

TUGAS AKHIR

**PENGARUH PENAMBAHAN LIMBAH *STYROFOAM*
(*POLYSTYRENE*) TERHADAP KARAKTERISTIK *MARSHALL*
CAMPURAN ASPAL BETON AC-WC**

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Sipil Program Studi Teknik Sipil
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Universitas Bung Hatta

Oleh:

NAMA : RAMDHANA ANDHARI SUHARI

NPM : 1910015211043



**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS BUNG HATTA
PADANG
2023**

LEMBAR PENGESAHAN INSTITUSI

TUGAS AKHIR

**PENGARUH PENAMBAHAN LIMBAH STYROFOAM (POLYSTRENE)
TERHADAP KARAKTERISTIK MARSHALL CAMPURAN ASPAL
BETON AC-WC**

Oleh :

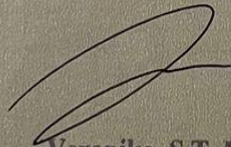
Nama : Ramdhana Andhari Suhari
NPM : 1910015211043
Program Studi : Teknik Sipil

Telah diperiksa dan disetujui untuk diajukan dan dipertahankan dalam ujian komprehensif guna mencapai gelar Sarjana Teknik Sipil Strata Satu pada Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Bung Hatta-Padang.

Padang, 21 Agustus 2023

Menyetujui :

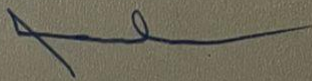
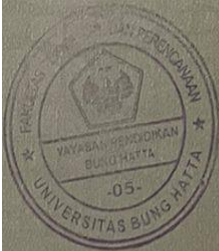
Pembimbing I



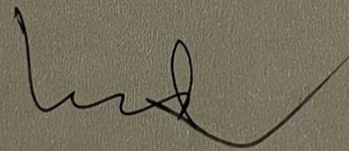
Veronika, S.T, M.T

Dekan FTSP

Ketua Program Studi



(Prof. Dr. Ir. Nasfryzal Carlo, M.Sc.)



(Indra Khaidir , ST., M.Sc)

LEMBAR PENGESAHAN TIM PENGUJI

TUGAS AKHIR

**PENGARUH PENAMBAHAN LIMBAH STYROFOAM (POLYSTRENE)
TERHADAP KARAKTERISTIK MARSHALL CAMPURAN ASPAL
BETON AC-WC**

Oleh :

Nama : Ramdhana Andhari Suhari

NPM :1910015211043

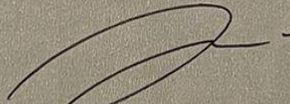
Program Studi : Teknik Sipil

Telah diperiksa dan disetujui untuk diajukan dan dipertahankan dalam ujian komprehensif guna mencapai gelar Sarjana Teknik Sipil Strata Satu pada Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Bung Hatta-Padang.

Padang, 21 Agustus 2023

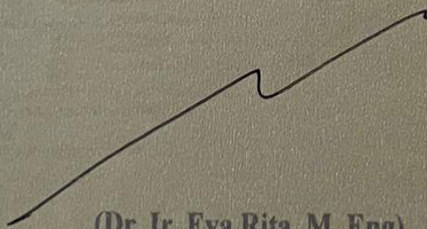
Menyetujui :

Pembimbing I



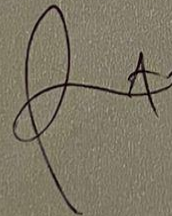
Veronika, S.T, M.T

Penguji I



(Dr. Ir. Eva Rita, M. Eng)

Penguji II



(Rita Anggraini, S.T, M.T)

PERNYATAAN KEASLIAN

Saya Mahasiswa di Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan,
Universitas Bung Hatta,

Nama Mahasiswa : Ramdhana Andhari Suhari

Nomor Pokok Mahasiswa : 1910015211043

Dengan ini menyatakan bahwa karya tulis Tugas Akhir yang saya buat dengan judul
**“PENGARUH PENAMBAHAN STYROFOAM (POLYSTYRENE) TERHADAP
KARAKTERISTIK MARSHALL CAMPURAN ASPAL BETON AC-WC”**

Adalah:

Dibuat dan diselesaikan sendiri, dengan menggunakan data-data hasil pelaksanaan dan perencanaan sesuai dengan metode kesipilian.

Bukan merupakan duplikasi yang sudah di publikasikan atau yang pernah dipakai untuk mendapat gelar sarjana di universitas lain, kecuali pada bagian-bagian sumber informasi dicantumkan dengan cara referensi yang semestinya.

Padang, 21 Agustus 2023



Ramdhana Andhari Suhari

**PENGARUH PENAMBAHAN LIMBAH STYROFOAM (POLYSTYRENE)
TERHADAP KARAKTERISTIK MARSHALL CAMPURAN ASPAL BETON
AC-WC**

Ramdhana Andhari Suhari¹⁾, Veronika²⁾

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan,
Universitas Bung Hatta, Padang

Email: dadansuhari@gmail.com, veronika_salmi@yahoo.com

ABSTRAK

Pemakaian aspal semakin besar penggunaannya, namun aspal yang digunakan semakin mahal dan terbatas. Untuk meminimalisir penggunaan aspal maka digunakan aspal modifikasi. Penggunaan styrofoam di era modern semakin banyak penggunaannya sehingga dilakukan inovasi-inovasi bahan pencampuran aspal untuk diuji coba agar bahan penyusunnya lebih ekonomis. Styrofoam memiliki sifat yang kaku, ringan dan murah. Metode yang digunakan dalam penelitian adalah metode eksperimen dengan pengumpulan data menggunakan hasil laboratorium yang digunakan dengan membuat sampel sebanyak 9 buah untuk KAO dan 9 buah sampel untuk variasi kadar yang digunakan. Variasi yang digunakan dalam penelitian ini adalah 6,5%, 7%, 7,5%. Hasil yang didapatkan kadar aspal optimum (KAO) yang didapatkan sebesar 6% dengan nilai density 2,311 gr/cm³, VMA 15,1%, VIM 3,31%, VFA 78,1%, Stability 1227 kg, Flow 3,98 mm, dan Marshall Quotient (MQ) sebesar 308 kg/mm. Pada variasi kadar styrofoam yang didapatkan kadar yang paling terbaik adalah kadar styrofoam 6,5% dengan nilai density 2,287 gr/cm³, VMA 15,0%, VIM 4,29%, VFA 73,1%, stability 1244 kg, flow 3,98 mm, dan nilai Marshall Quotient (MQ) sebesar 313 kg/mm. Penentuan kadar paling optimal berdasarkan nilai stability, karena stability kemampuan dari campuran aspal menahan deformasi akibat beban yang bekerja tanpa mengalami perubahan bentuk dan juga didukung dari nilai karakteristik marshall yang memenuhi spesifikasi bina marga. Jika kenaikan stability dibandingkan dengan KAO maka nilai stability tertinggi dan memenuhi semua karakteristik marshall berada pada kadar variasi 6,5%, maka kadar variasi yang optimal berada pada kadar variasi styrofoam 6,5%.

Kata kunci : *Styrofoam, Aspal Beton AC-WC, Marshall.*

Pembimbing I



Veronika, S.T, M.T

EFFECT OF ADDITION OF STYROFOAM (POLYSTYRENE) WASTE ON MARSHALL CHARACTERISTICS OF ASPHALT CONCRETE MIXTS

AC-WC

Ramdhana Andhari Suhari¹⁾, Veronika²⁾

Civil Engineering Study Program, Faculty of Civil Engineering and Planning,

Bung Hatta University, Padang

E-mail: dadansuhari@gmail.com, veronika_salmi@yahoo.com

ABSTRACT

The use of asphalt is increasing, the cost is also increasing while the availability is limited. To minimize the use of asphalt, modified asphalt is used. In the modern era, the use of styrofoam is getting more users, thus inovations are made for asphalt mixing materials to be tested so that the constituent materials are more economical. Styrofoam is cheap and has rigid and light properties. The method used in this research is an experimental method by collecting data using laboratory results used by making a sample of 9 pieces for the KAO and 9 pieces of samples for varying levels used. The variations used in this study are 6.5%, 7%, and 7.5%. The results obtained for the optimum asphalt content (KAO) are 6% with a density value of 2.311 gr/cm³, VMA 15.1%, VIM 3.31%, VFA 78.1%, stability 1227 kg, flow 3.98 mm, and Marshall Quetient (MQ) of 308 kg/mm. In the variation of styrofoam content, the best content is 6.5% styrofoam with a density value of 2.287 gr/cm³, VMA 15.0%, VIM 4.29%, VFA 73.1%, stability 1244 kg, flow 3.98 mm, and the value of the Marshall Quetient (MQ) of 313 kg/mm. Determination of the most optimal grade is based on the stability value, because the stability of the ability of the asphalt mixture to withstand deformation due to work loads without changing shape and is also supported by the marshall characteristic value which meets the specifications of the highways. If the increase in stability compared to KAO, the highest stability value and fulfills all marshall characteristics is at a variation level of 6.5%, then the optimal variation level is at a 6.5% styrofoam variation level.

Keywords : Styrofoam, Asphalt Concerete AC-WC, Marshall

Advisor I



Veronika, S.T, M.T

KATA PENGANTAR



Assalamualaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Puji syukur kepada tuhan yang maha esa atas segala berkat yang telah diberikan-Nya, Sehingga Tugas Akhir ini dapat di selesaikan.

Tugas Akhir dengan Judul “**Pengaruh Penambahan Limbah Styrofoam (Polystyrene) Terhadap Karakteristik Marshall Campuran Aspal Beton AC-WC**” ini ditunjukkan untuk memenuhi persyaratan akademik guna memperoleh gelar sarjana Teknik Sipil Starta Satu (S1) Universitas Bung Hatta, Padang.

Penulis Menyadari bahwa tanpa bimbingan, bantuan, dukungan dan doa dari berbagai pihak, Tugas Akhir ini tidak dapat diselesaikan tepat pada waktunya. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah membantu dalam proses pengerjaan Tugas Akhir, yaitu kepada:

- 1) **Allah SWT**, karena berkat dan anugrah-Nya saya dapat menyelesaikan Tugas akhir.
- 2) Teristimewa Kepada Kedua **Orang Tua** yang telah memberikan dukungan moril dan material sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir.
- 3) Bapak **Prof. Dr. Ir. Nasfryzal Carlo, Msc. IPM. PA** selaku Dekan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan.
- 4) Bapak **Indra Khaidir, S.T, M.T** selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil yang telah bekerja keras dalam kelancaraan kegiatan perkuliahan yang efektif dan efesien di Program Studi Teknik Sipil.
- 5) Ibu **Veronika, S.T, M.T**. Selaku Dosen Pembimbing yang telah memberikan bimbingan dan banyak memberikan masukan kepada penulis.
- 6) **Bapak dan Ibu Dosen** yang mengajar di Program Studi Teknik Sipil
- 7) UPTD Laboratorium Bahan dan Konstruksi Dinas Bina Marga, Cipta Karya dan Tata Ruang Provinsi Sumatera Barat. Melalui bimbingan **Pak Jon Edwar, ST** beserta Staff dan Teknisi yang telah banyak memberikan ilmu, arahan, dan masukan dan kesempatan belajar bagi saya selama melaksanakan penelitian di Laboraturium.

8) Para **Sahabat** penulis yang telah memberikan dukungan, bantuan, dan masukan kepada penulis selama mengerjakan proposal tugas akhir ini.

Akhirnya penulis menyadari sepenuhnya bahwa tugas akhir ini masih jauh dari kesempurnaan, karena itu penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang membangaun dari segala pihak.

Padang, 21 Agustus 2023



Ramdhana Andhari Suhari

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI.....	Error! Bookmark not defined.
DAFTAR GAMBAR.....	vii
DAFTAR TABEL.....	viii
DAFTAR DOKUMENTASI	x
DAFTAR LAMPIRAN.....	xii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	2
1.3. Tujuan Penelitian	2
1.4. Batasan masalah	2
1.5. Manfaat Penelitian	3
1.6. Sistematika Penulisan.....	3
BAB II TINJUAN PUSTAKA	5
2.1. Perkerasan Jalan	5
2.2. Aspal	5
2.3. Lapisan Aspal Beton	6
2.4. Jenis Campuran Aspal.....	6
2.5. Pengujian Aspal	9
2.6. Agregat.....	11
2.6.1. Agregat Kasar	11
2.6.2 Agregat Halus	14
2.7. <i>Filler</i>	15
2.8. Aspal Modifikasi	17
2.9. Styrofoam.....	18

2.10. Pengujian Marshall.....	19
2.11. Penelitian Terdahulu	23
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	26
3.1. Bagan Alir Penelitian	26
3.2. Metode Penelitian.....	27
3.3. Lokasi Penelitian dan Waktu Pelaksanaan.....	27
3.4. Teknik Pengumpulan Data	27
3.5. Bahan dan Peralatan	28
3.5.1 Bahan	28
3.5.2 Peralatan	29
3.6. Pengujian Bahan dan Penyusun	32
3.6.1. Pengujian Agregat	32
3.6.2. Pengujian Aspal.....	33
3.6.3. Perencanaan Campuran Lapisan Aspal Beton (AC-WC).....	33
3.7. Jumlah dan proses sampel yang dibuat	34
3.8. Proposi Agregat.....	34
3.9. Perkiraan Kadar Aspal yang Digunakan (Pb)	34
3.10. Metode Marshall	35
3.10.1 Persiapan Agregat dan Campuran Aspal.....	35
3.10.2 Persiapan Aspal dan Pencampuran.....	36
3.10.3. Persiapan Benda Uji	36
3.10.4. Pengujian Berat Jenis Campuran.....	37
3.10.5. Pengujian Marshall Standar.....	38
BAB IV ANALISA DAN PEMBAHASAN	39
4.1. Pengujian Material	39
4.1.1. Pengujian Agregat Kasar	39

4.1.2. Pengujian Agregat halus.....	43
4.1.3. Pengujian Aspal.....	47
4.2. Pengujian Hasil Mix Formula.....	50
4.2.1. Menentukan Komposisi Campuran.....	50
4.2.2. Menentukan Kadar Aspal Rencana.....	53
4.3. Menentukan Kadar Aspal Optimum (KAO).....	55
4.3.1. <i>Density</i> (Kepadatan).....	59
4.3.2. Rongga Antara Mineral Agregat (<i>Void In Mineral Agregat, VMA</i>).....	59
4.3.3. Rongga Udara Dalam Campuran (<i>Voids In Mix Marshall, VIM</i>).....	60
4.3.4. Rongga Terisi Aspal (<i>Voids Filleds Asphalt, VFA</i>).....	60
4.3.5. Stabilitas (<i>Stability</i>).....	61
4.3.6. Kelelehan (<i>Flow</i>).....	61
4.3.7. Marshall Quitient (MQ).....	62
4.4. Campuran Aspal dengan Agregat dan Filler dengan Penambahan <i>Styrofoam</i> 7,5%.	62
4.4.1. Komposisi campuran dengan penambahan styrofoam 7,5%.....	62
4.4.2. Hasil Pengujian <i>Marshall</i> dengan Penambahan <i>Styrofoam</i> 7,5%	63
4.5. Campuran Aspal dengan Agregat dan Filler dengan Penambahan <i>Styrofoam</i> 7%.	64
4.5.1. Komposisi campuran dengan penambahan styrofoam 7%	64
4.5.2. Hasil Pengujian <i>Marshall</i> dengan Penambahan <i>Styrofoam</i> 7%	65
4.6. Campuran Aspal dengan Agregat dan Filler dengan Penambahan <i>Styrofoam</i> 6,5%.	66
4.6.1. Komposisi campuran dengan penambahan <i>styrofoam</i> 6,5%	66
4.6.2. Hasil Pengujian <i>Marshall</i> dengan Penambahan <i>Styrofoam</i> 6,5%	67
4.7. Hasil dan Analisa Benda Uji Penambahan Limbah <i>Styrofoam (Polystrene)</i> Pada Campuran Aspal Beton AC-WC.....	68

4.7.1 Komposisi Campuran	68
4.7.2 Analisa dan Hasil Pengujian <i>Marshaall</i>	68
4.8. Pembahasan.....	82
BAB V PENUTUP	86
5.1. Kesimpulan	86
5.2. Saran.....	87
DAFTAR PUSTAKA	88
DOKUMENTASI	90
LAMPIRAN.....	106

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Jalan adalah salah satu faktor yang mempengaruhi perkembangan pembangunan di Indonesia. Kualitas jalan sebanding dengan tingkat kelancaran transportasi jalan. Salah satu faktor yang mempengaruhi kualitas jalan raya adalah material yang digunakan dalam pembuatan jalan. Material yang digunakan dalam pembuatan jalan diantaranya adalah aspal dan agregat. Penggunaan aspal murni dalam pembuatan jalan sangat mempengaruhi ketersediaan aspal yang ada di dunia (Emil, 2016).

Pemakaian aspal semakin besar penggunaannya, namun aspal yang digunakan semakin mahal dan terbatas. Para peneliti telah banyak melakukan inovasi-inovasi bahan pencampuran aspal untuk diuji coba agar bahan penyusunnya menjadi lebih ekonomis. Seiring dengan perkembangan teknologi material, khususnya perkerasan jalan raya, muncul gagasan untuk memanfaatkan sumber daya alam sebagai bahan penyusun maupun bahan tambah. Salah satu usaha untuk memanfaatkan limbah styrofoam sebagai campuran aspal (Murdian, 2020)

Era modern ini penggunaan *styrofoam* telah banyak, salah satunya sebagai tempat pembungkus makanan dan juga sebagai tempat *packing* barang-barang yang besar. *Styrofoam* sering dijumpai di setiap tempat sampah, tentu karena telah banyak penggunaan *styrofoam* ini, dengan begitu diperlukannya untuk mendaur ulang agar tidak terjadi nya pencemaran lingkungan. Penggunaan limbah *styrofoam* dapat menjadi solusi sebagai salah satu bahan alternatif untuk perkuatan aspal.

(Emil, 2016) Mengatakan Untuk meminimalisir penggunaan aspal maka digunakan aspal modifikasi. Aspal modifikasi terdiri dari campuran material lain yang digunakan sebagai material penyusunan aspal. Pencampuran material tersebut membuat penggunaan aspal menjadi berkurang. Ada beberapa material yang dapat digunakan sebagai material pencampur aspal yaitu salah satunya adalah *styrofoam*. *Styrofoam* memiliki sifat yang sangat ringan, kaku, tembus cahaya, dan murah. Hal ini membuat *styrofoam* memiliki potensi menjadi material pencampur yang digunakan untuk membuat aspal modifikasi. *Styrofoam* digunakan didasarkan pada cukup banyaknya penggunaan dalam kehidupan sehari-hari tetapi sedikit dimanfaatkan. Penggunaan aspal modifikasi menggunakan bahan campuran *styrofoam* masih harus

melewati beberapa tahapan pengujian dan evaluasi. Pengujian dan evaluasi bertujuan untuk mengetahui kekuatan dari aspal modifikasi apabila diterapkan sebagai material pembuatan jalan.

Styrofoam memiliki sifat aditif yang sama dengan aspal yaitu *thermoplastik*. *Thermoplastik* adalah jenis plastik yang melunak jika mengalami pemanasan dan mengeras jika mengalami pendinginan, Maka dari itu penelitian saya ini berjudul **“PENGARUH PENAMBAHAN LIMBAH *STYROFOAM (POLYSTYRENE)* TERHADAP KARAKTERISTIK *MARSHALL* CAMPURAN ASPAL BETON AC-WC”**

1.2. Rumusan Masalah

Dalam penelitian ini, didapatkan rumusan masalah sebagai berikut:

1. Berapa kadar aspal optimum (KAO) yang digunakan pada campuran aspal beton AC-WC.
2. Bagaimana pengaruh penambahan *styrofoam* pada nilai karakteristik *Marshall* pada campuran aspal beton jenis AC-WC.

1.3. Tujuan Penelitian

Tujuan Penelitian ini, didapatkan sebagai berikut:

1. Untuk mengetahui jumlah kadar aspal optimum (KAO) pada campuran aspal beton AC-WC.
2. Untuk mengetahui nilai karakteristik *Marshall* yang di hasilkan dari penambahan *styrofoam* pada campuran aspal jenis AC-WC.

1.4. Batasan masalah

Dalam Penelitian ini ada beberapa batasan masalah yang akan penulis batasi disaat melakukan penelitian, didapatkan batasan masalah sebagai berikut:

1. Jenis perkerasaan yang digunakan adalah lapisan aspal beton jenis AC-WC.
2. Penggunaan sesuai dengan spesifikasi umum Bina Marga 2018 Revisi 2.
3. Penelitian dilaksanakan di UPTD Laboratorium Bahan dan Konstruksi Dinas Bina Marga, Cipta Karya dan Tata Ruang Provinsi Sumatera Barat.

4. Aspal yang di gunakan adalah aspal dengan penetrasi 60/70 yang umum di pakai di Indonesia, dengan produksi PT. ADHITAMA KARYA COUNSULTANT, Kota Pekanbaru, Riau.
5. Agregat kasar digunakan adalah batu pecah yang berasal dari PT. Statika Mitrasarana, Lubuk Alung, Sumatera Barat.
6. Agregat halus digunakan adalah Abu Batu yang berasal dari PT. Statika Mitrasarana, Lubuk Alung, Sumatera Barat.
7. *Filler* yang di gunakan adalah *Cement Portland* yang digunakan jenis semen tipe 1 berasal dari PT. Semen Padang.
8. Jenis plastik yang di gunakan adalah *Styrofoam (Polystyrene)* Limbah pembungkus barang elektronik.
9. Setiap variasi kadar *styrofoam* terdapat 3 benda uji.
10. Metode pengujian menggunakan alat *Marshall Test*.
11. Variasi Kadar yang digunakan 7,5% dan di variasikan setelah terlaksana laboratorium.

1.5. Manfaat Penelitian

Manfaat Penelitian ini diharapkan bisa mengurangi sampah *styrofoam* yang sudah mulai banyak digunakan sekarang serta penelitian ini dapat menjadi referensi dalam perencanaan perkerasan lentur *Asphalt Concerete-Wearing Course (AC-WC)* dengan penambahan kadar *styrofoam*.

1.6. Sistematika Penulisan

BAB 1 PENDAHULUAN

Bab ini menguraikan secara singkat mengenai latar belakang penulisan, tujuan penelitian, rumusan masalah, manfaat penelitian, dan sistematika penulisan.

BAB II KAJIAN PUSTAKA

Bab ini membahas tentang landasan teori yang berhubungan dengan penelitian dan peraturan yang digunakan dalam penelitian.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Pada Bab ini menguraikan mengenai tempat penelitian, data yang digunakan, bahan dan peralatan yang digunakan, dan tahap-tahap penelitian.

BAB IV ANALISA DAN PEMBAHASAN

Bab ini berisikan pengujian aspal dengan menggunakan bahan tambah styrofoam dan di uji dengan alat Marshall.

BAB V PENUTUP

Bab ini berisikan kesimpulan dan saran yang didapat dari hasil penulisan tugas akhir ini.