filler (bahan pengisi)

Filler (bahan Pengisi) merupakan mineral yang didapatkan dari sampingan pabrik-pabrik semen yang dipecahkan menggunakan mesin *stone crusher*. Ukuran agregat halus itu partikel $< 0,075$ mm (saringan lolos No. 200). Kategori *filler* yang biasanya digunakan adalah *loess* (deposit material dari hasil angin), debu berbutir (debu didapat dari batuan misal *portland cement*) dan abu terbang (*fly ash*) diperoleh dari pembakaran batu bara.[9].

2.2 Lapisan Aspal Beton

Laston AC-WC itu harus mampu menghasilkan lapisan yang daya dukungnya besar dan langsung berhubungan dengan beban yang ada di atasnya seperti kendaraan ringan maupun berat serta mampu melindungi lapisan-lapisan yang dibawahnya. AC-WC ini berada dilapisan permukaan yang diharapkan bisa membuat nyaman bagi pengendara dan aman dari hal-hal yang tidak diinginkan. Menurut *The Asphalt Institute* [10], campuran aspal beton yang baik diharapkan mampu melayani dengan baik variasi pembebanan selama bertahun-tahun dan akibat pengaruh kondisi lingkungan. Berdasarkan Persyaratan Umum telah ada ketentuan tentang sifat-sifat dari campuran Laston (AC) seperti pada Tabel 1 dibawah ini.

Tabel 1 Ketentuan Sifat-Sifat Laston AC

Sifat-sifat Campuran	Laston WC
Jumlah tumbukan per bidang	75
Rasio partikel lolos ayakan 0,0075 mm dengan kadar aspal efektif	Min 0,6 Maks 1,2
Rongga dalam campuran (%)	Min 3,0 Maks 5,0
Rongga dalam agregat (VMA) (%)	Min 15
Rongga terisi aspal (%)	Min 65
Stabilitas Marshall (kg)	Min 800
Pelelehan (mm)	Min 2 Maks 4
Stabilitas Marshal Sisa (%) setelah perendaman selama 24 jam, 60°C	Min 90

Rongga dalam campuran (%) pada kepadatan membal (refusal)	Min	2
---	-----	---

2.3 Perencanaan Pencampuran Lapisan AC-WC

2.3.1 Gradasi rencana

Gradasi agregat senjang atau terbuka sangat jarang atau bahkan hampir tidak ada yang digunakan ada lapisan AC-WC. Gradasi yang biasa dipakai pada perencanaan laston (AC-WC) adalah agregat yang bergradasi baik. Berdasarkan Persyaratan Bina Marga mengenai spesifikasi gradasi untuk lapisan perkerasan laston AC-WC adalah seperti yang ada pada Tabel 2.

Tabel 2 Spesifikasi Gradasi Agregat (AC-WC)

Ukuran Saringan		Laston (AC-WC) persentase berat yang lolos
Saringan	Ukuran	Spesifikasi
3/4"	19	100
1/2"	12,5	90-100
3/8"	9,5	77-90
No.4	4,75	53-69
No.8	2,36	33-53
No.16	1,18	21-40
No.30	0,6	14-30
No.50	0,3	9-22
No.100	0,15	6-15
No.200	0,075	4-9

2.3.2 Kadar aspal rencana

Sebelum mendapatkan nilai kadar aspal optimum, maka terlebih dahulu merencanakan nilai kada aspal awal. Kadar aspal awal bisa dicari menggunakan rumus dari persamaan dibawah ini:

$$P_b = 0,035 (\%CA) + 0,045 (\%FA) + 0,18 (\%Filler) + K \dots \dots \dots 1)$$

Dimana:

P_b = kadar aspal tengah;

CA = tertahan pada saringan No 4;

FA = lolos saringan pada No 4 dan tertahan di No 200;

Filler = lolos pada saringan No 200;

K = konstanta 0,5–1 untuk lapis AC-WC (yang digunakan pada penelitian adalah 0,5)

III. Metode Penelitian

Laboratorium Material Jalan Raya Fakultas Teknik Universitas Syiah Kuala, Banda Aceh, menjadi tempat pelaksanaan penelitian ini dilakukan. Pengambilan material berasal dari PT. Kreung Meuh, lokasi Indrapuri, Kabupaten Aceh Besar. Aspal yang dipakai adalah aspal yang berpenetrasi 60/70 yang dihasilkan oleh PT. Shell Bitumen. *Polypropylene* yang digunakan berupa plastik botol minuman kemasan. Jenis *filler* yang digunakan adalah abu terbang (*fly ash*) yang berasal dari PLTU Nagan Raya, lolos pada saringan No 200.

3.1 Pembuatan dan Proses Pengujian Benda Uji

Lapisan AC-WC dilakukan pengujian pada benda uji. Pengujian menggunakan metode yang umum digunakan di Indonesia yaitu pengujian empiris yang menggunakan alat Marshall yang bertujuan untuk mendapatkan nilai stabilitas, *flow* dan stabilitas yang kemudian menggunakan microsoft excel sebagai bantuan untuk mendapatkan nilai VMA, VIM, VFA dan *Marshall Quotient*. Jumlah benda uji yang diuji secara bertahap pada penelitian ini yaitu 69 dengan uraian seperti yang terlihat pada Tabel 3, Tabel 4, Tabel 5 dan Tabel 6.

Tabel 3 Menentukan nilai KAO

Kadar Aspal Penetrasi 60/70	Kode	Total
Pb – 1,0%	Ka ₁₁ Ka ₁₂ Ka ₁₃	3
Pb – 0,5%	Ka ₂₁ Ka ₂₂ Ka ₂₃	3
Pb	Ka ₃₁ Ka ₃₂ Ka ₃₃	3
Pb + 0,5%	Ka ₄₁ Ka ₄₂ Ka ₄₃	3
Pb + 1,0%	Ka ₅₁ Ka ₅₂ Ka ₅₃	3
Jumlah		15

Tabel 4 Benda Uji Nilai Kadar Aspal Optimum dengan Penambahan Polypropylene 4%

Kadar Aspal Penetrasi 60/70	Kode	Total
KAO – 0,5%	Ka ₂₁ Ka ₂₂ Ka ₂₃	3
KAO	Ka ₃₁ Ka ₃₂ Ka ₃₃	3
KAO + 0,5%	Ka ₄₁ Ka ₄₂ Ka ₄₃	3
Jumlah		9

Tabel 5 Benda uji dengan Menggunakan Substitusi Polypropylene 4% Terhadap Perendaman Minyak Bumi

Waktu rendaman	Bensin	Solar	Oli	Jumlah
3 Menit	B ₁₁ B ₁₂ B ₁₃	S ₁₁ S ₁₂ S ₁₃	O ₁₁ O ₁₂ O ₁₃	9
5 Menit	B ₂₁ B ₂₂ B ₂₃	S ₂₁ S ₂₂ S ₂₃	O ₂₁ O ₂₂ O ₂₃	9
7 Menit	B ₃₁ B ₃₂ B ₃₃	S ₃₁ S ₃₂ S ₃₃	O ₃₁ O ₃₂ O ₃₃	9
Jumlah				27

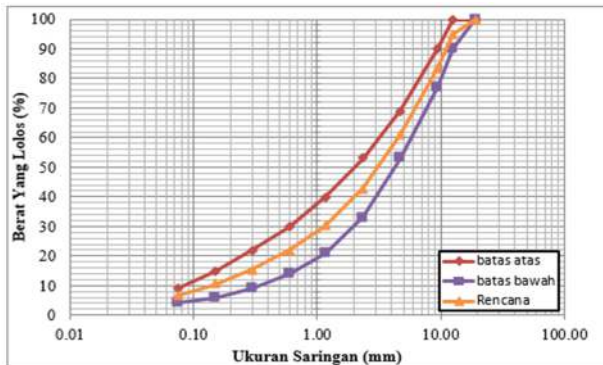
Tabel 6 Rekapitulasi Rencana keseluruhan jumlah benda uji

Jumlah Benda Uji	Total
Benda Uji Penentuan Kadar Aspal Optimum (Aspal Penetrasi 60/70)	15
Benda Uji dengan Nilai Persenan Kadar Aspal Optimum+Polpropylene 4%	9
Benda Uji Dengan Menggunakan Kadar Aspal Aspal Penetrasi 60/70 Dengan Substitusi Polypropylene (4%) Terhadap Perendaman Minyak Bumi	27
Benda uji durabilitas 30 menit dan 24 jam	18
Jumlah	69

IV. Hasil dan Pembahasan

4.1 Pemeriksaan Gradasi

Analisa saringan diperlukan untuk mengecek pemeriksaan gradasi. Tujuan dilakukan untuk guna agar agregat tersebut bisa masuk ke dalam persyaratan yang ada dan memenuhi persyaratan gradasi yang sebelumnya sudah dibuatkan perencanaan agar bisa digunakan secara langsung ke benda uji. Hasil perencanaan gradasi untuk pembuatan benda uji yang sesuai dengan persyaratan umum disajikan pada gambar 1.



Gambar 1 Grafik Gradasi Rencana Laston (AC-WC)

4.2 Sifat-Sifat Fisis Agregat

Pengujian sifat fisis agregat yang dilakukan berupa agregat halus dan agregat kasar. Agregat kasar ada 8 sifat yang diuji yaitu berat jenis dan penyerapan air, pengujian berat isi agregat, indeks kepipihan, indeks kelonjongan, tumbukan, keausan agregat dengan mesin Los Angeles dan kelekatan agregat terhadap aspal diperlihatkan pada Tabel 7. Agregat halus yang diuji hanya 2 pengujian yaitu berat jenis dan penyerapan terhadap air seperti yang ada pada tabel 8.

Tabel 7 Hasil pengujian sifat-sifat fisis agregat kasar

Pengujian	Syarat	Satuan	Hasil
Berat jenis	Min. 2,5	-	2.702
Penyerapan terhadap air	Maks. 3%	%	1.04
Berat isi agregat	Min. 1%	kg/dm ³	1.547
Indeks kelonjongan	Maks. 10%	%	23.780
Indeks kepipihan	Maks. 10%	%	30.513
Tumbukan (<i>impact</i>)	Maks. 30%	%	10.227
Keausan agregat dengan Mesin Los Angeles	Maks. 40%	%	19.146
Kelekatan agregat terhadap aspal	Min. 95	%	98

Tabel 8 Hasil pengujian sifat-sifat fisis agregat halus

Pengujian	Nilai	Satuan	Hasil
Berat jenis	Min. 2,5	gr/cm ³	2,813
Penyerapan terhadap air	Maks. 3	%	0,071

4.3 Sifat-Sifat Fisis Aspal

Sifat fisis aspal yang diuji ada 2 yaitu sifat-sifat fisis aspal tanpa substitusi dan sifat-sifat fisis aspal dengan substitusi *polypropylene*. Pengujiannya terdiri dari berat jenis, penetrasi, daktilitas dan titik lembek dilampirkan pada Tabel 9 dan Tabel 10.

Tabel 9 Hasil pengujian sifat-sifat fisis Aspal

Sifat-sifat Fisis Aspal	Satuan	Syarat	Hasil
Berat jenis	gr/cm ³	≥ 1,0	1,02
Penetrasi	(0,1 mm)	60-70	64
Daktilitas	Cm	≥ 100	120
Titik lembek	°C	≥ 48	49

Tabel 10 Hasil pemeriksaan sifat-sifat fisis Aspal dengan substitusi *polypropylene* 4%

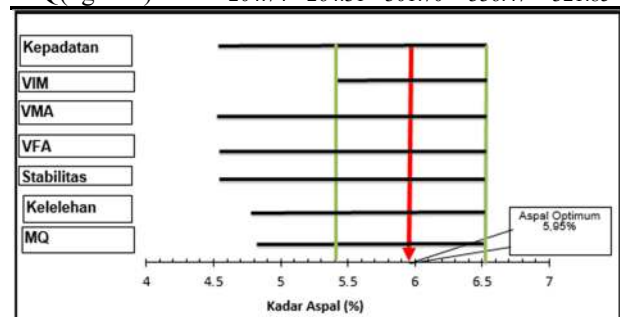
Sifat-sifat Fisis Aspal	Satuan	Syarat	Hasil
Berat jenis	gr/cm ³	≥ 1,0	1,048
Penetrasi	(0,1 mm)	50-70	50
Daktilitas	Cm	≥ 48	-
Titik lembek	°C	≥ 50	52,5

4.4 Hasil Pengujian Marshall Untuk Menentukan (KAO)

Nilai parameter Marshall didapatkan berdasarkan hasil pengujian Marshall, yaitu *flow* dan stabilitas, setelah itu dimasukkan ke persamaan untuk masing-masing parameter lainnya yang terdiri dari *density*, VIM, VMA, VFA, dan MQ. Analisis regresi digunakan untuk mengetahui hubungan variabel kadar aspal dan parameter marshall. Keseluruhan hasil pengujian yang kemudian didapatkan kadar aspal optimumnya itu sebesar 5,95% melalui plotting ke sumbu overlapping. Hasil pengujian dilampirkan pada Tabel 10 dan Gambar 2.

Tabel 11 Hasil Uji Marshall untuk Nilai KAO

Karakteristik Campuran	Kadar Aspal (%)				
	4.5	5	5.5	6	6.5
Kepadatan (t/m ³)	2.45	2.42	2.43	2.43	2.42
VIM (%)	5.28	5.78	4.75	4.75	3.76
VMA (%)	15.98	17.52	17.70	18.15	18.99
VFA (%)	66.99	67.06	73.19	78.02	80.25
Stabilitas (kg)	886.31	957.04	1075.19	1090.89	1063.05
Flow (mm)	4.40	3.63	3.63	3.33	3.40
MQ(kg/mm)	204.74	264.31	301.70	336.47	321.85



Gambar 2 Grafik Sumbu Overlapping Kadar Aspal Optimum

4.5 Hasil Uji Marshall dengan Bahan Substitusi Polypropylene 4%

Persenan kadar aspal optimum yang didapat sebesar 5,95%, kemudian divariasikan menjadi 3 variasi yaitu 5,45%, 5,95% dan 6,45% yang selanjutnya diujikan pengujian Marshall dengan substitusi polypropylene 4%. Hasil keseluruhan pengujiannya memenuhi spesifikasi yang didapat stabilitas terbaiknya itu pada campuran dengan kadar persen aspal 5,95%. Hasil pengujian diperlihatkan pada Tabel 12.

Tabel 12 Hasil Uji Marshall dengan Substitusi Polypropylene 4% dan filler fly ash

Karakteristik Campuran	Kadar Aspal (%)		
	5.45	5.95	6.45
Kepadatan (t/m^3)	2.45	2.42	2.41
VIM (%)	4.08	4.31	3.88
VMA (%)	17.03	18.30	19.00
VFA (%)	76.02	76.47	79.62
Stabilitas (kg)	1241.29	1288.27	1184.44
Flow (mm)	3.60	3.30	3.87
MQ(kg/mm)	348.48	395.99	307.81

4.6 Hasil Uji Marshall dengan Perendaman Produk Minyak Bumi

Setelah didapatkan persen KAO maka selanjutnya digunakan untuk benda uji dengan perendaman produk minyak bumi guna mengetahui seberapa parah kinerja yang mengalami penurunan. Pengujian perendaman berupa 3 variasi menit rendaman yaitu 3 menit, 5 menit dan 7 menit. Untuk hasil pengujian marshall dengan rendaman minyak bumi dilampirkan pada lampiran Tabel 13 sampai dengan Tabel 15.

Tabel 13 Hasil Uji Marshall dengan Rendaman Bensin

Karakteristik Campuran	Kadar Aspal (%)		
	3 Menit	5 Menit	7 Menit
Kepadatan (t/m^3)	2.41	2.41	2.41
VIM (%)	4.58	4.73	4.50
VMA (%)	18.65	18.77	18.58
VFA (%)	75.47	74.84	75.78
Stabilitas (kg)	845.60	819.06	758.61
Flow (mm)	3.77	3.80	4.20
MQ(kg/mm)	226.21	215.66	181.15

Tabel 14 Hasil Uji Marshall dengan Rendaman Solar

Karakteristik Campuran	Kadar Aspal (%)		
	3 Menit	5 Menit	7 Menit
Kepadatan (t/m^3)	2.42	2.44	2.41
VIM (%)	4.40	3.54	4.81
VMA (%)	18.49	17.76	18.84
VFA (%)	76.24	80.08	74.51
Stabilitas (kg)	906.95	853.13	780.66
Flow (mm)	3.77	3.93	4.50
MQ(kg/mm)	241.03	217.24	173.80

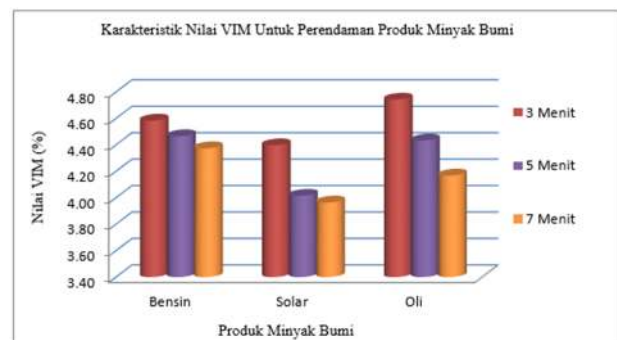
Tabel 15 Hasil Uji Marshall dengan Rendaman Oli

Karakteristik Campuran	Kadar Aspal (%)		
	3 Menit	5 Menit	7 Menit
Kepadatan (t/m^3)	2.41	2.42	2.42
VIM (%)	4.74	4.43	4.17
VMA (%)	18.79	18.52	18.30
VFA (%)	74.80	76.09	77.33
Stabilitas (kg)	1056.58	974.11	909.49
Flow (mm)	3.73	4.27	5.10
MQ(kg/mm)	285.81	228.88	182.40

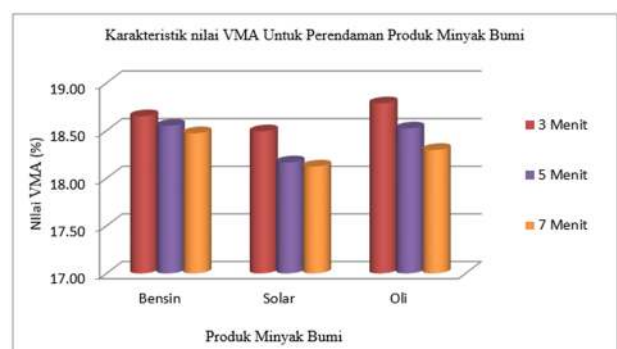
Hasil pengujian campuran aspal dengan perendaman produk minyak bumi yang diujikan pengujian parameter marshall, dengan substitusi polypropylene 4% diperoleh benda uji yang masih memenuhi Persyaratan Bina Marga 2018 Revisi 2 (2020) adalah pada perendaman oli dengan durasi 3 menit saja yang selanjutnya akan dilakukan pengujian durabilitas.

4.7 Hasil Tinjauan Marshall terhadap Rendaman Produk Minyak Bumi

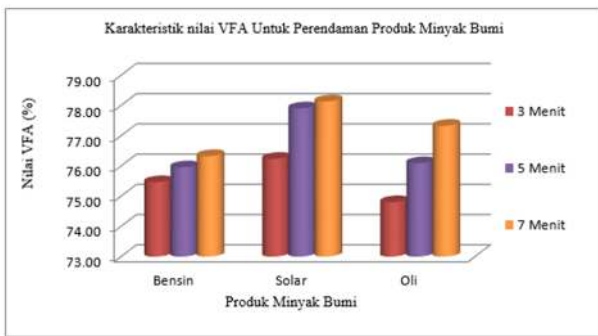
Kajian substitusi polypropylene sebesar 4% pada AC-WC berupa pengaruh terhadap perendaman produk minyak bumi yang didapatkan dari hasil pengolahan data dengan persen kadar aspal optimum diperlihatkan pada Gambar 3 hingga Gambar 8.



Gambar 3 Nilai Rendaman Minyak Bumi untuk VIM



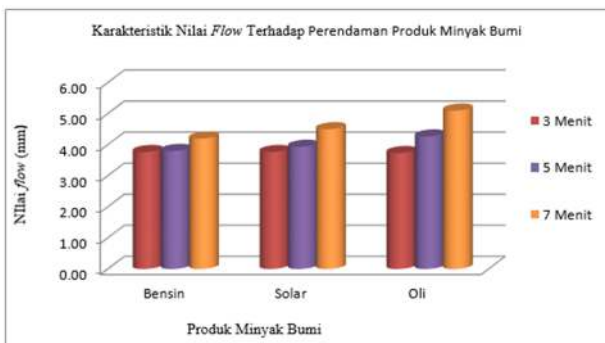
Gambar 4 Nilai Rendaman Minyak Bumi untuk VMA



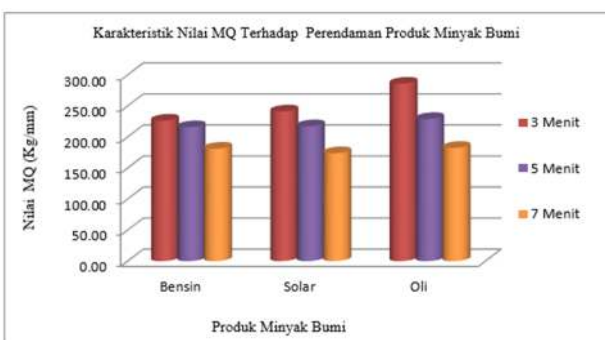
Gambar 5 Nilai Rendaman Minyak Bumi untuk VFA



Gambar 6 Pengaruh Rendaman Minyak Bumi terhadap Stabilitas



Gambar 7 Pengaruh Rendaman Minyak Bumi terhadap Flow



Gambar 8 Pengaruh Rendaman Minyak Bumi terhadap MQ

4.8 Pengujian Durabilitas

Nilai keawetan didapatkan melalui pengujian durabilitas perbandingan nilai stabilitas rendaman 30 menit dan 24 jam menggunakan air pada suhu 60°C. Hasil

pengujian durabilitas hanya diuji pada perendaman oli dengan durasi 3 menit ada pada Tabel 16.

Tabel 16 Hasil Pengujian Durabilitas

Variasi Benda Uji	Rendaman 30 Menit	Rendaman 24 Jam	Hasil (%)
(a)	(b)	(c)	(d)=c/b
Benda uji rendaman oli	1031.37	657.16	63.71

Bersumber pada hasil di atas memperlihatkan kalau nilai keawetan campuran aspal terhadap perendaman oli 3 menit ini tidak memenuhi spesifikasi yaitu $63,72\% \geq 90\%$, yang berarti campuran AC-WC yang terkena rendaman minyak sangat berpengaruh kepada nilai keawetan.

4.9 Pembahasan

Bersumber pada hasil pengujian Marshall nilai stabilitas benda uji yang direndam sepanjang 3 menit, 5 menit serta 7 menit hadapi penyusutan yang sangat signifikan dari keadaan wajar. Semakin berkurangnya nilai stabilitas hingga terus menjadi tidak ada kekuatan perkerasan jalan dalam menerima beban yang ada di atasnya dan mengalami penurunan ke arah memanjang pada lintasan kendaraan. Begitupun dengan nilai kelelahan (*flow*) yang semakin lama perendaman maka semakin bertambahnya nilainya. Meningkatnya nilai kelelahan hendak menyebabkan susunan perkerasan gampang hadapi deformasi ataupun pergantian wujud.

Hasil pengujian benda uji dengan kadar aspal optimum 5,95% ini terlihat bahwa semakin perendaman lama dilakukan maka akan sangat menurunkan kinerja campuran beton aspal. Bensin menjadi minyak bumi yang sangat berpengaruh terhadap lapisan AC-WC yang direndam selama 7 menit dengan nilai stabilitas 758,61 kg turun dari kondisi normalnya sebanyak 41,11%.

V. Kesimpulan

Substitusi *polypropylene* 4% ke aspal penetrasi 60/70 yang digunakan pada campuran aspal masih mencapai persyaratan yang disyaratkan. Nilai stabilitas yang menjadi patokan didapatkan nilai tertingginya itu pada campuran dengan kadar aspal 5,95% sebesar 1288,27 kg. Nilai stabilitas dan MQ pada Karakteristik Marshall campuran AC-WC dengan bahan substitusi *polypropylene* 4% pada rendaman produk minyak bumi mengalami penurunan yang sangat signifikan sejalan dengan lamanya waktu perendaman. Sedangkan nilai *flow* (kelelahan) mengalami peningkatan dari kondisi sewajarnya yang menandakan campuran akan mengalami deformasi atau perubahan wujud.

Hasil pengujian dari penelitian ini minyak bumi yang paling berpengaruh terhadap penurunan stabilitas adalah bensin yang direndam 7 menit sebanyak 41,11% dari kondisi tanpa rendaman, hanya oli dengan durasi 3 menit rendaman saja yang masih mencapai persyaratan untuk diuji pengujian durabilitas. Hasil pengujian durabilitas pada campuran dengan perendaman oli 3 menit tidak memenuhi spesifikasi yaitu $63,72\% \leq 90\%$.

VI. Saran

Penelitian selanjutnya dapat menggunakan substusi limbah plastik dan *filler* dari bahan yang berbeda. Dengan Penelitian selanjutnya disarankan menggunakan lebih sedikit produk minyak bumi dengan cara melakukan perendaman hanya pada permukaannya saja atau dioleskan benda ujinya menggunakan kuas.

VII. Daftar Pustaka

- [1] Kurniawan, F. H. *Pengaruh Tumpahan Bahan Bakar Minyak dan Oil terhadap Kinerja Campuran Lataston –Wc dengan Menggunakan Metode Marshall*, Universitas Sriwijaya, Sumatera Selatan, 2014.
- [2] Samsul Arif, *Alternatif Penggunaan Plastik Polypropylene Pada Campuran Aspal*, Universitas Islam Lamongan, Jawa Timur, 2018.
- [3] Direktorat Jendral Bina Marga, *Spesifikasi Umum Direktorat Jenderal Bina Marga Edisi 2018 Revisi 2 Divisi 6*, Kementerian Pekerjaan Umum, Jakarta, 2020.
- [4] ASTHO. *Standard Specification for Transportation Materials and Methods of Sampling and Testing*, 15thed. Washington, DC. 1990.
- [5] Sukirman, S. 2009. *Pekerasan Lentur Jalan Raya*, Penerbit Nova. Bandung.
- [6] Sukirman, S. *Campuran Beraspal Panas*, Penerbit Granit, Bandung, 2003.
- [7] Atkins, H. N. PE, *Highway Materials, Soils and Concretes, 3th Edition*: Prentice Hall, New Jersey, 1997.
- [8] Syahrul, *Pengaruh Perendaman Produk Minyak Bumi Terhadap Campuran Beton Aspal (AC-WC) Menggunakan Aspal Retona Blend 55 dan Aspal Pen 60/70 Dengan Substitusi Styrofoam*, Universitas Syiah Kuala, Banda Aceh, 2021.
- [9] Departemen pekerjaan Umum, *Modul Bahan Untuk Campuran Beraspal Panas*, Badan Penerbit PU, Jakarta, 2009.
- [10] Asphalt Institute, *Mix Design Methods for Asphalt Concrete and Other Hot Mix Types*, Manual Series No. 2 (MS-2), Six Edition, Lixington, Kentucky, 1997.