UNIVERSITAS
GADJAH MADA
PENGARUH ARUS DAN WAKTU PENGELASAN TERHADAP SIFAT FISIS DAN MEKANIS HASIL PENGELASAN PADA PENGELASAN TITIK
Wahyu Catur Subagiyo, Prof. Ir. Heru Santoso Budi Rochardjo, M.Sc. Ph.D., IPM. ASEAN Eng
Universitas Gadjah Mada, 2000 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

HALAMAN JUDUL i
HALAMAN PENGESAHAN ii
MOTO DAN PERSEMBAHAN iii
NASKAH SOAL iv
INTISARI v
KATA PENGANTAR vi
DAFTAR ISI viii
DAFTAR GAMBAR xii
DAFTAR TABEL xiv
DAFTAR NOTASI xv
DAFTAR LAMPIRAN xvi

BAB I PENDAHULUAN
1.1. Latar Belakang 1
1.2. Permasalahan 2
1.3. Tujuan penelitian 2
1.4. Pembatasan masalah 3
1.5. Metode penelitian 3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA
2.1 Pengertian 4
2.2 Klasifikasi Pengelasan 4
2.2.1 Pengelasan Tekan 4
2.2.2 Pengelasan cair 4
2.2.3 Pematrian 5
2.3 Las Resistensi Listrik 5
2.3.1 Pengelasan Titik 6
2.3.2 Sistem Pengoperasian 7
2.3.3 Siklus Pengelasan 8
2.3.4 Panas yang Dibangkitkan 9
2.3.5 Pengaruh Arus Listrik 10

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
PENGARUH ARUS DAN WAKTU PENGELASAN TERHADAP SIFAT FISIS DAN MEKANIS HASIL PENGELASAN PADA PENGELASAN TITIK
Wahyu Catur Suhagiyo, Prof. Ir. Heru Santoso Budi Rochardjo, M.Sc. Ph.D., IPM. ASEAN Eng
Universitas Gadjah Mada, 2000 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

2.3.6 Pengaruh Gaya Elektrode
2.3.8 Pengaruh Elektrode 11
2.3.9 Pengaruh Kondisi Permukaan 11
2.3.10 Pengaruh Komposisi Logam 11
2.4 Klasifikasi Baja 12
2.5 Paduan dan Struktur Metalurgi Baja Tahan Karat 12
2.5.1 Pengaruh Kromium 13
2.5.2 Pengaruh Nikel 15
2.5.3 Paduan Besi-Kromium-Karbon 16
2.5.4 Paduan Besi-Kromium-Karbon-Nikel 17
2.6 Baja Tahan Karat 19
2.6.1 Stainless Steel Martensit 19
2.6.2 Stainless Steel Ferrit 19
2.6.3 Stainless Steel Austenit 20
2.6.4 Stainless Steel Presipitation Hardening 22
2.6.5 Baja Tahan Karat Duplex 22
2.6.6 Baja Tahan Karat SUS 304 22
2.7 Pengelasan Resistensi Baja Tahan Karat 22
2.7.1 Karakteristik Pengelasan Baja Tahan Karat Kelas Austenit 23
2.8 Korosi Intergranuler 24
2.9 Metalurgi Las 26
2.9.1 Manik Las 26
2.9.2 Daerah Pengaruh Panas 26
2.9.3 Logam Induk 27
BAB III PELAKSANAAN PENELITIAN
3.1 Diagram Alir Penelitian 28
3.2 Tujuan Penelitian 29
3.3 Bahan Penelitian 29
3.4 Parameter Pengelasan 30
3.5 Mesin Las yang digunakan 30
3.6 Siklus Pengelasan 31

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
PENGARUH ARUS DAN WAKTU PENGELASAN TERHADAP SIFAT FISIS DAN MEKANIS HASIL PENGELASAN PADA PENGELASAN TITIK
Wahyu Catur Subagiyo, Prof. Ir. Heru Santoso Budi Rochardjo, M.Sc. Ph.D., IPM. ASEAN Eng
Universitas Gadjah Mada, 2000 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

3.7 Kombinasi dan Sistematika Pengelasan
3.8 Pelaksanaan Pengambilan Data....33
3.9.1 Pengambilan Data Pengujian Tarik....33
3.9.2 Pengambilan Data Pengujian Struktur Mikro....34
3.9.3 Pengambilan Data Pengujian Kekerasan....35
3.9.4 Pengambilan Data Pengujian Struktur Makro....36
BAB IV DATA DAN PEMBAHASAN
4.1 Analisa Data Pengujian Tarik....37
4.1.1 Analisa Statistik Data Hasil Pengujian....38
4.2 Analisa Data Pengujian Makro....43
4.2.1 Bentuk dan Diameter Nugget....45
4.2.2 Penetrasi....46
4.2.3 Indentasi....47
4.2.4 Cacat Internal....47
4.2.5 Ledakan Permukaan....49
4.2.6 Separasi Pelat....50
4.3 Analisa Data Pengujian Struktur Mikro....50
4.3.1 Presipitasi Karbida....50
4.3.2 Struktur Mikro Daerah Pusat Nugget....52
4.3.3 Struktur Mikro Daerah Pengaruh Panas....53
4.4 Analisa Data Pengujian Kekerasan....58
4.5 Pengujian Kemampuan Pengelasan Spot....66
4.5.1 Metode Pengujian....66
4.5.2 Bentuk dan Dimensi Material....66
4.6 Macam Pengujian....66
4.6.1 Pengujian Tarik Geser....66
4.6.2 Pengujian Seksional....66
4.6.2.1 Bentuk Nugget....66
4.6.2.2 Perambatan Penetrasi....67
4.6.2.3 Indentasi....67
4.6.2.4 Panjang Cacat....67

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
PENGARUH ARUS DAN WAKTU PENGELASAN TERHADAP SIFAT FISIS DAN MEKANIS HASIL PENGELASAN PADA PENGELASAN TITIK
Wahyu Catur Subagiyo, Prof. Ir. Heru Santoso Budi Rochardjo, M.Sc. Ph.D., IPM. ASEAN Eng
Universitas Gadjah Mada, 2000 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

4.7 Analisa Pengujian Kemampuan Spot
5.1 Kesimpulan 70
5.2 Saran 70
DAFTAR PUSTAKA 71
LAMPIRAN

UNIVERSITAS GADJAH MADA
PENGARUH ARUS DAN WAKTU PENGELASAN TERHADAP SIFAT FISIS DAN MEKANIS HASIL PENGELASAN PADA PENGELASAN TITIK
Wahyu Catur Subagiyo, Prof. Ir. Heru Santoso Budi Rochardjo, M.Sc. Ph.D., IPM. ASEAN Eng
Universitas Gadjah Mada, 2000 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

Gambar 2.1 : Pembangkit Gaya Pada Las Titik
Gambar 2.2 : Klasifikasi Pengelasan Resistensi Listrik
Gambar 2.3 : Pembentukan Nugget Pada Las Titik
Gambar 2.4 : Siklus Pengelasan Pada Las Titik
Gambar 2.5 : Sistem Resistensi Pada Pengelasan Titik
Gambar 2.6 : Diagram Fase Biner Paduan Fe-Cr
Gambar 2.7 : Penambahan > 12 % Cr Membentuk Fase Austenit dan Gamma Loop
Gambar 2.8 : Komposisi Dasar 18 Cr Yang Ditambahkan Nikel Untuk Memastikan Struktur Austenit Yang Stabil
Gambar 2.9 : Diagram Fase Fe-Cr Untuk Kandungan Karbon Yang Berbeda
Gambar 2.10 : Diagram Fase Untuk Paduan Fe-18 % Cr- C
Gambar 2.11 : Beberapa Jenis Stainless Steel Austenit
Gambar 2.12 : Diagram Schaeffler
Gambar 2.13 : Pengendapan Karbida Pada Batas Butir Korosi Intergranular
Gambar 2.14 : Variasi Kandungan Karbon Untuk Stainless Steel 18-8 Dengan Laju Sensitisasi
Gambar 2.15 : Transien Panas Yang Menghasilkan *weld decay*
Gambar 3.1 : Diagram Alir Penelitian
Gambar 3.2 : Dimensi Dan Bentuk Benda Uji
Gambar 3.3 : Spesimen Yang Telah di Resin
Gambar 3.4 : Penampang Lintang Uji Kekerasan Mikro
Gambar 4.1 : Hubungan Maksimum Load Rata-rata dengan Lama Pengelasan
Gambar 4.2 : Hubungan Kekuatan Tarik Rata-rata vs Luas Nugget Rata-rata Arus 16 kA
Gambar 4.3 : Hubungan Kekuatan Tarik Rata-rata vs Luas Nugget Rata-rata Arus 17 kA
Gambar 4.4 : Distribusi Panas Pada Pengelasan Titik
Gambar 4.5 : Foto Makro Pengelasan Kombinasi 15 s vs 16 kA
Gambar 4.6 : Foto Makro Pengelasan Kombinasi 16 s vs 16 kA

UNIVERSITAS GADJAH MADA
PENGARUH ARUS DAN WAKTU PENGELASAN TERHADAP SIFAT FISIS DAN MEKANIS HASIL PENGELASAN PADA PENGELASAN TITIK
Wahyu Catur Subagiyo, Prof. Ir. Heru Santoso Budi Rochardjo, M.Sc. Ph.D., IPM. ASEAN Eng
Universitas Gadjah Mada, 2000 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

Gambar 4.9 : Foto Makro Pengelasan Kombinasi 15 s vs 17 kA
Gambar 4.10 : Foto Makro Pengelasan Kombinasi 16 s vs 17 kA
Gambar 4.11 : Foto Makro Pengelasan Kombinasi 17 s vs 17 kA
Gambar 4.12 : Foto Makro Pengelasan Kombinasi 18 s vs 17 kA
Gambar 4.13 : Porositas Pada Lasan
Gambar 4.14 : Inklusi Gas Pada Daerah Lasan
Gambar 4.15 : Ledakan Permukaan Pada Benda Uji
Gambar 4.16 : Korosi Intergranular Pada Daerah HAZ
Gambar 4.17 : Skema Ilustrasi Daerah Pengosongan Daerah Batas Butir Austenit
Gambar 4.18 : Struktur Mikro Daerah Pusat Nugget
Gambar 4.19 : Foto Mikro Kombinasi A, B, C dan D
Gambar 4.20 : Foto Mikro Kombinasi E, F, G dan H
Gambar 4.21 : Diagram Fase Cr-Ni Dengan kandungan ± 70% Fe
Gambar 4.22 : Diagram Schaeffler Hasil Pengujian
Gambar 4.23 : Grafik kekerasan Kombinasi A (15 s vs 16 kA)
Gambar 4.24 : Grafik kekerasan Kombinasi B (16 s vs 16 kA)
Gambar 4.25 : Grafik kekerasan Kombinasi C (17 s vs 16 kA)
Gambar 4.26 : Grafik kekerasan Kombinasi D (18 s vs 16 kA)
Gambar 4.27 : Grafik kekerasan Kombinasi E (15 s vs 17 kA)
Gambar 4.28 : Grafik kekerasan Kombinasi F (16 s vs 17 kA)
Gambar 4.29 : Grafik kekerasan Kombinasi G (17 s vs 17 kA)
Gambar 4.30 : Grafik kekerasan Kombinasi H (18 s vs 17 kA)
Gambar 4.31 : Pengerasan Daerah HAZ Karena Endapan Karbida

UNIVERSITAS GADJAH MADA
PENGARUH ARUS DAN WAKTU PENGELASAN TERHADAP SIFAT FISIS DAN MEKANIS HASIL PENGELASAN PADA PENGELASAN TITIK
Wahyu Catur Subagiyo, Prof. Ir. Heru Santoso Budi Rochardjo, M.Sc. Ph.D., IPM. ASEAN Eng
Universitas Gadjah Mada, 2000 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

Tabel 3.1 : Komposisi Kimia Sifat Mekanis dan Fisik Baja Tahan Karat
Tabel 3.2 : Spesifikasi Mesin Las Tipe PGX – 2323
Tabel 3.3 : Kombinasi Pengelasan
Tabel 3.4 : Jenis Pengujian Kemampuan Spot
Tabel 4.1 : Data Hasil Pengujian Tarik Geser Tiap Kombinasi
Tabel 4.2 : Kriteria Chauvenet
Tabel 4.3 : Analisa Chauvenet Hasil Pengujian Tarik Geser
Tabel 4.3 : Diameter Nugget
Tabel 4.5 : Penetrasi Hasil Pengelasan
Tabel 4.6 : Identasi Permukaan Tiap Spesimen
Tabel 4.7 : Data Diagonal Injakan Rata-rata Penetrator Uji Kekerasan
Tabel 4.8 : Data Kekerasan Mikro *Hardness*
Tabel 4.9 : Data Hasil Pengujian Spot

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
PENGARUH ARUS DAN WAKTU PENGELASAN TERHADAP SIFAT FISIS DAN MEKANIS HASIL PENGELASAN PADA PENGELASAN TITIK
Wahyu Catur Subagiyo, Prof. Ir. Heru Santoso Budi Rochardjo, M.Sc. Ph.D., IPM. ASEAN Eng
Universitas Gadjah Mada, 2000 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

Q	= Total panas yang dihasilkan (Watt secon / Joule)
R	= Total Resistensi Sistem (ohm)
I	= Arus Yang Mengalir (Ampere)
K	= Faktor dari Total Radiasi Konveksi dan Konduksi
d_i	= Deviasi Data
x_i	= Data ke-i
x_m	= Data Rata-rata
σ	= Deviasi Standar
A	= Luas Nugget (mm^2)
VHN	= Vickers Hardness Number (kg/mm^2)
σ_{mak}	= Kekuatan Tarik (kgf/mm^2)
d	= Diameter Nugget (mm)
Cr_{ek}	= Cromium Ekuivalen
Ni_{ek}	= Nikel Ekuivalen

UNIVERSITAS GADJAH MADA
PENGARUH ARUS DAN WAKTU PENGELASAN TERHADAP SIFAT FISIS DAN MEKANIS HASIL PENGELASAN PADA PENGELASAN TITIK
Wahyu Catur Subagiyo, Prof. Ir. Heru Santoso Budi Rochardjo, M.Sc. Ph.D., IPM. ASEAN Eng
Universitas Gadjah Mada, 2000 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

Lampiran A : Foto Makro Kemampuan Spot

Lampiran B : Spesimen Benda Uji

Lampiran C : Hasil Uji Komposisi Spesimen

Lampiran D : Vickers Hardness Number

Lampiran E : Gambar Portable Spot Welding Machine for Underframe Type PGX-2323

Lampiran F : Japanese Railways Standard