



PEMANFAATAN LIMBAH *STYROFOAM* SEBAGAI BAHAN TAMBAH ASPHALT CONCRETE-WEARING COURSE (AC-WC) DENGAN VARIASI SUHU PENCAMPURAN

Amiruddin¹, Novia Arinda Filantropie^{2*}, Shafa Layla Ramadhani², Sri Rezki Artini¹

¹ Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Sriwijaya

² Program Studi D-4 Perancangan Jalan dan Jembatan, Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Sriwijaya

*noviafilantropie17@gmail.com

Naskah diterima : 15 September 2022. Disetujui : 20 Februari 2023. Diterbitkan : 30 Maret 2023

ABSTRAK

Styrofoam merupakan salah satu limbah yang berasal dari pembelian alat elektronik ataupun bekas wadah makanan. Penggunaan *styrofoam* terhadap bahan tambahan dalam campuran aspal bertujuan guna mengetahui dampak penambahan *styrofoam* terhadap peningkatan nilai karakteristik campuran aspal, selain itu juga dapat mengurangi limbah *styrofoam* yang ada dan menambah nilai guna dari limbah *styrofoam*. Tujuan dari penelitian ini guna mengetahui pengujian *marshall* campuran aspal terhadap penambahan *styrofoam* apakah sudah memenuhi persyaratan dan mengidentifikasi pengaruh dari pencampuran *Asphalt Concrete – Wearing Course (AC-WC)* yang menggunakan bahan tambahan daripada *styrofoam* pada suhu yang bervariasi. Penelitian ini menggunakan *styrofoam* dengan kadar 6%, 6,5% dan 7% dengan variasi suhu pencampuran sebesar 140°C, 150°C, 160°C dan 170°C. Dari hasil pengujian dan hasil Analisa karakteristik Marshall diperoleh bahwa penggunaan variasi suhu pencampuran pada aspal campuran *styrofoam* yaitu semakin tinggi suhu pencampuran maka nilai stabilitas akan semakin meningkat namun dengan penambahan *styrofoam* kedalam campuran aspal yang menyebabkan turunnya nilai stabilitas dibandingkan campuran aspal tanpa tambahan *styrofoam*.

Kata kunci : AC-WC, *Styrofoam*, Suhu pencampuran, Karakteristik Marshall

ABSTRACT

Styrofoam is one of the many wastes that comes from buying electronic equipment or used food containers. The use *styrofoam* as an additive in the asphalt mixture aims to determine whether the addition of *styrofoam* can increase the characteristic value of the asphalt mixture, but it can also reduce *styrofoam* and increase the use value of the *styrofoam*. The purpose of this study was to determine the value of the asphalt mixture *marshall* test with the addition of *styrofoam* whether it met the requirements and identify the effect of the *Asphalt Concrete - Wearing Course (AC-WC)* mixture using *Styrofoam* at various temperatures. This study used *styrofoam* with levels of 6%, 6.5% and 7% with variations in mixing temperature of 140°C, 150°C, 160°C and 170°C. From the test results and the results of the *Marshall* characteristic analysis, it was found that the use of temperature variations mixing on *styrofoam*, namely the higher the mixing temperature, the stability value will increase but with the addition of *styrofoam* into the asphalt mixture it can cause a decrease in the stability value compared to asphalt mixtures without *styrofoam*.

Keywords : AC-WC, *Styrofoam*, Mixing temperature, *Marshall* characteristics

1. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Styrofoam merupakan bahan yang sering ditemui dan digunakan dalam kegiatan keseharian manusia, baik sebagai penyangga barang elektronik atau sebagai wadah makanan sekali pakai. Limbah *Styrofoam* merupakan limbah yang tidak dapat terurai dengan sendirinya sehingga jika digunakan secara terus menerus dapat menyebabkan penumpukan dan dapat mencemari lingkungan. Penggunaan *Styrofoam* sebagai alternatif bahan penambah untuk campuran aspal dapat mengurangi jumlah limbah *Styrofoam* yang sudah ada. Sifat termoplastik yang dimiliki *Styrofoam* yang sama dengan sifat aspal diharapkan dapat meningkatkan kualitas campuran aspal. Penelitian untuk bahan aditif perkerasan konstruksi jalan dapat dilakukan dengan menggunakan limbah *Styrofoam* dikarenakan sifatnya yang sama dengan aspal yaitu mencair pada temperature tinggi [1]. Peneliti terdahulu yang dilakukan oleh Ika Sulianti dkk [2] yang menggunakan *Styrofoam* sebagai bahan untuk penambahan campuran *Asphalt Concrete-Wearing Course (AC-WC)* dengan kadar penambahan sebesar 0%; 6.5%; 6.75%; 7%; 7.25% dan 7.5% dengan kadar *Styrofoam* terbaik 6,5%.

1.2. Tujuan Penelitian

Penelitian ini ditujukan guna mengetahui kadar aspal optimum yang dibutuhkan guna pencampuran *Asphalt Concrete – Wearing Course (AC-WC)* terhadap *Styrofoam*, mengetahui nilai dari pengujian marshall apakah sudah memenuhi persyaratan dan mengidentifikasi pengaruh dari AC-WC yang menggunakan *Styrofoam* pada suhu yang bervariasi.

2. METODE PENELITIAN

2.1. Bahan

Dalam penelitian ini, bahan-bahan yang digunakan berupa:

1. Agregat (campuran berupa bahan-bahan kasar seperti pecahan batu 1/2 dan 1/1 yang diperoleh dari PT Sinar Musi Jaya);

2. Agregat (campuran berupa bahan-bahan halus seperti pecahan batu yang lebih kecil yang diperoleh dari PT BSA);

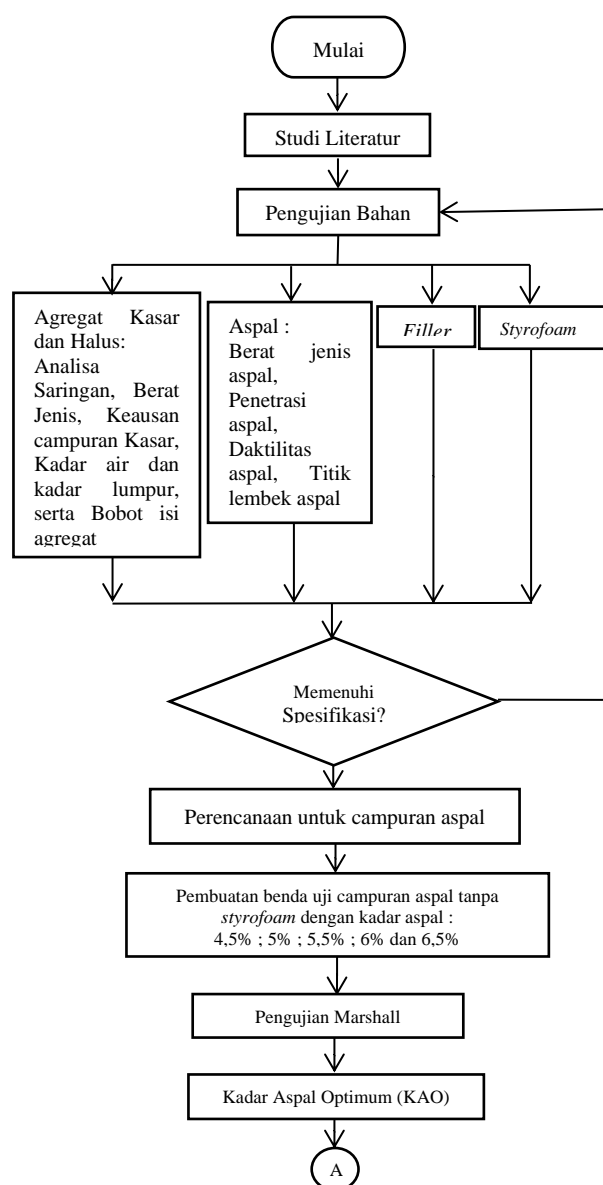
3. Bahan pengisi (*filler*) berupa Semen Padang;

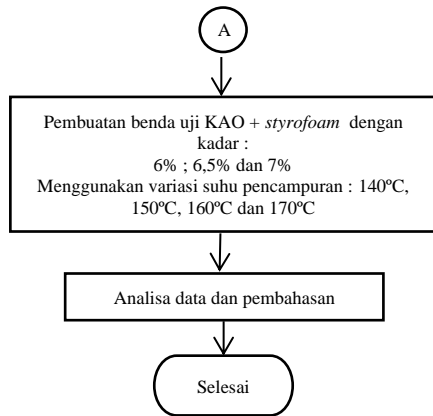
4. Aspal penetrasi 60/70 yang diperoleh dari PT Rotari Persada;

2.2. Jumlah Benda Uji

Benda uji yang disusun dalam penelitian ini berjumlah sebanyak 63 buah.

2.3. Tahapan Penelitian





Gambar 1. Diagram penelitian

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Pengujian Agregat

Tabel 1. Hasil pengujian sifat fisik agregat kasar

Pengujian	Hasil	Spesifikasi	Keterangan
Berat Jenis Bulk	2,53	>2,5	Memenuhi
Berat Jenis SSD	2,62	>2,5	Memenuhi
Berat Jenis Semu	2,79	>2,5	Memenuhi
Penyerapan (%)	3,66	<3,0	Tidak Memenuhi
Bobot Isi Padat	1,37	1,2-1,5 gr/cm ³	Memenuhi
Bobot Isi Gembur	1,26	1,2-1,5 gr/cm ³	Memenuhi
Kausan Agregat dengan Alat Los Angeles	17,69 %	< 40%	Memenuhi

Tabel 2. Hasil pengujian sifat fisik agregat halus

Pengujian	Hasil	Spesifikasi	Keterangan
Berat Jenis Bulk	2,42	>2,5	Tidak Memenuhi
Berat Jenis SSD	2,48	>2,5	Tidak Memenuhi
Berat Jenis Semu	2,57	>2,5	Memenuhi
Penyerapan (%)	2,54	<3,0	Memenuhi
Bobot Isi Padat	1,42	1,2-1,5 gr/cm ³	Memenuhi
Bobot Isi Gembur	1,24	1,2-1,5 gr/cm ³	Memenuhi
Berat Jenis Bulk	2,42	>2,5	Tidak Memenuhi

3.2. Hasil Pengujian Sifat Fisik Aspal

Tabel 3. Hasil pengujian sifat fisik aspal

Pengujian	Hasil	Spesifikasi	Keterangan
Penetrasi pada 25°C	64,5	60-70	Memenuhi
Berat Jenis Titik	1,014	≥1,0	Memenuhi
Lembek (°C)	48,5	≥48	Memenuhi
Daktalitas (mm)	144,5	≥100	Memenuhi

3.3. Hasil Pengujian Bahan Pengisi (Filler)

Perhitungan berat dari jenis penggunaan semen, diperoleh nilai sebesar 3,04 gr/ml. Berdasarkan SNI 15-2531-1991 [3] nilai berat jenis semen yang didapat telah memenuhi ketentuan nilai berat jenis yaitu minimum 2,5 gr/ml.

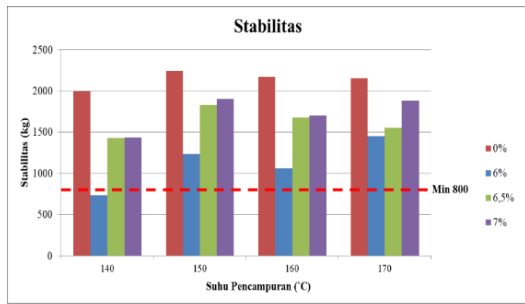
3.4. Pembahasan

Tabel 4. Hasil pengujian marshall benda uji KAO

Karakteristik Marshall	Spesifikasi	Kadar Aspal (%)				
		4,5	5	5,5	6	6,5
Stabilitas (kg)	min	127	13	134	132	
	800	6	92	6	1	1296
Flow (mm)	2-4	3,31	58	3,15	3,2	
		5	0	3	61	3,373
VIM (%)	3,0-5,0	7,03	36	5,98	4,5	
		7	8	4	62	4,237
VMA (%)	min 15	17,1	,4	18,0	17,	18,38
		84	02	98	769	2
VFA (%)	min 65	59,4	,8	67,7	74,	77,73
		66	05	26	445	8
Marshall Quotient (kg/mm)	min	384,	8,	426,	404	384,1
	250	778	69	789	,98	8

Dari hasil tabel 4 diperoleh kadar aspal memenuhi Kadar Aspal Optimum (KAO) sebesar 6,2% Styrofoam yang memiliki kadar sebesar 0%, 6%, 6,5% dan 7% pada suhu pencampuran sebesar 140°C, 150°C, 160°C dan 170°C diperoleh hasil yang sebagai berikut.

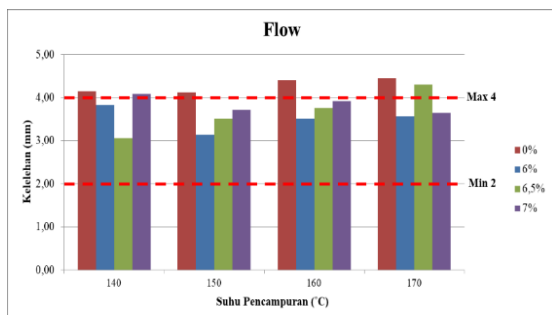
1. Stabilitas



Gambar 2. Grafik hubungan aspal *Styrofoam* dengan stabilitas

Pada campuran aspal dengan tambahan *styrofoam* dengan meningkatnya suhu pencampuran maka nilai stabilitas semakin meningkat namun secara keseluruhan dengan menambahkan *styrofoam* dari campuran aspal guna menurunkan nilai stabilitas.

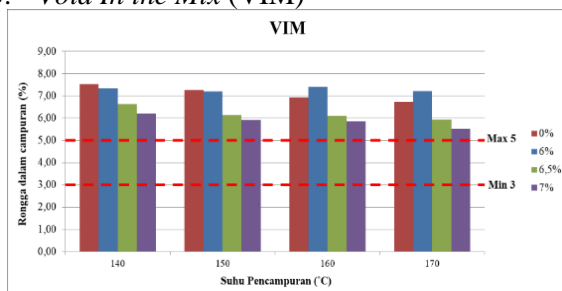
2. Flow (kelelehan)



Gambar 3. Grafik hubungan aspal *Styrofoam* dengan flow

Pada campuran aspal dengan tambahan *styrofoam* dengan meningkatnya suhu pencampuran maka nilai kelelehan semakin meningkat namun secara keseluruhan dengan menambahkan *styrofoam* pada campuran aspal dapat menurunkan nilai kelelehan.

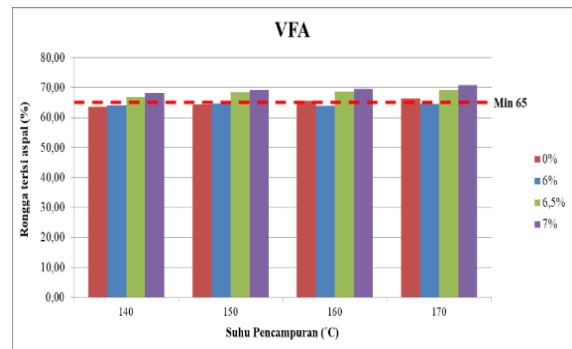
3. Void In the Mix (VIM)



Gambar 4. Grafik hubungan aspal *Styrofoam* dengan VIM

Pada campuran aspal dengan tambahan *styrofoam* dengan meningkatnya suhu pencampuran maka nilai persentase VIM semakin menurun namun secara keseluruhan dengan menambahkan *styrofoam* pada campuran aspal dapat menurunkan nilai persentase VIM kecuali untuk kadar *styrofoam* 6%.

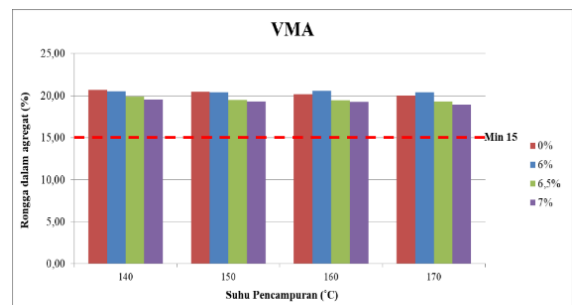
4. Void Filled with Asphalt (VFA)



Gambar 5. Grafik hubungan aspal *Styrofoam* dengan VFA

Pada campuran aspal dengan tambahan *styrofoam* dengan meningkatnya suhu pencampuran maka nilai persentase VMA semakin meningkat dan secara keseluruhan dengan menambahkan *styrofoam* pada campuran aspal dapat meningkatkan nilai persentase VFA.

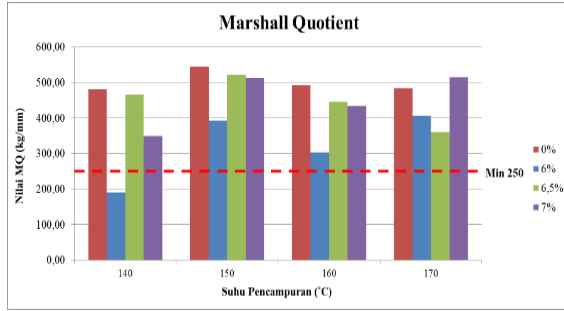
5. Void in Mineral Agregate (VMA)



Gambar 6. Grafik hubungan aspal *Styrofoam* dengan VMA

Pada campuran aspal dengan tambahan *styrofoam* dengan meningkatnya suhu pencampuran maka nilai persentase VMA semakin menurun namun secara keseluruhan dengan menambahkan *styrofoam* pada campuran aspal dapat menurunkan nilai persentase VIM kecuali untuk kadar *styrofoam* 6%

6. Marshall Quotient (MQ)



Gambar 7. Grafik hubungan aspal Styrofoam dengan Marshall Quotient

Pada campuran aspal dengan tambahan styrofoam dengan meningkatnya suhu pencampuran tidak menunjukkan peningkatan nilai MQ yang signifikan, tetapi pada campuran aspal dengan tambahan styrofoam dengan kadar 6% dengan meningkatnya suhu pencampuran maka nilai MQ meningkat. Dapat disimpulkan kadar penambahan styrofoam terhadap campuran akan semakin besar persentase nilai MQ, tetapi secara keseluruhan dengan penambahan Styrofoam menyebabkan penurunan nilai persentase MQ.

Tabel 5. Hasil pengujian Marshall campuran aspal dengan Styrofoam

Parameter	Spesifikasi	Kadar Styrofoam (%)	Variasi Suhu Pencampuran (%)			
			140	150	160	170
Stabilitas (kg)	min 800	0	1997	2246	2170	2155
		6	731	1235	1064	1451
		6,5	1429	1832	1680	1320
		7	1433	1906	1701	1881
		0	4,15	4,12	4,41	4,46
Flow (mm)	2-4	6	3,83	3,14	3,51	3,72
		6,5	3,06	3,51	3,76	4,30
		7	4,09	3,72	3,92	3,65
VIM (%)	3,0-5,0	0	7,52	7,27	6,94	6,73
		6	7,34	7,19	7,40	7,22
		6,5	6,62	6,14	6,09	5,94
		7	6,20	5,92	5,86	5,52
VMA (%)	min 15	0	20,67	20,45	20,17	19,99
		6	20,51	20,38	20,56	20,41
		6,5	19,90	19,48	19,44	19,31
		7	19,54	19,29	19,24	18,95

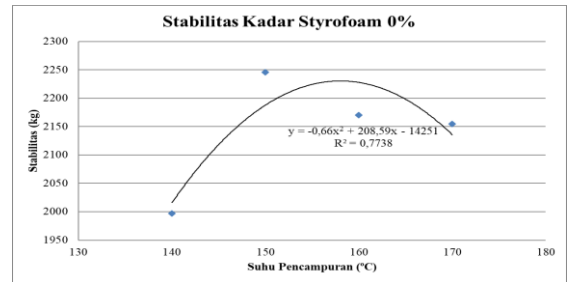
Tabel 6. Lanjutan Hasil pengujian Marshall campuran aspal dengan Styrofoam

Parameter	Spesifikasi	Kadar Styrofoam (%)	Variasi Suhu Pencampuran (%)			
			140	150	160	170
VFA (%)	min 65	0	63,62	64,45	65,58	66,36
		6	64,21	64,73	64,04	64,62
		6,5	66,84	68,47	68,69	69,25
		7	68,25	69,32	69,54	70,92
Marshall Quotient (kg/m)	min 250	0	481,0	544,9	492,0	483,4
		6	190,7	393,6	303,0	406,2
		6,5	466,9	522,1	446,5	361,0
		7	350,0	512,9	434,3	515,6
			5	1	2	7

(Sumber : Hasil pengujian, 2022)

3.5. Analisis Regresi Campuran Aspal Styrofoam dengan Variasi Suhu Pencampuran

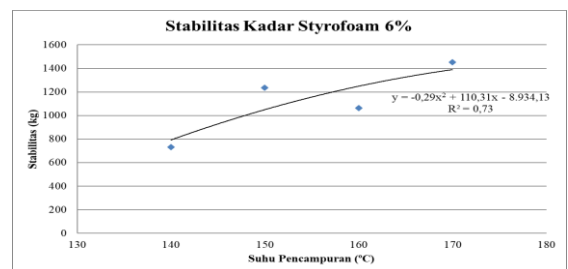
1. Kadar Styrofoam 0%



Gambar 8. Grafik regresi stabilitas kadar styrofoam 0%

Berdasarkan grafik diperoleh nilai suhu pencampuran maksimum sebesar 158°C dengan nilai stabilitas maksimum sebesar 2230 kg. Nilai R² didapat sebesar 0,77 sehingga suhu pencampuran memiliki pengaruh terhadap campuran dikarenakan nilai R² mendekati 1.

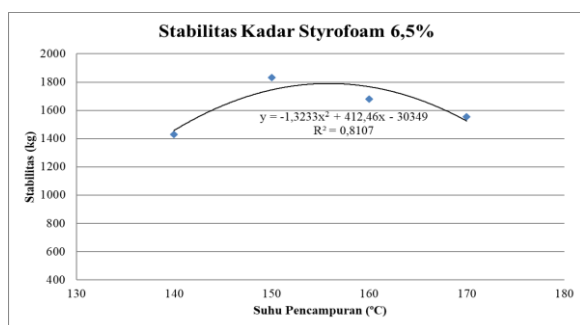
2. Kadar Styrofoam 6%



Gambar 9. Grafik regresi stabilitas kadar styrofoam 6%

Berdasarkan grafik di atas diperoleh nilai suhu pencampuran maksimum sebesar 189,08°C dengan nilai stabilitas maksimum sebesar 1555 kg. Nilai R^2 didapat sebesar 0,73 sehingga suhu pencampuran memiliki pengaruh terhadap campuran dikarenakan nilai R^2 mendekati 1.

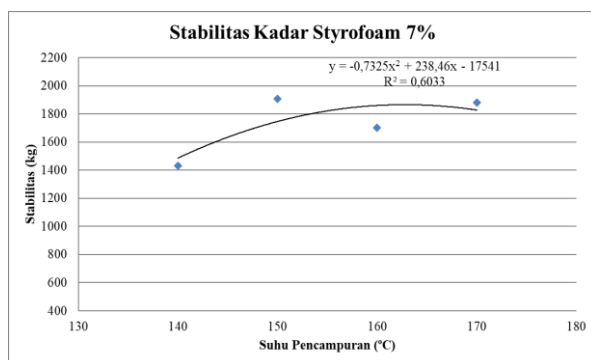
3. Kadar Styrofoam 6,5%



Gambar 10. Grafik regresi stabilitas kadar styrofoam 6,5%

Berdasarkan grafik di atas diperoleh nilai suhu pencampuran maksimum sebesar 155,85°C dengan *value* stabilitas maksimum 1791 kg. R^2 didapat 0,81 sehingga suhu pencampuran memiliki pengaruh terhadap campuran dikarenakan nilai R^2 mendekati 1.

4. Kadar Styrofoam 7%



Gambar 11. Grafik regresi stabilitas kadar styrofoam 7%

Berdasarkan grafik diperoleh nilai suhu pencampuran maksimum sebesar 162,77°C dengan *value* stabilitas maksimum 1866 kg. R^2 didapat 0,81, sehingga suhu pencampuran memiliki pengaruh terhadap campuran dikarenakan nilai R^2 mendekati 1.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan pada penelitian ini maka didapat kesimpulan bahwa pengaruh penggunaan variasi suhu pencampuran pada aspal campuran *styrofoam* yaitu semakin meningkatnya suhu pencampuran maka nilai stabilitas akan semakin meningkat namun dengan penambahan *styrofoam* pada campuran aspal menyebabkan turunnya nilai daripada stabilitas jika dibandingkan terhadap campuran aspal dengan tidak menggunakan *styrofoam*. Kemudian berdasar pada penelitian ini maka saran daripada penulis untuk peneliti berikutnya yaitu dapat menggunakan limbah jenis lain sebagai bahan tambah untuk campuran aspal dengan menggunakan suhu pencampuran yang lebih bervariasi.

Ucapan Terima Kasih

Penulis sangat berterima kasih karena mendapatkan banyak bantuan, bimbingan, dan pengarahan dari berbagai pihak. Atas selesainya skripsi ini, penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada :

1. Direktur Politeknik Negeri Sriwijaya, Bapak Dr. Ing. Ahmad Taqwa, M.T.
2. Ketua Jurusan Teknik Sipil, Bapak Ibrahim, S.T., M.T.
3. Ketua Prodi D-IV Perancangan Jalan dan Jembatan, Bapak Ir. Kosim, M.T.
4. Dosen Pembimbing I, Bapak Amiruddin, S.T., M.T., M. Eng.Sc
5. Dosen Pembimbing II, Ibu Sri Rezki Artini, S.T., M. Eng
6. Kedua orang tua penulis yang telah memberikan doa serta dukungan selama proses ini.
7. Teman-teman seangkatan terutama kelas 8 PJJ A atas kerja samanya.

Daftar Pustaka

- [1] Putri, E.E., Syamsuwirman, 2016, Tinjauan Substitusi Styrofoam pada Aspal Pen. 60/70 Terhadap Kinerja Campuran Asphalt Concrete – Wearing Course (AC-WC), Jurnal Teknik Sipil, 6, 1, 105-114
- [2] Sulianti, I., dkk, 2019, Karakteristik Marshall Pada Campuran Asphalt Concrete – Wearing Course (AC-WC)

- Dengan Penambahan Styrofoam, Jurnal Forum Mekanika, 8, 2, 51-62.
- [3] Badan Standarisasi Nasional, 1991, *Metode Pengujian Berat Jenis Semen Portland*, Pusat Litbang, Bandung
- [4] Badan Standarisasi Nasional, 1990, *Metode Pengujian Analisis Saringan Agregat Halus dan Kasar*, Pusat Litbang, Bandung
- [5] Badan Standarisasi Nasional, 1990, *Metode Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Kasar*, Pusat Litbang, Bandung
- [6] Badan Standarisasi Nasional, 1990, *Metode Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Halus*, Pusat Litbang, Bandung
- [7] Badan Standarisasi Nasional, 1990, *Metode Pengujian Kadar Air Agregat*, Pusat Litbang, Bandung
- [8] Badan Standarisasi Nasional, 1991, *Cara Uji Keausan Agregat dengan Mesin Abrasi Los Angeles*, Pusat Litbang, Bandung
- [9] Badan Standarisasi Nasional, 1996, *Metode Pengujian Jumlah Bahan dalam Agregat yang Lolos Saringan No.200 (0,075 mm)*, Pusat Litbang, Bandung
- [10] Badan Standarisasi Nasional, 1998, *Metode Pengujian Berat Isi dan Rongga Udara dalam Agregat*, Pusat Litbang, Bandung
- [11] Badan Standarisasi Nasional, 2002, *Metode Pengujian Kadar Rongga Agregat Halus yang Tidak Dipadatkan*, Pusat Litbang, Bandung
- [12] Badan Standarisasi Nasional, 1991, *Metode Pengujian Daktilitas Bahan-bahan Aspal*, Pusat Litbang, Bandung
- [13] Badan Standarisasi Nasional, 1991, *Metode Pengujian Titik Lembek Aspal*, Pusat Litbang, Bandung
- [14] Badan Standarisasi Nasional, 1991, *Metode Pengujian Campuran Aspal dengan Alat Marshall*, Pusat Litbang, Bandung
- [15] Y. A. S. M. P. Ryan Swardana, "analisa karakteristik campuran aspal menggunakan limbah keramik," *Pilar*, vol. 02, pp. 68-73.