

Pemanfaatan Limbah Plastik PET (Polyethylene Terephthalate) Sebagai Bahan Tambah Pada Aspal Pen 60/70 Dalam Campuran Aspal HRS-WC

Apriliano Valen Damopolii^{#1}, Lucia G. J. Lalamentik^{#2}, Steve Ch. N. Palenewen^{#3}

[#]Program Studi Teknik Sipil, Universitas Sam Ratulangi

Jl. Kampus UNSRAT Kelurahan Bahu, Manado, Indonesia, 95115

¹valendamopolii23@gmail.com; ²lucia.lalamentik@unsrat.ac.id; ³spalenewen@unsrat.co.id

Abstrak

Tujuan dari adanya penelitian ini yaitu untuk mengetahui pengaruh serta manfaat dari limbah plastik PET sebagai bahan substitusi sebagian aspal penetrasi 60/70 pada campuran perkerasan HRS-WC dengan material lansot, kema yang telah tersedia dilaboratorium. Spesifikasi umum Bina Marga 2018 menjadi acuan pada penelitian ini dengan menggunakan cara kering (dry process) sebagai metode pencampuran limbah plastik dan metode pengujian menggunakan uji karakteristik Marshall. Hasil dari pengujian karakteristik Marshall pada campuran lataston HRS-WC didapatkan nilai Stabilitas untuk kadar plastik 0% 2599.04 kg; 4% 2778.82 kg; 6% 2702.77 kg; 8% 2781.97 kg. Nilai Flow untuk kadar plastik 0% 3.21 mm; 4% 3.17 mm; 6% 3.1 mm; 8% 2.76 mm. Nilai VMA untuk kadar plastik 0% 19.76%; 4% 19.00%; 6% 19.02%; 8% 17.72%. Nilai VIM untuk kadar plastik 0% 6.49%; 4% 5.59%; 6% 5.62%; 8% 4.11%. Nilai VFB untuk kadar plastik 0% 67.16%; 4% 71.23%; 6% 70.88; 8% 76.86. Nilai Kadar aspal efektif untuk kadar plastik 0%, 4%, 6%, dan 8% 6.32. Nilai Kepadatan untuk 0% 2.19 gr/cc; 4% 2.21 gr/cc; 6% 2.21 gr/cc; 8% 2.25 gr/cc. Jadi dapat di tarik kesimpulan bahwa campuran perkerasan lataston HRS-WC yang disubstitusikan dengan limbah PET pada aspal mempengaruhi setiap parameter marshall yang ada, dan pada substitusi plastik PET dengan kadar plastik 3,9 % yang menjadi kadar optimum pada campuran perkerasan.

Kata kunci – Polyethylene Terephthalate (PET), cara kering (dry process), Lataston (HRS-WC)

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Jalan merupakan infrastruktur dasar dan utama dalam menggerakkan roda perekonomian nasional dan daerah, mengingat penting dan strategisnya fungsi jalan untuk mendorong distribusi barang dan jasa sekaligus mobilitas penduduk. Ketersediaan jalan adalah prasyarat mutlak bagi masuknya investasi ke suatu wilayah. Jalan memungkinkan seluruh masyarakat mendapatkan akses pelayanan pendidikan, kesehatan dan pekerjaan. Bertambahnya beban lalu lintas baik dari segi jumlah dan beban sumbu serta ditambah dengan pengaruh lingkungan dimana Indonesia beriklim tropis menjadi alasan banyak ditemukannya kerusakan dini dari perkerasan jalan. Untuk itu diperlukan perencanaan struktur perkerasan yang kuat, tahan lama dan mempunyai daya tahan tinggi terhadap deformasi plastis yang terjadi. Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat (PUPR) melalui Badan Penelitian dan Pengembangan (Balitbang) saat ini tengah mengembangkan pemanfaatan limbah plastik sebagai campuran aspal. PET (Polyethylene Terephthalate) adalah salah satu jenis plastik yang digunakan sebagai bahan baku botol minuman. Pemanfaatan limbah plastik dapat dilakukan dengan menggunakannya sebagai bahan tambah pada campuran aspal. Bahan tambahan ini mempunyai sifat zat cair atau zat padat, karena pada Polyethylene Terephthalate sifat tidak elastis dan juga mempunyai sifat thermoplastic yaitu pada suhu tinggi akan mencair tetapi pada suhu lingkungan akan menjadi keras (Arianti,2015). Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh dan manfaat yang diberikan oleh limbah plastik PET dengan variasi kadar plastik 0%, 4%, 6%, dan 8% dari berat aspal terhadap karakteristik marshall pada campuran perkerasan HRS-WC dengan menggunakan material dari Lansot Desa Kema, Minahasa Utara.

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, maka timbul rumusan masalah yang akan diteliti yaitu bagaimanakah pengaruh penambahan limbah plastic

PET (Polyethylene Terephthalate) pada campuran aspal Lastaton (HRS-WC) terhadap karakteristik Marshall.

C. Batasan Penelitian

Adapun batasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

- Perencanaan campuran menggunakan perencanaan campuran untuk lapis permukaan HRS - WC mengacu pada Spesifikasi Bina Marga 2018.
- Penelitian dilakukan di Laboratorium Perkerasan Jalan Universitas Sam Ratulangi Manado.
- Aspal yang digunakan adalah aspal pertamina penetrasi 60/70.
- Penelitian ini menggunakan material atau agregat yang berasal dari Lansot Kema, Minahasa Utara
- Jenis limbah plastik yang digunakan adalah botol minuman air mineral dengan kode 1 yaitu PET (Polyethylene Terephthalate) yang biasanya terdapat pada bagian bawah botol plastic air mineral
- Pengujian dilakukan terhadap campuran HRS -WC dengan variasi persentase plastik PET 0%, 4%, 6% dan 8% terhadap berat aspal.
- Dalam penelitian ini menggunakan substitusi parsial
- Penelitian ini menggunakan cara kering (dry process)
- Metode pengujian yang digunakan adalah Marshall test.

D. Tujuan Penelitian

Adapun maksud dan tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

- Mengetahui manfaat penambahan limbah plastik PET terhadap karakteristik campuran aspal HRS-WC dengan aspal pen 60/70.
- Mengetahui pengaruh penambahan limbah plastik PET terhadap nilai marshall campuran aspal HRS-WC dengan aspal pen 60/70.

E. Manfaat Penelitian

Dengan adanya kajian ini, diharapkan mampu memberikan manfaat bagi dunia konstruksi, khususnya konstruksi jalan raya dan menambah wawasan mengenai penambahan plastik sebagai bahan tambahan campuran aspal lastaton (HRS-WC) yang di tinjau terhadap nilai Marshall, apabila penelitian ini memberikan hasil yang positif, semoga dapat digunakan pada konstruksi jalan raya di Indonesia sekaligus juga dapat menjadi salah satu solusi terhadap permasalahan sampah yang semakin besar di Indonesia.

II. METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode uji laboratorium, untuk menganalisis penggunaan plastik PET sebagai bahan substitusi pada aspal dalam campuran Lastaton Lapis Aus (Hot Rolled Sheet-Wearing Course). Pada penelitian ini

menggunakan cara kering (dry process) yaitu dengan mencampurkan plastik kedalam agregat yang dipanaskan. Metode Pengujian yang digunakan dalam penelitian ini adalah uji karakteristik Marshall sebagai hasil nilai akhir yang nantinya akan ditariuk kesimpulan. Berikut adalah langkah-langkah atau tahapan bagan alir yang dilakukan pada penelitian ini.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Pemeriksaan Karakteristik Agregat

Agregat yang digunakan dalam penelitian ini berupa agregat kasar, agregat sedang dan agregat halus Lansot, yang diambil dari desa Kema, minahasa utara. Hasil pemeriksaan karakteristik agregat sesuai dengan metode pengujian yang dipakai dan sesuai spesifikasi yang ada tersaji dalam Tabel 1.

B. Hasil Pemeriksaan Aspal

Jenis Aspal yang dipakai dalam penelitian ini adalah aspal keras pertamina penetrasi 60/70 yang tersedia di Laboratorium Perkerasan Jalan Fakultas Teknik Universitas Sam Ratulangi. Hasil pemeriksaan karakteristik aspal tersaji dalam Tabel 2.

C. Hasil Pemeriksaan Analisis Saringan Agregat

Berikut ini disajikan data hasil pemeriksaan analisis saringan agregat mulai dari agregat kasar, sedang, dan halus yang dapat dilihat dalam Tabel 3.

D. Hasil Kombinasi Agregat

Gradasi agregat gabungan untuk campuran aspal, ditunjukkan dalam persen terhadap berat agregat, yang mana harus memenuhi batas atas dan batas bawah yang ada sesuai dengan Spesifikasi Umum Bina Marga 2018. Dapat dilihat dalam Tabel 4.

Dari hasil pengujian analisis saringan didapat hasil kombinasi gradasi agregat yang memenuhi spesifikasi umum Bina Marga 2018. Dengan data persen agregat sebagai berikut:

- Batu Pecah 10-20 mm = 18,00 %
- Medium 5-10 mm = 27,00 %
- Abu Batu 0-5 mm = 55,00 %
- PC = 0,00 %

E. Hasil Perhitungan Kadar Aspal

Menurut spesifikasi, perkiraan kadar aspal dapat dihitung melalui persamaan di bawah ini:

$$P_b = 0.035.(\%CA) + 0.045.(\%FA) + 0.18.(\%FF) + 1$$

Keterangan:

P_b = Kadar Aspal Perkiraan

CA = Agregat Kasar Tertahan Saringan No.8

FA = Agregat Halus Lolos Saringan No.8 Dan Tertahan No.200

FF = Agregat Halus Lolos Saringan No.200

Maka, diperoleh kadar aspal rencana:

$$P_b = 0.035.(46,92\%) + 0.045.(43,31\%) + 0.18.(9,78\%) + 1 = 6,35\% \text{ dibulatkan menjadi } 6,5\%$$

Berdasarkan perhitungan komposisi dengan data gradasi dan hasil perhitungan kadar aspal perkiraan, dibuat benda uji dengan variasi kadar aspal dari 4.5%-8.5% dalam rentang 1,0% di mana kadar aspal perkiraan tersebut menjadi nilai tengah.

F. Hasil Perhitungan Berat Agregat Dan Aspal Tiap Benda Uji

Berikut data hasil perhitungan berat agregat dan aspal setiap benda uji yang akan dipakai dalam menentukan Kadar Aspal Optimum tersaji dalam Tabel 5.

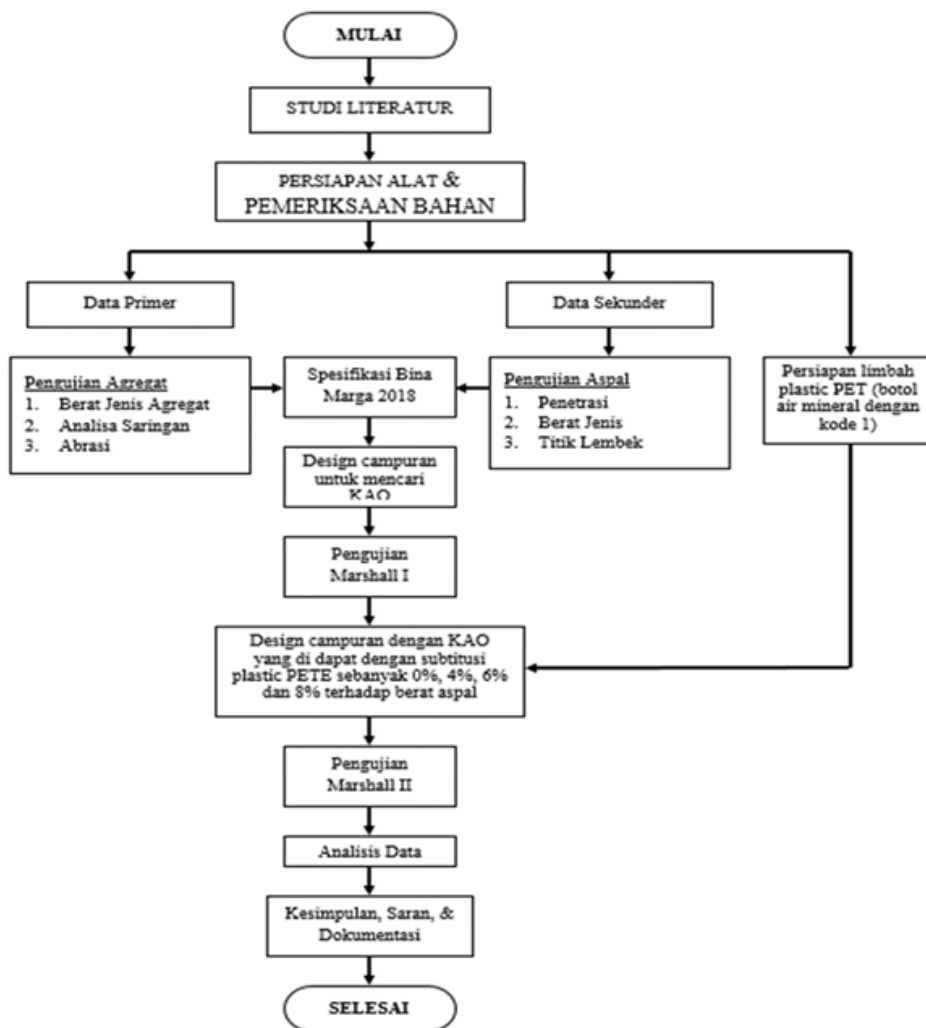
G. Hasil Uji Marshal Penentuan Kadar Aspal Optimum

Untuk memperoleh kadar aspal optimum (KAO) campuran Lapisan Aspal Beton (Laston) ditentukan dengan menggunakan standar Bina Marga dimana benda uji harus memenuhi parameter yang ada yaitu: Stabilitas, Kelelahan (Flow), rongga terisi aspal (VFB),

rongga dalam campuran (VIM) dan rongga dalam agregat (VMA) tersaji pada Tabel 6. Dari nilai karakteristik campuran yang dihasilkan pada Marshall test, maka dapat ditentukan kadar aspal optimum pada Gambar 1.

H. Hasil Uji Marshall Campuran Laston HRS-WC Dengan Substitusi Limbah Plastik PET

Dalam penelitian ini direncanakan akan dibuat 4 variasi kadar plastik yang disubstitusikan pada aspal. Variasi kadar plastik yang digunakan sebesar 0%, 4%, 6%, 8% %, tiap kadar plastik dibuat 3 benda uji. Adapun kapasitas cetakan benda uji adalah 1150 gr, sehingga dapat dihitung kebutuhan agregat, aspal dan plastik untuk semua variasi kadar plastic. Tersaji dalam Table 7. Setelah dilakukan pengujian marshall terhadap tiap benda uji dengan variasi kadar plastik, didapat data hasil uji marshall yang kemudian diolah dan diperoleh hasil pengujian dan analisa parameter Marshall yang tersaji dalam gambar 2 sampai 8.



Gambar 1. Bagan Alir Penelitian

TABEL 1
Hasil Pemeriksaan Karakteristik Agregat

Jenis Pengujian	Metode Pengujian	Hasil	Spesifikasi	Satuan
1. Agregat Kasar				
Berat Jenis Bulk	SNI 1969 : 2016	2,63	-	gr/cc
Berat Jenis SSD	SNI 1969 : 2016	2,65	-	gr/cc
Berat Jenis Semu	SNI 1969 : 2016	2,69	-	gr/cc
Penyerapan Air	SNI 1969 : 2016	0,69	≤ 3,0	%
Kausan Agregat	SNI 2417 : 2008	23,45	≤ 40	%
2. Agregat Sedang				
Berat Jenis Bulk	SNI 1969 : 2016	2,59	-	gr/cc
Berat Jenis SSD	SNI 1969 : 2016	2,64	-	gr/cc
Berat Jenis Semu	SNI 1969 : 2016	2,71	-	gr/cc
Penyerapan Air	SNI 1969 : 2016	1,63	≤ 3,0	%
3. Agregat Halus				
Berat Jenis Bulk	SNI 1970 : 2016	2,50	-	gr/cc
Berat Jenis SSD	SNI 1970 : 2016	2,53	-	gr/cc
Berat Jenis Semu	SNI 1970 : 2016	2,59	-	gr/cc
Penyerapan Air	SNI 1970 : 2016	1,37	≤ 3,0	%

Sumber: Hasil Analisis

TABEL 2
Hasil Pemeriksaan Karakteristik Aspal

Jenis Pengujian	Metode Pengujian	Hasil	Spesifikasi	Satuan
Penetrasi pada 25°C	SNI 2456 : 2011	67,28	60 - 70	0,1 mm
Titik Lembek	SNI 2434 : 2011	48,5	≥ 48	°C
Berat Jenis	SNI 2441 : 2011	1,0453	≥ 1,0	-
Titik Nyala	SNI 2433 : 2011	235	≥ 232	°C
Daktalitas pada 25°C	SNI 2432 : 2011	140	≥ 100	cm

Sumber: Data Sekunder

TABEL 3
Hasil Pemeriksaan Analisis Saringan Agregat

No. Saringan	Ukuran (mm)	% Lolos Saringan		
		Agregat Kasar	Agregat Sedang	Agregat Halus
1"	25,40	100.00	100.00	100.00
3/4"	19,10	100.00	100.00	100.00
1/2"	12,70	43.68	100.00	100.00
3/8"	9,52	12.38	98.34	100.00
#4	4,75	0.74	25.90	99.30
#8	2,36	0.71	4.97	93.84
#16	1,18	0.71	3.88	79.79
#30	0,60	0.71	3.58	66.46
#50	0,30	0.67	3.33	39.74
#100	0,15	0.62	2.96	27.29
#200	0,075	0.57	2.50	16.34
	Pan	0.54	2.47	15.58

Sumber: Hasil Analisis

TABEL 4
Hasil Kombinasi Gradasi Agregat

No. Saringan	Kombinasi Agregat				Hasil Kombinasi	Spesifikasi (HRS-WC)
	BP 10-20	Medium	Abu Batu	PC		
1"	18.00	27.00	55.00	0.00	100.00	-
3/4"	18.00	27.00	55.00	0.00	100.00	100
1/2"	8.17	27.00	55.00	0.00	90.17	90 - 100
3/8"	2.43	26.69	55.00	0.00	84.11	75 -85
#4	0.17	7.10	54.59	0.00	61.86	-
#8	0.15	1.38	51.55	0.00	53.08	50 - 72
#16	0.15	1.10	42.43	0.00	43.69	-
#30	0.15	1.00	35.22	0.00	36.37	35 - 60
#50	0.15	0.92	21.88	0.00	22.95	-
#100	0.14	0.82	15.24	0.00	16.19	-
#200	0.13	0.67	8.98	0.00	9.78	6 - 10

Sumber: Hasil Analisis

TABEL 5
Hasil Perhitungan Berat Agregat Dan Aspal Tiap Benda Uji

Kadar Aspal (gr)	Aspal (gr)	BP 10-20 (gr)	Medium (gr)	Abu Batu (gr)	PC (gr)	Berat Total (gr)
4.5%	51.75	197.69	296.53	604.04	0.00	1150,0
5.5%	63.25	195.62	293.42	597.71	0.00	1150,0
6.5%	74.75	193.55	290.32	591.39	0.00	1150,0
7.5%	86.25	191.48	287.21	585.06	0.00	1150,0
8,5%	97.75	189.41	284.11	578.74	0.00	1150,0

Sumber: Hasil Analisis

TABEL 6
Hasil Pengujian Marshall Untuk Penentuan KAO

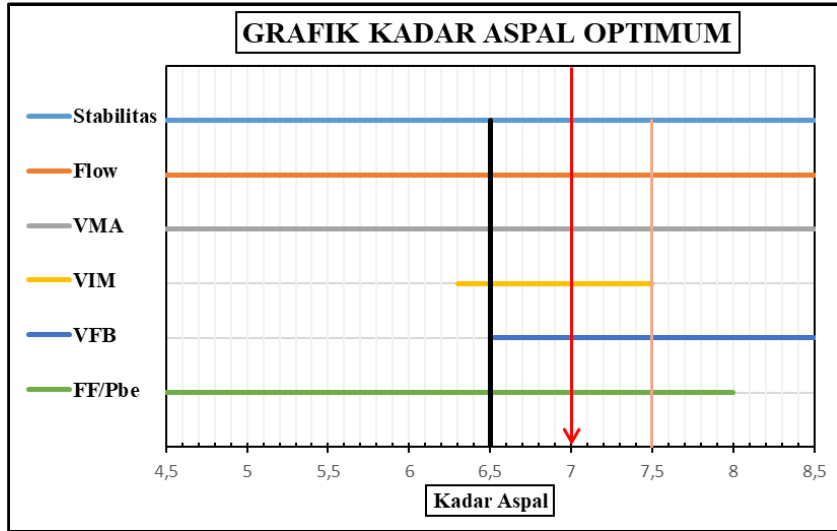
Karakteristik Marshall	Kadar Aspal %					Spesifikasi
	4,5	5,5	6,5	7,5	8,5	
Stabilitas (kg)	883,27	998,7	1049,39	1125,35	1115,06	Min. 800
Flow (mm)	2,85	3,33	3,48	3,72	3,86	2,0 – 4,0
VMA (%)	15,729	16,706	17,341	17,368	17,551	Min. 15
VIM (%)	9,837	8,748	7,281	5,103	3,062	3,0 – 5,0
VFB (%)	37,494	47,862	58,011	70,686	82,568	Min. 65
Kepadatan (gr/cc)	2,156	2,153	2,159	2,181	2,200	Min. 2,000
FF / Kadar Aspal Efektif	1,537	1,125	0,883	0,724	0,612	0,6 – 1,2

Sumber: Hasil Analisis

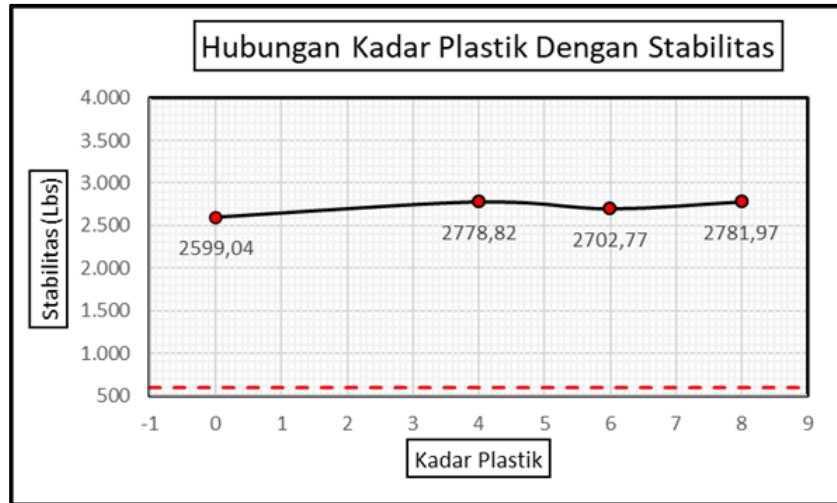
TABEL 7
Hasil Perhitungan Berat Agregat Dan Aspal Tiap Benda Uji Campuran Lataston HRS-WC Dengan Substitusi Limbah Plastik PET

Kadar Plastik (gr)	Berat Aspal (gr)	Berat Plastik (gr)	BP 10-20 (gr)	Medium (gr)	Abu Batu (gr)	PC (gr)	Berat Total (gr)
0%	80.5	0	64.8	209.5	661.6	0.0	1150.0
4%	77.3	3.22	64.8	209.5	598,9	0.0	1150.0
6%	75.7	4.83	64.8	209.5	598,9	0.0	1150.0
8%	74.1	6.44	64.8	209.5	598,9	0.0	1150.0

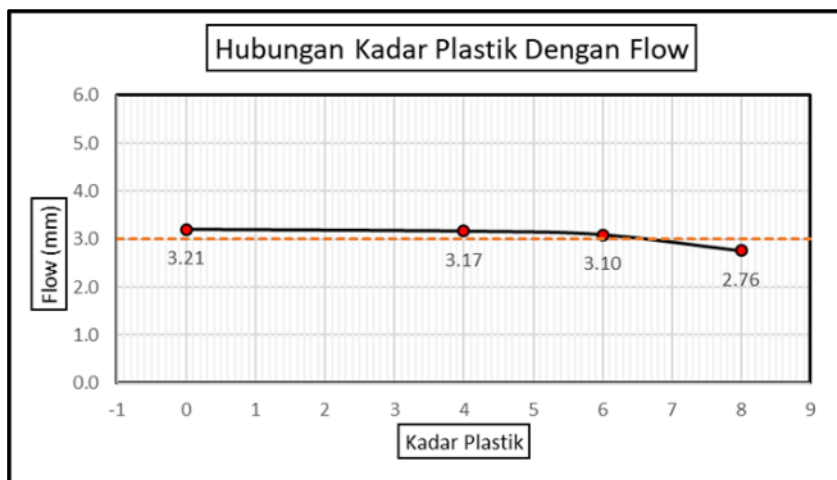
Sumber: Hasil Analisis



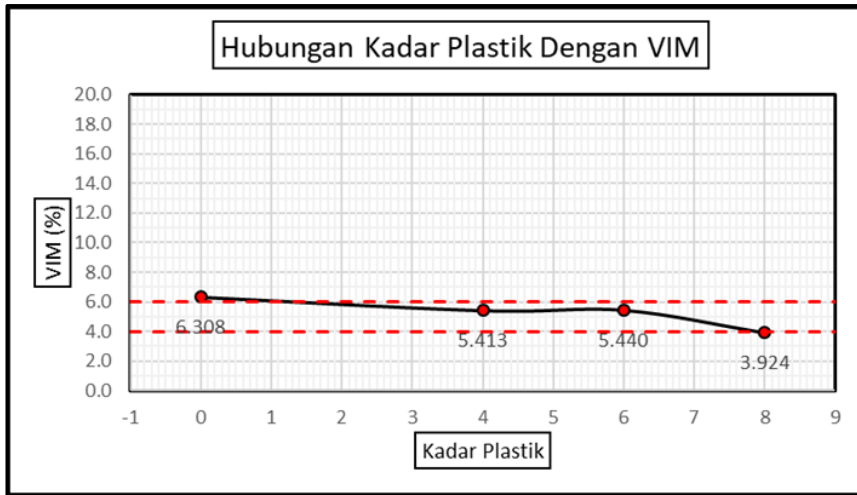
Gambar 1. Grafik Kadar Aspal Optimum (Kao)
Sumber: Hasil Analisis



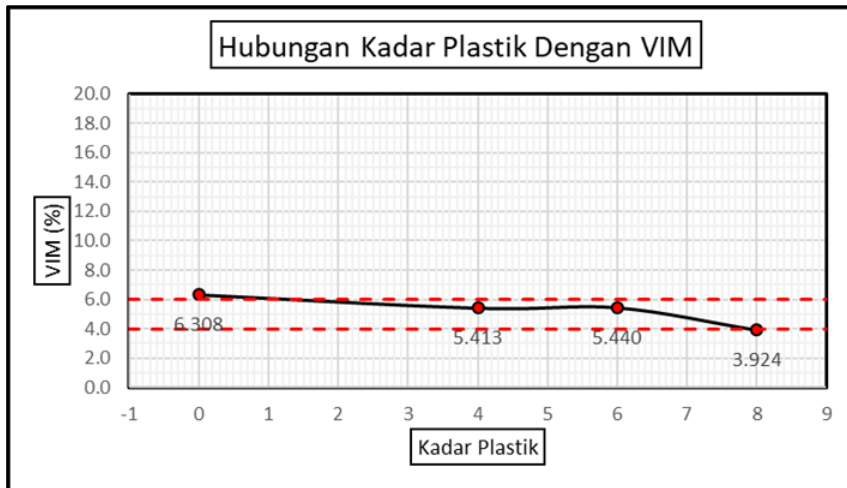
Gambar 2. Grafik Hubungan Kadar Plastik Dengan Stabilitas
Sumber: Hasil Analisis



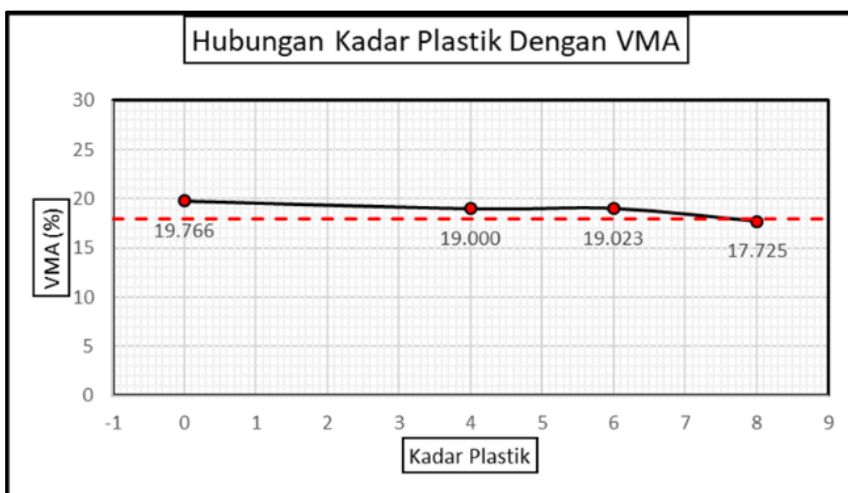
Gambar 3. Grafik Hubungan Kadar Plastik Dengan Flow
Sumber: Hasil Analisis



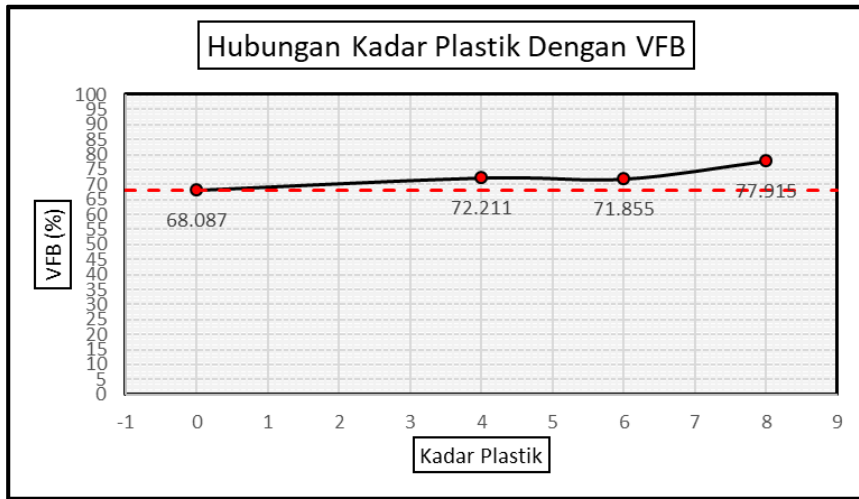
Gambar 4. Grafik Hubungan Kadar Plastik Dengan VMA
Sumber: Hasil Analisis



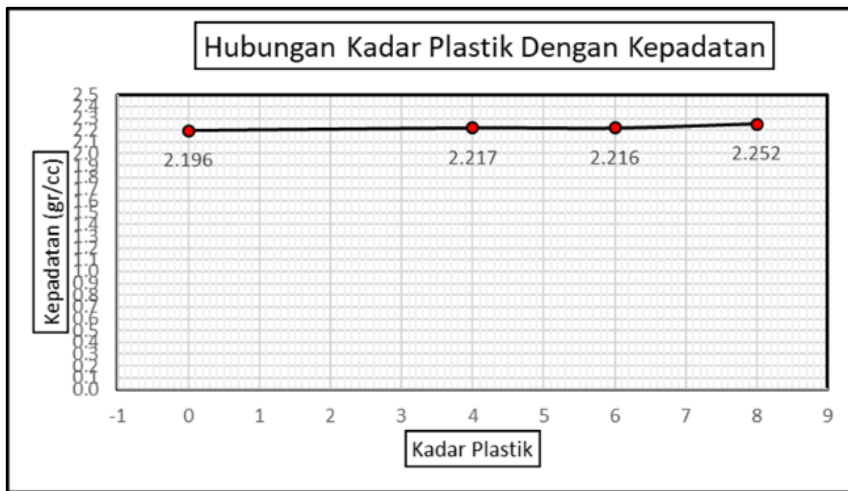
Gambar 5. Grafik Hubungan Kadar Plastik Dengan VIM
Sumber: Hasil Analisis



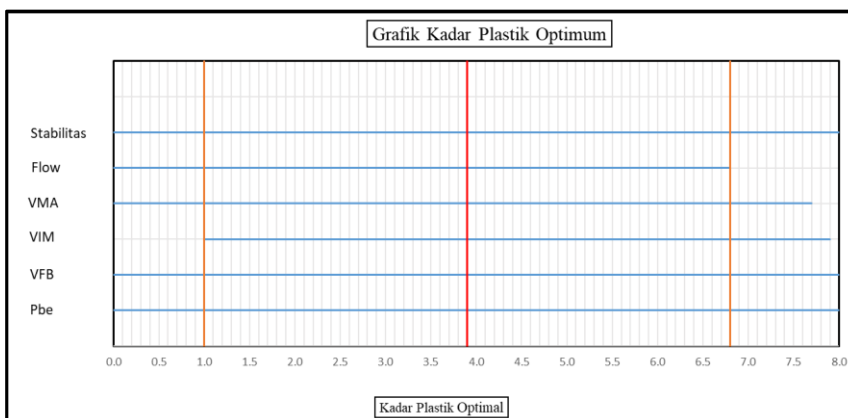
Gambar 6. Grafik Hubungan Kadar Plastik Dengan VMA
Sumber: Hasil Analisis



Gambar 7. Grafik Hubungan Kadar Plastik Dengan Vfb
 Sumber: Hasil Analisis 2022



Gambar 8. Grafik Hubungan Kadar Plastik Dengan VFB
 Sumber: Hasil Analisis



Gambar 9. Grafik Kadar Aspal Optimum
 Sumber: Hasil Analisis

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil dan analisa penelitian di Laboratorium Perkerasan Jalan, Fakultas Teknik, Unsrat Manado. Pemanfaatan limbah plastik PET (Polyethylene Terephthalate) sebagai bahan tambah pada aspal pen 60/70 dalam campuran aspal HRS-WC, diperoleh beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Pengaruh substitusi limbah plastic PET terhadap karakteristik Marshall:
 - Nilai stabilitas campuran beraspal laston HRS-WC tanpa substitusi limbah plastik PET yakni 0% dengan nilai 2599.04 kg naik menjadi 2778.82 kg pada kadar 6% kemudian turun dengan nilai 2708.77 kg pada kadar 6% substitusi limbah plastik PET. Selanjutnya Terjadi kenaikan pada persentase 8% kadar plastik PET dengan nilai 2787.97, semua presentase kadar plastic memenuhi syarat untuk nilai stabilitas dalam Spesifikasi Umum Bina Marga 2018;
 - Nilai flow campuran beraspal laston HRS-WC tanpa substitusi plastik PET 0% dengan nilai 3.21 mm cenderung menurun hingga pada persentase 8% dengan nilai 2.76 yang mana pada persentase ini sudah tidak lagi memenuhi syarat untuk nilai flow dalam Spesifikasi Umum Bina marga 2018;
 - Nilai VIM campuran beraspal laston HRS-WC tanpa substitusi limbah plastik PET 0% dengan nilai 6.308% terus menurun pada kadar plastik 4% dengan nilai 5.413% kemudian 6% dengan nilai 5.440% dan terakhir 8% dengan nilai 3.924%. Sesuai syarat Spesifikasi Bina Marga 2018 untuk nilai VIM yang memenuhi yakni kadar plastik 4% dan 6%;
 - Nilai VMA campuran beraspal laston HRS-WC tanpa substitusi limbah plastic PET 0% dengan nilai 19.776 % terus menurun pada kadar plastik 8% dengan nilai 17.725%, pada kadar plastik 8% sudah tidak lagi memenuhi syarat Spesifikasi Bina Marga 2018;
 - Nilai VFB campuran beraspal laston HRS-WC tanpa substitusi limbah plastik PET 0% dengan nilai 68.087% naik menjadi 72.211% pada kadar plastik 4% kemudian turun menjadi 71.855% pada kadar plastik 6%, selanjutnya naik pada nilai 77.915% pada kadar plastik 8%. Semua presentase kadar plastik pada nilai VFB memenuhi persyaratan Spesifikasi Bina Marga 2018;
 - Nilai kepadatan (density) campuran beraspal laston HRS-WC tanpa substitusi limbah plastik

PET 0% dengan nilai 2.196 gr/cc terus meningkat pada kadar plastik 8% dengan nilai 2.252 gr/cc.

2. Nilai kadar plastik pada campuran laston HRS-WC dengan substitusi limbah plastik PET yang memenuhi syarat Spesifikasi Umum Bina Marga 2018 yakni 3.9% sampai 4%.

B. Saran

Berdasarkan hasil penelitian dan kesimpulan, maka dari penelitian ini dapat diberikan saran sebagai berikut:

1. Penggunaan limbah plastik PET yang kurang maksimal dikarenakan adanya keterbatasan alat untuk memotong limbah plasti, diharapkan adanya alat yang mampu memotong limbah plastik menjadi serbuk sehingga dapat mempermudah pencampuran limbah plastik PET dengan aspal
2. Pada penelitian ini menggunakan campuran perkerasan laston HRS-WC, Diharapkan adanya penelitian dengan menggunakan campuran perkerasan lain.
3. Pada penelitian ini menggunakan material Lansot Kema, Minahasa Utara. diharapkan adanya penelitian juga dengan menggunakan contoh material dari tempat lain untuk melihat hasil dan perbandingan yang didapat.

KUTIPAN

- [1] Aditiasari, Dana, "Pemerintah Jokowi Sukses Sulap Sampah Plastik Jadi Aspal", <http://finance.detik.com> diakses pada tanggal 21 April 2021
- [2] Arianti., Nasrul., Balaka R. 2015. Analisis Pengaruh Penggunaan Polyethylene Terephthalate (PET) Terhadap Karakteristik Marshall Sebagai Bahan Tambah Pada Campuran Laston ACBC. Kendari. Jurnal Ilmiah Teknik Mesin No. 1 : 25.
- [3] Sitorus, Frengki Hartono. 2018." Pemanfaatan Limbah Plastik Sebagai Bahan Tambah Campuran Aspal Pada Perkerasan Jalan Ac-Wc Terhadap Nilai Marshall". Skripsi, Fakultas Teknik, Universitas Medan Area, Medan.
- [4] Fitri Suraya, Sofyan M. Saleh, Muhammad Isya. 2018. "Pengaruh Penambahan Limbah Plastik Kresek Sebagai Substitusi Aspal Pen 60/70 Terhadap Karakteristik Campuran Laston Ac – Bc". Jurnal Teknik Sipil. Universitas Syiah Kuala S.E Zoorob and Suparma L.B ,2000 "Laboratory Desainand Investigation of Proportion of Bituminous Composite Containing Waste Recycled Plastic Aggregate Replacement, CIB Symposiumon Construction and Enviroment Theory into Practice, Sao Paulo, Brazil
- [6] SPESIFIKASI UMUM DIVISI 6. 2018. PERKERASAN ASPAL. BINA MARGA