

**PENGARUH WAKTU TAHAN PADA PROSES *SPOT*
WELDING MATERIAL BEDA JENIS SUS 304 DAN DIN 1.4003
TERHADAP KEKUATAN TARIK DAN STRUKTUR MIKRO**

SKRIPSI

Diajukan Sebagai Salah satu Syarat
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Jenjang Strata Satu (S1)
Pada Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Ponorogo



SYAHRUL TOHIR JAZILA
19511359

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH PONOROGO
2023**

**PENGARUH WAKTU TAHAN PADA PROSES *SPOT*
WELDING MATERIAL BEDA JENIS SUS 304 DAN DIN 1.4003
TERHADAP KEKUATAN TARIK DAN STRUKTUR MIKRO**

SKRIPSI

Diajukan Sebagai Salah satu Syarat
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Jenjang Strata Satu (S1)
Pada Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Ponorogo



SYAHRUL TOHIR JAZILA
19511359

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH PONOROGO
2023**

HALAMAN PENGESAHAN

Nama : Syahrul Tohir Jazila
NIM : 19511359
Program Studi : Teknik Mesin
Fakultas : Teknik
Judul Skripsi : Pengaruh Waktu Tahan pada Proses *Spot Welding*
Material Beda Jenis SUS 304 dan DIN 1.4003 terhadap
Kekuatan Tarik dan Struktur Mikro

Isi dan formatnya telah disetujui dan dinyatakan memenuhi syarat
Untuk melengkapi persyaratan guna memperoleh Gelar Sarjana
Pada Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah
Ponorogo

Ponorogo, April 2023

Menyetujui,

Dosen Pembimbing I



Yoyok Winardi, S.T., M.T.

NIK 19860803 201909 13

Dosen Pembimbing II

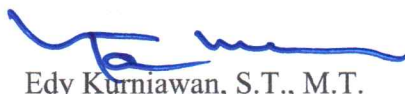


Ir. Fadelan, M.T.

NIK 19610509 199009 12

Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik



Edy Kurniawan, S.T., M.T.

NIK 19771026 200810 12

Ketua Program Studi Teknik Mesin



Yoyok Winardi, S.T., M.T.

NIK 19860803 201909 13

PERNYATAAN ORISINALITAS SKRIPSI

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Syahrul Tohir Jazila
NIM : 19511359
Program Studi : Teknik Mesin

Dengan ini menyatakan Skripsi saya dengan judul : “Pengaruh Waktu Tahan pada Proses *Spot Welding* Material Beda Jenis SUS 304 dan DIN 1.4003 terhadap Kekuatan Tarik dan Struktur Mikro” bahwa berdasarkan hasil penelusuran berbagai karya ilmiah, gagasan dan masalah ilmiah yang saya rancang/teliti di dalam Naskah Skripsi ini adalah asli dari pemikiran saya. Tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis dikutip dalam naskah ini dan disebutkan dalam sumber kutipan dan daftar pustaka.

Apabila ternyata di dalam Naskah Skripsi ini dapat dibuktikan terdapat unsur-unsur plagiatisme, saya bersedia Ijazah saya dibatalkan, serta diproses sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku.

Demikian pernyataan ini dibuat sesungguhnya dan dengan sebenar-benarnya

Ponorogo, April 2023

Mahasiswa,



Syahrul Tohir Jazila

HALAMAN BERITA ACARA UJIAN

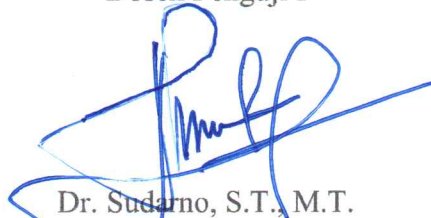
Nama : Syahrul Tohir Jazila
NIM : 19511359
Program Studi : Teknik Mesin
Fakultas : Teknik
Judul Skripsi : Pengaruh Waktu Tahan pada Proses *Spot Welding*
Material Beda Jenis SUS 304 dan DIN 1.4003 terhadap
Kekuatan Tarik dan Struktur Mikro

Telah diuji dan dipertahankan dihadapan
Dosen Penguji tugas akhir jenjang Strata Satu (S1) pada

Hari : Jumat
Tanggal : 14 April 2023
Nilai :

Dosen Penguji

Dosen Penguji I



Dr. Sudarno, S.T., M.T.
NIK 19680705 199904 11

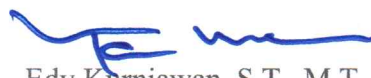
Dosen Penguji II



Rizal Arifin, S.Si., M.Si., Ph.D.
NIK 19870920 201204 12

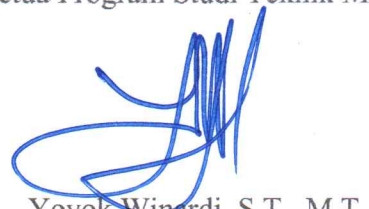
Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik



Edy Kurniawan, S.T., M.T.
NIK 19771026 200810 12

Ketua Program Studi Teknik Mesin



Yoyok Winardi, S.T., M.T.
NIK 19860803 201909 13

BERITA ACARA BIMBINGAN SKRIPSI




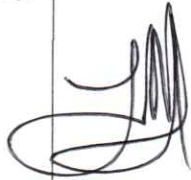
Nama : SYAHRUL TOHIR JAZILA







NIM : 19511359






Judul Skripsi : PENGARUH WAKTU TAHAN PADA PROSES SPOT WELDING MATERIAL BEDA
: JENIS SUS 304 DAN DIN 14003 TERHADAP KEKUATAN TARIK DAN STRUKTUR MIKRO

Dosen Pembimbing I : YOYOK WIHARDI, S.T., M.T

PROSES BIMBINGAN

No.	Tanggal	Materi yang dikonsultasikan	Saran Pembimbing / Hasil	Tanda Tangan
1	8/12/2022	BAB 1	Penambahan Latar Belakang	
2	8/23/01	Bab I.	studi literatur pada latar belakang.	
3	9/2023/01	Bab I	bagian pustaka.	
4	11/2023/01	Bab I	Datasari masalah	





No.	Tanggal	Materi yang dikonsultasikan	Saran Pembimbing / Hasil	Tanda Tangan
5	13/01 2023		Uraian kerangka pustaka rujukan	
6	16/01 2023		Dasar teori tabel komposisi jenis bahan	
7	17/01 2023		muliskan daftar pustaka.	
8	18/01 2023	ACC proposal		
9	20/23 2	Bab iv hasil & pemb kasan.	Konsultasi hasil pengujiian hasil dan perbaikan data.	
10	24/23 2	Bab ix hasil & data pengujiian.	perbaikan hasil pengujiian hasil dan perbaikan siantar usgget	







No.	Tanggal	Materi yang dikonsultasikan	Saran Pembimbing / Hasil	Tanda Tangan
11	2/3 23	Bab <u>IV</u> Hasil & Pembahasan	Gambar struktur mikro perlu diperbaiki atau di uji ulang	
12	20/3 23	Bab <u>IV</u> Hasil struktur mikro	Pembahasan struktur mikro diperjelas	
13	28/3 23	Bab <u>IV</u> Pembahasan Menyeluruh	Pembahasan menyeluruh terkait hasil pengujian	
14	30/3 23	Bab <u>IV</u> & <u>V</u> Pembahasan & kesimpulan	Revisi pembahasan struktur mikro dan kesimpulan	
15	3/23. A	AEC sebagai skripsi		
16				






BERITA ACARA BIMBINGAN SKRIPSI

Nama : SYAHRUL TOHIR JAZILA
NIM : 19511359
Judul Skripsi : PENGARUH WAKTU TAHAN PADA PROSES SPOT WELDING MATERIAL BEDA JENIS
: SUS 304 DAN DIN 19003 TERHADAP KEKUATAN TARIK DAN STRUKTUR MIKRO
Dosen Pembimbing II : Ir. FADELAN, M.T.

PROSES PEMBIMBINGAN

No	Tanggal	Materi Yang Dikonsultasikan	Saran Pembimbing / Hasil	Tanda Tangan
1	9/12 2022	BAB I	- Pembahasan Latar Belakang - Tujuan Penelitian	
2	5/12 2022	BAB I	- Studi Literatur	
3	10/01 2023	BAB I	- Tujuan Penelitian - Batasan Masalah	
4	11/01 2023	BAB I	- Manfaat Penelitian	

No	Tanggal	Materi Yang Dikonsultasikan	Saran Pembimbing / Hasil	Tanda Tangan
5	13/01 2023	BAB II	- Penelitian Terdahulu - Dasar Teori	
6	16/01 2023	BAB III	- Pembahasan persamaan yang digunakan	
7	17/01 2023		- Daftar Pustaka	
8	18/01 2023	ACC PROPOSAL		
9	20/02 2023	BAB <u>IV</u>	- Konsultasi hasil uji tarik geser	
10	23/02 2023	BAB <u>IV</u>	- Pembahasan hasil uji tarik geser - Perhitungan tegangan tarik geser	

No	Tanggal	Materi Yang Dikonsultasikan	Saran Pembimbing / Hasil	Tanda Tangan
11	03/03 2023	BAB <u>IV</u>	- Pembahasan uji makro lebih diperbaiki	
12	20/03 2023	BAB <u>IV</u>	- Pembahasan struktur mikro diperbaiki	
13	29/03 2023	BAB <u>IV</u>	- Struktur mikro perlu diperbaiki	
14	20/03 2023	BAB <u>V</u>	- Kesimpulan dan saran	
15	03/04 2023		acc. nja	
16				

KATA PENGANTAR

Assalamualaikum Wr. Wb.

Puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat, taufiq serta hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Skripsi dengan judul “Pengaruh Waktu Tahan pada Proses *Spot Welding* Material Beda Jenis SUS 304 dan DIN 1.4003 terhadap Kekuatan Tarik dan Struktur Mikro” dengan baik.

Dengan selesainya Skripsi ini tidak terlepas dari bantuan dan dukungan banyak pihak yang telah memberikan masukan-masukan kepada penulis. Untuk itu penulis mengucapkan terimakasih kepada :

1. Bapak Edy Kurniawan, S.T., M.T. selaku Dekan Fakultas Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Ponorogo.
2. Bapak Yoyok Winardi, S.T., M.T. selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Ponorogo.
3. Bapak - bapak Dosen Pembimbing
4. Semua Dosen Program Studi Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Ponorogo yang telah memberikan ilmunya.
5. Karyawan PT.INKA (Persero) yang telah banyak membantu dan membimbing.
6. Rekan - rekan mahasiswa Program Studi Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Ponorogo yang telah banyak membantu dan membimbing.

Penulis menyadari masih banyak kekurangan dan keterbatasan ilmu dalam penyusunan laporan ini, maka segala kritikan yang sifatnya membangun sangat diharapkan demi kesempurnaan laporan ini. Akhir kata penulis hanya bisa berharap semoga laporan ini dapat bermanfaat bagi penulis dan para pembaca baik dari kalangan akademis maupun lainnya.

Ponorogo, April 2023

Mahasiswa,

Syahrul Tohir Jazila

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
HALAMAN PERNYATAAN.....	iii
HALAMAN BERITA ACARA UJIAN	iv
BERITA ACARA BIMBINGAN SKRIPSI.....	v
KATA PENGANTAR	xi
DAFTAR ISI.....	xii
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR TABEL.....	xvii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xviii
ABSTRAK	xix
ABSTRACT	xx
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah.....	3
1.3. Tujuan Penelitian	4
1.4. Batasan Masalah	4
1.5. Manfaat Penelitian	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1. Penelitian Terdahulu	6
2.2. Dasar Teori	8
2.3. Jenis Mesin Las.....	9
2.4. <i>Resistance Spot Welding</i>	15
2.5. Parameter Pengelasan.....	18
2.5.1. Arus Listrik Pengelasan	19
2.5.2. Tahanan Listrik (<i>Resistance</i>)	19
2.5.3. Waktu Pengelasan (<i>Welding Timer</i>).....	20
2.6. Elektroda.....	20
2.6.1. Fungsi Elektroda	21

2.6.2. Komposisi Material Elektroda	21
2.6.3. Pemeliharaan Elektroda	22
2.7. Baja Tahan Karat (<i>Stainless Steel</i>)	22
2.8. Pengujian Spesimen	24
2.8.1. <i>Tensile Shear Test</i>	24
2.8.2. <i>Macro Sectional Test dan Micro Structure Test</i>	25

BAB III METODE PENELITIAN

3.1. Tempat dan Waktu Penelitian.....	27
3.2. Studi Literatur dan Survey Lapangan	27
3.3. Alat dan Bahan.....	27
3.3.1. Alat Penelitian.....	27
3.3.2. Bahan Penelitian.....	30
3.4. Spesimen.....	32
3.4.1. Pembuatan Spesimen.....	32
3.4.2. Proses Pembuatan Uji Spesimen.....	33
3.5. Pengujian Spesimen	35
3.5.1. <i>Tensile Shear Test</i>	35
3.5.2. <i>Macro Sectional Test</i>	36
3.5.3. <i>Micro Structure Test</i>	37
3.6. Pengambilan Data	38
3.6.1. Data Hasil <i>Tensile Shear Test</i>	38
3.6.2. Data Hasil <i>Macro Sectional Test</i>	39
3.7. Diagram Alir.....	40

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Hasil Pengelasan	41
4.2. Analisa Masukan Panas (<i>Heat Input</i>).....	42
4.3. Pembahasan Hasil Penelitian.....	43
4.3.1. <i>Tensile Shear Test</i>	44
4.3.2. <i>Macro Sectional Test</i>	52
4.3.3. <i>Micro Structure</i>	57
4.4. Pembahasan Menyeluruh	60

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan..... 61

5.2. Saran..... 62

DAFTAR PUSTAKA 63

LAMPIRAN..... 66



DAFTAR GAMBAR

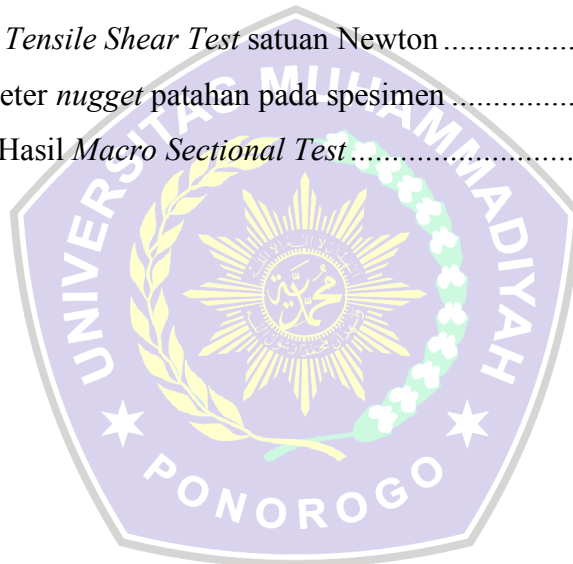
Gambar 2.1. Jenis <i>Lap Joint</i>	16
Gambar 2.2. Jenis <i>Butt Joint</i>	16
Gambar 2.3. Tahapan siklus <i>Spot Welding</i>	17
Gambar 2.4. Skema Proses <i>Resistance Spot Welding</i>	18
Gambar 2.5. Resistansi pada <i>Spot Welding</i>	19
Gambar 2.6. Elektroda RSW sesuai standar ISO	21
Gambar 2.7. Spesimen <i>Tensile Shear Test</i>	25
Gambar 2.8. Dimensi spesimen uji (mm).....	26
Gambar 3.1. Mesin <i>Spot Welding</i>	27
Gambar 3.2. <i>Torse Universal Testing Machine</i>	28
Gambar 3.3. <i>Macro Microscope Digital</i>	29
Gambar 3.4. Mikroskop Uji Metalurgi Struktur Mikro.....	29
Gambar 3.5. Dimensi SUS 304 dan DIN 1.4003	31
Gambar 3.6. Dimensi spesimen uji sesuai standar JRS.....	32
Gambar 3.7. Diagram pembuatan uji spesimen	33
Gambar 3.7. Contoh <i>Tensile Shear Test</i>	35
Gambar 3.8. <i>Macro Sectional Test</i>	36
Gambar 3.9. <i>Polisher Machine</i>	37
Gambar 3.10. Diagram Alir Penelitian.....	40
Gambar 4.1 Hasil pengelasan.....	41
Gambar 4.2. Spesimen <i>Tensile Shear Test</i>	44
Gambar 4.3. Proses Pengujian tarik geser pada spesimen	44
Gambar 4.4. Spesimen uji yang telah dilakukan pengujian tarik geser	48
Gambar 4.5. Spesimen setelah uji tarik geser	48
Gambar 4.6. Grafik tegangan tarik geser	51
Gambar 4.7. Grafik hubungan tegangan tarik dengan diameter <i>nugget</i>	51
Gambar 4.8. Spesimen <i>Macro Sectional Test</i>	52
Gambar 4.9. Proses etsa dengan metode pencelupan.....	53

Gambar 4.10. Grafik diameter <i>nugget Macro Sectional Test</i>	55
Gambar 4.11. Grafik hubungan diameter <i>nugget</i> dengan <i>heat input</i>	56
Gambar 4.12. Struktur mikro (a) SUS 304 dan (b) DIN 1.4003.....	57
Gambar 4.13. Struktur mikro spesimen 0,20 <i>second</i>	58
Gambar 4.14 Struktur mikro daerah pengelasan.....	59



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Komposisi material elektroda.....	22
Tabel 3.1. Spesifikasi <i>Stationary Spot Welding Machine</i>	28
Tabel 3.2. Komposisi unsur kimia SUS 304.....	30
Tabel 3.3. Komposisi unsur kimia DIN 1.4003	31
Tabel 3.4. Parameter Pengelasan (<i>Welding Condition</i>).....	34
Tabel 3.5. Data Hasil <i>Tensile Shear Test</i>	38
Tabel 3.6. Data Hasil <i>Macro Sectional Test</i>	39
Tabel 4.1 Parameter pengelasan.....	42
Tabel 4.2. Data hasil <i>Tensile Shear Test</i>	45
Tabel 4.3. Hasil <i>Tensile Shear Test</i> satuan Newton	47
Tabel 4.4. Diameter <i>nugget</i> patahan pada spesimen	49
Tabel 4.5. Data Hasil <i>Macro Sectional Test</i>	54



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. <i>Portable Spot Welding Machine</i>	66
Lampiran 2. Pemotongan Spesimen dengan <i>Gap Shear Machine</i>	67
Lampiran 3. Hasil Pengelasan Spesimen.....	67
Lampiran 4. <i>Drawing</i> Spesimen Uji.....	68
Lampiran 5. <i>Data Sheet</i> SUS 304	69
Lampiran 6. <i>Data Sheet</i> DIN 1.4003.....	72
Lampiran 7. Spesifikasi Microscope BX3M Series <i>Olympus</i>	75
Lampiran 8. <i>Japanesse Railways Standard (JRS)</i>	77
Lampiran 9. <i>Data Tensile Shear Test</i>	78
Lampiran 10. <i>Data Macro Sectional Test</i>	79
Lampiran 11. Struktur Mikro daerah HAZ.....	81



**PENGARUH WAKTU TAHAN PADA PROSES *SPOT WELDING*
MATERIAL BEDA JENIS SUS 304 DAN DIN 1.4003 TERHADAP
KEKUATAN TARIK DAN STRUKTUR MIKRO**

Syahrul Tohir Jazila

Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Ponorogo
Email : jazilatohir22@gmail.com

ABSTRAK

Baja tahan karat (*Stainless Steel*) merupakan material yang kuat dan tahan terhadap korosi. Material ini banyak digunakan di industri manufaktur khususnya dalam transportasi darat yaitu kereta api. Dalam proses pembuatan bodynya menggunakan dua buah jenis baja tahan karat yaitu, SUS 304 dan DIN 1.4003. Penyambungan dua buah logam ini sulit dilakukan dengan pengelasan *fusi*, karena akan memunculkan permasalahan yang bisa merugikan konstruksi. Beberapa literatur menyarankan agar menggunakan metode pengelasan yang memiliki panas tidak berlebih dan terkontrol.

Pada penelitian ini menggunakan material SUS 304 tebal 1 mm dan DIN 1.4003 tebal 2 mm. Kemudian dilakukan pengelasan resistansi listrik dengan arus sebesar 9 kA dan variasi waktu pengelasan yang digunakan yaitu, 0,16 detik; 0,20 detik; 0,24 detik; 0,28 detik; dan 0,32 detik. Pengujian yang dilakukan pada penelitian ini adalah *Tensile Shear Test*, *Macro Sectional Test*, dan *Micro Structure Test* yang terjadi pada kedua material yang disambung.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa semakin lama waktu pengelasan yang digunakan, maka nilai tegangan tarik dan ukuran diameter nugget las juga akan semakin besar. Nilai tegangan tarik yang paling tinggi pada penelitian ini adalah 246,82 N/mm² dengan waktu pengelasan 0,32 detik. Sedangkan diameter *nugget* terbesar juga didapatkan dari waktu pengelasan 0,32 detik dengan diameter 7,2 mm. Kemudian hasil pengujian struktur mikro yang dilakukan tidak terdapat perbedaan pada setiap variasi waktu pengelasan, karena masukan panas pada setiap variasi waktu adalah sama. Fasa yang terbentuk adalah fasa austenite dan fasa ferrite.

Kata kunci : *stainless steel*, resistansi las listrik, *nugget*, waktu pengelasan, *tensile shear test*, *macro sectional test*, *micro structure test*

**EFFECT OF HOLD TIME IN SPOT WELDING PROCESS OF
DIFFERENT TYPES OF SUS 304 AND DIN 1.4003 ON TENSILE
STRENGTH AND MICRO STRUCTURE**

Syahrul Tohir Jazila

Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Ponorogo
Email : jazilatohir22@gmail.com

ABSTRACT

Stainless steel is a material that is strong and resistant to corrosion. This material is widely used in the manufacturing industry, especially in land transportation. In the process of making the body, two types of stainless steel are used, namely SUS 304 and DIN 1.4003. Joining these two metals is difficult by fusion welding, because it will cause problems that can be detrimental to the construction. Some literature suggests using a welding method that has no excess heat and is controlled.

In this study using 1 mm thick SUS 304 material and 2 mm thick DIN 1.4003. Then, electrical resistance welding was carried out with a current of 9 kA and a variation of the welding time used, namely 0.16 seconds; 0.20 seconds; 0.24 seconds; 0.28 seconds; and 0.32 seconds. The tests carried out in this study were the Tensile Shear Test, the Macro Sectional Test, and the Micro Structure Test which occurred in the two materials being joined.

The results showed that the longer the welding time used, the greater the value of the tensile stress and the diameter of the weld nugget. The highest tensile stress value in this study was 246,82 N/mm² with a welding time of 0.32 seconds. While the largest nugget diameter was also obtained from a welding time of 0.32 seconds with a diameter of 7.2 mm. Then the results of the micro structure testing carried out showed no difference at each variation in welding time, because the heat input at each time variation was the same. The phases formed are the austenite phase and the ferrite phase.

Keywords : stainless steel, electric welding resistance, nugget, welding time, tensile shear test, macro sectional test, micro structure test