

No skripsi : 27/SKRIPSI/S.Tr-TPJJ/2025

SKRIPSI

**KAJIAN KARAKTERISTIK MARSHALL DAN MODULUS RESILIEN
CAMPURAN BETON BERASPAL (AC-BC) DENGAN TAMBAHAN ZTA-RA**



Disusun untuk melengkapi salah satu syarat kelulusan Program D-IV

Politeknik Negeri Jakarta

Disusun Oleh :

Muhammad Zidane Ikrom

NIM 2101411041

Pembimbing :

RIKKI SOFYAN RIZAL, S.Tr., M.T.

NIP. 199304302020121012

**PROGRAM STUDI D-IV TEKNIK PERANCANGAN JALAN DAN
JEMBATAN**

POLITEKNIK NEGERI JAKARTA

2025



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

HALAMAN PERSETUJUAN

Skripsi Berjudul :

Kajian Karakteristik Marshall dan Modulus Resilien Campuran Beton Beraspal (AC-BC) dengan Tambahan ZTA-RA yang disusun oleh Muhammad Zidane Ikrom (NIM 2101411041) telah disetujui dosen pembimbing untuk dipertahankan dalam Sidang Skripsi Tahap 2

Pembimbing :

Rikki Sofyan Rizal, S.Tr, M.T
NIP 199304302020121012



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

HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi berjudul :

Kajian Karakteristik Marshall dan Modulus Resilien Campuran Beton Beraspal (AC-BC) dengan Tambahan ZTA-RA yang disusun oleh Muhammad Zidane Ikrom (NIM 2101411041) telah dipertahankan dalam Sidang Skripsi di depan tim penguji hari Senin, 30 Juni 2025

	Nama Tim Penguji	Tanda Tangan
Ketua	Yanuar Setiawan, S.T., M.T. NIP 199001012019031015	
Anggota	Sukarman, S.Pd., M.Eng. NIP 199306052020121013	

Mengetahui
Ketua Jurusan Teknik Sipil
Politeknik Negeri Jakarta



Ketua, S.T., M.T.
NIP. 196605181990102001



HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS KARYA

Yang bertanda tangan dibawah ini, saya :

Nama : Muhammad Zidane Ikrom
NIM : 2101411041
Prodi : DIV – Teknik Perancangan Jalan dan Jembatan
Alamat email : muhammad.zidane.ikrom.ts21@mhs.wpnj.ac.id
Naskah : Kajian Karaktersitik Marshall dan Modulus Resilien Campuran Beton
Beton Beraspal (AC-BC) dengan Tambahan ZTA-RA

Dengan ini saya menyatakan bahwa tulisan yang saya sertakan dalam skripsi Teknik Sipil Politeknik Negeri Jakarta Tahun Akademik 2024/2025 adalah benar benar hasil karya sendiri, bukan jiplakan karya orang lain dan belum pernah diikutkan dalam segala bentuk kegiatan akademis/perlombaan

Apabila di kemudian hari ternyata tulisan/naskah saya tidak sesuai dengan pernyataan ini, mala secara otomatis tulisan/naskah saya dianggap gugur dan bersedia menerima sanksi yang ada. Demikian Pernyataan di buat dengan sebenarnya

Depok, 14 Juli 2025

POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA

Muhammad Zidane Ikrom

NIM. 2101411041

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 mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT atas rahmat dan hidayah-Nya, sehingga skripsi berjudul "KAJIAN KARAKTERISTIK MARSHALL DAN MODULUS RESILIEN CAMPURAN BETON BERASPAL (AC-BC) DENGAN TAMBAHAN ZTA-RA" ini dapat penulis selesaikan sebagai syarat memperoleh gelar Sarjana Terapan di Politeknik Negeri Jakarta.

Skripsi ini tidak akan terwujud tanpa dukungan berbagai pihak. Dengan segala kerendahan hati, penulis menyampaikan terima kasih yang tulus kepada:

1. Allah SWT, atas segala limpahan rahmat dan karunia-Nya yang tak terhingga.
2. Ibu, Ayah, dan Adik, atas doa, motivasi, dukungan moral dan material, serta cinta kasih yang tak terputus. Kalian adalah sumber inspirasi terbesar.
3. Bapak Rikki Sofyan Rizal, selaku dosen pembimbing, atas bimbingan, arahan, saran, dan waktu yang telah diluangkan dengan sabar dari awal hingga akhir.
4. Teman-teman seperjuangan Nepor, atas kebersamaan, dukungan, dan kenangan tak terlupakan yang menjadi pelita di setiap perjalanan. Semoga tali persahabatan kita senantiasa terjalin erat.
5. Bapak Hendrian Budi Bagus Kuncoro S.T., M,Eng. selaku Ketua Program Studi D4 Teknik Perancangan Jalan dan Jembatan Politeknik Negeri Jakarta
6. Ibu Istiatun, S.T., M.T. selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Jakarta.
7. Seluruh rekan-rekan seperjuangan dari kelas 4 TPJJ2 dan Program Studi D4 – Teknik Perancangan Jalan dan Jembatan, atas kebersamaan, semangat, dan dukungan selama perkuliahan.

Penulis menyadari skripsi ini masih memiliki banyak kekurangan dan jauh dari sempurna. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun sangat penulis harapkan demi perbaikan di masa mendatang.

Akhir kata, semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi ilmu pengetahuan, khususnya di bidang Teknik Perancangan Jalan dan Jembatan, serta bagi pihak-pihak yang membutuhkan.

Depok, 30 Juni 2025

Penulis



DAFTAR ISI

HALAMAN PERSETUJUAN.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS KARYA.....	iv
ABSTRAK.....	vi
ABSTRACT.....	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Perumusan Masalah.....	2
1.3 Pembatasan Masalah.....	2
1.4 Tujuan Penelitian.....	2
1.5 Sistematika penulisan.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.1 Pendahuluan.....	4
2.2 Penelitian Terdahulu.....	4
2.3 Perkerasan Lentur.....	10
2.4 Beton Aspal Campuran Panas.....	10
2.4.1 Agregat.....	11
2.4.2 Aspal.....	11
2.5 Karakteristik Beton Aspal.....	12
2.6 ZTA-RA.....	14
2.7 Sifat Volumetrik Beton aspal.....	15
2.8 Stabilitas Statis.....	16
2.9 Modulus Resilien.....	16
BAB III Metodologi.....	18
3.1 Lokasi Penelitian dan Waktu Penelitian.....	18
3.2 Alat Penelitian.....	19
3.2.1 Alat Uji Agregat.....	19

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 :

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

3.2.2	Alat Uji Aspal.....	19
3.3	Bahan Penelitian.....	20
3.4	Teknik Pengumpulan Data	21
3.5	Tahapan Penelitian	21
3.5.1	Pengujian Material	23
3.5.2	Perancangan Campuran Aspal Beton	34
3.5.3	Uji Marshall	35
3.5.4	UMATTA	39
3.5.5	Jumlah Benda Uji.....	40
BAB IV Hasil dan Pembahasan		42
4.1.	Data pengujian agregat kasar (Screening).....	42
4.1.1.	Berat jenis dan penyerapan air	42
4.1.2.	Kadar Air	43
4.1.3.	Kadar Lumpur	44
4.1.4.	Keausan Los Angeles	45
4.1.5.	Analisa ayak agregat kasar	47
4.1.6.	Pipih Lonjong	48
4.1.7.	Bobot Isi	49
4.2.	Data Pengujian agregat halus (abu batu).....	51
4.2.1	Berat jenis dan penyerapan air	51
4.2.2	Kadar Air Agregat Halus	53
4.2.3	Analisa Ayak	54
4.2.4	<i>Sand Equivalent</i>	55
4.2.5	Kadar Lumpur	56
4.3.	Filler	56
4.4.	Data pengujian aspal pen 60/70	58
4.4.1	Penetrasi	58
4.4.2	Titik lembek	58
4.4.3	Daktilitas	59
4.4.4	Titik nyala	60
4.4.5	Kelarutan dalam trichloroethylene	60
4.4.6	Berat jenis.....	61
4.5.	Perancangan proporsi agregat	62



© 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 mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

4.5.1	Peraencangan Proporsi Agregat Dengan Metode Grafis.....	64
4.5.2	Metode Trial and Error.....	67
4.6.	Perhitungan Kadar Aspal Perkiraan	68
4.7.	Perhitugan Kebutuhan Bahan Penyusun Benda Uji.....	69
4.7.1.	Kebutuhan Benda Uji Marshall I	69
4.7.2.	Kebutuhan Benda Uji Marshall II dan UMATTA.....	70
4.8.	Hasil Pengujian Marshall I.....	71
4.7.1.	Pembuatan sampel Uji Marshall I.....	72
4.7.2.	Hasil parameter Marshall I.....	72
4.7.3.	Rekatupilasi Hasil Pengujian Marshall I.....	80
4.9.	Hasil Pengujian Campuran Aspal Beton dengan Zat ZTA-RA (Marshall II)	81
4.7.1	Pembuatan Sampel Uji Marshall dengan Zat Aditif ZTA-RA.....	81
4.7.2	Hasil Parameter Marshall II	81
4.7.3	Rekapitulasi Pengujian Marshall II.....	89
4.10.	Hasil pengujian UMATTA	90
BAB V	Penutup.....	93
5.1	Kesimpulan	93
5.2	Saran.....	94
DAFTAR PUSTAKA		95
LAMPIRAN		97

**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

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Penelitian Terdahulu	4
Tabel 3. 1 Standar Spesifikasi Pengujian Aspal	23
Tabel 3. 2 Standar Spesifikasi Pengujian Agregat	23
Tabel 3. 3 Metode Pengujian Abrasi dengan Alat Los Angeles	28
Tabel 3. 4 Spesifikasi Gradasi Agregat	34
Tabel 3. 5 Angka Korelasi Stabilitas	39
Tabel 3. 6 Jumlah Benda Uji Pengujian Marshall Tahap 1	40
Tabel 3. 7 Jumlah Benda Uji Pengujian Marshall Tahap 2	41
Tabel 3. 8 Jumlah Benda Uji Pengujian UMATTA	41
Tabel 4. 1 Data Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Kasar	42
Tabel 4. 2 Hasil Perhitungan Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Kasar	43
Tabel 4. 3 Data Pengujian Kadar Air Agregat Kasar	43
Tabel 4. 4 Hasil Perhitungan Kadar Air Agregat Kasar	44
Tabel 4. 5 Pengujian Kadar Lumpur Agregat Kasar	44
Tabel 4. 6 Hasil Perhitungan Kadar Lumpur Agregat Kasar	45
Tabel 4. 7 Berat Benda Uji yang Digunakan	45
Tabel 4. 8 Hasil Pengujian Abrasi dengan Mesin Los Angeles	46
Tabel 4. 9 Hasil Analisa Ayak Agregat Kasar	47
Tabel 4. 10 Pengujian Pipih Lonjong	48
Tabel 4. 11 Data Pengujian Bobot Isi Lepas Agregat Kasar	50
Tabel 4. 12 Perhitungan Bobot Isi Lepas Agregat Kasar	50
Tabel 4. 13 Data Pengujian Bobot Isi Padat Agregat Kasar	50
Tabel 4. 14 Perhitungan Bobot Isi Padat Agregat Kasar	51
Tabel 4. 15 Pengukuran Berat Jenis dan Penyerapan Air	51
Tabel 4. 16 Perhitungan Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Halus	52
Tabel 4. 17 Pengukuran Kadar Air Agregat Halus	53
Tabel 4. 18 Perhitungan Kadar Air Agregat Halus	53
Tabel 4. 19 Hasil analisa ayak halus	54
Tabel 4. 20 Pengukuran Sand Equivalent	55
Tabel 4. 21 Pengukuran Kadar Lumpur Agregat Halus	56
Tabel 4. 22 Perhitungan Kadar Lumpur Agregat Halus	56
Tabel 4. 23 Hasil Analisa Ayak Filler	57



© 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

Tabel 4. 24 Pengukuran Penetrasi Aspal	58
Tabel 4. 25 Hasil Pengujian Titik Lembek	59
Tabel 4. 26 Hasil Pengujian Daktilitas Aspal	59
Tabel 4. 27 Pengujian Titik Nyala	60
Tabel 4. 28 Pengukuran Kadar Trichloroethylene pada Aspal	60
Tabel 4. 29 Hasil Pengujian Kelarutan Trichloroethylene pada Aspal	61
Tabel 4. 30 Pengujian Berat Jenis Aspal	62
Tabel 4. 31 Perhitungan Berat Jenis Aspal	62
Tabel 4. 32 Spesifikasi Gradasi Agregat Gampungan Campuran Aspal Beton Lapisan AC-BC	63
Tabel 4. 33 Gradasi Campuran Agregat dengan Metode Grafis	66
Tabel 4. 34 Proporsi Campuran Agregat Setelah Dilakukan Metode Trial and Error	67
Tabel 4. 35 Kebutuhan Agregat Benda Uji Marshall I	70
Tabel 4. 36 Kebutuhan Agregat Benda Uji Marshall II dan UMATTA	70
Tabel 4. 37 Kebutuhan Zat Aditif Benda Uji Marshall II	71
Tabel 4. 38 Kebutuhan Zat Aditif Benda Uji UMATTA	71
Tabel 4. 39 Variasi Kadar Aspal Benda Uji	72
Tabel 4. 40 Data Pengujian Marshall Campuran Aspal Beton AC – BC	73
Tabel 4. 41 Rekapitulasi Hasil Pengujian Marshall Kadar Aspal Optimum	80
Tabel 4. 42 Variasi Kadar ZTA-RA pada Benda Uji	81
Tabel 4. 43 Data Pengujian Marshall Campuran Aspal Beton AC – BC dengan ZTA-RA	82
Tabel 4. 44 Rekapitulasi Hasil Pengujian Marshall dengan ZTA-RA	89
Tabel 4. 45 Hasil Pengujian UMATTA	90
Tabel 4. 46 Modulus Resilien Pengujian UMATTA	91



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 GAMBAR

Gambar 2. 1 Skematis berbagai jenis rongga beton aspal.....	15
Gambar 2. 2 Pengertian tentang VIM, selimut aspal, aspal yang terabsorpsi.....	16
Gambar 3. 1 Diagram Alir.....	22
Gambar 4. 1 Distribusi agregat kasar.....	48
Gambar 4. 2 Grafik Distribusi Agregat Halus.....	54
Gambar 4. 3 Grafik Analisa Ayak Filler	57
Gambar 4. 4 Spesifikasi Kurva Batas Gradasi Agregat Gampungan Campuran Aspal Beton Lapisan AC-BC	63
Gambar 4. 5 Hasil Analisa Ayakan Setiap Fraksi Agregat	64
Gambar 4. 6 Metode Grafis : Menentukan Persentase Agregat Kasar.....	65
Gambar 4. 7 Metode Grafis : Menentukan Persentase Agregat Halus.....	65
Gambar 4. 8 Gradasi Campuran Agregat dengan Metode Grafis	66
Gambar 4. 9 Proporsi Campuran Agregat Setelah Dilakukan Metode Trial and Error	68
Gambar 4. 10 Grafik Hubungan Antara % Aspal dengan Stabilitas	74
Gambar 4. 11 Grafik Hubungan Antara % Aspal dengan <i>Flow</i>	75
Gambar 4. 12 Grafik Hubungan Antara % Aspal dengan Rongga Terhadap Agregat atau Voids in Minereal Aggregates (VMA).....	76
Gambar 4. 13 Grafik Hubungan Antara % Kadar aspal dengan Rongga Terhadap Campuran (VIM).....	77
Gambar 4. 14 Grafik Hubungan Antara % Kadar aspal dengan Voids Filled with Bitumen (VFB)	78
Gambar 4. 15 Grafik Hubungan Antara % Kadar aspal dengan Marshall Quotient (MQ).....	79
Gambar 4. 16 Penentuan Kadar Aspal Optimum (KAO).....	80
Gambar 4. 17 Grafik Hubungan Antara % ZTA-RA dengan Nilai Stabilitas	83
Gambar 4. 18 Grafik Hubungan Antara % ZTA-RA dengan <i>Flow</i>	84
Gambar 4. 19 Grafik Hubungan % ZTA-RA dengan Voids in Mineral Aggregate (VMA).....	85
Gambar 4. 20 Grafik Hubungan % ZTA-RA dengan Volume of Interconnected Mineral (VIM).....	86



© 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

Gambar 4. 21 Grafik Hubungan % ZTA-RA dengan Voids Filled with Bitumen (VFB)	87
Gambar 4. 22Grafik Hubungan % ZTA-RA dengan Marshall Quotient (MQ)	88
Gambar 4. 23 Penentuan Kadar Optimum ZTA-RA.....	89
Gambar 4. 24 Hasil Pengujian UMATTA	91





© 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

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Lembar Pernyataan Calon Dosen Pembimbing.....	97
Lampiran 2 Lembar Pengesahan	98
Lampiran 3 Lembar Persetujuan Pembimbing.....	99
Lampiran 4 Lembar Asistensi Dosen Pembimbing.....	101
Lampiran 6 Lebar Bebas Pinjaman dan Urusan Administrasi	103
Lampiran 7 Lembar Asistensi Penguji	104
Lampiran 8 Lembar Persetujuan Penguji.....	106
Lampiran 9 Dokumentasi Penelitian di Laboratorium Politeknik Negeri Jakarta ...	108
Lampiran 10 Dokumentasi Pengujian UMATTA di Labratorium PUSJATAN	109
Lampiran 11 Data Pengujian UMATTA	110



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

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Jalan Tol merupakan jalan bebas hambatan yang direncanakan untuk mengatasi kemacetan lalu lintas dan untuk mempersingkat jarak tempuh. Akan tetapi pada jalan Tol masih banyak hambatan, yang dimaksud hambatan adalah segala bentuk gangguan yang dapat mengurangi kelancaran, keamanan, dan kenyamanan bagi pengguna jalan. Kerusakan pada jalan termasuk salah satu dari hambatan. Jenis perkerasan jalan yang sering digunakan pada jalan Tol yaitu perkerasan lentur. Perkerasan lentur terdiri dari beberapa lapisan, salah satunya adalah *Asphalt Concerete – Binder Course* (AC-BC) yang berfungsi sebagai lapis antara yang menahan dan mendistribusikan beban lalu lintas ke lapisan di bawahnya (Sukirman, 2016). Namun, seiring meningkatnya volume kendaraan serta kondisi suhu yang ekstrem. Campuran aspal beton sering mengalami kerusakan seperti, *rutting* dan deformasi permanen. Hal ini menuntut adanya pembaruan yang ditujukan sebagai peningkatan kualitas campuran aspal beton agar lebih tahan lama dan berkinerja tinggi.

Salah satu upaya untuk meningkatkan kinerja campuran aspal beton adalah dengan menambahkan zat aditif seperti ZTA-RA kedalam campuran aspal beton. ZTA-RA merupakan zat aditif yang dapat meningkatkan sifat sifat campuran aspal beton dan diharapkan dapat meningkatkan stabilitas marshall dan modulus, sehingga menghasilkan campuran aspal yang lebih elastis, kuat dan tahan lama. Pengujian marshall menunjukan kekuatan campuran dalam menahan beban statis, sementara itu modulus resilien menunjukan kemampuan campuran untuk kembali ke bentuk semula setelah mengalami beban dinamis. Kedua pengujian ini sangat penting untuk memastikan bahwa campuran aspal beton dapat menahan beban lalu lintas yang berulang dan perubahan cuaca yang ekstrem.

Berdasarkan latar belakang tersebut penelitian ini dilakukan untuk mengkaji campuran aspal beton dengan penambahan zat aditif ZTA-RA untuk meningkatkan kinerja campuran aspal beton. Dengan demikian penulis tertarik untuk melakukan penelitian yang berjudul “Kajian karakteristik marshall dan modulus resilien campuran beton beraspal (AC-BC) dengan tambahan ZTA-RA”

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

Berdasarkan permasalahan yang ada, maka dapat dirumuskan permasalahan sebagai berikut :

1. Bagaimana karakteristik campuran aspal beton lapisan AC-BC dengan penambahan zat aditif ZTA-RA berdasarkan spesifikasi umum yang berlaku
2. Berapa persentase kadar optimum untuk penambahan zat aditif ZTA-RA terhadap campuran aspal beton lapisan AC-BC
3. Bagaimana modulus resilien campuran aspal beton lapisan AC-BC dengan penambahan ZTA-RA

1.3 Pembatasan Masalah

Dalam penelitian ini, fokus utama adalah pada pengaruh penambahan zat additive ZTA – RA terhadap kinerja campuran aspal beton lapisan AC – BC. Untuk memastikan penelitian berjalan terarah dan mencapai tujuan yang diharapkan, diperlukan batasan-batasan masalah sebagai berikut :

1. Menggunakan campuran aspal panas
2. Penelitian dilakukan menggunakan aspal penetrasi 60/70
3. Lapisan aspal beton AC-BC
4. Kadar zat aditif ZTA-RA yang digunakan 0,3%, 0,55%, 0,8% terhadap persentase campuran beton aspal.
5. Menggunakan metode drymix
6. Pengujian karakteristik campuran aspal beton yang digunakan adalah pengujian marshall

1.4 Tujuan Penelitian

1. Menentukan karakteristik marshall campuran aspal beton (AC-BC) dengan tambahan zat aditif ZTA-RA
2. Menentukan presentase kadar optimum dari zat aditif ZTA-RA terhadap campuran aspal beton lapisan AC-BC.
3. Menentukan modulus resilien campuran aspal beton (AC-BC)



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

1.5 Sistematika penulisan

Sistematika penulisan skripsi ini disusun berdasarkan pedoman penulisan skripsi. Adapun sistematika yang digunakan terdiri dari 5 (lima) bab, yaitu :

1. BAB I PENDAHULUAN

Pada bab ini berisi Gambaran umum mengenai permasalahan yang akan dibahas. Terdiri atas lima sub-bab, berupa latar belakang ,rumusan masalah,pembatasan masalah, tujuan penelitian,manfaat penelitian dan sistematika penulisan

2. BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini membahas teori, konsep dan penelitian terdahulu yang relevan dengan topik penelitian. Tinjauan menjadi dasar untuk membangun kerangka pemikiran

3. BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini menjelaskan metodologi penelitian yang mencakup lokasi penelitian,diagram alir,pengujian yang dilakukan, alat dan bahan. Dalam penelitian ini terdiri dari data primer yang diperoleh langsung dari hasil pengujian labolatorium.

4. BAB IV DATA DAN PEMBAHASAN

Bab ini menyajikan data-data dari hasil penelitian dan dianalisis secara mendalam untuk menjawab permasalahan yang telah diajukan dalam tugas akhir.

5. BAB V PENUTUP

Bab ini menyajikan rangkuman dari seluruh pembahasan dalam tugas akhir. Kesimpulan yang disajikan adalah jawaban dari permasalahan yang telah diajukan di awal penelitian.

BAB V PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan analisis yang telah dilakukan mengenai kajian karakteristik Marshall dan Modulus Resilien campuran beton beraspal (AC-BC) dengan tambahan zat aditif ZTA-RA, maka dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Penambahan zat aditif ZTA-RA memengaruhi karakteristik Marshall campuran aspal beton AC-BC berdasarkan hasil pengujian Marshall pada kadar aspal Optimum 5,52%. Stabilitas campuran control (0% ZTA-RA) adalah 1292,80 Kg. Dengan penambahan ZTA-RA, nilai stabilitas menunjukkan peningkatan yang signifikan dibandingkan campuran control. Pada konsentrasi 0,3% ZTA-RA, stabilitas meningkat menjadi 1304,17. Pada konsentrasi 0,55%, stabilitas kembali meningkat menjadi 1353,42 Kg. Peningkatan paling signifikan terjadi pada konsentrasi 0,8% ZTA-RA, dimana nilai stabilitas mencapai puncaknya yaitu 2009,39 Kg, menunjukkan peningkatan sekitar 55,4% dibandingkan campuran kontrol. Nilai *flow* campuran kontrol (0% ZTA-RA) sebesar 4,30 mm tidak memenuhi spesifikasi (rentang 2,0 – 4,0 mm). Penambahan zat aditif ZTA-RA pada konsentrasi 0,3% (3,98 mm), 0,55% (3,69 mm), dan 0,8% (3,99 mm) ZTA-RA, nilai *flow* memenuhi spesifikasi (minimal 14,0%). Semua nilai VFB pada berbagai konsentrasi ZTA-RA memenuhi spesifikasi (minimal 65%). Nilai M_q meningkat konsisten dengan penambahan ZTA-RA, mencapai puncaknya pada 0,8% ZTA-RA dengan nilai 507,40 Kg/mm.
2. Persentase Kadar Optimum dari Zat Aditif ZTA-RA terhadap Campuran Aspal Beton Lapisan AC-BC. Berdasarkan pengujian terhadap karakteristik Marshall, persentase kadar optimum zat aditif ZTA-RA terhadap campuran aspal beton lapisan AC-BC adalah 0,5% dari berat campuran. Konsentrasi ini dianggap optimum karena mampu memberikan peningkatan stabilitas Marshall yang signifikan, menjaga parameter volumetrik tetap dalam spesifikasi.
3. Modulus Resilien Campuran Aspal Beton Lapisan AC-BC dengan Penambahan ZTA-RA. Modulus Resilien (M_r) campuran aspal beton AC-BC dipengaruhi secara signifikan oleh penambahan ZTA-RA dan suhu pengujian. Pada suhu 25°C, nilai M_r tertinggi diperoleh pada konsentrasi 0,8% ZTA-RA sebesar 5694,53 MPa.

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 mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Sementara itu, pada suhu 40°C, nilai Mr tertinggi juga tercapai pada konsentrasi 0,8% ZTA-RA sebesar 2032.43 MPa. Penambahan ZTA-RA, khususnya pada konsentrasi 0,55% dan 0,8%, mampu mengurangi sensitivitas campuran terhadap perubahan suhu. Penambahan zat aditif ini juga menambah kekakuan pada campuran aspal beton. Hal ini terlihat dari penurunan nilai Mr yang relatif lebih kecil dibandingkan campuran kontrol (0% ZTA-RA) saat suhu meningkat dari 25°C ke 40°C

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, berikut adalah beberapa saran untuk penelitian selanjutnya:

1. Melakukan pengujian kinerja selanjutnya seperti fatigue test atau wheel tracking test untuk mengkonfirmasi ketahanan lelah dan ketahanan deformasi permanen campuran dengan aditif ZTA-RA.
2. Melakukan analisis biaya-manfaat untuk penggunaan ZTA-RA, membandingkan peningkatan kinerja dengan biaya tambahan yang dikeluarkan.
3. Berdasarkan hasil peningkatan karakteristik Marshall dan Modulus Resilien, aditif ZTA-RA memiliki potensi untuk mempertimbangkan sebagai material tambahan dalam campuran aspal beton AC-BC guna meningkatkan kinerja perkerasan jalan, terutama di area dengan beban lalu lintas tinggi.



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

- Al-Tuwayyij, H., Al-Mukaram, N., & Musa, S. S. (2023). Impact of Plastic Waste on The Volumetric Characteristics and Resilient Modulus of Asphalt Concrete. *Civil Engineering Journal (Iran)*, 9(4), 915–926. <https://doi.org/10.28991/CEJ-2023-09-04-012>
- Alwi, S., & Sudibyo, A. (2020). *THE EFFECT OF USING POLYETHYLENE TEREPHTHALATE IN ASPHALT MIXTURE AC-WC FOR MARSHALL CHARACTERISTIC. 1.*
- Audia Balqis, T. (2020). *ANALISIS MODULUS RESILIEN CAMPURAN LAPIS AUS ASPAL MODIFIKASI DENGAN SERBUK BAN BEKAS MENGGUNAKAN ALAT UMATTA.*
- Candro Purba, L., & Permana, W. E. (2020). ANALISIS KARAKTERISTIK ASPAL DENGAN PENCAMPURAN LIMBAH BOTOL PLASTIK PADA ASPAL AC-BC DENGAN METODE MARSHALL. *Sigma Teknika*, 3(2), 208–214.
- Carlina, S., Subagio, B. S., & Kusumawati, A. (2019). The Performance of Warm Mix for the Asphalt Concrete - Wearing Course (AC-WC) Using the Asphalt Pen 60/70 and the Sasobit® Additives. *Jurnal Teknik Sipil*, 26(1), 11–16. <https://doi.org/10.5614/jts.2019.26.1.2>
- Firda, A., Djohan, B., Jimmyanto, H., & Febrianty, D. (2022). *Pengaruh Penambahan Plastik (Polyethylene Terephtalate) Pada Campuran AC-WC Terhadap Karakteristik Marshall.*
- Jhon, F., Sitorus, P., Subagio, G. W., Pratika, D., & Putrianti, R. (2021). *Karakteristik Modulus Resilien Pada Campuran Aspal Menggunakan Agregat Batok Kelapa.* <http://ejournal.um-sorong.ac.id/index.php/rancangbangun>
- Kemerntrian Pekerjaan Umum. (2016). *Spesifikasi Perkerasan Aspal.*
- Pribadi, G., & Luthfir Rahman, R. (2023). *Analisis Subtitusi Limbah Plastik (LDPE) terhadap Karakteristik Marshall Pada Campuran Laston AC-WC (Vol. 05, Nomor 2).*
- Read, J., & Whiteoak, D. (1990). *The Shell Bitumen Handbook.*
- Road-Tech, Z. B. (t.t.). *Application Technical Guide of ZTA-RA Asphalt Additive.* www.zhongtianluye.com
- Speight, J. G. (2015). *Modern Asphalt Pavement Technology.* Butterworth-Heinemann.
- Sukirman, S. (2016). *Beton Aspal Campuran Panas.*
- Sumiati, Mahmuda, & Syapawi. (2019). *Perkerasan Aspal Beton (AC-BC) Limbah Plastik HDPE yang Tahan Terhadap Cuaca Ekstrem.*



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

Susilowati, A., & Wiyono, E. (2021). *PEMANFAATAN LIMBAH PLASTIK SEBAGAI BAHAN TAMBAH PADA BETON ASPAL CAMPURAN PANAS*.

Susilowati, A., Wiyono, E., Teknik Sipil, J., & Negeri Jakarta Jl Jl Siwabessy Kampus Baru, P. G. (21M). *PEMANFAATAN LIMBAH PLASTIK SEBAGAI BAHAN TAMBAH PADA BETON ASPAL CAMPURAN PANAS*.

The Asphalt Institute. (2015). *Asphalt mix design methods*. Asphalt Institute.

Tio Purnomo, A., Dwi Cahyono, A., Widyatmoko, D., & Al Hasbi, N. (2024). *Peningkatan Kualitas Aspal Dalam Konstruksi Jalan*.

Wijayanti, A., & Radam, I. F. (2021). *Pengaruh Penambahan Limbah Plastik Terhadap Karakteristik Campuran Aspal AC - WC*.

Wiwoho Mudjanarko, S., & Arthur Daniel Limantara, dan. (2019). *STUDI PENGGUNAAN VARIASI CAMPURAN MATERIAL PLASTIK JENIS HIGH DENSITY POLYETHYLENE (HDPE) PADA CAMPURAN BERASPAL UNTUK LAPIS AUS AC-WC (ASPHALT CONCRETE WEARING COURSE)*. 8(2).

Yiluo, Z., & Ning, L. (2020). Research on applicability of anti-rutting agent ly to different asphalt mixtures. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 587(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/587/1/012029>

Yofianti, D. (2019). Deformasi Permanen dan Modulus Resilien Campuran AC-BC Modified Menggunakan Aspal Multigrade. *Review*, 7(2), 60–68.

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**