

**TUGAS AKHIR**

**PENGARUH ASPAL DAN KARET BEKAS BERGRADASI  
TERHADAP NILAI MODULUS ELASTISITAS LAPISAN BALAS**

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



**Disusun oleh:**

**Nusa Perdana Katresna Putra**

**20140110151**

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

**2018**

## HALAMAN PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Nusa Perdana Katresna Putra  
NIM : 20140110151  
Judul : Pengaruh Aspal dan Karet Bekas Bergradasi Terhadap  
Nilai Modulus Elastisitas Lapisan Balas

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, 21 Agustus 2018

Yang membuat pernyataan



Nusa Perdana Katresna Putra

HALAMAN PERNYATAAN

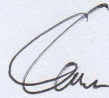
Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Nusa Perdana Katresna Putra  
NIM : 20140110151  
Judul : Pengaruh Aspal dan Karet Bekas Bergradasi Terhadap Nilai  
Modulus Elastisitas Lapisan Balas

Menyatakan bahwa tugas akhir ini merupakan bagian dari penelitian payung dosen pembimbing yang berjudul “Pengaruh Aspal dan Karet Bekas Terhadap Nilai Modulus Elastisitas Lapisan Balas” 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

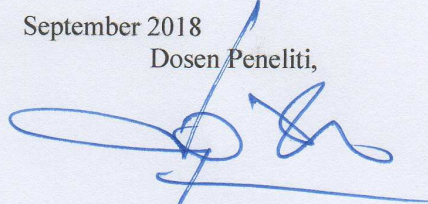
Yogyakarta, September 2018

Penulis,



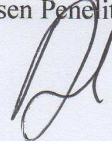
Nusa Perdana Katresna Putra

Dosen Peneliti,



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

Dosen Peneliti 1,



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

## **HALAMAN PERSEMBAHAN**

Alhamdulillah Hirobbil Alamin, segala puji bagi Allah SWT yang tiada tandingannya. Dengan rasa bangga dan bahagia, Tugas Akhir ini kupersembahkan untuk:

Sang Pencipta

**Allah SWT**

Rasulullah

**Nabi Muhammad SAW**

Ibu Bapakku

**Desi Nur At Thohiroh & Wijiyono**

Adik-adikku

**Nadine Ageng Katresna Putra & Melodya Katresna Putri**

Keluarga Besar

**Sumardjiono & Mugiutomo**

Masa Depan

**Nawang Cahya Ratri Nastiti**

## 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 karet bekas dan aspal terhadap nilai modulus elastisitas dan durabilitas material 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. 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.
2. Prof. Agus Setyo Muntohar, S.T., M.Eng.Sc.,Ph.D. selaku ketua program studi.
3. Keluarga Kelas D 2014 yang telah menemani perjuangan selama 4 tahun ini.
4. Nawang, Fariz, Aura, Adis, Fauzan, Robby, Yusuf, Aviani, Egi sebagai keluarga seperjuangan di Tim Kereta Api 2018.
5. Yang telah membantu saya, teman-teman angkatan 2014, asisten Geomatika, asisten Teknologi Bahan, asisten Bahan Perkerasan Jalan, dan asisten Perancangan Jalan, Keluarga Himpunan Mahasiswa Sipil UMY

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, 16 Agustus 2018

Penulis

## DAFTAR ISI

|   |      |
|---|------|
| HALAMAN JUDUL .....                               | ii   |
| LEMBAR PENGESAHAN.....                            | iii  |
| HALAMAN PERNYATAAN .....                          | iv   |
| HALAMAN PERSEMBAHAN.....                          | vi   |
| PRAKATA .....                                     | vii  |
| DAFTAR ISI .....                                  | ix   |
| DAFTAR TABEL .....                                | xi   |
| DAFTAR GAMBAR.....                                | xii  |
| DAFTAR LAMPIRAN.....                              | xiii |
| DAFTAR SINGKATAN .....                            | xiv  |
| DAFTAR ISTILAH.....                               | xv   |
| ABSTRAK .....                                     | xvi  |
| ABSTRACT .....                                    | xvii |
| BAB I PENDAHULUAN.....                            | 1    |
| 1.1. Latar Belakang .....                         | 1    |
| 1.2. Rumusan Masalah.....                         | 3    |
| 1.3. Tujuan Penelitian.....                       | 3    |
| 1.4. Batasan Masalah .....                        | 3    |
| 1.5. Manfaat Penelitian.....                      | 4    |
| BAB II. TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI ..... | 5    |
| 2.1. Tinjauan Pustaka .....                       | 5    |
| 2.2. Landasan Teori .....                         | 8    |
| 2.2.1. Balas .....                                | 8    |
| 2.2.2. Aspal .....                                | 11   |
| 2.2.3. Karet Bekas .....                          | 14   |
| 2.2.4. Modulus Elastisitas.....                   | 15   |
| 2.2.5. Analisis Abrasi Material .....             | 16   |
| 2.2.6. Stabilisasi Lapisan Balas.....             | 16   |
| BAB III METODE PENELITIAN .....                   | 18   |
| 3.1. Tahapan Penelitian.....                      | 18   |
| 3.2. Alat dan Bahan .....                         | 19   |
| 3.2.1. Alat .....                                 | 19   |
| 3.2.2. Bahan .....                                | 21   |

|  |    |
|--|----|
| BAB IV. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN..... | 28 |
| 4.1. Hasil Penelitian.....                   | 28 |
| 4.1.1. Balas .....                           | 28 |
| 4.1.2. Aspal .....                           | 29 |
| 4.1.3. Karet Bekas .....                     | 30 |
| 4.2. Pembahasan.....                         | 32 |
| BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN.....             | 41 |
| 5.1. Kesimpulan.....                         | 41 |
| 5.2. Saran .....                             | 42 |
| DAFTAR PUSTAKA .....                         | 43 |
| LAMPIRAN .....                               | 46 |



## DAFTAR TABEL

|  |    |
|--|----|
| Tabel 2.1 Persyaratan gradasi untuk material balas (Rosyidi, 2015) .....               | 8  |
| Tabel 2.2 Berat contoh uji untuk tiap ukuran agregat (BSN, 2008a) .....                | 9  |
| Tabel 2.3 Ketentuan Berat Kering Minimum Benda Uji (BSN, 1996) .....                   | 11 |
| Tabel 2.4 Persyaratan aspal penetrasi 60/70 (Kementrian Pekerjaan Umum, 2010)<br>..... | 12 |
| Tabel 2.5 Penetrasi aspal 60/70 (BSN, 2011b) .....                                     | 13 |
| Tabel 3.1 Benda uji.....   | 18 |
| Tabel 3.2 Persyaratan gradasi untuk material balas (Rosyidi, 2015) .....               | 22 |
| Tabel 4.1 Hasil pengujian dasar agregat kasar .....                                    | 28 |
| Tabel 4.2 Hasil pengujian gradasi butiran.....   | 29 |
| Tabel 4.3 Hasil pengujian dasar aspal pen. 60/70 .....                                 | 30 |
| Tabel 4. 4 Hasil pengujian analisis saringan karet bekas.....                          | 31 |
| Tabel 4.5 Hasil pengujian dasar berat jenis karet ban bekas.....                       | 32 |
| Tabel 4.6 Sampel penelitian .....  | 32 |
| Tabel 4.7 Karakteristik campuran .....   | 33 |
| Tabel 4.8 Nilai penurunan maksimal.....  | 34 |
| Tabel 4.9 Nilai modulus elastisitas pada masing-masing benda uji .....                 | 40 |

## DAFTAR GAMBAR

|  |    |
|--|----|
| Gambar 2.1 Struktur jalan rel (Rosyidi, 2015).....   | 5  |
| Gambar 2.2 Grafik hubungan tegangan-regangan.....  | 16 |
| Gambar 3.1 Tahapan penelitian.....   | 18 |
| Gambar 3.2 <i>Box</i> cetakan benda uji .....  | 20 |
| Gambar 3.3 Alat uji tekan .....  | 20 |
| Gambar 3.4 Penumbuk manual .....   | 21 |
| Gambar 3.5 Agregat kasar.....  | 21 |
| Gambar 3.6 Aspal .....   | 22 |
| Gambar 3.7 Karet bekas bergradasi.....   | 23 |
| Gambar 3.8 Pembuatan benda uji (a) Material balas (b) material karet bekas (c)<br>proses penumbukan (d) penambahan aspal ..... | 24 |
| Gambar 3.9 Penimbangan benda uji. ....   | 25 |
| Gambar 3.10 Plat besi (a) plat landasan benda uji (b) plat landasan penekan benda<br>uji.....                                  | 26 |
| Gambar 3.11 Benda uji (a) sebelum di uji (b) mulai dilakukan pembebanan (c)<br>yang telah mengalami pembebanan .....           | 26 |
| Gambar 4.1 Gradasi butiran agregat kasar.....  | 29 |
| Gambar 4.2 Aspal .....   | 30 |
| Gambar 4.3 Karet bekas dengan berbagai ukuran.....   | 31 |
| Gambar 4.4 Grafik gradasi karet bekas.....   | 32 |
| Gambar 4.5 Grafik hubungan antara pembebanan dan penurunan .....   | 34 |
| Gambar 4.6 Grafik sebaran agregat terabrasi.....   | 35 |
| Gambar 4.7 Grafik hubungan antara tegangan dan regangan .....  | 36 |
| Gambar 4.8 Hasil penarikan garis <i>trendline</i> pada benda uji 1 .....   | 38 |
| Gambar 4.9 Hasil penarikan garis <i>trendline</i> pada benda uji 2 .....   | 38 |
| Gambar 4.10 Hasil penarikan garis <i>trendline</i> pada benda uji 3 .....  | 39 |
| Gambar 4.11 Hasil penarikan garis <i>trendline</i> pada benda uji 4 .....  | 39 |

## DAFTAR LAMPIRAN

|   |    |
|---|----|
| Lampiran 1 Data hasil uji dasar material .....      | 46 |
| Lampiran 2 Data hasil pengujian pada campuran ..... | 52 |
| Lampiran 3 Dokumentasi pengujian.....               | 65 |

## 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           |
| $S_s$         | [-]                | 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. Aspal  
Bahan ikat campuran yang terbuat dari olahan minyak bumi.
3. Balas  
Batuhan dengan ukuran dan jenis tertentu yang tersusun sebagai lapisan struktur pada bagian jalan rel.
4. *Crumb rubber*  
Serbuk karet yang berasal dari olahan limbah ban kendaraan.
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.