



UNIVERSITAS DIPONEGORO

**PENGARUH WAKTU TEKAN ELEKTRODA TERHADAP
STRUKTUR MIKRO *NUGGET* HASIL PENGELASAN LAS TITIK**

Diajukan sebagai Syarat Memperoleh Gelar Sarjana Strata Satu (S-1)
Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Diponegoro

Disusun oleh:
AHMAD MUSTA'FIF
L2E 606 008

**JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS DIPONEGORO
SEMARANG
2011**

HALAMAN TUGAS AKHIR

Diberikan Kepada : Nama : Ahmad Musta'fif
NIM : L2E 606 008

Dosen Pembimbing : Ir. Yurianto, MT
Ir. Sumar Hadi Suryo

Jangka Waktu : 6 (enam) bulan

Judul : **Pengaruh Waktu Tekan Elektoda terhadap Struktur Mikro *Nugget* Hasil Pengelasan Las Titik.**

Isi Tugas : Membahas hubungan antara waktu penekanan elektroda terhadap struktur mikro las hasil pengelasan las titik dengan melakukan:

1. Membuat benda uji hasil las titik dengan variasi waktu tekan.
2. Uji metalografi pada sambungan las titik dan membahas struktur mikro sambungan las dengan menghubungkan variasi tekanan.
3. Uji kekerasan pada sambungan las titik dan membahas kekerasan mikro sambunga las dengan menghubungkan variasi tekanan.
4. Mengamati retak mikro.

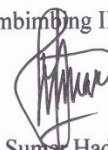
Semarang, 19 Desember 2011

Pembimbing I



Ir. Yurianto, MT
NIP. 195507271986031008

Pembimbing II



Ir. Sumar Hadi Suryo
NIP. 195801021986031002

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

**Skripsi/ Tesis/ Disertasi ini adalah hasil karya sendiri,
dan semua sumber baik yang dikutip maupun yang dirujuk
telah saya nyatakan dengan benar.**

NAMA : Ahmad Musta'fif

NIM : L2E 606 008

Tanda Tangan :



Tanggal : 19 Desember 2011

HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi ini diajukan oleh:

Nama : Ahmad Musta'fif
NIM : L2E 606 008
Jurusan/ Program Studi : Teknik Mesin
Judul Skripsi : Pengaruh Waktu Tekan Elektroda terhadap Struktur Mikro
Nugget Hasil Pengelasan Las Titik.

...

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Tim Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro.

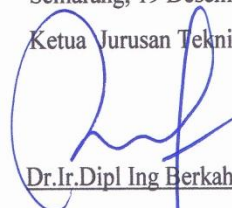
TIM PENGUJI

Pembimbing 1 : Ir. Yurianto, MT
Pembimbing 2 : Ir. Sumar Hadi Suryo
Penguji : Muchammad, ST, MT
Penguji : Dr. Sri Nugroho, ST, MT

()
()
()
()

Semarang, 19 Desember 2011

Ketua Jurusan Teknik Mesin



Dr. Ir. Dipl. Ing. Berkah Fajar TK.

NIP. 195907221987031003

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai civitas akademika Universitas Diponegoro, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Ahmad Musta'fif
NIM : L2E 606 008
Jurusan/Program Studi : Teknik Mesin
Departemen : Universitas Diponegoro
Fakultas : Teknik
Jenis Karya : Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Diponegoro **Hak Bebas Royalti Noneksklusif** (*None-exclusive Royalty Free Right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul :

PENGARUH WAKTU TEKAN ELEKTRODA TERHADAP STRUKTUR MIKRO NUGGET HASIL PENGELASAN LAS TITIK

beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti/Noneksklusif ini Universitas Diponegoro berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat dan mempublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Semarang

Pada Tanggal : 19 Desember 2011

Yang menyatakan



Ahmad Musta'fif
NIM. L2E 606 008

Ambilah Kesempatan Sekecil Mungkin Jika Peluang Itu Ada

Tugas Akhir ini kupersembahkan kepada:

- **Kedua orang tuaku (Bapak Maslut dan Ibu Siti Khumairoh).**
- **Kedua adikku.**

ABSTRACT

One of the most important processes in the metal industry and manufacture is connecting metal process. The use of welding technology is grafting technique on the plate of metal such as steel. In many cases welded connections process on the steel plate often found cracked. Cracks in the welding can occur due to thermal cycling and wrong in welding parameters selection. This phenomenon will affect to grain size, microstructure which eventually will influence on mechanical properties of welded connections. Study of welding parameters on the hardness and the microstructure of spot welding connections have been carried out, in order to know the most appropriate combinations of welding variables to obtain optimal nugget. The parameter used is a long time suppression electrode with the same current magnitude. In this research the plate used is low carbon steel plate with a thickness of 1mm, length suppression electrode 10 seconds, 20 seconds, 30 seconds, 40 seconds, 50 seconds. Tests performed included the mechanical properties using the method of Vickers hardness testing while metallographic with optical microscope. Test results of the emphasis optimum time for the base metal is 10 seconds, longer time the emphasis of metal hardness value will be higher. There were no cracks in the nugget. But the void appears to electrode welding processes with emphasis above 30 seconds.

Keywords: spot welding, hardness test, microstructure.

ABSTRAK

Salah satu proses terpenting dalam industri logam dan manufaktur adalah proses penyambungan logam. Penggunaan teknologi las merupakan teknik penyambungan logam seperti pada plat baja. Dalam banyak kasus sambungan las pada plat baja sering dijumpai timbulnya gejala retak. Retak dalam pengelasan dapat terjadi karena siklus termal dan salah dalam pemilihan parameter las. Fenomena ini akan berpengaruh terhadap ukuran butir, struktur mikro yang akhirnya akan memengaruhi terhadap sifat mekanis sambungan las. Telah dilakukan penelitian terhadap parameter las terhadap kekerasan dan struktur mikro sambungan las titik, agar bisa diketahui kombinasi variabel las yang paling tepat untuk mendapatkan nugget optimal. Parameter yang digunakan yaitu waktu penekanan elektroda dengan arus yang sama besarnya. Dalam penelitian ini plat yang digunakan yaitu plat baja karbon rendah dengan ketebalan 1mm, lama penekanan elektroda 10 detik, 20 detik, 30 detik, 40 detik, 50 detik. Pengujian sifat mekanik yang dilakukan meliputi pengujian kekerasan menggunakan metode vickers sedangkan metalografi dilakukan dengan mikroskop optik. Hasil pengujian didapatkan waktu optimum untuk logam dasar yaitu 10 detik, semakin lama waktu penekanan nilai kekerasan logam akan semakin tinggi. Tidak ditemukannya adanya retak dalam nugget, tetapi void muncul untuk proses pengelasan dengan penekanan elektroda diatas 30 detik.

Kata Kunci : las titik, uji kekerasan, struktur mikro

PRAKATA

Dari penelitian tentang *nugget* las titik yang telah penulis lakukan, akhirnya penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan judul “Pengaruh Waktu Tekan Elektroda terhadap Struktur Mikro *Nugget* Hasil Pengelasan Las Titik ”.

Pada kesempatan ini, dengan segala kerendahan hati penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada:

1. Ir. Yurianto, MT selaku dosen pembimbing I, yang telah membimbing penulis dengan penuh kesabaran dalam menyelesaikan penyusunan Tugas Akhir ini.
2. Ir. Sumar Hadi Suryo selaku dosen pembimbing II yang telah banyak memberikan bantuan, masukan dan petunjuk yang bermanfaat.
3. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu yang telah membantu demi kelancaran penyelesaian Tugas Akhir ini.

Akhir kata, penulis menyadari bahwa masih banyak kekurangan dalam penyusunan Tugas Akhir ini. Oleh karena itu, penulis membuka pintu seluas-luasnya untuk saran serta kritik yang bersifat membangun demi keberhasilan semuanya. Penulis berharap semoga karya ini dapat bermanfaat. Terima kasih.

Semarang, 19 Desember 2011



Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN TUGAS AKHIR	i
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI.....	iv
ABSTRACT.....	vii
ABSTRAK	viii
PRAKATA.....	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL.....	xvi
DAFTAR SIMBOL DAN SINGKATAN.....	xvii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 LATAR BELAKANG.....	1
1.2 Tujuan dan Manfaat.....	2
1.2.1 Tujuan	2
1.2.2 Manfaat	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Metode Penelitian.....	2
1.5 Sistematika Penulisan.....	3
BAB II DASAR TEORI	3
2.1 Tinjauan Umum.....	4
2.1.1 Pengaruh Waktu Pengelasan	4
2.1.2 Pengaruh Gaya Tekan Elektroda.....	5

2.2	Metalurgi Las Titik.....	5
2.2.1	Diagram Fasa	6
2.2.2	Diagram Continuous Cooling Transformation (CCT).....	7
2.2.3	Transformasi HAZ Baja Lasan (Steel Weld).....	8
2.2.4	Sifat Mampu Las	9
2.3	Solidifikasi Pada Las Titik	10
2.4	Cacat Pada Las	12
2.4.1	External Discontinuity	12
2.4.2	Internal Diskontinuity	14
2.5	Pengujian Nuget Pada Las Titik.....	17
2.5.1	Mikrografi	17
2.5.2	Uji Komposisi	22
2.5.3	Uji Kekerasan.....	22
BAB III METODE PENELITIAN.....		25
3.1	Metode yang Digunakan	25
3.2	Diagram Alir Penelitian.....	25
3.3	Pengelasan Titik	27
3.3.1	Pengelasan Titik Dengan Mesin Las TECHNA.....	27
3.4	Pengamatan Struktur Mikro	28
3.4.1	Peralatan dan Bahan	28
3.4.2	Prosedur Pengujian	29
3.5	Pengujian Komposisi.....	32
3.5.1	Peralatan Pengujian Komposisi.....	32
3.5.2	Prosedur Pengujian Komposisi	32
3.6	Pengujian Kekerasan	34

3.6.1	Peralatan Pengujian Kekerasan	34
3.6.2	Prosedur Pengujian Kekerasan.....	35
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		38
4.1	Hasil Pengujian.....	38
4.1.1	Hasil Uji Komposisi.....	38
4.1.2	Hasil Uji Kekerasan Menggunakan <i>Micro Hardness Vickers</i>	39
4.1.3	Hasil Uji Mikrografi.....	40
4.2	Pembahasan	48
4.2.1	Analisa Hasil Uji Komposisi.....	48
4.2.2	Sifat Mampu Las	51
4.2.3	Pembahasan Uji Kekerasan.....	52
4.2.4	Pembahasan Uji Mikrografi	52
BAB V PENUTUP.....		68
5.1	Kesimpulan.....	68
5.2	Saran	68
DAFTAR PUSTAKA		69
LAMPIRAN.....		70

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Skema las titik [5]	4
Gambar 2.2 Siklus waktu pengelasan titik [10]	5
Gambar 2.3 Diagram fasa besi karbon [2]	7
Gambar 2.4 Diagram CCT [7]	7
Gambar 2.5 Skema struktur nugget dengan pendinginan seragam [4].....	10
Gambar 2.6 Skema struktur nugget dengan pendinginan pada elektroda lebih cepat di banding pada logam dasar [4].	11
Gambar 2.7 Skema struktur nugget dengan pendinginan pada logam dasar lebih cepat dibanding pada elektroda [4].....	12
Gambar 2.8 Sambungan dengan penetrasi berlebih [4]	13
Gambar 2.9 Expulsion pada permukaan plat (AA5754) [4]	13
Gambar 2.10 Expulsion pada interface plat baja karbon rendah [4].....	14
Gambar 2.11 Expulsion dan lubang pada permukaan plat [4].....	14
Gambar 2.12 Retak permukaan dalam lasan baja [4]	15
Gambar 2.13 Sebuah nugget las dengan void [4]	15
Gambar 2.14(a) Void pada potongan las baja (b) Void besar pada potongan las baja[4]	16
Gambar 2.15 Retak dalam baja HSLA[4]	16
Gambar 2.16 Retak di las AA6111 [4].....	17
Gambar 2.17 Retak HAZ pada las AA5754 [4].....	17
Gambar 2.18 Las dingin baja [4].....	18
Gambar 2.19 Struktur mikro austenite[9]	19
Gambar 2.20 Struktur mikro ferit [8].....	20
Gambar 2.21 Struktur mikro perlit ($\alpha + Fe_3C$) [8]	20
Gambar 2.22 Struktur mikro martensit [8].....	21
Gambar 2.23 Struktur mikro perlit [8]	21
Gambar 2.24 (a) Struktur bainit bawah (b) Struktur bainit atas [8].....	22
Gambar 2.25 Cara pengukuran diameter pada indentor vickers[6]	23
Gambar 2.26 Macam –macam lekukan yang dihasilkan penumbuk intan [6].....	24

Gambar 3.1 Diagram alir penelitian.....	26
Gambar 3.2 Optical microscope (laboratorium Jurusan Teknik Mesin, Institut Teknologi Bandung).....	29
Gambar 3.3 Diagram Alir Pengamatan Struktur Mikro.....	30
Gambar 3.4 Garis potongan lasan	31
Gambar 3.5 Benda Uji.....	31
Gambar 3.6 Mesin spektrometer (Laboratorium Metal Politeknik Manufaktur Bandung)	32
Gambar 3.7 Konfigurasi pengujian komposisi (Laboratorium Metal Politeknik Manufaktur Bandung)	32
Gambar 3.8 Diagram alir uji komposisi.....	34
Gambar 3.9 Alat uji kekerasan vickers (Laboratorium Metalurgi Fisik Institut Teknologi Bandung).....	35
Gambar 3.10 Pengamatan indentasi pada lensa okuler mikroskop.....	35
Gambar 3.11 Diagram Alir Pengujian Kekerasan.....	37
Gambar 4.1 Struktur mikro base metal 10 detik	40
Gambar 4.2 Struktur mikro HAZ 10 detik	41
Gambar 4.3 Sambungan las weld metal 10 detik	41
Gambar 4.4 Struktur mikro base metal 20 detik	42
Gambar 4.5 Struktur mikro HAZ 20 detik	42
Gambar 4.6 Struktur mikro weld metal 20 detik.....	43
Gambar 4.7 Struktur mikro base metal 30 detik	43
Gambar 4.8 Struktur mikro HAZ 30 detik	44
Gambar 4.9 Struktur mikro weld metal 30 detik.....	44
Gambar 4.10 Struktur mikro base metal 40 detik	45
Gambar 4.11 Struktur mikro HAZ 40 detik	45
Gambar 4.12 Struktur mikro weld metal 40 detik.....	46
Gambar 4.13 Struktur mikro base metal 50 detik	46
Gambar 4.14 Struktur mikro HAZ 50 detik	47
Gambar 4.15 Struktur mikro weld metal 50 detik.....	47
Gambar 4.IV.16 Diagram alir menentukan standar logam	50

Gambar 4.17 Grafik nilai kekerasan vickers.....	52
Gambar 4.18 Struktur mikro (a)weld metal 10 detik (b) ferit dan perlit A 36[11].....	53
Gambar 4.19 Struktur mikro HAZ 10 detik.....	54
Gambar 4.20 Struktur mikro (a) weld metal 10 detik (b) bainit A 36 [11].....	55
Gambar 4. 21 Struktur mikro (a)weld metal 20 detik (b) ferit dan perlit A 36[11].....	56
Gambar 4.22 Struktur mikro HAZ 20 detik.....	57
Gambar 4.23 Struktur mikro (a) weld metal 20 detik (b) bainit A 36 [11].....	58
Gambar 4.24 Struktur mikro (a)weld metal 30 detik (b) ferit dan perlit A 36[11].....	59
Gambar 4.25 Struktur mikro HAZ 30 detik.....	60
Gambar 4.26 Struktur mikro (a) weld metal 30 detik (b) bainit A 36 [11].....	61
Gambar 4.27 Struktur mikro (a)weld metal 40 detik (b) ferit dan perlit A 36[11].....	62
Gambar 4.28 Struktur mikro HAZ 40 detik.....	63
Gambar 4.29 Struktur mikro (a) weld metal 40 detik (b)bainit A 36 [11].....	64
Gambar 4.30 Struktur mikro (a) weld metal 50 detik (b) ferit dan perlit A 36[11].....	65
Gambar 4.31 Struktur mikro HAZ 50 detik.....	66
Gambar 4.32 Struktur mikro (a) weld metal 50 detik (b) bainit A 36 [11].....	67

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Spesifikasi las techna.	38
Tabel 4.2 Komposisi logam dasar.	38
Tabel 4.3 Nilai kekerasan vickers	39
Tabel 4.4 Komposisi kimia A 668 (maximum weight percentage)	49

DAFTAR SIMBOL DAN SINGKATAN

Notasi	Keterangan	Satuan
CE	karbon ekuivalen	-
D	panjang diagonal rata-rata (pada kekerasan vickers)	mm
H	jumlah panas yang dihasilkan	Joule
HV	nilai kekerasan vickers	kg/mm ²
I	arus listrik	Ampere
P	beban yang diterapkan	kg
R	resistansi	ohm, (Ω)
t	waktu pengelasan	detik
V	tegangan	volt
θ	sudut antara permukaan intan yang berlawanan= 136^0 (pada kekerasan vickers)	derajat

