

TUGAS AKHIR

**PERILAKU MEKANIS STRUKTUR LAPISAN BALAS
KONVENSIONAL DENGAN MODIFIKASI 4% ASPAL
PENETRASI 60/70**

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



Disusun oleh:

Bayu Nur Abadi

20150110223

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA
2019**

HALAMAN PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Bayu Nur Abadi

NIM : 20150110223

Judul : Perilaku Mekanis Struktur Lapisan Balas Konvensional
dengan Modifikasi 4% Aspal Penetrasi 60/70

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, 2019

Yang membuat pernyataan



Bayu Nur Abadi

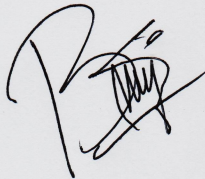
HALAMAN PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Bayu Nur Abadi
NIM : 20150110223
Judul : Perilaku Mekanis Struktur Lapisan Balas Konvensional
terhadap Modifikasi 4% Aspal Penetrasi 60/70

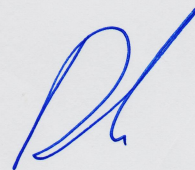
Menyatakan bahwa tugas akhir yang penulis tulis merupakan bagian dari penelitian payung dosen pembimbing yang berjudul "Perilaku Mekanis Struktur Lapisan Balas Konvensional terhadap Modifikasi 4% Aspal Penetrasi 60/70" dan didanai melalui skema hibah dari Multi Disiplin Lembaga Penelitian, Publikasi & Pengabdian Masyarakat Universitas Muhammadiyah Yogyakarta pada tahun 2019 dengan nomor hibah 194/SK-LP3M/XII/2018.

Penulis,



Bayu Nur Abadi

Yogyakarta, *ymeri* 2019
Dosen Peneliti.



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

HALAMAN PERSEMBAHAN

Tugas Akhir ini dipersembahkan untuk:

الله

Allah Subhanahu wata'ala

Tuhan semesta alam yang telah memberikan saya begitu banyak kenikmatan sebagai muslim dan manusia.

Rosulullah Muhammad Salallahu 'alaihi wa salam

Utusan Allah yang membawa manusiamenuju ke masa yang lebih baik dan pemberi syafaat di yaumul akhir

Ibu dan Bapak

Harti Mulyani & Agus Salim

Orang tuaku tersayang yang selalu memberikan segala bentuk dukungan baik secara moral dan moril.

Saudariku

Ummi zakiyyah

Adik perempuanku satu-satunya yang sangat penulis sayangi.

Keluarga Yogyakarta

Mbah Maskun, Mas Leo Andhika Krisnawan, Mbak Antik Dwi

Sumarhayati, Dafid Richi dan Adi kresna Kencana

Keluargaku yang telah banyak membantu penulis sejak awal masa kuliah hingga saat ini.

Sahabatku

Sadiyo Squad dan 08

Alfian, Agung, Shindo, Daus, Syahid, Dzaki, Raka, dan Billy

Wisnu, Norma, dan Ningrum

Saudara seperjuangan selama penulis berproses menjadi manusia yang lebih baik selama masa kuliah.

Teman-teman

Kelas E 2015, Keluarga Teknik Sipil 2015 dan Keluarga besar

HMS UMY

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 mengetahui nilai prediksi dari drainase verikal yang terjadi selama perbaikan tanah pada proyek Landasan Pacu.

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. Puji Harsanto, S.T., M.T., Ph.D., selaku ketua program studi Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
2. Dian Setiawan. M, S.T., M.Sc., selaku dosen pembimbing yang telah memberikan motivasi dan arahan selama proses penyelesaian tugas akhir ini,
3. Bapak Agus Salim, Ibu Harti Mulyani dan Ummi Zakiyyah selaku keluarga yang selalu memberikan dukungan secara moral maupun materil sehingga laporan tugas akhir ini dapat selesai.
4. Osep Saefulloh, Bayu Adithya W, dan Bobby Ariyanto selaku partner tugas akhir saya yang telah banyak membantu baik di laboratorium maupun dalam pengerjaan laporan.

Akhirnya, setelah segala kemampuan dicurahkan serta diiringi dengan 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.....	ix
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiv
DAFTAR SINGKATAN	xv
DAFTAR ISTILAH	xvi
ABSTRAK	xvii
<i>ABSTRACT</i>	xviii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah.....	2
1.3. Batasan Penelitian.....	3
1.4. Tujuan Penelitian	3
1.5. Manfaat Penelitian	4
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI	5
2.1. Tinjauan Pustaka dan Penelitian Terdahulu	5
2.2. Dasar Teori	7
2.2.1. Lapisan Balas	7
2.2.2. Aspal	13
2.2.3. Kuat Tekan dan Deformasi Vertikal	15
2.2.4. Modulus Elastisitas	15
2.2.5. Stabilisasi Lapisan Balas.....	17
2.2.6. Abrasi Lapisan Balas.....	17
BAB III. METODE PENELITIAN.....	19
3.1. Studi Pustaka	19
3.2. Metode Penelitian Eksperimental	19
3.3. Tahapan Penelitian Eksperimental	19

3.3.	Benda Uji.....	21
3.4.	Alat dan Bahan	22
3.4.1	Alat.....	22
3.4.2.	Bahan	24
3.5.	Pembuatan Benda Uji.....	26
3.5.1.	Balas Bersih dan Kotor	26
3.5.2	Balas Bersih dan Kotor dengan Kadar Aspal 4%	30
4.6.	Pengujian Abrasi.....	33
3.7.	Analisis hasil Pembebanan	34
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN.....		35
4.1.	Hasil Penelitian.....	35
4.1.1.	Balas	35
4.1.2.	Aspal Penetrasi 60/70.....	37
4.2.	Pembahasan	37
4.2.1.	Berat Benda Uji.....	37
4.2.2.	Analisis Kuat Tekan dan Deformasi Vertikal	38
4.2.3.	Analisis Modulus Elastisitas	41
4.2.4.	Analisis Abrasi Benda Uji.....	49
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....		51
5.1.	Kesimpulan.....	51
5.2.	Saran	52
DAFTAR PUSTAKA		53
LAMPIRAN.....		55

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Persyaratan Gradasi untuk Material Balas (Rosyidi, 2016).....	9
Tabel 2.2 Pengujian Sifat Fisis dan Mekanis Agregat	9
Tabel 2.3 Berat Contoh Uji Minimum untuk Tiap Ukuran Nominal Maksimum Agregat (BSN, 2008a)	10
Tabel 2.4 Ketentuan Berat Kering Minimum Benda Uji (BSN, 1996).....	11
Tabel 2.5 Daftar Gradasi dan Berat Benda Uji (BSN, 2008b).....	12
Tabel 2.6 Persyaratan Aspal Penetrasi 60/70 (Kementrian Pekerjaan Umum, 2010).....	13
Tabel 2.7 Penetrasi Aspal 60/70 (BSN, 2011a)	14
Tabel 3.1 Jenis Benda Uji.....	21
Tabel 3.2 Persyaratan Gradasi untuk Material Balas (Rosyidi, 2016).....	25
Tabel 3.3 Jenis Benda Uji	26
Tabel 4.1 Hasil Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Agregat.....	35
Tabel 4.2 Hasil analisis dan persyaratan gradasi	35
Tabel 4.3 Hasil keausan agregat dan persyaratannya.....	36
Tabel 4.4 Hasil pengujian sifat fisis agregat kasar.....	36
Tabel 4.5 Hasil Pengujian Sifat Fisis dan Mekanis Aspal Penetrasi 60/70	37
Tabel 4.6 Karakteristik Benda Uji	37
Tabel 4.7 Nilai Kuat Tekan dan Deformasi Vertikal Pengujian Tahap 1 dan 2 ...	38
Tabel 4.8 Hasil Persentase Perbandingan Nilai Deformasi Vertikal Pengujian 1 dan Pengujian 2	40
Tabel 4.9 Nilai Regangan Tiap Benda Uji	42
Tabel 4.10 Nilai Regangan Tiap Benda Uji	42
Tabel 4.11 Nilai Modulus Elastisitas Pengujian Tahap 1	47
Tabel 4.12 Nilai Modulus Elastisitas Pengujian Tahap 2	47
Tabel 4. 13 Hasil Persentase Kenaikan Nilai Modulus Elastisitas.....	47

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 (a,b) <i>Stabilisasi Hot Mix Asphalt (HMA)</i> , (c) <i>Polyurethane Stabilized Ballast (PSB)</i> , (d) <i>Bitumen Stabilized Ballast (BSB)</i> (D'Angelo dkk, 2016).....	5
Gambar 2.2 Struktur Lapisan Balas pada Konstruksi Jalan Rel (Rosyidi, 2016) ...	8
Gambar 2.3 Skematik Diagram antara Tegangan – Regangan (Sehonanda dkk, 2013).....	17
Gambar 3.1 Bagan Alir Penelitian	20
Gambar 3.2 Balas <i>Box</i>	22
Gambar 3.3 Plat Penahan	22
Gambar 3.4 Penumbuk Manual.....	23
Gambar 3.5 Plat Penumbuk.....	23
Gambar 3.6 Alat Uji Tekan <i>Universal Testing Machine (UTM) Hung Ta 9501</i> ..	24
Gambar 3.7 Agregat Kasar.....	24
Gambar 3.8 Aspal Penetrasi 60/70.....	25
Gambar 3.9 Pencucian Agregat Kasar Untuk Benda Uji Balas Bersih.....	27
Gambar 3.10 Pengovenan Material Balas.....	27
Gambar 3.11 (a) Lapisan 1 Balas, (b) Lapisan 2 Balas, (c) Lapisan 3 Balas.....	28
Gambar 3.12 Proses Pemasatan Lapisan Balas	28
Gambar 3.13 (a) Benda Uji Balas Kotor, (b) Benda Uji Balas Bersih.....	29
Gambar 3.14 Plat Pembebanan	29
Gambar 3.15 Benda Uji yang Akan Ditekan	30
Gambar 3.16 Lapisan Agregat Kasar	31
Gambar 3.17 Proses Pemasatan Lapisan Balas	31
Gambar 3.18 Penuangan Aspal.....	32
Gambar 3.19 Balas Kotor + Aspal 4% (a) Balas Bersih Aspal 4% (b).....	32
Gambar 3.20 Perletakan Plat Pembebanan	33
Gambar 3.21 Benda Uji yang Ditekan	33
Gambar 3.22 Pembongkaran Benda Uji.....	34
Gambar 3.23 Material abrasi lolos saringan no $\frac{3}{4}$ “.....	34
Gambar 4.1 Grafik gradasi agregat.....	36

Gambar 4.2 Perbandingan Nilai Kuat Tekan dan Deformasi Vertikal Pengujian Tahap 1	39
Gambar 4.3 Perbandingan Nilai Kuat Tekan dan Deformasi Vertikal Pengujian Tahap 2	39
Gambar 4.4 Grafik Perbandingan Hubungan Nilai Tegangan (σ) Dan Regangan (ϵ) Pengujian Tahap 1	43
Gambar 4.5 Grafik Perbandingan Hubungan Nilai Tegangan (σ) dan Regangan (ϵ) Pengujian Tahap 2	43
Gambar 4. 6 Hasil Garis Trendline Pada Benda Uji BB dari Hasil Pengujian Tahap 1 dan 2	44
Gambar 4.7 Hasil Garis Trendline pada Benda Uji BK dari Hasil Pengujian Tahap 1 dan 2	45
Gambar 4.8 Hasil Garis Trendline dada Benda Uji BB 4% 1 Lapis dari Hasil Pengujian Tahap 1 dan 2	45
Gambar 4.9 Hasil Garis Trendline pada Benda Uji BB 4% 3 Lapis dari Hasil Pengujian Tahap 1 dan 2	45
Gambar 4.10 Hasil Garis Trendline pada Benda Uji BK 4% 1 Lapis dari Hasil Pengujian Tahap 1 dan 2	46
Gambar 4.11 Hasil Garis Trendline pada Benda Uji BK 4% 3 Lapis dari Hasil Pengujian Tahap 1 dan 2	46
Gambar 4.12 Persentase Nilai Abrasi Benda Uji	49

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Data hasil pengujian material balas dan aspal	55
Lampiran 2. Data dan hasil pengujian benda uji	58
Lampiran 3. Dokumentasi Pengujian	67

DAFTAR SINGKATAN

Simbol	Satuan	Keterangan
A	$[\text{mm}^2]$	Luas Penampang
E	MPa	Modulus Elastisitas
ε	%	Regangan
σ	KPa	Tegangan
ΔH	mm	Perubahan Tinggi Benda Uji
H_0	mm	Tinggi Awal Benda Uji
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
UTM	-	<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
Batuhan dengan ukuran dan jenis tertentu yang tersusun sebagai lapisan struktur pada bagian jalan rel.
5. Deformasi vertikal
Perubahan bentuk searah vertikal dari suatu benda akibat gaya yang diberikan.
6. Gradasi
Distribusi ukuran butir material/bahan.
7. Modulus elastisitas
Angka yang digunakan untuk mengukur sifat elastis dari suatu bahan/campuran ketika diberi gaya/beban.
8. Regangan
Perbandingan dari perubahan wujud suatu benda sebelum dan sesudah diberikan gaya/beban.
9. Tegangan
Perbandingan antara gaya yang diberikan dengan luasan penampang suatu benda yang menerima gaya tersebut.