

EVALUASI PENGARUH PENAMBAHAN LIMBAH HDPE PADA CAMPURAN ASPAL TERHADAP KARAKTERISTIK MARSHALL

TUGAS AKHIR

*Disusun dan Diajukan untuk Memenuhi Persyaratan Memperoleh Gelar Sarjana (S-1)
Teknik Sipil di Institut Teknologi Nasional Malang*



Akh. Faizal Amir

1921033

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL S-1
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
2025**

LEMBAR PENGESAHAN

**EVALUASI PENGARUH PENAMBAHAN LIMBAH HDPE
PADA CAMPURAN ASPAL TERHADAP KARAKTERISTIK
MARSHALL**

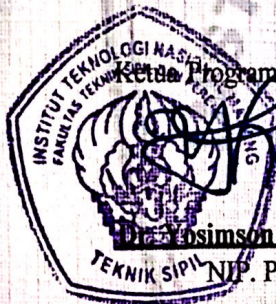
Tugas Akhir Ini Telah Dipertahankan Di Depan Dosen Penguji Tugas Akhir
Jenjang Strata (S-1) Pada Tanggal 15 Agustus 2025 Dan Diterima Untuk
Memenuhi Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Sipil S-1

Disusun Oleh:

AKH. FAIZAL AMIR

19.21.033

Disahkan Oleh:



Dr. Yosimison P. Manaha, ST., MT.
NIP. P. 103 0300 383

Nenny Roostrianawaty, ST., MT.
NIP. P. 103 1700 533

Dosen Penguji:

Dosen Penguji I

Mohammad Erian, ST., MT.
NIP. P. 103 1500 508

Dosen Penguji II

Vega Aditama, ST., MT.
NIP. P. 103 1900 559

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL S-1
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG**

2025

LEMBAR PERSETUJUAN

**EVALUASI PENGARUH PENAMBAHAN LIMBAH HDPE
PADA CAMPURAN ASPAL TERHADAP KARAKTERISTIK
MARSHALL**

Disusun Oleh:

AKH. FAIZAL AMIR
19.21.033

Telah disetujui oleh Dosen Pembimbing untuk diujikan
Pada tanggal 15 Agustus 2025

Menyetujui,
Dosen Pembimbing:

Pembimbing I

Pembimbing II

Ir. Ester Priskasari. MT.
NIP. Y. 103 9400 265

Hadi Surya Wibawanto S. ST., MT.
NIP. P. 103 2000 579

Mengetahui,
Ketua Program Studi Teknik Sipil S-1



Dr. Fosimson P. Manaha. ST., MT.
NIP. P. 103 0300 383

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL S-1
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG**

2025

PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Akh. Faizal Amir

Nim : 1921033

Progam Studi : Teknik Sipil S-1

Fakultas : Teknik Sipil dan Perencanaan

Menyatakan bahwa Tugas Akhir berjudul :

“EVALUASI PENGARUH PENAMBAHAN LIMBAH HDPE PADA CAMPURAN ASPAL TERHADAP KARAKTERISTIK MARSHALL”

Merupakan karya asli saya dan bukan merupakan duplikat dan mengutip seluruhnya karya orang lain. Apabila di kemudian hari, karya asli saya disinyalir bukan merupakan karya asli saya, maka saya akan bersedia menerima segala konsekuensi apapun yang diberikan Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi Nasional Malang.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya.

Malang, 15 Agustus 2025

Yang membuat Pernyataan



Akh. Faizal Amir

19.21.033

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis sampaikan kepada Allah SWT atas berkat rahmat, kasih sayang, dan pertolongan-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan Proposal Tugas Akhir yang berjudul “ **Evaluasi Pengaruh Penambahan Limbah HDPE Pada Campuran Aspal Terhadap Karakteristik Marshall** ”. Pada proses penyelesaian Proposal Tugas Akhir ini penulis mendapatkan banyak bantuan dari beberapa pihak. Oleh karena itu, ucapan terima kasih dan permohonan maaf yang besar kepada semua pihak yang terkait, yaitu:

1. Dr. Debby Budi Susanti, ST., MT., selaku Dekan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi Nasional Malang.
2. Dr. Yosimson P. Manaha, ST., MT., selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil S-1, Institut Teknologi Nasional Malang.
3. Vega Aditama, ST., MT., selaku Kepala Studio Skripsi Program Studi Teknik Sipil S-1, Institut Teknologi Nasional Malang.
4. Ir. Ester Priskasari, MT., selaku Dosen Pembimbing I penulis yang telah banyak memberikan bantuan, masukan dan arahan kepada penulis dalam menyelesaikan laporan proposal tugas akhir ini.
5. Hadi Surya Wibawanto Sunarwadi, ST., MT., selaku Dosen Pembimbing II penulis yang telah banyak memberikan bantuan, masukan dan arahan kepada penulis dalam menyelesaikan laporan proposal tugas akhir ini.

Dengan segala kerendahan hati penulis menyadari bahwa dalam penyusunan Proposal Tugas Akhir ini masih jauh dari kata sempurna. Akhir kata semoga laporan ini dapat bermanfaat bagi pembaca pada umumnya.

Malang, 15 Agustus
2025
Penulis

Akh. Faizal Amir
1921033

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI	ii
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR TABEL	ix
BAB I	1
PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Identifikasi Masalah	3
1.3 Rumusan Masalah	3
1.4 Tujuan Penelitian.....	4
1.5 Manfaat Penelitian.....	4
1.6 Batasan Masalah	4
1.7 Hipotesis Penelitian	5
BAB II.....	6
TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Penelitian Terdahulu.....	6
2.2 Aspal dan Karakteristiknya	9
2.3 Perkerasan Jalan	10
2.4 Plastik HDPE.....	11
2.5 Penggunaan Plastik HDPE pada Aspal	11
2.6 Faktor yang Mempengaruhi Penambahan Plastik HDPE.....	12
2.6.1 Prekursor.....	12
2.6.2 Konsentrasi Plastik HDPE.....	13

2.6.3 Rasio antara Agregat dengan Prekursor	13
2.6.4 Curing	13
2.6.5 Komposisi Filler	14
2.7 Uji Marshall.....	14
BAB III	16
METODOLOGI PENELITIAN.....	16
3.1 Tujuan Penelitian.....	16
3.2 Lokasi dan Waktu Penelitian.....	16
3.2.1 Lokasi penelitian	16
3.2.2 Waktu penelitian.....	16
3.3 Metode Penelitian	17
3.4 Bahan Penelitian	17
3.4.1 Agregat halus.....	17
3.4.2 Agregat kasar	17
3.4.3 Aspal.....	18
3.4.4 Limbah HDPE	19
3.4.5 Filler	20
3.5 Peralatan Penelitian	20
3.5.1 Mesin Marshall	20
3.5.2 Compactor aspal	21
3.5.3 Timbangan	22
3.5.4 Oven	23
3.5.5 <i>Thermometer</i>	24
3.6 Tahapan Penelitian	25

3.6.1 Persiapan.....	25
3.6.2 Persiapan Material	25
3.7 Variabel Penelitian	26
3.8 Prosedur Penelitian	26
3.8.1 Pengujian Bahan Dasar.....	26
3.8.2 Persiapan Aspal	27
3.8.3 Persiapan Bahan Campuran (HDPE).....	27
3.8.4 Pembuatan Benda Uji	28
3.8.5 Pengujian Bahan Dalam Penelitian Campuran Aspal HDPE	28
3.8.6 Pengujian Stabilitas	31
3.8.7 Uji VIM (<i>Void in Mix</i>).....	32
3.8.8 Uji VMA (<i>Void Mineral Aggregate</i>).....	33
3.8.9 Uji VFA (<i>Void Filled with Asphalt</i>)	34
3.9 Teknik Analisa Data	36
3.10 Batasan Penelitian	37
3.11 Bagan Alir Penelitian	38
BAB IV	39
HASIL DAN PEMBAHASAN.....	39
4.1 Hasil Penelitian.....	39
4.1.1 Pemeriksaan Gradasi Agregat	39
4.1.2 Hasil Berat Jenis dan Penyerapan Agregat (SNI 1969 – 2016).....	41
4.1.3 Hasil Berat Jenis Dan Penyerapan Agregat Kasar (SNI 1970-2016)	44
4.1.4 Hasil Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Halus (SNI 1970-2016)	48

4.1.5 Pengujian Keausan Agregat dengan Menggunakan Alat Abrasi Los Angeles	51
4.1.6 Hasil Pengujian Material Agregat Lolos Ayakan No.200 (SNI ASTM C117-2012).....	54
4.1.7 Pengujian Gumpalan Lempung dan Butir-Butir Mudah Pecah dalam Agregat (SNI 4141-2015).....	58
4.1.8 Hasil Pengujian Agregat	60
4.2 Hasil Pengujian Aspal	61
4.2.1 Pengujian Penetrasi Aspal (SNI 2456: 2011)	61
4.2.2 Pengujian Titik Nyala dan Titik Bakar (SNI 2433:2011)	63
4.2.3 Pengujian Titik Lembek (SNI 2434:2011)	64
4.2.4 Pengujian Daktalitas Aspal (SNI 2432:2011)	65
4.2.5 Hasil Pengujian Berat Jenis Bitumen Keras (SNI 2441:2011).....	66
4.2.6 Hasil Pengujian Kehilangan Berat Minyak dan Aspal (SNI 06-2440-1991)	69
4.2.7 Hasil Pengujian Aspal Pertamina Penetrasi 60/70	71
4.3 Perencanaan Komposisi Campuran	72
4.3.1 Perhitungan Persentase Agregat dengan Metode Grafis	72
4.3.2 Perhitungan Persentase Agregat dengan Metode Analisis	75
4.4 Komposisi Campuran untuk Variasi Aspal	75
4.5 Pengujian Berat Jenis Maksimum Campuran Aspal AC – WC (SNI 03-6893-2002).....	80
4.6 Pengujian Marshall Test untuk Penentuan Kadar Aspal Optimum (KAO) 5,60% AC-WC.....	81
4.7 Perhitungan Interval Kepercayaan Campuran AC – WC.....	83
4.7.1 Pemeriksaan Kadar Aspal Optimum AC – WC	87

4.8 Metode Pencampuran dry Method HDPE pada Campuran Aspal AC-WC	92
4.9 Perhitungan Persentase Agregat dengan Metode Analisis	93
4.10 Komposisi Campuran HDPE untuk Variasi Aspal.....	93
4.11 Menentukan Nilai Marshall AC-WC dengan Campuran HDPE	98
4.11.1 Stabilitas	98
4.11.2 Flow	99
4.11.3 Rongga Dalam Agregat (VMA)	99
4.11.4 Rongga yang Diisi dengan Aspal (VFA).....	100
4.11.5 Rongga Dalam Campuran (VIM).....	101
4.11.6 Marshall Quotient	102
4.11.7 Density (Kepadatan Aspal).....	103
4.12 Pengujian Marshall Tes Kadar Aspal Optimum (KAO)	106
4.13 Pengujian Test Marshall dengan Campuran HDPE	107
4.14 Analisis Data	109
4.15 Pembahasan	109
4.15.1 Karakteristik Bahan	109
4.15.2 Pengaruh Penambahan HDPE terhadap Nilai Stabilitas.....	109
4.15.3 Pengaruh Terhadap Nilai Flow	110
4.15.4 Void dan Parameter Campuran Lainnya	111
BAB V	112
KESIMPULAN DAN SARAN.....	112
5.1 Kesimpulan.....	112
5.2 Saran	113
DAFTAR PUSTAKA	114

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1 Agregat Halus Aspal	17
Gambar 3. 2 Agregat Kasar Aspal	18
Gambar 3. 3 Aspal	19
Gambar 3. 4 Limbah plastik HDPE	19
Gambar 3. 5 Filler	20
Gambar 3. 6 Mesin Marshall	21
Gambar 3. 7 Hammer.....	22
Gambar 3. 8 Timbangan	23
Gambar 3. 9 Oven	24
Gambar 3. 10 Thermometer	25
Gambar 3. 11 Diagram Alir Penelitian	38
Gambar 4. 1 <i>Grafik Diagonal Komposisi Campuran Agregat Normal AC-WC</i>	74
Gambar 4. 2 <i>Nilai Distribusi Normal</i>	85
Gambar 4. 3 <i>Grafik hubungan antara kadar aspal dan stabilitas koreksi AC – WC Normal</i>	87
Gambar 4. 4 <i>Grafik hubungan antara kadar aspal dan flow AC-WC Normal</i>	88
Gambar 4. 5 <i>Grafik hubungan antara kadar aspal dan VIM AC-WC Normal</i>	89
Gambar 4. 6 <i>Grafik hubungan antara kadar aspal dan VMA AC-WC Normal</i>	89
Gambar 4. 7 <i>Grafik hubungan antara kadar aspal dan VFA AC-WC Normal</i>	90
Gambar 4. 8 <i>Grafik hubungan antara kadar aspal dan Marshall Quotient (MQ)</i>	90
Gambar 4. 9 <i>Grafik Diagram Batang Kadar Aspal Optimum AC-WC Normal</i>	91
Gambar 4. 10 <i>Grafik Stabilitas Campuran</i>	98
Gambar 4. 11 <i>Grafik Flow (kelelehan)</i>	99
Gambar 4. 12 <i>Grafik Rongga dalam agregat (VMA) Campuran HDPE</i>	100
Gambar 4. 13 <i>Grafik Rongga Yang diisi dengan Aspal (VFA) Campuran HDPE</i>	101

Gambar 4. 14 Grafik Rongga Dalam Campuran (VIM)	102
Gambar 4. 15 Grafik Hubungan antara kadar aspal dengan Marshall Quotient (MQ) AC-WC Campuran HDPE	103
Gambar 4. 16 Grafik hubungan antara kadar aspal campuran HDPE dan Density..	104
Gambar 4. 17 Grafik Diagram Batang Kadar Aspal Optimum untuk Campuran HDPE AC-WC.....	105

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Penelitian Terdahulu	8
Tabel 4. 1 Hasil pemeriksaan analisis saringan agregat kasar (10-10)	39
Tabel 4. 2 Hasil Pemeriksaan analisis saringan agregat kasar (5-10)	40
Tabel 4. 3 Hasil Pemeriksaan analisis saringan agregat halus pasir (0-5)	41
Tabel 4. 4 Hasil Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Kasar 10 – 10	42
Tabel 4. 5 Hasil Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Kasar 5-10	45
Tabel 4. 6 Hasil Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Halus 0-5	48
Tabel 4. 7 Hasil Pengujian Agregat Normal dengan Menggunakan Alat Abrasi Los Angeles (100 putaran)	52
Tabel 4. 8 Hasil Pengujian Agregat Normal dengan Menggunakan Alat Abrasi Los Angeles (500 putaran)	53
Tabel 4. 9 Hasil Pengujian Material Agregat Lolos Ayakan No.200	55
Tabel 4. 10 Hasil Pengujian Material Agregat Lolos Ayakan No.200	55
Tabel 4. 11 Hasil Pengujian Material Agregat Lolos Ayakan No.200	56
Tabel 4. 12 Hasil Pengujian Gumpalan Lempung dan Butir-Butir Pecah dalam Agregat 0/5	58
Tabel 4. 13 Hasil Pengujian Material Agregat	60
Tabel 4. 14 Pengujian Penetrasi Bahan Bitumen sebelum Kehilangan	61
Tabel 4. 15 Pengujian penetrasi bahan Bitumen setelah Kehilangan	62
Tabel 4. 16 Hasil Pengujian Titik Nyala dan Titik Bakar Aspal	63
Tabel 4. 17 Hasil Pengujian Titik Lembek	64
Tabel 4. 18 Hasil Pengujian Daktalitas Aspal Sebelum Kehilangan Minyak	65
Tabel 4. 19 Hasil Pengujian Daktalitas Aspal Sesudah Kehilangan Minyak	66
Tabel 4. 20 Hasil Pengujian Berat Jenis Bitumen Keras	67
Tabel 4. 21 Hasil Pengujian Kehilangan Berat Minyak dan Aspal	70

Tabel 4. 22 Hasil Pengujian Aspal Pertamina Penetrasi 60/70.....	71
Tabel 4. 23 Gradasi Agregat untuk Campuran Aspal AC-WC.....	73
Tabel 4. 24 Gradasi Agregat Gabungan AC-WC	75
Tabel 4. 25 Perencanaan Komposisi Campuran AC – WC	79
Tabel 4. 26 Pengujian Berat Jenis Maksimum Campuran Beraspal 5,6% AC-WC.....	80
Tabel 4. 27 Hasil Pemgujian Test Marshall Mencari Kadar Aspal Optimum 5.60% AC – WC	81
Tabel 4. 28 Data Pengujian Kadar Aspal 5,60%	83
Tabel 4. 29 Data Hasil Komposisi Campuran AC-WC	86
Tabel 4. 30 Hasil Pengujian Test Marshall Kadar Aspal Optimum (KAO) 5,85% 30 Menit dan 24 Jam Campuran HDPE	106
Tabel 4. 31 Hasil Pengujian Test Marshall KAO 5,85% dengan Campuran HDPE 0%, 3%, 5%, 7%, dan 9%.	107