



## *DAFTAR ISI*

<b>Halaman Judul</b>	<b>i</b>
<b>Halaman Pengesahan</b>	<b>ii</b>
<b>Halaman Motto</b>	<b>iii</b>
<b>Halaman Persembahan</b>	<b>iv</b>
<b>Naskah Soal Tugas Akhir</b>	<b>v</b>
<b>Intisari</b>	<b>vi</b>
<b>Kata Pengantar</b>	<b>vii</b>
<b>Daftar Isi</b>	<b>ix</b>
<b>Daftar Gambar</b>	<b>xvi</b>
<b>Daftar Tabel</b>	<b>xx</b>
<b>Daftar Notasi</b>	<b>xii</b>
<b>Bab 1 PENDAHULUAN</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang Masalah	1
1.2 Perumusan Masalah	1
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Tinjauan Pustaka	4



1.5	Metode Penelitian	5
1.5.1	Studi Literatur	7
1.5.2	Pembuatan Benda Uji	7
1.5.3	Pengujian Laboratorium	7
1.5.4	Analisis Data	9
<b>Bab 2 DASAR TEORI</b>		<b>10</b>
2.1	Pendahuluan	10
2.2	Permasalahan Bahan Pada Suhu Tinggi	11
2.3	Mekanika Perpatahan dan Kelelahan	14
2.3.1	Mekanika Perpatahan	14
2.3.2	Mekanisme Kelelahan	17
2.4	Kelelahan dan Kepatahan Akibat Pengaruh Suhu	19
2.4.1	Kelelahan Akibat Pengaruh Suhu	19
2.4.2	Kepatahan Akibat Pengaruh Suhu	20
2.5	Kelelahan dan Kepatahan Akibat Pengaruh Beban	25
2.5.1	Kelelahan Akibat Pengaruh Beban	25
2.5.2	Kepatahan Akibat Pengaruh Beban	26
2.6	Siklus Tegangan dan Siklus Pembebanan	28
2.7	Kurva S-N	33



<b>Bab 3 PELAKSANAAN PENELITIAN</b>	<b>37</b>
3.1 Bahan	37
3.2 Alat	38
3.2.1 Alat Utama	38
3.2.1.1 <i>Mesin Uji Kelelahan Rotary Bending</i>	38
3.2.1.2 <i>Pengontrol Temperatur</i>	45
3.2.2 Alat Bantu	48
3.2.2.1 <i>Mesin Pembebanan Dinamis</i>	49
3.3 Pengujian Tarik	51
3.3.1 Tujuan	51
3.3.2 Alat	52
3.3.3 Pelaksanaan	52
3.4 Pengujian Kekerasan	52
3.4.1 Tujuan	52
3.4.2 Alat	53
3.4.3 Pelaksanaan	53
3.5 Pengujian Kelelahan	54
3.5.1 Tujuan	54
3.5.2 Alat	55
3.5.3 Pelaksanaan	56
3.5.3.1 <i>Spesimen</i>	56
3.5.3.2 <i>Operasi</i>	58



3.5.3.3	<i>Konservasi Mesin</i>	63
3.5.3.4	<i>Prosedur Operasi</i>	64
3.5.3.5	<i>Perawatan</i>	66
3.6	<b>Pengamatan Makro</b>	67
3.6.1	Tujuan	67
3.6.2	Alat	67
3.6.3	Pelaksanaan	67
<b>Bab 4</b>	<b>HASIL PENELITIAN</b>	<b>69</b>
4.1	Hasil Pengujian Tarik	69
4.1.1	Baja	70
4.1.2	Kuningan	70
4.1.3	Aluminium	71
4.2	Hasil Pengujian Kekerasan	71
4.2.1	Baja	72
4.2.2	Kuningan	72
4.2.3	Aluminium	73
4.3	Hasil Pengujian Kelelahan	73
4.3.1	Baja	74
4.3.2	Kuningan	74
4.3.3	Aluminium	75



4.4	Hasil Pengamatan Makro	76
4.4.1	Hasil Pengamatan Makro Baja	76
4.4.2	Hasil Pengamatan Makro Kuningan	82
4.4.3	Hasil Pengamatan Makro Aluminium	88
<b>Bab 5 PEMBAHASAN</b>		<b>94</b>
5.1	Pembahasan Pengujian Tarik	94
5.1.1	Perhitungan	94
5.1.1.1	<i>Kekuatan Tarik</i>	94
5.1.1.2	<i>Tegangan Luluh</i>	96
5.1.1.3	<i>Tegangan Patah</i>	96
5.1.1.4	<i>Keliatan</i>	97
5.2	Pembahasan Pengujian Kekerasan	100
5.2.1	Kekerasan Vickers	102
5.2.2	Perhitungan	104
5.2.2.1	<i>Kekerasan Vickers Baja</i>	104
5.2.2.2	<i>Kekerasan Vickers Kuningan</i>	105
5.2.2.3	<i>Kekerasan Vickers Aluminium</i>	105
5.3	Analisa Data Pengujian Tarik dan Pengujian Kekerasan	107
5.3.1	Baja Karbon	108
5.3.2	Kuningan	110
5.3.3	Aluminium	112



5.4	Pembahasan Pengujian Kelelahan	114
5.4.1	Tegangan Lengkung	114
5.4.1.1	<i>Perhitungan</i>	114
5.4.2	Batas Kelelahan	116
5.4.3	Analisa Tegangan Lengkung dan Batas Kelelahan	117
5.4.3.1	<i>Baja</i>	119
5.4.3.2	<i>Kuningan</i>	122
5.4.3.3	<i>Aluminium</i>	125
5.5	Pembahasan Pengamatan Makro	128
5.5.1	Baja	129
5.5.2	Kuningan	130
5.5.3	Aluminium	132
5.6	Pembahasan Pengontrol Temperatur	134
5.7	Pembahasan Mesin Pembebanan Dinamis	134
5.8	Pembahasan Spesimen	135
<b>BAB 6 KESIMPULAN DAN SARAN</b>		<b>137</b>
6.1	Kesimpulan	137
6.2	Saran	138
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>		<b>140</b>



<b>LAMPIRAN</b>	<b>142</b>
A. Grafik kurva kelelahan baja pada suhu 50 <sup>0</sup> C dan 100 <sup>0</sup> C	143
B. Grafik kurva kelelahan kuningan pada suhu 50 <sup>0</sup> C dan 100 <sup>0</sup> C	144
C. Grafik kurva kelelahan aluminium pada suhu 50 <sup>0</sup> C dan 100 <sup>0</sup> C	145
D. Grafik kurva kelelahan baja, kuningan dan aluminium pada suhu 50 <sup>0</sup> C	146
E. Grafik kurva kelelahan baja, kuningan dan aluminium pada suhu 100 <sup>0</sup> C	147
F. Grafik kurva kelelahan baja pada suhu kamar	148
G. Grafik kurva kelelahan kuningan pada suhu kamar	149
H. Grafik kurva kelelahan aluminium pada suhu kamar	150
I. Grafik kurva kelelahan baja, kuningan dan aluminium pada suhu kamar	151



## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar</b>	<b>Halaman</b>
1.1 Benda Uji Kelelahan untuk Temperatur Tinggi	7
1.2 Benda Uji untuk Pengujian Tarik	8
1.3 Benda Uji untuk Uji Kekerasan	8
2.1 Slip dalam Logam Liat karena Beban Luar	17
2.2 Skema Perambatan Retak Lelah Makroskopik Transkristalin Tingkat I dan II	19
2.3 Peta Mekanisme Kepatahan untuk Nikel	22
2.4 (a) Retak Jenis-W (b) Retak Jenis-r	23
2.5 Penggambaran Skematik Mengenai Pembentukan Retak Intergranular Terhadap Pergelinciran Batas Butir	24
2.6 Kriteria Perpatahan yang Disarankan untuk keadaan tegangan biaksial pada Logam Ulet	27
2.7 Kriteria Patah Biaksial untuk Besi Cor Getas - Kriteria Shaw untuk bahan Getas	28
2.8 Siklus Tegangan	29



2.9	Siklus Pembebanan	32
2.10	Kurva Kelelahan untuk Logam Besi dan Bukan Besi	36
3.1	Benda Uji Kelelahan untuk Temperatur Tinggi	37
3.2	Benda Uji untuk Pengujian Tarik	38
3.3	Benda uji untuk Uji Kekerasan	38
3.4	Mesin Uji Kelelahan Rotary Bending	39
3.5	Mekanisme Gandar	41
3.6	Mekanisme Pembebanan	42
3.7	Mekanisme Pencacah Putaran	43
3.8	Bentuk Gelombang Terpotong	47
3.9	Tampak Luar Pengontrol Temperatur	48
3.10	Mesin Pembebanan Dinamis	49
3.11	Pemasangan Spesimen untuk Temperatur Tinggi	56
3.12	Pemasangan Spesimen untuk Temperatur Tinggi	56
3.13	Pemeriksaan Eksentrisitas	58
3.14	Pelepasan Spesimen	58
3.15	Dapur Pemanas	62
3.16	Switch Pembatas	62
3.17	Sirkuit Diagram	64
3.18	Pengaturan Output	65
3.19	Pengamatan Makro	68



4.1 Hasil Pengamatan Makro Baja pada :	
Temperatur 50 <sup>0</sup> C, Pembebanan 20 kg	76
4.2 Hasil Pengamatan Makro Baja pada :	
Temperatur 50 <sup>0</sup> C, Pembebanan 17 kg	77
4.3 Hasil Pengamatan Makro Baja pada :	
Temperatur 50 <sup>0</sup> C, Pembebanan 15 kg	78
4.4 Hasil Pengamatan Makro Baja pada	
Temperatur 100 <sup>0</sup> C, Pembebanan 17 kg	79
4.5 Hasil Pengamatan Makro Baja pada :	
Temperatur 100 <sup>0</sup> C, Pembebanan 15 kg	80
4.6 Hasil Pengamatan Makro Baja pada :	
Temperatur 100 <sup>0</sup> C, Pembebanan 13 kg	81
4.7 Hasil Pengamatan Makro Kuningan pada :	
Temperatur 50 <sup>0</sup> C, Pembebanan 20 kg	82
4.8 Hasil Pengamatan Makro Kuningan pada :	
Temperatur 50 <sup>0</sup> C, Pembebanan 17 kg	83
4.9 Hasil Pengamatan Makro Kuningan pada :	
Temperatur 50 <sup>0</sup> C, Pembebanan 15 kg	84
4.10 Hasil Pengamatan Makro Kuningan pada :	
Temperatur 100 <sup>0</sup> C, Pembebanan 17 kg	85
4.11 Hasil Pengamatan Makro Kuningan pada :	
Temperatur 100 <sup>0</sup> C, Pembebanan 15 kg	86



4.12 Hasil Pengamatan Makro Kuningan pada :	
Temperatur 100 <sup>0</sup> C, Pembebanan 13 kg	87
4.13 Hasil Pengamatan Makro Aluminium pada :	
Temperatur 50 <sup>0</sup> C, Pembebanan 7 kg	88
4.14 Hasil Pengamatan Makro Aluminium pada :	
Temperatur 50 <sup>0</sup> C, Pembebanan 6 kg	89
4.15 Hasil Pengamatan Makro Aluminium pada :	
Temperatur 50 <sup>0</sup> C, Pembebanan 5 kg	90
4.16 Hasil Pengamatan Makro Aluminium pada :	
Temperatur 100 <sup>0</sup> C, Pembebanan 7 kg	91
4.17 Hasil Pengamatan Makro Aluminium pada :	
Temperatur 100 <sup>0</sup> C, Pembebanan 6 kg	92
4.18 Hasil Pengamatan Makro Aluminium pada :	
Temperatur 100 <sup>0</sup> C, Pembebanan 5 kg	93
5.1 Tipe-tipe Lekukan Piramida Intan	103



## DAFTAR TABEL

<b>Tabel</b>	<b>Halaman</b>
4.1 Data Hasil Pengujian Tarik Baja	70
4.2 Data hasil Pengujian Tarik Kuningan	70
4.3 Data Hasil Pengujian Tarik Aluminium	71
4.4 Data Hasil Pengujian Kekerasan Baja	72
4.5 Data Hasil Pengujian Kekerasan Kuningan	72
4.6 Data Hasil Pengujian Kekerasan Aluminium	73
4.7 Data Hasil Pengujian Kelelahan Baja pada : Temperatur 50 <sup>0</sup> C, Pembebanan 20 kg, 17 kg, 15 kg	74
4.8 Data Hasil Pengujian Kelelahan Baja pada : Temperatur 100 <sup>0</sup> C, Pembebanan 17 kg, 15 kg, 13 kg	74
4.9 Data Hasil Pengujian Kelelahan Kuningan pada : Temperatur 50 <sup>0</sup> C, Pembebanan 20 kg, 17 kg, 15 kg	74
4.10 Data Hasil Pengujian Kelelahan Kuningan pada : Temperatur 100 <sup>0</sup> C, Pembebanan 17 kg, 15 kg, 13 kg	75
4.11 Data Hasil Pengujian Kelelahan Aluminium pada :	



Temperatur 50 <sup>0</sup> C, Pembebanan 7 kg, 6 kg, 5 kg	75
4.12 Data Hasil Pengujian Kelelahan Aluminium pada :	
Temperatur 100 <sup>0</sup> C, Pembebanan 7 kg, 6 kg, 5 kg	75
5.1 Perhitungan Pengujian Tarik Baja	99
5.2 Perhitungan Pengujian Tarik Kuningan	99
5.3 Perhitungan Pengujian Tarik Aluminium	100
5.4 Hardness Conversion Tabel for Carbon and Loww-alloy Stell	106
5.5 Harga Kekerasan Vickers Baja, Kuningan, Aluminium	106
5.6 Harga Rata-rata dan Deviasi dari Pengujian Tarik dan Pengujian Kekerasan	108
5.7 Baja Karbon untuk Konstruksi Mesin	109
5.8 Komposisi Kimia Baja Karbon	109
5.9 Klasifikasi Free Cutting Brass Rods and Bars	111
5.10 Komposisi Kimia FreeCutting Brass Rods and Bars	111
5.11 Klasifikasi Aluminium and Aluminium Alloy Rods ,Bars and Wires	113
5.12 Komposisi Kimia Aluminium and Aluminium Alloy Rods, Bars and Wires	113
5.13 Tegangan Lengkung Baja	115
5.14 Tegangan Lengkung Kuningan	116
5.15 Tegangan Lengkung Aluminium	116
5.16 Tabel S-N Baja	119
5.17 Tabel S-N Kuningan	122
5.18 Tabel S-N Aluminium	125



## DAFTAR NOTASI

$A$	=	Luas penampang; amplitudo
$A_0$	=	Luas penampang awal
$A_f$	=	Luas penampang patah
$a$	=	Panjang retak
$D$	=	Diameter bola baja
$d$	=	Diameter bekas injakan
$K_{Ic}$	=	Ketangguhan perpatahan
$L$	=	Panjang diagonal injakan rata-rata; jarak antara penumpu beban
$M$	=	Momen lengkung seragam
$N$	=	Jumlah siklus
$n$	=	Banyaknya data
$P$	=	Beban atau gaya luar
$R$	=	Perbandingan tegangan
$S$	=	Tegangannominal
$SD$	=	Penyimpangan
$VHN$	=	Angka kekerasan Vickers
$X$	=	Besarnya bacaan data



$X_m$	=	Harga rata-rata
$\sigma$	=	Tegangan Lengkung
$\sigma_{maks}$	=	Tegangan Maksimal
$\sigma_{min}$	=	Tegangan minimal
$\sigma_m$	=	Tegangan rata-rata
$\sigma_a$	=	Tegangan bolak-balik
$\sigma_u$	=	Kekuatan tarik
$\sigma_y$	=	Tegangan luluh
$\sigma_f$	=	Tegangan patah
$\Delta\sigma$	=	Jangkauan tegangan
$\theta$	=	Sudut antara permukaan intan