

ANALISIS PEMANFAATAN PLASTIK POLYSTYRENE (PS) SEBAGAI BAHAN TAMBAHAN ASPAL AC-WC DAN AC-BC DENGAN METODE MARSHALL

Andi Sulfanita^{1*}, Mirsandi Permana Putra¹, Hamka¹, Adnan¹

¹Prodi Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Parepare

^{1*}andisulfanita@gmail.com

Abstrak: Ketersediaan sampah plastik jenis Polystyrene (PS) di berbagai lingkungan sekitar, ditambahkan pada campuran aspal panas untuk meningkatkan kinerja perkerasan jalan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penambahan plastik Polystyrene (PS) terhadap karakteristik Marshall aspal AC-WC dan AC-BC berdasarkan Spesifikasi Umum Jalan Raya Tahun 2018. Hasil pengujian karakteristik Marshall dengan campuran kadar aspal normal 5% dan 6% diperoleh Kadar Aspal Optimal (KAO) sebesar 5,5% untuk masing-masing aspal AC-WC dan AC-BC. Pengujian Marshall pada aspal AC-WC dengan material polystyrene menggunakan kadar 4% dan 5%. Kemudian nilai Stability, VMA, VIM, Flow, dan Marshall Quotient mengalami peningkatan, sedangkan nilai VFA mengalami penurunan dengan setiap penambahan kandungan Polystyrene (PS), hal ini menunjukkan rendahnya densitas campuran aspal terhadap air dan udara. Namun seluruh variasi kadar bahan tambahan plastik pada aspal AC-WC memenuhi spesifikasi, sedangkan uji Marshall pada aspal AC-BC dengan bahan polistiren menggunakan kadar 4% dan 5%. Kemudian nilai Stability, VFA, Flow, dan Marshall Quotient mengalami peningkatan, sedangkan nilai VMA, dan VIM mengalami penurunan setiap penambahan kandungan Polystyrene (PS), hal ini menandakan bahwa rongga pada agregat dan rongga pada campuran semakin kecil, dan menyebabkan aspal tidak mampu mengisi ruang kosong secara berlebihan. dan pengikatan agregat. Namun hanya nilai VIM sebesar 5% dengan nilai 2,58% belum memenuhi spesifikasi antara 3% -5%. Jadi, selain itu semua bahan tambahan aspal plastik AC-BC memenuhi spesifikasi. Pemanfaatan limbah plastik jenis Polystyrene (PS) pada campuran aspal panas dapat meningkatkan kualitas karakteristik Marshall dan dapat digunakan sebagai bahan aditif pada perkerasan lentur aspal.

Kata kunci: AC-WC, AC-BC, Marshall, KAO, Polystyrene (PS).

Abstract: Polystyrene (PS) type plastic waste is available in various surrounding environments and added to the hot asphalt mixture to improve road pavement performance. This study aims to determine the effect of adding Polystyrene (PS) plastic to the Marshall characteristics of AC-WC and AC-BC asphalt based on the 2018 General Highways Specifications. The test results on Marshall characteristics with a mixture of average asphalt content of 5% and 6% obtained Optimum Asphalt Content (KAO) of 5.5% for each asphalt AC-WC and AC-BC. Marshall is testing on AC-WC asphalt with polystyrene materials using 4% and 5% levels. Then the Stability, VMA, VIM, Flow, and Marshall Quotient values increase, while the VFA value decreases with each addition of Polystyrene (PS) content; this indicates the low density of the asphalt mixture against water and air. However, all variations in plastic additives on AC-WC asphalt levels met the specifications, while the Marshall test on AC-BC asphalt with polystyrene materials used levels of 4% and 5%. Then the Stability, VFA, Flow, and Marshall Quotient values have increased, while the VMA and VIM values have decreased with each addition of Polystyrene (PS) content; this indicates that the voids in the aggregate and holes in the mixture are getting smaller, and causing the asphalt not to be able to fill the space too much—And aggregate binding. However, only the VIM value at 5% with a value of 2.58% does not meet the specifications between 3% -5%. So, apart from that, all the added ingredients of asphalt plastic AC-BC meet the specifications. Utilizing Polystyrene (PS) type plastic waste in hot asphalt mixtures can improve the quality of Marshall characteristics and be used as an additive in asphalt flexible pavement.

Keywords: AC-WC, AC-BC, Marshall, KAO, Polystyrene (PS).

I. PENDAHULUAN

Permasalahan perkerasan jalan di Indonesia saat ini adalah beban lalu lintas yang meningkat pesat di luar daya guna perkerasan jalan, curah hujan yang tinggi dan sistem drainase yang tidak dikelola dengan baik, serta kerusakan akibat proses pemadatan lapisan di atas dasar tanah [1].

Aspal adalah pengikat campuran sebagai faktor utama yang mempengaruhi kinerja campuran beraspal, berbagai upaya dapat dilakukan untuk memperbaiki sifat fisik aspal sebagai bahan pengikat untuk menghasilkan campuran jalan yang lebih kuat. Salah satu cara untuk mencegah kerusakan dini pada perkerasan jalan adalah dengan meningkatkan kualitas aspal sebagai pengikat agregat, cara yang sering dilakukan untuk meningkatkan kualitas aspal adalah dengan menambahkan bahan tambahan, salah satunya adalah memakai bahan plastik atau disebut aspal modifikasi [2].

Sampah plastik juga dapat digunakan sebagai bahan tambahan, selain mudah didapat serta biaya pelaksanaan yang murah, penggunaan limbah plastik juga dapat mengurangi permasalahan lingkungan yang diakibatkan oleh bertambahnya sampah plastik setiap tahunnya dengan aspal yang dimodifikasi kinerja perkerasan jalan [3]. Salah satu limbah plastik yang mengandung polimer berpotensi sebagai bahan perkerasan jalan adalah plastik kresek [4]. Stabilitas campuran aspal-beton yang dicampur dengan PET terbukti dapat meningkatkan nilai stabilitas, adapun penambahan plastik polimer ke dalam aspal dapat dilakukan dengan cara basah maupun kering, [5][6]. Plastik PVC merupakan salah satu penyebab kerusakan unsur tanah, Plastik dengan jenis tersebut sangat banyak dijumpai di lingkungan sekitar kita, sehingga dapat dimanfaatkan sebagai bahan tambah dalam campuran AC_BC [7].

Penelitian ini mengevaluasi pengaruh penambahan plastik tipe Polystyrene (PS) sebagai bahan aditif pada 2 (dua) lapisan struktur aspal yaitu pada campuran Asphalt Concrete-Wearing Course (AC-WC) dan Asphalt Concrete-Binder Course (AC-BC). Plastik jenis Polystyrene (PS) atau biasa disebut styrofoam yang biasa digunakan untuk wadah kemasan makanan, gelas sekali pakai, pengalasan barang-barang elektronik dan digunakan juga pada lapisan bagian dalam helem.

Penelitian yang dilakukan oleh Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI) di 18 Kota utama Indonesia menemukan 0,27 juta ton hingga 0,59 juta ton sampah masuk ke laut Indonesia selama kurun waktu 2018. Sampah yang paling banyak ditemukan adalah sampah styrofoam, menariknya dari penelitian tersebut ditemukan bahwa styrofoam lebih dominan dari jenis sampah lain, hal itu dikarenakan sampah plastik botol masih memiliki nilai ekonomi yang tinggi serta dapat didaur ulang sedangkan jenis plastik Polystyrene (PS) atau styrofoam memiliki tingkat daur ulang yang cukup rendah [8].

II. METODOLOGI

Penelitian ini menggunakan metode uji eksperimental yang merupakan metode pengujian kuantitatif untuk mengetahui bagaimana penelitian ini dilakoni di laboratorium serta menyelidiki efek satu sama lain. Dilakukan beberapa tahapan sebelum melakukan penelitian, mulai dari studi literatur kemudian mempersiapkan material yang meliputi aspal, agregat kasar, agregat halus, filler dan bahan aditif. Prosedur penelitian ini dikerjakan dengan segala pengecekan material terhadap dampak pengujian dengan persyaratan yang ditetapkan.

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Jalan dan Aspal Universitas Muhammadiyah Parepare. mulai pada tanggal 15 November 2022 hingga 17 Desember 2022.

Dalam penelitian ini menggunakan pengumpulan data sekunder dan data primer sebagai rangkaian kegiatan yang dilakukan untuk mengumpulkan data. Pengumpulan data melalui hasil pengujian di laboratorium melalui tahap awal pemeriksaan bahan material agregat dan aspal, Kemudian membuat 2 (dua) jenis struktur lapisan aspal dan dibuat beberapa buah benda

Volume 13 Nomor 1- Maret 2023

uji masing-masing dari 2 (dua) jenis struktur lapisan aspal tersebut, serta penambahan bahan aditif untuk aspal modifikasi. Setelah pembuatan benda uji (briket) selesai maka dilakukan pengujian Marshall. Dari pengujian Marshall yang dilakukan, maka diperoleh data yang dibutuhkan untuk memenuhi tujuan penelitian. Sedangkan standar spesifikasi yang digunakan dalam penelitian ini adalah Bina Marga 2018 [9].

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Hasil Pemeriksaan Sifat-sifat Fisik Agregat

Pengujian sifat-sifat fisik agregat terdiri dari pengujian pengujian berat jenis dan penyerapan agregat [9], dan pengujian keausan agregat kasar (abrasi) [10], dan analisa saringan agregat [11], ditampilkan pada tabel 1.

Tabel 1. Hasil pengujian berat jenis dan penyerapan aregat kasar dan agregat halus

Pengujian	Material			Spek.
	Agg. 1-2	Agg. 0,5	Abu batu	
Berat jenis bulk	2,64	2,78	2,82	
Berat jenis kering permukaan	2,69	2,74	2,85	Min. 2,5
Berat jenis semu	2,80	2,67	2,91	
Penyerapan	2,15	1,41	1,17	Maks. 3

Tabel 2. Hasil pengujian aspal

Pengujian	Hasil Pemeriksaan	Spesifikasi
Berat jenis aspal	1,03	$\geq 1,0$
Titik lembek aspal	49	≥ 48
Kehilangan berat aspal	0,26	$\leq 0,8$
Penetrasi pada 25°C	66,20	60-70

2. Hasil Penentuan Kadar Aspal Optimum

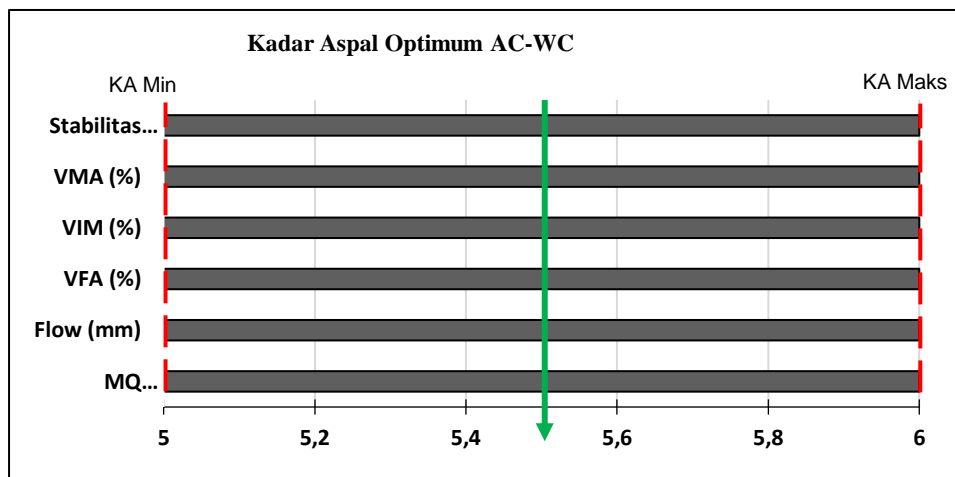
Dari hasil pengolahan data *Marsahll* diperoleh nilai parameter *Marshall* kemudian menentukan Kadar Aspal Optimum (KAO,) berikut rekapitulasi hasil perhitungan pada campuran aspal normal AC-WC dan AC-BC dengan kadar aspal 5%, dan 6% dapat dilihat pada Tabel 3 dan Tabel 4 berikut:

Tabel 3. Hasil uji Marshall campuran aspal normal AC-WC

Karakteristik	Spesifikasi umum	Kadar Aspal (%)	
		5%	6%
Stabilitas (kg)	Min. 800	1403,68	1124,77
VMA (%)	Min. 15	17	19,15
VIM (%)	3-5	4,87	4,85
VFA (%)	Min. 65	71,36	74,65
Flow (mm)	2-4	3,41	3,42

MQ (kg/mm)	Min. 250	411,64	328,88
------------	----------	--------	--------

Berdasarkan tabel 3 menunjukkan bahwa nilai stabilitas AC_WC tanpa campuran PS dengan kadar aspal sebesar 5% yaitu sebesar 1403,68 kg dan nilai stabilitas dengan kadar aspal 6% yaitu sebesar 1124,77 kg. Untuk nilai VMA dengan kadaraspal 5 % sebesar 17% dan untuk kadar aspal 6% sebesar 19,15%. Untuk VIM dengan kadar aspal 5% sebesar 4,87% dan untuk kadar aspal 6% sebesar 4,85% yang menunjukkan bahwa memenuhi spesifikasi yakni berada di antara nilai 3-5%. Untuk VFA kadar aspal 5% sebesar 71,36% dan untuk kadar aspal 6% sebesar 74,65% yang berarti memenuhi spesifikasi yakni minimal 65%. Untuk flow keduanya berada di nilai antara 2- 4mm yakni 3,41mm untuk kadar aspla 5% dan 3,42mm untuk kadar aspal 6%. Selanjutnya untuk MQ sebesar 411,64kg/mm untuk kadar aspal 5% dan 328,88kg/mm untuk kadar aspal 6% yang menunjukkan memenuhi spesifikasi yaitu minimal 250kg/mm.



Gambar 1. Grafik kadar aspal optimum (KAO) pada aspal normal AC-WC

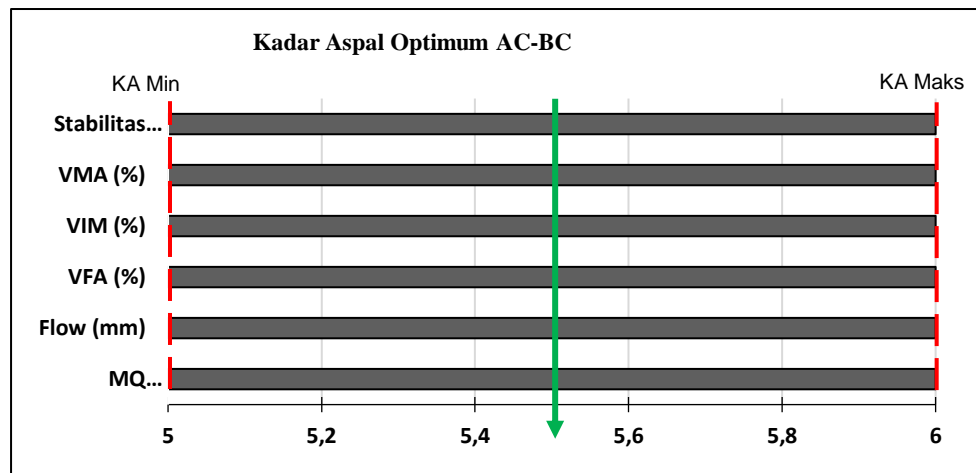
$$\begin{aligned} \text{Kadar Aspal Optimum} &= \frac{\text{KA Min} + \text{KA Maks}}{2} \\ &= \frac{5 + 6}{2} \\ &= 5,5\% \end{aligned}$$

Tabel 4. Hasil uji Marshall campuran aspal normal AC-BC

Karakteristik	Spesifikasi umum	Kadar Aspal (%)	
		5%	6%
Stabilitas (kg)	Min. 800	1159,31	1268,42
VMA (%)	Min. 15	15,91	17,53
VIM (%)	3-5	4,64	3,99
VFA (%)	Min. 65	70,82	77,25
Flow (mm)	2-4	3,58	3,21
MQ (kg/mm)	Min. 250	323,83	395,15

Berdasarkan tabel 4 menunjukkan bahwa nilai stabilitas AC_WC tanpa campuran PS dengan kadar aspal sebesar 5% yaitu sebesar 1159,31 kg dan nilai stabilitas dengan kadar aspal 6% yaitu sebesar 1268,42 kg. Untuk nilai VMA dengan kadaraspal 5 % sebesar 15,91% dan untuk

kadar aspal 6% sebesar 17,53%. Untuk VIM dengan kadar aspal 5% sebesar 4,64% dan untuk kadar aspal 6% sebesar 3,99% yang menunjukkan bahwa memenuhi spesifikasi yakni berada di antara nilai 3-5%. Untuk VFA kadar aspal 5% sebesar 70,82% dan untuk kadar aspal 6% sebesar 77,25% yang berarti memenuhi spesifikasi yakni minimal 65%. Untuk flow keduanya berada di nilai antara 2- 4mm yakni 3,58mm untuk kadar aspal 5% dan 3,21 untuk kadar aspal 6%.Selanjutnya untuk MQ sebesar 323,83kg/mm untuk kadar 5% dan 395,15kg/mm untuk kadar aspal 6% yang menunjukkan memenuhi spesifikasi yaitu minimal 250kg/mm.



Gambar 2. Grafik kadar aspal optimum (KAO) pada aspal normal AC-BC

$$\begin{aligned} \text{Kadar Aspal Optimum} &= \frac{\text{KA Min} + \text{KA Maks}}{2} \\ &= \frac{5 + 6}{2} \\ &= 5,5 \text{ \%} \end{aligned}$$

Berdasarkan gambar 1 dan gambar 2 di atas menunjukkan nilai stabilitas, VMA, VIM, VFA, flow, dan Marshall Quotient (MQ) memenuhi spesifikasi untuk aspal AC-WC dan AC-BC dengan kadar aspal 5%, dan 6%. Maka untuk setiap jenis aspal nilai kadar aspal optimum yang diperoleh 5,5 %.

3. Hasil Pengujian Marshall Pada Aspal Penambahan Plastik polystyrene

Dari hasil pengujian dan pengolahan data, diperoleh parameter Marshall pada 2 (dua) jenis lapisan aspal yaitu *Asphalt Concrete-Wearing Course* (AC-BC) dan *Asphalt Concrete-Binder Course* (AC-BC).

Tabel 5. Hasil pengujian Marshall aspal AC-WC pada campuran plastik jenis Polystyrene (PS) dengan kadar 4%, dan 5% pada keadaan KAO

Karakteristik	Spesifikasi umum	Kadar Polystyrene	
		4%	5%
Stabilitas (kg)	Min. 800	2229,29	4251,21
VMA (%)	Min. 15	17,40	17,61
VIM (%)	3-5	4,07	4,31
VFA (%)	Min. 65	76,62	75,58
Flow (mm)	2-4	2,30	2,38

MQ (kg/mm)	Min. 250	969,26	1786,22
------------	----------	--------	---------

Berdasarkan tabel 5 di atas menunjukkan bahwa nilai stabilitas AC_WC dengan campuran PS sebesar 5% yaitu sebesar 4251,21 kg lebih tinggi dibanding dengan nilai stabilitas dengan campuran 4% yaitu sebesar 2229,29 kg. Untuk nilai VMA kedua variasi campuran PS memenuhi spesifikasi yaitu 17,40% untuk kadar PS 4% dan 17,61% untuk kadar PS 5%. Untuk VIM variasi 4% sebesar 4,07% dan variasi PS 5% sebesar 4,31% yang menunjukkan bahwa memenuhi spesifikasi yakni berada di antara nilai 3-5%. Untuk VFA kadar PS 4% sebesar 76,62% dan PS 5% sebesar 75,58% yang berarti memenuhi spesifikasi yakni minimal 65%. Untuk flow keduanya berada di nilai antara 2- 4mm yakni 2,30mm untuk kadar PS 4% dan 2,38 untuk kadar PS 5%.Selanjutnya untuk MQ sebesar 969,26kg/mm untuk kadar PS 45 dan 1786,22 untuk kadar PS 5% yang menunjukkan memenuhi spesifikasi yaitu minimal 250kg/mm.

Tabel 6. Hasil pengujian Marshall aspal AC-BC pada campuran plastik jenis Polystyrene (PS) dengan kadar 4%, dan 5% pada keadaan KAO

Karakteristik	Spesifikasi umum	Kadar Polystyrene	
		4%	5%
Stabilitas (kg)	Min. 800	2021,92	2176,70
VMA (%)	Min. 14	16,34	15,22
VIM (%)	3-5	3,88	2,58
VFA (%)	Min. 65	76,28	83,06
Flow (mm)	2-4	2,46	2,58
MQ (kg/mm)	Min. 250	821,92	843,68

Berdasarkan tabel 6 menunjukkan bahwa nilai stabilitas AC_BC dengan campuran PS sebesar 5% yaitu sebesar 2176,70 kg lebih tinggi dibanding dengan nilai stabilitas dengan campuran 4% yaitu sebesar 2021,92 kg. Untuk nilai VMA kedua variasi campuran PS memenuhi spesifikasi yaitu 16,34% untuk kadar PS 4% dan 15,22% untuk kadar PS 5%. Untuk VIM variasi 4% sebesar 3,88% dan variasi PS 5% sebesar 2,58% yang menunjukkan bahwa memenuhi spesifikasi yakni berada di antara nilai 3-5%. Untuk VFA kadar PS 4% sebesar 76,28% dan PS 5% sebesar 83,06% yang berarti memenuhi spesifikasi yakni minimal 65%. Untuk flow keduanya berada di nilai antara 2- 4mm yakni 2,46mm untuk kadar PS 4% dan 2,58 untuk kadar PS 5%.Selanjutnya untuk MQ sebesar 821,92kg/mm untuk kadar PS 45 dan 843,68 untuk kadar PS 5% yang menunjukkan memenuhi spesifikasi yaitu minimal 250kg/mm.

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan analisa diperoleh beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Hasil terhadap karakteristik Marshall dengan campuran kadar aspal normal 5% dan 6% diperoleh Kadar Aspal Optimum (KAO) sebesar 5,5% pada masing-masing aspal AC-WC dan AC-BC.
2. Hasil pengujian karakteristik Marshall pada aspal AC-WC dengan bahan tambah plastik Polystyrene (PS) menggunakan kadar 4% dan 5%. Maka nilai Stabilitas, VMA, VIM, Flow, dan Marshall Quotient mengalami kenaikan, sedangkan nilai VFA mengalami penurunan setiap penambahan kadar plastik Polystyrene (PS) hal ini menandakan rendahnya kerapatan campuran aspal terhadap air dan udara. Namun, semua variasi kadar bahan tambah plastik aspal AC-WC pada karakteristik Marshall memenuhi Spesifikasi Umum bina Marga 2018.

3. Hasil pengujian karakteristik Marshall pada aspal AC-BC dengan bahan tambah plastik Polystyrene (PS) menggunakan kadar 4% dan 5%. Maka nilai Stabilitas, VFA, Flow, dan Marshall Quotient mengalami kenaikan, sedangkan nilai VMA, dan VIM mengalami penurunan setiap penambahan kadar plastik Polystyrene (PS) hal ini menandakan rongga dalam agregat dan rongga dalam campuran semakin mengecil, dan menyebabkan aspal tidak terlalu dapat mengisi ruang kosong dan mengikat agregat. Namun, hanya nilai VIM pada kadar plastik 5% dengan nilai 2,58% yang tidak memenuhi spesifikasi antara 3% -5%. Maka, selain dari pada itu semua kadar bahan tambah plastik aspal AC-BC pada karakteristik Marshall memenuhi Spesifikasi Umum Bina Marga 2018

UCAPAN TERIMA KASIH

Bagian ini memberikan apresiasi kepada perorangan maupun organisasi yang memberikan bantuan kepada penulis. Ucapan terima kasih kepada pihak sponsor maupun dukungan finansial juga dituliskan di bagian ini.

REFERENSI

- [1] Firdaus, F. P. (2020). Pengaruh Penggunaan Styrofoam (FS) Pada Campuran RAP (Reclaimed Asphalt Pavement) AC-WC Terhadap Parameter Marshall.. Bandung: Universitas Komputer Indonesia.
- [2] Rosyida, I. A. I. (2021). Pengaruh Bahan Tambahan PET (Polythylene Terthalate) Terhadap Karakteristik Marshall Pada Aspal AC-WC.
- [3] Susanto, I., & Suaryana, N. (2019). Evaluasi kinerja campuran beraspal lapis aus (AC-WC) dengan bahan tambah limbah plastik kresek. *Jurnal Aplikasi Teknik Sipil*, 17(2), 27-36.
- [4] Hudoyo. P. F., Riani. D., Robby. (2021). Analisis Penggunaan Limbah Plastik Jenis Polystyrene (PS) Sebagai Bahan Tambahan Pada Campuran (HRS-WC). *Jurnal Keilmuan Teknik Sipil*. 4:2656-6001
- [5] Lukihardianti. A., Soraya. D., & Rezkisari, I. (2019). Dominasi Sampah Stirofoam di Laut Indonesia/Republika Online. URL :<https://www.republika.co.id/berita/q2ect5328/dominasi-sampah-stirofoam-di-laut-indonesia> (Diakses 24 April 2022).
- [6] Sampe, D. N. (2022). Pengaruh Styrofoam Sebagai Bahan Tambah Campuran AC-BC Batu Sungai Tetean Kabupaten Mamasa. *Paulus Civil Engineering Journal*, 4(2), 201-208.
- [7] Kaaba, I., Achmad, F., & Desei, F. L. (2022, August). Uji Durabilitas dan Penuaan Campuran Beraspal Lapis Aus (AC-WC) Dengan Bahan Tambah Limbah Botol Plastik Terhadap Variasi Lama Rendaman. In *FROPIL (Forum Profesional Teknik Sipil)* (Vol. 10, No. 1, pp. 32-39).
- [8] Hanssel, A., & Kamba, C. (2022). Karakteristik Campuran AC-BC Dengan Menggunakan Bahan Tambah Plastik PVC. *Paulus Civil Engineering Journal*, 4(4), 676-686.
- [9] Kementrian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Direktorat Jendral Bina Marga. (2018). Jakarta Selatan: Direktorat Jendral Bina Marga.
- [10] SNI 1969:2016, Metode uji berat jenis dan penyerapan air agregat kasar
- [11] SNI 2417:2008, Cara uji keausan agregat dengan mesin abrasi Los Angeles.