

KATA PENGANTAR

Puji syukur Alhamdulillah penulis panjatkan kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat, berkah dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Skripsi dengan judul “**Analisa Tegangan *Knuckle* Kopler Kereta Api Menggunakan Metode Elemen Hingga**”, yang diajukan untuk memenuhi sebagian persyaratan akademik memperoleh gelar Sarjana Teknik.

Pada kesempatan ini Penulis tidak lupa mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Kedua orang tua tercinta Bapak M. Jamhari dan Ibu Lilik Setyowati yang telah memberi segalanya yang terbaik untuk penulis
2. Bapak Dr. Slamet Wahyudi, ST., MT., selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Universitas Brawijaya Malang
3. Bapak Anindito Purnowidodo, ST., M.Eng., Dr.Eng., selaku Sekretaris Jurusan Teknik Mesin Universitas Brawijaya, sekaligus Pembimbing II yang telah banyak memberikan bimbingan, saran dan ilmunya yang membantu dalam penulisan skripsi ini
4. Bapak Ir. Endi Sutikno, MT., selaku Pembimbing I, yang telah banyak memberikan kritik, saran, ilmu dan ketelatenannya membimbing skripsi saya sehingga saya dapat menyelesaikan skripsi ini
5. Bapak Ir. Abdul Hadi, selaku Dosen Wali yang sejak awal telah memberi dukungan dan motivasi kepada saya serta saran dan ilmunya dalam skripsi saya
6. Seluruh Staf Pengajar dan Administrasi Jurusan Teknik Mesin
7. Rekan-rekan asisten Laboratorium Mesin Pendingin
8. Rekan-rekan seperjuangan dalam pengerjaan skripsi Ulin, Hepi dan Agus Kuping, yang selalu menemani, mendukung dan bertukar pendapat
9. Sahabat-sahabat M’Gals 06 yang selama hampir 4 tahun ini bersama berjuang agar bisa lulus dan wisuda bersama
10. Keluarga Besar Mahasiswa Mesin Universitas Brawijaya khususnya Mesin 2006 yang secara langsung maupun tidak langsung ikut membantu dalam menyelesaikan skripsi ini
11. Semua pihak yang telah membantu terselesaikannya skripsi ini, yang tidak bisa penulis sebutkan satu-persatu.

Akhir kata, penulis mengharapkan skripsi ini dapat memberikan manfaat yang positif pada pembaca. Semoga memunculkan ide-ide baru, saran dan kritik yang membangun untuk kedepannya.

Malang, Agustus 2010

Penulis



DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI	iii
DAFTAR TABEL	v
DAFTAR GAMBAR	vi
RINGKASAN	viii

I. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	2
1.3. Batasan Masalah	2
1.4. Tujuan Penelitian	3
1.5. Manfaat Penelitian	3

II. TINJAUAN PUSTAKA

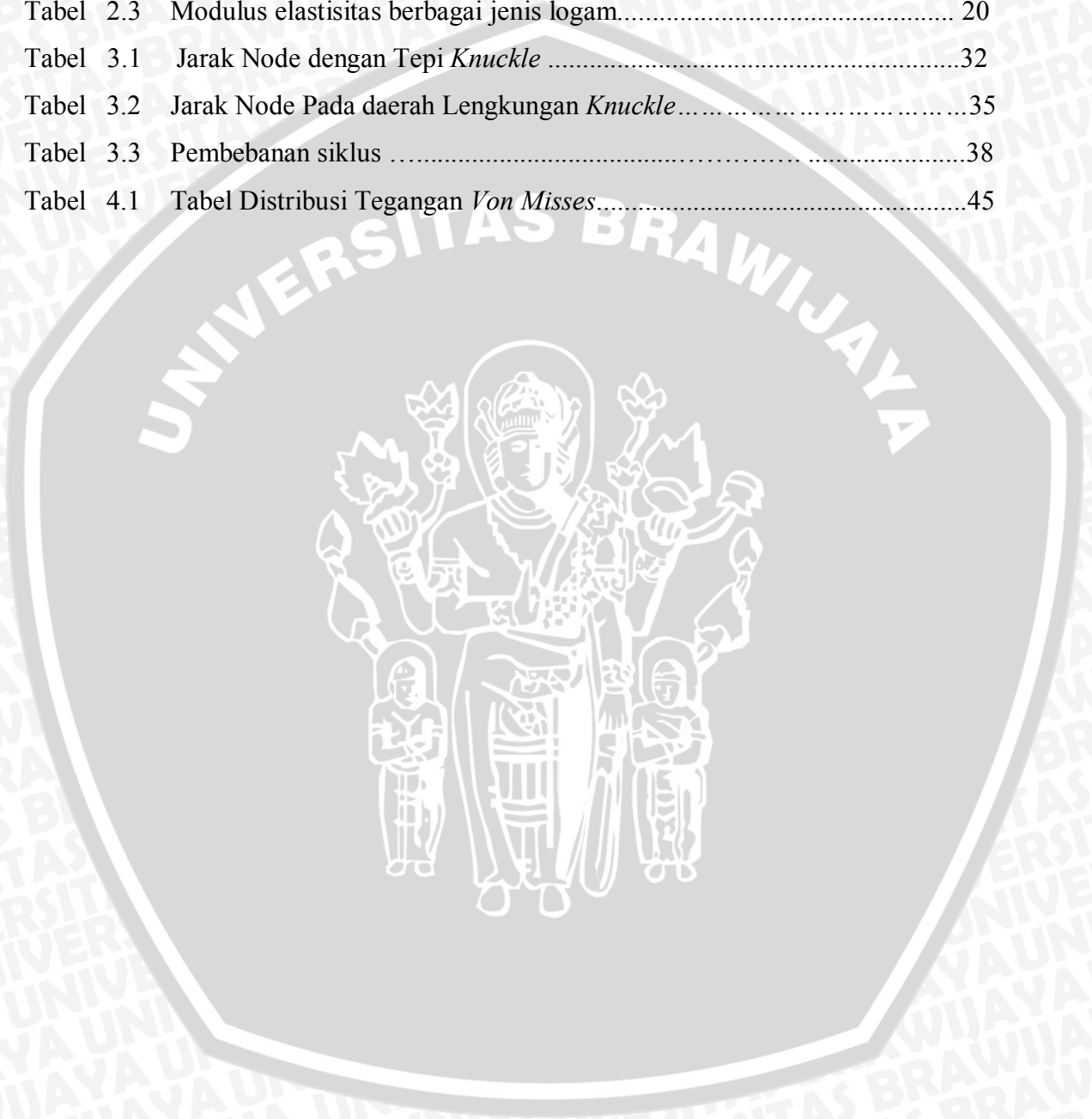
2.1. Penelitian Terdahulu	4
2.2. <i>Knuckle</i> Kopler Kereta Api	4
2.2.1 Material <i>Knuckle</i> Kopler Kereta Api	7
2.2.2 Perlawanan Jalan Pada Rangkaian Kereta Api	9
2.3. <i>Shock load</i>	11
2.4. Kelelahan (<i>Fatigue</i>)	11
2.4.1 Beban Siklus	11
2.4.2 Komponen Tegangan Siklus	11
2.4.3 Pemusatan Tegangan (<i>Stress Concentration</i>)	13
2.4.4 <i>Fatigue Life</i>	14
2.5. Analisa Tegangan	15
2.5.1 Tegangan	15
2.5.2 Regangan	17
2.5.3 Hubungan Tegangan Regangan	18
2.5.4 Kriteria Kegagalan (<i>Failure Criteria</i>)	20
2.6. Metode Elemen Hingga	22

2.7	<i>Software ANSYS</i>	26
2.8	Hipotesa.....	28
III. METODE PENELITIAN		
3.1.	Metode Penelitian.....	29
3.2.	<i>Material Properties</i>	29
3.3.	Data Spesifikasi Lokomotif dan Gerbong Kereta Api Penumpang	29
3.4.	Pemodelan <i>Knuckle</i> Kopler Kereta Api.....	30
3.5.	Pemodelan Kondisi Jalan.....	36
3.6.	Pemodelan Pembebanan.....	37
3.7.	Kondisi Batas	39
3.8.	Variabel Yang Diukur dan Parameter Yang Dikonstankan.....	39
3.9.	Diagram Alir Penelitian.....	41
IV. HASIL ANALISA TEGANGAN		
4.1.	Hasil Simulasi	42
4.1.1	Distribusi Tegangan <i>Von misses</i>	42
4.1.2	<i>Safety factor</i>	43
4.1.3	Umur <i>Knuckle</i>	44
4.2.	Pembahasan	45
V. PENUTUP		
5.1.	Kesimpulan	49
5.2.	Saran.....	49
DAFTAR PUSTAKA		



DAFTAR TABEL

NO	JUDUL	HALAMAN
Tabel 2.1	Komposisi paduan material AS 2074.....	7
Tabel 2.2	Kekuatan material AS 2074.....	8
Tabel 2.3	Modulus elastisitas berbagai jenis logam.....	20
Tabel 3.1	Jarak Node dengan Tepi <i>Knuckle</i>	32
Tabel 3.2	Jarak Node Pada daerah Lengkungan <i>Knuckle</i>	35
Tabel 3.3	Pembebanan siklus	38
Tabel 4.1	Tabel Distribusi Tegangan <i>Von Misses</i>	45



DAFTAR GAMBAR

NO	JUDUL	HALAMAN
Gambar 2.1	Kopler dan Bagiannya	5
Gambar 2.2	Penampang <i>Knuckle</i>	5
Gambar 2.3	Gaya pada <i>knuckle</i> kopler	6
Gambar 2.4	Kopler yang mengalami patah di bagian <i>knuckle</i> akibat rambatan retak .	6
Gambar 2.5	Mikrostruktur AS 2074.....	7
Gambar 2.6	Distribusi kekerasan sepanjang penampang material AS 2074	8
Gambar 2.7	Sketsa Tanjakan Rel Kereta Api	10
Gambar 2.8	Model pembebanan berulang	12
Gambar 2.9	Variasi tegangan terhadap umur <i>fatigue</i>	13
Gambar 2.10	Diagram S-N	14
Gambar 2.11	Komponen tegangan pada elemen kubus.....	16
Gambar 2.12	Komponen Regangan.....	17
Gambar 2.13	Kurva Tegangan Regangan	18
Gambar 2.14	Perbandingan dari tiga teori kegagalan.....	21
Gambar 2.15	Proses Diskretisasi(a) <i>Gas engine crankshaft</i> , (b) <i>joy swivel link</i>	22
Gambar 2.16	Diskretisasi Elemen	23
Gambar 2.17	Elemen <i>Tetrahedral</i>	26
Gambar 2.18	ANSYS Program	27
Gambar 3.1	Pemodelan <i>knuckle</i> kopler tampak depan dan dimensinya.....	30
Gambar 3.2	Pemodelan Kopler Kereta Api menggunakan ANSYS	30
Gambar 3.3	Bentuk pembagian elemen (<i>meshing</i>).....	31
Gambar 3.4	Pembagian Elemen (<i>Meshing</i>) daerah ujung <i>knuckle</i>	32
Gambar 3.5	Pembagian Elemen (<i>Meshing</i>) untuk daerah lengkungan <i>knuckle</i>	34
Gambar 3.6	Siklus <i>shock load</i>	38
Gambar 3.7	Penampang <i>knuckle</i> yang mendapatkan gaya tarik-tekan.....	39
Gambar 3.8	<i>Cylinder Support</i> dan Lubang pada Area <i>Knuckle</i> yang mendapatkan tumpuan.....	39
Gambar 3.9	Diagram Alir Penelitian	41
Gambar 4.1	Distribusi Tegangan Von Miseses pada <i>Knuckle</i> Kopler	42
Gambar 4.2	Distribusi Tegangan Pada Setiap Penampang Atas <i>Knuckle</i>	43
Gambar 4.3	Distribusi Tegangan Pada Setiap Penampang Tengah <i>Knuckle</i>	43



Gambar 4.4 *Safety factor* pada *Knuckle* kopler..... 44

Gambar 4.5 Umur Tiap Bagian *Knuckle* Kopler..... 45

Gambar 4.6 Grafik Distribusi Tegangan *Knuckle* Kopler..... 47



RINGKASAN

Febriyanti Indah Sari, Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Brawijaya, Juli 2010, *Analisa Tegangan Knuckle Kopler Kereta Api Menggunakan Metode Elemen Hingga*, Dosen Pembimbing: Ir. Endi Sutikno, MT dan Anindito Purnowidodo, ST., M.Eng., Dr.Eng

Kereta api merupakan salah satu alat transportasi darat yang sering digunakan. Unit yang ada dalam rangkaian kereta api adalah lokomotif dan gerbong kereta. Kopler merupakan komponen kereta api yang menghubungkan lokomotif dan gerbong kereta. Kopler berfungsi untuk menarik rangkaian kereta api pada saat ditarik oleh lokomotif dan berfungsi sebagai alat tolak pada saat kereta api didorong oleh lokomotif. Kopler kereta api terdiri dari beberapa bagian yaitu *knuckle*, *knuckle pin*, *coupler shank*, dan *draft key slot*. *Knuckle* kopler merupakan salah satu bagian dari kopler yang paling sering mendapatkan beban karena menghubungkan langsung antara dua kopler. *Shock load* dapat merusak suatu komponen apabila logam tersebut tidak mampu menahannya. Pada kasus *knuckle* kopler kereta api, *shock load* biasa terjadi pada saat lokomotif secara tiba-tiba menarik gerbong dengan beban yang besar dan pada saat kereta api melakukan pengereman saat kecepatan tinggi.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui tegangan yang terjadi pada *knuckle* kopler kereta api yang mengalami *shock load*. Diketuainya besar tegangan ini dapat menentukan konsentrasi tegangan terbesar, faktor keamanan dan umur *knuckle* kopler kereta api sehingga dapat menjadi acuan untuk meningkatkan keamanan dari *knuckle* kopler kereta api tersebut. Dengan mengetahui besar tegangan kritis dan tingkat keamanan, maka bisa sebagai evaluasi untuk menentukan pemilihan bahan yang cocok digunakan pada *knuckle* kopler kereta api.

Penelitian ini menggunakan *shock load* maksimal yaitu pada saat gradient tertinggi sebesar $40 \frac{0}{00}$. Analisa distribusi tegangan yang dilakukan disini dengan menggunakan metode elemen hingga dan dibantu dengan *software* komputer yang berbasis elemen hingga. Dari penelitian disimpulkan bahwa tegangan terbesar terletak pada penampang *knuckle* yang paling dekat dengan lubang *knuckle pin*. Adapun tegangan terbesar yang diperoleh adalah sebesar 5.3964×10^8 Pa. Pada penampang yang memiliki tegangan terbesar menghasilkan *safety factor* paling kecil dibandingkan dengan penampang lainnya, yaitu sebesar 1.2786, sehingga memiliki umur paling pendek yaitu selama 1183.2 siklus.

Kata kunci : *Knuckle* kopler, metode elemen hingga, *shock load*, analisa tegangan