

TUGAS SARJANA

**PENGARUH ARUS DAN WAKTU PENGELASAN TERHADAP
STRUKTUR MIKRO, KEKERASAN, DAN *DUCTILITY*
SAMBUNGAN LAS TITIK**



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

Disusun oleh:

MEDI HERMANTO

L2E 303 389

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

2010

TUGAS SARJANA

Diberikan kepada

Nama : Medi Hermanto

NIM : L2E 303 389

Dosen Pembimbing I : Ir. Yurianto, MT

Dosen Pembimbing II : Ir. Sumar Hadi Suryo

Judul : Pengaruh Arus dan Waktu Pengelasan terhadap Struktur Mikro, Kekerasan, dan *Ductility* Sambungan Las Titik

Isi tugas :

1. Melakukan pengelasan titik dengan mesin las titik skala industri rumahan (SIR) dan mesin las titik acuan (TECNA) pada plat besi karbon dengan ketebalan 0.3 mm.
2. Melakukan pengamatan struktur mikro sambungan las titik (*nugget*) dengan pengamatan mikrografi.
3. Menganalisa diameter *nugget* dan keretakan yang dihasilkan akibat pengaruh arus dan waktu pengelasan.
4. Menganalisa nilai kekerasan dan *ductility nugget* akibat pengaruh arus dan waktu pengelasan.

Pembimbing II



Ir. Sumar Hadi Suryo
NIP. 195801021986031002

Semarang, Juni 2010
Pembimbing I



Ir. Yurianto, MT
NIP. 1955072741986031002

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir dengan judul “Pengaruh Arus dan Waktu Pengelasan terhadap Struktur Mikro, Kekerasan, dan *Ductility* Sambungan Las Titik” telah disetujui pada

Hari : Jumat
Tanggal : 11 Juni 2010
Nilai : A

Pembimbing I

Ir. Yurianto, MT
NIP. 1955072741986031002

Menyetujui,

Pembimbing II

Ir. Sumar Hadi Suryo
NIP. 195801021986031002

Pembantu Dekan I
Fakultas Teknik



Ir. Bambang Pudjianto, MT
NIP. 195212051985031001

Mengetahui,

Koordinator Tugas Sarjana

Dr. MSK Tony Suryo U. ST, MT
NIP. 1971104211999031003

Dengan ilmu kehidupan menjadi mudah, dengan seni kehidupan menjadi indah, dan dengan agama hidup menjadi terarah dan bermakna (H.N. Mukti Ali)

Bismilahirrahmanirahim

Tugas Akhir ini kupersembahkan untuk Ibundaku Rochana Astuti, Ayahanda Prayitno, Kakakku Yuli Wido Suprayitno, dan Adikku Bagus Setiawan. Terimakasih atas segala dukungan dan doa yang telah diberikan

ABSTRACT

In the beginning, designing and building home industry spot welding (SIR) is an alternative that can be used to joining two sheet of plate with electrical power in house (900 Watt) for that application, as while as this time spot welding machine is just used in industry (such as car body shop industry). However, the performance of SIR is experimentless, so that it's very important to knowing that from research about current and welding time effect for SIR nugget quality. The analysis is about microstructure observation, diameter, hardness testing, and ductility of nugget. To compare SIR, TECNA spot welding machine (fabrication from industry) is can be used. The purpose of the research is to get the optimum nugget that appropriate with a base metal by microstructure observation, diameter of nugget, hardness, and ductility. The research is by using the SIR spot welding with current 475 A and using 7 second and 35 second of welding time. To compare that, TECNA spot welding machine can be used, by current 5000 A and welding time is 2 second. By variating current and welding time, we can get a different result. From microstructure of nugget observation, nor 7 second and 35 second on SIR, the joining is 'nt produced. That is can be caused by low current until heat is 'nt enough to joining the two sheet of plate. Whereas, with TECNA spot welding machine, for 2 second welding time, nugget can be produced. The research was did, and we can conclude that with high current that appropriate with base metal, and the faster of welding time can be produce an optimum nugget quality. That's can be observation from microstructure, diameter, hardness, and ductility that more optimum.

Keywords: *nugget, spot weld, current, welding time, microstructure, diameter, hardness, ductility*

ABSTRAK

Pada awalnya perancangan dan pembuatan mesin las titik skala industri rumahan (SIR) merupakan alternatif alat yang dapat digunakan untuk penyambungan plat dengan daya listrik rumahan (900 Watt), karena selama ini mesin las titik yang ada hanya terbatas pada kalangan industri seperti karoseri mobil. Namun, performa mesin las titik SIR hasil perancangan dan pembuatan tersebut belum teruji sehingga perlu dilakukan penelitian tentang pengaruh arus dan waktu pengelasan terhadap kualitas *nugget* hasil sambungan las titik SIR. Analisa yang dilakukan yaitu melalui pengamatan mikrografi dan uji kekerasan, *ductility* pada *nugget* sambungan las titik. Sebagai acuan, digunakan mesin las titik TECNA. Tujuan dari penelitian tersebut adalah untuk mendapatkan *nugget* optimum yang sesuai dengan logam dasar dengan melihat strukturmikro, diameter *nugget*, nilai kekerasan, dan *ductility nugget*. Sedangkan penelitian yang dilakukan yaitu dengan melakukan pengelasan titik dengan las titik SIR dengan arus 475 A dan variasi waktu pengelasannya adalah 7 detik dan 35 detik. Sebagai acuan yaitu dengan melakukan pengelasan menggunakan mesin las titik TECNA dengan arus 5000 A dan waktu pengelasan 2 detik. Dengan arus dan waktu pengelasan yang berbeda, ternyata diperoleh hasil *nugget* yang berbeda. Pada pengamatan strukturmikro *nugget* las titik SIR baik pada waktu pengelasan 7 detik maupun 35 detik, sambungan belum terbentuk. Hal ini disebabkan karena panas yang dihasilkan kecil sehingga panas tidak sampai menembus sisi terpisah antar kedua plat. Sedangkan pada las titik standard dengan waktu pengelasan 2 detik *nugget* telah terbentuk. Dari penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa dengan arus yang tinggi dan sesuai dengan logam dasar, waktu pengelasan yang lebih cepat dapat menghasilkan kualitas *nugget* yang lebih optimum. Hal ini dapat di lihat dari struktur mikro, diameter, kekerasan, dan *ductility nugget* yang lebih optimum.

Kata Kunci: *nugget*, las titik, arus, waktu pengelasan, strukturmikro, diameter *nugget*, kekerasan, *ductility*

PRAKATA

Dari penelitian tentang *nugget* las titik yang telah penulis lakukan, akhirnya penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan judul “Pengaruh Arus dan Waktu Pengelasan terhadap Struktur Mikro, Kekerasan, dan *Ductility* Sambungan 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. Seluruh dosen, staff, dan kerabat Jurusan Teknik Mesin UNDIP yang mempunyai andil tidak kecil bagi kelancaran penulis dalam perkuliahan.
4. 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, Juni 2010

Penulis

PERNYATAAN BEBAS PLAGIAT

Saya yang bertandatangan di bawah ini:

Nama : Medi Hermanto
NIM : L2E303389
Jurusan : Teknik Mesin
Fakultas : Teknik
Universitas : Universitas Diponegoro

Tidak menjiplak karya orang lain. Segala sesuatu yang berhubungan dengan Tugas Akhir ini dan pengambilan sumber, semua tercantum dalam daftar pustaka yang digunakan.

Sadar dan menyatakan Tugas Akhir ini asli.

Semarang, 11 Juni 2010

Medi Hermanto

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN TUGAS SARJANA	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
MOTTO ..	iv
PERSEMBAHAN	v
ABSTRACT	vi
ABSTRAK.....	vii
PRAKATA.....	viii
PERNYATAAN BEBAS PLAGIAT.....	ix
DAFTAR ISI	x
DAFTAR GAMBAR ..	xiii
DAFTAR TABEL	xvi
DAFTAR SIMBOL DAN SINGKATAN	xvii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang ..	1
1.2 Tujuan dan Manfaat	2
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Metode Penelitian ...	3
1.5 Sistematika Penulisan	4
BAB 2 DASAR TEORI	5
2.1 Tinjauan Umum	5
2.2 Metalurgi Las	7
2.2.1. Solidifikasi Pada Las Titik	7
2.2.2 Diagram Fasa Besi-Karbida Besi (Fe-Fe ₃ C)	9
2.3.3 Sifat Mampu Las (<i>Weldability</i>).....	10
2.2.4 Diagram <i>Continuous Cooling Transformation</i> (CCT).....	10
2.3 Pengujian Nuget Las Titik	11

2.3.1	Kekerasan	11
2.3.2	Uji Komposisi	13
2.3.3	Peel Test.....	13
2.3.4	Mikrografi	14
BAB 3	METODE PENELITIAN	17
3.1	Metode yang digunakan	17
3.2	Diagram Alir Penelitian	18
3.3	Pengelasan Titik	19
3.3.1	Pengelasan Titik dengan Mesin Las Titik Skala Industri Rumahan	19
3.3.1.1	Alat dan Bahan yang Digunakan	19
3.3.1.2	Prosedur Pengelasan dengan Mesin Las Titik Skala Industri Rumahan	19
3.3.2	Pengelasan Titik dengan Mesin Las Titik Acuan (TECNA).....	21
3.3.2.1	Alat dan Bahan yang Digunakan	21
3.3.2.2	Prosedur Pengelasan dengan Mesin Las Titik Acuan (TECNA).....	21
3.4	Pengujian Komposisi	23
3.4.1	Peralatan Pengujian Komposisi	23
3.4.2	Prosedur Pengujian Komposisi	23
3.5	Pengamatan Struktur Mikro	25
3.5.1	Peralatan dan Bahan.....	25
3.5.2	Prosedur Pengujian	26
3.6	Pengujian Kekerasan.....	28
3.6.1	Peralatan Pengujian Kekerasan	29
3.6.2	Prosedur Pengujian Kekerasan.....	29
3.7	<i>Peel Test</i>	31
3.6.1	Peralatan Pengujian pada <i>Peel Test</i>	31
3.6.2	Prosedur <i>Peel Test</i>	31

BAB 4	HASIL DAN PEMBAHASAN	33
4.1	Panas pada Pengelasan Titik	33
4.2	Komposisi Logam Dasar	34
4.2.1	Hasil Uji Komposisi Logam Dasar	34
4.2.2	Analisa Hasil Uji Komposisi Logam Dasar	34
4.3	Pengamatan Mikrografi	37
4.3.1	Hasil Pengamatan Mikrografi pada <i>Nugget</i> Las Titik SIR	37
4.3.2	Hasil Pengamatan Mikrografi pada Nugget Las Titik Acuan	38
4.3.3	Analisa Hasil Pengamatan Mikrografi	39
4.4	Hasil <i>Peel Test</i>	43
4.4.1	Diameter <i>Nugget</i> Las Titik SIR	43
4.4.2	Diameter <i>Nugget</i> Las Titik Acuan	45
4.4.3	Analisa Hasil Pengukuran Diameter <i>Nugget</i>	45
4.5	Kekerasan Nugget	46
4.5.1	Hasil Uji Kekerasan <i>Nugget</i>	46
4.5.2	Analisa Hasil Uji Kekerasan <i>Nugget</i>	47
BAB 5	PENUTUP	50
5.1.	Kesimpulan	50
5.2.	Saran	51

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Skema las titik	5
Gambar 2.2	Siklus pengelasan titik.....	6
Gambar 2.3	Skema struktur <i>nugget</i> dengan pendinginan seragam.....	7
Gambar 2.4	Skema struktur <i>nugget</i> dengan pendinginan pada elektroda lebih cepat di banding pada logam dasar	8
Gambar 2.5	Skema struktur <i>nugget</i> dengan pendinginan pada logam dasar lebih cepat dibanding pada elektroda	8
Gambar 2.6	Diagram fasa besi-karbida besi (Fe-Fe ₃ C)	9
Gambar 2.7	Diagram CCT	11
Gambar 2.8	Cara pengukuran diameter pada indenter vickers.....	12
Gambar 2.9	Macam –Macam Lekukan yang Dihasilkan Penumbuk Intan	13
Gambar 2.10	<i>Peel Test</i>	14
Gambar 2.11	Struktur mikro ferit pada besi karbon ditunjukkan pada daerah berwarna terang.....	15
Gambar 2.12	Struktur mikro ferit (daerah terang) dan cementite pada batas butir (garis putih) pada baja rol panas pada 1050 °C.	15
Gambar 2.13	Struktur mikro perlit. Pada struktur lameral ini daerah terang adalah ferit.	16
Gambar 2.14	Bainit	16
Gambar 3.1	Diagram alir penelitian.....	18
Gambar 3.2	Mesin las titik skala industri rumahan	20
Gambar 3.3	Multimeter.....	21
Gambar 3.4	Mesin las titik acuan standard (TECNA di Laboratorium Proses Porduksi Jurusan Teknik Mesin Universitas Diponegoro Semarang)	22
Gambar 3.5	Mesin spektrometer untuk pengujian komposisi elemen paduan	23
Gambar 3.6	Konfigurasi pengujian komposisi elemen paduan	23

Gambar 3.7	Diagram alir uji komposisi	24
Gambar 3.8	<i>Optical microscope</i>	26
Gambar 3.9	Diagram alir pengujian mikrografi.....	27
Gambar 3.10	Garis Potongan Lasan	28
Gambar 3.11	Benda Uji	28
Gambar 3.12	Alat uji kekerasan <i>vickers</i>	29
Gambar 3.13	Pengamatan indentasi pada lensa okuler mikroskop.....	29
Gambar 3.14	Diagram alir pengujian kekerasan <i>vickers</i>	30
Gambar 3.14	Diagram alir <i>peel test</i>	32
Gambar 4.1	Diagram alir menentukan standard logam dasar.....	36
Gambar 4.2	Hasil Pengamatan mikrografi (perbesaran 320x) untuk <i>nugget</i> las titik SIR dengan arus 475 A dan waktu pengelasan 7 detik	37
Gambar 4.3	Hasil Pengamatan mikrografi (perbesaran 160x) untuk <i>nugget</i> las titik SIR dengan arus 475 A dan waktu pengelasan 35 detik	37
Gambar 4.4	Hasil Pengamatan mikrografi (perbesaran 160x) untuk <i>nugget</i> , HAZ, dan logam dasar las titik acuan dengan arus 5000 A dan waktu pengelasan 2 detik	38
Gambar 4.5	Hasil Pengamatan mikrografi (perbesaran 160x) untuk <i>nugget</i> las titik acuan dengan arus 5000 A dan waktu pengelasan 2 detik	38
Gambar 4.6	(a) Struktur mikro UNS G10080 <i>steel</i> di normalisasi pada perbesaran 500x. Daerah gelap adalah perlit dan daerah terang adalah ferit[10] (b) Struktur mikro logam dasar yang digunakan pada pengelasan titik baik dengan mesin las titik SIR maupun las titik acuan pada perbesaran 320x, yaitu AISI 1010. Daerah terang adalah ferit dan daerah gelap adalah perlit.	39
Gambar 4.7	Struktur mikro pada pengelasan dengan mesin las titik SIR dengan arus 475A dan waktu pengelasan 7 detik, pada	

	perbesaran 320x. Daerah terang adalah perlit, daerah gelap adalah perlit. (a) Struktur mikro logam dasar. (b) Struktur mikro daerah yang kontak dengan elektroda 40	40
Gambar 4.8	Struktur mikro pada pengelasan dengan mesin las titik SIR dengan arus 475A dan waktu pengelasan 35 detik, pada perbesaran 160x. Daerah terang adalah perlit, daerah gelap adalah perlit. (a) Struktur mikro logam dasar. (b) HAZ. (c) Struktur mikro daerah yang kontak dengan elektroda 41	41
Gambar 4.9	Struktur mikro pada pengelasan dengan mesin las titik acuan (TECNA) dengan arus 5000 A dan waktu pengelasan 2 detik (a) Struktur mikro logam dasar, perbesaran 160x. Daerah terang adalah ferit, daerah gelap adalah perlit. (b) Struktur mikro HAZ, pada perbesaran 160x. Struktur sudah terbentuk bainit. 42	42
Gambar 4.10	(a) Struktur mikro <i>nugget</i> hasil las titik acuan (TECNA) dengan arus 5000 A dan waktu pengelasan 2 detik pada perbesaran 320x, struktur di dominasi oleh bainit. (b) Struktur mikro bainit pada UNS G43400 <i>steel</i> pada Perbesaran 500x [10]. 42	42
Gambar 4.11	(a) Hasil <i>peel test</i> las titik SIR dengan arus 475 A dan waktu pengelasan 7 detik (b) pengukuran diameter <i>nugget</i> 43	43
Gambar 4.12	(a) Hasil <i>peel test</i> las titik SIR dengan arus 475 A dan waktu pengelasan 35 detik (b) pengukuran diameter <i>nugget</i> 44	44
Gambar 4.13	(a) Hasil <i>peel test</i> las titik acuan dengan arus 5000 A dan waktu pengelasan 2 detik (b) pengukuran diameter <i>nugget</i> 45	45
Gambar 4.14	Grafik nilai kekerasan <i>vickers</i> 48	48

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1	Spesifikasi mesin las titik skala industry rumahan	20
Tabel 3.2	Spesifikasi mesin las titik acuan (TECNA)	22
Tabel 4.1	Spesifikasi mesin las titik	33
Tabel 4.2	Hasil Uji Komposisi Logam Dasar.	34
Tabel 4.3	Hasil pengukuran diameter <i>nugget</i> las titik SIR dengan Arus 475 A dan waktu pengelasan 7 detik	44
Tabel 4.4	Hasil pengukuran diameter <i>nugget</i> las titik SIR dengan Arus 475 A dan waktu pengelasan 35 detik	44
Tabel 4.5	Hasil pengukuran diameter <i>nugget</i> las titik acuan dengan Arus 5000 A dan waktu pengelasan 2 detik	45
Tabel 4.6	Hasil uji kekerasan pada logam dasar	46
Tabel 4.7	Hasil uji kekerasan pada <i>nugget</i> pengelasan mesin las titik SIR dengan arus 475 A dan waktu pengelasan 7 detik.....	46
Tabel 4.8	Hasil uji kekerasan pada <i>nugget</i> pengelasan mesin las titik SIR dengan arus 475 A waktu pengelasan 35 detik	47
Tabel 4.11	Hasil uji kekerasan pada <i>nugget</i> pengelasan mesin las titik Acuan dengan arus 5000 A dan waktu pengelasan 2 detik	47
Tabel 4.13	Perbandingan hasil las titik SIR dengan hasil las titik acuan	49

DAFTAR SIMBOL DAN SINGKATAN

Notasi	Keterangan	Dimensi
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
SIR	Skala Industri Rumahan	-
t	waktu pengelasan	detik
V	tegangan	volt
θ	sudut antara permukaan intan yang berlawanan= 136^0 (pada kekerasan vickers)	derajat