UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Pengaruh Aspal Modifikasi Bio-Oil Tandan Kosong Kelapa Sawit (Tkks) Pada Ketahanan Terhadap Deformasi Permanen (Rutting) Campuran AC-WC
WILHELMUS G. G. KALOGO LEBA, Ir. Latif Budi Suparma, M.Sc., Ph.D.;Taqia Rahman, S.T., M.Sc., Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL ..... **i**
HALAMAN PERSETUJUAN ..... **ii**
HALAMAN PENGESAHAN ..... **iii**
HALAMAN PERNYATAAN ..... **iv**
KATA PENGANTAR ..... **v**
DAFTAR ISI ..... **vi**
DAFTAR TABEL ..... **ix**
DAFTAR GAMBAR ..... **x**
INTISARI ..... **xi**
ABSTRACT ..... **xii**
BAB I **1**
PENDAHULUAN **1**
1.1 Latar Belakang 1
1.2 Rumusan Masalah 3
1.3 Tujuan Penelitian 4
1.4 Batasan Masalah 4
1.5 Manfaat Penelitian 4
BAB II **6**
TINJAUAN PUSTAKA **6**
2.1 Beton Aspal 6
2.1.1 Metode perancangan campuran beton aspal 6
2.1.2 Karakteristik campuran beton aspal 7
2.1.3 Pencampuran dan pemadatan campuran beton aspal 9
2.2 Bahan Penyusun AC-WC 14
2.2.1 Agregat 14
2.2.2 Aspal 16
2.3 *Bio-Oil* 17
2.4 Penyebab Kerusakan Perkerasan Aspal 18
2.5 Kebaruan Penelitian 19
BAB III **24**
LANDASAN TEORI **24**
3.1 Perkerasan Jalan 24
3.1.1 Perkerasan lentur 24
3.1.2 Lapisan permukaan (*surface course*) 24
3.1.3 Lapisan pondasi atas (*base course)* 25
3.1.4 Lapisan pondasi bawah (*subbase course)* 25
3.1.5 Lapisan tanah dasar (*subgrade)* 25
3.2 Beton Aspal 26
3.3 Campuran Beton Aspal 26
3.3.1 Syarat mutu agregat 27
3.3.2 Aspal 31
3.4 *Bio-Oil* 32
3.5 Lapis Aspal Beton (*LASTON*) 32
a. Gradasi agregat gabungan 33
c. Pengujian Marshall 34
3.6 Rancangan Campuran Beton Aspal Metode Marshall 35
3.7 Campuran AC-WC (*Asphalt Concrete Wearing Course*) 36
3.8 Uraian Singkat Metode Marshall Test 38

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Pengaruh Aspal Modifikasi Bio-Oil Tandan Kosong Kelapa Sawit (Tkks) Pada Ketahanan Terhadap Deformasi Permanen (Rutting) Campuran AC-WC
WILHELMUS G. G. KALOGO LEBA, Ir. Latif Budi Suparma, M.Sc., Ph.D.;Taqia Rahman, S.T., M.Sc., Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

3.8.1 Parameter Marshall 39
3.8.2 Perencanaan campuran dengan metode Marshall 41
3.8.3 Hubungan antara kadar aspal dengan parameter *Marshall* 41
3.8.4 Parameter dan formula perhitungan 41
BAB IV 48
METODE PENELITIAN 48
4.1 Tinjauan Umum 48
4.1.1 Lokasi penelitian 48
4.2 Bagan Alur Penelitian 48
4.3 Bahan dan Peralatan Penelitian 51
5.3.1 Bahan penelitian 51
4.3.2 Peralatan penelitian 51
4.4 Pengujian Material 52
4.4.1 Pengujian sifat fisik agregat 52
4.4.2 Pengujian sifat fisik aspal 53
4.4.3 Gradasi campuran agregat rencana 53
4.4.4 Kadar Aspal Rencana dan Variasi *Bio-oil* Tandan Kosong Kelapa Sawit 55
4.4.5 Rancangan Jumlah Kebutuhan Benda Uji 55
4.4.6 Pembuatan Benda Uji Untuk Pengujian Marshall 55
4.4.7 Pengujian Marshall 56
4.4.8 Analisis pengujian ketahanan rutting 56
4.4.9 Analisis sampel inti (*coring)* 57
4.4.10 Analisis pengujian stabilitas Marshall sisa 58
4.4.11 Analisis Pengujian *Indirect tensile strength* (ITS) 59
BAB V 62
HASIL DAN PEMBAHASAN 62
5.1 Hasil Pengujian Bahan 62
5.1.1 Pengujian sifat fisik agregat 62
5.1.2 Aspal 63
5.1.3 Hasil pengujian karakteristik aspal modifikasi pen 60/70 dan *bio-oil* tkks 64
5.2 Perancangan Campuran *Asphalt Concrete – Wearing Course* 65
5.2.1. Penentuan kadar aspal rencana 65
5.2.2. Hasil pengujian marshall modifikasi bio-oil tkks 0%, 5%, 10%, 15% 65
5.3 Penentuan Kadar Aspal Optimum (KAO) 67
5.4 Pengaruh Bio-oil TKKS terhadap Karakteristik Marshall 68
5.4.1 Pengaruh *Bio-Oil* TKKS terhadap Stabilitas Marshall 69
5.4.2 Pengaruh *Bio-Oil* TKKS terhadap Kelelehan (*Flow*) 70
5.4.3 Pengaruh *Bio-Oil* TKKS terhadap *Void In Mineral Aggregate* (VMA) 71
5.4.4 Pengaruh *Bio-Oil* TKKS terhadap *Void In Mix* (VIM) 73
5.4.5 Pengaruh *Bio-Oil* TKKS terhadap *Void Filled With Asphalt* (VFA) 74
5.5 Analisis Hasil Pengujian Nilai *Retained Marshall Stability* (RMS) 75
5.6 Pengujian Ketahanan Alur (*Rutting*) *Bio-oil* TKKS 79
5.6.1 *Rut Depth* (Kedalaman deformasi permanen) 80
5.6.2 Stabilitas Dinamis (*Dynamic Stability*) 84
5.7 Hasil Pengujian Ketahanan *Moisture Damage* 87
5.8 Karakteristik volumetrik spesimen inti (core) 87
5.9 Hasil Pengujian Inti (*Core*) Nilai Retained Marshall Stability (RMS) 89
5.10 Hasil Pengujian *Indirect Tensile Strength* (ITS) dan *Tensile Strength Ratio* (TSR) dan benda inti (core) 92

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Pengaruh Aspal Modifikasi Bio-Oil Tandan Kosong Kelapa Sawit (Tkks) Pada Ketahanan Terhadap Deformasi Permanen (Rutting) Campuran AC-WC
WILHELMUS G. G. KALOGO LEBA, Ir. Latif Budi Suparma, M.Sc., Ph.D.;Taqia Rahman, S.T., M.Sc., Ph.D.
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

5.11 Hasil pengujian *Tensile Strength Ratio* (TSR) 95
5.12 Hasil pengujian TSR dan RMS 97
5.13 Penentuan Kadar Optimum *Bio-oil* TKKS pada Campuran AC-WC 99
BAB VI 101
KESIMPULAN DAN SARAN 101
6.1 Kesimpulan 101
6.2 Saran 102
DAFTAR PUSTAKA 104