

**TUGAS AKHIR**

**PERBANDINGAN NILAI MODULUS ELASTISITAS PADA  
MODIFIKASI LAPISAN BALAS DENGAN CAMPURAN  
KARET BEKAS DAN ASPAL**

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



**Disusun oleh:**

**Egi Maulidyanto**

**20140110163**

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

**2019**

## LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR

### APPROVAL SHEET

Judul : Perbandingan Nilai Modulus Elastisitas Pada Modifikasi  
*Title* : Lapisan Balas Dengan Campuran Karet Bekas dan Aspal  
*The Comparison of Elastic Modulus on Modification of Ballast Layer with Scrap Rubber and Asphalt Mixture.*

Mahasiswa : Egi Maulidyanto  
*Student*

Nomor Mahasiswa : 20140110163  
*Student ID.*

Dosen Pembimbing : 1. Sri Atmaja P. Rosyidi, S.T., M.Sc.Eng., Ph.D., P.Eng.  
*Advisors* : 2. Dian Setiawan M, S.T., M.Sc.

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

Sri Atmaja P. Rosyidi, S.T., M.Sc.Eng., Ph.D. P.Eng. :  
Ketua Tim Penguji  
*Chair*

Yogyakarta, 13/05/2019

Dian Setiawan M, S.T., M.Sc.  
Sekretaris/Anggota Tim Penguji  
*Member*

Yogyakarta, 13.05.2019

Emil Adly, S.T., M.Eng.  
Anggota Tim Penguji  
*Member*

Yogyakarta, 13/05/2019

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 PERSEMBAHAN**

Alhamdulillah Hirobbil Alamin, segala puji bagi Allah SWT yang tiadaandingannya. Dengan rasa bangga dan bahagia, Tugas Akhir ini kupersembahkan kepada.

1. Kedua orangtuaku, Alm. Bapak Sunaryoto dan Ibu Sarjiyem yang selalu mendoakan dan memberikan dukungan yang tak ternilai, yang selalu menjadi motivasi saya sehingga dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini.
2. Kakak ku tersayang, Riyan Pratiwi yang selalu mengingatkan ku untuk segera menyelesaikan Tugas Akhir ini.
3. Seluruh keluarga besar ku yang telah mendukung dan memberikan semangat.
4. Bapak Sri Atmaja P. Rosyidi dan Bapak Dian Setiawan. M Atas segala ilmu, motivasi, dan bimbingannya yang sangat bermanfaat selama proses pengerjaan penelitian Tugas Akhir ini hingga tuntas.
5. Sahabat “Tim Kereta Api UMY 2018” Nusa, Nawang, Fariz, Aura, Fauzan, Adis, dan Vivi. Maafkan jika masih banyak kekurangan pada diri saya selama mengerjakan Tugas Akhir ini.
6. Saudara kontrakan tampan Irsan, Yusuf, Aby, Robby dan Nugroho.
7. Kepada seluruh rekan-rekan Teknik Sipil UMY yang tak bisa saya sebutkan satu-persatu terimakasih atas kerjasamanya selama masa perkuliahan.
8. Dan terakhir untuk Dikau yang selalu ku selipkan dalam doa.

## HALAMAN PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Egi Maulidyanto  
NIM : 20140110163  
Judul : Perbandingan Nilai Modulus Elastisitas Pada  
Modifikasi Lapisan Balas Dengan Campuran Karet  
Bekas dan Aspal

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, 13 Mei.... 2019

Yang membuat pernyataan



Egi Maulidyanto

## HALAMAN PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Egi Maulidyanto  
NIM : 20140110163  
Judul : Perbandingan Nilai Modulus Elastisitas Pada Modifikasi  
Lapisan Balas Dengan Campuran Karet Bekas dan Aspal

Menyatakan bahwa tugas akhir ini merupakan bagian dari penelitian payung dosen pembimbing yang berjudul “Perbandingan Nilai Modulus Elastisitas Pada Modifikasi Lapisan Balas Dengan Campuran Karet Bekas dan Aspal” dan didanai melalui skema hibah Multi Disiplin pada tahun 2018 oleh LP3M Universitas Muhammadiyah Yogyakarta Tahun Anggaran 2017/2018 dengan nomor hibah 151.S/SK-LP3M/III/2018.

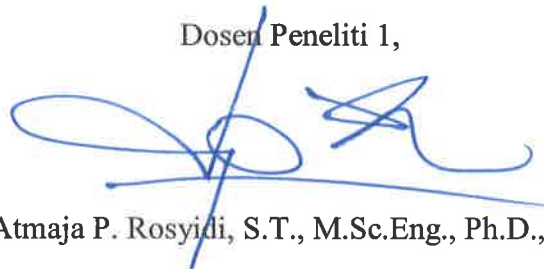
Yogyakarta, .....2019

Penulis,



Egi Maulidyanto

Dosen Peneliti 1,



Sri Atmaja P. Rosyidi, S.T., M.Sc.Eng., Ph.D., P.Eng.

Dosen Peneliti 2,



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

## 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 pengaruh penambahan gradasi karet bekas dan aspal terhadap nilai modulus elastisitas lapisan balas.

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.
2. Sri Atmaja P. Rosyidi, S.T., M.Sc.Eng., Ph.D. dan Dian Setiawan M, S.T., M.Sc. selaku dosen pembimbing yang telah memberikan arahan selama proses penyelesaian tugas akhir.
3. Kedua Orang Tua dan Kakak yang selalu memberikan semangat, do'a dan arahan selama proses penyelesaian tugas akhir ini.

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

JUDUL .....	i
LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR .....	iii
HALAMAN PERNYATAAN .....	iv
HALAMAN PERSEMBAHAN .....	vi
PRAKATA .....	vii
DAFTAR ISI .....	viii
DAFTAR TABEL .....	x
DAFTAR GAMBAR .....	xi
DAFTAR LAMPIRAN .....	xii
DAFTAR SINGKATAN .....	xiii
DAFTAR ISTILAH .....	xiv
ABSTRAK .....	xv
<i>ABSTRACT</i> .....	xvi
BAB I. PENDAHULUAN .....	1
1.1. Latar Belakang .....	1
1.2. Rumusan Masalah .....	2
1.3. Tujuan Penelitian .....	3
1.4. Batasan Masalah .....	3
1.5. Manfaat Penelitian .....	3
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI .....	4
2.1. Tinjauan Pustaka .....	4
2.2. Landasan Teori .....	7
2.2.1. Balas .....	6
2.2.2. Karet Bekas .....	9
2.2.3. Aspal .....	10
2.2.4. Modulus Elastisitas .....	12
2.2.5. Analisis Abrasi Material .....	13
2.2.6. Deformasi Vertikal .....	13
BAB III METODE PENELITIAN .....	14
3.1. Tahapan Penelitian .....	14
3.2. Alat dan Bahan .....	16
3.2.1. Alat .....	16
3.2.2. Bahan .....	18

3.3. Benda Uji.....	20
3.3.1. Desain Campuran.....	20
3.3.2. Pembuatan Benda Uji.....	21
3.4. Pengujian Kuat Tekan.....	23
3.5. Analisis Data.....	24
<b>BAB IV. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>26</b>
4.1. Hasil Penelitian.....	26
4.1.1. Material Balas.....	26
4.1.2. Material Karet Bekas.....	28
4.1.3. Material Aspal.....	29
4.2. Pembahasan.....	30
4.2.1. Pengaruh Terhadap Deformasi Vertikal.....	31
4.2.2. Pengaruh Terhadap Modulus Elastisitas.....	32
4.2.3. Pengaruh Terhadap Abrasi Material Balas.....	37
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....</b>	<b>40</b>
5.1. Kesimpulan.....	40
5.2. Saran.....	41
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	<b>42</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>45</b>



## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Persyaratan gradasi untuk material balas .....	7
Tabel 2.2 Persyaratan aspal penetrasi 60/70 .....	10
Tabel 3.1 Hasil pengujian sifat fisis agregat .....	18
Tabel 3.2 Persyaratan gradasi untuk material balas .....	19
Tabel 3.3 Benda uji. ....	20
Tabel 4.1 Hasil pengujian sifat fisis agregat .....	26
Tabel 4.2 Hasil pengujian analisis saringan .....	27
Tabel 4.3 Hasil pengujian analisis saringan .....	28
Tabel 4.4 Hasil pengujian berat jenis karet ban bekas .....	29
Tabel 4.5 Hasil Pengujian sifat-sifat dasar aspal .....	29
Tabel 4.6 Sampel penelitian .....	30
Tabel 4.7 Karakteristik campuran .....	30
Tabel 4.8 Nilai deformasi vertikal dan tegangan .....	32
Tabel 4.9 Nilai tegangan dan regangan .....	33
Tabel 4.10 Nilai modulus elastisitas .....	36

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1 Bagan alir penelitian.....	16
Gambar 3.2 Box cetakan benda uji .....	17
Gambar 3.3 Penumbuk manual .....	17
Gambar 3.4 Alat uji tekan .....	18
Gambar 3.5 Agregat kasar.....	18
Gambar 3.6 Karet bekas dengan berbagai ukuran .....	19
Gambar 3.7 Aspal penetrasi 60/70 .....	20
Gambar 3.8 Material balas .....	21
Gambar 3.9 Material karet bekas .....	22
Gambar 3.10 Aspal penetrasi 60/70 .....	22
Gambar 3.11 Pembuatan benda uji .....	22
Gambar 3.12 Penimbangan benda uji .....	23
Gambar 3.13 Pelat besi landasan dan pelat landasan penekan benda uji.....	23
Gambar 3.14 Benda uji (a) sebelum diuji (b) mulai dilakukan pembebanan.....	24
Gambar 4.1 Gradasi butiran agregat kasar.....	27
Gambar 4.2 Karet bekas dengan berbagai ukuran .....	28
Gambar 4.3 Grafik hubungan antara tegangan dan deformasi.....	31
Gambar 4.4 Grafik hubungan antara tegangan dan regangan .....	33
Gambar 4.5 Grafik hubungan antara tegangan dan regangan pada benda uji 1....	34
Gambar 4.6 Grafik hubungan antara tegangan dan regangan pada benda uji 2....	35
Gambar 4.7 Grafik hubungan antara tegangan dan regangan pada benda uji 3....	35
Gambar 4.8 Distribusi gradasi pada benda uji 1 .....	37
Gambar 4.9 Distribusi gradasi pada benda uji 2 .....	37
Gambar 4.10 Distribusi gradasi pada benda uji 3 .....	38
Gambar 4.11 Grafik sebaran abrasi.....	39

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Data hasil pengujian pada campuran .....	45
Lampiran 2 Data hasil pengujian sifat fisis material.....	48

## DAFTAR SINGKATAN

Simbol	Dimensi	Keterangan
$A$	[mm <sup>2</sup> ]	Luas penampang
$\sigma$	[kPa]	Tegangan akibat pembebanan
$\varepsilon$	[%]	Regangan akibat pembebanan
$E$	[MPa]	Modulus elastisitas
$\Delta H$	[mm]	Perubahan panjang/tinggi
$H_0$	[mm]	Panjang/tinggi awal
$S_d$	[-]	Berat jenis curah kering
$S_{sd}$	[-]	Berat jenis jenuh kering permukaan
$S_a$	[-]	Berat jenis semu
$S_w$	[-]	Penyerapan air
SNI	[-]	Standar Nasional Indonesia

## DAFTAR ISTILAH

1. Agregat  
Material granular seperti pasir, krikil, dan batu pecah.
2. Balas  
Batu dengan ukuran dan jenis tertentu yang tersusun sebagai lapisan struktur pada bagian jalan rel.
3. *Crumb rubber*  
Serbuk karet yang berasal dari olahan limbah ban kendaraan.
4. Deformasi vertikal  
Perubahan bentuk searah vertikal dari suatu benda.
5. Durabilitas  
Ketahanan suatu bahan/campuran dalam waktu tertentu tanpa mengalami kerusakan.
6. Abrasi  
Perubahan fisik agregat yang mengalami pengikisan (aus) akibat proses pengujian laboratorium.
7. Gradasi  
Distribusi ukuran butir material/bahan.
8. Modulus elastisitas  
Nilai 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.
11. Aspal  
Bahan bitumen yang bersifat melekat dan tahan terhadap air.