

**TUGAS AKHIR**

**MODIFIKASI STRUKTUR LAPISAN BALAS DENGAN  
CAMPURAN 2% ASPAL PENETRASI 60/70 DAN VARIASI  
JUMLAH CAMPURAN**

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



**Disusun oleh:**

**Bayu Adithya Widyanto**

**20150110214**

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA**

**2019**

**LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR**  
*APPROVAL SHEET*

Judul : Modifikasi Struktur Lapisan Balas dengan Campuran 2%  
*Title Asphalt Penetrasi 60/70 dan Variasi Jumlah Campuran*  
*Modification of Ballast Layer Structure with a Mixture of 2%*  
*Asphalt Penetration 60/70 and Mixed Amount Variation*


Mahasiswa : Bayu Adithya Widyanto  
*Student*

Nomor Mahasiswa : 20150110214  
*Student ID.*


Dosen Pembimbing : Dian Setiawan M, S.T., M.Sc.  
*Advisors*

Telah disetujui oleh Tim Penguji :  
*Approved by the Committee on Oral Examination*

Dian Setiawan M, S.T., M.Sc.  
Ketua Tim Penguji  
*Chair*

  
Yogyakarta, 29 Mei

Anita Rahmawati, S.T., M.Sc.  
Anggota Tim Penguji  
*Member*

  
Yogyakarta, 24 Juni 2019

Diterima dan disetujui sebagai persyaratan untuk memenuhi gelar Sarjana Teknik  
*Accepted in partial fulfillment of the requirements for the degree of Bachelor of Engineering*

Ketua Program Studi  
*Head of Department*



Puji Harsanto, S.T., M.T., Ph.D.  
NIK: 19740607 201404 123 064

## HALAMAN PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Bayu Adithya Widyanto  
NIM : 20150110214  
Judul : Modifikasi Struktur Lapisan Balas dengan Campuran 2%  
Aspal Penetrasi 60/70 dan Variasi Jumlah Campuran

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa Tugas Akhir ini merupakan karya saya sendiri. Apabila terdapat karya orang lain yang saya kutip, maka saya akan mencantumkan sumber secara jelas. Jika dikemudian hari ditemukan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi dengan aturan yang berlaku. Demikian pernyataan ini saya buat tanpa ada paksaan dari pihak mana pun.

Yogyakarta, 23 Mei 2019

Yang membuat pernyataan



Bayu Adithya Widyanto

## HALAMAN PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Bayu Adithya Widyanto  
NIM : 20150110214  
Judul : Modifikasi Struktur Lapisan Balas dengan Campuran  
2% Aspal Penetrasi 60/70 dan Variasi Jumlah  
Campuran

Menyatakan bahwa tugas akhir ini merupakan bagian dari penelitian payung dosen pembimbing yang berjudul “Modifikasi Struktur Lapisan Balas dengan Campuran 2% Aspal Penetrasi 60/70 dan Variasi Jumlah Campuran” dan didanai melalui skema hibah Penelitian Batch I Program Peningkatan Tri Dharma Perguruan Tinggi oleh LP3M Universitas Muhamadiyah Yogyakarta Tahun Anggaran 2018/2019 dengan nomor hibah 194/SK-LP3M/XII/2018

Yogyakarta, Mei 2019

Penulis,



Bayu Adithya Widyanto

Dosen Peneliti,

Handwritten signature in blue ink.

Dian Setiawan M, S.T., M.Sc.

## **HALAMAN PERSEMBAHAN**

Tugas Akhir ini dipersembahkan untuk:

Tuhan Semesta Alam

**Allah SWT**

Mama & Papa

**Widona Asria & Bambang Kristyanto**

Adik

**Sadewa Yudithya Widyanto**

Seluruh Keluarga dan Kerabat

**Nenek, Kakek, Om, Tante, Sepupu**

*Jck* Jogja

**Agung, Balo, Ilham, Okky, Rakhes**

semoga ini menjadi motivasi buat kalian semua

Yang Sekarang Masih Pacar

**Afrilya Sharisetya Anwar S.T**

## PRAKATA



*Assalamu 'alaikum warahmatullahi wabarakatuh*

Segala puji bagi Allah SWT Yang Menguasai segala sesuatu, Sholawat dan salam selalu tercurahkan kepada Rasulullah SAW beserta keluarga dan sahabat-sahabatnya.

Tugas akhir ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Yogyakarta. Penelitian ini ditujukan untuk menganalisis karakteristik campuran aspal terhadap nilai modulus elastisitas dan kemampuan mengalirkan air pada lapisan balas bersih dan balas kotor.

Selama penyusunan Tugas Akhir ini penyusun mendapat bantuan, bimbingan, dan dorongan dari berbagai pihak sehingga dapat terselesaikan dengan baik. Penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih atas dukungan dari berbagai pihak yakni kepada:

1. Bapak Puji Harsanto, S.T., M.T., Ph.D. selaku ketua program studi.
2. Bapak Dian Setiawan M, S.T., M.Sc. selaku dosen pembimbing yang tealh memberikan arahan selama proses penyelesaian tugas akhir.
3. Kedua Orang Tua, adik, dan seluruh keluarga yang selalu memberikan motivasi dan doa selama belajar dan menyelesaikan tugas akhir ini.
4. Keluarga Sipil E 2015 terutama Bobby, BayuNA, dan Mas Osep yang berperan penting dalam proses penelitian tugas akhir ini.

Akhirnya, setelah segala kemampuan dan doa untuk menyelesaikan tugas akhir ini hanya kepada Allah SWT semua dikembalikan.

*Wallahu a'lam bi Showab.*

*Wassalamu 'alaikum warahmatullahi wabarakatuh.*

Yogyakarta, 2019

Penulis

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL .....	i
LEMBAR PENGESAHAN.....	iii
HALAMAN PERNYATAAN .....	iv
HALAMAN PERNYATAAN .....	v
HALAMAN PERSEMBAHAN.....	vi
PRAKATA .....	vii
DAFTAR ISI .....	viii
DAFTAR TABEL .....	x
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiii
DAFTAR SIMBOL DAN SINGKATAN.....	xiv
DAFTAR ISTILAH.....	xv
ABSTRAK .....	xvi
<i>ABSTRACT</i> .....	xvii
BAB I. PENDAHULUAN .....	1
1.1. Latar Belakang .....	1
1.2. Rumusan Masalah.....	2
1.3. Lingkup Penelitian.....	2
1.4. Tujuan Penelitian.....	3
1.5. Manfaat Penelitian.....	3
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI .....	4
2.1. Tinjauan Pustaka .....	4
2.2. Dasar Teori.....	8
2.2.1. Balas .....	8
2.2.2. Aspal.....	11
2.2.3. Uji Tekan.....	11
2.2.4. Modulus Elastisitas.....	12
BAB III. METODE PENELITIAN .....	14
3.1. Bagan Alir Penelitian.....	14
3.2. Peralatan dan Material .....	15

3.2.1.	Peralatan.....	15
3.2.2.	Material .....	19
3.3.	Tahapan Penelitian.....	20
3.3.1.	Studi Pustaka .....	20
3.3.2.	Penentuan Campuran Benda Uji .....	21
3.3.3.	Persiapan dan Pemeriksaan Spesifikasi Material .....	21
3.3.4.	Pembuatan Benda Uji .....	23
3.3.5.	Pengujian Tekan .....	30
3.3.6.	Analisis Nilai Abrasi.....	31
3.3.7.	Analisis Data Hasil Pengujian.....	32
BAB IV. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN .....		33
4.1.	Hasil Pemeriksaan Spesifikasi Material.....	33
4.1.1.	Agregat.....	33
4.1.2.	Aspal .....	35
4.2.	Analisis Berat Benda Uji.....	35
4.3.	Analisis Deformasi Vertikal.....	36
4.4.	Analisis Modulus Elastisitas .....	40
4.5.	Analisis Nilai Abrasi Material.....	47
BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN.....		49
5.1.	Kesimpulan.....	49
5.2.	Saran .....	51
DAFTAR PUSTAKA .....		52
LAMPIRAN .....		54



## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Persyaratan Gradasi Untuk Material Balas (Rosyidi, 2015).....	8
Tabel 2.2 Pengujian Fisik dan Mekanik Untuk Material Balas (Rosyidi, 2015) ....	9
Tabel 2.3 Persyaratan Aspal Penetrasi 60/70 (Kementrian PU, 2010).....	11
Tabel 3.1 Penentuan Campuran Benda Uji .....	21
Tabel 4.1 Hasil Pemeriksaan Material Agregat.....	33
Tabel 4.2 Hasil Analisis Saringan .....	34
Tabel 4.3 Hasil Pemeriksaan Material Aspal .....	35
Tabel 4.4 Benda Uji Penelitian.....	35
Tabel 4.5 Berat Benda Uji.....	36
Tabel 4.6 Nilai Deformasi Vertikal .....	37
Tabel 4.7 Perubahan Nilai Deformasi Vertikal .....	38
Tabel 4.8 Tegangan dan Regangan Maksimal .....	40
Tabel 4.9 Nilai Modulus Elastisitas Siklus 1 .....	45
Tabel 4.10 Nilai Modulus Elastisitas Siklus 2 .....	46
Tabel 4.11 Perubahan Nilai Modulus Elastisitas.....	46

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Grafik Modulus Elastisitas (Sehonanda et al., 2013) .....	12
Gambar 3.1 Bagan Alir Penelitian.....	14
Gambar 3.2 Oven Agregat .....	15
Gambar 3.3 Oven Aspal.....	15
Gambar 3.4 Nampan Logam .....	16
Gambar 3.5 Timbangan.....	16
Gambar 3.6 Teko .....	17
Gambar 3.7 Cetakan Benda Uji.....	17
Gambar 3.8 Penumbuk Manual.....	18
Gambar 3.9 Plat Alas Tumbukan .....	18
Gambar 3.10 Plat Pembebanan.....	19
Gambar 3.11 <i>Micro-computer Universal Testing Machine</i> .....	19
Gambar 3.12 Material Agregat.....	20
Gambar 3.13 Material Aspal .....	20
Gambar 3.14 Pengovenan Agregat.....	22
Gambar 3.15 Pengovenan Aspal .....	22
Gambar 3.16 Proses Penumbukan .....	23
Gambar 3.17 Balas Bersih.....	24
Gambar 3.18 Balas Kotor.....	24
Gambar 3.19 Balas Bersih dan Aspal 2% 1 Lapis.....	25
Gambar 3.20 Balas Kotor dan Aspal 2% 1 Lapis.....	25
Gambar 3.21 Penimbangan Benda Uji.....	25
Gambar 3.22 Balas Bersih Lapis 1/3 .....	26
Gambar 3.23 Balas Kotor Lapis 1/3 .....	26
Gambar 3.24 Penuangan Aspal .....	27
Gambar 3.25 Balas Bersih Lapis 2/3 .....	27
Gambar 3.26 Balas Kotor Lapis 2/3 .....	27
Gambar 3.27 Balas Bersih dan Aspal Lapis 2/3.....	28
Gambar 3.28 Balas Kotor dan Aspal Lapis 2/3.....	28
Gambar 3.29 Balas Bersih Lapis 3/3 .....	28

Gambar 3.30 Balas Kotor Lapis 3/3 .....	29
Gambar 3.31 Balas Bersih dan Aspal 2% 3 Lapis.....	29
Gambar 3.32 Balas Kotor dan Aspal 2% 3 Lapis.....	29
Gambar 3.33 Peletakkan Benda Uji.....	30
Gambar 3.34 Pembongkaran Benda Uji .....	31
Gambar 3.35 Agregat Lolos Saringan ¾” .....	31
Gambar 4.1 Gradasi Material Agregat.....	34
Gambar 4.2 Kurva Hubungan Tegangan dan Deformasi Vertikal Siklus 1.....	37
Gambar 4.3 Kurva Hubungan Tegangan dan Deformasi Vertikal Siklus 2.....	38
Gambar 4.4 Kurva Hubungan Tegangan dan Regangan Siklus 1 .....	41
Gambar 4. 5 Kurva Hubungan Tegangan dan Regangan Siklus 2 .....	41
Gambar 4.6 Penarikan Garis <i>Trendline</i> BB .....	42
Gambar 4.7 Penarikan Garis <i>Trendline</i> BK .....	43
Gambar 4.8 Penarikan Garis <i>Trendline</i> BB1 .....	43
Gambar 4.9 Penarikan Garis <i>Trendline</i> BK1 .....	44
Gambar 4.10 Penarikan Garis <i>Trendline</i> BB3.....	44
Gambar 4.11 Penarikan Garis <i>Trendline</i> BK3 .....	45
Gambar 4.12 Hasil Analisis Nilai Abrasi.....	47

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Data Hasil Pemeriksaan Material Agregat .....	54
Lampiran 2. Data Hasil Pemeriksaan Material Aspal.....	56
Lampiran 3. Karakteristik Campuran Benda Uji.....	58
Lampiran 4. Hasil Pengujian Tekan .....	59

## DAFTAR SIMBOL DAN SINGKATAN

Simbol	Dimensi	Keterangan
$A$	$\text{mm}^2$	Luas penampang
$\sigma$	MPa	Tegangan akibat pembebanan
$\varepsilon$	%	Regangan akibat pembebanan
$E$	MPa	Modulus elastisitas
$\Delta$	mm	Perubahan panjang/tinggi
$H_o$	mm	Panjang/tinggi awal
$S_d$	-	Berat jenis curah kering
$S_s$	-	Berat jenis jenuh kering permukaan
$S_a$	-	Berat jenis semu
$S_w$	-	Penyerapan air
SNI	-	Standar Nasional Indonesia
<i>UTM</i>	-	<i>Universal Testing Machine</i>

## DAFTAR ISTILAH

1. Abrasi  
Perubahan fisik agregat yang mengalami pengikisan (aus) akibat proses pengujian laboratorium.
2. Agregat  
Material granular seperti pasir, krikil, dan batu pecah.
3. Aspal  
Bahan ikat campuran yang terbuat dari olahan minyak bumi.
4. Balas  
Batuan dengan ukuran dan jenis tertentu yang tersusun sebagai lapisan struktur pada bagian jalan rel.
5. Deformasi vertikal  
Perubahan bentuk searah vertikal dari suatu benda.
6. Durabilitas  
Ketahanan suatu bahan/campuran dalam waktu tertentu tanpa mengalami kerusakan.
7. Gradasi  
Distribusi ukuran butir material/bahan.
8. Modulus elastisitas  
Angka yang digunakan untuk mengukur sifat elastis dari suatu bahan/campuran ketika diberi gaya/beban.
9. Regangan  
Perbandingan dari perubahan wujud suatu benda sebelum dan sesudah diberikan gaya/beban.
10. Tegangan  
Perbandingan antara gaya yang diberikan dengan luasan penampang suatu benda yang menerima gaya tersebut.