

**PEMANFAATAN LIMBAH STYROFOAM SEBAGAI BAHAN TAMBAH
ASPHALT CONCRETE – BINDER COURSE (AC-BC) DENGAN VARIASI
SUHU PEMADATAN**

SKRIPSI

Program Studi Sarjana Teknik Sipil
Jurusan Teknik Sipil

Oleh:

GABRIEL JULIO THEOVANI
NIM. D1011201109



**FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS TANJUNGPURA
PONTIANAK
2025**

HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Gabriel Julio Theovani

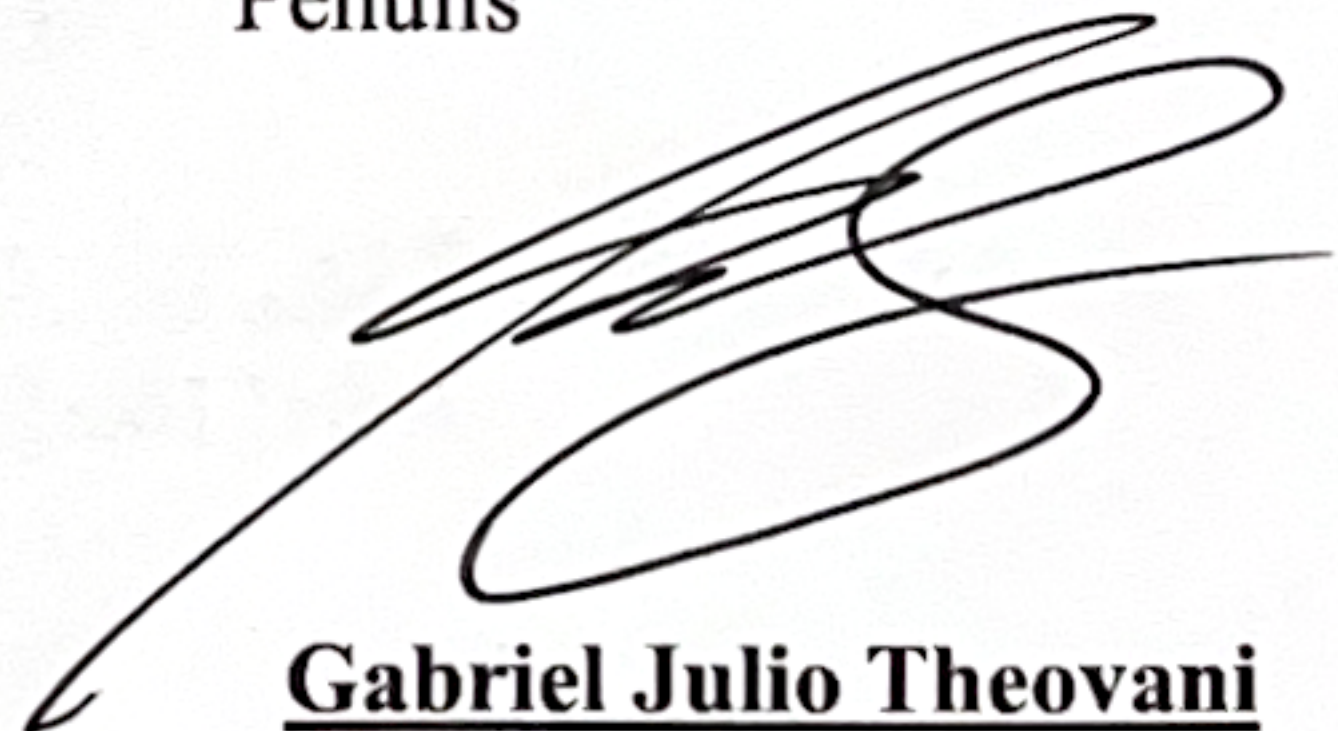
NIM : D1011201109

Menyatakan bahwa dalam skripsi yang berjudul “Pemanfaatan Limbah Styrofoam Sebagai Bahan Tambah *Asphalt Concrete–Binder Course* (AC-BC) Dengan Variasi Suhu Pemadatan” tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar sarjana di suatu perguruan tinggi manapun. Sepanjang pengetahuan saya, tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam Daftar Pustaka.

Demikian pernyataan ini dibuat dengan sebenar-benarnya. Saya sanggup menerima konsekuensi akademis dan hukum di kemudian hari apabila dinyatakan yang dibuat ini benar.

Pontianak, 9 Januari 2025

Penulis



Gabriel Julio Theovani

NIM. D1011201109



KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS,
DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS TANJUNGPURA
FAKULTAS TEKNIK

Jalan Prof. Dr. H. Hadari Nawawi Pontianak 78124
Telepon (0561) 740186, WA: +6282152280907
Email : ft@untan.ac.id Website : <http://teknik.untan.ac.id>

HALAMAN PENGESAHAN

PEMANFAATAN LIMBAH STYROFOAM SEBAGAI BAHAN TAMBAH *ASPHALT CONCRETE* – *BINDER COURSE* (AC-BC) DENGAN VARIASI SUHU PEMADATAN

Jurusan Teknik Sipil
Program Studi Sarjana Teknik Sipil

Oleh :

GABRIEL JULIO THEOVANI

NIM. D1011201109

Telah dipertahankan di depan Penguji Skripsi pada tanggal 09 Januari 2025 dalam sidang dan diterima sebagai salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar sarjana.

Susunan Penguji Skripsi :

Dosen Pembimbing Utama : Heri Azwansyah, S.T., M.T., IPM
(NIP. 197311302000121001)

Dosen Pembimbing Kedua : Dr. Ir. Siti Mayuni, M.T., IPM
(NIP. 196805181993032002)

Dosen Penguji Utama : Dr. Said, S.T., M.T.
(NIP. 19720109200511004)

Dosen Penguji Kedua : Ir. S. Nurlaily Kadarini, S.T., M.T., IPM
(NIP. 197409221999032001)

Pontianak, 09 Januari 2025

Dekan



Dr.-Ing. Ir. Slamet Widodo, M.T., IPM.

NIP. 196712231992031002

Pembimbing Utama

Heri Azwansyah, S.T., M.T., IPM

NIP. 197311302000121001

KATA PEGANTAR

Puji dan syukur saya panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena dengan berkat dan rahmat-Nya saya dapat menyelesaikan proposal tugas akhir yang berjudul “Pemanfaatan Limbah Styrofoam Sebagai Bahan Tambah *Asphalt Concrete–Binder Course* (AC-BC) Dengan Variasi Suhu Pemadatan” dengan baik.

Saya sebagai penulis menyadari bahwa proses penulisan Tugas Akhir ini penulis banyak menerima masukan yang sangat berarti dari berbagai pihak dalam melewati banyak sekali hambatan dan rintangan yang dialami. Untuk itu dalam kesempatan ini izinkan penulis mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Dr. Ing. Ir. Slamet Widodo, MT, IPM selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura.
2. Bapak Dr. Herwani, S.T., M.T., selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura.
3. Ibu Dr. Elsa Tri Mukti, S.T., M.T., selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura.
4. Bapak Ir. Rafie, M.Sc, IPM selaku Dosen Pembimbing Akademik penulis yang telah memberikan masukan dan motivasi yang sangat berharga.
5. Bapak Heri Azwansyah, S.T., M.T., IPM selaku Dosen Pembimbing Utama yang telah memberikan bimbingan, masukan dan tempat untuk berdiskusi terkait tugas akhir ini.
6. Ibu Dr. Ir. Siti Mayuni, M.T., IPM selaku Dosen Pembimbing Kedua yang telah memberikan bimbingan, masukan dan tempat untuk berdiskusi terkait tugas akhir ini.
7. Bapak Dr. Said, S.T., M.T. selaku Dosen Penguji Utama yang telah memberikan saran dan masukan untuk tugas akhir ini.
8. Ibu S. Nurlaily Kadarini, S.T., M.T., IPM selaku Dosen Penguji Kedua yang telah memberikan saran dan masukan untuk tugas akhir ini.
9. Bapak/Ibu Dosen Program Studi Teknik Sipil, yang telah memberikan ilmu yang tidak ternilai harganya selama penulis berkuliah di Universitas Tanjungpura Pontianak.

10. Segenap Staff Program Studi Teknik Sipil Universitas Tanjungpura Pontianak, yang telah membantu segala urusan penulis selama berkuliah.
11. Bapak Jonny Djamal dan Ibu Maria Juliana selaku orang tua saya yang telah memberikan banyak doa, dukungan dan pengorbanan secara moril maupun materil sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini.
12. Kakak saya Gabriella Lyonni dan adik saya Gabriela Fayola Panamuan yang telah memberikan banyak doa, dukungan dan pengorbanan secara moril sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini.
13. Rekan – rekan mahasiswa Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura, Pontianak, khususnya angkatan 2020.

Saya menyadari bahwa dalam penyusunan Tugas Akhir ini masih terdapat kekurangan dan kesalahan. Oleh karena itu, kritik dan saran yang bersifat konstruktif sangat saya harapkan demi perbaikan yang bersifat membangun atas Tugas Akhir ini. Dengan segala kerendahan hati penulis mengucapkan terimakasih dan semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi pembaca.

Pontianak, 9 Januari 2025

Penulis

Gabriel Julio Theovani
NIM. D1011201109

ABSTRAK

Styrofoam adalah bahan plastik yang terbuat dari polistirena, yang biasa dipakai dalam kehidupan sehari-hari misalnya untuk pengemasan alat-alat elektronik. Dibalik manfaat ekonomis yang dimiliki styrofoam, ternyata limbah yang dihasilkan sulit untuk dihancurkan dan mampu bertahan hingga ratusan tahun tanpa terurai secara alami. Pada campuran aspal yang menggunakan bahan penyusun seperti aspal dan agregat, masih terdapat rongga dalam proses pembuatannya, maka dari itu diperlukan bahan tambah pada campuran beraspal berupa styrofoam yang bertujuan untuk mengisi rongga yang ada dan mengurangi masalah lingkungan. Tujuan dari penelitian ini adalah mencari nilai kadar aspal optimum yang akan digunakan dalam pencampuran aspal dengan styrofoam disertai variasi suhu pemadatan, menganalisis pengaruh penambahan styrofoam terhadap karakteristik *Marshall* pada campuran *Asphalt Concrete-Binder Course* (AC-BC) dan menganalisis pengaruh variasi suhu pemadatan terhadap karakteristik *Marshall* pada campuran *Asphalt Concrete - Binder Course* (AC-BC).

Penelitian dilakukan dengan beberapa tahap, tahap pertama pengujian karakteristik material yang terdiri dari pengujian agregat dan aspal. Tahap kedua membuat sampel dengan variasi kadar aspal rencana. Tahap ketiga melakukan uji *marshall*. Tahap keempat melakukan analisis karakteristik *marshall* sesuai dengan metode Bina Marga 2018 Revisi 2 untuk mendapatkan nilai Kadar Aspal Optimum (KAO). Tahap kelima membuat sampel dengan bahan tambah styrofoam sebesar 0%, 3%, 6%, 9% dan menggunakan suhu pemadatan dengan variasi 110°C, 125°C, 140°C. Tahap keenam melakukan pengujian *Marshall*. Tahap ketujuh melakukan analisis terhadap karakteristik *marshall* yang sesuai dengan metode Bina Marga 2018 Revisi 2. Tahap kedelapan menarik kesimpulan dari hasil pengujian yang dilakukan sebelumnya.

Hasil pengujian *Marshall* terhadap karakteristik *Marshall* didapat nilai Kadar Aspal Optimum sebesar 5,6%. Penambahan styrofoam sebagai bahan tambah campuran aspal dan penggunaan variasi suhu pemadatan mempengaruhi nilai-nilai yang terdapat pada karakteristik *Marshall*. Setiap peningkatan suhu pemadatan akan berpengaruh pada nilai VIM yang semakin menurun, begitu juga dengan penambahan jumlah kadar styrofoam yang membuat nilai VIM menurun. Setiap penambahan styrofoam dan penambahan suhu pemadatan yang semakin tinggi dapat meningkatkan stabilitas disetiap variasi sampel yang telah diuji. Hal ini bisa ditunjukkan melalui hasil pengujian mendapatkan nilai stabilitas tertinggi yaitu sampel dengan kadar styrofoam 9% dan suhu pemadatan 140°C.

Kata kunci : Styrofoam, *Asphalt Concrete – Binder Course* (AC-BC), Suhu Pemadatan, Karakteristik *Marshall*

ABSTRACT

Styrofoam is a plastic material made from polystyrene, commonly used in everyday life, such as for packaging electronic devices. Despite the economic benefits it offers, Styrofoam waste is difficult to degrade and can persist for hundreds of years without breaking down naturally. In the asphalt mixture, which consists of asphalt and aggregates, there are still voids formed during the production process. Therefore, an additive is needed, such as Styrofoam, to fill these voids and reduce environmental problems. The purpose of this study is to determine the optimum asphalt content for mixing asphalt with Styrofoam, along with variations in compaction temperature. It also aims to analyze the effect of Styrofoam addition on the Marshall characteristics of Asphalt Concrete-Binder Course (AC-BC) mixtures and examine the impact of compaction temperature variations on the Marshall characteristics of the Asphalt Concrete-Binder Course (AC-BC) mixture.

The research was conducted in several stages. The first stage involved testing the characteristics of the materials, which consisted of aggregate and asphalt testing. The second stage was the preparation of samples with varying asphalt content. The third stage involved conducting the Marshall test. The fourth stage analyzed the Marshall characteristics according to the Bina Marga 2018 Revision 2 method to determine the Optimum Asphalt Content (OAC). The fifth stage involved preparing samples with Styrofoam additives at 0%, 3%, 6%, and 9%, using compaction temperatures of 110°C, 125°C, and 140°C. The sixth stage involved conducting the Marshall test. The seventh stage analyzed the Marshall characteristics in accordance with the Bina Marga 2018 Revision 2 method. The eighth stage involved drawing conclusions based on the results of the previous tests.

The results of the Marshall test on the Marshall characteristics showed an Optimum Asphalt Content value of 5.6%. The addition of Styrofoam as an additive in the asphalt mixture and the use of varying compaction temperatures affected the values observed in the Marshall characteristics. Each increase in compaction temperature led to a decrease in the Void in Mineral Aggregate (VIM) value, and the addition of more Styrofoam also caused the VIM value to decrease. The addition of Styrofoam and the increase in compaction temperature improved the stability of the mixture in every variation of the tested samples. This was evident in the highest stability value, which was obtained from the sample with 9% Styrofoam and a compaction temperature of 140°C.

Keyword : *Styrofoam, Asphalt Concrete – Binder Course (AC-BC), Compaction Temperature, Marshall Characteristics*

DAFTAR ISI

HALAMAN PERNYATAAN.....	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
KATA PENGANTAR.....	iii
ABSTRAK	v
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xiii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Pertanyaan Penelitian	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	4
1.4 Pembatasan Masalah	4
1.5 Manfaat Penelitian.....	4
1.6 Sistematika Penulisan.....	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1 Kontruksi Jalan.....	6
2.2 Kontruksi Perkerasan Lentur (<i>Flexible Pavement</i>)	7
2.3 Lapis Aspal Beton	10
2.4 Agregat.....	11
2.4.1 Agregat Kasar	11
2.4.2 Agregat Halus	12
2.4.3 Sifat Agregat	13
2.4.4 Gradasi Agregat.....	13
2.4.5 Daya Tahan Agregat	15
2.5 Pengujian Agregat	15
2.5.1 Keausan Agregat dalam Mesin Los Angeles.....	16
2.5.2 Berat Jenis Agregat Kasar	16
2.5.3 Berat Jenis Agregat Halus	17
2.5.4 Kebersihan Agregat (<i>Cleanliness</i>)	17
2.5.5 Indeks Kepipihan (<i>Flakiness Index</i>) dan Indeks	

	Kelonjongan (<i>Elongation Index</i>).....	18
2.5.6	Uji Kekelatan Agregat (<i>Soundness Test</i>).....	19
2.5.7	Pengujian Nilai Bentur Agregat (<i>Aggregate Impact Value</i>)	19
2.5.8	Uji Kelekatan Aspal Terhadap Agregat.....	20
2.6	Bahan Pengisi atau <i>Filler</i>	20
2.7	Styrofoam.....	21
2.8	Aspal.....	21
2.8.1	Jenis-Jenis Aspal	23
2.8.2	Kadar Aspal Rencana	24
2.8.3	Pengujian Karakteristik Aspal.....	25
2.9	Suhu Pemadatan	29
2.10	Pengujian Marshall	30
2.11	Karakteristik Campuran Beraspal	31
2.12	Parameter dan Formula Perhitungan Campuran Aspal	33
2.12.1	Berat Jenis Bulk (<i>bulk specify gravity</i>) Agregat Campuran	33
2.12.2	Berat Jenis Efektif (<i>effective specific gravity</i>) Agregat Campuran	34
2.12.3	Berat Jenis Maksimum Campuran	34
2.12.4	Penyerapan Aspal.....	35
2.12.5	Kadar Aspal Efektif.....	35
2.12.6	Rongga dalm Campuran (<i>Void In The Compacted Mixture/VIM</i>).....	35
2.12.7	Rongga di antara mineral (<i>Void In The Mineral Agregat/VMA</i>).....	36
2.12.8	Rongga Udara yang Terisi Aspal (<i>Voids Filled with Bitumen/VFB</i>).....	36
2.12.9	Stabilitas.....	37
2.12.10	Flow	37
2.12.11	<i>Marshall Quotient</i> (MQ).....	38
2.13	Kadar Aspal Optimum (KAO)	38

2.14	Penelitian Terdahulu.....	39
BAB III METODOLOGI PENELITIAN		44
3.1	Metode Penelitian.....	44
3.2	Lokasi Penelitian	44
3.3	Teknik Pengumpulan Data	44
3.3.1	Data Primer	44
3.3.2	Data Sekunder	45
3.4	Bahan dan Peralatan	45
3.4.1	Bahan	46
3.4.2	Peralatan.....	46
3.5	Tahapan Pelaksanaan Penelitian.....	46
3.5.1	Pengolahan Limbah Styrofoam.....	47
3.5.2	Metode Pencampuran dan Pemadatan	47
3.5.3	Pengujian Bahan	48
3.5.4	Perencanaan Jumlah Sampel Campuran Aspal AC-BC	50
3.6	Metode Analisis Data	51
3.7	Bagan Alir Penelitian (<i>Flow Chart</i>)	52
BAB IV PEMBAHASAN.....		55
4.1	Hasil Pengujian Material	55
4.1.1	Hasil Pemeriksaan Analisis Saringan.....	55
4.1.2	Hasil Pengujian Karakteristik Agregat Kasar	58
4.1.3	Hasil Pengujian Karakteristik Agregat Halus	60
4.1.4	Hasil Pengujian Karakteristik Aspal	61
4.1.5	Analisis Pada Sifat-sifat Fisik Aspal.....	62
4.2	Perancangan Benda Uji untuk Campuran <i>Asphalt Concrete – Binder Course</i> (AC-BC)	64
4.2.1	Analisis Gradasi Gabungan untuk Campuran <i>Asphalt Concrete – Binder Course</i> (AC-BC)	64
4.2.2	Perhitungan Kadar Aspal Rencana.....	65
4.2.3	Perhitungan Berat dalam Campuran <i>Asphalt Concrete – Binder Course</i> (AC-BC)	66
4.2.4	Analisis Perhitungan Benda Uji.....	68

4.3	Perhitungan Berat Campuran <i>Asphalt Concrete – Binder Course</i> (AC-BC) dengan penambahan styrofoam	80
4.3.1	Analisis Perhitungan Benda Uji dengan Variasi Suhu Pemadatan dan Kadar Penambahan Styrofoam	81
4.3.2	Tinjauan Nilai Karakteristik <i>Marshall Test</i> dengan Variasi Suhu Pemadatan dalam Penambahan Kadar Styrofoam	96
4.4	Analisis Hasil Penelitian	106
BAB V PENUTUP.....		114
5.1	Kesimpulan.....	114
5.2	Saran.....	117
DAFTAR PUSTAKA		
LAMPIRAN		

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Struktur Perkerasan Lentur (Sukirman, 2010).....	9
Gambar 2.2	Pengelompokkan berbagai jenis bitumen (Sukirman, 2016).....	24
Gambar 2.3	Pemeriksaan penetrasi aspal (Sukirman, 2016).....	25
Gambar 2.4	Pengujian Titik Lembek (Sukirman, 2016)	26
Gambar 2.5	Pemeriksaan titik nyala dan titik bakar (Sukirman, 2016)	27
Gambar 2.6	Pengujian daktilitas aspal (Sukirman, 2016).....	28
Gambar 2.7	Kehilangan berat aspal (Sukirman, 2016)	28
Gambar 2.8	Contoh hubungan antara viskositas dan temperatur	30
Gambar 2.9	Pengujian Marshall	31
Gambar 3.1	Grafik Hasil Pengujian Viskositas	45
Gambar 3.2	Butiran Styrofoam	47
Gambar 3.3	Bagan Alir Penelitian.....	52
Gambar 3.4	Bagan Alir Penelitian (Lanjutan).....	53
Gambar 3.5	Bagan Alir Penelitian (Lanjutan).....	54
Gambar 4.1	Grafik Hasil Pengujian Viskositas	62
Gambar 4.2	Grafik Analisis Gabungan Untuk Laston (AC-BC).....	65
Gambar 4.3	Grafik Hubungan Kadar Aspal Terhadap Nilai Stabilitas pada Perkerasan dengan Aspal Shell Pen 60/70.....	72
Gambar 4.4	Grafik Hubungan Kadar Aspal Terhadap Nilai <i>Flow</i> pada Perkerasan dengan Aspal Shell Pen 60/70	73
Gambar 4.5	Grafik Hubungan Kadar Aspal Terhadap Nilai <i>Marshall Quotient</i> pada Perkerasan dengan Aspal Shell Pen 60/70	74
Gambar 4.6	Grafik Hubungan Kadar Aspal Terhadap Nilai VIM pada Perkerasan dengan Aspal Shell Pen 60/70	75
Gambar 4.7	Grafik Hubungan Kadar Aspal Terhadap Nilai VMA pada Perkerasan dengan Aspal Shell Pen 60/70.....	76
Gambar 4.8	Grafik Hubungan Kadar Aspal Vs VFB pada Perkerasan dengan Aspal Shell Pen 60/70	77
Gambar 4.9	Grafik Hubungan Kadar Aspal Vs <i>Density</i> pada Perkerasan dengan Aspal Shell Pen 60/70	78

Gambar 4.10 Grafik Kadar Aspal Optimum pada Perkerasan dengan Aspal Shell Pen 60/70	79
Gambar 4.11 Grafik Hubungan Styrofoam dengan Stabilitas pada Variasi Suhu Pemadatan.....	97
Gambar 4.12 Grafik Hubungan Styrofoam dengan <i>Flow</i> pada Variasi Suhu Pemadatan.....	99
Gambar 4.13 Grafik Hubungan Styrofoam dengan <i>Marshall Quotient</i> pada Variasi Suhu Pemadatan	100
Gambar 4.14 Grafik Hubungan Styrofoam dengan <i>Void in the Mixture</i> pada Variasi Suhu Pemadatan	102
Gambar 4.15 Grafik Hubungan Styrofoam dengan <i>Void in Mineral Aggregate</i> pada Variasi Suhu Pemadatan.....	103
Gambar 4.16 Grafik Hubungan Styrofoam dengan <i>Void Filled with Bitumen</i> pada Variasi Suhu Pemadatan	105

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Perbedaan Perkerasan Lentur dan Perkerasan Kaku	7
Tabel 2.2	Ketentuan Sifat-Sifat Campuran Laston.....	11
Tabel 2.3	Ketentuan Agregat Kasar.....	12
Tabel 2.4	Ketentuan Agregat Halus.....	13
Tabel 2.5	Gradasi Agregat untuk Campuran Beraspal	14
Tabel 2.6	Ketentuan untuk Aspal	22
Tabel 2.7	Ketentuan Viskositas & Temperatur Aspal untuk Pencampuran & Pemadatan.....	29
Tabel 2.8	Penelitian Terdahulu	39
Tabel 3.1	Hasil Pengujian Viskositas	45
Tabel 3.2	Perencanaan Jumlah Sampel untuk Mencari Nilai KAO	50
Tabel 3.3	Perencanaan Jumlah Sampel dengan Variasi Kadar Styrofoam dan Suhu Pemadatan.....	51
Tabel 4.1	Hasil Pemeriksaan Analisis Saringan Agregat Kasar Batu 1/1.....	55
Tabel 4.2	Hasil Pemeriksaan Analisis Saringan Agregat Kasar Batu 05.....	56
Tabel 4.3	Hasil Pemeriksaan Analisis Saringan Agregat Halus Abu Batu..	57
Tabel 4.4	Hasil Pemeriksaan Analisis Saringan Agregat Halus Pasir	57
Tabel 4.5	Hasil Pemeriksaan Agregat Kasar (Batu 1/1)	58
Tabel 4.6	Hasil Pemeriksaan Agregat Kasar (Batu 05)	59
Tabel 4.7	Hasil Pemeriksaan Agregat Kasar	60
Tabel 4.8	Hasil Pemeriksaan Agregat Halus (Pasir).....	60
Tabel 4.9	Hasil Pemeriksaan Agregat Halus (Abu Batu)	61
Tabel 4.10	Hasil Pemeriksaan Aspal Shell Pen 60/70.....	61
Tabel 4.11	Hasil Pengujian Viskositas	62
Tabel 4.12	Amplop Gradasi Gabungan untuk Campuran Beraspal	64
Tabel 4.13	Perhitungan Berat Masing-masing Bahan dalam Campuran.....	68
Tabel 4.14	Hasil Marshall Test Campuran dengan Aspal Shell 60/70	71
Tabel 4.15	Data <i>Marshall Test</i> Penambahan Kadar Styrofoam 0 % pada Variasi Suhu Pemadatan 110°C	84

Tabel 4.16	Data <i>Marshall Test</i> Penambahan Kadar Styrofoam 3 % pada Variasi Suhu Pemadatan 110°C	85
Tabel 4.17	Data <i>Marshall Test</i> Penambahan Kadar Styrofoam 6 % pada Variasi Suhu Pemadatan 110°C	86
Tabel 4.18	Data <i>Marshall Test</i> Penambahan Kadar Styrofoam 9 % pada Variasi Suhu Pemadatan 110°C	87
Tabel 4.19	Data <i>Marshall Test</i> Penambahan Kadar Styrofoam 0 % pada Variasi Suhu Pemadatan 125°C	88
Tabel 4.20	Data <i>Marshall Test</i> Penambahan Kadar Styrofoam 3 % pada Variasi Suhu Pemadatan 125°C	89
Tabel 4.21	Data <i>Marshall Test</i> Penambahan Kadar Styrofoam 6 % pada Variasi Suhu Pemadatan 125°C	90
Tabel 4.22	Data <i>Marshall Test</i> Penambahan Kadar Styrofoam 9 % pada Variasi Suhu Pemadatan 125°C	91
Tabel 4.23	Data <i>Marshall Test</i> Penambahan Kadar Styrofoam 0 % pada Variasi Suhu Pemadatan 140°C	92
Tabel 4.24	Data <i>Marshall Test</i> Penambahan Kadar Styrofoam 3 % pada Variasi Suhu Pemadatan 140°C	93
Tabel 4.25	Data <i>Marshall Test</i> Penambahan Kadar Styrofoam 6 % pada Variasi Suhu Pemadatan 140°C	94
Tabel 4.26	Data <i>Marshall Test</i> Penambahan Kadar Styrofoam 9 % pada Variasi Suhu Pemadatan 140°C	95
Tabel 4.27	Nilai Karakteristik <i>Marshall</i> dengan Variasi Suhu Pemadatan 110°C	96
Tabel 4.28	Nilai Karakteristik <i>Marshall</i> dengan Variasi Suhu Pemadatan 125°C	96
Tabel 4.29	Nilai Karakteristik <i>Marshall</i> dengan Variasi Suhu Pemadatan 140°C	96
Tabel 4.30	Hasil Analisis dengan Variasi Suhu Pemadatan dan Penambahan Kadar Styrofoam terhadap Karakteristik <i>Marshall</i>	107
Tabel 4.31	Nilai Karakteristik <i>Marshall</i> dengan Penambahan Styrofoam 0 %	111

Tabel 4.32	Nilai Karakteristik <i>Marshall</i> dengan Penambahan Styrofoam 3 %.....	111
Tabel 4.33	Nilai Karakteristik <i>Marshall</i> dengan Penambahan Styrofoam 6 %.....	111
Tabel 4.34	Nilai Karakteristik <i>Marshall</i> dengan Penambahan Styrofoam 9%.....	112

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Prasarana transportasi merupakan salah satu unsur pengembangan wilayah yang sangat diperlukan demi kelancaran akses sarana yang ada pada suatu wilayah. Bertambahnya penduduk menjadikan pertumbuhan volume lalu lintas meningkat sehingga kebutuhan jalan juga semakin meningkat. 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.

Campuran perkerasan jalan yang sering dijumpai yaitu salah satunya Lapisan Aspal Beton (Laston) AC-BC yang merupakan lapisan pengikat yang terletak dibawah lapisan aus. Lapisan ini tidak berhubungan langsung dengan cuaca, tetapi perlu memiliki stabilitas untuk memikul beban lalu lintas yang dilimpahkan melalui roda kendaraan dengan tebal nominal minimum 5 cm. Lapisan aspal AC-BC (*Asphalt Concrete-binder course*) merupakan bagian dari lapis permukaan diantara lapis pondasi atas (*Base Course*) dengan lapis aus (*Wearing Course*) yang bergradasi agregat gabungan rapat atau menerus, umumnya digunakan untuk jalan-jalan dengan beban lalu lintas yang cukup berat (Sukirman, 2010). Oleh karena itu, berbagai modifikasi dalam meningkatkan mutu perkerasan jalan terus dilakukan, salah satunya menambahkan styrofoam sebagai bahan tambah.

Styrofoam adalah bahan plastik yang terbuat dari polistirena, yang biasa dipakai dalam kehidupan sehari-hari misalnya untuk pengemasan alat-alat elektronik. Dibalik manfaat ekonomis yang dimiliki styrofoam, ternyata limbah yang dihasilkan sulit untuk dihancurkan dan mampu bertahan hingga ratusan tahun tanpa terurai secara alami. Limbah styrofoam diketahui merupakan bahan tambah (*additive*) karena dapat menciptakan material pengikat pada proses perkerasan pembangunan jalan, mengingat sifat yang dimiliki pada styrofoam pada temperatur ruangan memiliki sifat termoplastik, serta dapat diubah menjadi cair pada temperatur tinggi dengan titik leleh 102°C-106°C.

Pada campuran aspal yang menggunakan bahan penyusun seperti aspal dan agregat, masih terdapat rongga dalam proses pembuatannya. Maka dari itu diperlukan bahan tambah pada campuran beraspal. Pada penelitian kali ini bahan tambah inovatif yang digunakan adalah styrofoam. Selain dapat mengurangi masalah lingkungan yang terjadi di lingkungan masyarakat, styrofoam juga dapat mengisi rongga-rongga pada perkerasan tersebut. Dengan adanya bahan tambah ini, perlu dilakukan pemeriksaan dan penelitian, guna memenuhi syarat spesifikasi. Penambahan styrofoam pada campuran beraspal diharapkan dapat meningkatkan kinerja campuran aspal dalam menerima beban berulang akibat repetisi ban dan meningkatkan ketahanan terhadap retak.

Suhu Pemadatan merupakan faktor yang sangat penting dalam menentukan kualitas lapis perkerasan lentur karena selain ditentukan oleh mutu bahan dan komposisi campuran, juga ditentukan oleh cara pelaksanaan, proses pencampuran, penghamparan, dan pemadatan. Suhu saat campuran siap dipadatkan kemungkinannya dapat saja bervariasi tergantung pada proses pencampuran dan penghamparan. Oleh karena itu, peneliti mencoba suatu inovasi dalam memvariasikan suhu pemadatan, untuk mengetahui apabila suatu aspal yang telah dimodifikasi dengan bahan tambah styrofoam dan suhu pemadatan yang divariasikan dapat mempunyai kinerja campuran aspal yang lebih baik daripada campuran aspal yang telah diatur sesuai spesifikasi.

Berdasarkan penelitian sebelumnya, Pemanfaatan Limbah Styrofoam Sebagai Bahan Tambah Campuran AC-BC yang Menggunakan Sungai Bittuang, (Sambo, Rachman, dan Alpius, 2021). Pada penelitian ini menggunakan kadar styrofoam sebesar 0%, 0,5%, 1%, 1,5% dan 2 %, tanpa menggunakan variasi suhu pemadatan, menyimpulkan bahwa karakteristik campuran AC-BC pada pengujian *Marshall* Konvensional yaitu setiap penambahan 0,5% limbah styrofoam, maka nilai VIM, VMA, dan *Flow* mengalami penurunan, sedangkan untuk nilai stabilitas dan VFB selalu meningkat. Pengaruh adanya penambahan limbah styrofoam dapat meningkatkan kinerja campuran AC-BC, dimana stabilitas, *Flow*, VIM, VMA, dan VFB penggunaan limbah styrofoam yang bertambah maka ikatan antar agregat menjadi kuat stabilitas campuran besar sehingga campuran memberikan dukungan yang kuat bagi lapisan yang ada di atasnya dan meneruskan kelapisan dibawahnya,

dan penggunaan kadar limbah styrofoam yang lebih sedikit akan menghasilkan aspal yang tipis pada permukaan agregat. Kemudian pada penelitian (Budi Raharjo, 2016), Pengaruh Suhu Pemadatan Campuran Untuk Perkerasan Lapisan Antara (AC-BC) dengan variasi suhu pemadatan 155°C, 145°C, 135°C, 125°C, dan 115°C. Setelah melakukan pengujian *Marshall*, pada suhu 155°C, 145°C, 135°C, pada batas tengah telah memenuhi semua karakteristik *Marshall*, hanya pada suhu 125°C, dan 115°C tidak memenuhi spesifikasi. dikarenakan nilai Void in Mix (VIM) dan nilai *Marshall Quotient* (MQ) tidak masuk Spesifikasi Bina Marga 2010. Sedangkan pada pengujian *Marshall* batas bawah, suhu 115°C, 125°C, dan 135°C tidak memenuhi semua karakteristik karena nilai MQ tidak memenuhi Spesifikasi Bina Marga 2010.

Berdasarkan penelitian tersebut, maka dapat dilihat pengaruh penambahan styrofoam yang dipakai sebagai campuran Aspal Laston (AC-BC). Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui kadar styorofoam yang optimum dalam meningkatkan kinerja campuran Aspal Laston (AC-BC). Penggunaan kadar styrofoam diharapkan mampu menyebabkan rongga-rongga dalam campuran semakin banyak terisi oleh serbuk styrofoam. Selain itu penelitian ini juga diharapkan dapat mengetahui suhu pemadatan yang optimum pada campuran (AC-BC). Penelitian ini menggunakan variasi kadar styrofoam sebesar 0%, 3%, 6%, dan 9%, dengan variasi suhu pemadatan 110°C, 125°C, dan 140°C.

1.2 Pertanyaan Penelitian

Adapun pertanyaan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Berapa nilai KAO yang didapat dari pencampuran *Asphalt Concrete–Binder Course* (AC-BC) sebelum ditambahkan bahan tambah styrofoam?
2. Bagaimana pengaruh penambahan Styrofoam terhadap karakteristik *Marshall* pada campuran *Asphalt Concrete–Binder Course* (AC-BC)?
3. Bagaimana pengaruh variasi suhu pemadatan terhadap karakteristik *Marshall* pada campuran *Asphalt Concrete–Binder Course* (AC-BC)?

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Mengetahui nilai KAO yang dibutuhkan dalam pencampuran *Asphalt Concrete–Binder Course* (AC-BC) sebelum ditambahkan bahan tambah styrofoam.
2. Menganalisis pengaruh penambahan styrofoam terhadap karakteristik *Marshall* pada campuran *Asphalt Concrete–Binder Course* (AC-BC).
3. Menganalisis pengaruh variasi suhu pemadatan terhadap karakteristik *Marshall* pada campuran *Asphalt Concrete–Binder Course* (AC-BC).

1.4 Pembatasan Masalah

Agar dalam penulisan ini lebih terarah dan tidak terlalu luas untuk di bahas, maka dibuat pembatasan masalah sebagai berikut :

1. Penelitian ini dilakukan pada sampel aspal yang dibuat di Laboratorium Jalan Raya, Fakultas Teknik, Universitas Tanjungpura.
2. Perencanaan campuran menggunakan perencanaan campuran untuk lapis permukaan AC-BC mengacu pada Spesifikasi Bina Marga 2018 Revisi 2.
3. Penelitian ini dibatasi dengan menggunakan styrofoam bekas pembungkus alat elektronik yang telah di hancurkan menjadi butiran dan dicampurkan sebagai bahan tambah campuran Laston (AC-BC)
4. Pengujian dilakukan terhadap aspal dan campuran Laston (AC-BC) dengan kadar styrofoam sebesar 0%, 3%, 6%, dan 9% dengan temperatur dalam proses pemadatan dengan variasi suhu 110°C, 125° C dan 140°C.

1.5 Manfaat Penelitian

Hasil dari penelitian yang akan dilakukan diharapkan dapat diketahui manfaat penambahan styrofoam dan variasi suhu pemadatan terhadap proses pencampuran aspal dalam perkerasan *Asphalt Concrete – Binder Course* (AC-BC) pada perkerasan aspal.

1.6 Sistematika Penulisan

Adapun sistematika penulisan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

- **BAB 1 PENDAHULUAN**

Pada bab ini akan membahas secara keseluruhan dari pembahasan pendahuluan yang mana mencakup latar belakang, perumusan masalah, tujuan penelitian, pembatasan masalah, metodologi penelitian, sistematika penulisan, dan keterkaitan dengan peneliti terdahulu.

- **BAB II TINJAUAN PUSTAKA**

Berisi tentang teori-teori yang melandai penulisan tentang material campurandan teori yang akan digunakan pada penelitian ini.

- **BAB III METODOLOGI PENELITIAN**

Berisi tentang pembahasan metode atau tata cara pelaksanaan penelitian dari awal hingga akhir penelitian.

- **BAB IV PEMBAHASAN**

Berisi tentang analisa hasil pelaksanaan dan penelitian dilaboratorium serta pengerjaan untuk mendapatkan karakteristik dari benda uji.

- **BAB V PENUTUP**

Berisikan kesimpulan dari hasil penelitian yang telah dilaksanakan, serta saran- saran dari peneliti yang mungkin dapat dilakukan atau diterapkan oleh penelitian selanjutnya.

- **DAFTAR PUSTAKA**

Berisi tentang buku-buku atau referensi yang menjadi acuan dalam penulisan ini.

- **LAMPIRAN**

Berisi data-data pendukung dan gambar-gambar yang berfungsi sebagai pelengkap dalam penulisan.