

TUGAS AKHIR

ANALISA PENGARUH PENGELASAN DAN PENGELINGAN YANG DILANJUTKAN PROSES *QUENCH-AGING* DAN ANIL ALUMINIUM (Al-Fe) TERHADAP SIFAT FISIS DAN MEKANIS



Tugas Akhir ini Disusun Guna Memperoleh Gelar Sarjana
Strata Satu Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Surakarta

oleh :

JOKO PURWANTO

NIM : D.200.02.0157

NIRM : 02.6.106.03030.50 157

**JURUSAN TEKNIK MESIN FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA
2011**

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi dengan judul :

**ANALISA PENGARUH PENGELASAN DAN PENGELINGAN YANG
DILANJUTKAN PROSES *QUENCH-AGING* DAN ANIL ALUMINIUM (Al-Fe)
TERHADAP SIFAT FISIS DAN MEKANIS**

yang dibuat untuk memenuhi sebagian syarat memperoleh derajat sarjana S1 pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta, sejauh yang saya ketahui bukan merupakan tiruan atau duplikasi dari skripsi yang sudah dipublikasikan dan atau pernah dipakai untuk mendapatkan gelar kesarjanaan di lingkungan Universitas Muhammadiyah Surakarta atau instansi manapun, kecuali bagian yang sumber informasinya saya cantumkan sebagaimana mestinya.

Surakarta, 23 Maret 2011

Yang menyatakan

Joko Puwanto

HALAMAN PERSETUJUAN

Tugas akhir berjudul “Analisa Pengaruh Pengelasan dan Pengelangan yang Dilanjutkan Proses *Quench-Aging* dan Anil Aluminium (Al-Fe) terhadap Sifat Fisis dan Mekanis”, telah disetujui oleh Pembimbing Tugas Akhir dan diterima untuk memenuhi sebagian persyaratan memperoleh derajat sarjana S1 pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta

Dipersiapkan oleh :

Nama : JOKO PURWANTO

N I M : D.200.02.0157

Disetujui pada :

Hari :

Tanggal :

Mengetahui

Pembimbing Utama

Pembimbing Pendamping

(Ir. Bibit Sugito, MT.)

(Agus Yulianto, ST, MT.)

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas akhir berjudul “Analisa Pengaruh Pengelasan dan Pengelangan yang Dilanjutkan Proses *Quench-Aging* dan Anil Aluminium (Al-Fe) terhadap Sifat Fisis dan Mekanis”, telah dipertahankan dihadapan Tim Penguji dan telah dinyatakan sah untuk memenuhi sebagian syarat memperoleh derajat sarjana S1 pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta

Dipersiapkan oleh :

Nama : JOKO PURWANTO

N I M : D.200.02.0157

Disahkan pada :

Hari :

Tanggal :

Tim Penguji :

Ketua : Ir. Bibit Sugito, MT.

Anggota 1 : Agus Yulianto, ST, MT.

Anggota 2 : Ir. Agus Hariyanto, MT.

Dekan

Ketua Jurusan

(Ir. Agus Riyanto, MT.)

(Ir. Sartono Putro, MT.)

LEMBAR SOAL TUGAS AKHIR

HALAMAN MOTTO

" Hai orang-orang yang beriman, jadikanlah sabar dan sholat sebagai penolongmu. Sesungguhnya Allah beserta orang-orang yang sabar "

(QS. Al Baqarah : 153)

" niscaya Allah akan meninggikan orang-orang yang beriman diantara kamu dan orang-orang yang diberi ilmu pengetahuan beberapa derajat "

(QS. Al Mujaadilah : 11)

ABSTRAKSI

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui prosentase unsur komposisi kimia material, fasa penyusun struktur mikro, harga kekerasan dan harga kekuatan tarik pada material Al-Fe untuk spesimen pengelasan dan pengelingan yang dilanjutkan perlakuan panas *quench*, anil dan *quench aging*.

Material yang digunakan adalah plat aluminium dengan tebal 1 mm. Dilakukan proses pengelasan gas mulia (TIG) dan proses pengelingan. Pengujian yang dilakukan : komposisi kimia, struktur mikro, kekerasan, tarik. Pengujian yang dilakukan : uji komposisi kimia (alat uji *Spectrometer*-ASTM E 716), uji struktur mikro (alat uji Olympus Metallurgical Microscope dan Olympus Photomicrographic System-ASTM E 7), uji kekerasan (alat uji *Macrohardness Vickers Tester*-ASTM E 92) dan uji tarik (alat uji *Universal servohydraulic-servopulser*-ASTM B0557-02A).

Dari hasil pengujian komposisi kimia pelat aluminium didapatkan prosentase unsur utama, yaitu : aluminium (Al) sebesar 97,76 %, besi (Fe) sebesar 0,621 % dan silikon (Si) sebesar 0,369 %. Dari hasil pengamatan struktur mikro secara umum didapatkan fasa, yaitu : matriks Al (area berwarna terang), $Fe Al_3$ (bintik warna hitam) dan Si (butiran warna abu-abu). Pada variasi spesimen pengelasan dan spesimen keling untuk : raw material didapatkan butiran Si dan $Fe Al_3$ lebih kecil dan merata dibandingkan spesimen *annealing*. Sedangkan untuk *quench aging* didapatkan butiran Si dan $Fe Al_3$ lebih besar dan tidak merata (meregang) dibandingkan spesimen *quench*. Dari pengujian kekerasan tersebut didapatkan harga kekerasan rata-rata pada spesimen las : raw material (daerah las = 67,6 VHN, HAZ = 37,8 VHN, logam induk = 55,94 VHN), spesimen *quench* (daerah las = 58 VHN, HAZ = 37,1 VHN, logam induk = 38,27 VHN), spesimen *quench aging* (daerah las = 73,77 VHN, HAZ = 43,64 VHN, logam induk = 38,87 VHN) dan spesimen *annealing* (daerah las = 70,94 VHN, HAZ = 45,47 VHN, logam induk = 52,77 VHN). Sedangkan spesimen keling : raw material (daerah keling = 71,9 VHN, daerah batas = 59,77 VHN), *quench* (daerah keling = 38,30 VHN, daerah batas = 46,84 VHN), *quench aging* (daerah keling = 51,94 VHN, daerah batas = 42,87 VHN) dan *annealing* (daerah keling = 58 VHN, daerah batas = 47,54 VHN). Dari hasil pengujian menunjukkan pada spesimen las dan keling adanya penambahan proses treatment mengakibatkan penurunan kekerasan. Dari hasil pengujian tarik spesimen las didapatkan harga kekuatan tarik rata-rata terendah pada spesimen las raw material = 9,3 kg/mm². Untuk spesimen las + *quench* = 9,93 kg/mm² dan spesimen las + *annealing* = 9,36 kg/mm². Harga tertinggi pada spesimen las + *quench aging* = 10,26 kg/mm².

Kata-kata kunci : aluminium, las TIG, *quench*, *annealing*, *aging*

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Dengan mengucapkan syukur alhamdulillah, penulis memanjatkan puja puji ke hadirat Allah SWT, karena dengan rahmat serta hidayah-Nya, penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini sebagai salah satu syarat yang harus dipenuhi oleh setiap mahasiswa Teknik Mesin guna memenuhi ujian tingkat sarjana.

Atas selesainya laporan Tugas Akhir ini, penulis banyak mendapatkan berbagai macam bantuan jasa dari berbagai pihak. Untuk itu atas segala bentuk dari bantuannya, penyusun menyampaikan terima kasih kepada yang terhormat :

1. Ir. Agus Riyanto, MT., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta beserta staf yang telah memberikan kesempatan pada penulis untuk menyelesaikan Tugas Akhir ini.
2. Ir. Sartono Putro, ST., selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Surakarta yang telah memberikan ijin untuk penulisan Tugas Akhir ini.
3. Ir. Bibit Sugito, MT., selaku pembimbing utama yang dengan sabar dan teliti membimbing dan mengarahkan kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
4. Agus Yulianto, ST, MT., selaku pembimbing pendamping yang telah meluangkan waktu berkenan memberikan petunjuk dan mengarahkan penulisan dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.

5. Lilik Dwi Setyana, ST, MT., dan segenap staf Laboratorium Bahan D3 UGM serta Staff PT. Baja Kurnia yang telah memberikan banyak bantuan dan penjelasan serta kelancaran selama melakukan pengujian.
6. Ayahanda dan ibunda tercinta, maaf harus menunggu terlalu lama dan terima kasih untuk nyawa dan nafas yang kalian persembahkan.
7. Kakak-kakakku (Mas Sugeng, Mas Tulus dan Mas Anang), atas dukungan moril dan materiil selama ini. Beserta adik-adikku (Purwadi dan Bowo).
8. Yuni, bukan yang pertama, tapi Insya Allah menjadi yang terakhir.
9. Teman-teman kos Sri Gunting.
10. Dan semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu-persatu, terima kasih atas do'a dan dukungannya.

Penulis menyadari sepenuhnya dalam penyusunan Tugas Akhir ini masih banyak kekurangannya baik materi, bahasa maupun penyusunannya. Akhir kata, penulis berharap mudah-mudahan Tugas Akhir ini bermanfaat bagi penulis khususnya dan semua pihak yang berkepentingan.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

Surakarta, Agustus 2010

Joko Purwanto

DAFTAR ISI

Halaman Judul	i
Pernyataan Keaslian Skripsi	ii
Halaman Persetujuan	iii
Halaman Pengesahan	iv
Lembar Soal Tugas Akhir	v
Halaman Motto	vi
Abstraksi	viii
Kata Pengantar	ix
Daftar Isi	x
Daftar Gambar	xii
Daftar Tabel	xv
Daftar Lampiran	xvi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang Masalah	1
1.2. Perumusan Masalah	2
1.3. Batasan Masalah	2
1.4. Tujuan Penelitian	3
1.5. Manfaat Penelitian	3
1.6. Metode Penelitian	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI	4
2.1. Tinjauan Pustaka	6
2.2. Landasan Teori Aluminium	9
2.3. Sifat dan Karakteristik Aluminium	9
2.4. Manfaat Aluminium	10
2.5. Klasifikasi Paduan Aluminium	11
2.5.1. Paduan Al-Si	13
2.5.2. Paduan Al-Fe	15
2.6. Pengaruh Unsur-unsur Paduan	16
2.7. Pengelasan Aluminium	18
2.8. Pengelangan	22
2.9. Perlakuan Panas Paduan Aluminium	23
2.10. Sifat-sifat Mekanis	28
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	32
3.1. Diagram Alir Penelitian	32
3.2. Material dan Persiapan Bahan	33
3.3. Proses Pengelasan	34
3.4. Proses Pengelangan	38
3.5. Pembuatan Spesimen	39
3.6. Proses Perlakuan Panas	36

3.7. Pelaksanaan Pengujian	48
3.7.1. Pengujian Komposisi Kimia	48
3.7.2. Pengujian Struktur Mikro	50
3.7.3. Pengujian Kekerasan	52
3.7.4. Pengujian Tarik	53
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	56
4.1. Hasil Pengujian Komposisi Kimia	56
4.2. Pembahasan Pengujian Komposisi Kimia	56
4.3. Hasil Pengujian Struktur Mikro	58
4.4. Pembahasan Pengujian Struktur Mikro	59
4.5. Hasil Pengujian Kekerasan	72
4.6. Pembahasan Pengujian Kekerasan	74
4.7. Hasil Pengujian Tarik	76
4.8. Pembahasan Pengujian Tarik	78
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	84
5.1. Kesimpulan	84
5.2. Saran	85

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN-LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1.	Diagram Fasa Al-Si	13
Gambar 2.2.	Struktur mikro paduan Al-Si	14
Gambar 2.3.	Struktur mikro paduan Al-Si-Mg	14
Gambar 2.4.	Struktur mikro paduan Al-Fe	15
Gambar 2.5.	Bentuk penembusan dari pemakaian gas pelindung	19
Gambar 2.6.	Jenis mesin las TIG	21
Gambar 2.7.	Pengelasan	23
Gambar 2.8.	Siklus temperatur untuk perlakuan panas paduan aluminium ..	26
Gambar 2.9.	Proses pengamatan struktur mikro	28
Gambar 2.10.	Azas pengukuran kekerasan Vickers	29
Gambar 2.11.	Bentuk-bentuk bekas penekanan	31
Gambar 2.12.	Mekanisme perpatahan benda uji impak	32
Gambar 3.1.	Diagram alir penelitian	32
Gambar 3.2.	Aluminium pelat	33
Gambar 3.3.	Bentuk sambungan las dan kampuh	34
Gambar 3.4.	Bagian-bagian las TIG	35
Gambar 3.5.	Proses pengelasan TIG dengan <i>filler metal</i> dan hasil lasan	37
Gambar 3.6.	Jenis keling yang dipakai dan proses pengelasan	38
Gambar 3.7.	Konstruksi sambungan keling dan hasil pengelasan	39
Gambar 3.8.	<i>Metal Cut</i>	40
Gambar 3.9.	Ukuran spesimen uji tarik standar ASTM E 8 M	41
Gambar 3.10.	Penyiapan spesimen las untuk uji tarik	41
Gambar 3.11.	Penyiapan spesimen keling untuk uji tarik	42
Gambar 3.12.	Daerah lokasi uji struktur mikro dan kekerasan pada spesimen <i>raw material</i>	43
Gambar 3.13.	Daerah lokasi uji struktur mikro dan kekerasan pada spesimen las dengan <i>heat treatment</i>	43
Gambar 3.14.	Daerah lokasi uji struktur mikro dan kekerasan pada spesimen keling dengan <i>heat treatment</i>	43
Gambar 3.15.	Mesin penghalus	44
Gambar 3.16.	Grafik proses <i>quench</i> dan <i>quench-aging</i>	47
Gambar 3.17.	Grafik proses <i>annealing</i>	48
Gambar 3.18.	<i>Furnace</i> (dapur pemanas)	48
Gambar 3.19.	Spesimen uji komposisi kimia	50
Gambar 3.20.	Alat uji komposisi kimia	50
Gambar 3.21.	<i>Olympus Metallurgical Microscope</i> dan <i>Olympus Photomicrographic Systems</i>	51
Gambar 3.22.	<i>Vickers Microhardness Tester</i>	52
Gambar 3.23.	Alat uji tarik dan proses penarikan	55
Gambar 4.1.	Foto struktur mikro spesimen <i>raw material</i> pengelasan (tanpa <i>heat treatment</i>) daerah las pada perbesaran 500 ×	58
Gambar 4.2.	Foto struktur mikro spesimen <i>raw material</i> pengelasan	

	(<i>tanpa heat treatment</i>) daerah <i>HAZ</i> pada perbesaran $500 \times$	58
Gambar 4.3.	Foto struktur mikro spesimen <i>raw material</i> pengelasan (<i>tanpa heat treatment</i>) daerah logam induk pada perbesaran $500 \times$	59
Gambar 4.4.	Foto struktur mikro spesimen <i>raw material</i> pengelangan (<i>tanpa heat treatment</i>) daerah material keling pada perbesaran $500 \times$	60
Gambar 4.5.	Foto struktur mikro spesimen <i>raw material</i> pengelangan (<i>tanpa heat treatment</i>) daerah batas keling pada perbesaran $500 \times$	60
Gambar 4.6.	Foto struktur mikro spesimen <i>raw material</i> pengelangan (<i>tanpa heat treatment</i>) daerah material induk pada perbesaran $500 \times$	60
Gambar 4.7.	Foto struktur mikro spesimen pengelasan + <i>quench</i> daerah las pada perbesaran $500 \times$	61
Gambar 4.8.	Foto struktur mikro spesimen pengelasan + <i>quench</i> daerah <i>HAZ</i> pada perbesaran $500 \times$	61
Gambar 4.9.	Foto struktur mikro spesimen pengelasan + <i>quench</i> daerah logam induk pada perbesaran $500 \times$	62
Gambar 4.10.	Foto struktur mikro spesimen pengelasan + <i>quench aging</i> daerah las pada perbesaran $500 \times$	62
Gambar 4.11.	Foto struktur mikro spesimen pengelasan + <i>quench aging</i> daerah <i>HAZ</i> pada perbesaran $500 \times$	63
Gambar 4.12.	Foto struktur mikro spesimen pengelasan + <i>quench aging</i> daerah logam induk pada perbesaran $500 \times$	63
Gambar 4.13.	Foto struktur mikro spesimen pengelasan + <i>annealing</i> daerah las pada perbesaran $500 \times$	64
Gambar 4.14.	Foto struktur mikro spesimen pengelasan + <i>annealing</i> daerah <i>HAZ</i> pada perbesaran $500 \times$	64
Gambar 4.15.	Foto struktur mikro spesimen pengelasan + <i>annealing</i> daerah logam induk pada perbesaran $500 \times$	65
Gambar 4.16.	Foto struktur mikro spesimen pengelangan + <i>quench</i> daerah material keling pada perbesaran $500 \times$	65
Gambar 4.17.	Foto struktur mikro spesimen pengelangan + <i>quench</i> daerah batas keling pada perbesaran $500 \times$	66
Gambar 4.18.	Foto struktur mikro spesimen pengelangan + <i>quench</i> daerah material induk pada perbesaran $500 \times$	66
Gambar 4.19.	Foto struktur mikro spesimen pengelangan + <i>quench aging</i> daerah material keling pada perbesaran $500 \times$	67
Gambar 4.20.	Foto struktur mikro spesimen pengelangan + <i>quench aging</i> daerah batas keling pada perbesaran $500 \times$	67
Gambar 4.21.	Foto struktur mikro spesimen pengelangan + <i>quench aging</i> daerah material induk pada perbesaran $500 \times$	68
Gambar 4.22.	Foto struktur mikro spesimen pengelangan + <i>annealing</i> daerah material keling pada perbesaran $500 \times$	68

Gambar 4.23.	Foto struktur mikro spesimen pengelasan + <i>annealing</i> daerah batas keling pada perbesaran $500 \times$	69
Gambar 4.24.	Foto struktur mikro spesimen pengelasan + <i>annealing</i> daerah material induk pada perbesaran $500 \times$	69
Gambar 4.25.	Grafik perbandingan harga kekerasan spesimen pengelasan ...	72
Gambar 4.26.	Grafik perbandingan harga kekerasan spesimen pengelasan ..	73
Gambar 4.27.	Histogram tegangan tarik maksimal rata-rata spesimen las aluminium	76
Gambar 4.28.	Histogram regangan rata-rata spesimen las pelat aluminium ...	77
Gambar 4.29.	Histogram tegangan tarik maksimal rata-rata spesimen keling aluminium	78
Gambar 4.30.	Patahan spesimen las + <i>quench</i> dan las + <i>quench aging</i>	80
Gambar 4.31.	Patahan spesimen <i>raw material</i> dan las + <i>annealing</i>	81
Gambar 4.32.	Patahan spesimen <i>raw material</i> dan keling + <i>annealing</i>	82
Gambar 4.33.	Patahan spesimen keling + <i>quench</i> dan keling + <i>quench aging</i> ..	83

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1.	Penggunaan jenis arus las TIG untuk beberapa logam	21
Tabel 3.1.	Jenis pengujian dan rincian jumlah spesimen	33
Tabel 3.2.	Spesifikasi mesin las dan kondisi pengelasan	36
Tabel 4.1.	Hasil komposisi kimia pelat aluminium	56
Tabel 4.2.	Hasil pengujian kekerasan spesimen pengelasan pelat aluminium..	72
Tabel 4.3.	Hasil pengujian kekerasan spesimen pengelasan pelat aluminium	73
Tabel 4.4.	Harga parameter hasil uji tarik spesimen pengelasan pelat aluminium	76
Tabel 4.5.	Harga parameter hasil uji tarik spesimen pengelasan pelat aluminium	77

DAFTAR LAMPIRAN

- LAMPIRAN 1** – Surat keterangan pemesanan / pembuatan spesimen sambungan las
- LAMPIRAN 2** – Surat keterangan pemesanan / pembuatan spesimen sambungan las (lanjutan)
- LAMPIRAN 3** – Tabel 1. hasil pengujian komposisi kimia pelat aluminium
- LAMPIRAN 4** – Tabel 2. hasil pengujian kekerasan sambungan las spesimen *raw material* (tanpa *treatment*)
- LAMPIRAN 5** – Tabel 3. hasil pengujian kekerasan sambungan las spesimen las +*quench*
- LAMPIRAN 6** – Tabel 4. hasil pengujian kekerasan sambungan las spesimen las +*quench aging*
- LAMPIRAN 7** – Tabel 5. hasil pengujian kekerasan sambungan las spesimen las +*annealing*
- LAMPIRAN 8** – Tabel 6. hasil pengujian kekerasan sambungan keling spesimen *raw material* dan *quench*
- LAMPIRAN 9** – Tabel 7. hasil pengujian kekerasan sambungan keling spesimen *quench aging* dan *annealing*
- LAMPIRAN 10**– Tabel 8. hasil pengujian tarik sambungan las
- LAMPIRAN 11**– Gambar 1. grafik uji tarik sambungan las spesimen *raw material* (tanpa *treatment*)
- LAMPIRAN 12**– Gambar 2. grafik uji tarik sambungan las spesimen *quench*
- LAMPIRAN 13**– Gambar 3. grafik uji tarik sambungan las spesimen *quench aging*
- LAMPIRAN 14**– Gambar 4. grafik uji tarik sambungan las spesimen *annealing*
- LAMPIRAN 15**– Gambar 5. grafik uji tarik sambungan keling spesimen *raw material* (tanpa *perlakuan*)
- LAMPIRAN 16**– Gambar 6. grafik uji tarik sambungan keling spesimen *quench*
- LAMPIRAN 17**– Gambar 7. grafik uji tarik sambungan keling spesimen *quench aging*
- LAMPIRAN 18**– Gambar 8. grafik uji tarik sambungan keling spesimen *annealing*