

**PENGARUH PENAMBAHAN BAHAN *POLYMER*
THERMOSETTING SEBAGAI BAHAN TAMBAH PADA
CAMPURAN BETON ASPAL AC-WC**

TUGAS AKHIR

**Untuk Memenuhi Persyaratan dalam Memperoleh Gelar
Sarjana Teknik Sipil (S-1)**



Disusun Oleh:

MUHAMMAD ASYA ALDIN

19035010084

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN"
JAWA TIMUR
2024**

**LEMBAR PENGESAHAN
TUGAS AKHIR**

**PENGARUH PENAMBAHAN BAHAN POLYMER THERMOSETTING
SEBAGAI BAHAN TAMBAH PADA CAMPURAN BETON ASPAL AC-WC**

Disusun Oleh:
MUHAMMAD ASYA ALDIN
NPM. 19035010084

Telah diuji, dipertahankan, dan diterima oleh Tim Penguji Tugas Akhir
Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik
Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur
Pada Hari Selasa, 23 Januari 2024.

Pembimbing:


Ibnu Sholichin, S.T., M.T.
NIP. 19710916 202121 1 004

Tim Penguji:

1. Penguji I


Nugroho Utomo, S.T., M.T.
NIP. 19750117 202121 1 002

2. Penguji II


Ir. Djoko Sulistiono, M.T.

3. Penguji III


Masliyah, S.T., M.T.
NIDN. 0708116701

Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik


Prof. Dr. Dra. Jariyah, M.P.
NIP. 19650403 199103 2 001

**LEMBAR PENGESAHAN
TUGAS AKHIR**

**PENGARUH PENAMBAHAN BAHAN *POLYMER THERMOSETTING*
SEBAGAI BAHAN TAMBAH PADA CAMPURAN BETON ASPAL AC-WC**

Disusun Oleh:
MUHAMMAD ASYA ALDIN
NPM. 19035010084

Telah diuji, dipertahankan, dan diterima oleh Tim Penguji Tugas Akhir
Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik
Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur
Pada Hari Selasa, 23 Januari 2024.

Dosen Pembimbing



Ibnu Sholichin, S.T., M.T.
NIP. 19710916-202121 1 004

Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik



Prof. Dr. Dra. Jarivah, M.P.
NIP. 19650403 199103 2 001

SURAT PERNYATAAN TIDAK PLAGIAT

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Muhammad Asya Aldin
NPM : 19035010084
Fakultas / Program Studi : Teknik / Teknik Sipil
Judul Skripsi / Tugas Akhir
Tesis / Desertasi : Pengaruh Penambahan Bahan *Polymer Thermosetting* Sebagai Bahan Tambah Pada Campuran Beton Aspal AC-WC

Dengan ini menyatakan bahwa:

1. Hasil karya yang saya serahkan ini adalah asli dan belum pernah diajukan untuk memperoleh gelar akademik baik di UPN "Veteran" Jawa Timur maupun di institusi pendidikan lainnya.
2. Hasil karya saya ini merupakan gagasan, rumusan, dan hasil pelaksanaan penelitian saya sendiri, tanpa bantuan pihak lain kecuali arahan pembimbing akademik.
3. Hasil karya saya ini merupakan hasil revisi terakhir setelah diujikan yang telah diketahui dan disetujui oleh pembimbing
4. Dalam karya saya ini tidak terdapat karya atau pendapat yang telah ditulis atau dipublikasikan orang lain, kecuali yang digunakan sebagai acuan dalam naskah dengan menyebutkan nama pengarang dan dicantumkan dalam daftar pustaka.

Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya, Apabila di kemudian hari terbukti ada penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini maka saya bersedia menerima konsekuensi apapun sesuai dengan ketentuan yang berlaku di UPN "Veteran" Jawa Timur.

Surabaya, 23 Januari 2024

Yang Menyatakan,



Muhammad Asya Aldin
NPM. 19035010084

**PENGARUH PENAMBAHAN BAHAN *POLYMER THERMOSETTING*
SEBAGAI BAHAN TAMBAH PADA CAMPURAN BETON ASPAL
AC-WC**

Oleh:

**Muhammad Asya Aldin
NPM. 19035010084**

ABSTRAK

Kerusakan perkerasan yang sering terjadi akibat beban yang melebihi kapasitas yaitu retak lelah (*fatigue cracking*). Retak tersebut disebabkan adanya regangan tarik horizontal yang terjadi pada bagian bawah lapisan perkerasan lentur akibat beban kendaraan pada permukaan jalan. Kerusakan jalan yang terjadi dapat membahayakan pengguna jalan yang melewatinya. Pada penelitian ini memiliki tujuan untuk mengetahui berapa kadar *polymer* optimum dan kadar aspal optimum.

Penelitian ini menggunakan parameter *Marshall* sebagai tolak ukur untuk menentukan kadar aspal optimum dan kadar *polymer* optimum yang dapat digunakan pada perkerasan aspal betol (Laston) berdasarkan Spesifikasi Umum Bina Marga Tahun 2018. Metode basah digunakan dalam penelitian ini untuk mencampurkan aspal dengan bahan tambah berupa *polymer thermosetting*.

Berdasarkan hasil penelitian dengan analisis parameter *Marshall* nilai kadar aspal optimum didapatkan sebesar 7,31%. Kandungan *polymer thermosetting* yang digunakan sebagai bahan tambah berkisar 0%-10% terhadap kadar aspal optimum dengan interval 2% diperoleh kadar *polymer thermosetting* optimum pada 8%-10%. Ditetapkan kadar *polymer thermosetting* optimum sebesar 9%, dihitung dari nilai tengah kadar *polymer thermosetting* optimum. Nilai kadar aspal optimum dan nilai kadar *polymer thermosetting* optimum telah memenuhi persyaratan Spesifikasi Umum Bina Marga Tahun 2018.

Kata kunci: Aspal beton, *Marshall*, *polymer thermosetting*, metode basah

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kami panjatkan kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan segala rahmat serta hidayah-Nya kepada saya sehingga saya dapat menyelesaikan laporan tugas akhir yang berjudul “Pengaruh Penambahan Bahan *Polymer Thermosetting* Pada Campuran Beton Aspal” dengan baik dan lancar. Shalawat tetap saya haturkan kepada junjungan kita nabi besar Muhammad SAW yang telah mengajarkan kita untuk terus berjuang dalam hal kebenaran.

Dalam penyusunan laporan tugas akhir ini, penulis mendapatkan banyak bantuan dari berbagai pihak. Bantuan tersebut berupa moril, materil maupun dukungan demi terselesaikannya laporan tugas akhir ini. Teriring doa dan ucapan terima kasih yang sebanyak-banyaknya kepada semua pihak yang telah membantu penulis dalam penyusunan laporan tugas akhir ini. Semoga Allah SWT memberikan balasan kebaikan kepada semua pihak. Oleh karena itu atas selesainya laporan tugas akhir ini penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Prof. Dr. Ir. Akhmad Fauzi, MMT., IPU., sekalu Rektor UPN “Veteran” Jawa Timur.
2. Prof. Dr. Dra. Jariyah, M.P., selaku dekan Fakultas Teknik UPN “Veteran” Jawa Timur.
3. Dr. Ir. Hendrata Wibisana, M.T. Selaku Koordinator Program Studi Teknik Sipil FT UPN “Veteran” Jawa Timur.
4. Ibnu Sholichin, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing tugas akhir.

5. Kedua orang tua, saudara, dan seluruh keluarga yang selalu memberikan doa restu, nasihat, dan dukungan material dan moral pada masa kuliah hingga penyusunan tugas akhir ini.
6. Teman-teman seperjuangan mahasiswa Teknik Sipil Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur angkatan tahun 2019 atas motivasi dan kerjasama serta kekompakan yang sudah terjalin.

Dengan keterbatasan pengalaman dan pengetahuan penulis menyadari bahwa laporan tugas akhir ini masih jauh dari kata sempurna. Oleh sebab itu, penulis mengharapkan saran dan kritik yang membangun demi kesempurnaan laporan tugas akhir ini. Semoga dapat bermanfaat, barokah dan dapat menjadi referensi dalam penelitian selanjutnya.

Surabaya, 20 Desember 2023

Penulis

DAFTAR ISI

ABSTRAK	i
KATA PENGANTAR	ii
DAFTAR ISI	iv
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR TABEL	ix
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Batasan Masalah	4
1.5 Manfaat Penelitian	4
1.6 Lokasi Penelitian.....	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Penelitian Terdahulu	6
2.2 Hubungan Penelitian Terdahulu dengan Penelitian yang Akan Dilakukan... 15	
2.3 Perkerasan Jalan.....	15
2.4 Lapis Aspal Beton.....	18
2.5 Spesifikasi Aspal Beton (Laston)	19
2.6 Material Penyusun Aspal Beton (Laston).....	21
2.6.1 Agregat Kasar	23
2.6.2 Agregat Halus	24

2.6.3	Spesifikasi Agregat Gabungan.....	24
2.6.4	Bahan Aspal Untuk Campuran Beraspal	26
2.7	Perencanaan Kadar Aspal	26
2.8	<i>Polymer Thermosetting</i>	27
2.9	Metode Pencampuran	28
2.9.1	Cara Kering (<i>Dry Method</i>).....	28
2.9.2	Cara Basah (<i>Wet Method</i>).....	29
2.10	Pengujian <i>Marshall</i>	30
2.11	Parameter <i>Marshall</i>	30
2.11.1	Kerapatan Campuran (<i>Density</i>)	31
2.11.2	Persentase Rongga dalam Campuran (VIM)	32
2.11.3	Persentase Rongga diantara Mineral Agregat (VMA).....	33
2.11.4	Persentase Rongga dalam Campuran yang Terisi Aspal (VFA).....	34
2.11.5	Stabilitas <i>Marshall</i>	35
2.11.6	Kelelahan (<i>Flow</i>)	36
2.11.7	Hasil Bagi <i>Marshall</i> (<i>Marshall Quotient</i>)	36
BAB III METODOLOGI.....		38
3.1	Identifikasi Masalah.....	38
3.2	Rencana Penelitian.....	38
3.3	Tempat Penelitian	39
3.4	Studi Literasi.....	39
3.5	Persiapan Alat dan Bahan	43
3.6	Prosedur Penelitian	43

3.6.1	Pengujian Material.....	43
3.6.2	Pembuatan Lapisan AC-WC tanpa <i>polymer thermosetting</i>	44
3.6.3	Pengujian Lapisan AC-WC tanpa <i>polymer thermosetting</i>	44
3.6.4	Pembuatan Lapisan AC-WC dengan <i>polymer thermosetting</i>	45
3.6.5	Pencampuran <i>polymer thermosetting</i>	45
3.6.6	Perhitungan Jumlah Sampel Penelitian	46
3.6.7	Pengujian dengan <i>Marshall</i>	47
3.6.8	Pengolahan dan Pembahasan Hasil.....	47
3.7	Diagram Alir Penelitian	48
BAB IV ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN		51
4.1	Hasil Pengujian Material	51
4.1.1	Analisis Saringan Agregat	51
4.1.2	Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat.....	57
4.1.3	Hasil Pengujian Aspal.....	64
4.2	Perencanaan Proporsi Agregat Gabungan	64
4.3	Perencanaan Pembuatan Benda Uji	68
4.3.1	Penentuan Jumlah Benda Uji.....	68
4.3.2	Penentuan Kadar Aspal Rencana.....	69
4.4	Perencanaan <i>Marshall</i> Aspal Rencana	72
4.4.1	<i>Density</i> (Kepadatan)	73
4.4.2	<i>Void In Mix</i> (VIM).....	76
4.4.3	<i>Void In Mineral Aggregate</i> (VMA).....	78
4.4.4	<i>Void Filled with Asphalt</i> (VFA)	80

4.4.5	Stabilitas	82
4.4.6	<i>Flow</i>	84
4.4.7	<i>Marshall Quotient</i> (MQ).....	86
4.5	Penentuan Kadar Aspal Optimum	488
4.6	Penentuan Benda Uji Campuran <i>Polymer</i>	89
4.6.1	<i>Density</i> (Kepadatan)	89
4.6.2	<i>Void In Mix</i> (VIM).....	92
4.6.3	<i>Void In Mineral Aggregate</i> (VMA).....	94
4.6.4	<i>Void Filled with Asphalt</i> (VFA)	96
4.6.5	Stabilitas	98
4.6.6	<i>Flow</i>	100
4.6.7	<i>Marshall Quotient</i> (MQ).....	102
4.7	Penentuan Kadar <i>Polymer</i> Optimum	104
4.8	Perbandingan Antara Kadar Aspal Optimum dengan Kadar <i>Polymer</i> Optimum	104
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....		106
5.1	Kesimpulan	106
5.2	Saran	108
DAFTAR PUSTAKA.....		109

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Lokasi Penelitian.....	5
Gambar 2.1 Struktur Perkerasan Laston.....	19
Gambar 2.2 Hubungan Volume dan Rongga- <i>density</i> Benda Uji Aspal Panas Padat.....	30
Gambar 4.1 Grafik Kepadatan Tiap Variasi Kadar Aspal.....	73
Gambar 4.2 Grafik VIM Tiap Variasi Kadar Aspal.....	75
Gambar 4.3 Grafik VMA Tiap Variasi Kadar Aspal.....	77
Gambar 4.4 Grafik VFA Tiap Variasi Kadar Aspal.....	79
Gambar 4.5 Grafik Stabilitas Tiap Variasi Kadar Aspal.....	81
Gambar 4.6 Grafik <i>Flow</i> Tiap Variasi Kadar Aspal.....	83
Gambar 4.7 Grafik MQ Tiap Variasi Kadar Aspal.....	85
Gambar 4.8 Grafik Kepadatan Tiap Variasi <i>Polymer</i>	88
Gambar 4.9 Grafik VIM Tiap Variasi <i>Polymer</i>	90
Gambar 4.10 Grafik VMA Tiap Variasi <i>Polymer</i>	92
Gambar 4.11 Grafik VFA Tiap Variasi Kadar <i>Polymer</i>	94
Gambar 4.12 Grafik Stabilitas Tiap Variasi Kadar <i>Polymer</i>	96
Gambar 4.13 Grafik <i>Flow</i> Tiap Variasi Kadar <i>Polymer</i>	98
Gambar 4.14 Grafik MQ Tiap Variasi Kadar <i>Polymer</i>	100

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Perbedaan utama antara perkerasan lentur dan kaku.....	18
Tabel 2.2 Spesifikasi Campuran Laston (AC).....	19
Tabel 2.3 Sifat Aspal Untuk Campuran Laston.....	20
Tabel 2.4 Jenis Pengujian Agregat Untuk Campuran Beraspal Panas.....	20
Tabel 2.5 Persyaratan Agregat Kasar.....	21
Tabel 2.6 Persyaratan Agregat Halus.....	22
Tabel 2.7 Spesifikasi Agregat Kasar.....	23
Tabel 2.8 Ketentuan Agregat Halus.....	24
Tabel 2.9 Spesifikasi Gradasi Agregat Gabungan Pasal 6.3.2.....	25
Tabel 2.10 Persyaratan Aspal Keras Berdasarkan Penetrasi.....	26
Tabel 4.1 Analisis Saringan Agregat Kasar	52
Tabel 4.2 Analisis Saringan Agregat Medium	53
Tabel 4.3 Analisis Saringan Agregat Medium	55
Tabel 4.4 Pengujian Berat Jenis Dan Penyerapan Air Agregat Kasar.....	57
Tabel 4.5 Pengujian Berat Jenis Dan Penyerapan Air Agregat Medium.....	58
Tabel 4.6 Pengujian Berat Jenis Dan Penyerapan Air Agregat Halus.....	60
Tabel 4.7 Hasil Uji Fisik Agregat	61
Tabel 4.8 Rekapitulasi Uji Fisik Agregat	62
Tabel 4.9 Rekapitulasi Uji Karakteristik Aspal	63
Tabel 4.10 Persentase Penggabungan Agregat (Agregat Combined).....	65
Tabel 4.11 Persentase Variasi Agregat	66
Tabel 4.12 Fraksi Desain Butiran Agregat.....	68

Tabel 4.13 Kadar Aspal Rencana	70
Tabel 4.14 Hasil Nilai Kepadatan Aspal Rencana.....	71
Tabel 4.15 Hasil Rata – Rata Nilai Kepadatan Aspal Rencana.....	72
Tabel 4.16 Hasil VIM Aspal Rencana.....	73
Tabel 4.17 Hasil VIM Aspal Rencana.....	74
Tabel 4.18 Hasil VMA Aspal Rencana.....	76
Tabel 4.19 Hasil Rata – Rata VMA Aspal Rencana.....	76
Tabel 4.20 Hasil Analisis VMA Aspal Rencana.....	77
Tabel 4.21 Hasil Rata – Rata Analisis VMA Aspal Rencana.....	79
Tabel 4.22 Hasil Stabilitas Aspal Rencana.....	80
Tabel 4.23 Hasil Rata-Rata Stabilitas Aspal Rencana.....	80
Tabel 4.24 Hasil <i>Flow</i> Aspal Rencana.....	82
Tabel 4.25 Hasil Rata – Rata <i>Flow</i> Aspal Rencana.....	82
Tabel 4.26 Hasil MQ Aspal Rencana.....	83
Tabel 4.27 Hasil Rata – Rata MQ Aspal Rencana.....	84
Tabel 4.28 Rekapitulasi Grafik Aspal Rencana.....	85
Tabel 4.29 Hasil Nilai Kepadatan Variasi <i>Polymer</i>	86
Tabel 4.30 Hasil Rata – Rata Nilai Kepadatan Variasi <i>Polymer</i>	87
Tabel 4.31 Hasil VIM Variasi <i>Polymer</i>	88
Tabel 4.32 Hasil Rata – Rata VIM Variasi <i>Polymer</i>	89
Tabel 4.33 Hasil VMA Variasi <i>Polymer</i>	91
Tabel 4.34 Hasil Rata – Rata VMA Variasi <i>Polymer</i>	91
Tabel 4.35 Hasil Analisis VFA Variasi <i>Polymer</i>	92

Tabel 4.36 Hasil Rata – Rata Analisis VFA Variasi Kadar <i>Polymer</i>	93
Tabel 4.37 Hasil Stabilitas Variasi Kadar <i>Polymer</i>	94
Tabel 4.38 Hasil Rata-Rata Stabilitas Variasi Kadar <i>Polymer</i>	95
Tabel 4.39 Hasil <i>Flow</i> Aspal Variasi Kadar <i>Polymer</i>	96
Tabel 4.40 Hasil Rata – Rata <i>Flow</i> Variasi Kadar <i>Polymer</i>	97
Tabel 4.41 Hasil MQ Variasi Kadar <i>Polymer</i>	98
Tabel 4.42 Hasil Rata – Rata MQ Variasi Kadar <i>Polymer</i>	99
Tabel 4.43 Rekapitulasi Grafik Kadar <i>Polymer</i>	100
Tabel 4.44 Perbandingan Antara Kadar Aspal Optimum dengan Kadar <i>Polymer</i> Optimum.....	101