



PENGARUH CAMPURAN LIMBAH PLASTIK LDPE DAN POLYPROPYLENE SEBAGAI SUBSTITUSI CAMPURAN ASPAL AC-WC

Muhammad Vallery Al Tansha¹, Tiana Fatwa Maharani^{1*}, Dafrimon², Amiruddin²

¹Alumni Program Studi D-3 Teknik Sipil, Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Sriwijaya

²Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Sriwijaya

*tianamaharani04@gmail.com

Naskah diterima : 22 Agustus 2022. Disetujui: 29 Februari 2024 Tahun. Diterbitkan : 31 Maret 2024

ABSTRAK

Di Indonesia perkerasan yang paling sering digunakan untuk konstruksi jalan yaitu perkerasan lentur (*flexible pavement*) dengan bahan utamanya menggunakan aspal. Oleh karena itu, diperlukan pengembangan teknologi aspal untuk meningkatkan mutu aspal. Salah satu alternatif yang bisa dilakukan yaitu melakukan modifikasi aspal dengan menambahkan bahan polimer lainnya salah satunya ialah plastik. Tujuan dilakukan penelitian ini ialah untuk mengetahui pengaruh campuran limbah plastik *Low Density Polyethylene* (LDPE) dan *Polypropylene* terhadap campuran *Asphalt Concrete Wearing Course* (AC-WC). Selanjutnya tahap pertama dari penelitian ini ialah membuat benda uji untuk mencari Kadar Aspal Optimum (KAO), kemudian pembuatan benda uji Marshall dengan mensubstitusikan campuran limbah plastik LDPE dan *Polypropylene* dengan variasi 3%; 4%; 5%; 6%; dan 7% terhadap hasil kadar aspal optimum. Berdasarkan hasil analisa data karakteristik marshall pada benda uji campuran plastik diperoleh persentase kadar plastik yang paling optimum mendapatkan hasil nilai stabilitas yaitu sebesar 1529,450 kg, untuk nilai flow yaitu sebesar 3,018 mm, nilai VIM yaitu sebesar 4,950 %, nilai VFA yaitu sebesar 67,089 %, nilai VMA yaitu sebesar 15,044 % dan untuk nilai Marshall Quotient yaitu sebesar 506,860 %.

Kata kunci: Limbah Plastik, LDPE, PP, Aspal, Marshall, AC-WC

In Indonesia, the most frequently used pavement for road construction is flexible pavement with the main material using asphalt. Caused of that, needed to develop asphalt technology to improve asphalt quality. One of alternative that can be used is modifying asphalt by adding other polymer materials, plastic. This study aims to determine the effect of a mixture of Low Density Polyethylene (LDPE) and Polypropylene plastic to Asphalt Concrete Wearing Course (AC-WC) mixture. Furthermore, first stage of this research is making specimens to find the Optimum Asphalt Value (KAO), then making Marshall specimens by substituting a mixture of LDPE and Polypropylene plastic with a variation of 3%; 4%; 5%; 6%; and 7% for the optimum asphalt content. Based on the results of the analysis of the Marshall characteristics data on the plastic mixture test object, the most optimum percentage of plastic value obtained is 1529,450 kg(stability value), for the flow value is 3,018 mm, VIM value is 4,950%, VFA value is 67.089%, VMA value is 15.044% and Marshall Quotient value is 506.860 %.

Keywords: Plastic Waste, LDPE, PP, Asphalt, Marshall, AC-WC

1. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Jalan merupakan infrastruktur dasar dan utama dalam menggerakkan roda perekonomian nasional dan daerah, mengingat pentingnya 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 diberbagai bidang, Untuk mempermudah akses pelayanan diperlukan perencanaan struktur perkerasan jalan yang kuat, tahan lama dan mempunyai daya tahan tinggi terhadap deformasi plastis yang terjadi.

1.2. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini yaitu, untuk mengetahui apakah penggunaan campuran limbah plastik LDPE dan PP sebagai bahan substitusi campuran aspal pada lapis perkerasan AC-WC memenuhi spesifikasi terhadap nilai karakteristik Marshall, serta mengetahui hasil perbandingan campuran aspal normal dengan campuran aspal menggunakan campuran limbah plastik LDPE dan PP sebagai substitusi aspal.

2. METODE PENELITIAN

2.1. Tahap Persiapan

Suatu rangkaian kegiatan sebelum melakukan pengumpulan data pengolahannya, semua bahan yang ada harus sesuai dengan SNI dan Spesifikasi Umum Bina Marga 2018

2.2. Bahan yang digunakan

Adapun bahan yang dipakai dalam penelitian ini ialah : agregat 1-2, agregat 1-1, abu batu, *filler*, aspal, serta limbah plastik LDPE dan PP

2.3. Tahapan Penelitian

Tahapan dalam Penelitian ini ialah : persiapan, pengujian bahan yang dimulai dari

pemeriksaan agregat, pemeriksaan aspal, pembuatan rancangan *Job Mix Formula*, pembuatan benda uji dan pengujian benda uji dengan alat *marsall*.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Pengujian Agregat

Tabel 1. Hasil Pengujian Keausan Agregat [1]

Pengujian	Hasil	Spesifikasi	Keterangan
Keausan Agregat 1-1	20,598	<50	Memenuhi
Keausan Agregat 1-2	19,952	<50	Memenuhi

Dalam penelitian ini pengujian keausan agregat menggunakan gradasi A dengan total berat benda uji 5000 gr. Saringan yang digunakan berukuran 19 mm; 12,5 mm; 9,5 mm.

Tabel 2. Hasil Pengujian Berat Jenis Agregat dan Penyerapan Air [2][3][4]

Pengujian	Hasil (%)	Ket.
BJ Bulk Abu batu	2,520	Memenuhi
BJ SSD Abu batu	2,577	Memenuhi
BJ Semu Abu batu	2,673	Memenuhi
Penyerapan Abu batu	2,270	Memenuhi
BJ Bulk Agregat 1-1	2,552	Memenuhi
BJ SSD Agregat 1-1	2,595	Memenuhi
BJ Semu Agregat 1-1	2,665	Memenuhi
Penyerapan Agregat 1-1	1,649	Memenuhi
BJ Bulk Agregat 1-2	2,670	Memenuhi
BJ SSD Agregat 1-2	2,676	Memenuhi
BJ Semu Agregat 1-2	2,687	Memenuhi
Penyerapan Agregat 1-2	0,244	Memenuhi

3.2. Pengujian Filler/ Bahan pengisi

Filler yang dipakai yaitu Semen portland type-1 Baturaja. Hasil pengujian dari berat jenis semen ini ialah 3,01 nilai ini memenuhi batasan syarat yang berkisar 3-3,2.

3.3. Pengujian Aspal

Tabel 3. Hasil Pengujian Penetrasi Benda Uji 1[5]

Benda Uji 1	
Titik Setelah 5 detik	Penetrasi (mm)
1	62

Tabel 4. Hasil Pengujian Penetrasi Benda Uji 1 [5] (Lanjutan)

Benda Uji 1	
Titik Setelah 5 detik	Penetrasi (mm)
2	64
3	63
4	66
5	65
Jumlah	320
Rata-Rata	64

Tabel 5. Hasil Pengujian Penetrasi Benda Uji 2 [5]

Benda Uji 2	
Titik Setelah 5 detik	Penetrasi (mm)
1	67
2	64
3	64
4	61
5	69
Jumlah	325
Rata-Rata	65

Tabel 6. Hasil Pengujian Titik Lembek [6]

	Benda Uji 1	Benda Uji 2
Suhu (°C)	42	42
Waktu	27'43"	27'48"

Tabel 7. Hasil Pengujian Daktilitas [7]

Sampe 1	Waktu Putus (Menit)	Pembacaan
1	25°21'29"	135
2	30°56'32"	146

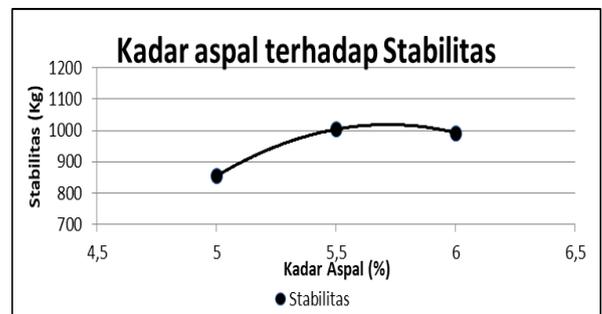
Tabel 8. Hasil Pengujian Berat Jenis Aspal [8]

Jenis Pengujian	Kode	Hasil Pengujian
Bobot Piknometer + Tutup	A	180,5 Gram
Bobot Piknometer + Tutup + air	B	308,2 Gram
Bobot Piknometer + Tutup + aspal	C	230,5 Gram
Bobot Piknometer + Tutup + aspal + air	D	308,9 Gram

3.4. Hasil Analisa Data

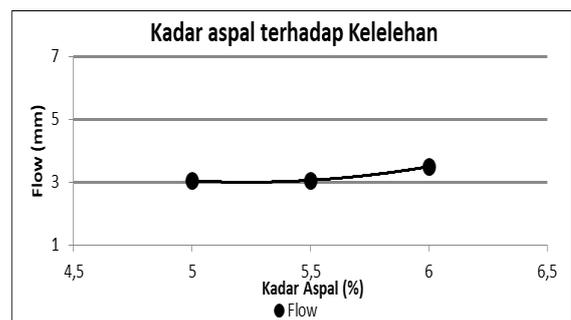
Tabel 9. Hasil Marshall Standar pada KAO

Karakteristik Campuran	Kadar Aspal (%)			Spesifikasi
	5	5,5	6	
Stabilitas	855,266	1003,409	992,553	Min. 800
Flow	3,042	3,058	3,492	2-4
VIM	7,283	4,137	4,841	3-5
VFA	54,526	71,166	69,298	Min. 65
VMA	15,973	14,093	15,668	Min. 15
Marshall Quotient	281,183	328,126	284,209	-



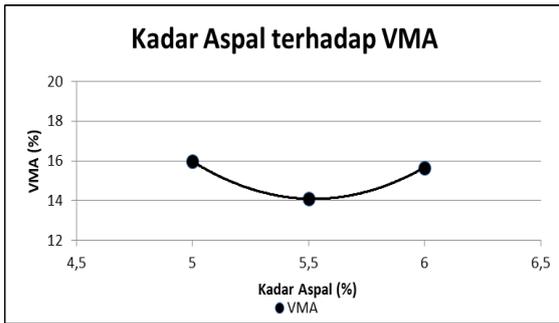
Gambar 1. Grafik Kadar Aspal Terhadap Stabilitas

Berdasarkan hasil analisa yang didapat dari gambar diatas menunjukkan nilai pada persentase 5% sebesar 855,266 ; 5,5% sebesar 1003,409 ; 6% sebesar 992,553. Berdasarkan grafik diatas stabilitas pada kadar aspal memenuhi standar spesifikas [9].



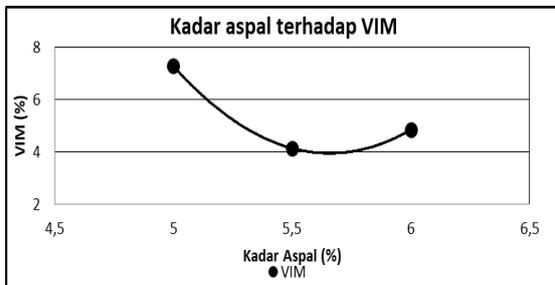
Gambar 2. Grafik Kadar Aspal Terhadap Kelelahan

Berdasarkan hasil analisa yang didapat dari gambar diatas menunjukkan nilai pada persentase 5% sebesar 3,042 ; 5,5% sebesar 3,058 ; 6% sebesar 3,492. Berdasarkan grafik diatas flow pada kadar aspal memenuhi standar spesifikas [9].



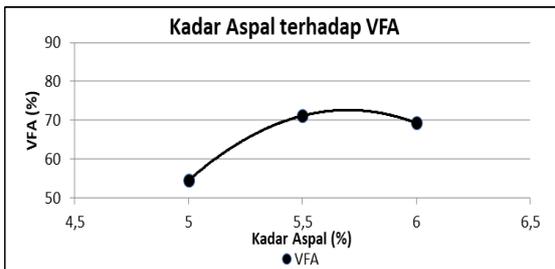
Grafik 3. Kadar Aspal Terhadap VMA

Berdasarkan hasil analisa yang didapat dari gambar diatas menunjukkan nilai pada persentase 5% sebesar 15,973 ; 5,5% sebesar 14,093; 6% sebesar 15,668. Dari data diatas kadar aspal yang memenuhi standar spesifikasi adalah 5,5% [9].



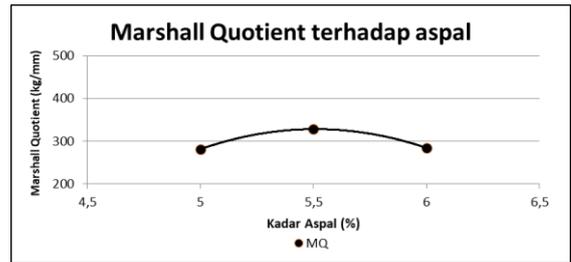
Gambar 4. Grafik Kadar Aspal Terhadap VIM

Berdasarkan hasil analisa yang didapat dari gambar diatas menunjukkan nilai pada persentase 5% sebesar 7,283 ; 5,5% sebesar 4,137 ; 6% sebesar 4,841. Dari data diatas kadar aspal yang memenuhi standar spesifikasi adalah 5,5% dan 6% [9].



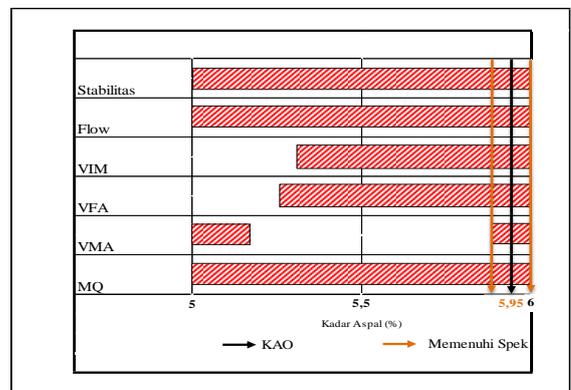
Gambar 5. Grafik Kadar Aspal Terhadap VFA

Berdasarkan hasil analisa yang didapat dari gambar diatas menunjukkan nilai pada persentase 5% sebesar 54,526 ; 5,5% sebesar 71,166 ; 6% sebesar 69,298. Dari data diatas kadar aspal yang memenuhi standar spesifikasi adalah 5,5% dan 6% [9].



Gambar 6. Grafik Kadar Aspal Terhadap Marshall Quotient

Hasil dapat dilihat dari gambar diatas yang menunjukkan bahwa pada persentase 5% sebesar 281,183 ; 5,5% sebesar 328,126 ; 6% sebesar 284,209. Berdasarkan grafik diatas *marshal quotient* pada kadar aspal memenuhi standar spesifikasi [9].



Gambar 7. Hasil Pengujian Marshall Standar pada KAO

Dari hasil pengujian marshall didapatkan nilai Kadar Aspal Optimum yaitu 5,95%.

3.3 Hasil Pengujian Aspal Modifikasi

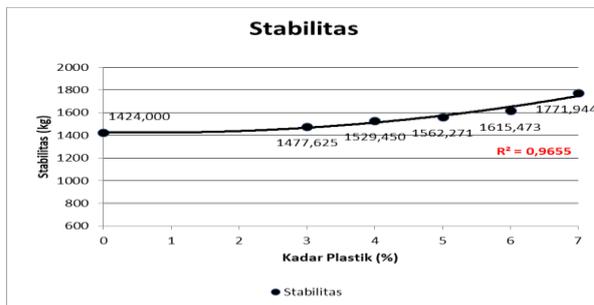
Pengujian ini dilakukan dengan mensubtitusikan limbah plastik ke dalam campuran aspal.

Tabel 10. Hasil Marshall Standar pada KAO

Karakteristik Campuran	Kadar Plastik %					
	0	3	4	5	6	7
Stabilitas	142	147	152	156	161	177
	4,00	7,62	9,4	2,27	5,47	1,9
		5	50	1	3	44
Flow	2,9	2,98	3,0	2,97	3,26	3,6
	50	0	18	4	0	13
VIM	4,2	4,95	4,9	4,98	5,63	5,8
	20	0	50	1	2	73

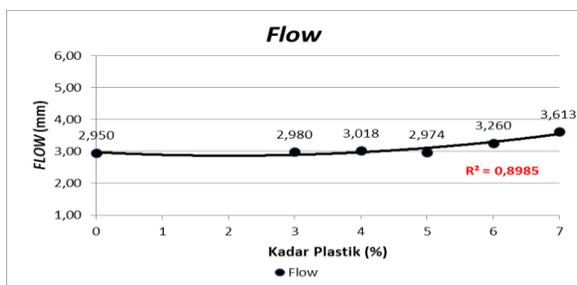
Tabel 11. Hasil *Marshall* Standar pada KAO (Lanjutan)

Karakteristik Campuran	Kadar Plastik %					
	0	3	4	5	6	7
VFA	71,998	67,241	67,099	66,884	62,800	61,218
VMA	15,023	15,035	15,044	15,050	15,076	15,103
<i>Marshall</i> Quotient	428,712	495,903	506,860	525,251	495,544	490,481



Gambar 8. Grafik Stabilitas

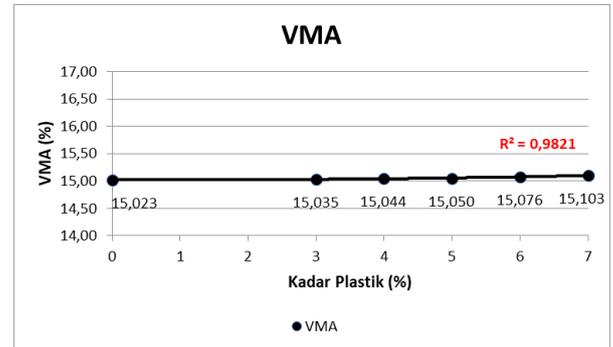
Stabilitas dapat didefinisikan sebagai kekuatan suatu campuran beraspal dalam menerima beban lalu lintas tanpa adanya mengalami perubahan bentuk. Nilai stabilitas pada presentase 0% adalah 1424,000; 3% adalah 1477,625; 4% adalah 1529,450; 5% adalah 1562,271; 6% adalah 1615,473; dan 7% adalah 1771,944. Dari grafik diatas menunjukkan bahwa stabilitas mengalami peningkatan pada semua kadar memenuhi standar spesifikasi [9].



Gambar 9. Grafik *Flow* Terhadap Aspal Modifikasi

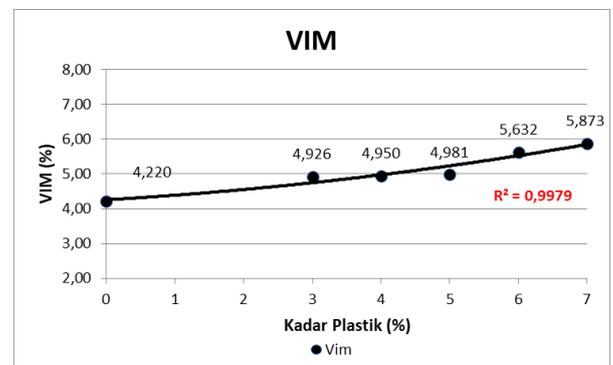
Bentuk perubahan plastis pada suatu campuran beraspal yang disebabkan oleh beban disebut *Flow*/kelelahan. Nilai *flow* pada presentase 0% adalah 2,950; 3% adalah 2,980; 4% adalah 3,018; 5% adalah 2,974; 6% adalah 3,260; dan 7% adalah 3,613. Dari grafik di atas

menunjukkan bahwa *flow* pada semua kadar memenuhi standar spesifikasi [9].



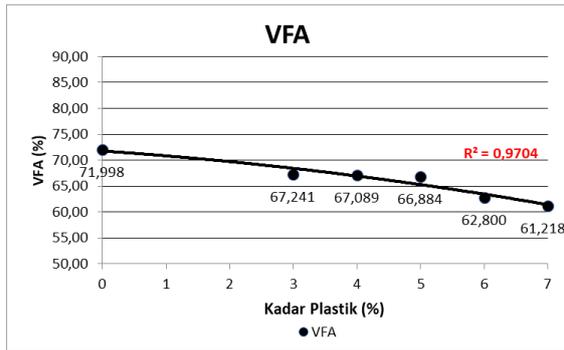
Gambar 10. Grafik VMA Terhadap Aspal Modifikasi

Nilai VMA akan mengalami penurunan seiring bertambahnya kadar aspal sampai mencapai minimum dan akan kembali mengalami peningkatan dengan adanya penambahan aspal. Nilai VMA pada presentase 0% ialah 15,023; 3% ialah 15,035; 4% ialah 15,044; 5% ialah 15,050; 6% ialah 15,076; dan 7% ialah 15,103. Berdasarkan hasil analisa grafik di atas nilai VMA pada semua presentase kadar mencukupi standar spesifikasi [9].



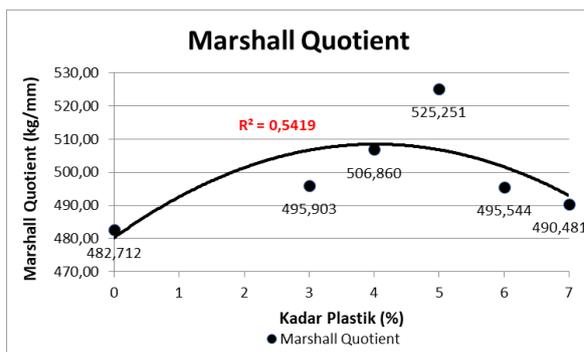
Gambar 11. Grafik VIM Terhadap Aspal Modifikasi

Kekedapan air dan udara akan berkurang apabila nilai VIM yang didapat terlalu besar sehingga mengakibatkan rusaknya lapisan perkerasan. Nilai VIM pada presentase 0% adalah 4,220; 3% adalah 4,926; 4% adalah 4,950; 5% adalah 4,981; 6% adalah 5,632; dan 7% adalah 5,873. Berdasarkan grafik di atas menunjukkan bahwa VIM yang memenuhi standar spesifikasi berada pada kadar 0%, 3%, 4%, dan 5% [9].



Gambar 12. Grafik VFA Terhadap Aspal Modifikasi

Nilai VFA akan mengalami penurunan apabila nilai VMA meningkat. Nilai VFA pada presentase 0% adalah 71,998; 3% adalah 67,241; 4% adalah 67,089; 5% adalah 66,884; 6% adalah 62,800; dan 7% adalah 61,218. Berdasarkan grafik di atas menunjukkan bahwa VFA yang memenuhi standar spesifikasi berada pada kadar 0%, 3%, 4%, dan 5% [9].



Gambar 13. Grafik Marshall Quotient Terhadap Aspal Modifikasi

Nilai Marshall Quotient pada presentase 0% adalah 482,712; 3% adalah 495,903; 4% adalah 506,860; 5% adalah 525,251; 6% adalah 495,544; dan 7% adalah 490,481. Dari grafik di atas menunjukkan bahwa Marshall Quotient pada semua kadar memenuhi standar spesifikasi [9].

4. KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian, Kadar Aspal Optimum (KAO) adalah 5,95% dan hasil pengujian Marshall pada penambahan limbah plastik memenuhi standar spesifikasi umum bina marga 2018. Pada penelitian ini dapat disimpulkan bahwa pengaruh penambahan limbah plastik LDPE dan PP sebagai substitusi campuran aspal dapat meningkatkan

kelenturan/fleksibilitas pada beton aspal dibandingkan aspal normal.

Daftar Pustaka

- [1] Standar Nasional Indonesia. 2008. 2417. *Cara Uji Keausan Agregat Dengan Mesin Abrasi Los Angeles*. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
- [2] Standar Nasional Indonesia. 1990. No 03-1968, *Metode Pengujian Tentang Analisis Saringan Agregat Halus Dan Kasar*. Bandung: Pusjatan – Balitbang PU.
- [3] Standar Nasional Indonesia. 2008. 1970. *Cara Uji Berat Jenis Dan Penyerapan Air Agregat Halus*. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
- [4] Standar Nasional Indonesia. 2008. 1970. *Cara Uji Berat Jenis Dan Penyerapan Air Agregat Kasar*. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
- [5] Standar Nasional Indonesia. 1991. No 06-2456, *Metode Pengujian Penetrasi Bahan-Bahan Bitumen*. Bandung: Pusjatan – Balitbang PU.
- [6] Standar Nasional Indonesia. 2011. 2434. *Cara Uji Titik Lembek Dengan Alat Cincin Dan Bola (Ring And Ball)*. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
- [7] Standar Nasional Indonesia. 1991. No 06-2432, *Metode Pengujian Daktilitas Bahan-Bahan Aspal*. Bandung: Pusjatan – Balitbang PU.
- [8] Standar Nasional Indonesia. 1991. No 06-2441, *Metode Pengujian Berat Jenis Aspal Padat*. Bandung: Pusjatan – Balitbang PU.
- [9] Kementerian Pekerjaan Umum Dan Perumahan Rakyat Marga. 2018. *Spesifikasi Umum 2018 Untuk Pekerjaan Konstruksi Jalan Dan Jembatan*. Jakarta: Direktorat Jenderal Bina Marga.

- [10] K. L. Putra, R. Y. Prakoso, Z. Muchtar dan H. Hamdi, “[11] Pengaruh Penambahan Limbah Serbuk Ban Sebagai Pengganti Agregat Halus Terhadap Stabilitas Lapisan AC-WC,” *Pilar*, pp. 9-14, 2019
- [11] Hamdi, R. Pranoto, Puryanto, M. Wibisono, W. F. Utami dan C. A. Putri, “Pengaruh Substitusi Parsial Bahan Alami Lateks Terhadap Kinerja Campuran Beton Aspal Pada Lapisan Aus (Hotmix AC-WC),” *Pilar*, pp. 15-20, 2021.