

TUGAS AKHIR

**PEMODELAN HARDENING SOIL TERHADAP STRUKTUR
BALAS JALAN REL MENGGUNAKAN ELEMEN HINGGA**

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



Disusun oleh:

Ahmad Fauzan Rizky Ananda

20130110392

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA
2020**

HALAMAN PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Ahmad Fauzan Rizky Ananda
NIM : 20130110392
Judul : Pemodelan Hardening Soil Terhadap Struktur Balas Jalan
Rel Menggunakan Elemen Hingga

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, 6 Oktober 2020

Yang membuat pernyataan



Ahmad Fauzan Rizky Ananda

HALAMAN PERSEMBAHAN

Tugas akhir ini aku persembahkan untuk orang-orang yang aku sayangi :

1. Bunda dan Ayah tercinta yang telah mendidikku dari kecil hingga sekarang. Berjuang untuk memberikan yang terbaik untukku dan memberikan fasilitas terbaik agar anakmu ini bisa fokus belajar. Semoga dengan kelulusanku ini bisa membuat kalian keduanya bangga.
2. Adik-adikku (Nazilla dan Irsyad) yang selalu memberi semangat agar aku bisa menyelesaikan studi.
3. Untuk sahabat-sahabat terbaikku Bagas, Doni, Adip, dan Hafidh yang selalu memberi semangat agar aku bisa menyelesaikan studi dan menemaniku saat aku sedang kesulitan.

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 Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan nilai deformasi yang terjadi pada balok struktur jalan rel menggunakan metode elemen hingga.

Selama penyusunan tugas akhir ini, banyak rintangan yang penyusun dapatkan, tetapi berkat bantuan, bimbingan, dan dorongan dari berbagai pihak akhirnya dapat terselesaikan dengan baik. Melalui kesempatan ini, penyusun ingin menyampaikan rasa terima kasih atas kerja sama dan dukungan dari berbagai pihak selama proses penelitian hingga penyusunan tugas akhir ini kepada:

1. Bapak Jaza'ul Ikhsan, ST, MT, Ph.D. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Yogyakarta
2. Puji Harsanto, ST, MT, Ph.D. selaku Ketua Prodi Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Yogyakarta
3. Bapak Sri Atmaja P. Rosyidi. ST., M.Sc.Eng., Ph.D., PE selaku Dosen Pembimbing yang telah memberikan pengarahan dan bimbingan serta koreksi dalam penyusunan laporan ini.
4. Bunda dan Ayah yang selalu menyemangati ketika rasa malas melanda dan mengingatkan untuk selalu bersusaha dan berdoa.
5. Adik-adikku yang selalu memberi semangat.

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, Juli 2020

Penyusun

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR	iii
HALAMAN PERNYATAAN	iv
HALAMAN PERSEMBAHAN	v
PRAKATA.....	vi
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL.....	x
DAFTAR SINGKATAN	xi
ABSTRAK	xii
<i>ABSTRACT</i>	xiii
BAB I.....	1
PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang.....	1
B. Rumusan Masalah.....	2
C. Tujuan Penelitian	2
D. Batasan Masalah	2
E. Manfaat Penelitian	3
BAB II.....	4
TINJAUAN PUSTAKA	4
A. Struktur Jalan Rel	4
B. <i>Hardening Soil Model</i> (HSM)	7
C. Beban Kereta Api	10
BAB III	12
METODE PENELITIAN.....	12
A. Bagan Alir Penelitian.....	12
B. Studi Literatur	13
C. Pemodelan Numerik	13
D. Variabel Penelitian.....	15
E. Parameter Material.....	18
F. Tahap Simulasi	19
BAB IV	25
HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	25
A. Deformasi Pada Struktur Jalan Rel Akibat Pembebanan	25

B. Perbedaan Deformasi Vertikal Menggunakan Model Material <i>Hardening</i> <i>Soildan Mohr Coulomb</i>	32
BAB V	35
KESIMPULAN DAN SARAN	35
A. Kesimpulan	35
B. Saran	35
DAFTAR PUSTAKA	36
LAMPIRAN	38

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Penampang Rel.....	5
Gambar 2. 2 Defenisi E0, E50, Eur pada pengujian triaxial.....	9
Gambar 2. 3 Defenisi Eoed pada pengujian oedometer.....	9
Gambar 3.1 Bagan alir penelitian.....	112
Gambar 3.2 Kondisi regangan bidang (<i>plain strain</i>)	13
Gambar 3.3 Penampang melintang jalan rel	14
Gambar 3.4 Gambar jala rel pada PLAXIS	15
Gambar 3.5 Jendela setelah mesh selesai.....	20
Gambar 3.6 Tekanan air pori	20
Gambar 3.7 Tampilan masukan beban kondisi awal	211
Gambar 3.8 <i>Input</i> beban.....	222
Gambar 3.9 Perhitungan <i>initial load</i>	222
Gambar 3.10 Tampilan untuk perhitungan beban dinamis	233
Gambar 3.11 Tampilan titik tinjauan dalam PLAXIS	244
Gambar 4.1 Pola deformasi dengan tebal balas 30 cm dan kecepatan kereta 80 km/jam	277
Gambar 4.2 Pola deformasi dengan tebal balas 30 cm dan kecepatan kereta 100 km/jam	277
Gambar 4.3 Pola deformasi dengan tebal balas 30 cm dan kecepatan kereta 120 km/jam	288
Gambar 4.4 Pola deformasi dengan tebal balas 40 cm dan kecepatan kereta 80 km/jam	288
Gambar 4.5 Pola deformasi dengan tebal balas 40 cm dan kecepatan kereta 100 km/jam	299
Gambar 4.6 Pola deformasi dengan tebal balas 40 cm dan kecepatan kereta 120 km/jam	299
Gambar 4.7 Pola deformasi dengan tebal balas 50 cm dan kecepatan kereta 80 km/jam	30
Gambar 4.8 Pola deformasi dengan tebal balas 50 cm dan kecepatan kereta 100 km/jam	30
Gambar 4.9 Pola deformasi dengan tebal balas 50 cm dan kecepatan kereta 120 km/jam	31
Gambar 4.10 Grafik hubungan deformasi dengan kecepatan dan ketebalan struktur balas	332
Gambar 4.11 Pola deformasi dengan model material <i>Mohr Coulomb</i>	33
Gambar 4.12 Pola deformasi dengan model material <i>Hardening Soil</i>	34
Gambar 4.13 Grafik perbandingan nilai deformasi balas dengan model material <i>Hardening Soil</i> dan <i>Mohr Coulomb</i>	34

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Dimensi Penampang Rel	5
Tabel 3.1 Penampang melintang jalan rel	14
Tabel 3.2 Parameter lapisan balas	18
Tabel 3.3 Parameter lapisan tanah dasar (<i>Subgrade</i>)	19
Tabel 3.4 Parameter lapisan subbalas dan bantalan	19
Tabel 4.1 Beban dinamis	26

DAFTAR SINGKATAN

Simbol	Satuan	Keterangan
P_d	[kN atau kg]	Beban roda dinamik rencana
P_s	[kN atau kg]	Beban roda statik kendaraan/kereta api
I_d	[-]	Faktor atau indeks beban dinamik (nilainya >1)
Q_1	[kg]	Distribusi beban rel ke bantalan
s	[cm]	Jarak antar bantalan
k	[kgcm ⁻²]	Modulus jalan rel
I	[cm ⁴]	Momen Inersia
γ	[kNm ⁻³]	Berat volume tanah
c	[kNm ⁻²]	Kohesi
φ	[°]	Sudut Gesek
ψ	[°]	Sudut dilatansi
ν	[-]	<i>Poisson Ratio</i>
E	[kNm ⁻²]	Modulus elastisitas