TUGAS AKHIR

ANALISIS TEGANGAN-REGANGAN STRUKTUR BETON ASPAL DENGAN LIMBAH AMPAS KOPI SEBAGAI AGREGAT HALUS

Diajukan guna melengkapi persyaratan untuk memenuhi gelar Sarjana Teknik
di Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik,
Universitas Muhammadiyah Yogyakarta

Alif Gufran

20200110208

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA

2024

HALAMAN PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama	:	Alif Gufran
NIM	:	20200110191
Judul	:	Analisis Tegangan dan Regangan Struktur Beton Aspal dengan Limbah Ampas Kopi sebagai Agregat Halus

Dengan sungguh-sungguh saya menyatakan bahwa Tugas Akhir ini adalah hasil karya sendiri. Jika ada karya orang lain yang saya kutip, maka saya akan mencantumkan sumbernya dengan jelas. Jika suatu saat terungkap ketidakbenaran dalam pernyataan ini, saya bersedia menerima konsekuensi sesuai dengan aturan yang berlaku. Pernyataan ini saya buat tanpa adanya tekanan dari pihak manapun.

Yogyakarta, 17 Juli 2024

Yang membuat pernyataan

Alif Gufran

HALAMAN PERSEMBAHAN

Alhamdulillahi Rabbil'Alamin, puji syukur atas kehadirat Allah Swt. atas rahmat dan karunia-Nya sehingga Tugas Akhir ini dapat terselesaikan dengan tepat waktu. Sholawat serta salam semoga selalu tercurahkan kepada Nabi Muhammad saw. Puji syukur berkat doa dari keluarga dan kerabat Tugas Akhir ini dapat terselesaikan dengan baik. Untuk itu Tugas Akhir ini saya persembahkan untuk :

1. Bapak dan Ibu saya yang telah membesarkan dengan penuh kasih sayang dan mendidik dari hingga sekarang serta memberikan dukungan dalam bentuk materi maupun moril selama ini.
2. Kepada saudara kandung saya serta keluarga yang selalu mendukung dan mendoakan saya.
3. Bapak Ir. Dian M. Setiawan, S.T., M.Sc., Ph.D., A.M.ASCE. yang telah membimbing dalam penyusunan Tugas Akhir.
4. Teman-teman Satgas Percepatan TA 2024 yang selalu mendukung dan membantu penelitian di laboratorium serta penyusunan Tugas Akhir.
5. Teman-teman yang telah mendukung secara moril.
6. Semua pihak yang terlibat dalam penyusunan skripsi.

PRAKATA

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَٰنِ الرَّحِيمِ

Assalamu'alaikum warahmatullahi wabarakatuh

Segala puji hanya milik Allah Swt. yang selalu melimpahkan rahmat serta hidayah-Nya, sehingga Tugas Akhir ini dapat diselesaikan dengan tepat waktu. Sholawat dan salam semoga selalu tercurahkan kepada Rasulullah saw beserta keluarga dan para sahabatnya.

Tugas Akhir ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.

Penyusun menghadapi banyak rintangan dalam proses penyusunan Tugas Akhir ini, namun dengan bimbingan dan dorongan dari berbagai pihak akhirnya dapat terselesaikan dengan baik. Melalui kesempatan ini, penyusun mengucapkan rasa terima kasih atas kerja sama, bimbingan, dan dukungan selama ini kepada:

1. Ir. Puji Harsanto, S.T., M.T., Ph.D selaku Ketua Progaram Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
2. Ir. Dian M. Setiawan, S.T., M.Sc., Ph.D., A.M.ASCE. selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir atas arahan dan bimbingan yang berharga selamaproses penelitian dan penyusunan Tugas Akhir.
3. Ir. Anita Rahmawati, S.T., M.Sc. selaku Dosen Penguji Tugas Akhir.
4. Bapak dan Ibu saya yang telah memberikan dukungan dalam bentuk materi maupun moril selama ini.
5. Teman-teman Satgas Percepatan TA 2024 yang selalu mendukung dan membantu penelitian di laboratorium serta penyusunan Tugas Akhir.
6. Semua pihak yang terlibat dalam penyusunan skripsi.

Akhirnya, setelah berikhtiar dengan maksimal dan diiringi doa untuk menyelesaikan Tugas akhir ini, hanya kepada Allah swt. semua dikembalikan.

Wassalamu'alaikum warahmatullahi wabarakatuh.

Yogyakarta, 17 Juli 2024

Penyusun

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR iii
HALAMAN PERNYATAAN iv
HALAMAN PERSEMBAHAN v
PRAKATA vi
DAFTAR ISI vii
DAFTAR TABEL ix
DAFTAR GAMBAR xi
DAFTAR LAMPIRAN xiii
DAFTAR SINGKATAN xiv
ABSTRAK xv
BAB I PENDAHULUAN 1
1.1 Latar Belakang 1
1.2 Tujuan Penelitian 2
1.3 Manfaat Penelitian 2
1.4 Rumusan Masalah 2
1.5 Batasan Masalah 3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI 4
2.1 Tinjauan Pustaka 4
2.1.1 Penelitian Terdahulu 4
2.1.2 Perbedaan Dengan Penelitian Terdahulu 7
2.2 Dasar Teori 10
2.2.1 Perkerasan Lentur 10
2.2.2 Beton Aspal 11
2.2.3 Agregat 13
2.2.4 Pengganti Agregat Halus 16
2.2.5 Aspal 16
2.2.6 Pengujian *Marshall* 17
2.2.7 Modulus Elastisitas 20
2.2.8 KENPAVE 23
BAB III METODE PENELITIAN 26
3.1 *Flow Chart* 26

3.2 Bahan dan Materi 29
3.3 Alat 30
3.4 Lokasi Penelitian 37
3.5 Tahapan Penelitian 37
3.5.1 Persiapan 37
3.5.2 Pemeriksaan Material 37
3.5.3 Pengolahan Ampas Kopi sebagai Pengganti Agregat Halus 40
3.5.4 *Mix Design* (Perencanaan Campuran) 40
3.5.5 Pembuatan Benda Uji 42
3.5.6 Pengujian *Marshall* 42
3.5.7 Perhitungan Modulus Elastisitas 43
3.5.8 Program *KENPAVE* 43
3.6 Analisis Data 44
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN 45
4.1 Hasil Pengujian Material 45
4.1.1 Hasil Pengujian Aspal 45
4.1.2 Hasil Pengujian Agregat dan Ampas Kopi 46
4.2 Hasil Pengujian Pengujian *Marshall* 47
4.2.1 Hasil Pengujian *Marshall* untuk Mencari KAO 47
4.2.2 Hasil Pengujian *Marshall* dengan Ampas Kopi sebagai Pengganti 55
4.3 Hasil Perhitungan Analisis Modulus Elastisitas 63
4.4 Hasil Analisa Menggunakan Program *KENPAVE* 64
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN 68
5.1 Kesimpulan 68
5.2 Saran 69
DAFTAR PUSTAKA 70
LAMPIRAN 73

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Perbandingan dengan Penelitian Terdahulu..... 7
Tabel 2.2 Ketentuan Agregat Kasar (Bina Marga 2018) 14
Tabel 2.3 Ketentuan Agregat Halus (Bina Marga 2018) 15
Tabel 2.4 Ketentuan *Filler* (Bina Marga 2018) 15
Tabel 2.5 Gradasi Agregat Gabungan Laston (Bina Marga, 2018) 15
Tabel 2.6 Ketentuan untuk Aspal (Bina Marga, 2018) 17
Tabel 2.7 Ketentuan Sifat-Sifat Campuran Laston (Bina Marga, 2018) 20
Tabel 2.8 Nilai Modulus Elastisitas Berdasarkan Jenis Material (Huang, 2004) . 21
Tabel 2.9 Korelasi Stabilitas dan Modulus Elastisitas 22
Tabel 2.10 Nilai *Poisson Ratio* Sesuai Jenis Material (Huang, 2004) 24
Tabel 3.1 Jumlah Sampel Menggunakan Ampas Kopi 41
Tabel 3.2 Jumlah Sampel Untuk Mencari Nilai KAO 41
Tabel 3.3 Kebutuhan Agregat Setiap Saringan 41
Tabel 4.1 Hasil Pengujian Aspal 45
Tabel 4.2 Hasil Pengujian Agregat Kasar 46
Tabel 4.3 Hasil Pengujian Agregat Halus 47
Tabel 4.4 Hasil Pengujian Ampas Kopi sebagai Agregat Halus..... 47
Tabel 4.5 Hasil Pengujian *Marshall* Untuk Mencari KAO 48
Tabel 4.6 Hasil Pengujian *Density* Campuran Aspal 48
Tabel 4.7 Hasil Pengujian VFA Campuran Aspal 49
Tabel 4.8 Hasil Pengujian VIM Campuran Aspal 50
Tabel 4.9 Hasil Pengujian VMA Campuran Aspal 51
Tabel 4.10 Hasil Pengujian Stabilitas Campuran Aspal 52
Tabel 4.11 Hasil Pengujian *Flow* Campuran aspal 53
Tabel 4.12 Hasil Pengujian *Marshall Quotient* Campuran Aspal..... 54
Tabel 4.13 Penentuan Nilai Kadar Aspal Optimum..... 55
Tabel 4.14 Hasil Pengujian *Marshall* dengan Campuran Ampas Kopi 56
Tabel 4.15 Hasil Pengujian *Density* pada Campuran Ampas Kopi 56
Tabel 4.16 Hasil Pengujian VFA pada Campuran Ampas Kopi..... 57
Tabel 4.17 Hasil Pengujian VIM pada Campuran Ampas Kopi 58
Tabel 4.18 Hasil Pengujian VMA pada Campuran Ampas Kopi 59
Tabel 4.19 Hasil Pengujian Stabilitas pada Campuran Ampas Kopi..... 60
Tabel 4.20 Hasil Pengujian *Flow* pada Campuran Ampas Kopi 61

Tabel 4.21 Hasil Pengujian *Marshall Quotient* pada Campuran Ampas Kopi 62
Tabel 4.22 Hasil Analisis Modulus Elastisitas Aspal Beton 63
Tabel 4.23 Data pada Menu *General* 65
Tabel 4.24 Data pada Menu *Layer* 65
Tabel 4.25 Data pada Menu *Moduli* 65
Tabel 4.26 Data pada Menu *Load* 65
Tabel 4.27 Respon Koordinat X dan Y 66
Tabel 4.28 Data pada Menu *Damage* 66
Tabel 4.29 Nilai ESAL 66
Tabel 4.30 Nilai Nf dan Nd 67
Tabel 4.31 Umur Perkarasan Jalan 67

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Distribusi Beban Perkerasan Lentur dan Kaku 11
Gambar 2. 2 Grafik Korelasi antara Stabilitas dan Modulus Elastisitas 21
Gambar 3.1 Bagan Alir Penelitian 26
Gambar 3.2 Bagan Alir Program *KENPAVE* 28
Gambar 3.3 Aspal 29
Gambar 3.4 Agregat Kasar 29
Gambar 3.5 Agregat Halus 30
Gambar 3.6 Ampas Kopi 30
Gambar 3.7 *Sieve Shaker* 30
Gambar 3.8 Saringan 31
Gambar 3.9 Timbangan 31
Gambar 3.10 Oven 32
Gambar 3.11 Alat Uji Daktilitas 32
Gambar 3.12 Mesin *Los Angeles* 33
Gambar 3.13 Penetrometer 33
Gambar 3.14 Alat Uji Titik Lembek 34
Gambar 3.15 *Manual Asphalt Compactor* 34
Gambar 3.16 Alat *Extruder* 34
Gambar 3.17 Kompor 35
Gambar 3.18 Cetakan Benda Uji 35
Gambar 3.19 *Thermogun* 35
Gambar 3.20 Alat Uji *Marshall* 36
Gambar 3.21 *Water Bath* 36
Gambar 3.22 Kaliper 37
Gambar 4.1 Grafik Hubungan Kadar Aspal dan *Density* 49
Gambar 4.2 Grafik Hubungan Kadar Aspal dan VFA 50
Gambar 4.3 Grafik Hubungan Kadar Aspal dan VIM 51
Gambar 4.4 Grafik Hubungan Kadar Aspal dan VMA 52
Gambar 4.5 Grafik Hubungan Stabilitas dan Kadar Aspal 53
Gambar 4.6 Grafik Hubungan Kadar Aspal dan *Flow* 54
Gambar 4.7 Grafik Hubungan Kadar Aspal dan MQ 55
Gambar 4.8 Grafik Hubungan Kadar Ampas Kopi dan *Density* 57
Gambar 4.9 Grafik Hubungan Kadar Ampas Kopi dan VFA 58

Gambar 4.10 Grafik Hubungan Kadar Ampas Kopi dan VIM 59
Gambar 4.11 Grafik Hubungan Kadar Ampas Kopi dan VMA..... 60
Gambar 4.12 Grafik Hubungan Kadar Ampas Kopi dan Stabilitas 61
Gambar 4.13 Grafik Hubungan Kadar Ampas Kopi dan *Flow*..... 62
Gambar 4.14 Grafik Hubungan Kadar Ampas Kopi dan MQ 63
Gambar 4.15 Lapisan Perkerasan Lentur 64

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Pengujian Penetrasi Aspal 73
Lampiran 2. Titik Lembek Aspal 74
Lampiran 3. Berat Jenis Aspal 75
Lampiran 4.Kehilangan Berat Minyak 77
Lampiran 5. Daktalitas 78
Lampiran 6. Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Kasar 79
Lampiran 7. Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Halus 81
Lampiran 8. Berat Jenis dan Penyerapan Air Ampas Kopi 83
Lampiran 9. Keausan Agregat 85
Lampiran 10. Kelekatan Agregat 86
Lampiran 11. *Mix Design* 87
Lampiran 12. Pengujian Marshall 89

DAFTAR SINGKATAN

AC-WC	: *Asphalt Concrete - Wearing Course*
AC-BC	: *Asphalt Concrete - Binder Course*
AC-Base	: *Asphalt Concrete-Base*
VMA	: *Void in Mineral Aggregate*
VFB	: *Void Filled Asphalt*
VIM	: *Void in Mix*
MQ	: *Marshall Quotient*
KAO	: Kadar Aspal Optimum
SSD	: *Saturated Surface Dry*
mm	: Milimeter
cc	: Centimeter Cubic