

## DAFTAR GAMBAR

No.	Judul	Halaman
Gambar 2.1	Kopler dan Bagiannya	5
Gambar 2.2	Kopler yang Mengalami <i>Broken</i> Akibat Rambatan Retak	5
Gambar 2.3	Mikrostruktur AS 2074	6
Gambar 2.4	Distribusi Kekerasan Sepanjang Penampang Material AS 2074	7
Gambar 2.5	Model Pembebanan Berulang	10
Gambar 2.6	Variasi Tegangan Terhadap Umur <i>Fatigue</i>	11
Gambar 2.7	Diagram S-N	12
Gambar 2.8	Komponen Tegangan Pada Elemen Kubus	14
Gambar 2.9	Komponen Regangan	15
Gambar 2.10	Kurva Tegangan Regangan	16
Gambar 2.11	Perbandingan dari Tiga Teori Kegagalan	19
Gambar 2.12	Proses Diskretisasi (a) <i>Gas Engine Crankshaft</i> , (b) <i>Joy swivel link</i>	20
Gambar 2.13	Diskretisasi Elemen	23
Gambar 2.14	Elemen Tetrahedral	24
Gambar 2.15	ANSYS Program	27
Gambar 3.1	Diagram Alir Penelitian	29
Gambar 3.2	Pemodelan Dua Dimensi dan Ukuran Kopler Kereta Api	30
Gambar 3.3	Pemodelan Kopler Kereta Api Menggunakan ANSYS	31
Gambar 3.4	Gambar Bagian Kopler Kereta Api (a) <i>Knuckle</i> , (b) <i>Knuckle Pin</i> , (c) <i>Coupler Shank</i>	32
Gambar 3.5	Bentuk Pembagian Elemen ( <i>meshing</i> ) (a) <i>Knuckle</i> , (b) <i>Knuckle Pin</i> , (c) <i>Coupler Shank</i>	
Gambar 3.6	Hasil Pembagian Elemen ( <i>meshing</i> ) <i>knuckle</i>	33
Gambar 3.7	Pembagian Elemen ( <i>meshing</i> ) daerah ujung <i>knuckle</i>	33
Gambar 3.8	Pembagian Elemen ( <i>meshing</i> ) untuk daerah lengkungan <i>knuckle</i>	36
Gambar 3.9	Posisi <i>Node</i> Pada <i>Coupler Shank</i>	
Gambar 3.10	Posisi <i>Node</i> Pada <i>Knuckle Pin</i>	39

Gambar 3.11	Siklus Pembebanan Dengan Gaya Maksimal 34666.5 N	40
Gambar 3.12	Siklus Pembebanan Dengan Penambahan 15092 N Akibat Sambungan Rel	44 44
Gambar 3.13	Siklus Pembebanan dengan Gaya Maksimal 54279.8 N	
Gambar 3.14	Siklus Pembebanan Dengan Penambahan Gaya 34692 N Akibat Sambungan Rel	44 45
Gambar 3.15	Siklus Pembebanan dengan gaya maksimum 73893.1 N	
Gambar 3.16	Siklus Pembebanan Dengan Penambahan Gaya 54292 N Akibat sambungan Rel	45 45
Gambar 4.1	Distribusi Tegangan, <i>Safety factor</i> dan Umur Kopler Kereta Api pada Gradient Kemiringan 0 ‰, (a) Sambungan Rel Berupa Las, (b) Sambunga Rel Berupa Baut	51
Gambar 4.2	Distribusi Tegangan, <i>Safety factor</i> dan Umur Kopler Kereta Api pada Gradient Kemiringan 5 ‰, (a) Sambungan Rel Berupa Las, (b) Sambunga Rel Berupa Baut	52
Gambar 4.3	Distribusi Tegangan, <i>Safety factor</i> dan Umur Kopler Kereta Api pada Gradient Kemiringan 10 ‰, (a) Sambungan Rel Berupa Las, (b) Sambunga Rel Berupa Baut	53
Gambar 4.4	Kontur Tegangan Pada Komponen <i>Knuckle</i> Kopler Pada Gradient Kemiringan 0 ‰, (a) Sambungan Rel berupa las, (b) Sambungan Rel berupa baut	54
Gambar 4.5	Distribusi Tegangan Pada Komponen <i>Knuckle</i> Kopler Pada Gradient Kemiringan 0 ‰, (a) Sambungan Rel berupa las, (b) Sambungan Rel berupa baut	54
Gambar 4.6	Kontur Tegangan Pada <i>Coupler shank</i> Kopler Pada Gradient Kemiringan 0 ‰, (a) Sambungan Rel berupa las, (b) Sambungan Rel berupa baut	55
Gambar 4.7	Distribusi Tegangan Pada <i>Coupler shank</i> Kopler Pada Gradient Kemiringan 0 ‰, (a) Sambungan Rel berupa las, (b) Sambungan Rel berupa baut	55
Gambar 4.8	Kontur Tegangan Pada <i>Knuckle pin</i> Kopler Pada Gradient Kemiringan 0 ‰, (a) Sambungan Rel berupa baut, (b) Sambungan Rel berupa las	56



Gambar 4.9	Distribusi Tegangan Pada <i>Knuckle pin</i> Kopler Pada Gradient Kemiringan 0 <sup>0</sup> / <sub>00</sub> , (a) Sambungan Rel berupa baut, (b) Sambungan Rel berupa las	56
Gambar 4.10	Kontur Tegangan Pada Komponen <i>Knuckle</i> Kopler Pada Gradient Kemiringan 5 <sup>0</sup> / <sub>00</sub> , (a) Sambungan Rel berupa las, (b) Sambungan Rel berupa baut	57
Gambar 4.11	Distribusi Tegangan Pada Komponen <i>Knuckle</i> Kopler Pada Gradient Kemiringan 5 <sup>0</sup> / <sub>00</sub> , (a) Sambungan Rel berupa las, (b) Sambungan Rel berupa baut	57
Gambar 4.12	Kontur Tegangan Pada <i>Coupler shank</i> Kopler Pada Gradient Kemiringan 5 <sup>0</sup> / <sub>00</sub> , (a) Sambungan Rel berupa las, (b) Sambungan Rel berupa baut	58
Gambar 4.13	Distribusi Tegangan Pada <i>Coupler shank</i> Kopler Pada Gradient Kemiringan 5 <sup>0</sup> / <sub>00</sub> , (a) Sambungan Rel berupa las, (b) Sambungan Rel berupa baut	58
Gambar 4.14	Kontur Tegangan Pada <i>Knuckle pin</i> Kopler Pada Gradient Kemiringan 5 <sup>0</sup> / <sub>00</sub> , (a) Sambungan Rel berupa las, (b) Sambungan Rel berupa baut	59
Gambar 4.15	Distribusi Tegangan Pada <i>Knuckle pin</i> Kopler Pada Gradient Kemiringan 5 <sup>0</sup> / <sub>00</sub> , (a) Sambungan Rel berupa las, (b) Sambungan Rel berupa baut	59
Gambar 4.16	Kontur Tegangan Pada Komponen <i>Knuckle</i> Kopler Pada Gradient Kemiringan 10 <sup>0</sup> / <sub>00</sub> , (a) Sambungan Rel berupa las, (b) Sambungan Rel berupa baut	60
Gambar 4.17	Distribusi Tegangan Pada Komponen <i>Knuckle</i> Kopler Pada Gradient Kemiringan 10 <sup>0</sup> / <sub>00</sub> , (a) Sambungan Rel berupa las, (b) Sambungan Rel berupa baut	60
Gambar 4.18	Kontur Tegangan Pada <i>Coupler shank</i> Kopler Pada Gradient Kemiringan 10 <sup>0</sup> / <sub>00</sub> , (a) Sambungan Rel berupa las, (b) Sambungan Rel berupa baut	61
Gambar 4.19	Distribusi Tegangan Pada <i>Coupler shank</i> Kopler Pada Gradient Kemiringan 10 <sup>0</sup> / <sub>00</sub> , (a) Sambungan Rel berupa las, (b) Sambungan Rel berupa baut	61

Gambar 4.20	Kontur Tegangan Pada <i>Knuckle pin</i> Kopler Pada Gradient Kemiringan 5 ‰, (a) Sambungan Rel berupa las, (b) Sambungan Rel berupa baut	62
Gambar 4.21	Distribusi Tegangan Pada <i>Knuckle pin</i> Kopler Pada Gradient Kemiringan 10 ‰, (a) Sambungan Rel berupa las, (b) Sambungan Rel berupa baut	62
Gambar 4.22	<i>Safety factor</i> pada Komponen Kopler Kereta Api Kondisi Tanpa Tanjakan dan Sambungan Rel Berupa Las (a) <i>Knuckle</i> , (b) <i>Coupler shank</i> , (c) <i>Knuckle pin</i>	63
Gambar 4.23	<i>Safety factor</i> pada Komponen <i>Knuckle</i> Kopler Kereta Api Pada Gradient Kemiringan 5 ‰, (a) Sambungan Rel berupa las, (b) Sambungan Rel berupa baut	63
Gambar 4.24	<i>Safety factor</i> pada Komponen Couple Shank Kereta Api Pada Gradient Kemiringan 5 ‰, (a) Sambungan Rel berupa las, (b) Sambungan Rel berupa baut	64
Gambar 4.25	<i>Safety factor</i> pada Komponen <i>Knuckle pin</i> Kereta Api Pada Gradient Kemiringan 5 ‰, (a) Sambungan Rel berupa las, (b) Sambungan Rel berupa baut	65
Gambar 4.26	<i>Safety factor</i> pada Komponen <i>Knuckle</i> Kereta Api Pada Gradient Kemiringan 10 ‰, (a) Sambungan Rel berupa las, (b) Sambungan Rel berupa baut	66
Gambar 4.27	<i>Safety factor</i> pada Komponen <i>Coupler shank</i> Pada Gradient Kemiringan 10 ‰, (a) Sambungan Rel berupa las, (b) Sambungan Rel berupa baut	66
Gambar 4.28	<i>Safety factor</i> pada Komponen <i>Knuckle pin</i> Pada Gradient Kemiringan 10 ‰, (a) Sambungan Rel berupa las, (b) Sambungan Rel berupa baut	67
Gambar 4.29	Umur pada Komponen Kopler Kereta Api Kondisi tanpa Tanjakan (a) <i>Knuckle</i> , (b) <i>Coupler shank</i> , (c) <i>Knuckle pin</i> Pada Sambungan Rel Las, (d) <i>Knuckle pin</i> Pada Sambungan Rel Baut	69
Gambar 4.30	Umur pada Komponen Kopler Kereta Api Kondisi Gradient Kemiringan 5 ‰ (a) <i>Knuckle</i> , (b) <i>Coupler shank</i> , (c) <i>Knuckle</i>	70



	<i>pin</i> Sambungan Rel Berupa Las, (d) <i>Knuckle pin</i> Sambungan Rel Baut	
Gambar 4.31	Umur pada Komponen Kopler Kereta Api Kondisi Gradient Kemiringan 10 ‰ (a) <i>Knuckle</i> , (b) <i>Knuckle pin</i> Sambungan Rel Berupa Las, (c) Kuckle Pin Sambungan Rel Berupa Baut, (d) <i>Coupler shank</i>	72
Gambar 4.32	Distribusi Tegangan <i>Knuckle</i> Kopler Kereta Api Pada Gradient Kemiringan 0 ‰	73
Gambar 4.33	Distribusi Tegangan <i>Knuckle</i> Kopler Kereta Api Pada Gradient Kemiringan 5 ‰	73
Gambar 4.34	Distribusi Tegangan <i>Knuckle</i> Kopler Kereta Api Pada Gradient Kemiringan 10 ‰	74
Gambar 4.35	Distribusi Tegangan <i>Coupler shank</i> Pada Gradient Kemiringan 0 ‰ (a) Sambungan Rel berupa Las, (b) Sambungan Rel berupa baut	75
Gambar 4.36	Distribusi Tegangan <i>Coupler shank</i> Pada Gradient Kemiringan 5 ‰ (a) Sambungan Rel berupa Baut, (b) Sambungan Rel berupa Las	75
Gambar 4.37	Distribusi Tegangan <i>Coupler shank</i> Pada Gradient Kemiringan 10 ‰ (a) Sambungan Rel berupa Las, (b) Sambungan Rel berupa baut	76
Gambar 4.38	Distribusi Tegangan <i>Knuckle pin</i> Pada Gradient Kemiringan 0 ‰	77
Gambar 4.39	Distribusi Tegangan <i>Knuckle pin</i> Pada Gradient Kemiringan 5 ‰	77
Gambar 4.40	Distribusi Tegangan <i>Knuckle pin</i> Pada Gradient Kemiringan 10 ‰	78
Gambar 4.41	Grafik S-N Hasil Simulasi Pada Tiap Gradient Kemiringan	80