UNIVERSITAS
GADJAH MADA
PENGARUH HEAT TREATMENT (QUENCHING DAN TEMPERING) PADA KEKUATAN LELAH BAJA KARBON S45C
Krisna Wijaksono, Prof. Ir. Jamasri, Ph.D., IPU., ASEAN Eng
Universitas Gadjah Mada, 2010 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL i
HALAMAN PENGESAHAN ii
HALAMAN PERNYATAAN iii
NASKAH SOAL TUGAS AKHIR / SKRIPSI iv
HALAMAN PERSEMBAHAN v
INTISARI vi
KATA PENGANTAR vii
DAFTAR ISI ix
DAFTAR GAMBAR xii
DAFTAR TABEL xvi
DAFTAR LAMPIRAN xvii
DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN xviii

BAB I. PENDAHULUAN 1
1.1. Latar Belakang 1
1.2. Rumusan Masalah 4
1.3. Batasan Masalah 4
1.4. Tujuan Penulisan 5
1.5. Manfaat Penelitian 5

BAB II. TINJAUAN PUSTAKA 6
2.1. Pengaruh Perlakuan Panas Pada Material 6
2.2. Pengaruh Jenis Takik dan Penampang Patah Lelah 14

BAB III. LANDASAN TEORI 18
3.1. Baja Karbon 18
3.2. Paduan-Paduan Baja 19
3.3. Transformasi Baja 22
3.4. Perlakuan Panas 25
3.4.1. *Quenching* 25

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
PENGARUH HEAT TREATMENT (QUENCHING DAN TEMPERING) PADA KEKUATAN LELAH BAJA KARBON S45C
Krisna Wijaksono, Prof. Ir. Jamasri, Ph.D., IPU., ASEAN Eng
Universitas Gadjah Mada, 2010 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

3.4.2. *Tempering* 29
3.5. Patah Lelah 32
3.5.1. Siklus Tegangan 32
3.5.2. Awal Retak Fatik 34
3.5.3. Efek Konsentrasi Tegangan 37
3.5.4 Efek Metalurgis 38
3.5.5. Kurva S-N 39

BAB IV. METODOLOGI PENELITIAN 40
4.1. Bahan Penelitian 40
4.2. Alat-Alat Yang Digunakan 40
4.3. Prosedur Penelitian 41
4.3.1. Alur Penelitian 41
4.3.2. Uji Komposisi 42
4.3.3. Persiapan Benda Uji 42
4.3.4. *Quenching* 43
4.3.5. *Tempering* 43
4.3.6. Uji Tarik 44
4.3.7 Uji Lelah 45
4.3.8. Uji kekerasan 48
4.3.9. Uji Struktur Mikro 50

BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN 51
5.1. Komposisi Kimia 51
5.2. Pengamatan Struktur Mikro 52
5.2.1. Pengamatan Struktur Mikro *Raw* Material 52
5.2.2. Pengamatan Struktur Mikro Material Terquench 53
5.2.3. Pengamatan Struktur Mikro Material Tertemper 53
5.3. Pengujian Kekerasan Vickers 55
5.4. Pengujian Tarik 58
5.5. Pengujian Lelah 60

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
PENGARUH HEAT TREATMENT (QUENCHING DAN TEMPERING) PADA KEKUATAN LELAH BAJA KARBON S45C
Krisna Wijaksono, Prof. Ir. Jamasri, Ph.D., IPU., ASEAN Eng
Universitas Gadjah Mada, 2010 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN

6.1. Kesimpulan 66

6.2. Saran 66

BAB VII DAFTAR PUSTAKA 67

LAMPIRAN 69

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
PENGARUH HEAT TREATMENT (QUENCHING DAN TEMPERING) PADA KEKUATAN LELAH BAJA KARBON S45C
Krisna Wijaksono, Prof. Ir. Jamasri, Ph.D., IPU., ASEAN Eng
Universitas Gadjah Mada, 2010 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1.	Grafik Hubungan antara suhu temper dengan kekuatan tarik baja karbon sedang S45C (Widiyatmoko, 2002)	6
Gambar 2.2.	Grafik hubungan perlakuan panas dan kekuatan tarik baja S45C (Yulianti, 2005)	7
Gambar 2.3.	Grafik hubungan perlakuan panas dan kekerasan baja S45C (Yulianti, 2005)	7
Gambar 2.4.	Grafik Hubungan antara perlakuan annealing dengan kekuatan tarik baja karbon sedang S45C (Resdiyanto, 2007)	8
Gambar 2.5.	Grafik Hubungan antara perlakuan annealing dengan kekuatan lelah baja karbon sedang S45C (Resdiyanto, 2007).	8
Gambar 2.6.	Kurva S-N a. *Annealed*, b. 1550ºF, FC, c.1550ºF, di-*quench* air 900ºF, d. 1495ºF, *normalized* e. 1550F, di-*quench* air 1050ºF, pendinginan udara (Collinns, 1981)	9
Gambar 2.7	Kurva S-N baja karbon rendah 0,17% C akibat perlakuan panas. a). Dipanaskan dalam oven 870ºC, *quench* dalam air. b). Dipanaskan dalam oven 870ºC, *quench* dalam air, terkorosi larutan HNO_3 2,5% selama 8 Jam (Ngafwan, 2000)	10
Gambar 2.8.	Kurva S-N baja karbon rendah 0,17% C akibat perlakuan panas. a). Dipanaskan dalam oven 870ºC, *quench* dalam air, di-*anneal* 550ºC selama 0,5 jam, pendinginan dalam oven. b). Dipanaskan dalam oven 870ºC, *quench* dalam air, di-*anneal* 550ºC selama 0,5 jam, pendinginan dalam oven, terkorosi larutan HNO_3 2,5% selama 8 Jam (Ngafwan, 2000).	10
Gambar 2.9.	Kurva S-N untuk baja S45C, a) raw material, b) di quench. (Susanto, 2007)	11
Gambar 2.10.	Siklus S-N baja karbon 0,4679% C (a) raw material (b) perlakuan panas (*normalizing*) pada suhu 840^{o}C dan *holding time* 20 menit (Raharjo, 2008).	12

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
PENGARUH HEAT TREATMENT (QUENCHING DAN TEMPERING) PADA KEKUATAN LELAH BAJA KARBON S45C
Krisna Wijaksono, Prof. Ir. Jamasri, Ph.D., IPU., ASEAN Eng
Universitas Gadjah Mada, 2010 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

Gambar 2.11. Variasi panjang retak fatik dengan jumlah siklus (Carneiro dkk) 12

Gambar 2.10. Pengaruh perlakuan panas terhadap kekuatan fatik 23MnB4 (Rusz dkk, 2006) 12

Gambar 2.12. Pengaruh suhu temper terhadap kekuatan fatik AISI 410 (Alawode dkk, 2008) 13

Gambar 2.13. Pengaruh tempering terhadap sifat mekanis dari baja karbon rendah (Bello dkk, 2007) 14

Gambar 2.14. Dampak berbagai perubahan geometri pada permukaan baja 0,49% baja karbon, di*quecching* dan *tempering* pada suhu 1200^0F terhadap kurva lelah S-N. 15

Gambar 2.15. Kurva S-N hasil pengujian baja poros akibat beban amplitudo konstan dan penambahan tiba-tiba dengan k_t=3.10 (Diharjo, 2000) 16

Gambar 2.16. Kurva S-N untuk semua jenis pembebanan dan takik (Sinta, 2005) 17

Gambar 3.1 Larutan padat interstisi karbon dalam besi (www.msm.cam.ac.uk) 19

Gambar 3.2. Diagram Fe-C (THE METALS DATA BOOK) 23

Gambar 3.3. Diagram TTT untuk baja karbon 0,65%C (www.Key-toSteel.com) 24

Gambar 3.4. Pengaruh perlakuan panas terhadap sifat mekanis dari baja-karbon (The Science and Engineering of Materials lecture) 25

Gambar 3.5. Proses *quenching* (www.navaching.com) 26

Gambar 3.6. Struktur kristal FCC austenit dan BCT martensit (Mubarok, 2008) 29

Gambar 3.7. a. Proses tempering (Prabhudev, 2005), b. Pengaruh 30

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
PENGARUH HEAT TREATMENT (QUENCHING DAN TEMPERING) PADA KEKUATAN LELAH BAJA KARBON S45C
Krisna Wijaksono, Prof. Ir. Jamasri, Ph.D., IPU., ASEAN Eng
Universitas Gadjah Mada, 2010 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

	sifat material yang di *temper* (The Science and Engineering of Materials, 4th ed, lecture)	
Gambar 3.8.	Pengaruh unsur paduan terhadap kekerasan baja pada proses tempering (PHYSICAL METALLURGY HANDBOOK)	31
Gambar 3.9.	a. Siklus tegangan sinusoidal, b. siklus tegangan berulang, c. Siklus tegangan rumit (Dieter, 1986)	33
Gambar 3.10.	Siklus beban amplitudo konstan dan beban lebih (Fuchs, 1980)	34
Gambar 3.11.	Konsep W.A. Wood mengenai deformasi mikro (a) Deformasi ststis; (b) Intrusi (c) Ekstrusi (Dieter, 1988)	35
Gambar 3.12.	Proses penumpulan plastik pada perambatan retakan tahapII (Dieter, 1988)	36
Gambar 3.13.	Gambar penampang patah akibat pembebanan fatik (Fatigue and fracture lecture)	37
Gambar 3.14.	Bentuk takik-V dan takik setengah lingkaran	38
Gambar 3.15.	Kurva S-N (www.ndt-ed.org)	39
Gambar 4.1.	Diagram alir prosedur penelitian	41
Gambar 4.2.	Spesimen uji tarik standar JIS Z 2201 No.10 (*JIS Handbook*, 1981)	42
Gambar 4.3.	Spesimen uji fatik standar JIS Z 2274 No.1 (*JIS Handbook*, 1981)	43
Gambar 4.4.	Oven pemanas	43
Gambar 4.5.	Mesin uji tarik servopluser (Yudha, 2008)	45
Gambar 4.6.	Mesin Uji Puntir Dinamis (Collins, 1981)	45
Gambar 4.7.	Momen Mesin Uji Puntir Dinamis	46
Gambar 4.8.	Mesin Rotary Bending Fatigue Shimadzu (Sinta, 2005)	48
Gambar 4.9.	Pengujian Kekerasan Vickers	49
Gambar 4.10.	Alat uji kekerasan vickers mikro	49
Gambar 4.11.	Mikroskop (Yudha, 2008)	50
Gambar 5.1.	Struktur mikro *Raw* Material	52

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
PENGARUH HEAT TREATMENT (QUENCHING DAN TEMPERING) PADA KEKUATAN LELAH BAJA KARBON S45C
Krisna Wijaksono, Prof. Ir. Jamasri, Ph.D., IPU., ASEAN Eng
Universitas Gadjah Mada, 2010 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

Gambar 5.2.	Struktur mikro material terqench	54
Gambar 5.3.	Struktur mikro material tertemper	54
Gambar 5.4.	Grafik uji kekerasan	58
Gambar 5.5.	Gambar penampang patahan (a) *Raw* Material, (b) Quenched Material , (c) Tempered Material	59
Gambar 5.6.	Grafik uji tarik	60
Gambar 5.7.	Grafik uji lelah	61
Gambar 5.8.	(a) Cacat pada penampang patahan spesimen yang mengalami proses quenching, (b) Retakan pada struktur mikro	65

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
PENGARUH HEAT TREATMENT (QUENCHING DAN TEMPERING) PADA KEKUATAN LELAH BAJA KARBON S45C
Krisna Wijaksono, Prof. Ir. Jamasri, Ph.D., IPU., ASEAN Eng
Universitas Gadjah Mada, 2010 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1.	Batas minimum dari elemen-elemen pengotor dalam baja (THE METALS DATA BOOK)	21
Tabel 4.1.	Daftar benda uji	35
Tabel 5.1.	Hasil Pengujian Komposisi Kimia	51
Tabel 5.2.	Pengujian terhadap *raw* material	55
Tabel 5.3.	Pengujian terhadap material yang mengalami perlakuan quench	56
Tabel 5.4.	Pengujian terhadap material yang mengalami perlakuan temper	57
Tabel 5.5.	Data uji tarik	58
Tabel 5.6.	Data uji lelah	61
Tabel 5.7.	Foto penampang patahan spesimen uji fatik	63

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
PENGARUH HEAT TREATMENT (QUENCHING DAN TEMPERING) PADA KEKUATAN LELAH BAJA KARBON S45C
Krisna Wijaksono, Prof. Ir. Jamasri, Ph.D., IPU., ASEAN Eng
Universitas Gadjah Mada, 2010 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN A : Hasil Uji Komposisi Baja Karbon 69

LAMPIRAN B : Hasil Foto Struktur Mikro 70

LAMPIRAN C : Hasil Uji Kekerasan Mikro Vikers 73

LAMPIRAN D : Hasil Uji Tarik 75

LAMPIRAN E : Hasil Uji Fatik 79

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
PENGARUH HEAT TREATMENT (QUENCHING DAN TEMPERING) PADA KEKUATAN LELAH BAJA KARBON S45C
Krisna Wijaksono, Prof. Ir. Jamasri, Ph.D., IPU., ASEAN Eng
Universitas Gadjah Mada, 2010 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN

A	Perbandingan amplitudo tegangan
A_o	luas penampang awal
AR	Awal Retak
BCC	Body Centered Cubic
BCT	Body Centered tetragonal
BM	*Beach Mark*
c	Jari-jari spesimen uji lelah
d	Diameter spesimen uji lelah
DPH	*Diamond Pyramid Hardness*
FCC	Face Centered cubic
FF	*Final Failure*
g	percepatan grafitasi
I	Inersia spesimen uji lelah
JIS	Japan Industrial Standard
K_t	faktor konsentrasi tegangan
L_H	Panjang diagonal rata-rata pada uji kekerasan
L_o	Panjang mula-mula pada uji tarik
M	Momen pada uji lelah
N	Jumlah Siklus
P_H	Beban uji kekerasan
S	Tengangan lelah
S_r	Daerah tegangan pada beban dinamis
S_m	Tegangan rata-rata pada beban dinamis
S_{mak}	tegangan maksimum pada beban dinamis
S_{min}	tegangan minimum pada beban dinamis

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
PENGARUH HEAT TREATMENT (QUENCHING DAN TEMPERING) PADA KEKUATAN LELAH BAJA KARBON S45C
Krisna Wijaksono, Prof. Ir. Jamasri, Ph.D., IPU., ASEAN Eng
Universitas Gadjah Mada, 2010 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

S_a	Level tegangan pada beban dinamis
R	Rsio tegangan
VHN	Vickers Hardness Number
σ	tegangan nominal pada uji tarik
σ yield	tegangan luluh
σ maks	tegangan maksimum
σ_f	Tegangan pada uji fatik
ε	regangan
θ	Sudut antara permukaan intan yang berlawanan
ΔL	Pertambahan panjang pada uji tarik