

16/TA/D3-KS-2024

**CAMPURAN BETON ASPAL HANGAT LASTON AC-WC
DENGAN TAMBAHAN BIJI PLASTIK DAN WETFIX - BE**



Disusun untuk melengkapi salah satu syarat kelulusan program diploma III
Politeknik Negeri Jakarta

Disusun oleh :

KRISTOFORUS ARYO VITO

NIM : 2101321049

Dosen Pembimbing :

ANNI SUSILOWATI, S.T., M.Eng.

NIP : 196506131990032002

JURUSAN TEKNIK SIPIL

PROGRAM STUDI D-III KONSTRUKSI SIPIL

POLITEKNIK NEGERI JAKARTA

2024



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkannya dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

HALAMAN PERSETUJUAN

Tugas Akhir berjudul :

**CAMPURAN BETON ASPAL HANGAT LASTON AC-WC DENGAN
TAMBAHAN BIJI PLASTIK DAN WETFIX - BE**

yang disusun oleh **Krisstoforus Aryo Vito (NIM 2101321049)**

telah disetujui dosen pembimbing untuk dipertahankan dalam

Sidang Tugas Akhir Tahap 2

Pembimbing

Anni Susilowati, S.T., M.Eng.
NIP 196506131990032002



HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir berjudul :

**CAMPURAN BETON ASPAL HANGAT LASTON AC-WC
DENGAN TAMBAHAN BIJI PLASTIK DAN WETFIX – BE** yang
disusun oleh **Kristoforus Aryo Vito (NIM 2101321049)** telah dipertahankan dalam
Sidang Tugas Akhir di depan Tim
Penguji pada hari Rabu tanggal 14 Agustus 2024

	Nama Tim Penguji	Tanda Tangan
Ketua	Muhtarom Riyadi, Drs., S.T., M.Eng. NIP 195912301985031002	
Anggota	Agus Murdiyoto R., Drs., S.T., M.Si. NIP 195908191986031002	

Mengetahui
Ketua Jurusan Teknik Sipil
Politeknik Negeri Jakarta

Dr. Dyah Nurwwidyaningrum,
NIP 197407061999032001

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur saya panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena berkat rahmat-Nya, tugas akhir ini dapat diselesaikan tepat waktu. Tugas akhir yang berjudul "Campuran Beton Aspal Hangat Laston AC-WC Dengan Tambah Biji Plastik dan *Wetfix-BE*" berhasil disusun dengan sebaik-baiknya. Tugas akhir ini disusun untuk memenuhi salah satu persyaratan menyelesaikan pendidikan Diploma III (D3) di program studi Konstruksi Sipil, Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Jakarta.

Tentunya selama penyusunan tugas akhir penulis tidak lepas dari pihak yang memberikan banyak bantuan dari proses awal penelitian sampai Tugas Akhir ini selesai.

Maka dari itu ucapan terima kasih ditujukan kepada :

1. Anni Susilowati, S.T., M.Eng., selaku Dosen Pembimbing yang selalu sabar dalam membimbing penulis dari awal hingga akhir penyusunan Tugas Akhir
2. Dr. Dyah Nurwidyaningrum, S.T., M.M., M.Ars., selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Jakarta.
3. Kartika Hapsari Sutantiningrum, S. T., M. T. Selaku Ketua Program Studi D-III Konstruksi Sipil Politeknik Negeri Jakarta.
4. Kusno Wijayanto, A.Md., selaku Pranata Laboratorium Uji Bahan Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Jakarta yang telah banyak membantu penulis
5. Orang tua penulis yang selalu memberikan dukungan doa hingga semangat sehingga proses penelitian Tugas Akhir berjalan dengan lancar.dalam proses penelitian Tugas Akhir di laboratorium.
6. Diana Putri, Khadijah Deniar Arham dan rekan-rekan seperjuangan di program studi Konstruksi Sipil angkatan 2021 yang telah memberikan dukungan berupa bantuan laboratorium, semangat, dan doa.
7. Seluruh karyawan AMP PT. Jaya Konstruksi Manggala dan PT. Marga Maju Mapan yang telah membantu peneliti memberikan bantuan bahan uji .
8. Atas segala bantuan dan dukungan yang telah diberikan, saya sampaikan terima kasih kepada seluruh pihak yang telah terlibat dalam proses penyelesaian Tugas Akhir ini.

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

"Penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini masih memiliki banyak kekurangan dan jauh dari kesempurnaan. Oleh karena itu, penulis sangat terbuka terhadap segala saran dan kritik konstruktif dari semua pihak. Harapan penulis adalah naskah ini dapat memberikan kontribusi positif dalam menambah wawasan dan pengetahuan, baik bagi penulis sendiri maupun bagi pembaca serta pihak-pihak yang terkait.

Depok, 25 Juli 2024

Penulis





DAFTAR ISI

HALAMAN PERSETUJUAN	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
KATA PENGANTAR.....	i
ABSTRAK	iii
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Perumusan Masalah.....	3
1.3. Pembatasan Masalah	3
1.4. Tujuan Penelitian.....	4
1.5. Sistematika Penulisan.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1. Perkerasan jalan.....	6
2.2. Lapisan Aspal Beton (Laston).....	7
2.3. Bahan campuran beton aspal.....	9
2.3.1. Aspal	9
2.3.2. Agregat.....	11
2.3.3. <i>filler</i>	13
2.3.4. <i>Wetfix-BE</i>	13
2.3.5. Biji Plastik (<i>polypropylene</i>)	14

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

2.4.	Campuran Aspal Hangat Laston AC-WC	15
2.5.	Penambahan Biji plastik pada Campuran Aspal hangat AC-WC	16
2.6.	Penambahan <i>Wetfix-BE</i> pada campuran aspal.....	17
2.7.	Parameter Analisa Perhitungan Campuran AC-WC	18
2.7.1.	Berat Jenis Bulk dan Apparent dari Total Agregat	18
2.7.2.	Berat Jenis Efektif Agregat	18
2.7.3.	Berat Jenis Maksimum Campuran	19
2.7.4.	Absorpsi Aspal	19
2.7.5.	Kadar Aspal Efektif.....	19
2.7.6.	Isi Benda Uji Briket	20
2.7.7.	Berat Isi Benda Uji Briket.....	20
2.7.8.	<i>Void in Mineral Aggregates (VMA)</i>	20
2.7.9.	<i>Void In Mix (VIM)</i>	20
2.7.10.	<i>Void Filled With Asphalt (VFA)</i>	21
2.7.11.	Stabilitas Benda Uji	21
2.7.12.	Kelelahan Benda Uji (<i>Flow</i>)	22
2.7.13.	Hasil Bagi <i>Marshall / Marshall Quotient (MQ)</i>	22
2.8.	Penelitian terdahulu	22
BAB III METODE PEMBAHASAN.....		24
3.1	Lokasi dan Waktu Penelitian.....	24
3.2	Peralatan Penelitian	24
3.2.1.	Alat Pengujian Agregat, <i>Filler</i>	24
3.2.2.	Alat pengujian Aspal Keras	28
3.2.3.	Alat Pembuatan dan Pengujian Benda Uji Campuran Aspal AC-WC.....	32
3.3	Bahan Penelitian.....	34
3.4	Perlengkapan Kesehatan dan Keselamatan Kerja (K3).....	36



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

3.5	Rancangan Penelitian	39
3.6	Teknik Pengumpulan Data	39
3.7	Metode Analisis Data	39
3.8	Variasi Benda Uji	39
3.9	Tahapan Penelitian	40
3.10	Pembuatan Benda Uji	51
BAB IV DATA DAN PEMBAHASAN.....		56
4.1	Data Pengujian Agregat Kasar (<i>Screening</i>).....	57
4.1.1	Berat Jenis dan Penyerapan Air	57
4.1.2	Analisa Saringan Agradat Kasar	58
4.2	Data Pengujian Agregat Halus	59
4.2.1	Berat Jenis dan Penyerapan Air	59
4.2.2	Analisa Saringan	61
4.3	Data Pengujian <i>Filler</i> (Semen Portland)	62
4.3.1	Analisa Saringan	62
4.3.2	Berat Jenis	62
4.4	Data Pengujian Aspal Penetrasi 60/70	63
4.4.1	Berat Jenis Aspal.....	63
4.4.2	Penetrasi Aspal.....	64
4.4.3	Titik Lembek Aspal.....	65
4.4.4	Daktilitas Aspal.....	65
4.5	Perencanaan Campuran Benda Uji <i>Marshall</i>	66
4.5.1	Perhitungan Proporsi Campuran Agregat	66
4.5.2	Perhitungan Kebutuhan Bahan Penyusun Benda Uji.....	69
4.6	Perhitungan Kebutuhan Bahan Penyusun Benda Uji	69
4.7	Data Pengujian <i>Marshall</i> Campuran Aspal Hangat AC-WC.....	71



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

4.6.1.	<i>Void in the Mineral Aggregate (VMA)</i>	73
4.6.2.	<i>Void in Mix (Vim)</i>	74
4.6.3.	<i>Void Filled With Aspal (VFA)</i>	75
4.6.4.	Stabilitas	76
4.6.5.	Kelelehan (<i>Flow</i>).....	77
4.6.6.	<i>Marshall Quotient (MQ)</i>	78
4.6.7.	Rekapitulasi hasil pengujian <i>Marshall</i>	79
4.8	Data Pengujian <i>Marshall</i> Beton Campuran Aspal Hangat AC-WC dengan Biji Plastik dan <i>Wetfix-BE</i>	81
4.8.1.	<i>Void in the Mineral Aggregate (VMA)</i>	83
4.8.2.	<i>Void in Mix (Vim)</i>	84
4.8.3.	<i>Void Filled With Aspal (VFA)</i>	85
4.8.4.	Stabilitas	86
4.8.5.	Kelelehan (<i>Flow</i>).....	87
4.8.6.	<i>Marshall Quotient (MQ)</i>	88
4.8.7.	Rekapitulasi hasil pengujian <i>Marshall</i>	89
BAB V PENUTUP		91
5.1.	Kesimpulan.....	91
5.2.	Saran.....	91
DAFTAR PUSTAKA		93
LAMPIRAN		96



DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1	Ketentuan sifat–sifat campuran Laston	9
Tabel 2. 2	Ketentuan Untuk Aspal keras Penetrasi 60/70	11
Tabel 2. 3	Ketentuan Agregat Kasar	12
Tabel 2. 4	Ketentuan agregat halus	13
Tabel 2. 5	Gradasi Agregat Untuk Campuran Aspal AC-WC	15
Tabel 2. 6	Angka korelasi beban (stabilitas)	22
Tabel 3. 1	Variasi Kadar Aspal	40
Tabel 3. 2	Ukuran Lubang Ayakan	42
Tabel 3. 3	Ukuran Lubang Ayakan	44
Tabel 4. 1	Data Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Kasar Screening	57
Tabel 4. 2	Hasil Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Kasar Screening	58
Tabel 4. 3	Data & Hasil Pengujian Analisa Saringan Agregat Kasar Screening	58
Tabel 4. 4	Data Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air	59
Tabel 4. 5	Hasil Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Halus	60
Tabel 4. 6	Data & Hasil Pengujian Analisa Saringan Agregat Halus	61
Tabel 4. 7	Data & Hasil Pengujian Analisa Saringan Filler Semen	62
Tabel 4. 8	Data Pengujian Berat Jenis Filler Semen	62
Tabel 4. 9	Data Hasil Perhitungan Berat Jenis Filler	63
Tabel 4. 10	Data Pengujian Berat Jenis Aspal	63
Tabel 4. 11	Data Pengujian Penetrasi Aspal	64
Tabel 4. 12	Data Pengujian Titik Lembek Aspal	65
Tabel 4. 13	Data Pengujian Daktilitas Aspal	65
Tabel 4. 14	Gradasi Gabungan Agregat	68

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Tabel 4. 15	Perhitungan Kebutuhan Bahan Penyusun Benda Uji Marshall.....	70
Tabel 4. 16	Hasil Pengujian Marshall Kadar Aspal Optimum.....	71
Tabel 4. 17	Rekapitulasi Hasil Pengujian Marshall Kadar Aspal Optimum.....	79
Tabel 4. 18	Karakteristik Marshall Dengan Nilai Kadar Aspal Optimum	80
Tabel 4. 19	Hasil Pengujian Marshall Kadar Wetfix-BE Optimum.....	81
Tabel 4. 20	Rekapitulasi Hasil Pengujian Marshall Kadar Wetfix-BE Optimum.....	89
Tabel 4. 21	Karakteristik Marshall dengan Nilai Wetfix-BE Optimum	90



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1	Bagian bagian perkerasan lentur.....	6
Gambar 3. 1	Timbangan Digital dan Neraca timbang.....	24
Gambar 3. 2	Sekop	25
Gambar 3. 3	Pan	25
Gambar 3. 4	Saringan	25
Gambar 3. 5	shift Shaker	25
Gambar 3. 6	Keranjang Kawat	26
Gambar 3. 7	Timbangan dalam Air.....	26
Gambar 3. 8	Corong	26
Gambar 3. 9	Ember.....	27
Gambar 3. 10	Kerucut Terpancung	27
Gambar 3. 11	Batang Penumbuk.....	27
Gambar 3. 12	Piknometer.....	28
Gambar 3. 13	Oven.....	28
Gambar 3. 14	Satu set alat penetrasi.....	28
Gambar 3. 15	Termometer.....	29
Gambar 3. 16	Piknometer.....	29
Gambar 3. 17	Hot plate.....	29
Gambar 3. 18	Satu set alat uji titik leleh.....	30
Gambar 3. 19	Timbangan	30
Gambar 3. 20	Cetakan daktilitas	31
Gambar 3. 21	Mesin uji daktilitas	31
Gambar 3. 22	Baskom	32
Gambar 3. 23	Sendok pengaduk dan wajan	32
Gambar 3. 24	Cetakan benda uji Marshall	32

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Gambar 3. 25	Alat pemadatan	33
Gambar 3. 26	Alat pengeluaran benda uji	33
Gambar 3. 27	Alat uji Marshall	34
Gambar 3. 28	Bak perendam	34
Gambar 3. 29	Agregat Kasar	34
Gambar 3. 30	Agregat halus	35
Gambar 3. 31	Bahan pengisi atau filler	35
Gambar 3. 32	Biji Plastik	35
Gambar 3. 33	Aspal Keras.....	36
Gambar 3. 34	Kertas saring	36
Gambar 3. 35	Jas Laboratorium	37
Gambar 3. 36	Masker	37
Gambar 3. 37	Sarung Tangan	38
Gambar 3. 38	Sepatu	38
Gambar 4. 1	Perhitungan Gradasi Agregat Gabungan Metode Grafis Rothluchs....	67
Gambar 4. 2	Grafik Gradasi Agregati	68
Gambar 4. 3	Grafik Hubungan Antara % Aspal Dengan Rongga Terhadap Agregat atau Voids in Mineral Aggregates (VMA)	73
Gambar 4. 4	Grafik Hubungan Antara % Aspal Dengan Voids In Mix (VIM)	74
Gambar 4. 5	Grafik Hubungan Antara % Aspal Dengan Voids Filled With Asphalt (VFA).....	75
Gambar 4. 6	Grafik Hubungan Antara % Aspal Dengan Stabilitas	76
Gambar 4. 7	Grafik Hubungan Antara % Aspal Dengan Kelelehan (Flow)	77
Gambar 4. 8	Grafik Hubungan Antara % Aspal Dengan Marshall Quetient (MQ) .	78
Gambar 4. 9	Penentuan Kadar Aspal Optimum (KAO).....	79
Gambar 4. 10	Grafik Hubungan Antara % Wetfix-BE Dengan Rongga Terhadap Agregat atau Voids in Mineral Aggregates (VMA)	83



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Gambar 4. 11 Grafik Hubungan Antara % Wetfix-BE Dengan Rongga Terhadap Campuran atau Voids in Mix (VIM).....84

Gambar 4. 12 Grafik Hubungan Antara % Aspal Dengan Voids Filled With Asphalt (VFA).....85

Gambar 4. 13 Grafik Hubungan Antara % Wetfix-BE Dengan Stabilitas86

Gambar 4. 14 Grafik Hubungan Antara % Wetfix-BE Dengan Kelelahan (Flow)..87

Gambar 4. 15 Grafik Hubungan Antara % Wetfix-BE Dengan Hasil Bagi Marshall atau Marshall Quotient (MQ)88

Gambar 4. 1689



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1	Data sekunder hasil pengujian agregat kasar dan halus.....	97
Lampiran 2	Data sekunder hasil pengujian aspal keras	99
Lampiran 3	Dokumentasi pengujian bahan agregat kasar, halus, filler dan aspal	100
Lampiran 4	Dokumentasi pembuatan benda uji marshall dan Gmm	101
Lampiran 5	Dokumentasi pengujian marshall dan Gmm.....	103
Lampiran 6	Formulir Tugas Akhir	104



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Jalan raya adalah infrastruktur penting yang memfasilitasi perjalanan dan mendukung perkembangan suatu wilayah. Jalan merupakan fasilitas publik strategis yang harus dijaga dan dirawat secara berkala untuk memastikan tingkat pelayanan yang optimal. Dengan meningkatnya volume lalu lintas, diperlukan inovasi dalam pembangunan perkerasan jalan. Salah satu inovasi tersebut adalah penggunaan campuran beraspal panas (*Hot Mix Asphalt/HMA*) yang sering digunakan saat ini. (Susilowati, Wiyono, dan Pratikto 2023)

Proses produksi campuran beraspal panas membutuhkan energi yang tinggi, menyebabkan peningkatan emisi gas berbahaya, dan mengonsumsi bahan bakar dalam jumlah besar. Hal ini tidak hanya berpengaruh pada lingkungan tetapi juga menimbulkan kekhawatiran terhadap sumberdaya alam yang semakin menipis di Indonesia. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk mengurangi emisi gas berbahaya, menghemat konsumsi bahan bakar, mengurangi suhu pencampuran dan pemadatan, serta jarak angkut. (Telehala 2023)

Salah satu alternatif yang diusulkan adalah penggunaan campuran beraspal hangat (WMA) sebagai pengganti HMA. WMA diproduksi pada suhu pencampuran yang lebih rendah, antara 20°C sampai 40°C, dibandingkan dengan suhu pencampuran untuk HMA (*"The Use of Warm Mix Asphalt"* 2014). WMA memiliki keunggulan dalam penghematan energi, mengurangi polusi, dan menghasilkan campuran yang lebih tahan terhadap deformasi. (Milad et al. 2022)

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkannya dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Penelitian ini juga mengusulkan penggunaan biji plastik sebagai bahan tambahan dalam campuran aspal, untuk mendaur ulang limbah plastik dan mengurangi pencemaran lingkungan. Namun, Biji plastik yang digunakan berasal dari hasil penglohan limbah plastik yang di sesuaikan jenisnya, kemudian diproses hingga terbentuk biji plastik. Penambahan jenis plastik ini ke dalam campuran aspal terbukti meningkatkan kekuatannya secara signifikan. Struktur PP yang unik memberikan ketahanan terhadap deformasi dan meningkatkan stabilitas, menciptakan lapisan jalan yang lebih kokoh dan tahan lama (Xu, Zhao, dan Li 2022). Penambahan biji plastik kedalam beton aspal panas didapat kadar optimal 7,5%. Penggunaan Biji plastik dapat membuat campuran tersebut lebih fleksibel dan meningkatkan kemampuannya menahan beban. (Susilowati, Wiyono, dan Pratikno 2021)

Selain itu, penggunaan anti *stripping agent* seperti *Wetfix-BE* juga menjadi faktor penting dalam penelitian ini. Aditif tersebut dapat memengaruhi sifat-sifat campuran aspal, termasuk viskositas, adhesi, dan ketahanan terhadap air. Menurut (Sofyan Rizal, Susilowati, dan Susanto 2019) Hasil laboratorium menunjukkan bahwa kadar aspal optimum adalah 6%, dengan kadar *Wetfix-BE* 0.30% didapat hasil Nilai VMA meningkat, Nilai VFA menurun, Nilai VIM mengalami peningkatan, nilai stabilitas mengalami penurunan kelelahan mengalami penurunan, nilai *Marshall Quotient* mengalami peningkatan, menunjukkan campuran bersifat kaku.

Dengan demikian, penelitian tentang campuran beraspal hangat lapis permukaan AC-WC dengan penambahan biji plastik dan penggunaan aditif *Wetfix-BE* diharapkan dapat memberikan kontribusi signifikan terhadap pengelolaan limbah plastik, peningkatan kinerja infrastruktur jalan, dan pengurangan dampak lingkungan yang dihasilkan oleh konstruksi jalan raya. Dalam penelitian ini, variasi penambahan *Wetfix-BE* sebesar 0%, 1%, 2%, 3%, dan 4%, serta variasi kadar aspal sebesar 5%, sampai dengan 7% akan digunakan. Dengan demikian, diharapkan kombinasi ini mampu menghasilkan campuran beraspal yang lebih ramah lingkungan dan berkinerja tinggi, sekaligus membantu mengatasi masalah limbah plastik yang semakin meningkat. Melalui inovasi ini, pembangunan infrastruktur jalan tidak hanya meningkatkan kualitas dan daya tahan jalan, tetapi juga berperan dalam pelestarian lingkungan dan keberlanjutan ekosistem.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

1.2. Perumusan Masalah

Tujuan dari penelitian ini untuk mencari jawaban atas permasalahan-permasalahan berikut:

1. Bagaimana karakteristik campuran beton aspal hangat Laston AC-WC dengan tambahan biji plastik dan *Wetfix-BE* berdasarkan spesifikasi umum yang berlaku ?
2. Berapa persentase optimum dari *Wetfix-BE* pada campuran beton aspal hangat Laston AC-WC dengan biji plastik dan *Wetfix-BE* ?

1.3. Pembatasan Masalah

Agar penelitian ini dapat berjalan efektif dan terarah, ruang lingkup penelitian perlu dibatasi. Oleh karena itu, penelitian ini akan fokus pada :

1. Campuran beton aspal hangat
2. Material yang digunakan pada penelitian ini terdiri dari :
 - a. Aspal pen 60/70
 - b. Agregat kasar (*screening*)
 - c. Agregat halus
 - d. *Filler Portland Cement type 1*
3. Kadar biji plastik yang dipakai yaitu : 3.75% terhadap persentase aspal optimum.
4. Kadar aditif *Wetfix-BE* yang dipakai yaitu : 0%, 1%, 2%, 3%, 4% terhadap KAO.
5. Pengujian yang dilakukan pada bahan uji ialah
 - a. Pengujian agregat kasar (*screening*)
 - b. Pengujian agregat halus
 - c. Pengujian *filler*
 - d. Pengujian Aspal



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

1.4. Tujuan Penelitian

Penelitian ini berfokus pada tujuan-tujuan sebagai berikut:

1. Menentukan Karakteristik campuran beton aspal hangat laston AC-WC dengan tambahan biji plastik dan *Wetfix-BE* Berdasarkan Spesifikasi Umum yang berlaku.
2. Menentukan persentase optimum dari *Wetfix-BE* Pada campuran Beton aspal hangat AC-WC dengan biji plastik dan *Wetfix-BE*.

1.5. Sistematika Penulisan

Pembahasan dalam tugas akhir ini disusun secara mendalam berdasarkan kajian-kajian terkini. Struktur penulisan tugas akhir ini terdiri dari lima bab dengan susunan sebagai berikut:

1. BAB I PENDAHULUAN

Pada bab ini berisikan tentang latar belakang tugas akhir yang berjudul Campuran Beton Aspal Hangat Laston AC-WC Dengan Tambahan Biji Plastik dan *Wetfix-BE*, perumusan masalah, pembatasan masalah , tujuan penulisan, dan sistematika penulisan.

2. BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini membahas literatur yang relevan dengan masalah yang diangkat dalam penelitian ini, yang akan digunakan sebagai landasan untuk analisis dan pembahasan. Sumber teori yang digunakan meliputi Spesifikasi Umum Bina Marga 2018, Standar Nasional Indonesia (SNI), buku, jurnal teknik sipil, serta berbagai sumber dari internet yang berhubungan dengan topik tugas akhir ini. Campuran Beton Aspal Hangat Laston AC-WC Dengan Tambahan Biji Plastik dan *Wetfix-BE*.

3. BAB III METODE PEMBAHASAN

Bab ini menjelaskan secara detail metodologi penelitian yang mencakup diagram alir penelitian, lokasi serta waktu pelaksanaan, spesifikasi bahan dan alat, variasi benda uji, dan tahapan pengujian. Data dalam penelitian ini terdiri dari data primer yang diperoleh langsung dari hasil pengujian di laboratorium serta data sekunder yang berasal dari laporan pengujian AMP.

4. BAB IV DATA DAN PEMBAHASAN



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Bab ini menyajikan data-data hasil penelitian, khususnya yang diperoleh melalui pengujian langsung. Selanjutnya, bab ini akan menganalisis dan mendiskusikan hasil penelitian secara mendalam untuk menjawab permasalahan yang telah diajukan dalam tugas akhir dengan judul Campuran Beton Aspal Hangat Laston AC-WC Dengan Tambahan Biji Plastik dan *Wetfix-BE*.

5. BAB V PENUTUP

Bab ini menyajikan rangkuman dari seluruh pembahasan dalam tugas akhir ini. Kesimpulan yang diperoleh merupakan jawaban atas permasalahan yang telah diajukan di awal penelitian yang berjudul Campuran Beton Aspal Hangat Laston AC-WC Dengan Tambahan Biji Plastik dan *Wetfix-BE*.





BAB V PENUTUP

5.1. Kesimpulan

Dari hasil penelitian, analisis dan pembahasan yang diuraikan pada bab sebelumnya mengenai campuran aspal hangat Laston AC-WC dengan tambahan biji plastik dan *Wetfix-BE* dengan kadar aspal optimum 6.4% dan kadar biji plastik optimum 3.75% sehingga dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Pengujian *Marshall*, campuran beton aspal hangat laston AC-WC dengan tambahan biji plastik dan *Wetfix-BE* dengan nilai karakteristik VMA, VIM, VFA, stabilitas, *flow* dan MQ masing-masing sebesar 15.67%, 4.6%, 70.89%, 1431.77 kg, 3.84 mm, dan 375.86 kg/mm semua karaktersitik *marshall* memenuhi Spesifikasi Bina Marga 2018.
2. Dari hasil penelitian Campuran aspal hangat Laston AC-WC dengan tambahan biji plastik dan *Wetfix-BE* didapat kadar *Wetfix-BE* optimum 3.5%

5.2. Saran

Dari hasil penelitian dan kesimpulan yang telah dijelaskan, maka saran terkait penelitian Campuran Beton Aspal Hangat Laston AC-WC Dengan Tambahan Biji Plastik dan *Wetfix-BE* sebagai berikut.

1. Penelitian ini menunjukkan bahwa penambahan biji plastik dan *Wetfix-BE* pada campuran beton aspal hangat Laston AC-WC memberikan pengaruh terhadap sifat campuran. Pada penelitian ini variasi kadar *Wetfix-BE* yang digunakan 1 sampai dengan 4%. Oleh karena itu, disarankan untuk mengkaji lebih lanjut variasi persentase bahan tambahan yang lebih beragam untuk mendapatkan hasil yang lebih optimal.
2. Untuk menerapkan campuran dilapangan, pengujian tambahan seperti *Moisture Susceptibility Test*, *Thermal Cracking Resistance Test*, dan *Fatigue Test* penting untuk memahami ketahanan dan kinerja campuran aspal di berbagai kondisi lingkungan. *Moisture Susceptibility Test* membantu menilai ketahanan campuran terhadap kerusakan akibat air,



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

yang merupakan salah satu faktor utama dalam degradasi jalan. *Thermal Cracking Resistance Test* mengukur kemampuan campuran aspal untuk menahan retakan akibat suhu rendah, sementara *Fatigue Test* menilai ketahanan terhadap beban berulang, yang relevan untuk memastikan umur panjang perkerasan jalan. Melalui pengujian ini, kualitas dan daya tahan campuran dapat ditingkatkan.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



DAFTAR PUSTAKA

- American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO). 2016. *Standard Specification for Asphalt Performance-Graded Asphalt Binder M320-16*. AASHTO M320-16. Vol. 70.
- ASTM C136:2012 Metode Uji Untuk Analisis Saringan Agregat Halus Dan Agregat Kasar. 2012. Badan Standar Nasional Indonesia.
- Bina Marga. 2018. *Spesifikasi Umum 2018*. Direktorat Jendral Bina Marga.
- Derianza Hafidz, Matris, and Miftahul Fauziah. 2019. "Pengaruh Penggunaan Bahan Anti Stripping Wetfix Be Terhadap Karakteristik Campuran Aspal Porus," no. 2009: 1–10.
- Gregersen, Eric. 2024. "Polypropylene." *Britannica*. 2024. <https://www.britannica.com/science/polypropylene>.
- Khairini, Naili. 2021. "Wetfix-BE Asphalt Concrete Mix Performance-Wearing Course (AC-WC) Using Concrete Waste as Course Aggregate with the Addition of Wetfix-Be." *Ataman Chemicals*. 2021. <https://www.ataman-chemicals.com/en/products/wetfix-be-1383.html>.
- Kholiq, Abdul, and Taufik Hidayatullah. 2017. "Penggunaan Bahan Additive Wetfix–BE Sebagai Bahan Pada Lapis Permukaan AC–WC," July, 1–17.
- Meilani, M, and R Kurnia. 2019. "Kajian Parameter Marshall Campuran Hangat Lataston (HRS-WC) Menggunakan Reclaimed Asphalt Pavement (RAP).(Hal. 120-131)." *RekaRacana: Jurnal Teknil Sipil* 5 (4): 6–33. <https://ejournal.itenas.ac.id/index.php/rekaracana/article/view/3397>.
- Milad, Abdalrhman, Ali Mohammed Babalghaith, Abdunaser M. Al-Sabaei, Anmar Dulaimi, Abdualmtalab Ali, Sajjala Sreedhar Reddy, Munder Bilema, and Nur Izzi Md Yusoff. 2022. "A Comparative Review of Hot and Warm Mix Asphalt Technologies from Environmental and Economic Perspectives: Towards a Sustainable Asphalt Pavement." *International Journal of Environmental Research and Public Health* 19 (22). <https://doi.org/10.3390/ijerph192214863>.
- Mohammed, Sura Fawzi, and Mohammed Qadir Ismael. 2021. "Effect of Polypropylene Fibers on Moisture Susceptibility of Warm Mix Asphalt." *Civil Engineering Journal (Iran)* 7 (6): 988–97. <https://doi.org/10.28991/cej-2021-03091704>.
- Mukhlis, Mukhlis, Lusyana Lusyana, Enita Suardi, Denisa Rahma Sukri, and Alyza

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

- Sazama. 2023. “Marshall Characteristics of Asphalt Concrete – Wearing Course (AC-WC) With Substitution of Silica Sand as Fine Aggregate.” *Fondasi : Jurnal Teknik Sipil* 12 (2): 250. <https://doi.org/10.36055/fondasi.v12i2.21917>.
- Nawir, Daud, and Achmad Zultan Mansur. 2022. “Effects of HDPE Utilization and Addition of Wetfix-Be to Asphalt Pavement in Tropical Climates.” *Civil Engineering Journal (Iran)* 8 (8): 1665–78. <https://doi.org/10.28991/CEJ-2022-08-08-010>.
- “Pavement Structure.” 2023. Pavement Interactive. 2023.
- Pradana, Mochamad Aldinata, and Nurani Hartatik. 2024. “Analisis Karakteristik Campuran AC-WC Menggunakan Aspal Polimer Dengan Penambahan Wetfix-BE Sebagai Anti Striping Agent” 9 (1): 170–82.
- Santoso, Fendi. 2017. “Menganalisa Pengaruh Pemakaian Aditif Wetfix-BE Pada Campuran Asphalt Concrete Binder Course (AC-BC).” *SNI 03-6893-2002 Metode Pengujian Berat Jenis Maksimum Campuran Beraspal*. 2002.
- SNI 06-2434-1991 Metode Pengujian Titik Lembek Aspal Dan Ter*. 1991.
- SNI 1969:2016 Metode Uji Berat Jenis Dan Penyerapan Air Agregat Kasar*. 2016.
- SNI 1970:2016 Metode Uji Berat Jenis Dan Penyerapan Air Agregat Halus*. 2016. Badan Standar Nasional Indonesia.
- SNI 2432-2011 Cara Uji Daktilitas Aspal*. 2011.
- SNI 2441-2011 Cara Uji Berat Jenis Aspal Keras*. 2011. www.bsn.go.id.
- SNI 2456-2011 Cara Uji Penetrasi Aspal*. 2011. www.bsn.go.id.
- SNI 2489:2018 Metode Uji Stabilitas Dan Pelelehan Campuran Beraspal Panas Dengan Menggunakan Alat Marshall*. 2018.
- Sofyan Rizal, Rikki, Anni Susilowati, and Heri Susanto. 2019. “Kajian Penggunaan Wetfix-BE Pada Beton Aspal Campuran Panas Bergradasi Superpave.” *Jurnal Ilmiah Teknologi Informasi Terapan*. Vol. 5.
- Sukirman, Silvia. 2016. *Beton Aspal Campuran Panas*. Institut Teknologi Nasional.
- Susilowati, Anni, and Eko Wiyono. 2017. “Penggunaan Bahan Anti Striping Untuk Campuran Beton Aspal.” *Jurnal Poli-Teknologi* 16 (1): 45–54. <https://doi.org/10.32722/pt.v16i1.871>.
- Susilowati, Anni, Eko Wiyono, and Pratikno. 2021. “Pemanfaatan Limbah Plastik Sebagai Bahan Tambah Pada Beton Aspal Campuran Panas.” *Bangun Rekaprima*



7 (2): 15–23.

Susilowati, Anni, Eko Wiyono, and Dan Pratikto. 2023. “Studi Karakteristik Campuran Aspal Beton Hangat Laston AC-WC Dengan Penambahan Rediset LQ-1106.” Vol. 2. Depok.

Susilowati, Anni, Eko Wiyono, Teknik Sipil, and Politeknik Negeri Jakarta. 2022. “Beton Aspal Campuran Hangat Bergradasi Menerus Untuk Lapis Permukaan Terhadap Properties Marshall.” *Seminar Nasional Terapan Riset Inovatif (SENTRINOV) Ke-8 ISAS Publishing Series: Engineering and Science* 8 (1): 1–8.

Tassiri, Sarawut, and Kunnawee Kanitpong Auckpath Sawangsuriya. 2021. “Effects of Additives on the Performance Properties of Warm Mix Asphalt with Reclaimed Asphalt Pavement.” <https://link.springer.com/>. 2021.

Telehala, Alberth. 2023. “Plastik Sebagai Bahan Campuran Aspal.” “The Use of Warm Mix Asphalt.” 2014. EAPA. 2014.

Wahyu Setiawan, M, and Subarkah. 2018. “Pengaruh Penambahan Polypropylene Pada Laston Lapis Pengikat (Ac-Bc) Dengan Cara Kering Terhadap Parameter Marshall.” https://dspace.uui.ac.id/bitstream/handle/123456789/19965/08_naskah_publicasi.pdf?sequence=13&isAllowed=y.

Widjoko, Lilies, and P. Eliza Purnamasari. 2012. “Study the Use of Cement and Plastic Bottle Waste as Ingredient Added to the Asphaltic Concrete Wearing Course.” *Procedia - Social and Behavioral Sciences* 43 (April): 832–41. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2012.04.158>.

Xu, Fengchi, Yao Zhao, and Kangjian Li. 2022. “Using Waste Plastics as Asphalt Modifier.” *Materials* 15 (1). <https://doi.org/10.3390/ma15010110>.

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta